

دانشمندان بزرگ جهان علم

ترجمه محمود مصاحب



لاپلاس
LAPLACE



مکول
MAXWELL



پرستلی
PRIESTLEY



هنری
J. HENRY



بیج
BABBAGE



همیلتن
HAMILTON



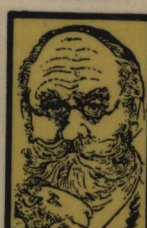
گالیله
G. GALILEI



داروین
CH. DARWIN



فرانکلین
FRANKLIN



پاولوف
I. PAVLOV



نیوتن
NEWTON



ژرژ آل
F. GERALD



لاووازیه
LAVOISIER



هوک
R. HOOKE



فاراده
M. FARADAY



لوئیس کرل
L. CARROLL



رامانوجان
RAMANUJAN



هاروی
W. HARVEY

این کتاب، خوانندگان را با پیشرفت و سیر تکاملی علوم در چهار قرن اخیر آشنا می‌سازد، و نشان می‌دهد که چگونه مردان علم در راه کشف حقیقت و رموز واقعی جهان و شکستن سد خرافه‌ها و پندارهای کهن کوشیده‌اند، و آنچه از پرده‌های جهل و ظلمت به نام عالم در برابر دیدگان مردم جهان قرار داشت، دلیرانه پاره کرده‌اند، و در این راه حتی از بذل مال و جان خود نیز دریغ ننموده‌اند.

در بولتن اتمی، راجع به این مجموعه نوشته شده است :

«مطالب این کتابها نه تنها برای مردم مشتاق که تشنه درك مجهولات جهان علم‌اند، بسیار آموزنده است، بلکه دانشمندی که می‌خواهند از آخرین اطلاعات و تحقیقات و استنتاجات علمی عصر خود، سوای آنچه که خود در آن تخصص دارند آگاهی ببابند، سخت به خواندن این کتابها نیازمندند.»



موسسه انتشارات سکه

دانشمندان بزرگ جهان علم

ترجمه محمود مصباح

۸	۵۰
۱۷	۲۰

۷۰۲۱۹۱



اسکین شد

دانشمندان
بزرگ جهان علم

ترجمہ محمود مصاحب

چاپ سوم

**This is an authorized translation of
LIVES IN SCIENCE, a SCIENTIFIC AMERICAN book.
1948, 1949, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957
by Scientific American, Inc.
Published by Simon & Schuster, Inc., New York.**

با همکاری مؤسسه انتشارات فرانکلین

چاپ سوم این کتاب در یک هزار نسخه در تاریخ آبان ماه یک هزار و سیصد و پنجاه
هجری خورشیدی در چاپخانه پیروز به پایان رسید .

فهرست مندرجات

الف	مقدمه‌ی مترجم
هـ	مقدمه
۱	بخش ۱- نظام بزرگ کائنات
۵	گالیله
۳۷	نیوتن
۵۳	هوک
۷۷	لاپلاس
۹۹	بخش ۲ - نظام نوین کائنات
۱۰۳	همیلتن
۱۲۳	فیتزجرالد
۱۳۹	بخش ۳ - آتش
۱۴۱	پرستلی
۱۵۹	لاووازیه
۱۷۷	بخش ۴ - مغناطیس و الکتریسیته
۱۸۱	فرانکلین
۲۰۵	فاراده
۲۲۵	هنری
۲۴۳	مکسول

بخش ۵ - نظری به حیات

۲۷۷

هاروی

۲۸۱

داروین

۲۹۵

پاولوف

۳۲۵

بخش ۶ - عالم ریاضیات

۳۳۹

بیج

۳۴۳

لوئیس کرل

۳۵۷

رامانوجان

۳۷۵

مقدمه‌ی مترجم

بارها بر آن شدم تا مقدمه‌ای بر این ترجمه بیفزایم؛ ولی همواره از خود می‌پرسیدم چه بنویسم؟ این کتاب خود چشم اندازی از تاریخ علم در چهارصد ساله‌ی اخیر و نموداری از تغییرات شگرف و بسط و پیشرفت فوق‌العاده‌ای است که در آن بوجود آمده است. سخن از مردانی است که کاخ سربلک افراشته‌ی علم و دانش را بنیاد نهاده‌اند. صحبت از گالیله، شهید علم و دانش، است؛ بحث از نیوتن است که عظمت و ژرفنای روح و فکرش «مانند رود نیل آشکار است و در عین حال کسی سرچشمه‌ی آن را نمی‌شناسد و بدان راه ندارد»؛ ذکر لایوازیه در میان است که «جدا کردن سرش دقیقه‌ای بیش طول نکشید، ولی تا یک قرن بعد هم فرانسه مردی نظیر او را بدست نیاورد»؛ یادای از فرانکلین می‌شود که «پسکانه‌های آذرین ژوپتر را قبضه کرد»؛ شرح حال داروین گفته می‌شود که «بزرگترین انقلاب را در تاریخ طبیعی حاضر و شاید کلیه‌ی قرون بوجود آورده است»، و که نظریه‌ی انتخاب طبیعی‌اش «یکی از حقایق مسلمه‌ی علمی تلقی می‌گردد زیرا دارای خصوصیات کلیه‌ی حقایق بزرگ طبیعی است: تاریکی‌ها را روشن می‌سازد و تعقیدات را ساده می‌نماید»؛ زندگی رامانوجان یعنی مردی تشریح می‌شود که، بیمار ورنجور، در قایل مدتی، به حل مسائلی پرداخت که «قسمتی از آنها توسط دقیق‌ترین و بزرگترین ریاضی‌دانان اروپا در مدت یکصد سال انجام گرفته و حل بعضی از آنها ناتمام مانده بود». بنابراین حق داشتم در نوشتن مقدمه تردید کنم.

اینشتین می‌گوید «معبد علم را حجره‌هایی بسیار است. ساکنین این حجره‌ها متفاوتند، و موجباتی که آنان را به این مکان کشانیده است نیز متنوع». این صد رنشینان همواره کوشیده‌اند تا تصویری ساده و کلی از دنیا

الف

دانشمندان بزرگ

برای خویشتن بسازند ، تصویری که متضمن صحت و دقتی بی اندازه و هم-
آهنگی درونی منطقی فوق‌العاده باشد . این دانشمندان در پی آن بودند که
قوانین کلی و اساسی عالم را کشف کنند و نظریه‌هایی جهانی عرضه بدارند ؛
بت‌ها را بشکنند و نظام کائنات را بنحوی توجیه نمایند تا « از گرد و غبار
حکمت نظری پاک‌شود ؛ و برای پایداری منظومه‌ی شمسی اصلی کلی مبتنی
بر استنتاجات ریاضی بیابند بطوریکه هیچ گونه عامل مافوق طبیعت در آن
ملحوظ نظر قرار نگیرد . »

در قرون وسطی و بشریت چون مردابی عظیم ، ساکت و ساکن ، سر
به‌گریبان خویش فروبرده ، و در خواب ابدی آرمیده بود . « آزادی فکر
و عقیده بر خلاف دین یا منافع بعضی از پیشوایان آن تلقی می‌شد . هر کس
بر خلاف این‌گونه عقاید جزمی سخنی می‌گفت جز آتش و مرگ نصیبی
نداشت . میشل سروه ، پزشک اسپانیائی ، را با اتهام عدم عقیده به تثلیث
محکوم و زنده سوزانیدند (۱۵۵۳) . جوردانو برونو ، متفکر ایتالیائی ،
به علت مخالفت با اساس علم و دانش آن روز یعنی منطق ارسطو ، نظام
کائناتی بطلمیوس ، و حکمت طبیعی ارسطو به اتهام کفر و زندق محکوم
به مرگ شد و او را زنده در آتش افکندند و سوختند (۱۵۹۸) . گالیله ،
پیر مرد ۶۹ ساله ، را که زمین را ساکن و مرکز عالم نمی‌دانست و معتقد
بود که کتاب مقدس با زبان تمثیل و استعاره نوشته شده و نباید مفهومات
آن را تحت‌اللفظی در نظر گرفت ، و مثلاً آنجا که می‌گوید « ۰۰۰ در آنجا
چادری برای آفتاب بر پا داشت . او مثل داماد از شبستان خود بیرون می‌آید ،
و مثل قوت‌مندی از دویدن راهش شادی می‌نماید . خروجش از کران آسمانها
و دورانش تا بکران دیگر است ، نمی‌توان نظریه‌ی مرکزیت زمین را از
آن استنتاج کرد چه این جمله جزو عبارات عادی و روزمره است (کما اینکه
هم امروز در محاورات روزانه‌ی خود می‌گوییم خورشید طلوع یا غروب کرد) .
بدادگاه کشانیدند تا از « این عقیده‌ی غلط که خورشید را مرکز عالم
پنداشته و آن را غیر متحرک دانسته است » تبری جوید . ۰۰۰ و « از این
کفر و زندقه و هر گونه بدعت و پندار ناصوابی که مخالف و مغایر با اصول و
تعلیمات کلیسای مقدس روم باشد ابراز انزجار و بیزار می‌کند . »

من همواره از خود می‌پرسیدم که آیا آن آزادی که گالیله برای علم

ب

مقدمه‌ی مترجم

ودانش خواستار بوده است امروزه ، لااقل در مغرب زمین ، تأمین شده است یا نه ؟ و آیا بازهم رشته‌های دانش ازخارج ازحوزه‌ی علمی و هنر و در معرض فشارها و تضییقاتی قرارمیگیرند یا نه ؟»

چندروز قبل دو خبردر دنیا انتشار یافت که عیناً نقل میشود:

«۱- واتیکان سازنده‌ی انسان آزمایشگاهی را تکفیرکرد، محافل مذهبی ایتالیا بشدت مخالف ادامه‌ی آزمایشهای دانشمندان ایتالیائی در زمینه‌ی ایجادجنین انسان در آزمایشگاه هستند .

» آزمایش جدید دانشمندان ایتالیائی در زمینه‌ی ایجاد جنین انسان در لوله‌ی آزمایشگاه موج اعتراض شدید محافل مذهبی ایتالیا را برانگیخته .

» در ژانویه‌ی گذشته هنگامیکه پروفیسور پتروچی برای اولین بار اعلام کرد که موفق به پرورش يك جنین ۲۹ روزه در لوله‌ی آزمایشگاه شده است ، محافل مذهبی ایتالیا اعلام کردندکه انجام چنین آزمایشهایی مخالف اخلاق و مذهب است و دانشمندان خداشناس هرگز نباید تن به انجام چنین آزمایشهایی بدهند. در آن زمان دانشمندان ایتالیائی در برابر فشار واتیکان اعلام کردند که هرگز دیگر مبادرت به چنین آزمایشهایی نخواهند کرد . اما بعداً (یعنی در ۱۵ ماه مه) ناگهان پتروچی اعلام کرد که موفق به ایجاد يك جنین شصت روزه در آزمایشگاه شده است و این بار تمام اندامهای جنین کاملاً مشخص میباشد .

» هر چند که نتایج موفقیت آمیز آزمایش پتروچی مورد استقبال شدید محافل علمی قرار گرفت ، اما این بار واتیکان رسماً پتروچی را تکفیر کرد ، و از دولت ایتالیا درخواست نمود که از هرگونه کمک مالی به پتروچی خودداری کند . روزنامه‌ی ارگان رسمی پاپ جان ۲۳ در آخرین شماره‌ی خود مقاله‌ی مفصلی پیرامون آزمایش پتروچی درج کرده و مینویسد: پروفیسور پتروچی باید بجرم بچه کشی و اهانت به اخلاق عمومی و مبانی دینی محاکمه شود . این روزنامه می افزاید پتروچی نطفه‌ی مرد وزنی را گرفته در لوله‌ی آزمایشگاه آنها را با یکدیگر ترکیب نموده نوزادی را بوجود آورده است ؛ سپس هنگامی که این نوزاد پرورش پیدا کرده است و تمام اندامهای يك جنین واقعی را که در رحم پرورش می یابد دارا شده آزمایش خود را قطع نموده و بدین ترتیب موجب قتل نوزادی شده است . اما با وجود تکفیر پتروچی توسط واتیکان ، محافل علمی ایتالیا و بسیاری از جراید رم از دانشمند ایتالیائی و همکاران او پشتیبانی کرده و معتقدند آزمایش پتروچی صد در صد جنبه‌ی علمی داشته و واتیکان نباید مانند قرون وسطی با چنین آزمایشهایی که کمک به پیشرفت علوم است مخالفت کند . »

دانشمندان بزرگ

«۲- برکناری رئیس آکادمی علوم شوروی . محافل علمی واشنگتن امروز (۱۹ مه) اظهارداشتند که الکساندر نسمیانوف رئیس قدیمی آکادمی علوم شوروی بعلمت عدم توجهی که سیاست داشت و از آن جهت که علم را فقط برای علم میخواست از پست خود برکنار شده است . »

من از این دو خبر پاسخ خود را یافتم. همین نکته مرا بر انگیزت تا این چند سطر را به خوانندگان عزیز تقدیم بدارم .

تهران آبان ماه ۱۳۴۶

محمود مصاحب

مقدمه

این کتاب شرح حال ۱۸ تن از بزرگان دانش و کارهای علمی آنان است. در این جمع دو یاسه نفر حائز والاترین و ارجمندترین مقام علمی هستند؛ یک یا دوتن چون قهرمانانی در جهان علم عرض اندام می نمایند؛ یکی فردی است متقی و پرهیزکار؛ و دیگری مردی بی پروا نسبت به اصول و مبانی اخلاق. بطور کلی این مجموعه از شخصیت‌های خلیق و اجتماعی، تند - خویانی گوشه گیر، حکمائی عظیم الشان و داهی‌هایی بی نظیر ترکیب یافته است. یگانه وجه مشترکی که این عده را در یک جا جمع کرده آن است که آنان قسمت اعظم عمر خود را مصروف پیشرفت و ترقی علم و دانش نموده اند همین روح مشترك علمی است که ما را بر آن میدارد که هیچگاه آنها را مرده نپنداریم، بلکه امروز و فردا نیز وجود آنان را، مانند سایر افراد زنده، در جمع خود احساس کنیم. خدمات علمی این بزرگ مردان دانش در اصول و روشهای صنعتی کنونی - یعنی اصول و روشی که تمام سیمای زندگی ما را دربر گرفته - تأثیر و نفوذی فوق العاده داشته است. عقاید و نظریات این رجال دنیای علم چنان در افکار رسوخ یافته که مفهوم ما از جهان هستی، و تصویری که از آن در ذهن خود درست می‌کنیم، و بالاخره معرفتی که نسبت به کنه ذات خویشتن به دست می‌آوریم مخلوق و مصنوع تجلیات فکر علمی آنان می‌باشد. این مردان علم نه فقط فکر علمی و اساس دانش و معرفت بشری را بر پایه‌هایی استوار بنیان نهاده‌اند، بلکه تغییراتی که از چهارصد سال قبل تاکنون در زندگی بشر به وجود آمده و اقداماتی که در راه رفاه و آسایش وی معمول گردیده است نتیجه‌ی کارهای علمی آنان می‌باشد.

هیچ شك نیست که در تاریخ علم مظاهر برجسته‌ی دانش و اعجوبه‌های علمی محدود و منحصر به این هیجده تن نبوده بلکه این عده، بعنوان نمونه،

دانشمندان بزرگ

از میان بزرگان جهان علم و معرفت انتخاب شده‌اند. ضمناً باید متذکر شویم که در مورد این انتخاب هم هیچ نظرگاه خاصی ملحوظ نظر نگرفته است زیرا فصول این کتاب در اصل بصورت مقاله‌هایی مجزا برای درج در مجله‌ی علمی امریکا (Scientific American) تهیه شده بود. خوشبختانه اکنون که این سلسله مقالات در یکجا جمع شده و بصورت کتابی مستقل درآمده معلوم می‌شود که این قهرمانان دانش - که هر یک برای خود پایگاه منبع و رفیعی در تاریخ علم به دست آورده‌اند - به نحوی بایکدیگر ارتباط دارند؛ و در نتیجه کتاب حاضر شامل زندگی افرادی شده است که متوالیاً ستونهای کاخ علم و دانش را بنیان نهاده‌اند.

متأسفانه تاریخ علم یکی از وجوه تاریخ است که، چنان که باید، ملحوظ نظر قرار نگرفته است. این عدم توجه - و شاید فراموشی - بلاشک معلول این واقعیت است که گلهای شاداب علم و درختان بارور معرفت درون باغی قرار دارند که دیواری آنها را از عامه‌ی مردم جدا می‌کند. دیوار سخت مستحکم است و غیر قابل نفوذ، ولی از خارج پوششی از عشته و گلهای زیبا آنرا فرا گرفته است؛ و بالنتیجه همگان را به درون باغ دسترس نمی‌باشد. تردید نیست که علم و دانش با امور روزمره ارتباط مستقیم دارد، به علاوه مسلم است که هرچه در تاریخ علم تدقیق و موشکافی بیشتری به عمل آید، حوادث و قضایای سیاسی، نظامی، اقتصادی و همچنین سیر فکری و تکامل معنوی ادوار گذشته مکشوفتر و روشنتر خواهد گردید. کتاب حاضر، گذشته از اینکه چشم اندازی از سیر تکاملی علم را نشان می‌دهد و استفاده‌هایی را که در هر مورد برای بهبود وضع زندگی بشر به عمل آمده است تشریح می‌کند، متضمن سیمای جالب دیگری از تاریخ علم است که همان روشن ساختن فهم ما در باره‌ی خود علم می‌باشد.

اگر علوم را از جنبه‌ی تاریخی مورد مذاقه قرار دهیم معلوم می‌شود که علم در مرحله‌ی اول فقط فقط مجموعه‌ی دانسته‌ها و اطلاعات بشری بوده است. در مرحله‌ی بعد - که دوران پیشرفت علوم می‌باشد - بررسی‌ها و آزمایشهای علمی و به دست آوردن نتایج و بالاخره ابداع طرق و راههای علمی برای کشف حقیقت آغاز گردیده است. مرد علم می‌خواهد برای آنچه درک می‌کند دلیلی بیابد، و می‌کوشد تا اطلاعات و دانسته‌های خود را از راه

مقدمه

علمی توجیه کند. بدین منظور یک رشته سؤالاتی طرح می‌کند که هدف آنها توضیح و تفسیر آزمایش‌های بشری است بصورتی واضحتر و منطقی‌تر. این سؤالات نه تنها باعث کشف مجهولات می‌شوند، بلکه خود سؤالات جدیدی را پیش می‌آورند، و از همین راه است که مرزهای دانش، به تدریج، بسط و گسترش بیشتری پیدا می‌کنند.

این بود نحوه کار مردان علم؛ ولی به طوریکه دیده می‌شود، تصویری که مردم عادی از دانشمندان دارند با حقیقت به کلی مغایرت دارد. آنان چنین می‌پندارند که مرد علم بر سر معدن سرشاری از حقایق نشسته و با نهایت سهولت و راحتی واقعیتهای نامکشوف را استخراج می‌کند؛ حال آنکه کار دانشمند مشابه عمل یک هنرمند است. برنارد شاو در این مورد چنین متذکر شده است: «... کار یک هنرمند در آن است که ماهیت حقیقی ما را برملا کند، و ما را آنطور که واقعاً هستیم بنماید. عقل بشر چیزی جز شناسائی نفس خویش نمی‌باشد؛ و هر آنکس که بقدر ذره‌ای بر این شناسائی بیفزاید همانند زنی که نوزادانی به وجود آورد - عقول تازه‌ای ایجاد می‌کند.»

دردنیای دانش هر افزایشی که در میزان عقل بشر حاصل آید بایستی به صورت توسعه‌ای حدود و ثغور دانستنی‌ها و مکشوفات درآید نه آنکه مانند برقی که در ظلمت بجهد، زودگذر باشد و دیر نپاید. از همین جا است که گرانبایر علم همواره بر شانه‌ی گران‌دوشان متکی بوده است. هر یک از مردان علم قهرمانی هستند که بردوش اعجوبه‌های دیگر سوارند. در فصل اول کتاب حاضر با سرگذشت یکی از این بزرگ مردان علم مواجه می‌شویم: این مرد همان **گالیله** است. وی تمبیر اصل جبر را به عنوان طریقه‌ی جدیدی برای بهم پیوستن و ارتباط دادن مکانیک سماوی کپلر و آزمایشاتی که با اجرام ساقطه بر زمین انجام گردیده بود عرضه کرد. کپلر نظام کائنات خود را بر اساس فرضیه‌ی **کوپرنیک** بنانهاده بود. **گالیله** هم بنوبه‌ی خود زمینه و پایه‌ای برای مکانیک کلاسیک نیوتن فراهم ساخت.

به طوریکه در خلال سطور کتاب ملاحظه خواهید کرد، در ضمن پیشرفت مداوم علم و دانش، چه بسیار اختراعات و اکتشافاتی مشابه در یک زمان بوسیله‌ی اشخاص مختلفی انجام گرفته است. **هوک**، **مستلا**، نظریه‌ی گرانش را کشف کرد، و باعث آشفتگی خاطر شدید نیوتن، که خود را

دانشمندان بزرگ

واضع این نظریه می‌دانست ، گردید . نیوتن با لایب‌نیتز در باب حق تقدم کشف حساب جامعه و فاصله ماجرائی داشت تا آنجا که کشمکشهایی میان دو دانشمند و طرفدارانشان بوجود آمد . لاووازیه و پرستلی هر دو خود را کاشف اکسیژن دانسته و ادعا می‌کردند که برای اولین بار این عنصر را از عناصر دیگر جدا ساخته‌اند . هنری و فاراده در يك زمان به الفای مغناطیسی جریان الکتریکی پی بردند . والاس قبل از داروین نظریه‌ی انتخاب طبیعی یا بقای اصلح را منتشر ساخت . توارد دردنیای علوم آنقدر مکرر اتفاق افتاده که نمیتوان آنر معلول تصادف پنداشت ، بلکه علت اصلی این کیفیت را باید در وحدت کلی علم دانست . این وحدت چنان قطعیت و مطلقیتی دارد که نه تنها انشعاب در اساس آن خللی وارد نمی‌سازد ، بلکه خود همگی مباحث و رشته‌های مختلف را در برمی‌گیرد . لاجرم مردان علم ، که با يك زمینه‌ی مشترك فهم و انگیزه‌هایی واحد - که همان پرده برداشتن از مجهولات است - پیش می‌روند ، سؤالاتی یکسان طرح می‌کنند و قاعدتاً و منطقاً به نتایج واحدی نیز می‌رسند .

بخش اول این کتاب با نظام کائنات سروکار دارد و در آن مسائلی چون طلوع خورشید و یا افتادن سیبی از درخت توجیه می‌شود . با آنکه امروزه گردش زمین حول محور خود و نیروی گرانش مسائل پیش پا افتاده‌ای تلقی می‌شوند که هر دانشجوی دبیرستان نیز علت و معلول آنها را می‌داند ، مع هذا هنوز از زمره‌ی دانستی‌هایی نیستند که با زندگی روزمره و عادی مردم ارتباط مستقیم داشته باشند . بنابراین چه عجب اگر در آغاز قرن هفدهم حتی فکر وجود قوانین فیزیکی جهانی که در زمین و آسمان هر دو صادق باشد ، کفر و زندقه محسوب گردد؟! همین کیفیت خاص فکری و اجتماعی و مذهبی موجب آن شد که گالیله هم به دادگاه احضار شود ، و از عقیده‌ی غلط ! و نظریات کفرآمیز خود تبری جوید و از گناهان خویش استغفار نماید . دو قرن پس از مجاکمه‌ی گالیله ، روزی ناپلئون از لاپلاس پرسید « در سراسر این کتاب يك بار هم نام خداوند بمیان نیامده است ؟ ! » و دانشمند مزبور با نخوت و غرور تمام چنین پاسخ داد « اعلیحضرتا ! احتیاجی به این فرضیه نداشتم . » علی‌ایحال پیشرفت و موفقیت فیزیک ، جهان بینی تمدن اروپائی را کلاً تغییر داد .

مقدمه

در عصر روشنفکری (Enlightenment) هیچکس را تردیدی در این امر نبود که حساب جامعه و فاصله برای کلیه مسائل و مباحث علمی رسا و کافی است . ولی قبل از آنکه جلد آخر مکانیک سماوی لاپلاس از چاپ خارج شود ، خواننده‌ی بصیر و نکته‌سنجی در این قطعیت تردید کرد . این مرد که ویلیام راون همیلتن نام داشت ، در شانزده سالگی مجذوب نظریات لاپلاس شده بود ، ولی در عین حال دریافت که مکانیک سماوی لاپلاس متضمن نارسایی‌هایی است و لاجرم برای رفع این اشکالات ، که لاپلاس آنها را نادیده گرفته بود ، دست به اقدام زد . گرچه همیلتن موفق به عرضه کردن مکانیک سماوی جدید نشد ، مع‌هذا توانست جبر و مقابله‌ی نوینی عرضه دارد که در آن ab همواره ، الزاماً ، مساوی ba نخواهد بود . این جبر و مقابله ، که جبر و مقابله‌ی غیر مستقل از تبدیل عوامل (noncommutative) نام دارد ، برای تشریح آن دسته از نمودهای فیزیکی بکار می‌رود که به‌وسیله‌ی حساب جامعه و فاصله قابل توجیه و تبیین نبود .

جورج فرانسیس فیتز جرالده یکی دیگر از شخصیت‌های مبتکر جهان علم است که نبوغش تا قرن بیستم مورد نظر و ملاحظه قرار نگرفته بود . وی نظریه‌ی دلیرانه‌ای عرضه کرد که به‌موجب آن دستگاهها ، به‌نحو خودکار ، منقبض می‌شوند (انقباض فیتز جرالده) ؛ و حتی با کمک محاسبات ریاضی مقدار این انقباض را نیز تعیین کرد . در دنیای امروزی که اهمیت فرمول $E=Mc^2$ معلوم گردیده و ثابت شده است که اگر ذرات کم عمر (مزون) با سرعتی نزدیک سرعت نور حرکت کنند بر عمر آنها افزوده می‌شود (میزان تلاشی کمتری گردد) ، این ارزش فوق‌العاده‌ی نظریه‌ی فیتز جرالده آشکارتر گردیده است .

کشف اکسیژن به‌وسیله‌ی پریستلی و لاولوایزه ، گذشته از آن که از نقطه‌ی نظر همزمانی شایان توجه است از جنبه‌ی دیگری نیز اهمیت دارد و آن اینکه معلوم می‌شود نظریه‌ها در فهم مشهودات و درک آنها تا چه اندازه مؤثر می‌باشند . این دو دانشمند دست به تجربیات استادانه‌ای زدند ، و در نتیجه توانستند عناصر اصلی را از محصولات فرعی احتراق جدا کنند . پریستلی که در معتقدات دینی و سیاسی خود فوق‌العاده لجوج و ثابت قدم

دانشمندان بزرگ

بود ، درمورد نظریات علمی بسیار محافظه کار بشمار می‌رفت. وی نظریه‌ی کهن فلوجیستون را بدون بحث و دلیل پذیرفت و عنان عقل و تفکر را بدان سپرد ، بطوریکه این نظریه، که راه زوال وافول را می‌پیمود ، از نو اعتباری یافت و مدتی دیگر باقی و بر جای بماند. لیکن لاووازیه مسئله‌ی احتراق را از جنبه‌ی دیگری مورد ملاحظه و تدقیق قرار داد ، و در نتیجه پس از آزمایشهایی توانست اکسیژن را به‌عنوان يك عنصر بسیط ، و اکسید دو کربون را به‌عنوان يك جسم مرکب بشناساند. توجیهی که لاووازیه از آتش نمود راه را برای انجام تحقیقات و مطالعات شیمیایی از راه اصول فیزیکی بازکرد.

به‌طوریکه شواهد تاریخی نشان می‌دهد بشر، حتی قبل از آنکه درباره‌ی آتش مفهوم صحیحی پیدا کند ، از برق باخبر بود بنجمین فرانکلین نه فقط يك عالم نظری والامقامی بشمار می‌رفت بلکه آزمایشگری دلیر و جسور بود. همو بود که «پیکانهای آذرین ژوپتر را قبضه کرد ، و ثابت نمود که آذرخش هم بمثابة جرقه‌ای میباشد . عقیده‌ی وی در باب وجود يك سیال الکتریکی واحد و جهت سیلان و بقاء بار الکتریکی امروزه هم در نظریه‌ی برق بقوت خود باقی است. دکتر فرانکلین ، در پهنه‌ی سیاست ، میکوشید تا علاقه و توجه ساکنین سرزمین جدید التاسیس امریکارا به علم و دانش معطوف دارد و نفوذ و پیشرفت علمی را سریعتر نماید. دو توکویل (de Tocqueville) ، نویسنده و سیاستمدار فرانسوی ، در این مورد چنین می‌نویسد: «ملت تازه‌ی امریکا از علم و دانش انتظاری جز آن ندارد که اصول آن را در صنایع و حرف مفیده بکار برد و از آن در راه ساختن دنیای بهتر و زندگانی مرفه تر استفاده نماید .» داستان زندگانی جوزف هنری شاهد صادقی است بر این حقیقت که علم و دانش تاجه اندازه در آسایش بشر و زندگانی او مؤثر می‌باشد. در عصری که هنری مشغول اجرای آزمایشات با آهنربا و پیچ‌های سیم بود ، کسی نمی‌توانست تصور نما ، که این ابداع در آینده تا چه پایه مورد استفاده قرار خواهد گرفت . وی به سال ۱۸۳۱ میلادی القاء الکتریکی را کشف کرد ، ولی از انتشار نتیجه‌ی کشفیات خویش خودداری نمود ؛ و تنها پس از آنکه ، در ۱۸۳۳ ، فاراده به علت همین اکتشاف شهرت جهانی پیدا کرده بود ، دست به چاپ آن زد .

اولین نتیجه‌ی کارهای هنری و فاراده ساختن نخستین دیناموهای برقی بود که در امریکا و اروپا به گردش درآمد . فاراده در آزمایشگاه انستیتوی

مقدمه

سلطنتی لندن کارمی کرد ، و هنری در آزمایشگاه موقتی که در فصل تابستان در یکی از کلاسهای مدرسه تشکیل می داد؛ همین اختلاف سطح موجب گردید که تجربیات یکسان و نتایج واحدی که این دو مرد علم به دست آورده بودند، در انگلستان با اهمیت بیشتری ملحوظ نظر و مورد توجه قرار گیرد . جیمز کلارك مکسول برای آنکه برق و مغناطیس را به طور جامع با اصول ریاضی توجیه کند ، دست به کار شد . معادلات ریاضی که او عرضه کرد ، نمود الکتر و مغناطیس و نور را ، به وجه غیر منتظره ای ، بهم مرتبط ساخت . به علاوه از این معادلات معلوم شد که طیف نور جز باند باریکی در طیف کلی انرژی تشعشعی نمی باشد. آزمایشاتی که بعداً با کمک این معادلات انجام شد پرده از وجود امواج رادیوئی نامرئی برداشت . به علاوه این معادلات آزمایشگران را به احتمال وجود تشعشاتی با طول موجهای کمتر از طول موج نور دلالت کرد . سرانجام با کشف اشعه ی X و اشعه ی گاما راه برای فیزیک اتمی و هسته ای هموار گشت .

سیر تکاملی علم فیزیک - بنحوی که در بالا گفته آمد- بخوبی نشان می دهد که چرا دردنیای علم مکسول را با نیوتن هم تراز و برابر قرار داده اند . همو بود که با تدقیق و امان نظر در کارهای دانشمندان سلف ، ارزش علمی آنها را معلوم داشت ، و برای مساعی مردان علم خلف جهت سیر و هدفی تعیین نمود .

هاروی ، داروین ، و پاولوف دانشمندانی هستند که در زمینه دیگری فعالیت کرده اند . فراشدهای حیاتی و مسائل زیست شناسی به مراتب پیچیده تر و دشوارتر از نموده های فیزیکی هستند ، لاجرم نمی توان آنها را تابع اندازه - گیریهای دقیق کرد و یا با تعبیرات ریاضی بیان نمود . گرچه ممکن است یک اکتشاف زیست شناسی ، بنحوی ، ساده تر و بی اهمیت تر از معادلات مکسول بنظر آید ، لیکن باید به مقیاس و معیار تعیین ارزش نموده های زیست شناسی توجه داشت و در نظر گرفت که مثلاً با چه وسیله ی سنجش مناسبی می توان اهمیت کشفیات زیست شناسی را اندازه گیری کرد و یا به وسعت و قدرت تصویری که تبدیل سهره های گالاپاگوس را در یافت ، و یا به اصالت فکر و ابتکار فوق العاده ی آزمایشگری که ترشحات عصیر معدی را معرف و مبین فراشدهای نامرئی سلسله اعصاب دانست پی برد ؟ پیشرفتهای درخشان روشهای علمی که در سالهای اخیر در مبحث فیزیک به وجود آمده حایز اهمیتی فوق العاده است ، لیکن نباید از نظر دور داشت که رشته هایی از علم و دانش که وابسته به حیات است ارتباط و تأثیر مستقیم و نزدیک در بهبود زندگی بشر و حفظ سلامتی او دارد .

دانشمندان بزرگ

هاروی ثابت کرد که در حفره‌های قلب هم قوانین مکانیک حکمفرما است .
داروین نیز - همانطور که **تالیله** زمین را از مرکزیت جهان هستی برکنار نموده
واصل زمین مرکزی را ملغی ساخت - بشر را از مرکزیت خلقت کنار گذاشت .
پاولوف ، با تجربیات خود راه را برای تحقیقات منطقی در باره ی طرز رفتار
و شخصیت انسان هموار ساخت .

قهرمانان قسمت آخر کتاب سه شخصیت علمی هستند که ظاهراً مقام علمی
آنان از سایر دانشمندانی که شرح حالشان ذکر شده پائین تر است . اما اگر
بیبیج نیم قرن دیرتر به دنیا آمده بود ، واگر امانو جان در عنوان شباب از این
دنیا رخت بر نمی بست و آنقدر فرصت می یافت که دنباله ی کارهای خود را بگیرد ،
شهرت و معروفیت بیشتری نصیب آنان می شد . در مورد لویس کرل باید گفت
وی نویسنده ای است که آثارش ، پس از کتاب مقدس و آثار شکسپیر ، بیش از
هر نویسنده ای خواننده دارد .

۱- روم

بخش ۱ نظام بزرگ کائنات

I. **۳۱** ایله از برنارد کوهن

II. **آیزاک نیوتن** از برنارد کوهن

برنارد کوهن^۱ دانشیار تعلیم و تربیت عمومی و تاریخ علم در دانشگاه هاروارد^۲ بسال ۱۹۳۷ از کالج هاروارد فارغ التحصیل شد و بعنوان دبیر فیزیک در همانجا مشغول کار گردید . در عین حال تحت نظر جرج سارتن^۳ فقید ، به تحصیلات عالیه ی خود در رشته ی تاریخ علوم ادامه داد. پیش آمد جنگ جهانی دوم و مأموریتی که برای دانشجویان نیروهای زمینی و دریائی به او محول گردید ، موجب شد که وی تا سال ۱۹۴۷ نتواند به اخذ درجه ی دکترای در رشته ی مزبور نائل گردد. کوهن سردبیر مجله ی علمی ایسیس (Isis)، نشریه یی در تاریخ علوم، میباشد. اثر دیگرش **علم در خدمت بشر** است مؤلف ، در این کتاب از لزوم توجه و عنایت بیشتر مردم در مورد پژوهشهای علمی، بادلایلی موجه و قاطع سخن گفته است .

۱ - Cohen, I. Bernord ، دانشمند امریکائی متولد ۱۹۱۴ .

۲ - Harvard ، دانشگاهی است در ایالت ماساچوست امریکا ؛ قدیم ترین دانشگاه آن کشور است . این دانشگاه در ۱۶۳۶ با کومک **جان هاروارد** (۱۶۰۷-۳۸) تأسیس شده ؛ و اکنون در حدود یکصد هزار دانشجو در رشته های مختلف آن به تحصیل مشغولند.

۳ - George Sarton ، (۱۸۸۴-۱۹۵۷) دانشمند امریکائی ، متولد بلژیک که بزرگترین مورخ علم است؛ و کتاب معروفش ، بنام تاریخ علم، یکی از ممتازترین آثار علم و معرفت بشری است که تاکنون منتشر شده.

سارتن از ۱۹۱۶ تا ۱۹۵۱ استاد تاریخ علم در دانشگاه هاروارد بود، و نیز از ۱۹۱۸ تا ۱۹۴۹ در تحقیقات مربوط به تاریخ علم مؤسسه ی کارنگی شرکت داشته است.

III. رابرت هوک از اندرید

ادوارد نوبل دا کوستا اندرید^۱ سالهاست که استاد فیزیک دانشگاه لندن^۲ میباشد؛ و اخیراً بواسطه تحقیقاتی که در تاریخ علم نمود شهرتی بسزا یافته است. وی بسال ۱۸۸۷ در لندن، در خانواده‌ای که نسبت پرتغالی داشت، پابعرصه وجود گذارد. پس از ورود به یونیورسیتی کالج^۳ به مطالعه و تحقیق در ساختمان فلزات پرداخت و موفق شد آنچه را اکنون، بنام وی، قانون اندرید نام دارد، در مورد «خستگی فلزات» کشف کند. آنگاه دکترای خود را از دانشگاه هایدلبرگ^۴ با درجهی ممتاز بگرفت و در آزمایشگاه ارنست رازدرفرد^۵، در منچستر، مشغول بکار شد. در ۱۹۱۳ وی

۱- Edward Neville da Costa, Andrade

۲- دانشگاه لندن در ۱۸۳۶ تأسیس شد. اکنون کالجها، مدارس، و مؤسسات چندی (از جمله مدرسه‌ی السنه‌ی شرقیه) وابسته به آنست.
۳- University College، یکی از کالجهای تابعه‌ی دانشگاه آکسفورد میباشد. این کالج در ۱۲۴۹ تأسیس گردیده است.

۴- Heidelberg، شهری است در وورتمبرگ، آلمان غربی، دارای ۱۲۳۳۰۵ نفر جمعیت. هایدلبرگ در ناحیه‌ای پر از باغات و تاکستان‌ها واقع است، و لاجرم وضع بسیار زیبایی دارد. دانشگاه این شهر، که در ۱۳۸۶ تأسیس شده، معروفیت خاصی دارد.

۵- Rutherford Ernest، ملقب به نخستین بارون رازدرفرد، (۱۸۷۱-۱۹۳۷)، فیزیک‌دان مشهور انگلیسی است که درز لندن جدید تولد یافته. وی مخصوصاً بجهت تحقیقاتی که در ساختمان ماده نموده معروفیت جهانی دارد. رازدرفرد در ۱۹۰۸ برنده‌ی جایزه‌ی نوبل در شیمی گردید. اساس طرحی که وی در ۱۹۱۱، بعد از طرح تامسن برای ساختمان اتم آورد، در نظریات کنونی محفوظ مانده است.

رازدرفرد در ۱۹۰۴ ذرات آلفا را کشف کرد؛ و در ۱۹۱۹، بوسیله‌ی بمباران اتم‌های نیتروژن با ذرات آلفا، اولین فعل و انفعال هسته‌ای را بعمل آورد و تبدیل عناصر را عملی ساخت. نیز در ۱۹۲۰ پروتون را کشف کرده است.

برای اولین بار موفق به اندازه گیری طول موج **اشعه‌ی گاما** ۱ گردید در جنگ جهانی اول درجه‌ی فرانسه خدمت کرد و از آن پس، تا سال ۱۹۲۸ که در دانشگاه لندن بکار پرداخت، به تدریس فیزیک در مدرسه‌ی تویخانه اشغال ورزید. اندرید نشان‌های علمی متعددی دریافت داشته و از ۱۹۳۵ باینطرف عضو **انجمن سلطنتی** ۲ می‌باشد. اندرید مجموعه‌ی گرانبهائی از کتب علمی قرن هفدهم ترتیب داده بود، و با آنکه قسمتی از این کلکسیون، بر اثر بمباران آلمانها، در جنگ دوم جهانی، از بین رفت، مع هذا هنوز هم مجموعه‌ای بسیار نفیس بشمار می‌رود.

IV. لاپلاس از جیمز نیومن

جیمز نیومن ۳ بسال ۱۹۰۷ در شهر نیویورک پابعصه‌ی وجود گذارد تحصیلات مقدماتی خود را در **سیتی کالج** نیویورک در رشته‌ی ریاضیات به پایان رسانید، و سپس وارد دانشکده‌ی حقوق کلمبیا شد، و

۱- اشعه‌ی گاما. عناصر رادیوآکتیو (عناصری که، خود بخود، ذراتی از هسته‌ی اتم آنها صادر و موجب تقلیل وزن اتمی آنها، و بالتیجه تبدیل آنها به عناصر دیگر می‌گردد) تشعشعاتی از خود صادر می‌کنند که به اشعه‌ی آلفا (alpha) اشعه‌ی بتا (beta)، و اشعه‌ی گاما (gamma) (یا اشعه‌ی بکرل) تقسیم میشوند. اشعه‌ی آلفا عبارتند از ذرات **آلفا** که از اتم‌های عناصر رادیوآکتیو بخارج پرتاب میشوند؛ دارای بار برقی مثبت‌اند؛ سرعتشان ۵٪ الی ۷٪ سرعت نور، و قابلیت نفوذ آنها از دیگران کمتر است. **اشعه‌ی بتا** الکترونها هستند که از داخل اتم صادر میشوند؛ سرعت آنها تا سرعت نور میرسد. **اشعه‌ی گاما** مانند اشعه‌ی ایکس، ولی هم از آنها و هم از اشعه‌ی آلفا و بتا نافذترند و سرعت آنها قریب سرعت نور است. میدان‌های برقی و مغناطیسی اشعه‌ی آلفا، و بیش از آن اشعه‌ی بتا را منحرف می‌کنند، ولی در اشعه‌ی گاما تأثیر ندارند.

۲- Royal Society، اولین انجمن علمی انگلستان که در ۱۶۴۵ تأسیس شده است. مؤسس این انجمن دانشمندانی بودند که برای مباحثات علمی گرد می‌آمدند. این انجمن با کومک مالی دولت اداره میشود؛ و مشوق تحقیقات علمی، و طرف مشورت دولت است.

اعضای انجمن سلطنتی معمولاً بعد از اسم خود حروف F. R. S، علامت اختصاری Fellow of the Royal Society، بمعنای عضو انجمن سلطنتی را می‌گذارند. عضویت در این انجمن مقامی است بسیار شامخ.

دانشمندان بزرگ

از ۲۲ سالگی مشغول کارهای قضائی گردید. در عین حال چون صرف امور حقوقی نمیتوانست نبوغ و درایت و استعدادهای نهفته‌ی این تشنه‌ی علم را سیراب و اقیاناع کند، علیهذا در ساعات فراغت با **ادوارد کسner**^۱ فقید برای تألیف کتاب **ریاضیات و قوه‌ی تصور** همکاری مینمود. این کتاب که در سال ۱۹۴۰ توسط **بنگاه سیمون و شوستر (Simon and Schuster)** بطبع رسیده تاکنون ۱۴ بار چاپ شده است. و هم اکنون ماهیانه بطور متوسط ۸۲ نسخه‌ی آن بوسیله‌ی دوستداران علم و معرفت خریداری میشود بطوریکه تا امروز ۴۲۰۰۰ نسخه از آن بفروش رسیده است.

نیومن در دوران جنگ جهانی دوم مشاغل حساسی برعهده داشت، و در قسمتهای مختلف و منجمله در وزارت جنگ، و سفارت امریکا در لندن خدمت کرد. نیومن در زمره‌ی چندتن از متصدیان غیرفنی دولت امریکا است که وارد در جریان پیشرفت و موفقیت طرح **منهتن**^۲ بودند. هم او بود که، با سمت مشاور کمیته‌ی انرژی مجلس سنای امریکا، نقش بسیار مؤثری را برعهده گرفت و از نظریه‌ی تفویض اختیارات طرح تحقیقات اتمی به کمیسیون غیرنظامی در برابر گروهی که هواخواه کنترل نظامی انرژی اتمی بودند، با سرسختی هرچه تمامتر دفاع نمود. در اوائل سال ۱۹۴۷ که مجمع جدید علمی امریکا تشکیل یافت، نیومن بعضویت هیئت تحریریه‌ی آن منصوب گردید، و اداره‌ی قسمت «نقد کتاب» را تقبل نمود.

- ۱- **Kasner, Edward**، ریاضیدان امریکائی متولد ۱۸۷۸. شهرتش عمده^{*} بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در نظریه‌ی نسبیت و توابع کمپلکس الاضلاعی نموده است.
- ۲- **Manhattan Project**، نام مستعاری که، در دوران جنگ، به طرح تهیه‌ی بمب اتمی داد شده.

از: برنارد کوهن

در صفحات تاریخ علم شاید نامی به معروفیت و شهرت گالیله نتوان یافت. با این وصف نظریاتی که در مورد کارهای علمی این دانشمند پرازشده چنان با یکدیگر متناقض و متغایرند که یکفرد غیر محقق نمیداند حقیقت چیست؛ و به کدام نویسندگان، در باب کارهای واقعی گالیله، باید اعتماد و اطمینان نماید؟ پاره‌ای نویسندگان او را از پروان اصالت تجربه^۱ میدانند و متذکر میشوند که هم او بود که «روش علمی» را برای درک و آموختن حقایق عمومی طبیعت آغاز نمود. ایندسته معتقدند که وی، با صبر و حوصله‌ای بی‌پایان، به نظاره‌ی سقوط گلوله‌هایی مختلف‌الوزن، از برج کج پیزا^۲ مباداشت و آنقدر در ابتکار مداومت نمود تا قانون سقوط اجسام را که به وی نسبت میدهند کشف کرد. گروهی دیگر از مترجمین احوال بر آنند که بالعکس گالیله هرگز مطلبی را از راه تجربه نیاموخت، بلکه از آزمایش و مشاهده صرفاً برای بررسی نتایجی که از راه استدلالات ریاضی و استنتاجات قبلی خویش بدست آورده بود استعانت می‌جست. بسیاری از نویسندگان، گالیله را پدر علم جدید میدانند و مورد تجلیل و تکریم فراوانش قرار میدهند. جمعی دیگر چنین اظهار نظر میکنند که قسمت اعظم کارهایی که گالیله در دنیای علم کرده قبلاً، یعنی در اواخر قرون وسطی، آغاز گشته بود؛ و لاجرم وی کشف یا ابتکاری از خویش نداشت. بسیاری از مفسرین، همکلام با سردیوید

۱ - Empiricism، عقیده‌ی فلسفی که کلیه‌ی معاونات بشری را حاصل

از تجارب میدانند. این مکتب، برخلاف اصالت عقل (Rationalism) تصورات فطری و حقایق ماقبل تجربی را نفی میکند و فقط کلیات مبتنی بر مشاهده و تجربه معتبر را میدانند. این عقیده رکن مهم روش علمی است، و از زمان فرانسیس بیکن (۱۵۶۱-۱۶۲۶) تا جان استوارت میل (۱۸۰۶-۷۳) بر فلسفه‌ی انگلستان نفوذ داشته است.

۲ - Pisa شهری است در ایتالیا، دارای ۷۲۳۸۰ نفر سکنه. شهرتش بواسطه‌ی برج کج معروف آنست که به ارتفاع ۵۵ متر بوده و ۴۲۵ متر از خط قائم انحراف دارد.

بروستر^۱، گالیه را در زمره‌ی شهدای علم و دانش بشمار می‌آورند. برخی دیگر از نظریه‌ی وایتهد^۲ پیروی کرده و معتقدند که مجازات گالیه، از طرف محکمه‌ی تفتیش عقاید رم^۳، از حبسی محترمانه و توبیخی ملایم تجاوز نمود، و وی در پایان عمر «در بستر خویش، در صلح و آرامشی هر چه تمامتر، به استقبال مرگ شتافت».

هیچ فکر کرده‌اید که اگر انسان در برابر اینگونه نظریات مغایر و مختلف که پاره‌ای از آنها مورد تأیید نویسندگانی بلند پایه و ارجمند هم می‌باشد قرار گیرد، و بخواهد از بین آنها یکی را انتخاب نماید و بپذیرد تکلیفش چیست؟ چه باید بکند؟ و بکدام طریق بگراید؟ آیا جز تحقیق مداوم راهی بنظر

۱- Brewster, Sir David (1781 - 1868)، فیزیک‌دان اسکاتلندی که شهرتش عمده^{*} بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در سویدهی (Polarisation) نور نموده.

۲- Whitehead, Alfred North (1861 - 1947)، فیلسوف و ریاضی‌دان انگلیسی. وایتهد سالها استاد ریاضیات دانشگاه لندن بود، سپس به امریکا رفته عهده‌دار کرسی فلسفه در دانشگاه هاروارد گردید (۱۹۲۴-۳۷). با همکاری برتراند راسل کتاب اصول ریاضیات را نوشت (۳ جلد، ۱۹۱۰-۱۳). آثار بسیاری هم شخصاً در ریاضیات تألیف نموده است کتب فلسفی او نوعی فلسفه‌ی اصالت‌تصور را طرح می‌کند که در آن خدا بعنوان اصل وحدت بخش عالمی تلقی می‌شود که در آن اعضای وابسته به هم خود را با محیط منطبق می‌سازند.

۳- Inquisition، اصل تفتیش افکار در ۱۲۳۳، هنگامی که پاپ گریگوارنهم، گروهی از راهبان فرقه‌ی دومینیکان را مأمور تحقیق در باب بدعت آلبیگانیان، در جنوب فرانسه، ساخت، آغاز گردید؛ این سازمان بعداً به یک نوع دستگاه پلیسی مبدل گشت، و تا قرن نوزدهم هم آثاری از آن دیده می‌شد. در ۱۵۱۲ پاپ پول سوم، محکمه‌ی تفتیش عقاید قرون وسطائی را به مجمع تفتیش یا دادگاه مقدس^{*} محول ساخت.

در محکمه‌ی تفتیش عقاید هر کس را بمجرد سوء ظن، یا مکاتیب بی‌امضا توقیف می‌کردند. محاکمات در بند و امر علنی بود، ولی بعداً مخفی شد. اگر متهم بمیل یا بزور (در ائرشکنجه) به ارتداد خود اعتراف می‌کرد و توبه می‌نمود، به مجازاتی سبک محکوم میشد؛ لیکن اگر زیر بار توبه نمی‌رفت یا آنکه پس از یکبار توبه مجدداً به ارتداد گرائیده بود فوئده زنده در آتش سوزانیده میشد که اینک در عهد سن لویی، یکبار، ۱۸۳ نفر مرتد را زنده سوزانیدند.



٢٥٥٨

میرسد؟ همین مورد گالیله بهترین نمونه و مثال است، و بخوبی نشان میدهد که در تاریخ علوم تحقیق و مطالعه مداوم و پیوسته و روز افزون ضرورت دارد. مثلاً اگر بخواهیم به ارزش واقعی کارهایی که گالیله در فیزیک و نجوم کرده است پی ببریم، مسلماً باید نخست چشم اندازی واضح و زمینه‌ای روشن از وضع علوم، در عصری که وی تحقیقات علمی خود را آغاز کرده، در دست داشته باشیم؛ و در مرحله‌ی ثانی از علم فیزیک و پیشرفتهای آن، از زمان گالیله تا عصر حاضر اطلاعاتی حاصل کنیم تا بتوانیم عواملی را که در توسعه و تکامل علم فیزیک سهمی موثر و بسزا داشته‌اند تشخیص دهیم و ارزش آنها را دریابیم.

اشکال عمده‌ای که در امر تشریح و توجیه کارهای علمی گالیله پیش می‌آید بیشتر معلول ماهیت افکار و نوشته‌های خود اوست. وی در دورانی میزیست که قرون وسطی و عصر رنسانس پایان پذیرفته و نهضت علمی رو بسرعت گذاشته بود؛ دورانی بود که در آن ستارگان علم و دانش پیوسته طلوع مینمودند. از اینرو میتوان شخصیت او را حد فصل بین عصر قدیم و دوران تجدید حیات علم و ادب دانست و اظهار کرد که گالیله پایی در گذشته داشت و پایی در آستانه‌ی آینده. با توجه به این وضع، بر محقق است که با بیطرفی تام - چنانچه شیوه‌ی اوست - کلیه‌ی اظهار نظر ها و تعبیراتی را که در عرض یکصدسال گذشته درباره‌ی نوشته‌های گالیله بعمل آمده است، در برابر هم قرار داده، تفسیرهای گوناگون را بهم نزدیک و تناقضات را از میان بردارد تا به حقیقت کارهای وی پی برد و ارزش ماهوی اقدامات او را از وراء این مجموعه‌ی درهم نمایان سازد.

گالیله دانشمندی بود فیزیک‌دان، منجم، و ریاضیدان. اولین خدمت وی به علم نجوم، در سال ۱۶۰۴ انجام گرفت. گالیله در آن موقع در دانشگاه پادوا استاد بود، و این سمتی بود که از سال ۱۵۹۲، یعنی از آن دوران که هنوز بیش از ۲۸ سال نداشت به‌وی محول گشته بود. در آن موقع ستاره‌ی

۱ - Padua شهر است در ایتالیا، دارای ۱۴۹۵۹۱ نفر سکنه. شهرتیش بواسطه‌ی دانشگاه قدیمی آنست که در ۱۲۲۲ تأسیس شده و نخستین تالار تشریح را در اروپا داشت. گالیله مدتی در این دانشگاه درس میداد.

جدیدی ، نواختری^۱ ، در آسمان ظاهر گردید ، و توجه کلیه دانشمندان و حتی مردم عادی بدان معطوف . گالیله طی سخنرانی خویش ، بر اساس رصدهای دقیق خود ، ثابت نمود که آنچه در آسمان دیده شده ستاره ایست واقعی ؛ و نباید آنرا شهابی^۲ در جو زمین دانست ، زیرا دارای اختلاف منظر^۳ نمیشد و لاجرم باید فاصله آن از زمین بسیار دور بوده و حتی در ورای منظومه شمسی قرار داشته باشد . بعلاوه گالیله پیش بینی نمود که نواختر ، برای مدتی کوتاه مرئی خواهد بود و سپس در ظلمت مستحیل خواهد گردید .

شاید امروزه ، برای من و شما ، گفتار علمی گالیله مطلبی عادی باشد ، و برای آن اساساً اهمیتی قائل نشویم . ولی باید در نظر گرفت که در آن ایام

۱ - Nova . نو اختران ستارگان متغیری هستند که ناگهان درخشندگی قابل ملاحظه ای پیدا میکنند ، و سپس به درخشندگی اولیه باز میگردند . این امر را دانشمندان ، بعلمت انفجار سراسر قشر سطحی ستاره ها ، و سپس رقیق شدن مواد منفجره میدانند ، درخشندگی نواختران حدود ۱۰،۰۰۰ برابر ستاره ی اولیه است .

۲ - شهاب ، جرم کوچک فلکی که از فضا وارد جو زمین میشود ، و بواسطه ی حرارت شدید ، ناشی از برخورد ، درخشان میگردد . این اجرام خرد ، که بسیاری از آنها بقایای دنباله داران هستند ، در فضا با سرعتی متوسط ، حدود ۴۰ کیلومتر در ثانیه ، حرکت میکنند . لفظ شهاب باتیر شهاب فقط در لحظات کوتاهی که می درخشند بآنها اطلاق میشود . شهاب در فاصله ی ۱۰۰-۱۵۰ کیلومتری زمین قابل رؤیت است ؛ و از ۳۰-۵۰ کیلومتری ناپدید می شود . از جنبه ی علمی ، شهب ، بر حسب درخشندگی تقسیم میشوند . اگر از قدر صفرم (یعنی مثلاً از مشتری) درخشان تر نباشند آنها رانیز خوانند ؛ و اگر درخشنده تر باشند آذرگویی یا بولید (Bolide) . شهابی که بزمین افتد شهاب سنگ نام دارد .

۳ - اختلاف منظر يك نقطه نسبت به دو ناظر زوایای دوشعاع رؤیت این نقطه است ، و می توان آنرا اندازه ی تغییر منظر این نقطه از ناظر ی به ناظر دیگر شمرد . در نجوم معمولاً لفظ اختلاف منظر در مورد مرکز زمین و ناظر ی بر سطح آن استعمال می شود . در این صورت اختلاف منظر ثوابت (غیر از خورشید) ، بعلمت فاصله ی زیاد آنها از زمین ، نامحسوس است . ولی اختلاف منظر خورشید و سیارات منظومه ی شمسی بالنسبه معتنا به است ، و بوسیله ی آن می توان فواصل این اجرام را از زمین تعیین کرد . اختلاف منظر افقی خورشید (یعنی وقتی خورشید در افق شخص ناظر باشد) حدود ۸۸۶ ثانیه است .

نظام کائنات ارسطو^۱ از طرف عموم، بدون چون و چرا پذیرفته میشد. برطبق این نظریه، که در آن دوران اصلی مسلم بشمار میرفت، افلاك كامل بودند، و از تغير و تنبیر و کاست و فزود و کون و فساد مصون. بعلاوه دانشمندان ارسطویی عقیده داشتند که قوانین فیزیکی زمین با قوانین فیزیکی سماوی از هر حیث اختلاف دارند.

پس از آنکه گاليله مدعی شد که افلاك كامل و ثابت هم ممکن است دستخوش کون و فساد قرار گیرند، اختلاف عقیده و تصادم شدیدی بین او و پیروان مکتب ارسطو آغاز گشت؛ و بطوریکه ژ. ژ. فاهی (J.J.Fahie) یکی از تذکره نویسان گاليله متذکر شده «پیروان مکتب ارسطو، بهمان اندازه که از ظهور ستاره‌ی جدید ناراحت گشتند، از اینکه گاليله، با تأکیدی خاص، توجه مردم را بدان معطوف داشته بود، به رنج اندر شدند». لاجرم پیدایش نواختر تحت الشعاع قرار گرفت و گاليله خود آماج تیرهای تهمت واقع گشت. در عین حال گاليله هم که مردی نبود که از جدال و ستیزه‌روبر گرداند، موقع را مغتنم شمرده به رد کردن حکمت طبیعی کهن ارسطو پرداخت و آنرا برای توجیه کائنات ناقص و نارسا اعلام کرد. بدین ترتیب نظریه‌ی

۱ - ارسطو (۳۸۴-۳۲۲ ق م) فیلسوف یونانی متولد اسطاگیرا. وی شاگرد افلاطون بود و بعداً معلم اسکندر کبیر شد، و بالاخره نحله‌ی مشائیین را در لوکئون آتن تأسیس کرد. آثار باقی‌اوپقرار ذیل است: ارگانون (ارغنون)، ۶ کتاب در منطق؛ در فلسفه‌ی اولی یا مابعدالطبیعه؛ در سماع طبیعی؛ در آسمان؛ در تاریخ حیوان؛ در امتزای حیوان؛ در نفس؛ کتاب سیاست؛ اخلاق نیکوماخوس؛ کتاب خطابه؛ و صناعت شعر. ارسطو نیز، مانند استاد خود افلاطون، عالم را جهانی مثالی می‌دانست ولی در رابطه‌ی بین ماده و صورت با او اختلاف داشت؛ و ایندورا تفکیک ناپذیر می‌دانست. اتحاد هیولی و صورت را منشأ حرکت و نمو و حرکت و تغییر را موجب تحقق صورت در ماده می‌پنداشت.

در اخلاقیات معتقد بود که خیر هر چیز در آنست که ذات اصلی خود را از قوه به فعل آورد؛ و در انسان تحقق این امر بسته به آن است که قوه‌ی عاقله‌ی خود را بوسیله‌ی حفظ اعتدال پرورش دهد. در کتاب صناعت شعر، که مانند سایر آثارش مورد احترام نسلهای بعد واقع شده، خواص تقلیدی و تزکیه‌ای شعر تراژدی را بیان نموده وقاعده‌ی وحدت‌ها را بعنوان ارکان صوری تراژدی وضع کرده است.

بطلمیوس^۱ مبنی بر مرکزیت زمین را از اعتبار بیانداخت.

کالبله مدتها پیرو نظریات کوپرنیک^۲ بود^۱ ولی هیچگاه به اشاعه‌ی

۱- بطلمیوس، ریاضیدان، منجم، و جغرافیدان معروف قرن دوم میلادی است؛ و از مشهورترین علمای هیئت قدیم و حوزه‌ی علمی اسکندریه بشمار میرود. اثر معروفش کتاب المجسطی است. وی ساختمان عالم را چنین تشریح می‌کند:

الف - زمین در مرکز عالم قرار گرفته و ساکن است؛ و کره‌ی سماوی، که وجود حقیقی دارد، حول یکی از اقطار خود دوران می‌کند؛ و عموم ستارگان ثابت بر سطح مقعر آن نصب شده‌اند.

ب - خورشید حول زمین دایره‌ای می‌پیماید که بر کره‌ی سماوی واقع است (دایره‌البروج)؛ و جهت حرکت بر روی آن برخلاف جهت حرکت یومی (حرکت دورانی کره‌ی سماوی) است.

ج - حرکات سیارات نتیجه‌ی دو حرکت مستدیر و متشابه است بدین معنی که هر سیاره روی دایره‌ای حرکت می‌کند، و مرکز این دایره نیز خود دایره‌ی دیگری را می‌پیماید، و زمین در مرکز دایره‌ی اخیر واقع است. پس زمین در مرکز مدار سیارات واقع نیست، و بهمین دلیل است که مدار هر یک از سیارات **فلک خارج از مرکز عالم** نام دارد؛ یعنی مراکز آنها بر مرکز عالم، که زمین است، منطبق نمی‌باشد دایره‌ای که مرکز هر سیاره روی آن حرکت می‌کند به فلک ممثل آن سیاره موسوم است. بدین ترتیب نظام کائناتی بطلمیوس مبنی بر مرکزیت زمین و حرکت افلاک بوده است. این نظام تا قرن شانزدهم میلادی بنیاد و مدار علم هیئت بشمار می‌رفت.

۲- Copernicus Nikolas (۱۴۷۳-۱۵۴۳)، منجم مشهور لهستانی. در کتاب معروف خود، بنام **در باب گردش افلاک آسمانی** (۱۵۴۳) نظریه‌ای در حرکات اجرام سماوی در مقابل منظومه‌ی بطلمیوس آورده که به منظومه‌ی کوپرنیک موسوم است و اساس آن چنین است:

الف - خورشید و ستارگان در فضا ثابت‌اند؛

ب - سیارات، از جمله زمین، اجسام گردی هستند که به دور خود می‌گردند؛

ج - سیارات، بر دوایری به دور خورشید می‌گردند.

منظومه‌ی کوپرنیک، برای توجیه پیچیدگیهای حرکات سیارات، خورشید را در خارج مرکز مدارات جای میداد. این منظومه، که آغاز نجوم جدید است، با کشف قوانین کلپر فرو ریخت.

نظریات وی دست نزد؛ علت این امر، بطوریکه در نامه‌ای خطاب به کپلر^۱ متذکر میشود و ترس از این بود که میباید به استاد کوپرنیک لطمه‌ای وارد آید.، لیکن با ظهور ستاره‌ی جدید و تحقیقات و مطالعاتی که در این زمینه بعمل آورد، موقع را برای اشاعه و اثبات نظریات کوپرنیک کاملاً مساعد یافت. خود در این باب چنین متذکر میشود:

و در حدود ده ماه پیش زمزمه‌هایی بگوش رسید و شایعاتی برخاست که یکنفر هلندی^۲ اسبابی ساخته که به کومک آن اشیاء مرئی دور از چشم ناظر چنان بوضع رؤیت میشود که گوئی در نزدیکی وی قرار دارد. بدنبال این اختراع داستانهای ساخته و پرداخته شد؛ گروهی آنها را باور کردند، و دسته‌ای دیگر در صحت آنها تردید نمودند. چند روز قبل یکی از دوستان، ژاکوب بادوور (Jacob Badover)، طی نامه‌ای که از پاریس برایم فرستاد، صحت این شایعات را تأیید کرد. کیفیت اخیر، سرانجام مرا برانگیخت تا همگی کوشش و مجاهدت خود را در اینراه بکار برم، اصول آنرا کشف کنم، و به ساختن دستگاهی مشابه آن همت گمارم. کمی بعد، با توجه و امان نظر در

۱- Kepler, Johannes (۱۵۷۱-۱۶۳۰) منجم مشهور آلمانی. از

پیروان کوپرنیک بود. کپلر قوانین سه گانه‌ی حرکت سیارات را کشف کرد:
الف - مدار هر سیاره بگرد خورشید بیضی است که خورشید در یکی از کانونهای
ن جای دارد.

ب - شعاع حامل هر سیاره (خط واصل بین خورشید و سیاره) در زمانهای
مساوی سطوح مساوی میپیماید.

ج - نسبت مجذور دوره‌ی گردش (یک دور گردش بر مدار) به مکعب قطر ا طول
مدار برای جمیع سیارات یکسان است.
توجه این قوانین و تعمیم آنها در مورد حرکت اقمار و غیره بعداً بوسیله‌ی قانون
جاذبه‌ی عمومی نیوتن بعمل آمد.

۲- ظاهراً منظور زاخاریاس یانسن (Zachrias Jansen) است که در
هلند عینک سازی داشته است. یانسن اولین دور بین را سالهای ۱۵۹۰ و ۱۶۰۹ ساخت.
دور بین او از لوله‌ای ساده و یکمعدسی محدب بعنوان نقشگیر، و یکمعدسی مقعر بجای
دیدگر تشکیل میشد.

اصول نظریه‌ی انکسار نور^۱ به اجرای منظور خویش توفیق یافتیم. اختراع من عبارت بود از لوله‌ای سربی و عدسی در هر طرف آن. یکطرف این عدسیها مسطح بود؛ و طرف دیگر، در یک عدسی محدب، و در عدسی دیگر مقعر.

بدین ترتیب گالیله در کتاب پیک آسمان که در ۱۶۱۰ در ونیز بچاپ رسید، اقدامات اولیه‌ی خود را، در راه ساختن دوربین، تشریح نمود. اگر چه چند نفر دیگر مدعی این اختراع بودند، ولی بدون تردید گالیله نخستین کسی است که برای رصد اجرام سماوی لوله‌ی دوربین خود را متوجه آسمان ساخته است. این عمل در تاریخ بشریت نه چندان مهم و قابل توجه است که بتوان برای آن قرین و نظیری یافت. هزاران سال بود که بشر با چشم غیر مسلح، بر افلاک نظاره میکرد. کسی را خبر از ماوراء میدان دید آدمی نبود،

۱- انکسار، شکستن موج در عبور از محیطی به محیط دیگر که در آن سرعت انتشار موج با سرعت آن در محیط اول متفاوت است. معمولاً، مخصوصاً در مورد نور، برای تسهیل، انکسار را بر حسب تغییر امتداد شعاع نور توصیف میکنند. نسبت سرعت نور در محیط اول به سرعت در محیط دوم ضریب انکسار محیط دوم است نسبت به محیط اول؛ و اگر محیط اول خلأ باشد آنرا ضریب انکسار محیط دوم گویند. چون اختلاف ضریب انکسار هوا بایک فوق‌العاده ناچیز است (کمتر از ۰۰۰۳)، لذا ضریب انکسار یک ماده نسبت به هوا را همان ضریب انکسار آن میدانند. شعاعی را که در محیط اول بر سطح فاصل دوم محیط می‌تابد شعاع تابش، و پس از انکسار شعاع منکسر نامند. زوایای اشعه‌ی تابش و انکسار با خطی که در نقطه‌ی تابش بر سطح فاصل عمود شود بر تیب زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی انکسار نام دارند.

اگر شعاع عموداً بتابد منکسر نمیشود (تغییر امتداد نمیدهد)؛ در غیر این صورت زاویه‌ی انکسار منبسط بر ضریب انکسار محیط دوم نسبت به محیط اول، و به زاویه‌ی تابش است. اگر ضریب مذکور کمتر از یک باشد (مانند ورود نور از هوا در آب یا شیشه) گویند محیط دوم منکسر کننده‌تر از محیط اول است؛ در این صورت هر شعاع تابش منکسر، و از خط عمود دور میشود. بهمین جهت چوبی که قسمتی از آن در آب باشد، شکسته مینماید، و اشیاء غوطه‌ور در آب بالاتر از محل واقعی خود دیده میشوند. اگر ضریب انکسار محیط دوم نسبت به محیط اول بیشتر از یک باشد (مانند ورود نور از شیشه در هوا) یا زاویه‌ی تابش از حد معینی (موسوم به زاویه‌ی حد) تجاوز نکند، شعاع منکسر، و از خط عمود دور میشود؛ و اگر از آنحد تجاوز کند، انعکاس روی میدهد و این انعکاس را انعکاس کلی گویند. سراب و قوس و قزح ناشی از انکسار و انعکاس کلی است.

و نمیدانست چه رموز و عظمتی در پس این پرده‌ی اسرار نهفته است. گاليله بهر طرف که مینگریست، ازوراء دورین خویش، باواقعیهائی روبرو میشد بس شگفت‌انگیز و حیرت آور.

وی نخست به نظاره درماه پرداخت. نتیجه‌ای که از این رصد بدست آورد این بود که «سطح ماه، برخلاف آنچه پیروان مکتب بزرگی از فلاسفه در مورد ماه و سایر اجرام سماوی تصور میکنند، سطحی کاملاً صاف و هموار نیست بلکه..... بالعکس ناهموار است و ذوعارضه؛ و مانند زمین، مشحون از پستی و بلندی. درسوئی کوههائی بلند و شامخ سر برافراشته، و درسوئی دیگر درههائی عمیق و ژرف نمایان است.» گاليله حتی ارتفاع کوههائی سطح ماه را هم اندازه‌گیری کرد (نتایجی که وی بدست آورد، با اندازه‌گیری که امروزه، با وسائل دقیق بعمل آمده، مطابقت دارد.) ابتدا می‌پنداشت که پهنه‌های باریک و روشن سطح ماه معرف خشکیها و دریاهاى آنست. براین پندار نخندید، و از آن تعجب نکنید. امروزه هم دانشجویان نجوم، در آغاز کار، با اولین نظاره بر ماه یا عکسی از سطح آن کره، دستخوش چنین توهمی میشوند.

پس از آن گاليله توجه خود را به ستارگان معطوف داشت، و دورین را متوجه آسمان نموده دریافت که بین ثوابت و سیارات تفاوتی موجود است. هم او در اینمورد گوید «قرص سیارات بشکل دوایری چنان کامل دیده میشوند که گوئی آنها را با پرگاری رسم کرده‌اند. هر يك از آنها، در آسمان، همچون ماهی كوچك مینماید و كاملاً نورانی و روشن، و دارای شكلی كروی میباشد. لیكن ثوابت، با چشم غیر مسلح، بصورت قرص مدوری نمی‌نمایند بلکه شبیه تیغه‌های نوری هستند که پرتوهائی نورانی بخارج، و در تمام جهات، ساطع مینمایند؛ و غالباً چشمك میزنند. بعلاوه از دورین هم همان منظره‌ای^۱ را دارند که با چشم غیر مسلح دیده شوند.....» همچنین گاليله متذکر شد که با دورین «تعداد کثیری از ستارگان دیگر آسمان را، که با چشم غیر مسلح دیده نمیشدند، در حوزة دید بشر قرار داده است. تعداد این ستارگان نه چندان زیاد بوده که بتوان باور کرد.»

۱ - توضیحاً باید متذکر شد که سیارات، در زیر تلسکوپ غالباً بصورت قرصی با قطر ظاهری محسوس بنظر می‌آیند حال آنکه قطر ظاهری ثوابت، در زیر قویترین تلسکوپها، صفر است.

گالیل، بعد از این مرحله، به رصد کهکشان پرداخت، و با کمال تعجب دریافت که کهکشان جز تعدادی بیشمار از ستارگان نیست که گرد هم جمع آمده و بصورت خوشه ای^۲ متشکل شده اند. از این گذشته متوجه شد که سحابی ها^۱ که ماهیتشان، در طی سالیان دراز، محل بحث و گفتگو بوده است نیز از مجموعه های عظیمی ستارگان تشکیل یافته اند. بالاخره گالیل، از رصدهای خویش، به نتیجه ی بسیار جالب دیگری در مورد مشتری رسید؛ در این باب چنین میگوید «موضوع از نظر من واجد اهمیتی فوق العاده است چو اکنون باید ماحصل مشاهدات و رصدهای

۱ - نام دسته ای است از ستارگان (محتملاً از یک منشاء) که از زمین تقریباً یک فاصله اند، و باینکسرعت و در یک جهت حرکت میکنند. خوشه ها رابه کروی و گشاده تقسیم کرده اند. خوشه های کروی گرد و مرکب از چندین هزار ستاره اند؛ و ناحیه ی مرکزی آنها بسیار پرستاره میباشد. قریب ۱۰۰ خوشه ی کروی تاکنون رصد شده؛ و نزدیکترین آنها ۲۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد. خوشه های گشاده (یا کهکشانی) از چند صد تا هزار ستاره دارند، و فاقد شکل منظم خوشه های کروی هستند. تاکنون بیش از ۳۰۰ خوشه ی باز رصد شده، و معروفترین آنها ثریا و هوادس است.

۲ - سحابی ها، اجرام فلکی ابرمانندی مرکب از گاز فلکی و غبارفلکی. سحابیها ازخود نور ندارند. اگر در آنها یا در مجاورت آنها ستاره ای باشد آنها را پخشیده ی درخشان و الا پخشیده ی تار خوانند. نور سحابیهای درخشان را ناشی از انعکاس نور ستاره ی مجاور و تشعشعات صادرة از سحابی در تحت تأثیر نور آن ستاره میدانند. سحابیهای تارگاهی مانع میشوند که نور ستارگان و سحابیهای درخشان واقع در ماوراء آنها بزمین برسد. توجیه لکه های تاریکی که در کهکشان دیده میشود، و سابقاً آنها را حفره ها یا فضا های عظیمی خالی از ستاره میدانستند بر اثر همین کیفیت است. سحابیهای سیاره ای مرکب است از یک ستاره ی مرکزی و غلافی از مواد گازی بدور آن؛ و باتلسکوپ چون قرصی کوچک باطراف مشخص دیده میشود. در قدیم الایام منجمین لفظ سحابی را بهر لکه ی درخشان ابرمانندی در آسمان که نسبت به ثوابت وضع ثابتی داشت اطلاق میکردند؛ و احتمالاً قبل از اختراع تلسکوپ سحابیهای بسیاری کشف شد که آنها را به پخشیده ی سیاره ای و مارپیچی تقسیم میکردند. رصد سحابی ها از زمان نیوتن شروع شده و اول بار هرشل آنها را ماده ی سیال پیوسته ای دانست.

خویش را ، که منجر به کشف و رصد چهار سیاره‌ی تازه شده است فاش سازم - چهار سیاره‌ای که از آغاز بشریت تاکنون بچشم هیچ بشری نرسیده است .»

گاليله درهفتم ژانویه ۱۶۱۰ ، هنگامیکه مشغول رصد مشتری بود ، به این امر پی برد : «متوجه شدم که سه کوکب کوچک ، که درعین خریدی بسیار درخشان بودند ، درمجاورت آن سیاره وجود دارند ؛ گرچه پنداشتم که اینها از زمره‌ی ثوابت هستند ، معهذا وضع آنها مرا بحیرت فروبرد زیرا این اختران برخطی مستقیم ، موازی با دایرة البروج^۱ ، قرار داشتند و گذشته از آن درخشندگی این سه ستاره از ستارگان هم قدر^۲ خود بیشتر بود از این ستارگان دوتا در طرف مشرق مشتری بود ، و تنها یکی درطرف مغرب اما پس از آنکه ، در ۸ ژانویه ، تقدیر باردیگر مرا برآن داشت تا بهمان جانب آسمان نظاره کنم ، دریافتم که وضع بکلی تغییر یافته است . بدین معنی که اکنون هر سه ستاره در غرب مشتری قرار گرفته بودند ، و جالبتر آنکه فواصل آنها از یکدیگر ، نسبت به شب قبل ، کمتر بود و در عین حال بایکدیگر مساوی .»

گاليله شبهای متوالی به رصد این دسته از ستارگان پرداخت و سرانجام بطور قطع و یقین دریافت که « همانطور که زهره و عطارد بدور

۱ - دایرة البروج ، دایره‌ی عظیمه‌ایست از کره‌ی آسمان که مدار حرکت سالانه‌ی ظاهری خورشید ، و واقعاً هم فصل مشترك صفحه‌ی مدار حرکت انتقالی زمین با کره‌ی آسمان میباشد . صفحه‌ی دایرة البروج با صفحه‌ی استوای فلکی در حدود ۲۳٫۵ درجه زاویه دارد ، اعتدالین و انقلابین بر دایرة البروج واقعند .

۲ - قدر ، در نجوم اصطلاحی است برای نمایانان درخشندگی اجرام آسمانی . ابرخس ستارگان را بر حسب درخشندگی ظاهری آنها به ۶ طبقه تقسیم کرد ، و روشنترین آنها را قدر اول می‌شمرد . در قرن نوزدهم طبقه بندی اعشاری درکار آمد که در آن نسبت درخشندگی های ظاهری هر دو قدر متوالی 2.512 (دقیقاً $\sqrt[5]{100}$) است . پس مثلاً ستاره‌های قدر دوم ۲٫۵ مرتبه درخشانتر

از ستاره‌های قدر سوم میباشد . ستاره‌ای که ۲٫۵ مرتبه درخشانتر از قدر اول باشد از قدر صفرم محسوب است . درخشندگیهای بیشتر را با اعداد منفی نمایش میدهند . درخشانترین ستاره‌ها ، در شب ، شعراى یمانی است که از قدر ۰٫۶- است ؛ و با این مقیاس خورشید از قدر ۲۶٫۷- میباشد .

خورشید میچرخد ، این ستارگان نیز گرد مشتری میگردند . مشاهدات و رصدهای بعدی این امر را چون روز روشن ساخت و بالاخره از همین مشاهدات و رصدها مسلم گردید که تعداد اجرام سماوی که بدور مشتری گردش میکنند سه نبوده بلکه چهار میباشد

وی کشف چهار قمر مشتری ، «سیارات چهارگانه» ، را دلیلی قاطع و مسلم برله نظام کائناتی کوپرنیک دانسته متذکر میشود که «از این پس ، برای آنهایی که نظریه‌ی استاد را قبول نداشته و گردش سیارات را بدور خورشید نمی‌پذیرفتند ، واز توجیه گردش ماه بدور زمین عاجز بودند ، محل شك و تردید باقی نمیماند زیرا دیگر با گردش سیاره‌ای حول سیاره‌ای دیگر مواجه نیستیم بلکه موضوع چهار سیاره است که ، بدانسان که ماه دور زمین گردش میکند ، حول مشتری دوران مینمایند . درعین حال تمامی منظومه‌ی شمسی هر دوازده سال یکبار بر روی مداری بسیار عظیم بدور خورشید دوران میکند . ، بالاخره گالیله واقعیت دیگری هم کشف کرد و آن اینکه سیاره‌ی زهره نیز مانند ماه دارای **اهله** ۱ میباشد که همچون قمر زمین ، از بدر کامل به هلال و محاق میگرداند . گالیله بدنبال کشف این نمودهای شگفت‌انگیز ، بنویسد « اینک میتوانیم دو مسئله‌ی مهم و مشکل را که تا با امروز از طرف متفکرین بزرگ مورد بحث قرار گرفته ، و هر کدام در باب آن به استنتاجی مغایر و مخالف دیگری رسیده‌اند ، بنحوی قاطع و روشن ، و بدانسان که با عقل سلیم و ادراکات ما قابل درک و استنباط باشد تبیین و تشریح نمایم . یکی آنکه سیارات اجرامی هستند مستنیر ، یعنی از خود نور و روشنائی ندارند (اگر بتوانیم عطارد و زهره را در یکردیف محسوب بداریم) و دیگر اینکه بالاچار باید قبول کنیم که زهره (و عطارد نیز) بدور خورشید

۱ - اهله‌ی ماه اشکال ظاهری ماه است و ناشی از اینست که با تغییر وضع ماه نسبت به خورشید و زمین ، سطح مرئی ماه تغییر میکند . در موقع مقارنه ، که نیمه‌ی تاریک ماه بجانب زمین است ، محاق واقع میشود ؛ در این موقع خورشید و ماه با هم از نصف النهار محل میگذرند . بعد از چند روز هلال واقع میشود که حدبہ اش بجانب مغرب است . چون فاصله‌ی زاویه‌ای ماه و خورشید ۹۰ درجه شود (قریب ۷ شبانه روز و ۹ ساعت پس از محاق) ، تربیع اول واقع میشود که ماه بصورت نیمدایره دیده میشود . سپس باز قسمت مرئی افزایش مییابد ، و در موقع مقابله (قریب ۷ روز و ۹ ساعت بعد تربیع اول) ماه بصورت دایره‌ای تمام دیده میشود ، و این حالت را بدر گویند . از آن پس همان کیفیات در جهت عکس ظاهر میگردد .

میچرخند ؛ همگی سیارات دیگر نیز هم . و این حقیقتی است که فیثاغورثیان^۱ ، کوپرنیک ، و گیلرهم به آن اعتقاد داشتند ، ولی هیچگاه نتوانسته بودند آنرا با محسوسات و مدرکات حسی بشر ، بدانسان که اکنون در مورد زهره و عطارد ثابت شده است ، به ثبوت برسانند .

کشف اهلهی زهره بمنزلهی رد-نظام کائناتی بطلمیوس بود که در آن عصر از مسلمات شناخته میشد . بر طبق این نظام سیارهی زهره ، درون شکلی هندسی موسوم به اپیسیکل ، برمداری دایره ای شکل ، که مرکز آن همواره بین زمین و خورشید قرار دارد حرکت میکند . با توجه به اینکه گاليله ثابت کرده بود که زهره از خورشید کسب نور میکند ، اگر نظریه ی بطلمیوسی صحیح بود ، تجلی زهره بصورت هلال عجیبی نبود ، لیکن هیچگاه نمیایست در حالت تربیع یا بدر کامل یا صور بین آنها دیده شود حال آنکه گاليله کلیه ی این اهله را رصد کرده بود .

کشفیات گاليله و اثبات اینکه زمین نیز مانند سیارات وماه میباشد ، نظام کائناتی کوپرنیک را از لحاظ فلسفی معقولتر و موجه تر ساخت . گاليله با رصد نیمه ی تاریک تربیع ماه ، که در اثر زمین تاب^۲ اندکی روشن شده بود ، ثابت کرد که زمین نیز مانند سیارات میدرخشد ، و دارای اهله ای میباشد ؛ و اگر آنرا از سطح ماه یا زهره با تلسکوپی نظاره کنند اهله ی آن دیده خواهد شد . گاليله در این مورد چنین متذکر میشود «زمین ، همانطور که در ظلمت شب از ماه کسب نور میکند ، آنچه را خود دارد ، در طبق اخلاص مینهد و صادقانه پرتو ضعیفی به ماه میدهد .»

لیکن خورشید ، بالعکس ، منیر است و لاجرم باید حساب آنرا از

۱- فیثاغورثیان گروهی بودند که به فیثاغورث فیلسوف معروف یونانی در اواخر قرن ششم گریدند . این عده در باب هیئت عالم رأی مخصوصی داشتند و به کرویّت زمین قائل بودند . و معتقد بودند که کانون آتشی ناپیدا وجود دارد که مرکز و محور عالم و مظهر الوهیت است و زمین و خورشید و ماه و سیارات و ثوابت کلاً گرد آن می چرخند .

۲- Earthshine نوری که از زمین بر ماه منعکس میشود ، و آن بقیاس ماهتاب بدین لفظ آورده شده است .

زمین و ماه مجزی ساخت . بنابراین اگر هم قرار باشد که يك جرم سماوی مرکز عالم تلقی گردد ، مسلماً این کره خورشید خواهد بود نه زمین . همین مجموعه‌ی مشتری و چهار قمر آن بهترین تصویر و نموداری بود از منظومه‌ی شمسی یعنی منظومه‌ای که خورشید در مرکز آن قرار گرفته و سیارات وابسته دور آن می‌چرخند .

مطالعه در کارهای علمی گاليله بخوبی وحدت منظور و هدف او را نشان میدهد ؛ و این کیفیتی است که در بین مردان علم بندرت دیده میشود مثلاً کارهایی که در رشته‌ی مکانیک کرده با تحقیقاتی که در نجوم بعمل آورده کاملاً با یکدیگر سازگارند و هر يك را میتوان ممد و مکمل دیگری دانست . بطوریکه از نوشتجات شخص وی برمیآید او از ته دل به کارهای فنی و صنعتی علاقه‌مند بود ، و از نبوغ اختراع بنحویتم و احسن برخوردار . یکی از اولین کشفیاتش این بود که : مدت نوسان آونگ همواره ثابت است و ربطی به دامنه‌ی نوسان ندارد . وی ، بلافاصله پس از این اکتشاف ، برای ساختن نوسان‌سنج یعنی دستگاه ثبت نوسانات و سنجش آنها با یکدیگر اقدام کرد . گاليله گذشته از علاقه‌ی فطری که به مکانیک داشت ، از آنجا که می‌پنداشت این علم با جهان‌شناسی (Cosmologie) بستگی دارد ، آنرا وسیله‌ی ارتباط بین نمودهای زمینی و سماوی میدانست و نسبت به آن توجهی وافر مبذول میداشت و با علاقه و دلبستگی خاصی در آن راه قدم برمیداشت . وی با خود چنین می‌اندیشید که اگر بتواند قوانین حرکت را بر روی زمین کشف کند ، لاجرم خواهد توانست آن قوانین را در مورد حرکات سیارات و ثوابت هم صادق بداند و به کشفیات مهمتری نائل گردد . یکی از خواسته‌هایش پیش راندن این نظریه بود که با پذیرفتن نظام کائنات کوپرنیکی بوضوح معلوم میگردد که حرکت سیارات بر مسیر خود ، در فضا ، تابع قوانینی منظم و ساده است ؛ و توجیه نظام کائنات کهن در این مورد - که حرکت آنها را بعلت وجود نبوغی خاص می‌دانست که هر کدام را هدایت می‌کند - اندیشه‌ایست سخیف و نادرست .

کوششها و مساعی گاليله دریافتن قوانین مکانیک جهانی ، که در زمین و آسمان هر دو صادق باشد ، بخوبی نشان میدهد که طرز فکر وی درست در نقطه‌ی مقابل معتقدات و مسلمات عصر و زمان خویش بوده است . نظام کائنات ارسطو به وجود اختلافات و تمایز بین و آشکاری میان حرکت زمین

وماه با حرکت عالم علوی یا سماوی^۱ قائل بود. پیروان این مکتب بر آن بودند که در عالم سفلی حرکت طبیعی ر استوار و مستقیم الخط است؛ و میگفتند سببی که از درخت فرو میافتد بدان علت است که سنگین است. لاجرم مکان طبیعی^۲ آن در پائین میباشد؛ و بحرکت در آوردن آن در هر امتدادی، خلاف امتداد طبیعی، مستلزم اعمال قوه است، و این حرکت قسری خواهد بود. لیکن در جهان علوی یا سماوی، برخلاف زمین، حرکت طبیعی مستدیر است که ناشی از نفس افلاك است، و مواد کامله‌ای که اجرام سماوی را تشکیل داده است با این نوع حرکت سازگاری و تناسب دارند نه با حرکت مستقیم. و از گاليله وجود هماهنگی را بین زمین و ماه و سیارات ثابت کرد، و از

۱ - بنا بر عقیده ارسطو عالم کروی است و از کرات یا افلاکی چند تشکیل یافته که درون یکدیگر جای گرفته اند. فلك نخستین که به کرات دیگر احاطه دارد گرد محور عالم میگردد، و جز این حرکت مستدیر، که بسیطه ترین و کاملترین حرکات است، حرکتی ندارد. و این حرکت از محرك اول یا علت الملل ناشی میشود. فلك اول با آن که خود متحرك است، مع هذا برای سایر افلاك محرك میباشد.

آخرین افلاك فلك ماه است که عالم علوی بدان ختم میشود، و در زیر آن عالم تحت القمر (sublunar) است که همان کره‌ی ساکن خاک میباشد که مرکز کل عالم بشمار میرود.

۲ - حکمت طبیعی ارسطو، در باب حرکت، معتقد است که تاجسمی در مکان طبیعی خود باشد ساکن است، و هرگاه آنرا از مکان طبیعی دور کنند پس از رفع مانع بسوی مکان طبیعی حرکت میکند تا بدان برسد. از این روست که چون خاک و آب را بالا برند بسوی مرکز زمین فرود می‌آیند و بالعکس اگر هوا و آتش را بزر آورند بسوی بالا حرکت خواهند کرد.

خاک و آب بسوی مرکز زمین مایلند، و این میل سبب سنگینی آنهاست؛ ولی هوا و آتش مایل بالا هستند، و این میل علت سبکی آنها.

حرکت نزولی اجسام سنگین و حرکت صعودی اجسام سبک حرکتی طبیعی است زیرا ناشی از طبیعت آنها، و برای رسیدن به مکان طبیعی است. لیکن اگر اجسام سنگین روبره بالا، و یا اجسام سبک روبره پائین حرکت کنند، آن حرکت طبیعی نیست و علتی خاص دارد. این حرکت را قسری گویند. حرکت عناصر مستقیم است و آغاز و انجامی دارد؛ حال آنکه حرکت افلاك مستدیر است و پایانی ندارد.

این وجوه شبه چنین استدلال میکرد که باید همگی این کرات تابع قوانینی واحد باشند ، لاجرم موفق شد نمودهای طبیعی زمینی و سماوی را تحت قوانین فیزیکی واحد یا قوانین فیزیکی جهانی درآورد. انقلابی که گالیله در طرز تفکر علمای فیزیک بوجود آورد ، موجب گردید که تمام توجه فیزیک-دانان آنروز نسبت به موضوع تغییر و حرکت معطوف گردد . وی همچنین ثابت کرد که حتی خورشید ، یعنی کاملترین اجرام سماوی نیز تابع دگرگونی است زیرا مشاهدات وی با دوربین نشان داد که محل کفهای^۱ خورشید در تغییر است . گالیله در این مورد چنین مینویسد : دیگر نه عنوان مصونیت از تغییر و تنفر و کاست و فزود برای خورشید مایه ای اصالت است ، و نه ثبوت دگرگونی و کاست و فزود برای زمین مایه ای فساد ؛ نه آن عالم علوی است و نه این عالم سفلی .

گالیله سپس در این مورد چنین ادامه میدهد « بعقیده ی من ، زمین ، به علت همان تنبیرات و تبدیلات مختلف و متعددی که در اعصار و ادوار مختلف بطور مداوم ، در آن روی داده است ، اصلاتی یافته و بصورتی مطلوب و قابل تحسین در آمده است و چنانچه این کیفیات در آن روی نمی داد یا بشکل توده ی بزرگی از ماسه یا یشم در می آید ، و یا بصورت گوی عظیم بلورینی متشکل می شد که در آن اثری از فزود ، کاست ، تغییر ، و دگرگونی مشهود نبود ؛ و در چنین حالی من آنرا مجموعه ای می انگاشتم بی فایده و عبث و عاطل و زائد که در جهان مطلقاً مثر نمی باشد زهی اشتباه و تصور باطل که احجار کریمه و نقره و طلا را نفیس و ثمین پنداشته و زمین و خاک را بی مصرف بدانیم . آیا هیچ فکر کرده اید که اگر در روی

۱ - کلفهای خورشید لکه های تاریکی هستند که بر سطح خورشید دیده میشوند ، و احتمالاً طوفانهای خورشیدی (نظیر گرد باد در زمین) است . دوام متوسط آنها دو هفته است (در ۱۸۴۰ - ۴۱ هجده ماه طول کشید) . فعالیت کلفها هر ۱۱ (بقولی ۲۲) سال یکبار تجدید میشود . این فعالیت خاصه در دوره هایی که در ۱۶۳۴ و ۱۶۴۵ آغاز شد شدید بوده است . در دوره ی فعالیت کلفها اختلالاتی بر زمین پیش می آید (از قبیل طوفانهای مغناطیسی ، زیادی باران ، تداخل امواج در دستگاههای رادیو و غیره) . بعضیها فعالیتهای کلفهای خورشید را موجب اختلالات دیگری از قبیل انقلابات اجتماعی بر سطح زمین میدانند (انقلاب آمریکا ، فرانسه ، روسیه ، و غیره همزمان با نزدیک شدن زمان فعالیتهای کلفی بوده) .

كره‌ی زمين ، خاك نيز مانند جواهرات و طلا و نقره كمياب و نادر بود ، چه وضعی روی میداد؛ یقیناً شاهزادگان و ثروتمندان به طيب خاطر حاضر بودند يك بار الماس و ياقوت و شمشهای طلا داده مشتی خاك بخرند و در آن بوته‌ی ياسمنی كاشته از جلوه و زيبائی آن لذتی برند ؛ يانهال مركباتی نشانده از میوه‌ی دلپذيرش ذائقه‌ی خود را خوشكام سازند ؛ بدین ترتیب ملاحظه میفرمائید كه قدر و قیمت اشیاء نسبی است ، و تابع كمی یا زیادی آنها میباشد .

ما در این مختصر سه وجه از مكانيك گاليله را مورد بحث و توجیه قرار خواهیم داد : قانون سقوط اجسام ، اصل جبر ، و تجزیه و تركيب حرکات مستقل . قانون سقوط اجسام معروفترین كشف علمی گاليله بشمار میرود . دانشمندان امروزه ثابت کرده اند كه اصلت قانون سقوط اجسام بیش از آنچه وابسته به ابداع قانون باشد ، از لحاظ استفاده‌ای است كه گاليله از آن برده است . ارسطو گفته بود كه سرعت هر جسم ساقط بستگی با مقاومت محیطی دارد كه در آن حرکت میکند بدین معنی كه مثلاً سنگ در هوا سریعتر سقوط میکند تا در آب . وی همچنین اشعار داشته بود كه هرگاه دو جسم در محیط واحد مقاومی سقوط كنند ، سرعت آنها بستگی به وزنشان دارد . ولی قبل از گاليله هم بسیاری از نویسندگان در صحت این نظریه تردید نموده اند . از آنجمله در قرن ششم میلادی جان فیلوپونوس^۱ از راه تجربه بطلان فرضیه‌ی ارسطو را به ثبوت رسانید . لیكن گاليله ، برای رد آن ، بیش از آنچه به تجربه پردازد ، موضوع را از راه دلایل استنتاجی و ریاضی واضح و مبرهن ساخت .

گاليله برای حرکت متشابه شنابداری ، از حالت سکون ، دو احتمال قائل شد :

- ۱- سرعت با مسافت مطویه متناسب است.
 - ۲- سرعت با مدت زمان سقوط تناسب دارد.
- و چون در مورد احتمال نخست با تناقضی آشكار برخورد ، لاجرم به فرضیه‌ی دوم گرائید ؛ و این همان قانونی است كه امروزه همگی با آن

۱- Philoponos John ، فیلوف مسیحی كه در نیمه‌ی اول قرن ششم در اسکندریه معروفیت تام داشت . رسالات چندی در تفسیر آثار ارسطو نوشته ، و در صدد بود تا نحله‌ی مشائین و مسیحیت را باهم سازگار كند . وی با عقاید ارسطو در باب حرکت مخالف بود ؛ و بطور مبهم و سر بسته مفهوم اصل جبر را پیش میراند.

آشنائی داریم بدین معنی که سرعت، در هر لحظه، با مدت سقوط بستگی دارد:

$$V = At$$

سپس با توجه به اینکه « مسافتی که جسمی متحرك، با حرکت متشابه شتابدار در مدت زمان t میپیماید برابر مسافتی است که همان جسم، با سرعت متوسط در همان مدت زمان سقوط کند، معادله‌ی زیر را بدست آورد:

$$S = \frac{1}{2}At^2$$

یعنی مسافت مطویه مساویست با نصف شتاب ضرب در مجذور زمان. گالیله برای اثبات نظریه‌ی خود، آزمایش سطح مورب را پیش کشید و در واقع با این تجربه راهی برای « تقلیل گرانش » یافت. نحوه‌ی عمل بدین ترتیب بود که گلوله‌هایی را بر سطح موربی بحرکت در می‌آورد، و مسافت مطویه را اندازه می‌گرفت؛ و در عین حال مدت سقوط آنها را هم بوسیله‌ی ساعت آبی تعیین مینمود. این آزمایش بر اساس قضیه‌ی معروف گالیله در باب ترکیب حرکات مبتنی بود بدین معنی که جسمی که در روی سطح موربی حرکت میکند دارای دو مؤلفه‌ی حرکتی میباشد: یکی افقی، برای حرکت به جلو و دیگری عمودی، برای سقوط؛ و هر يك از این دو حرکت مستقلند و با دیگری ارتباطی ندارند، گالیله با آزمایش دقیق بر روی سطح مورب نشان داد که قانون $S = \frac{1}{2}At^2$ در مورد حرکت بر سطح مورب تطبیق میکند؛ و بدین ترتیب نتیجه گرفت که قانون اجسام ساقطه نیز صادق میباشد.

گالیله برای بررسی و تحقیق مسائل فیزیکی روشی خاص داشت. شرایطی فرضی در نظر می‌گرفت، آنرا بصورت فرمول ریاضی تنظیم میکرد، و نتایج مستدلی از آن بدست می‌آورد؛ آنگاه عملاً هم به آزمایش میپرداخت تا از صحت نتایج حاصله از فرمولهای ریاضی اطمینان یابد. وی، برای آزمایش قانون حرکت، گلوله‌هایی برنجی را در شیار سطحی موربی که شیب آن قابل تغییر بود رها میکرد، و در هر بار، مدت زمان لازم برای طی مسافتهای مختلف را اندازه گیری مینمود. و پس از یکصد بار تکرار آزمایش، بدین نتیجه رسید که زمان با نتیجه‌ی قانون او صدق میکند، و « اختلافات قابل توجهی ندارد. » استنتاج گالیله، در مورد غیر

قابل توجه بودن اختلافات ، خود دلیل دیگری است بر این که وی تا چه اندازه به صحت و استواری نتایج فکری خود اعتماد و اطمینان قبلی داشته است چو شرایط فرضی ناقصی که برای آزمایش در نظر گرفته بود ، هرگز نمیتوانست قانونی دقیق بدست دهد . ولی درعمل اختلافات واقعاً قابل توجه بود بطوریکه دانشمندی بنام هرسن^۱ نتوانست نتایجی را که گالیله بدست آورده بود تحصیل کند ؛ لاجرم اصولاً در این مطلب که گالیله واقعاً این تجربه را انجام داده باشد دچار شك و تردید گردید .

باری ، پس از آنکه گالیله به صحت و اصالت کشف خویش در مورد قانون سقوط اجسام اطمینان حاصل کرد ، درصدد برآمد تا آنرا مورد استفاده قرار دهد . وی بخوبی میدانست که این قانون تنها در شرایط ایدآلی ، یعنی در محیطی بدون مقاومت ، صددرصد صادق خواهد بود ؛ با اینوصف تصمیم گرفت که نتیجهی عملی آنرا درمورد سقوط اجسام در هوا هم آزمایش نماید . زیرا میدید که تأثیر مقاومت هوا برای جسمی سنگین ، مثلاً گلولهی توپ ، بسیار ناچیز می باشد .

گالیله با توجه به این حقیقت که حرکت در هوا ، علیرغم ناچیز بودن مقاومت این محیط ، با حرکت ایدآلی مغایرت دارد ، تصمیم بر آن گرفت که اصول مکشوفهی خود را درباب تعیین مسیر پرتابه ها نیز بکاربرد . بنا بر تجزیه و تحلیلی که وی بعمل آورد ، هر پرتابه دارای دو مؤلفهی حرکتی مستقل می باشد : افقی و عمودی (و این همان مطلبی است که در مورد سطح مورب هم بدان اشاره کردیم) . اگر گلوله بطور افقی از دهانهای توپ خارج گردد ، چنانچه عامل ناچیز مقاومت هوا را نادیده انگاریم ، بر اثر مؤلفهی حرکتی افقی در هر ثانیه فاصله ای مساوی خواهد پیمود . ولی بمحض اینکه گلوله از دهانهای توپ خارج شد ، مؤلفهی حرکتی دیگری (مؤلفهی قائم) هم بر آن اثر می کند و گلوله را ، رفته رفته ، بطرف زمین میکشاند . این سقوط در

۱ - Père Mersenne ، (۱۵۸۸ - ۱۶۴۸) ، ریاضی دان ، فیلسوف ، و متألهی فرانسوی ؛ از پیروان و دوستان صمیمی دکارت بود . در باب مقاومت اجسام صلب ، سیلان مایعات ، ارتعاش اجسام و غیره تحقیقاتی کرد . با گالیله ، و فرما هم روابطی داشت . آثار معروفش مسائل الهی ، طبیعی ، اخلاقی ، و ریاضی (۱۶۳۴) ، هم آهنگی جهانی (۱۶۳۶) ، اکتشافات جدید گالیله (۱۶۳۹) و غیره است .

ثانیه‌ی اول در حدود $4/90$ متر است؛ در ثانیه‌ی دوم $14/7$ متر؛ در ثانیه‌ی سوم $24/50$ ؛ متر و قس علیهذا. بدین جهت است که مسیر گلوله سهمی یا شلجمی خواهد بود. کشف این حقیقت، در رشته‌ی توپخانه، خاصه در طرح تنظیم تیر، اهمیت‌ی فوق‌العاده بسزا و شگرف داشته است^۱.

تجزیه و تحلیل گالیله از حرکت گلوله، خود متضمن موضوعی کاملاً نوین و بدیع یعنی اصل جبر بود. گرچه وی در بیان حرکت گلوله تصریحی به این امر ننموده، ولی مسلماً در اساس مطلب از این حقیقت که هرگاه جسمی از حالت سکون به حرکت راستوار متشابه درآید، تا موقعی که نیروی خارجی بر آن اثر نکند، به حرکت راستوار خود ادامه خواهد داد، استفاده نموده است. سپس، علیرغم قوانین فیزیک کهن، چنین اعلام داشت که حرکت راستوار متشابه، از نظر فیزیکی، معادل سکون است؛ و با این نظریه‌ی خود، که انقلابی در عالم فیزیک بشمار میرفت، بجای اینکه قوه را بخودی‌خود مورد نظر قرار دهد آنرا، از جهت اینکه مولد حرکت است، مورد مطالعه قرار داده و بدین ترتیب باب دینامیک را برمکانیک بیفزود^۲.

۱- بنا بر فرمول قانون سقوط اجسام: $S \cdot S = \frac{1}{2}gt^2$ مسافت

مطویه است و g شتاب ثقل یا گرانش، که بر حسب عواملی که عمده‌ترین آنها فاصله‌ی محل از مرکز زمین است تغییر می‌کند؛ مقدارش در استوا 977.99 ، در قطبین 983 ، و بر طبق قرارداد بین‌المللی مقدار متعارفی آن 980.665 گال (سانتیمتر بر ثانیه) می‌باشد.

حال اگر ۱ را مرتباً ۲ و ۳ و غیره فرض کنیم نتیجه می‌شود:

$$S' = \frac{1}{2}g = 490; S'' = 2g = 1960; S''' = \frac{9}{2}g = 44100; \text{ و}$$

از آنجا مسافت مطویه یا سقوط در ثانیه‌ی اول 49 متر و در ثانیه‌ی دوم متر $197 = 149 - 49$ ، و در ثانیه‌ی سوم متر $245 = 196 - 49$ خواهد بود.

۲- اصولاً مکانیک علمی است که موضوع آن تحقیق نظری و تجربی در باب جابجا شدن و تغییر شکل اجسام است در تحت تأثیر نیروهای وارد به آنها. مباحث عمده‌ی آن عبارتند از:

الف حرکت‌شناسی یا سینماتیک (بحث در خواص حرکت بدون توجه به

←

این اصول جدید اولین بیان و تفسیر اصالت مکانیک نظام کائنات کوپرنیک بود. از آن پس توجه این مطلب که: چراسنگی که از بالای برجی رها میشود، با وجود حرکت زمین، بازهم در پای برج سقوط میکند؟ امری دشوار نبود؛ و همچنین درک این نکته که: با آنکه کشتی در حرکت است زچه روسنگی که از بالای دگل آن رها شود، در پای دگل سقوط میکند؟ آسان گشت. گاليله در این باره چنین متذکر شد که سنگ، قبل از سقوط، در حرکت بسمت جلو، با کشتی سهمیم است و در طی تمام مدت سقوط، این مؤلفه‌ی حرکت بجلو، در سنگ، بطور ثابت باقی میماند زیرا حرکت قائم و حرکت افقی هر يك مستقل میباشند. این مؤلفه‌ی حرکت افقی اختصاص به سنگ ندارد، بلکه مسافر کشتی نیز تحت تأثیر آن قرار دارد؛ و از همین جا است که وی نمیتواند بگوید که کشتی در حال سکون است یا حرکتی متشابه دارد؟ بعبارت آخری، و به بیان ساده تری، ناظری که در این کشتی قرار دارد جز با در نظر گرفتن دستگاه مقایسه‌ی خارجی نمیتوان بین حالت سکون و حرکت متشابه کشتی تفاوتی قائل شود. اینست اصل نسبیت گاليله. وی در این باب چنین مینویسد: «چون ما و زمین و برج و سنگ، همگی بصورت مجموعه‌ای واحد، تابع حرکت یومی هستیم، بنابر این چنین

نیروهای باعث آن)؛

ب. دینامیک (تحقیق در حرکت اجسام در تحت تأثیر نیروهای وارد به آنها).

ج. تعادل‌شناسی یا استاتیک (تحقیق در تعادل اجسام و نیروهای وارد بر آنها)؛

مکانیک را، نظر به اجسام مورد بحث، به مکانیک نقطه (ذرات مادی)، مکانیک جسم صلب و اجسام تغییرناپذیر، و مکانیک سیالات (مایعات و گازها) تقسیم می‌کنند. مباحث عمده‌ی مکانیک سیالات عبارتند از:

(۱) ئیدروستاتیک (بحث در تعادل مایعات)؛

(۲) ئیدرودینامیک (دینامیک مایعات)؛

(۳) ئیدرولیک (علم حرکت و تعادل مایعات خاصه آب، از نظر استعمال

عملی آن در مهندسی)؛

(۴) پنوماتیک یا مکانیک گازها.

بنظر میرسد که حرکت یومی اصلاً وجود خارجی ندارد .

ممکن است خواننده سؤال کند که چرا ذکرى از آزمایش معروف گالیله در مورد سقوط دو گلوله‌ی مختلف‌الوزن و مختلف‌الحجم ، از فراز برج کج پیزا بمیان نیامده است^۱ ؟ شاید هم واقعاً گالیله ، موقعی ، چنین تجربه‌ای را انجام داده و مشاهده کرده باشد که ، برخلاف تصور ارسطو ، دو گلوله از نظر رسیدن بزمین اختلاف زمان چندانی ندارند ، و تقریباً هر دو در يك موقع سقوط میکنند . لیکن از تحقیقات دانش طلبان نوین چنین مستفاد میشود که یا وی اصولاً چنین تجربه‌ای انجام نداده ، و یا اگر هم بدان مبادرت نموده درملاً عام و از فراز برج کج پیزا نبوده است .

گالیله اصول قوانین فیزیکی خود را بر اساس تفکر ، استدلال ، و استنتاج صحیح و ریاضیات بنیان نهاد ؛ و برخلاف آنچه تصور میشود ، این قوانین نتیجه‌ی استنتاجات تجربی وی نمیشد . بهنگام اقامت در شهر پیزا ، و قبل از آنکه به پادوا برود ، چنین نوشته است «همیشه منطق و احتجاج را بر تجربه ترجیح میدهم زیرا طالب کشف علل پدیده‌ها هستیم ؛ ولی تجربه این علل را بما نمی‌نمایاند .» گالیله به آنچه ما از آن به «آزمایشهای فکری» تعبیر میکنیم علاقه‌مند بود ، و بیش از آنچه مایل به انجام آزمایشات باشد ، همواره میکوشید تا نتایج آن آزمایشات را بقدرت تصور و تفکر ، در برابر خویش مجسم نماید . هنگامیکه در کتاب معروف خود بنام «مقتضای در باب دو نظام بزرگ جهان» به توجیه و تفسیر حرکت گلوله‌ای که از بالای دگل کشتی رها شده بود پرداخت ، یکی از دانشمندان مکتب ارسطو ، بنام سیمپلیسیو (Simplicio) از وی سؤال کرد که آیا در این مورد عملاً هم آزمایشی نموده است یا نه ؟ و گالیله چنین پاسخ داد «نه ، به آزمایش نپرداختم زیرا نیازی بدان نبود ؛ بدون تجربه هم میتوانیم ثابت کنیم که مطلب همانست که من گفتم» ، و جز آن هم نتواند بود .

گالیله ، برای رد نتایج فرضی منطق ارسطو ، حمله‌ی شدید و مستقیمی

۱- گفته می‌شود که گالیله بالای برج مشهور رفت ، و دو گلوله آهنی را ، یکی بوزن نیم کیلو و دیگری به وزن ۵ کیلو بسوی زمین رها کرد ، و دریافت که هر دو گلوله باهم به زمین می‌رسد ؛ و از آنجا به تحقیق در نیروی ثقل پرداخت .

علیه دانشمندان مکتب ارسطویی آغاز کرد . در جایی چنین مینویسد « چه بسا ممکن است هنرمندی در ساختن ارغنون استادی تام داشته باشد ولی مطلقاً نتواند آنرا بنوازد ؛ همچنین است وضع استادی که در علم منطق متبحر باشد ولی قادر به استفاده از اصول منطقی نباشد و نتواند آنها را بکاربندد و استدلالی منطقی بنماید . کما اینکه بسیاری از افراد را دیده‌ایم که از لحاظ شعر شناسی و معرفت به اصول صنعت شعر و شاعری استادی مسلم هستند ولی فاقد طبع شعر بوده و حتی از سرودن يك رباعی نیز عاجز میباشند ؛ و گروهی دیگر از تمام اصول و رموز و فنون رنگ آمیزی اطلاع دارند ولی حتی از رنگ زدن چهارپایه ای عاجزند . شما نمیتوانید نواختن ارغنون را نزد آنکس که در ساختن این آلت استادی تام دارد بیاموزید بلکه برای این منظور باید نزد هنرمندی بروید که در نواختن ارغنون تبحری تام دارد نه استاد سازنده‌ی آن . همچنین است وضع شعر و شاعری و نقاشی و طراحی ؛ آنرا با مطالعه‌ی مداوم دواوین شعرا باید آموخت ، و اینرا با تمرین و ممارست کافی در نقاشی و طراحی ؛ و بالاخره استدلال و اقامه‌ی برهان را با خواندن کتابهایی میتوان یاد گرفت که پراز استدلال و برهان باشد . یعنی فقط کتب ریاضی و نه با خواندن منطق . »

گالیله در مورد توجه خاص ارسطو به توسل به محسوسات و مدرکات حسی در استنتاجات چنین سؤال میکند « مگر نه آنکه او مدعی بود که ما باید آنچه را مدارك حسی نشان میدهد ، ولو آنکه در ظاهر هم بی اساس و بی پایه بنظر برسد ، بدون استدلال ، بی گفتگو ، و اجباراً بپذیریم ؟ » و سیمیلیسیو ، دانشمند مکتب ارسطویی ، پاسخ میدهد « آری ، چنین است . » گالیله سپس چنین ادامه میدهد « پس شما اگر اظهار کنید که افلاک^۱ در معرض

۱- افلاک ، در نجوم قدیم ، حلقه‌های کروی که دارای حرکات دورانی دائمی ذاتی شمرده می‌شدند ، و برای بیان حرکات اجرام آسمانی قائل به آنها شده بودند . اگر فلکی محیط برفلك دیگر حرکت کند ، دومی را با خود حرکت می‌دهد . هر فلك يك حرکت خاص ، و جز فلك الافلاک ، حرکت یا حرکاتی بتبع افلاک محیطی دارد . هر يك از نه فلك اصلی محدود است به دوسطح کروی که مراکزشان مرکز عالم (مرکز زمین) است ، و سطح مقعر هر يك مماس با سطح محدب فلك ما بعد است . فلك الافلاک یا فلك اطلس یا فلك اعظم یا فلك غیر مکتوب محیط بر تمام عالم جسمانی است ؛ در آن هیچ ستاره نیست ؛ و ورای آن

تغییر و تبدیل هستند - زیرا مدارك حسی بمن چنین نشان میدهد - سخنتان ارسطو و اتراست تا آنکه بگوئید افلاك مصون از تغییر و دگر گونی هستند زیرا ارسطو چنین عقیده داشته است. بعلاوه مادر باره‌ی مسائل و موضوعات سماوی بهتر از ارسطو میتوانیم سخن بگوئیم زیرا ارسطو خود اعتراف کرده است که چون مسائل سماوی خارج از حیطه و قلمرو حسی وی است، بنابراین درك آن مسائل برای وی دشوار میباشد؛ و اگر کسی دارای حواس بهتری باشد مساماً با اطمینان بیشتری میتواند در باره‌ی آنها بحث و اظهار نظر کند. امروزه مسلم است که ما، با کومک تلسکوپ، سی یا چهل بار بیش از دوران ارسطو با افلاك نزدیک شده‌ایم. و بهمین علت به کشف صد ها نکته - نکاتی که او نمیتوانست ببیند - نائل گشته ایم؛ و از آنجمله کلفهای خورشید است که مشاهده‌ی آنها برای ارسطو امکان نداشت. بنا بر این، با استناد به گفتار خود وی، ما میتوانیم در مورد افلاك با اطمینان و صحت نظر بیشتری سخن گوئیم.

در نوشتجات گالیله بکرات اشاره به واقعینهایی شده که بر اثر آزمایش یا رصد بدست آمده است. به این اعتبار ممکن است اظهار شود که گالیله اصول علمی خود را تا حدی بر پایه‌ی تجربه بنیان نهاده است. لیکن باید متذکر شد که گالیله آنگونه دانشمند تجربی که نویسندگان قرن نوزدهم

نه خلاء است و نه ملاء. تقریباً شبانروزی يك دور بدور محور عالم از مشرق به مغرب می‌گردد. و سایر افلاك را با خود می‌گرداند. در اصطلاح اهل شرع از آن به عرش تعبیر می‌شود. فلك ثوابت یا فلك البروج بلافاصله داخل آنست و هر هفتاد سال قریب يك درجه از مغرب به مشرق در حول محور دایرة البروج می‌گردد. این دو فلك را در اصطلاح شرعی کرسی گویند. سپس افلاك سیارات سبعة (در اصطلاح شرعی سماوات سبع) می‌آید که به فلك قمر منتهی می‌شود که فلك اول است، و عناصر اربعه (به ترتیب کره‌ی آتش، کره‌ی هوا، کره‌ی آب، و کره‌ی زمین) در زیر آنند. محل تقاطع منطقة البروج با فلك هر سیاره دایره - ایست موازی منطقة البروج؛ و آنرا (از آن جهت که مثل و مانند منطقة البروج است) فلك ممثل آن سیاره می‌نامیدند. چون بیان حرکات اجرام سماوی با این افلاك مقدور نبود، افلاك دیگری پرداختند از قبیل فلك خارج مرکز (مرکزش در خارج مرکز عالم)؛ فلك تدویر؛ فلك حامل؛ فلك مایل؛ و فلك مدیر.

تصور کرده‌اند نمیباشد. گرچه وی را صدی با فراست و مشتاق بود، و دقت ملاحظه‌ی زیادداشت، اما آزمایشگری دقیق و مرد تجربه بشمار نمی‌رفت. نویسندگانی که در دوره‌های بعد به ترجمه‌ی احوال وی پرداخته‌اند دستخوش سفسطه و اشتباهی شده و چنین وانمود کرده‌اند که وی، صرفاً با صبر و حوصله‌ی تام به بررسی و تحقیق در مطلبی میپرداخت، و پس از تجربیات طولانی و آزمایشات مکرر نتایجی بدست می‌آورد. حال آنکه چنین نظری در مورد گاليله صادق نبوده و با دانشمند متأخری چون رابرت بویل^۱ سازگارتر می‌باشد.

بزرگترین نقش مؤثر گاليله در تاریخ علم آنست که وی برای اولین بار حرکت را در قالب الفاظ ریاضی درآورد و اعلام داشت که هر تغییری را باید بصورت ریاضی بیان کرد تا بتوان به کلیت و جامعیت آن پی برد، و ضرورت استفاده از آن را مشخص ساخت. گاليله با آنکه حکمت افلاطونی را از نقطه‌ی نظر فلسفه‌ی اعداد مورد استهزا قرار میداد، معه‌ذا در آغاز کتاب گفتار چنین مینویسد: «من کاملاً میدانم که فیثاغورثیان^۲ برای علم اعداد

۱- Robert Boyle (۱۶۲۶-۱۶۹۱)، عالم فیزیک و شیمی انگلیسی. از پیروان مکتب فلسفی فرانسیس بیکن بود، و با استفاده از نظریه‌ی اصالت تجربه ماشین تخلیه‌ی هوا را تکمیل کرد، و با کومک آن تجربیات بسیاری در مورد تبخیر مایعات مختلف در خلاء، فشارجو، وزن اجسام در خلاء و غیره نمود. گروهی که شیفته‌ی علم و دانش بودند، از ۱۶۴۵ در محضر بویل گردآمدند؛ و همین‌عده بودند که بعداً انجمن سلطنتی لندن را بنیان‌گذاری نمودند.

۲- فیثاغورث (۵۸۲-۵۰۷ ق م)، از بزرگترین دانشمندان یونان است که در ساموس متولد شده است. وی معاصر کوروش و داریوش هخامنشی بوده و به مصر و ایران و هندوستان مسافرت کرده است. اختراع جدول ضرب و کشف قضیه‌ی عروض در هندسه و بسیاری قضایای دیگر بدو منسوب است.

فیثاغورث برای ریاضیات اهمیتی بسزا قائل بود، و عدد را اصل وجود پنداشته همگی امور را در نتیجه‌ی ترکیب اعداد و نسبت‌های آنها میدانست. و چون متوجه شد که ترکیب صوت‌ها و تولید نغمات نیز تابع تناسب‌های عددی است، از اینرو موسیقی را نیز مانند هندسه و نجوم از رشته‌های علوم ریاضی بشمار می‌آورد و بطور کلی نظام عالم را تابع عدد فرض میکرد و هر وجودی را، اعم از مادی و معنوی، بایکی از اعداد مطابقت می‌داد.

فیثاغورثیان گروهی بودند که به وی گرویدند.

ارزشی بسیار قائل بودند؛ و اطلاع کامل دارم که افلاطون شخصاً عقل بشر را می‌ستود، و معتقد بود که آدمی فقط از لحاظ کسب علم اعداد و پی بردن به ماهیت آنها قادر است خود را به کمال نزدیک کند و سهمی از الوهیت دارا گردد. من نیز با این نظر موافقت دارم. این مسئله که طبیعت نیز به اعداد عشق می‌ورزد، در کشف قانون گالیله در مورد سقوط اجسام نیز نشان داده شده است. عبارت آخری و به بیان ساده تری گالیله کشف کرد که سرعت جسمی که سقوط میکند، در ثوانی متوالی، متناسب با اعداد ۱ و ۲ و ۳ و غیره است؛ و همچنین مسافت مطویه در ثوانی متوالی به نسبت اعداد ۱ و ۳ و ۵ و غیره^۱ می‌باشد. گرچه بدون شك ارشمیدس^۲

۱- بنا بر قانون سقوط اجسام $v = gt$ (سرعت v ، شتاب ثقل g ، و t زمان است) و اگر در این فرمول، بجای t مرتباً اعداد ۱ و ۲ و ۳ و غیره را قرار دهیم مرتباً چنین بدست می‌آید.

$v_1 = g$ $v_2 = 2g$ $v_3 = 3g$ و غیره، یعنی سرعت در ثوانی متوالی متناسب با اعداد متوالی است.

از طرفی چون در فرمول $s = \frac{1}{2}gt^2$ (مسافت مطویه است) بجای t

مرتباً اعداد ۱ و ۲ و ۳ و غیره را قرار دهیم چنین بدست می‌آید:

$$s'_1 = \frac{1}{2}g \quad s''_2 = 2g \quad s'''_3 = \frac{9}{2}g \quad \text{و غیره از آنجا و}$$

$$s_2 = 2g - \frac{1}{2}g = \frac{3}{2}g = 3 \times \frac{1}{2}g$$

$$s_3 = \frac{9}{2}g - 2g = \frac{5}{2}g = 5 \times \frac{1}{2}g \quad \text{و غیره، یعنی مسافت مطویه در}$$

ثوانی اول و دوم و سوم مرتباً $\frac{1}{2}g$ و $3 \times \frac{1}{2}g$ و $5 \times \frac{1}{2}g$ (به نسبت اعداد اول ۱ و ۳ و ۵) می‌باشد؛

۲- ارشمیدس (۲۸۷ - ۲۱۲ ق م). یکی از بزرگترین ریاضیون قدیم یونان می‌باشد. جمعی او را «نابغه‌ای که جنبه‌ی الهیش بیش از جنبه‌ی بشری او بوده است» خوانده‌اند؛ بعضی «خدای ریاضیات»؛ و بالاخره برخی «اومیروس هندسه». لایب‌نیتز، ریاضیدان و فیلسوف بزرگ آلمانی، درباره وی می‌گوید

بیش از سایر مردان علم در افکار گاليله نفوذ و تأثیر داشته است، ولی باید در نظر داشت که هندسه‌یی که ارشمیدس بنیان نهاد هندسه‌یی ساکن بود، حال آن که گاليله هندسه‌ی حرکتی را پایه‌گذاری نمود.

ماحصل زندگی علمی گاليله اقامه‌ی دلائلی تازه بر له نظام کوپرنیکی منطومه‌ی شمس و اثبات مکانیکی بودن فعالیت و اعمال آنست. و بهترین دلیل توفیق وی در این راه همان سیل مخالفت و عنادی بود که بر علیه وی پیا گردید بطوریکه در اواخر عمر کارش به دادگاه تفتیش عقاید روم کشید. وی، همانطور که ضمن نامه‌ی معروفش به گراندوشس کریستینا (Cristina) نوشته، می‌گفت که هدف اصلی کتاب مقدس تعلیم مبانی و اصول علمی نمی‌باشد. بعلاوه معتقد بود که کتاب مقدس با لسان تمثیل و استعاره نوشته شده و نباید مفهومات آنرا تحت اللفظی در نظر گرفت. مثلاً در آنجا که صحبت از گردش خورشید بدور زمین بمیان آمده^۱ نباید نظریه‌ی مرکزیت زمین را از آن استنتاج کرد چو این جمله جزو عبارات عادی و روزمره است (کما اینکه، هم امروز، در محاورات روزانه‌ی خود می‌گوئیم: خورشید طلوع یا غروب کرد).

« اگر کسی آثار ارشمیدس را بفهمد، ارزش علوم جدید در نظرش کم میشود. » وی نه فقط در ریاضیات مقامی شامخ داشته بلکه در جراثقال (مکانیک) نیز اکتشافات مهمی نموده است؛ و در واقع واضع مبحث تعادل شناسی از علم جراثقال میباشد.

از آثارش کتاب کره و استوانه، کتاب مساحت دایره، کتاب شبه مخروط و شبه کره، کتاب تربیع سهمی، کتاب خواص مارپیچ، کتاب تعادل صفحات، کتاب تعادل اجسامی که در مایع غوطه‌ورند، و غیره می‌باشد.

دفاع وی از شهر سیراکوز، بوسیله‌ی آینه‌های سوزنده، و داستان قتلش بدست سرباز رومی معروف است.

۱- در مزامیر داود، مزمور نوزدهم چنین ذکر شده: « آسمانها جلال خداوند را آشکار و رفیع عمل دستهایش را هویدا می‌سازد. روز بروز سخن را جاری می‌سازد و شب شب علم را بیان مینماید. بی سخن و بی کلام آواز آنها مسموع نیست. لکن حظ آنها بتمامی زمین و کلام آنها تا بکنار دریا میرسد. در آنجا چادری برای آفتاب برپا داشت. او مثل داماد از شبستان خود بیرون می‌آید و مثل قوتمندی از دویدن راهش شادی مینماید. خروجش از کران آسمانها و دورانش تا بکران دیگر است و از حرارتش چیزی مستور نیست. »

و بهمین استناد گالیله مدعی بود که انسان، در عین حال که میتواند کاتولیکی متدین و مؤمن باشد، میتواند نظام کائناتی کوپرنیک را هم قبول کند بدون آنکه کفر و الحادی گفته و یا نسبت به مندرجات کتاب مقدس بی احترامی کرده باشد.

اگر گالیله در پادوا که تحت حکومت و نیز قراردادش و تابع کلیسای رم نبود، باقی میماند، هرگز کارش به محکمه‌ی تفتیش عقاید نمی کشید. لیکن وی، پس از اختراع دوربین، جانب فلورانس را برگزید و به آنجا رخت اقامت کشید. درباره‌ی محاکمه و محکومیت گالیله سخن بسیار گفته شده، ولی چون ما، در این مختصر، شخصیت گالیله را صرفاً از لحاظ علمی مورد بحث قرار میدهم، لذا از این موضوع در میگذریم. گرچه محققاً گالیله، در دوره‌ی محاکمه و زندانی بودن خود، هیچگاه مورد شکنجه و بدرفتاری قرار نگرفت، لیکن میدانست که کلیه‌ی افرادی که با محکمه‌ی تفتیش عقاید سروکار پیدا کرده‌اند مورد شکنجه و آزار بدنی قرار گرفته‌اند؛ به‌لاوه چشم‌انداز مرگ فجیع جو در دانونو^۱ که کمی قبل از آن، بحکم دادگاه، زنده زنده در آتش سوخته بود، از نظرش محو نشده بود. مسلماً این یادبودها و اندیشه‌های جانگاہ روح او را بسختی تحت تأثیر قرار میداد؛ خاصه که در آن موقع ۶۹

۱- Giordano Bruno (۱۵۵۰ - ۱۶۰۰) متفکر ایتالیائی، متولد نولا. در جوانی در فرقه‌ی دومینیکان وارد شد، ولی بعداً در معتقدات مذهبییش فتوری دست داد؛ دیررا ترک گفت و مدتی به سیاحت در شهرهای ناپل، ژن، نیس میلان و ونیز پرداخت. و نظر بآنکه عقاید خود را بی‌روا اظهار میکرد، از هر شهری به‌خفت، و به‌حالت فرار بیرون میرفت. در ۱۵۸۰ به ژنو رفت و پیرو کالون شد، ولی بزودی با کالون هم بهم‌زد و به لیون و تولوز، و سرانجام به پاریس رفت و پس از یکسال اقامت در این شهر (۱۵۸۲ - ۸۳) به انگلستان عزیمت و مجدداً در سال ۱۵۸۵ به پاریس بازگشت و به تدریس فلسفه در دانشگاه مشغول شد.

برونو در پاریس شهرت تام‌یافت، و بطوریکه از تقریراتش معلوم شده اساس علم و دانش آنروز یعنی منطق ارسطو، نظام کائناتی بطلمیوس، و حکمت طبیعی ارسطو را رد کرد؛ و آنها را مورد مخالفت سخت قرارداد. پس از مدتی اقامت در آلمان، بسال ۱۵۹۲، به ایتالیا بازگشت؛ و چون در آنجا هم علناً به تبلیغ افکار و نظریات خویش پرداخت، در ۱۵۹۸ از طرف محکمه‌ی تفتیش عقاید توقیف، و به اتهام کفر و زندق محکوم بمرگ شد. او را زنده در آتش افکندند و سوختند.

سال از عمرش میگذشت و وضع مزاجیش هم رضایتبخش نبود . سه تن از پزشکانی که برای جلوگیری از محاکمه‌ی گاليله فعالیت میکردند ، در سال ۱۶۳۳ چنین شهادت داده‌اند «... باید به کلیه‌ی این علائم و آثار توجه داشت زیرا کوچکترین تهییج و تحریکی ممکن است موجب خطر جانی گردد . » سرانجام گاليله‌ی سالخورده که همواره میل داشت با افرادی که حقایق مکشوفه‌ی وی را مورد تردید و تکذیب قرار میدادند به‌مباحثه و مجادله بپردازد ، در زیر بار جانکاه اتهامی که درباره‌ی پاپ بروی وارد ساخته بود ، خردشد ، و در برابر کلیسایی که هرگز قلباً به آن اعتقادی نداشت چنین اعتراف کرد : « من گاليلئو گاليلئی ، فرزند مرحوم وینچنتسئو گاليلئی ، اهل فلورانس ، هفتاد ساله ، که شخصاً برای دادرسی حاضر شده‌ام ، در برابر شما عالیجنابان و قدوسی‌ما بان ، کاردینالها و اعضای والامقام دادگاه جهانی کلیسای مسیحیت زانوزده و در حالیکه انجیل مقدس را در برابر چشم و نظر دارم و بادست خود آن را لمس میکنم ، سوگند یاد میکنم که در گذشته همواره به کلیسای مقدس کاتولیک و کلیسای حواری رم اعتقاد داشته‌ام ، و از خداوند متعال استعانت میطلبم تا مرا یاری فرماید که در آینده نیز تعلیمات و تبلیغات دینی آنها را بکار بندم . اما چون از طرف دادگاه مقدس مقرر شده است کلاً از این عقیده‌ی غلط که خورشید را مرکز عالم پنداشته و آنرا غیر متحرک دانسته‌ام تبری جویم و منبعد نیز از این پندار ناصحیح هیچ صورت و وجهی دفاع نکنم و آنرا تعلیم ندهم با کمال میل حاضر این سوء ظن شدید و خطرناکی را که بحق بر من روا داشته‌اند از خاطر عالی شما جنابان و هر مرد مسیحی کاتولیک برطرف سازم ؛ و از اینرو با خلوص قلب و ایمانی راسخ سوگند یاد کرده و از این عقیده‌ی غلط و از این کفر و زندقه و هرگونه بدعت و پندار ناصوابی که مخالف و مغایر با اصول و تعلیمات کلیسای مقدس رم باشد ابراز انزجار و بیزاری میکنم و سوگند میخورم که در آینده نیز چه کتباً و چه شفاهاً از بیان و اظهار هر مطلبی که باعث تولید چنین سوء ظنی در حق من گردد خودداری نمایم ، و ضمناً چنانچه در آینده به زندیقی برخوردم یا کسی را مظنون به کفر و الحاد بدانم ، او را به این دادگاه مقدس یا اعضای والامقام آن و یا به اسقف ایالتی که در آنجا اقامت دارم معرفی نمایم . به‌علاوه سوگند یاد میکنم و قول میدهم که هرگونه مجازاتی را که این دادگاه مقدس برایم تعیین نماید قبول کنم . و اگر احیاناً روزی ، خدای ناکرده ، در آینده ، مواعید و اقوال و سوگندها و یا اظهارات کنونی خود را نقض نمایم ، در چنین حالی به‌هرگونه زجر و شکنجه و مجازاتی که از طرف اسقفان مقدس و یا قوانین

عمومی و خصوصی مربوط به این نوع جرایم تعیین شود تن دردهم و تمکین نمایم . بنابراین بشود که خداوند مرا یاری و نصرت عطا فرماید ؛ و بکند که انجیل مقدسی که آن را با دستان خود لمس میکنم مرا کومک نماید . و من گالیلئو گالیلئی ، اینک توبه واستغفار نموده ، قسم یاد میکنم و قول میدهم که مؤمن و صدیق باشم ؛ و چنانکه در بالا ذکر شد خود را موظف به رعایت این اقوال و سوگندها میدانم ؛ و این توبه نامه را بادست خود نوشته کلمه بکلمه ی آنرا خوانده امضاء نمودم . »

انسان از روح لجوج و سرکش گالیله تعجب میکند که چگونه ، پس از این ماجرا ، وی ، در حالی که مفلوب و درمانده ورنجور بود ، و کتاب معروفش «گفتار» جزو کتب ضاله قرار گرفته بود ، موفق شد آخرین اثر بزرگ خود را بنام علوم جدید بطور محرمانه چاپ کند . هم اکنون هم چه بسیار مواردی پیش میآید که ما از خود میپرسیم: آیا نبرد در راه آزادیء توده واقعاً به پیروزی انجامیده است ؟! و با حسرت گفتار تأثر آور گالیله را تکرار کرده میگوئیم:

فلسفه نیازمند آزادی است

آيزاك نيوتن

از : برنارد کوهن

آيزاك نيوتن شخصيتی است که نظر هر نویسنده و مورخی را بخود جلب میکند و او را بمبارزه مېطلبد تا معلوم شود کدام نویسنده‌ی توانا و مورخ زبردستی قادر است به کنه این شخصیت ممتاز و برجسته و بی نظیر پی برد و خود را تا سرچشمه‌ی فیاض این مغز متفکری که حتی معاصرینش هم نتوانستند بدان راه یابند برساند . یکی از تذکره نویسان هم‌عصر وی او را به رود نیل^۱ تشبیه میکند که همه از عظمت و ژرفنای آن واقفند ولی کسی سرچشمه‌ی آن را نمی‌شناسد و بدان راه ندارد . با اینوصف ، با استفاده از حقایق چندی که از دوران اولیه‌ی زندگی نيوتن در دست است ، میتوان تا حدی اخلاق و روحیات و تحولات فکری او را تحت مداقه و امعان نظر قرار داد .

نيوٲن نارس^۲ بدنیا آمد ، لاجرم کودکی بود ضعیف و علیل ، و از نظر جسمی بسیار ناتوان ؛ و بطوریکه میگویند قادر به تحمل سر و گردنش هم نبود ، و از اینرو مادر همواره بالشتکی را حائل سرش میکرد . بهر حال هیچکس امید نداشت که این کودک رنجور و نحیف زنده بماند . نيوٲن، در بزرگی ، همواره با مطایبه از سخن مادرش که گفته بود «وی بهنگام زادن بحدی ریز بود که در شیشه‌ای يك لیتری جا میگرفته است» یاد میکرد .

-
- ۱- رودیست در مصر که بزرگترین رود جهان بشمار میرود . از ارتفاعات سودان سرچشمه گرفته پس از عبور از مصر ، با تشکیل دلتای وسیعی ، به دریای مدیترانه میریزد . زندگی و جهات مصر مدیون و مرهون وجود نیل است .
 - ۲- دوران بارداری نزد انسان ، بطور طبیعی ، ۲۸۰ روز است . جنینی را که بین ۲۱۰ و ۲۸۰ روز خارج شود نارس مینامند .

پدرش سه ماه قبل از تولد نوزاد در گذشت ؛ در حدود دو سال بعد مادر هم ازدواج نمود ، و در نتیجه سرپرستی و مراقبت کودک بر عهده‌ی مادر بزرگ سالخورده‌اش محول گردید . بدین ترتیب نیوتن دوران کودکی خود را در قریه‌ای دور افتاده گذرانید ؛ نه مادری داشت که او را در سینه‌ی گرم خود فشرده دست رأفت بر سرش کشد ، و نه خواهر یا برادری که با بازی و غوغای کودکانی خود سرگرمش سازد . مرحوم لوئی ت. مور^۱ ، که یکی از بهترین مترجمین احوال نیوتن است ، متذکر میشود که «گوشه‌گیری و انزوا طلبی» نیوتن بیشتر معلول «زندگی انفرادی و تنهایی حزن‌انگیزی» است که وی از طفولیت داشته است .

باری ، نیوتن بسال ۱۶۵۲ پا بر صهی وجود گذاشت ، و دردورانی رشد و نمو کرد که هنوز انگلستان طعم تلخ «ترس و وحشت جنگهای طولانی و مخوف داخلی» را در زیر زبان داشت ، و دستجات راهزنان و غارتگران سراسر خاک این کشور را عرصه‌ی تاخت و تاز خود قرار داده بودند^۲ . از طرفی مادر بزرگ نیوتن هم متهم به «هواخواهی از نیروهای سلطنتی» بود . بدیهی است که زنی سالخورده ، در آن اوضاع و احوال و این اتهام ، نه میتواند از ترس و وحشت نیوتن بکاهد و نه روح و فکر مرعوب و

۱- More , Louis Trenchard (۱۸۷۰-۱۹۴۴) دانشمند آمریکائی

و استاد فیزیک دانشگاه نبراسکا . آثارش مرزهای دانش ، نظریه تکامل ، و زندگی آیزاک نیوتن است .

۲- پس از مرگ جک اول ، در ۱۶۲۵ ، فرزندش چارلز اول بتخت انگلستان بنشست . مردم نخست این جوان ۲۵ ساله‌ی دلبز و زیبا را ، که عمر خود را به نیکنامی گذرانده بود ، پادشاهی لایق و عادل پنداشتند ؛ ولی بی‌خبر از این بودند که او خیالات استبدادی و اندیشه‌های خودسری پدر را در سرمیپروراند . عروسی وی با هانریت دو فرانس ، خواهر لوئی سیزدهم ، و انحلال مکرر پارلمان حقیقت او را بی‌پرده آشکار ساخت ؛ و ۱۱ سال حکومت استبدادی وی (مارس ۱۶۲۹ - آوریل ۱۶۴۰) و انقلاب و حمله‌ی اسکاتلندیها موجب بروز جنگهای داخلی گردید .

در این موقع کرامول فرماندهی سپاه ملی را بر عهده گرفت و مبارزه‌ی سخت و خونی بین سپاه مای و نیروهای سلطنتی درگیر شد ، و سرانجام ، در ۳۰ ژانویه ۱۶۴۷ ، شاه بدست ملیون اسیر ، و در فوریه ۱۶۴۹ بنام «ظالمی خائن و مردم‌کش و دشمن مملکت» اعدام شد .

79



ARMUDA
GRYSON

رنجیده‌اش را آرامشی بخشید. لاجرم، بطوریکه مور متذکر شده است، نیوتن در جوانی به انزوا و تنهایی گرائید و «تفکر در خلوت را تشفی روح خویش پنداشت» تا آنجا که کم‌کم عادت کرد در خود فرو رود و در عالم مکاشفه مستغرق گردد. دختری که، بهنگام جوانی نیوتن، او رامی‌شناخت، درباره‌ی وی چنین اظهار نظر میکند «جوانکی است آرام، خاموش، و دائماً بفکر اندر؛ هرگز دیده نشد که با پسران همسال خود، در خارج از محیط منزل بازی کند و یا آنکه در تفریحات کودکانی آنان شرکت جوید».

ظاهراً نیوتن، پس از طی دوران اولیه‌ی کودکی، یعنی در آن هنگام که به مدرسه پای نهاد، بر ضعف و ناتوانی جسمی غلبه کرد و تا حدی نیرو و قوت یافت. یکی از رفقای تحصیلی نیوتن نقل کرده که وقتی یکی از شاگردان قوی‌الجثه و زورمند کلاس با وی درآویخت و لگدی سخت بر شکم او زد، نیوتن فی‌الحال بر او حمله برد، و از آنجا که «جوهر و اراده‌ای قوی» داشت او را چنان گوشمالی داد که آن شاگرد زورمند از پا در افتاد و از آن پس هرگز اندیشه‌ی جدال بخود راه نداد. نیوتن پس از شکست حریف در نبرد جسمانی، چون میدید که رقیب در کلاس از وی برتر و بالاتر است، تصمیم گرفت او را در عرصه‌ی درس و دانش نیز مغلوب نماید. «لاجرم با کار مداوم و بذل مساعی و مجاهدت وافر سرانجام بر او غلبه یافت، و بدین ترتیب رتبه‌ی اول را حائز گردید».

وقتی نیوتن بسن ۱۴ سالگی رسید، شوهر مادرش فوت نمود، و مادر مجدداً او را نزد خود برد. مادر نیوتن علاقه داشت که فرزندش به کار کشت و زرع بپردازد. ولی در آزمایشی که بعمل آمد معلوم شد که این جوان اصلاً بدرد زراعت نمی‌خورد. نیوتن که اصولاً از فلاحیت بیزار بود، بجای آنکه بصحرا رود و در مزرعه مشغول کار شود، یا به مطالعه میپردازد، یا بوسیله‌ی چاقوی خود اشیائی چوبین درست میکرد، و یا بالاخره در بحر تفکر فرو میرفت. خوشبختانه مادر هم نسبت به نظریه‌ی اولیه‌ی خود اصراری نرزدید، و به وی اجازه داد که به تحصیل مشغول شود و خود را برای ورود به دانشگاه کیمبریج آماده سازد.

۱- Cambridge دانشگاهی است در کیمبریج انگلستان، که یکی از کهن‌ترین دانشگاه‌های اروپا و یکی از دو دانشگاه قدیم انگلستان است. احتمالاً در

نیوتن در ۱۸ سالگی وارد ترینیتی کالج شد. در سالهای اولیه تحصیل در دانشگاه شاگرد برجسته‌ای نبود تا آنکه آیزاک برو^۱، استاد ریاضیات، دل در کار او فرو بست و نیوتن را تحت نفوذ خویش درآورد. برو بزرگ مردی فوق‌العاده بود، و علاوه بر ریاضیات، ادبیات باستانی یونان و روم را بخوبی میدانست؛ در نجوم تبحر داشت؛ و در فیزیک، خاصه مبحث نور صاحب نظر و تتبع بشمار میرفت. هم او بود که اولین بار به نبوغ ذاتی نیوتن پی برد، و کمی پس از آنکه شاگرد با فراست و زیرکش‌فارغ‌التحصیل گردید، از مقام خود استعفا کرد تا نیوتن موقعیتی برای احراز کرسی استادی داشته باشد. بدین ترتیب آن کودک رنجور و نحیف درس ۲۶ سالگی واجد سمت علمی ممتازی گشت و فرصت آنرا یافت که مطالعات علمی خود را دنبال کند، و فصل نوین و درخشانی را در تاریخ علم آغاز نماید.

نیوتن در دوران تحصیل در دانشگاه، در رشته‌های ریاضیات، مکانیک سماوی، و مبحث نور تحقیقاتی نموده و بذراقلاب علمی را در مزرعه دانش و فرهنگ افشاند. پس از خروج از دانشگاه به زادگاه خود در وولستورپ (Woolsthorpe) بازگشت و مدت هجده ماه به تحقیق و تتبع در مسائل علمی پرداخت. و هیچ سخنی به حقیقت نزدیکتر از این نیست که گفته شود این دوران از پرثمرترین ادوار خلافت در تاریخ علوم عقلی

قرن دوازدهم تأسیس شده. کالجهای آن از اواخر قرن سیزدهم است، و هر یک به اسم کلیسای وابسته بآن یا قدیمی که مؤسسه باو تقدیم شده نامگذاری گردیده است. از جمله پیترهوس (peterhouse) (۱۲۸۴)؛ کینگز (King's) (۱۴۴۱)؛ و ترینیتی (Trinity) (۱۵۴۶). اعطای درجات دانشگاهی به زنان از ۱۹۴۸ شروع شد. دانشگاه کیمبریج ۱۹ دانشکده دارد، و در علوم و ادبیات سمت راهبری را عهده‌دار می‌باشد. کتابخانه‌ی دانشگاه، موزه‌ها، و باغهای نباتاتش قابل توجه است. تعداد شاگردان آن ۷۰۰۰ پسر و ۷۵۰ دختر است.

۱- Barrow, Isaac (۱۶۳۰ - ۱۶۸۷) متأله، عالم، و ریاضیدان انگلیسی. استاد نیوتن بود، و پس از آنکه بنفع شاگردش از سمت استادی استعفا داد، بریاست ترینیتی کالج انتخاب گردید. آثاری در باب نور و هندسه دارد.

بشریت بشمار میرود . کشفیات علمی نیوتن ، در سالهای بعد ، کلاً مرهون تحقیقات و مطالعاتی است که وی در این دوران زرین ۱۸ ماهه بعمل آورده است . برای آنکه بهتر بکارهایی که در این مدت انجام گرفته است پی ببریم ، بهتر است عنان سخن را بدست خودوی بسپاریم .

و در آغاز سال ۱۶۶۵ من روش حساب سریها و گسترش دو جمله ایها را (بهر صورت و از هر درجه که باشند) بصورت سری یافتم . در ماه مه روش تانژانت های گرگوری^۱ و سلوژیوس را بدست آوردم ؛ و در نوامبر روش مستقیم فلوکسیون (اجزاء حساب فاصله) ، و در ژانویه سال بعد تئوری رنگها ، و در ماه مه روش معکوس فلوکسیون (حساب جامعه) را کشف نمودم ؛ و بالاخره در همان سال به تفکر در باب این مسئله پرداختم که نیروی جاذبه تا مدار ماه امتداد پیدا میکند و بدین ترتیب پس از سنجش نیروی لازم برای نگاهداری ماه بر مدار خود ، با قوهی جاذبهی سطح زمین ، دریافتم که ایندو باهم تقریباً برابرند »

نیوتن مردی بود بغایت محجوب و متمایل به سادگی ؛ همواره از اعلام کشفیات خود بیزار بود و از آن دوری می جست . بهمین علت هم واقعیهائی را که در باب تجزیه و تحلیل نور و رنگ بدست آورده بود منتشر نکرد . ولی از این کشف استفادهی دیگری نمود ، و آن ساختن نوعی دوربین نجومی بود که اساس کار آن بر انعکاس نور پایه گذاری شده بود ؛ و بدین ترتیب اشکال کج نمائی^۲ رنگی را که در دوربینهای سابق ، بر اثر انکسار نور در عدسیها ، بوجود می آمد برطرف ساخت . نیوتن نمونهی کوچکی از دوربین خود را برای مجمع سلطنتی لندن ساخت و کمی بعد ، در ۳۰ سالگی ، به عضویت این انجمن ، یعنی عالیترین مقام علمی در انگلستان برگزیده شد . نیوتن ، بنابر خلقت و خوی دیرین ، همواره از شناساندن خود بمردم

۱- Gregory James (۱۶۳۸-۱۶۷۵) ریاضیدان و مخترع اسکاتلندی . در ۱۶۷۴ استاد ریاضیات در ادینبورگ شد . رساله ای در کیمبرج منتشر کرد ، و در آن از کتاب اصول نیوتن دفاع نمود . آثاری در هندسه و نور دارد .
 ۲- کج نمائی ، عینی است در عدسیها یا آینهها ؛ و آن عبارت از اینست که شعاعهای نور واصل از یک نقطه به عدسی در یک نقطه متقارب نمی شوند و بالنتیجه تصاویر حاصل از عدسی واضح نیست (کج نمائی کروی) ؛ یا آنکه عدسی نور را متفرق می کند ، و در نتیجه اطراف تصویر رنگین دیده می شود (کج نمائی رنگی) .

احتراز داشت ؛ و از اینکه میدید نامش بلند آوازه گردیده و شهرتش همه جا را فرا گرفته ناراحت میگشت و به رنج اندر میشد . با اینوصف ، یکهفته پس از انتخاب به عضویت مجمع سلطنتی انگلستان ، در خواست نمود تا گزارشی از « کشف فلسفی » خود را که « الهام بخش » وی در ساختن دوربین نجومی بوده است بعرض مجمع برساند . نیوتن در این گزارش حجب و تواضع بیجا را کنار گذاشته و با صراحت تمام چنین اظهار کرده است که بعقیده وی « اگر پرده از مهمترین رموز جهان هستی برنگرفته باشد ، لااقل عجیبترین اسرار طبیعت را آشکار ساخته است . »

نامهی نیوتن برای مجمع سلطنتی ، که « حاوی نظریه‌ی جدیدش در باب نور و رنگ » بود ، در ششم فوریه‌ی ۱۶۷۲ به لندن ارسال گردید . این گزارش متضمن بسیاری مطالب تازه و مسائل بدیع بود که برای اولین بار سخن از آنها بمیان می‌آمد . گرچه این گزارش اولین اثر علمی نیوتن بود ، با اینوصف شالوده‌ی علم طیف نگاری^۱ بشمار میرفت ، و فصل جدیدی را در باب تجزیه و تحلیل صحیح نمودهای رنگی آغاز میکرد . ماحصل نظریات نیوتن ، در آن گزارش ، این بود که هر گاه نور سفید از منشوری بگذرد ، شعاعهای رنگینی که نور سفید از آنها ترکیب شده به زوایای مختلف منکسر ، و بشکل نوار رنگینی خارج میشوند ؛ و بالعکس اگر همین مجموعه‌ی نوار رنگین را بترتیب از منشور دیگری بگذرانیم ، شعاعها با یکدیگر می‌پیوندند و تشکیل نور سفید میدهند . این آزمایشات عالی و شایان توجه راه را برای دانشمندان باز کرد تا بتوانند نظریه‌هایی در باب ماهیت نور عرضه نمایند . نیوتن می‌پنداشت که با انتشار این رساله مقبولیت جهانی پیدا خواهد کرد ، ولی برخلاف انتظارش معروفیت زیادی از آن

۱- طیف . اگر پرتو باریکی از نور سفید از منشوری بگذرد ، شعاعهای رنگینی که نور سفید از آنها ترکیب شده به زوایای مختلف منکسر می‌شوند و بشکل نوار رنگینی (به ترتیب بنفش ، نیلی ، آبی ، سبز ، زرد ، نارنجی ، و قرمز) خارج می‌گردند . چنین نواری را طیف منشوری و تجزیه نور سفید را تفرقه می‌گویند . طیف بر اثر انعکاس بر صفحه‌ای مخطط بخطوط ظریف متوازی و خیلی نزدیک بهم نیز تشکیل می‌شود ، و در این صورت آنرا طیف پراشی خوانند . بطور کلی طیف را می‌توان مجموعه تصاویر یک شکاف باریک ، ناشی از تجزیه مجموعه‌ای از تشعشعات یا امواج الکترومغناطیسی بر حسب طول موج یا بسامد (و فور) آنها تعریف کرد .

کسب نکرد حتی هزاران نامه‌ی اعتراض آمیز در رد نظریات وی به انجمن سلطنتی ارسال گردید. گرچه در بین گروه مخالفان و اعتراض کنندگان اشخاص عادی و غیر برجسته هم وجود داشت ولی شخصیت‌های ممتاز علمی، نظیر کریستیان هویگنس^۱ و رابرت هوک نیز در آن جمع دیده میشد. نیوتن کلیه‌ی اعتراضات را از نظر میگذرانید و برای هریک پاسخی مقنع تهیه میکرد. با این وصف نتوانست هیچیک از مخالفان و اعتراض کنندگان را، جز يك کشیش یسوعی فرانسوی بنام پاردی (Père Pardis) بسمت خود بکشاند و پیرو خویش گرداند.

این مخالفتها و جدال و ستیزه‌جوییها تأثیری ناگوار و زننده بر روح و فکر نیوتن وارد ساخت بطوریکه با خود عهد کرد دیگر گرد طبع و انتشار نظریات و اکتشافات خودش نگردد. در نامه‌ای که بعداً به لایب - نیتز^۲ نوشته چنین متذکر شده است «مباحثاتی که بدنبال انتشار نظریه‌ی

۱ - Huygens (۱۶۲۹-۱۶۹۵)، ریاضیدان، منجم، و فیزیکدان هلندی. وی برای اولین بار فرضیه‌ی موجی نور را عرضه نمود و نیز اساس نظریه‌ی پاندول مرکب را بیان و حلقه‌های نورانی دور سیاره‌ی زحل را کشف کرد.

۲ - Leibnitz, Gottfried Wilhelm, Baron Von

(۱۶۴۶ - ۱۷۱۶)، فیلسوف و ریاضیدان آلمانی که در سایر علوم و تاریخ و حقوق نیز مقامی شامخ داشت. در خدمت اسقف اعظم ماینتز بخدمات سیاسی اشتغال داشت و مدت‌ها درباریس بود. لایب‌نیتز، بدون اطلاع از کارهای نیوتن، حساب مقادیر بی‌نهایت کوچک را بسط داده است (۱۶۷۵-۷۶). بعداً به خدمت دوک پرونسویک درآمد، و اولین رئیس آکادمی علوم پروس (که خود منشأ فکر تأسیس آن بود) شد. فلسفه‌ی خود را در آثارش از قبیل مونادولوژی یا معرفت جوهر فرد (۱۷۱۴) و مبادی طبیعت و فیض (۱۷۱۴) و عده‌ی زیادی نامه‌ها و رسالات بیان کرده است. اساس فلسفه‌ی لایب‌نیتز متکی بر این است که عالم از عده‌ی نامحدودی واحدهای قوه‌ی عقلانی یا مادی تشکیل شده، و هریک از آنها را يك موناد (Monad)، این لفظ در زبان یونانی به معنی واحد است) می‌خواند. هریک از اجزای جوهری جنبه‌ی تأثیر و مقاومت نسبت به تأثیر دیگری دارند؛ و هریک برای خود جهانی است و آینده‌ی تمام‌نمای کلیه‌ی جهان است (امکان ادراکات ناشی از همین امر است). مونادها سلسله‌مراتبی دارند که موناد اعلی، یعنی خدا، در رأس آنست. لایب‌نیتز به جبر مطلق و نیز به اختیار مطلق معتقد نیست بلکه به نوعی امر بین‌الامرین قائل است، و می‌گوید اگرچه خدا اراده‌ی انسان را آزادی عمل داده معهذا عالم را به بهترین وجهی که ممکن است صورت می‌بخشد؛ و خلاصه آنکه عالم خلقت بهترین عوالمی است که ایجادش ممکن بود.

من در باب نور برخاست مرا بس ناراحت و آزرده ساخت ؛ و از اینکه دامن تعلق از نعمت آرامش و رحمت خموشی و آسودگی در کشیدم و دست در دامن امری واهی زده و بدنبال سایه و پنداری شتافتم سخت پشیمانم و همواره خود را ملامت میکنم . « با اینوصف بازهم از انتشار کشفیات علمی خود دست برنداشت جویمخواست دنیای علم و دانش در برابر نبوغ علمی وی سرتحسین و ستایش فرود آورد . ولی این تضادهای خلقی و روحی نیوتن هم از نظر دشمنانش پوشیده نماند . جان فلمستد^۱ که بعداً دوستی و رابطه‌ی خویش را با نیوتن برهم زد ، در باره‌ی وی چنین میگوید : نیوتن مردی است مودبی و جاه طلب ؛ در برابر تعریف و تملق و ستایش شیفته و مجذوب ، و در مواجهه با نظریات مخالف کم ظرف و بیقرار بنظر من ذاتاً آدم خوبی است ، ولی بدبینی و سوءظن دیده‌ی روح و فکرش را تیره و تار ساخته است . »

نیوتن در کیمبرج نمونه و مظهر استادان کم حافظه و فراموشکار بشمار میرفت ، منشی هم نامش همفری نیوتن (Humphrey) ، که قرابتی باوی داشت ، مینویسد : « هرگز او را ندیدم که تفریح کند یا سرگرمی برای خود تهیه نماید . او حتی از سواری ، هواخوری ، راه پیمایی ، چوگان بازی ، و هر گونه ورزش دیگری خودداری میکرد ، و معتقد بود لحظاتی از عمر که جز به تحصیل و مطالعه بگذرد بهدر رفته و تباه است . » چه بسا شبها تا دو سه ساعت پس از نیمه شب کار میکرد ؛ بسیار کم خوراک بود ، و بارها اتفاق می افتاد که صرف غذا را فراموش میکرد ؛ و پس از آنکه این مطلب را بوی تذکر میدادند ، شتابان سر میز غذا میرفت و ایستاده یکی دو لقمه صرف میکرد . « نیوتن بذرت در سالن غذاخوری کالج حاضر میشد ؛ و اگر هم احیاناً بدانجامیرفت وضعی نامرتب داشت : « کفشهای باز و پاشنه خوابیده ، و جورابهایش روی کفش افتاده بود ؛ روپوشی در برداشت ، و ندرتاً باسری شانه زده و مرتب دیده میشد . « بطوریکه گفته میشود وی اغلب در سالنهای خالی به ایراد سخنرانی میپرداخت ، و با تصور و تجسم آنکه مستمعین بسیاری در برابرش نشسته اند ، رضایت خاطری حاصل نمی نمود .

۱ - John Flamsteed (۱۶۴۶-۱۷۱۹) ، منجم انگلیسی ، و یکی از تهیه کنندگان جدول طبقه بندی ستارگان . فلمستد اولین منجم رسمی دربار انگلستان بود .

پس از این جدال و مشاجرات قلمی نیوتن گوشه‌ی عزلت اختیار کرد ، و از اینکه مردم او را بچشم دانشمند و عالمی نگاه کنند خود را برکنار نگاهداشت . در اینحال بسمت نمایندگی مجلس عوام انتخاب شد ، و درایام فراغت به مطالعه و تحقیق درشیمی ، کیمیاگری ، الاهیات ، فیزیک ، ریاضیات می پرداخت . در همین ایام بود که با لایب نیتز آشنائی حاصل کرد ولی حاضر نشد اطلاعاتی دقیق و جامع درباره‌ی کشفیاتی که در ریاضیات نموده بود در دسترس دانشمند بزرگ معاصر خود بگذارد . امروزه در محافل علمی ، عقیده بر آنست که «حاسبه‌ی مقادیر بینهایت» کوچک را نیوتن و لایب نیتز ، کمابیش ، هریک مستقلاً انجام داده‌اند ولی پس از آنکه ، در آن دوران ، موضوع به جهانیان عرضه شد ، هر دو دانشمند و طرفدارانشان بسختی باهم در افتادند و هر کدام تقدم این کشف را از آن خود می دانستند . حتی نیوتن قدم فراتر نهاده لایب نیتز را متهم به «انتحال»^۱ نمود . بطور کلی نیوتن در هر رشته یا مبحثی که به مطالعه و تحقیق مشغول میشد ، برای خود حق اختصاصی یا انحصاری قائل بود ، و میل نداشت دیگران هم در آن زمینه بررسیهایی نمایند ؛ وبه همین علت هم بدنبال هر کشفی که در زندگی خلاقه‌ی وی انجام گرفته ، مجادلات و مشاجرات سختی روی نموده است .

در سال ۱۶۸۴ دیدار تاریخی هاله^۲ از نیوتن انجام گرفت . هاله در مورد مسئله‌ی جاذبه‌ی گرانشی^۳ بین خورشید و سیارات با اشکالاتی

۱- دزدی علمی یا ادبی که در قرون وسطی متداول و معمول بوده است .
 ۲- Halley , Edmund (۱۶۵۶ - ۱۷۴۲) ، منجم مشهور انگلیسی که با نیوتن روابطی صمیمانه داشت ، و پرداخت مخارج چاپ کتاب اصول را برعهده گرفت . هاله در سال ۱۷۲۰ منجم رسمی دربار انگلستان شد . تحقیقاتی در باب ستارگان دنباله دار نمود ، و حتی پیش بینی کرد که ذوزنبی را که در ۱۵۳۱ مشاهده نموده در ۱۷۵۸ ، بار دیگر ، مرئی خواهد شد ؛ از آن پس این ستاره بنام وی موسوم شده است .

۳- گرانش . هرگاه دو ذره‌ی مادی یا دو جسم ، در حرکت آزاد باشند ، بجانب یکدیگر شتابانیده می شوند ؛ این نمود را گرانش می خوانند . بموجب قانون نیوتن این نمود ناشی از نیروهای جاذبه‌ی بین اجسام است که به نسبت مستقیم اجرام و عکس مجذور فاصله‌ی آنها است . ولی بموجب نظریه‌ی اینشتین نمودهای گرانشی از خواص هندسی فضایی باشد ؛ و نیز انرژی تشعشعی تابع گرانش است . (Gravitation)

مواجه بود. هاله و هوک، بامدافه در نظریات کپلر، در باب حرکت سیارات عمیده داشتند که نیروی جاذبه می‌بایست متناسب با عکس مجذور فاصله‌ی بین سیاره و خورشید باشد؛ ولی از اثبات این امر عاجز بودند. هاله در این باب از نیوتن سؤال کرد «اگر فرض کنیم نیروی جاذبه به نسبت مجذور مسافت نقصان یابد، در اینحال مدار سیارات چه صورتی خواهد داشت؟» و نیوتن بدون تأمل پاسخ داد «بیضی». هاله پرسید که چگونه بر این امر وقوف حاصل کرده است؟ و نیوتن در پاسخ اظهار داشت «خیلی ساده، حساب کردم». هاله از این چند کلمه‌ی کوتاه دریافت که نیوتن یکی از اساسی‌ترین قوانین نظام کائنات، یعنی قانون جاذبه را کشف کرده است. هاله سپس اظهار تمایل به دانستن چگونگی این محاسبات نمود، ولی نیوتن نتوانست یادداشت‌های خود را بیابد و آنها را در دسترس وی قرار دهد. لیکن قول داد که قضایا و براهین آنها را بنویسد و برایش بفرستد. و بالاخره در اثر اصرار و پافشاری فوق‌العاده هاله، مجبور شد نسخه‌ای از آنها، پس از تکمیل، برای انجمن سلطنتی بفرستد. بدین ترتیب کتاب اصول ریاضی فلسفه‌ی طبیعی *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* که از آن پس مختصراً بنام اصول (Principia) مشهور است تدوین گردید.

قبل از چاپ کتاب اصول نهمه‌ی تازه‌ای برخاست، و آن ادعای هوک بود که کشف قانون عکس مجذور فاصله را از آن خود می‌دانست. نیوتن بجای از این ادعا بر آشفت که تصمیم گرفت فصول مورد ادعا را، که مهم‌ترین قسمتهای کتاب بود، از آن حذف کند. ولی هاله نظر وی را برگردانید و او را مقاعد ساخت تا این اثر نفیس را بدون تغییر و کم و کاست به چاپخانه بفرستد. سهم هاله در انتشار این کتاب فوق‌العاده و عظیم است تا آنجا که میتوان گفت اگر مداخله‌ی وی نبود شاید اصولاً کتاب منتشر نمی‌شد. وی نه تنها نیوتن را وادار به تحریر آن نمود، بلکه با آنکه مکنت چندانی نداشت، موضوع چاپ کتاب را هم تقبل کرد و مخارج آنرا از کیسه‌ی فتوت خود پرداخت.

اصول مشتمل بر سه کتاب است. در اولین، نیوتن قوانین سه‌گانه‌ی حرکت خود را تشریح نموده و نتایج قوانین مختلف نیرو را مورد بررسی

و مذاقه قرار داده است . در دومین به تحقیق و تتبع در مسئله ی حرکت در مایعات پرداخته ، ولی ظاهراً در این مبحث موفقیت چندانی نصیب وی نشده و در سالهای بعد قسمت اعظم آن مورد تجدید نظر قرار گرفته است . در کتاب سوم بحث از جاذبه ی عمومی بمیان آمده و نیوتن ثابت کرده است که سقوط اجسام بر زمین ، گردش ماه و اقمار مشتری ، حرکات سیارات و نمودهای کشندی ^۱ همگی تابع قانون واحدی میباشند که همان قانون جاذبه ی عمومی است .

یکی از دشوارترین مسائلی که نیوتن با آن مواجه بود اثبات این مسئله بود که نیروی جاذبه ای که بوسیله ی جرمی کروی اعمال میشود ، همان است که اگر تمامی جرم آنرا در مرکز کره متمرکز شده بدانیم . و تا این قضیه اثبات نمیشد ، نظریه ی جاذبه ی عمومی ، بیش از آنچه براساس محاسبات دقیق و برهان ریاضی متکی باشد ، صرفاً با جنبه ی یکنوع الهام و مکاشفه باقی میماند . مثلاً در مورد مسئله ی ساده ای چون سقوط سیبی از درخت ، که بحساب نیوتن همان مورد تمرکز نیروی جاذبه است ، مسئله ی «فاصله ی میان زمین و سیب» پیش میآمد . در اینجا بود که حساب جامعه و فاصله بمدد نیوتن برخاست . وی چنین فرض کرد که زمین مجموعه ای از ذرات ریز ماده است ، و هر یک از این ذرات سیب را ، برطبق قانون عکس مجذور فاصله جذب میکنند . آنگاه این نیروهای منفرد را یک کاسه کرد و ثابت نمود که اگر هم زمین بمنزله ی نقطه ای جرم دار فرض شود ، یعنی اگر تمامی جرم آن در قسمت کوچکی از مرکزش مجتمع و متراکم باشد ، بازهم همین نتیجه بدست می آید .

نیوتن پس از پایان رسیدن کتاب اصول بیمار شد و به نوعی «در هم گسیختگی تعادل اعصاب» دچار گردید . همواره شکایت از این میکرد که شبها نمیتواند بخوابد ؛ و حتی اظهار میداشت که تمرکز فکری سابق خود را از دست داده است . در همین ایام بود که نامه هایی تند و زننده به دوستان مینوشت و بعداً از کرده پشیمان می شد و از آنان پوزش می طلبید . حتی به

۱ - کشند یا جزر و مد یعنی برآمدن و فرونشستن متناوب آب دریا و خلیج و رودخانه و غیره در نتیجه جاذبه ی خورشید و ماه . (Tide)

جان لاک^۱ شدیداً حمله نمود و چنین وانمود کرد که فیلسوف می خواهد «میانه‌ی او را با زنان برهم بزند».

نیوتن بسال ۱۶۹۶ زندگی دانشگاهی را ترك گفته با سمت ناظر ضرابخانه‌ی سلطنتی مشغول کار شد و بعداً بمقام ریاست آن ارتقاء یافت. گرچه ظاهراً دست از فعالیت علمی و تحقیق و تتبع برداشته بود، ولی نظریه اکتشافات و خدمات علمی سابقش، همه روزه مورد تقدیر و تشویق قرار میگرفت و افتخارات زیادی براوارزانی میگردد. در ۱۷۰۵ به لقب «شهباز»^۲ مفتخر شد، به ریاست انجمن سلطنتی انگلستان رسید، و سالها در آن مقام باقی ماند. ضمناً باید متذکر شویم که نیوتن در اواخر عمر کار مهم و برجسته‌ی علمی انجام نداده است. بعضی را عقیده بر آنست که مشعل نبوغش خاموش شده بود؛ لیکن عده‌ای می‌گویند که نیوتن، چون پس از کشف نظریه-

۱ - Lock, John, (۱۶۳۲ - ۱۷۰۴)، فیلسوف انگلیسی، مؤسس مکتب اصالت تجربه. هنگامی که در هلند، در تبعید سیاسی، بسر میبرد (۱۶۸۳-۸۹) اثر معروف خود موسوم به رساله در فهم و عقل انسانی را تکمیل کرد. لاک در این رساله، که کتابی در روانشناسی عمای است، میگوید ذهن انسان، در آغاز، مانند لوحی سفیدی است و تجربیات آدمی معلومات را بر آن نقش میکند. لاک پس از انقلاب ۱۶۸۸ به انگلستان بازگشت. در کتاب دورساله در حکومت (۱۶۸۹) از حکومت سلطنتی مشروطه طرفداری میکند. وی علیرغم هابز (Hobbes) مدعی است که طبع بشر فی حد ذاته خوبست، و افراد بشر برابر و مختارند. نیز معتقد است که حکومت با قراردادی اجتماعی بوجود می‌آید، و باید اعتقاد به حقوق طبیعی بشر را راجع‌نمای خود قرار دهد. این نظریه، که پایه و مایه‌ی دموکراسی است، در استقرار قانون اساسی بسیاری از کشورها نتایجی ثمر بخش داشته است.

۲ - شهباز، در تاریخ باستان نام فردی از طبقه‌ی اشراف درجه‌ی دوم که در خدمت نظام بود، ولی اسب و سازوبرگ خود را شخصاً فراهم میکرد. در روم مقام شهباز بین سنا تور و شارمند بود. در قرون وسطی این نام به جنگجوی مسلح و سواری از طبقه‌ی اشراف اطلاق میشد. شهبازی به مفهوم حقیقی آن، ارثی نبود بلکه کسبی بود. عنوان شهباز (نایت انگلیسی Knight، آلمانی Ritter، و فرانسه شوالیه Chevalier) بعد ها در شمار القاب اشرافی درآمد. اکنون در انگلستان شهبازی لقبی اشرافی نیست بلکه لقبی است که شاه به کسانی میدهد که در امور کشوری یا لشگری کاری برجسته انجام دهند.

های نور و رنگ ، حساب جامعه و فاضله را ابداع کرد ، و مکانیسم و نظام کائنات را مکشوف ساخت ، دیگرکاری نموده که برای دنیای علم انجام دهد. با اینحال نباید تصور کرد که عمرش، در سالهای آخر حیات، بی حاصل و عاطل و باطل بود. شهرت و افتخارات عظیمی که دردنیای علم کسب کرده بود، او را تشجیع و تشویق کرد تا در باب بسیاری از مسائل علمی غور و مذاقه کند، و از آنجمله در باب « علت » وجود جاذبه‌ی زمین فرضیه‌های متعددی عرضه کرد؛ در باب ماهیت اثر مطالعه و بررسی‌هایی بعمل آورد؛ درباره‌ی اندازه‌ی ذرات متشکله‌ی ماده، نیروهای الکتریسیته و مغناطیس، علت پاسخ^۱ عضلات به فرامین اراده^۲، منشأ احساسات^۳، آفرینش جهان، و سرنوشت نهائی بشر تحقیقات و تتبعات ذیقیمتی بعمل آورد. در قرن بعد از وی بسیاری از دانشمندان فیزیک تجربی راه و رسم او را در پیش گرفتند.

نیوتن را عموماً بانی و مؤسس عصر عقل مینامند. انگزاندروپ^۴، شاعر انگلیسی، احساسات عصر خود را، بدین مضمون، در قالب شعری

۱- پاسخ، در روانشناسی فعالیت عضله‌ای یا غددی یک ارگانیسم است در مواجهه با موقعیتها یا انگیزه‌ی مخصوص. (response)

۲- اراده. نیروئی که آدمی را به اعمال مشعر و متوجه به هدف و امیدارد. بعضی از فلاسفه منکر اراده‌اند، و دیگران نیز در تعریف آن اختلاف دارند. نظر به‌های معمول یکی اینست که اراده محصول عناصری است که در عمل و عکس العمل متقابل میباشد؛ و دیگر اینکه اراده عاملی است که محرک نیروی شخصیت است. (Will)

۳- احساسات. حالتی است انفعالی که به‌شیء یا شخص یا فکری ارتباط دارد؛ و گرچه دارای تمام مشخصات عاطفه نیست، اما همان جلوه‌ی ظاهری را دارد.

۴- Alexander Pope، (۱۶۷۸-۱۷۴۴)، شاعر انگلیسی. پسر بارچه فروش ثروتمندی بود، و از آغاز عمر به تحصیل شعر و نقد ادبی پرداخت. از آثار برجسته‌اش رساله‌ای در نقد ادبی (۱۷۱۱) خلاصه‌ی عقایدی است که در آن زمان در زمینه‌ی سخن‌سنجی رائج بوده. در ۱۷۱۳ جنگل ویندسور، و در ۱۷۱۴ دست درازی به حلقه‌ی میسو را که منظومه‌ای هجو آمیز درباره‌ی افتضاحات مجامع اشراف بود منتشر کرد. در ۱۷۱۷ دیوانی مشتمل بر مرثیه‌ی بیاد بانوئی بدبخت، الویزا به آبلار از او انتشار یافت. ایللیاد را در ۱۷۲۰ و ادیسه را در ۱۷۲۵-۲۶ با انشائی شیوا و سبکی عالی ترجمه کرد و استفاده‌ی سرشار از آن برد. در بین سالهای ۱۷۳۲-۱۷۳۴ رساله‌ی در باب انسان را در دفاع از خداشناسی سرود. رساله‌ها و هجو به‌های اخلاقی چندی هم دارد مانند نامه‌ای به دکتر اربوئوت.

زیبا درآورده است :

طبیعت و قوانین آن در ظلمت اسرار پنهان بود .
 خداوند فرمود : نیوتن، بوجود آید ، و آنوقت همه اسرار برملا شد .
 اما لردکینز (Keynes) فقید توجه عامه را به جنبه‌ی دیگری از
 شخصیت نیوتن : شوق و طلب او برای حل معمای وجود ، رغبت فوق العاده
 وی به کیمیاگری و علوم محتجبه و مسائل مذهبی ، و نظریات غیر متعارف او
 در باره‌ی الاهیات جلب میکند . هر کس آثار غیر علمی نیوتن را مطالعه کند
 یا تحقیقات علمی وی را در کتاب **مبحث نور** ، که در اواخر عمر منتشر کرده
 است بخواند ، با شرپوپ اقناع نخواهد شد بلکه بیشتر پیرو نظریه‌ی
ویلیام وردزورث^۱ خواهد شد که در باره‌ی نیوتن چنین گفته است :
 با منشورش و چهره‌ای آرام
 و مغزی متفکر ، مدام ،
 بتنهایی در دریای بی‌پایان افکار سیر میکند .

۱- Wordsworth, William . (۱۷۷۰-۱۸۵۰) ، شاعر رومانتیک
 انگلیسی . در کیمبرج تحصیل کرد ، و در سال ۱۷۹۱ به فرانسه رفت و تحت تأثیر
 روسو و انقلاب کبیر واقع شد. در بازگشت به انگلستان گردش‌خانه و طرح‌های
 توصیفی را انتشار داد. وردزورث بزرگترین شاعر طبیعت‌پرداز انگلیسی است،
 و اشعارش بسبب ذوق سرشار و بیان ساده از زیباترین اشعار بشمار میرود . در
 ۱۸۴۴ ملک‌الشعراى دربار انگلستان گردید .

رابرت هوک

از : ۱ . ن . داکوستا . اندرید .

مسئله کلیه‌ی آنانکه با فیزیک سروکار دارند با نام رابرت هوک آشنا هستند چو قانون هوک : « اندازه‌ی نسبی تغییر شکل مکانیکی متناسب با تلاش است . » و نتایج مأخوذه از آن از قوانین درجه‌ی اول فیزیک میباشد . این قانون بحدی اهمیت دارد که نام کاشف آن همواره در تاریخ علم با خطوط زرین ثبت خواهد ماند . ضمناً باید متذکر شویم که اهمیت و افتخار هوک صرفاً از قانونی که بنام وی معروف شده است نمیشود چو وی از کلیه‌ی رشته‌های علمی حظی وافر داشت ، و در پیشرفت و تکامل آنها سهمی بسزا . دانشمندانی که زندگی هوک را کلاً با جزئاً مورد مطالعه و تدقیق قرار داده‌اند عظمت نبوغ او را ، که جامع و شامل بوده است ، ستوده و با حیرت و اعجاب هرچه تمامتر سر تحسین در پیشگاه علمیش فرود آورده اند . معهدا کارهای علمی این دانشمند ، بدان وسعت و اندازه که باید دانسته شود ، شناخته نشده است .

رابرت هوک در ۱۸ ژوئیه‌ی ۱۶۳۵ در دهکده‌ی فرش و اثر^۱ در جزیره‌ی وایت^۲ پا بعرصه‌ی وجود نهاد . پدرش کشیش همان قریه بود ، و در خانه‌ی محقری که تا آغاز قرن بیستم هنوز پا برجا بود زندگی میکرد . رابرت ، از هنگام تولد ، کودکی نحیف و رنجور بود ، و در سراسر

۱ - Freshwater ، دهکده‌ای در جبهه‌ی غربی جزیره‌ی وایت انگلستان .
 ۲ - ردتینس ، شاعر معروف ، از ۱۸۵۳ بعد در این دهکده مسکن گزید .

۳ - weight ، جزیره‌ایست بمساحت ۳۸۱ کیلومتر مربع ، دارای ۹۵۵۹۴ نفر سکنه ، واقع در جنوب انگلستان . این جزیره بواسطه‌ی آب و هوای معتدل و مناظر زیبای خود تفرجگاه بشمار میرود . شغل عمده‌ی اهالی آن پرورش گوسفند و تهیه‌ی لبنیات میباشد . رومیها در سال ۴۳ میلادی آنرا تصرف کردند .

دوران حیات نیز وضع مزاجی رضایت بخشی نداشت ؛ یا سخت بیمار بود و یا اندکی رنجور و کسل . در جوانی همواره از سردردی شدید که نتیجه‌ی التهاب سینوس‌های پیشانی‌ش بود رنج میبرد . از روی دفتر یادداشتهای روزانه اش که در اواسط عمر نوشته معلوم است که دائماً مبتلا به زکام ، و از سوء هاضمه‌ای شدید در زحمت بود بطوریکه کمتر غذائی با مزاجش سازگاری داشته است . سردرد و سرگیجه او را میآرزید ؛ شبها نمی‌خوابید ، و اگر هم ساعتی بخواب میرفت دستخوش رؤیاهائی موحش و ترسناک میشد ؛ و مسلماً بی‌حوصلگی و تند خوئی وی که همواره موجب کله و شکایت دیگران و رنجش دوستان و آشنایان میگردد علتی جز همین سابقه‌ی بیماری و عدم تعادل وضع مزاجی نداشته است .

از اینها گذشته هوک مطلقاً بهره‌ای از جمال و زیبایی هم نداشته است تا بتواند محبوب همگان قرار گیرد و خود را در دلها جای دهد . گرچه عکسی از وی در دست نیست لیکن به استناد گفته‌های معاصرینش اندامی کج ، صورتی بغایت زشت ، دهانی فراخ ، و چانه‌ای باریک داشته است . سمیوئل پیپس^۱ ، وقایع نگار انگلیسی ، هوک را مرد بزرگی میدانند که ظاهری امید بخش ندارد . وی ، پس از دیداری که در ۱۵ فوریه‌ی ۱۶۶۵ از انجمن سلطنتی لندن بعمل آورد چنین مینویسد « امروز آقای بویل و بالاخص هوک در جلسه حضور داشتند ؛ و هوک ، گرچه بزرگترین مردی است که من در جهان دیده‌ام ، ولی ظاهری امید بخش ندارد . » هنگامی که هوک ۲۳ ساله بود ، پدرش در گذشت . ابتدا هوک بر

۱ - Pepys , Smuel (۱۶۳۳-۱۷۰۳) ، وقایع نگار انگلیسی . ابتدا در نیروی دریائی خدمت میکرد ، و بمقام منشیگری دریا سالار ارتقاء یافت (۱۶۷۲-۱۶۸۴ و ۱۶۸۹) . در ۱۶۸۴ رئیس انجمن سلطنتی شد . پس از جلوس ویلیام سوم گوشه‌گیری کرد و خاطرات نیروی دریائی را نوشت (۱۶۹۰) . دفترچه‌ی یادداشتهای خود را که به رمز تهیه کرده بود ضمن کتب خویش به کالج ماگدالن ، کمبریج ، واگذار کرد بعداً مندرجات این دفترچه مکشوف ، و در ۱۹۲۵ ، برای اولین بار ، چاپ شد . پیپس در این یادداشتهای حوادث زندگی شخصی ، اجتماعی ، و سیاسی خود را از ۱۶۶۰ تا ۱۶۶۹ ذکر کرده و وضع زندگی اجتماعی و رسوم و روح چارلوپی را در دوره‌ی بازگشت سلطنت بخوبی تشریح نموده است .



آن شد تا نزد سرپتریلی^۱ ، نقاش معروف لندن کار کند و این فن را فراگیرد . لیکن چون بوی رنگ و روغن باعث تشدید سردرد وی شد لاجرم از آن دست برداشت ، و در وست مینستر^۲ به مدرسه رفت و طولی نکشید که نظر دکتر باسبی^۳ رئیس مدرسه را جلب کرد و در سلك دوستان وی در آمد . این دوستی تا پایان عمر بطول انجامید . پدر هوک ، پس از مرگ ، برای فرزندش یکصدلیره میراث باقی گذارد؛ و این مبلغ در آن تاریخ رقمی بزرگ بشمار میرفت . در ۱۸ سالگی ، هوک که زبانهای لاتین و یونانی را کاملاً میدانست ، و مقدمات هندسه را آموخته بود ، وارد دانشگاه آکسفرد شد . در درودگری و فلزکاری استعدادی فوق العاده داشت ، و بزودی افزارمندی قابل شد و از چوب و فلزات اشیائی جالب ساخت . بعلاوه (بطوریکه از آثار بعدیش معلوم میشود) در طراحی و نقشه کشی نیز مهارتی تام از خود نشان داد . استعدادش در موسیقی هم بحد کفایت بود ، و موفق شد به سمت سرود خوان کریست چرچ^۴ ، یکی از کالج های وابستهی دانشگاه آکسفرد ، برسد . بدین ترتیب ، باحقوقی که از سمت سرود خوانی میگرفت ، و دستمزد خدمتی که نزد اربابی ، گودهن (Goodman) نام ، انجام میداد ، امرار معاش مینمود .

هوک در آکسفرد باتنی چند از دانش طلبان برجسته و ممتازی سروکار پیدا کرد همه زیرک و تیزهوش . این گروه نسبت به علوم تجربتی یعنی رشتهای که بتازگی در پهنهی دانش تجلی کرده بود فوق العاده راغب و

۱ - Lely, Sir Peter (۱۶۱۸ - ۸۰) ، نقاش هلندی که پس از واندیک نقاش دربار انگلستان شد .

۲ - Westminster ، کوئی است در مغرب لندن که واجد جنبهی شهریت میباشد . دیروست مینستر ، کاخ وست مینستر (پارلمان انگلستان) ، کاخ بوکینگهام ، و داوینگ ستریت (مقر نخست وزیر انگلستان) در این کوی است . مدرسهی آن در قرن چهاردهم تأسیس شده و شهرتی بسزا دارد .

۳ - Busby Richard (۱۶۰۶ - ۱۶۹۵) ، معلم انگلیسی که در ۱۶۳۸ به ریاست مدرسهی وست مینستر رسید .

علاقه‌مند بودند . کریستوفر ورن^۱ و رابرت بویل ، دو مردی که در زندگی و شخصیت هوك تأثیری بسزا داشتند ، جزو اینگروه بودند . بویل ۸ سال بزرگتر از هوك بود . ثروتمند بود و صاحب جاه و مقام ؛ و زندگی مرفهی داشت . وی پسر هفتم و بیجی چهاردهم ارل آو كورك کبیر^۲ بود (بعضیها او را برادر ارل آو كورك پنداشته اند) . رابرت بویل بعد ها به پدرشیمی موسوم گردید . در حدود سال ۱۶۵۵ ، هنگامیکه هوك در آکسفرد دانشجویی بیش نبود ، بویل او را بسمت دستیار خود در کارهای آزمایشی برگزید . طرح ماشین تخلیه‌ی هوا ، که در آثار علمی اولیه‌ی بویل تشریح شده ، بوسیله‌ی هوك تهیه گردیده ؛ و حتی ساختمان آن هم بدست وی انجام گرفت . و شاید اگر اظهارشود که قانون بویل مدیون هوك، و اثر فکر اوست سخنی بگزارف گفته نشده باشد .

هوك بسال ۱۶۶۱ اولین اثر خود را انتشار داد ، و آن کتابی بود كوچك که در آن از نمود های کشش^۳ سطحی و مخصوصاً کیفیت

۱ - Wren Sir Christopher (۱۶۳۲ - ۱۷۲۳) ، معمار معروف انگلیسی که در عین حال ریاضی دانی قابل و متبحر بود . وی طرحهایی برای تجدید ساختمان لندن ، پس از آتش سوزی مدش ۱۶۶۰ ، تهیه کرد ، ولی اجرا نشد . در طی سالهای ۱۶۷۰ - ۱۷۱۱ ، تعداد ۵۲ کلیسا در لندن ساخت که مهمترین آنها کلیسای جامع سن پول میباشد .

۲ - Earl of Cork ، نامش ریچارد بویل ، (۱۵۶۶ - ۱۶۴۳) ، سیاستمدار ایرلندی ، هنگامی که وزیر خزانه داری ایرلند بود (۱۶۳۱) ، مخالفتش با برنامه‌ی ایرلندی ارل آو استفورد موجب برافتادن استفورد گردید . ریچارد برای اصلاح اراضی و توسعه‌ی صنایع آهن اقدامات مجدانه‌ای کرد و در عمران و آبادی ایرلند کوشش فراوان مبذول داشت .

۳ - در مواردی سطح مایعات مانند غشاء کشان (قابل ارتجاع) ممتدی عمل میکند . قوه‌ی کشش این غشاء را کشش سطحی گویند . مثلاً ممکن است يك سوزن یا تیغ ریش تراشی بحال سکون بر سطح مایمی بماند . بطور کلی هر گاه دو ماده‌ی مختلف در امتداد سطحی باهم تماس داشته باشند ، مساوی بودن قوای جاذبه‌ی مولکولی و سایر قوایی که در کار است شکل سطح تماس را بمقتضای اصل کمترین انرژی تغییر میدهد .

مؤینگی^۱ بحث شده است. گرچه در بیان این نموده‌ها چندان به بسط و تفصیل نپرداخته، مع هذا کتابش مشحون از دقت نظر است، و نشانی از تعلق خاطر وی به آزمایشات بشمار میرود. منبأ مثال متذکر می‌شویم که هوک، در کتاب خود، علت شناوری اجسام کوچک را بر سطح مایعات، و بالا آمدن روغن را در فتمله‌ی چراغ و شیرهی^۲ نباتی را در درخت همان عاملی می‌داند که سبب بالا رفتن مایع در لوله‌های بسیار باریک می‌شود.

اولین اختراع جالب هوک ساختن طبله برای ساعت بود. بدنبال این اختراع جدال و مناقشات لجوجانه و سختی بوجود آمد که هم موجب رنجش و دلخوری و نگرانی خاطر هوک در سراسر زندگی علمی خود گردید، و هم روابط او را با دوستان و آشنایان برهم زد. داستان اختراع و تکامل ساعت اصولاً پیچیده و تاریک است. قبل از هوک عمل تعیین وقت بوسیله رقاصکی انجام می‌گرفت که تحت تأثیر ضربات دندانه‌های جرخ دنگ به جلو و عقب می‌رفت. این نوع ساعتها بهیچوجه دقیق نبودند تا آنجا که شکسپر ساعت‌های عصر خود را که به تخم مرغ نورمبرگ^۳ معروف بود، شاهد مثال برای غیرقابل اعتماد بودن قرار داده می‌گوید:

زنی که مثل ساعت آلمانی است،

۱ — کیفیتی ناشی از کشش سطحی که باعث میشود قسمتی از سطح مایع که با جسمی جامد تماس دارد بالاتر یا پایینتر از قسمتی که تماس ندارد قرار گیرد. تسمه ناشی از اینست که اگر لوله‌ی بسیار باریکی (لوله‌ی موئی) را از یک سر عموداً در مایعی قرار دهیم مایع در لوله بالاتر (مثلاً در مورد آب) یا پایینتر (مثلاً در مورد جیوه) از سطح خارجی قرار میگیرد.

۲ — شیر. مایع جاری در داخل آوندهای گیاه، مرکب از آب و غذاهای محلول نباتی (مخصوصاً قندها، نمکها، و اسیدهای آلی) و پیگمانها. آب شیر. گیاهی بوسیله‌ی عمل اسموز از ریشه‌ها داخل شده بتوسط بافت‌های آوندی به قسمتهائی که کلروفیل دارند (مخصوصاً برگها) میرسد. چنین تصور می‌شود که بالا رفتن شیر. در آوند مطابق قواعد اسموز، و غلیظ شدن آن در برگها باعث تبخیر و تعرق و همچنین زیاد شدن فشار اسموزی در ریشه مخصوصاً در فصل بهار است.

۳ — تاریخچه‌ی ساخت اولین ساعت دقیقاً معلوم نیست، ولی مسلماً اندکی پس از آن که پتر هنلین Peter Henlein، در نورمبرگ فنر ساعت را اختراع کرد، ساخته شده است. این ساعتها به تخم مرغ نورمبرگ معروف بودند.

همیشه در دست تعمیر است و هیچگاه در جای خود نیست ،

و نظیر ساعت ، هرگز درست کار نمی‌کند .

تردید نیست که هوک به خاصیت اصلی فنر برای کنترل حرکت چرخ دنگ ساعت پی برده و قبل از سال ۱۶۶۰ طرح و الگوئی از آنرا هم تهیه کرده بود . وحتی ظاهراً چندسال بعد فنر مارپیچی را هم که کمی بعد (در ۱۶۷۵) بوسیله‌ی کریستیان هویگنس عرضه شد ، اختراع کرده است . ولی در این مورد نه رساله‌ای منتشر کرد و نه به طبع بیانیه‌ای پرداخت . و بطوری که بعدها متذکر شده علت این خود داری آن بوده است که میل نداشته قدم در راهی بگذارد که بعداً با پیروان و ریزه خواران خود دوچار مناقشه و اختلاف گردد . پس از کشف تازه‌ی هویگنس ، هوک شرحی به‌انجمن سلطنتی نوشت ، و درخواست کرد تا حق تقدم وی برسمیت شناخته شود . ولی مجمع با درخواست او موافقت نکرد و جانب هویگنس را گرفت . علت این امر آن بود که هویگنس حق بهره برداری از اختراع خود را به **الدنبورگ** ، منشی مجمع ، که مردی دسیسه‌گر و مفتن و سود پرست بود ، واگذار کرده بود . **الدنبورگ** (Oldenburg) که دشمن سرسخت هوک بشمار می‌رفت ، در نظریه‌ی خود چنین متذکر شده که « هوک هم قبل از سال ۱۶۷۵ ساعتی از این نوع ساخته است ولی آن ساعت کار نمی‌کند . » مسلماً **الدنبورگ** در این باب هیچگونه اطلاعی نداشت و محتملاً گزارش وی نتیجه‌ی تلقینات و تقریرات رقیب هوک می‌باشد .

یک دانشمند معاصر انگلیسی موسوم به **A.R. Hall** ، که اخیراً موضوع را مورد تحقیق و مطالعه قرار داده کشف هوک را در ساعت سازی چنین توصیف میکند « تنها این مسئله مورد تقدیر است که هوک به اصل اشکالات پی برده و برای رفع آنها چاره‌اندیشی نموده است . و الا دسته‌ی کوک ، دندان‌های چرخ دنگ ، و طبله‌ی مستقل ، در ساعت اختراعی وی سیماهایی از آنچه در ساعتهای کارآمد سابق بوده می‌باشد ؛ و هوک ، در تعبیه‌ی خود ، آنها را بنحو غیر استادانه‌ای بکار برده است . اگر او موفق به حل مسئله‌ی تعدیل تأثیر حرارت شده بود ، کلیه‌ی اصول ساعت سازی دقیق در قبضه‌ی تصرفش در می‌آمد . » رقاصک پاندول ساعتها نیز به هوک منسوب است ، ولی دلایل کافی برای ثبوت این انتساب در دست نیست . تدقیق و امعان نظر در کارهایی که هوک در امر ساعت سازی کرده بخوبی نشان

می‌دهد که وی مردی پرکار و با استقامت بوده ؛ و پی بردن به اشکالات اصلی کار و فراست و روشن بینی وی در یافتن طرقی برای بر طرف ساختن این دشواریها ، ناتمام گذاردن کارها ، و تعجیل و شتابی که در کارهای علمی خود بکار می‌برده همه و همه مؤید نکته‌ی مذکور در بالا می‌باشد .

انجمن سلطنتی پس از دریافت فرمان رسمیت خود ، بسال ۱۶۶۲ ، هوک را به سمت متصدی آزمایشگاه برگزید . وظیفه‌ی وی عبارت از این بود که قبل از تشکیل هر جلسه‌ی انجمن وسائل لازم را برای اجرای سه یا چهار آزمایش مهم و برجسته ، آماده سازد . با توجه به اینکه جلسات انجمن هفته‌ای یکبار منعقد می‌گردید بخوبی می‌توان استنباط کرد که کاروی تا چه حد زیاد بوده است . ولی وی از کار فرونماند ، و وسائل لازم را مرتباً آماده می‌ساخت بطوری که انجمن توانست به انجام آزمایشات متنوع بسیاری بپردازد که پاره‌ای از آنها برای آن تازگی داشت و بی‌سابقه بود . هوک ، در سمت متصدی آزمایشگاه انجمن سلطنتی ، مدت دو سال حقوق دریافت نکرد و برای امرارمعاش خود به کارهای دیگری می‌پرداخت بطوریکه کلیه‌ی ساعاتش گرفته و مشغول بود ، در ۱۶۶۵ اثر بزرگ خود ، موسوم به میکروگرافیا (Micrographia) (ذره نگاری) را منتشر کرد و طولی نکشید که نامش در زمره‌ی بزرگترین مردان دنیای علم ثبت شد . پپیس ، وقایع نگار انگلیسی ، در باره‌ی کتاب هوک چنین نوشته است « چه بسا تا ساعت دو و سه بعد از نیمه شب بیدار می‌اندم تا این کتاب را بخوانم . من آنرا هوشمندانه ترین و اصیل ترین کتابی یافتم که در عمر خود دیده‌ام . » گرچه پپیس شخصاً مردی عالم و فنی نبود ، ولی ذوقی سلیم داشت و تعلق خاطر و دلبستگی شدیدی نسبت به مسائل علمی نشان می‌داد ؛ بعلاوه اظهار نظرهای و قضاوت‌های وی همواره معقول و صحیح تلقی می‌شد . طولی نکشید که کتاب میکروگرافیا در محافل علمی انگلستان و سایر کشورهای اروپا مورد توجه دانشمندان قرار گرفت و موجب اشتها تام و سربلندی نویسنده‌ی آن گردید .

هوک ، بانوشتن میکروگرافیا ، در زمره‌ی بزرگترین بنیان گذاران مطالعات میکروسکوپی در زیست شناسی در آمد . در این امر

آنتون فون لیونیهوک^۱ و مارچلوما لیبیچی^۲ و نیمایاگرو^۳ باوی همکاری داشتند. هوک در کتاب خود جزئیات میکروسکوپ مرکب را تشریح نموده، و آن عبارت از میکروسکوپی است دارای یک عدسی نقشگیر^۴، بشکل نیمکره و یک عدسی دیدگر^۵ مسطح - محدب، که فقط مرکز آن مورد استفاده قرار گرفته است. بعلاوه عدسی ثالثی هم پیش بینی شده که می توان آنرا، عنداللزوم، در بالای لوله ای استوانه ای شکل قرار داده و بدین ترتیب میدان دید عدسی را زیادتر کرد. هوک معمولاً عدسی سوم را بکار نمی برد و تنها در مواردی که می خواست اشیاء بسیاری را دفعه^۶ واحده ببیند، از آن استفاده می نمود. برای تمرکز نورو میزان کردن آن هم پیچی در امتداد عدسی دیدگر نصب شده بود. هوک، بسبکی کاملاً تازه، معایب و نواقص دستگاه را تشریح، و ضمناً پیشنهاد

۱ - Leewenhock, Anton Von (۱۶۳۲-۱۷۲۳)، عالم طبیعیات هلندی که تحقیقاتی در باب گردش خون در عروق شعریه، گابلوهای قرمز خون و نطفه کرده است.

۲ - Malpighi, Marcello (۱۶۲۸-۱۶۹۴)، کالبدشناس و دانشمند فیزیولوژی ایتالیائی. مؤسس تشریح میکروسکوپی بشمار میرود، و اولین شخص است که گردش خون را در عروق شعریه به رأی العین مشاهده کرد؛ و جهاز تنفس حشرات را کشف نمود. آثارش تشریح نباتات، اعضای داخلی بدن، ملاحظات تشریحی و غیره است.

۳ - Grew Nehemiah (۱۶۴۱ - ۱۷۱۲)، گیاه شناس انگلیسی که شهرتش عمده بواسطه تحقیقات و مطالعاتی است که در تشریح گیاهها نموده. وی نتایج تتبعات خود را در کتاب تشریح نباتات (۱۶۸۲) منتشر ساخت.

۴ - نقشگیر، در آلات بصری (مانند میکروسکوپ، دوربین، و غیره)، عدسی یا دستگاهی از عدسیها که بجانب شیء مورد تماشا قرار میگیرند. نقشگیر تصویری از شیء میدهد که بوسیله دیدگر آنرا مینگرند.

۵ - دیدگر، در آلات بصری، عدسی یا دستگاهی از عدسیها که بجانب چشم شخص ناظر است. معمولاً تصویری را که بوسیله نقشگیر از شیء تشکیل میشود با آن مینگرند.

نمود كه از نقشگیرهای غوطه‌ور^۱ استفاده شود .

هوك ، باكومك دستگاه خود متجاوز از ۶۰ نوع اشیاء ریز را مشاهده نمود؛ وبادست خود تصاویری از آنها ترسیم کرد . ازاین تصاویر میتوان کاملاً به دقت دستگاه ، نبوغ وهوش وکیاست سازنده‌ی آن ، وکشفیات اساسی كه وی درباره‌ی جانداران نموده است پی‌برد ؛ ازآنجمله است چشم مرکب مكس ، دگرگونی نوزاد پشه^۲ ، و تشریح چگونگی ساختمان بالهای آن (نظریه‌ی وی دراینمورد تا دو قرن بعدازمرگش معتبر بود ومورد اعتماد) . تصاویری كه هوك از شپش و كك به بزرگی چهل سانتیمتر تهیه نموده از نظر تشریح و تدقیق فوق‌العاده برجسته و جالب میباشد . همچنین هوك در مورد قارچها^۳ و سوزش گزنه^۴ و نیش زنبور مطالعات عمیقی نموده كه تا آنعصر سابقه نداشته است . در تشریح

۱ - نقشگیر غوطه‌ور ، نقشگیری است كه در میکروسكوپهای قوی بكار میرود ، و آن عبارت است از نقشگیری كه فضای بین عدسی زیرین آن و صفحه‌ی شیشه‌ای كه روی شیء قرار میگیرد ، از مایمی دارای ضرب انكسار زیاد ، تقریباً مساوی ضرب انكسار صفحه‌ی شیشه‌ای ، پر می شود . از مزایای آن یکی اینست كه نور زیادتری وارد دستگاه می‌كند و بروشنی تصویر میافزاید .

۲ - Larva ، مرحله رشد حشرات ، بین تخم و پیله در حشراتی كه دگرگونی دارند ، و مرحله اولیه حشراتی كه دگرگونی آنها ناقص است گاهی هم به مرحله رشد اولیه جانوران دیگر از قبیل نرم تنان وسخت پوستان وماهی‌ها و دو زیستان نیز اطلاق میشود .

۳ - نام رستنی‌های ساده ، بی‌ریشه وساقه وبرگ وگل ، كه مانند جلبكها از پست ترین گروه‌های رستنیها بشمار می‌آیند . برخلاف جلبكها دارای كلروفیل نیستند و بایدغذای خود را از موجودات زنده یا بقایای مواد آلی بدست آورند و بحالت انگل زندگی كنند . باكتری‌ها ، دنبلان ، زنگك گندم ، كفك و مایه‌ی آبجو از جمله قارچها هستند .

۴ - نام علفی یكساله یادائمی از نوع اورتیکا (Urtika) ، باكرکهای گزنه كه موجب سوزش شدید میشود . در بعضی نقاط برگهایش را میخورند و از رشته هایش استفاده میکنند .

ساختمان چوب پنبه^۱، برای اولین بار کلمه‌ی سلول^۲ را بمفهوم واقعی زیست شناسی آن بکار برده است. هوک تنها به تدقیق و مطالعه در عالم جانداران اکتفا نکرد بلکه، با کومک میکروسکوپ خویش، به تحقیق در اشیاء واجسام نیز پرداخت، و برای اولین بار در تاریخ علم، فلزات را هم در زیر میکروسکوپ مورد آزمایش قرار داد. نوک سوزن و لپه‌ی تیغ و ذرات ریز فولاد را که بر اثر سنگ آتش زنه کند، میشود کلاً در زیر میکروسکوپ گذاشت و به مطالعه مشغول گردید. بالاخره هم او بود که تبلورات زیبای برف را بوسیله‌ی میکروسکوپ نظاره کرده و به توصیف آن پرداخت.

هوک در آن موقع از دانشمندان پیشقدم در رشته‌ی آزمایشات میکروسکوپی بود، و در عین حال که طراح اصل دستگاه و متفرعات آن بشمار می‌رفت، به بهترین وجهی نیز آنچه را از پشت عدسیهای آزمایشگاه ترسیم میکرد. ضمناً باید متذکر شویم که کتاب میکروگرافیا، علیرغم نامش، تنها به شرح میکروسکوپ و آزمایشات میکروسکوپی نپرداخته بلکه متضمن مباحث اساسی در رشته‌های مختلف علوم نیز میباشد. در همین کتاب است که هوک برای اولین بار ذکری از دستگاههای **انکسار سنج** مایعات، **فشارسنج فنری**، **دما سنج الکلی**^۳، و **نم سنج**^۴ بمیان آورده است. دستگاه اخیر رطوبت جو را بوسیله‌ی پر جودوسر وحشی تعیین مینماید. نحوه‌ی عمل مبتنی بر این اصل است که پیچش طبیعی پر، بر حسب رطوبت هوا، تغییر میکند. همچنین هوک اول کسی است که نقطه‌ی

۱- نام قسمت خارجی نرم پوست بلوطی است بنام بلوط چون پنبه که در آن ملیم مدیترانه‌ای می‌رود.

۲- سلول یا یاخته، در زیست شناسی، واحد ساختمانی و عامل حیاتی که اعضای حیوان و نبات از آن ساخته شده است؛ معمولاً زره پنبی است. شامل پروتوپلاسم است که ماده‌ی زنده‌ی آن میباشد، و از هسته و سیتوپلاسم تشکیل یافته.

۳- دماسنج یا ترمومتر اسبابی است برای اندازه گیری دما یا درجه‌ی حرارت یعنی درجه‌ی گرمی یا سردی که با مقیاس معینی بر اساس نمود فیزیکی مناسبی (مثلاً انبساط جیوه و غیره) اندازه گیری میشود (Thermometer)

۴- نم سنج، اسبابی برای اندازه گیری رطوبت نسبی. (Hygrometer)

انجماد آب را بعنوان صفر پیشنهاد کرد ، و بنا بر گفتار خودش « آب مقطر متعارفی که درست آن اندازه سرد باشد که شروع به بستن کند ، و پاره های یخ در آن پیدا شود . » بعلاوه هوک طرح مدل و نمونه ی کلیه ی دستگاه - های هواشناسی را که امروزه بکار میرود تعبیه نمود و از آنجمله است باد - سنج ، باران سنج خود کار ، و « ساعت هوا » که ، بطور خودکار ، آنچه را بردستگاههای مختلف هواشناسی خوانده میشود بوسیله ی مداد بر نوار کاغذی ثبت میکرد . اعضای انجمن سلطنتی دستگاه اخیر را بازدید و طرز کار آنرا هم دیدند ، ولی دستگاه غالباً نامنظم کار میکرد ، و این امر چندان هم مایه ی تعجب نبود .

هوک ، بحق ، بنیان گذار علم هواشناسی بشمار میرود . هم او بود که برای اولین بار پی برد که پایین آمدن ناگهانی بارومتر ^۱ - یعنی تنزل سریع فشار هوا - نشانه ی طوفان است و باید در انتظار انقلاب جوی بود . دیگر از کارهای برجسته ی وی در زمینه ی هواشناسی تشریح جریان قطبی جوی است . وی همچنین خاطر نشان ساخت که وضع هوا معلول نیروهایی است که تحت تأثیر تشعشع خورشید و گردش زمین بر آن اعمال میشود . و بالاخره هوک طرح ساختن دستگاههای منظم برای ثبت حوادث جوی را پیش راند .

میکروگرافیا متضمن نظریات هوک در باب هواشناسی نبوده بلکه شامل مجموعه ای از کشفیات مهم و برجسته و پیشنهادات نظری میباشد که

۱- بارومتر یا میزان الهوا . اسبابی است برای تعیین فشار جو که بوسیله ی توربجلی اختراع شده . و آن عبارت بود از لوله ای شیشه ای بطول لا اقل ۸۰ سانتیمتر که یکطرفش بسته است . لوله ی پراز جیوه بر پشتکی مملو از جیوه قرار دارد . ارتفاع ستون جیوه یا ارتفاع بارومتری تابع تغییرات فشار هواست ؛ و اندازه ی آن در شرایط متعارفی و در سطح دریا ۷۶ سانتیمتر است . در ارتفاعات کم ، در برابر هر ۳۰۰ متر صعود ، ارتفاع بارومتری ۲٫۵ سانتیمتر پائین می آید ؛ در ارتفاع حدود ۵۶۰۰ متری نسبت به سطح دریا فشار هوا نصف فشار در سطح دریا و در ارتفاع ۱۶ کیلومتری به $\frac{1}{10}$ فشار سطح دریا میرسد ، و در ارتفاعات بیشتر سرانجام فشار هوا صفر میشود . اساس ساختن اوج نما یا دستگاهی که برای تعیین ارتفاع از سطح دریا بکار میرود ، مبتنی بر همین تغییر میزان فشار هوا است . بارومتر انواع گوناگون دارد .

بیشتر آنها در بوته‌ی فراموشی ماند و هرگز دنبال نشد. وی با آزمایشات دقیق و مدبرانه ثابت کرد که انبساط حرارتی خاصیت عمومی مایعات و جامدات است؛ و نیز نظریه‌ی مکانیکی حرارت را مشعر بر اینکه حرارت جز حرکات ناگهانی و بسیار شدید ذرات جسم نمیباشد. «پیش‌راند. و در تأیید مدعای خود به بالا رفتن حرارت در اثر مالش مکانیکی اشاره نموده و نیز نشان داد که جرعه‌هایی که از فولاد، بر اثر سنگ آتش زنه، بیرون می‌جهد همان ذرات کروی فوق‌العاده ریز فلز میباشد که بر اثر حرارت گداخته شده است بعلاوه هوک ثابت کرد که اگر چوب را در ظرفی سر بسته حرارت دهیم، نظریه فقدان هوا، نمیسوزد؛ و از اینجا نظریه‌ی دیگری را در مورد احتراق^۱ پیش‌راند. این نظریه مشعر بر آن بود که علت احتراق مواد سوختنی اینست که هوا محتوی ماده‌ای حلال میباشد که «تا حدی میتوان آنرا با آنچه در شوره^۲ وجود دارد مانند کرد. «این ماده (اکسیژن) در موقع سوختن مصرف میشود؛ و از همین رو است که احتراق همواره نیازمند هوای تازه است. این فرضیه را بعداً جان میو^۳، شیمی‌دان انگلیسی، بدون اطلاع از نظریه‌ی هوک مطرح نمود. نظریات هوک در باره‌ی تنفس نشان میدهد که وی تا چه حد در باب مسائل اساسی تعمق و تفحص کرده است. برای پی‌بردن به واقعیت نبوغ هوک تنها کافی است که انسان سایر تحقیقاتی را که در عصر وی در باب اینگونه مسائل علمی بعمل آمده است مطالعه کند و آنگاه، از سنجش آنها با کارهای هوک، پی به مراتب فضل و دانش وی ببرد.

۱ - احتراق اصولاً سوختن با اکسایش جسم است، و معمولاً با آزادی حرارت و نور همراه میباشد. قبل از احتراق درجه‌ی حرارت باید به حدی که درجه‌ی حرارت احتراق نامیده میشود برسد. عوامل مختلف مانند کاتالیزور، فشار هوا و غیره، درجه‌ی حرارت احتراق جسم را تغییر میدهند. اگر جسم بدون هیچ عامل ظاهری در شعله بسوزد، گویند دارای احتراق آبی است.

۲ - شوره نیترات دو پوتاسیوم طبیعی است که برای ساختن مواد منفجره، آتش بازی، کبریت، و بعنوان محافظ اغذیه بکار میرود.

۳ - Mayow, John، شیمی دان و عالم فیزیولوژی انگلیس؛ کاشف قوانین تنفس.

هوک بامطالعہ در بلورهای کوارتز^۱ سنگ آتش زنه پی برد که ساختمان تبلوری خاصیتی عمومی است که در بسیاری از مواد مختلف و گوناگون، و از آنجمله در املاح و فلزات هم وجود دارد. آنگاه با گلوله های کروی دست بکار ساختن نمونه هایی از بلور شد که پاره ای از آنها کاملاً مدرن و جالب بنظر میرسد. بالاخص وی متذکر شد که سنگ نمک از « بافتی از گلوله ها تشکیل یافته که بصورت مکعبی متشکل شده اند » هوک، باملاحظه ی رنگ تیغه های نازک، مثلاً در ورقه های میکا^۲، قشر نازک هوای بین صفحات شیشه، کف صابون، و غیره بفرست دریافت که این رنگ آمیزها از اجتماع نورهایی است که از جلو و عقب آن قشر یا تیغه ی نازک منعکس میگردد. نظریه ی وی در باب نور اینست که نور بواسطه ی ارتعاشات بسیار سریع در داخل اجسام نورانی تولید میشود؛ و امواج بواسطه ی اثر، که در همه جا گسترده است، منتقل میگرددند. گرچه در نظریه ای که هوک برای نور و رنگ بیان داشته بسیاری نقاط تاریک و مجهول هم وجود دارد، مع هذا مفهومات صحیحی هم در تتبعات وی دیده میشود؛ ولی باید متذکر شویم که قسمت اخیر مختصری بیش نیست و فقط چند صفحه از کتاب رامیگردد. و بطوریکه معلوم شده است آیزاک نیوتن نظریات هوک را بدقت مورد مطالعه قرار داده است.

۱ - Quartz یا در کوهی. یکی از متداولترین و عمده ترین سنگهای تشکیل دهنده ی سطح زمین است، و از سیلیس یعنی اکسید سیلیسیوم ترکیب یافته. کوارتز ممکن است شفاف یا نیمه شفاف یا کدر باشد رنگ آن بسیار متفاوت، و غالباً بصورت بلورهای شش گوش است. از انواع آن آمیتیست (یا قوت بنفش)، چشم گربه، آتش زنه (سنگ چخماق)، و عقیق های گوناگون است. عقیق دارای رنگهای مختلف است و اقسام آنرا عقیق یمانی، عقیق شجری، یشم، و باباقوری می نامند.

۲ - میکا، نام گروهی از سنگهای معدنی است از جنس سیلیکات آلومینیوم و پوتاسیوم. میکا بصورت ورقه های نازک کشسان متورق میشود. انواع معمولی آن عبارتند از موسکوویت (عموماً بی رنگ) و بیوتیت (سیاه). ورقه های میکا موارد استعمال زیاد دارد (از جمله در عایقکاری و ساختن دیافراگم فونوگراف و بلندگو و غیره). از این ورقه ها برای زمینه ی بعضی نقاشیها، و برای اشیاء زینتی نیز استفاده میشود. معادن عمده ی آن در هندوستان و برزیل است.

در آخر کتاب صفحه‌ای چند به مسائل نجومی اختصاص داده شده است و شاید این امر، در کتابی که مربوط به میکروسکوپ است، عجیب باشد. هوک، برای اولین بار، تأثیر جو را در انکسار نوری که از اجسام سماوی به زمین میرسد متذکر شده است. همچنین از آزمایشات دوگانه‌ای که برای پی بردن به چگونگی تشکیل دهانه آتشفشان^۱ های ماه انجام داده است سخنی بمیان می‌آورد. هوک، در آزمایش اول، گلوله‌هایی کوچک را از بالا در مخلوطی از رس^۲ و آب فرو می‌انداخت. در دومین، گرد رخام^۳ مرطوبی را در ظرفی ریخته حرارت داد؛ آنگاه متوجه شد که بمحض آن که محتوی ظرف از جوش بیفتد، حبابهایی از سطح آن خارج میشود. در هر دو آزمایش هوک حفره‌هایی نظیر دهانه آتشفشانهای ماه مشاهده کرد. این دو تجربه بهترین توصیف دو نظریه‌ی اساسی است که امروزه در باب چگونگی پیدایش دهانه آتشفشانهای ماه عرضه میشود:

۱- این دهانه‌ها بر اثر سقوط شهابسنگ^۴ ها بوجود آمده؛ ۲- دهانه‌ها

۱- دهانه آتشفشان، قسمت کاسه‌ای شکل تنوره‌ی آتشفشان. گاهی دهانه‌های آتشفشانهای خاموش با آب یا یخ پر میشود، کما اینکه دهانه‌ی دماوند از یخ پوشیده شده است.

۲- رس. سیلیکات آلومینیوم دانه ریز مخلوط با مواد دیگر است، و آنرا بقایای حاصل از پوسیدگی سنگهای آهکی و سنگ رستی یاسنگهای محتوی فلدسپات و یا نتیجه‌ی عوامل فرسایشی می‌شمارند. رس اگر مرطوب باشد قالب پذیر است، یعنی به آسانی به اشکال مختلف درمی‌آید؛ موارد عمده‌ی استعمال رس در آجر سازی، سفالگری، کوزه‌گری، چینی‌سازی، کاشی‌سازی و غیره است.

۳- رخام. نوعی سنگ کج نیمه شفاف دانه ریز، که به رنگ سفید و یارگه‌های قرمز خرمایی دیده میشود. برای مجسمه‌سازی و تزیین بکار میرود. بسیار نرم است، و باین جهت به آسانی قابل تراش میباشد. ضمناً باید متوجه بود که فوق‌العاده شکننده هم میباشد. سابقاً این نام به مرمر اطلاق میشد.

۴- شهابسنگ. شهابی که بزمین رسیده است. آنهایی که سنگ است آئرولیت یا هوا سنگ، و آنهایی که از فلز است سیدریت یا سما تکان، و آنها که از سنگ و فلز است سیدرولیت یا سما ننگ نام دارد. سرعت شهابسنگهای غول‌آسا بقدری زیاد است که پس از برخورد بازمین در آن فرو می‌روند، و این امر باتراکم،

بر اثر فورانهای آتشفشانی حاصل شده است .

کتابی چنین برجسته و مهم ، آنهم بقلم جوانی ۲۹ ساله ، بخوبی معرف درایت و هوشمندی نویسنده‌ی آنست ، و نشان میدهد که در مغز وی چه ذخیره‌ی گرانبهائی از افکار تازه و حیرت انگیز ، درباب کلیه‌ی رشته‌های علم و دانش وجود داشته و تاچه پایه‌ی وی درعالم تجربه و آزمایش جلو رفته‌است . انتشار کتاب درست مقارن با دورانی بود که تغییرات عظیمی در انگلستان و زندگی هوک روی داد . طاعون بزرگ سال ۱۶۶۵ و آتش‌سوزی مدش ۱۶۶۶ قسمت عمده‌ی شهر لندن را ویران کرد و خانه‌ی زندگی هوک را نیز تباہ ساخت . هوک با کریستوفرورن در تجدید بنای پایتخت انگلستان همکاری کرد و مهندس شهر شد ؛ لاجرم از مضیقہ‌ی مالی ، که بدان دوچار بود ، آسوده گشت . یک‌هفته پس از پایان آتش‌سوزی ، نقشه‌ای برای تجدید ساختمان شهر لندن تهیه و به انجمن سلطنتی تقدیم داشت . در این نقشه ، شهر جدید بصورت مستطیلی ، دارای خیابانهای عمود برهم ، بدانسان که بعدها در نیویورک معمول گشت ، در نظر گرفته شده بود . باتوجه به این نکات واضح است که هوک ، علاوه بر ذخیره‌ی سرشاری که از علم و دانش داشت ، معماری قابل هم بشمار میرفت . هم‌او بود که طرح و نقشه‌های بسیاری از بناهای معروف لندن را تهیه کرد .

هوک در دوران عمر خود هیچگاه دست از فعالیت علمی برنداشت . در ۱۶۷۴ رساله‌یی برای ثبت و تدوین اختلاف منظرستارگان ، بوجهی منظم ، تهیه کرد ؛ و برای اندازه‌گیری فاصله‌ی زاویه‌ای^۱ ذات‌الربع جدیدی ساخت ، و این اولین اسباب نجومی ، بصورت تلسکوپ ، بود و پیچی

گرم شدن ، تبخیر ، و انبساط گازها همراه است ؛ و نیز ممکن است باعث انفجار و خرد شدن شهابسنگ و ایجاد حفره‌ی بزرگی در زمین بشود . تاکنون دو شهابسنگ غول آسا به زمین افتاده یکی بوزن ۴۰۰۰۰ تن ، که در ۳۰ ژوئن ۱۹۰۸ در شمال سیبری افتاد ، و دیگری شهابسنگی که (۳۰ الی ۴۰ هزار سال قبل) ، در صحرای شمال شرقی آریزونا افتاده و اثرش بصورت حفره‌ای به قطر ۲۲۰ متر و عمق ۱۸۳ متر برجای مانده است .

۱ - فاصله‌ی زاویه‌ای دو نقطه زاویه‌ی دو شعاع رؤیت آنهاست از محل رصد . بعلمت زیادی فواصل ستارگان از زمین ، فاصله‌ی زاویه‌ای دو ستاره ، در لحظه‌ی معین ، برای تمام نقاط زمین ، عملایکسان است .

برای تنظیم داشت. این تعبیه، نسبت به اسبابهای نجومی بی‌لوله، که دانشمندان معاصروی هولیوس^۱ دانتزیک ساختند بود، مزایای بیشماری داشت. مخصوصاً باید متذکر شد که هوک نه فقط به تهیه و ساختن آن مبادرت کرد بلکه به خصوصیات و مزایای آنهم کاملاً واقف بود. وی از روی اندازه‌گیری دریافت که قوه‌ی تفکیک و تمیز چشم عادی فقط در حدود یک دقیقه قوسی است؛ وپی برد که تلسکوپ این قوه‌ی تفکیک را فوق‌العاده افزایش میدهد.

هوک بزرگترین آلت ساز عصر خویش بود. در رسالهی اخیر خود به شرح تلسکوپ استوایی - که با ساعت کار میکرد و برای ردیابی ستارگان ساخته شده بود - پرداخته و تصاویر مبسوط و دقیقی از آن در اختیار خوانندگان گذارده است. یکی از قسمتهای برجسته‌ی دستگاه وی مفصلهای عمومی بود که امروزه، بنام وی، مفصلهای هوک نام دارد، و در کلیهی آلات نجومی بکار میرود. ظاهراً هوک خود تلسکوپ ساعت دار ساخته، و اولین نوع این آلت نجومی هفتاد سال پس از وی در پاریس ساخته شده است.

چندشوار است که انسان بخواهد شرح مختصری از کارهای علمی هوک بنویسد، و مجبور باشد از ذکر اکتشافات متعدد و فوق‌العاده‌ی وی احتراز نماید. گرچه ذکر کلیهی کارهای علمی و آثار وی در این مختصر نمی‌گنجد، مع هذا باید اشاره‌ای هم به اثر دیگر وی موسوم به در باب فتر (potentia Restitutiva) بکنیم. در این کتاب، که در ۱۶۷۸ منتشر شده، وی به ذکر قانون معروف خود پرداخته و آنرا تفسیر و تشریح نموده است. هوک ثابت کرده است که مدت ارتعاش هر جسمی که در آن قوه‌ی ارتجاعی متناسب با جابجا شدن باشد، بعبارة آخری و به بیان ساده‌تری مدت ارتعاش هر جسم کشسان، بدون توجه به دامنهی نوسان، یکسان است. حاجت به تذکر نیست که اهمیت این کشف بزرگ تاچه جد میباشد. هوک سپس در صدد برآمد

۱ - Hevelius Johannes (۱۶۱۱-۸۷)، منجم آلمانی متولد دانتزیک. وی فرزند یکی از آبخو فروشان متمول بود. لاجرم فرصت کافی داشت تا رصدخانه‌یی ترتیب دهد و وسائل و آلات نجومی در آن نصب کند، و بادوربینی که سی یا چهل مرتبه درشت میکرد. به نظاره‌ی آسمان بپردازد. هولیوس از پیشقدمان مطالعہ در سطح ما بشمار میرود؛ و نظریات خود را در کتابی بنام ماشین کره‌ی سماوی ذکر کرده است.

تاقانون ارتعاشات را تعمیم داده و از آن نظریه ای کلی، ولو ناپخته هم باشد، در باب حرکت ماده تمهید کند تا با آن بتوان بسیاری از نمودها را توجیه کرد.

پس از مرگ الدنبورگ، در سال ۱۶۷۷، هوک بسمت منشی انجمن سلطنتی برگزیده شد؛ و در همین سمت جدید بود که شرحی به نیوتن نوشته درخواست کرد تا گزارشی از کارهای خود به انجمن بدهد. گرچه قبلاً بین این دو مرد علم اختلاف نظروحتی دشمنی سختی در باب ماهیت نور بروز نموده بود، والدنبورگ هم‌مدام آتش این اختلاف را دامن میزد، ولی نامه‌ی مؤدبانه و پرمهر هوک نیوتن را هم بر سر لطف آورد و لاجرم ارتباطی بین آندو برقرار گردید. ولی این رشته‌ی مودت هم بزودی گسسته شد، و بار دیگر خصومت جایگزین دوران موقت دوستی گردید. هوک در ۱۶۷۴ رساله‌ای انتشار داد و در آن به تشریح اصول زیر پرداخت: کلیه‌ی اجرام سماوی دارای نیروی جاذبه‌ای بطرف مرکز خود میباشند؛ هر جسم متحرک، تا موقعی که نیروی خارجی بر آن تأثیر نکند، بحرکت راستوار خود ادامه خواهد داد؛ قوه‌ی جاذبه به نسبت فاصله و بر حسب قانونی که وی از آن بیخبر است کم میشود. از طرفی نیوتن هم قبلاً به کلیه‌ی این نتایج پی برده بود، ولی نه فقط کشفیات خود را چاپ و منتشر ننموده بود بلکه کلمه‌ای از آن را هم با احدی در میان نگذاشته بود. بنابراین تردید نیست که اکتشافات هوک هم مستقل و بدون اطلاع از تحقیقات علمی نیوتن بوده است. هوک در ۱۶۸۰ نامه‌ای به نیوتن نوشته از وی پرسید که اگر فرض کنیم که جاذبه به نسبت عکس مجذور فاصله تغییر کند، مدار سیارات چه شکلی خواهد داشت؟ اگر هوک خود بشخصه موفق شده بود که از راه استنتاج ریاضی اصول خود را در مورد مدار سیارات به نتیجه برساند، لاجرم مسئله‌ی بزرگ منظومه‌ی شمسی را هم حل میکرد و دیگر محلی برای آن باقی نمی‌ماند تا تاج افتخار این امر بر سر نیوتن زده شود. ولی ضمناً نباید فراموش کرد که کیاست و نبوغ ذاتی که برای درک واقعیتهای علمی در وجود هوک ذخیره شده بود او را هم تا نزدیکی پیروزی نهائی رسانید.

۶ سال بعد هوک خبر یافت که نیوتن در کتاب خود، بنام اصول، به تشریح منظومه‌ی شمسی، براساسی که وی قبلاً اعلام داشته بود پرداخته ولی در آن هیچ‌وجه نامی از وی نبرده است. این امر هوک را سخت بهیجان

آورد . از ظاهر امر چنین مستفاد میشود که هوک تنها به ذکر نام خود در مقدمه یا در فصلی از کتاب قانع بود ؛ ولی نیوتن هم که در لجاجت و عصیانیت شهره بود ، اعتراض هوک را وارد ندانست ، و از آن فوق العاده برآشت و از جا در رفت . لاجرم نه فقط ذکرى از هوک در اصول نیاورد ، بلکه در کتاب مبحث نور هم که کمى پس از مرگ هوک منتشر کرد ، اشاره ای بدان امر ننمود حال آنکه حق این بود ذکرى از هوک و تحقیقاتش بمیان آید . این مرد ، با آنکه زبانی خوش نداشت ، ولی از کرم و جوانمردى برخوردار بود ، و بهمین لحاظ شایسته ی همه گونه احترام و محبت بود .

هوک در ۱۶۸۲ سمت خود را ترك کرد ولی کماکان با انجمن سلطنتى در ارتباط بود ، و مرتباً رسالاتى در مباحث مختلف علمى ، از موضوع حافظه ^۱ در روان شناسى گرفته تا دنباله داران ^۲ (در نجوم) برای

۱ - حافظه ، استعداد بخاطر سپردن و بخاطر آوردن صور ذهنى اشیاء یا موقعیتهای مربوط به تجارب گذشته . بعضى خاطرات که در شخصیت انسان مؤثر است ممکن است فقط بوسیله ی هیپنوتیسم یا پسیکانالیز بیاد آیند . استعداد یاد گیرى نیز در حافظه تأثیر دارد . تحقیقات تجربى زیادى برای اندازه گیرى حافظه بعمل آمده . و معلوم شده است که كسى که سرعت یاد میگیرد ، آنچه را یاد گرفته دیرتر از آنكه بكنندى یاد میگیرد فراموش میکند . و نیز آنچه موافق با تمایلات یا حوائج عاطفى باشد بهتر بخاطر میماند . از جنبه ی فیزیو- لوژیک حافظه را براساس این فرضیه توجیه میکنند که معابرى از مغز و سلسله اعصاب که زمانى محرکى از آنها عبور کرده در عبور مجدد مقاومت کمتری نشان میدهد . این مفهوم و سایر نظریاتی که برای توجیه حافظه و كشف مراکز جسمانى آن در مغز ارائه شده صرفاً جنبه ی نظرى دارد و مورد تردید است . حافظه معمولاً با ازدیاد سن ضعیف میشود .

۲ - دنباله داران یا ذوات الازناب . اجرام آسمانى که بدور خورشید میگردند و معمولاً مرکب از سر ، يك یا چند هسته ، و دم میباشد . سر معمولاً گردد و اندازه اش متغیر است ، و روشنى ابر مانندی دارد . هسته ها اجرام روشن- ترى هستند که در سر جادارند . دم ، که طولش ممکن است از ۱۶۰ میلیون کیلومتر تجاوز کند ، بعلت فشار تشعشعى خورشید همواره به آنطرف خورشید متوجه است . از هزار دنباله دار که تا کنون شناخته شده مدار یکصد از آنها بیضی های دراز و باریك است (عمده ترین اینها دنباله دار هاله است) ، مدارات سایرین قطعاً معلوم نیست ، و ممکن است هذلولی یا سهمی باشد ، بعضى معتقدند

آن میفرستاد . در ۱۶۸۷ خواهر زاده اش که باوی زندگی میکرد درگذشت . این مرگ لطمه ای جانکاه بروی وارد ساخت بطوریکه چند سال بعد بکلی درهم شکسته شد . از طرف دیگر ضعف پیری و بیماری هم او را بکلی عاجز و بیچاره ساخت و سرانجام در ۱۷۰۳ زندگی را بدرود گفت . تشییع جنازه اش باشکوه تمام انجام گرفت ، و کلیه ی اعضای انجمن سلطنتی که در شهر حاضر بودند در آن شرکت کردند . با اینهمه قبر این دانشمند اکنون بر کسی دانسته نیست . و این خود در واقع رمزی از زندگی این مرد غیر سمادتمند میباشد .

دو سال پس از مرگ وی کتاب آثار پس از مرگ رابرت هوک ، در یک جلد مشتمل بر ۴۰۰۰۰ کلمه ، منتشر گردید ، این مجموعه از روی یادداشت های دستی مؤلف جمع آوری شده و عمده متضمن متن سخنرانیهایی بود که سابقاً چاپ شده بود . مندرجات کتاب اخیر کاملاً ثابت نمود که هوک ، علاوه بر تبحر در سایر رشته های علمی ، عالمی زمین شناس و از پیشقدمان نظریه ی

که مدار جملگی بیضی است ، و دوره ی گردش از ۳ سال تا چند سال تغییر میکنند . در باب حیات و ممات دنباله داران معتقدند که در فاصله ای از خورشید بین ۲۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ برابر واحد نجومی ناحیه ای مملو از قریب یکصد بیلیون دنباله دار هست که گاهی بعضی از آنها بعلمت اختلالاتی ناشی از تأثیر اجرام مجاور به حوزه ی منظومه ی شمسی رانده میشوند ، و در آنجا میمانند . در مدت اقامت آنها در این حوزه شکل مدار و محتویات آنها ممکن است فاحشاً تغییر کند . مثلاً در عبور از نزدیکی خورشید ، قسمتی از جرم آنها بر اثر حرارت شدید بخار شده دمار تشکیل میدهد که سرانجام در فضا متفرق میگردد ، و نیز بر اثر پیدایش مدهای شگرف ممکن است سر چند پاره شود . اگر هم این تجزیه پیش نیاید ، عمر دنباله داران بعلمت اول محدود است . دنباله داران را سابقاً باسم کاشف (مثلاً ذوزنب دونا تی) یا اول کسی که تحقیقات علمی در آنها کرده (مثلاً ذوزنب هاله) مینامیدند ؛ امروزه آنها را با سال اولین عبور از نزدیکی خورشید و ذکر ترتیب (با ارقام رومی) در آن سال مشخص میکنند (مثلاً ذوزنب دونا تی دارای علامت ۱۸۵۷ VI است) . منظره ی شکفت انگیز بعضی دنباله داران منشأ اعتقاد به خرافاتی مربوط به ظهور آنان بوده است . سالیانه بطور متوسط ۲۰ دنباله دار کشف میشود ، ولی دنباله داران بزرگ که با چشم بتوان آنها را دید بسیار نادر است . (آخرین آنها در دسامبر ۱۹۴۷ پدیدار شد .)

تکامل هم بوده است؛ و معلوم داشت که وی فسیل‌ها^۱ را بخوبی میشناخته و آنها را سجل گذشته‌ی زندگی بر روی زمین می‌دانسته است. هوک، پس از اشاره به این نکته که سکه و مدال و اسناد و غیره را ممکن است جعل کرد، در باره‌ی صدفهای فسیل شده چنین می‌گوید: «... ولی اینها خطوط و نقوشی است که هیچ صنعتگری نمیتواند آنها را جعل کند؛ و هر ناظر بیطرفی که به دنبال کشف و آزمایش حقیقت باشد، در این فسیل‌ها، جز آنچه بظاهر مینمایند، نخواهد یافت. گرچه باید اعتراف کرد که خواندن این خطوط بس دشوار است، و استخراج تاریخ و زمان هم از آن با صعوبت فوق‌العاده انجام میگیرد، مع هذا تعیین مدت زمانی که در طی آن حوادث یا دگرگونیها و تبدلات روی داده است امکان پذیر میباشد.» مقایسه‌ی این واقعیتها با داستانهای کودکان و افسانه‌هایی که معاصرین وی در این باب نوشته‌اند بخوبی پرده از عظمت فکر و روح او بر میدارد.

باتعمق در هر يك از صفحات این مجموعه‌ی عظیم به کشفیات و تتبعاتی برمیخوریم که هر يك بتنهائی برای جاودان ساختن نام هوک کافی است. و عجیبتر آنکه بسیاری از کارهای علمی وی بعداً بنام دیگران تمام شده است. بیائید باهم سری به یکی از جلسات انجمن سلطنتی بزنیم. در صورت جلسه‌ی ۲۷ ژوئیه‌ی ۱۶۸۱ چنین مذکور است: «... آقای هوک روزنه‌ی جدیدی را که اخیراً برای تلسکوپهای بزرگ تعبیه نموده بود نشان داد. این روزنه نظیر مردمک چشم انسان باز و بسته میشود و سوراخی مدور، بهر اندازه که بخواهیم، در وسط آینه بر جا میگذارد. هوک تعبیه‌ی خود را بمعرض آزمایش گذارد و نتیجه‌ی آن رضایت بخش بود. همچنین وی آزمایشی در باب تولید نغمات موسیقی و صدا‌های دیگر بوسیله‌ی دندانهای چرخ برنج بعمل آورد؛ بزرگی دندانهای این چرخ برای نواهای موسیقی

۱ - فسیل یا سنگواره. بقایای آثار موجودات زنده که در سنگهای رسوبی دورانهای زمین‌شناسی بجا مانده است. مساعدترین شرایط عبارتند از نهان شدن در اسفالت، گل یا مواد دیگر که از متلاشی شدن جلوگیری میکنند. فسیل شدن معمولاً در قطعات سخت و اسکلتهای صورت میگیرد، ولی پستانداران کاملی از آخر دوران پلیستوسن بحالت منجمد دریخ یافته‌اند. اثر پنجه‌ی جانوران خشکی و اثر حرکت بی مهرگان دریائی را نیز فسیل میشمارند. چوبهای سنگ شده و گیاهان و بقایای حیواناتی که اصلشان از میان رفته، و کم‌کم مواد معدنی مانند قالبی جای آنها را گرفته و تاحدی ساختمان اصلی آنها را نشان میدهد، از جمله‌ی فسیلها هستند.

یکسان بود ، ولی برای آواهای دیگر متفاوت . « بطوریکه ملاحظه میشود وی برای اولین بار از روزه‌های مردمکی سخن به میان آورده . حال آنکه همواره تصور میشود که این اختراعات قرن نوزدهم است . و نیز نمونه‌ای از آلت صوتی ، موسوم به چرخ ساواری^۱ ، که ابتکار آن منسوب به دیگری میباشد ، ساخته . بالاخره هوک شاهکار سوم خود را که دوربین خورشیدی (هلیوسکوپ) بود به انجمن عرضه داشت .

من تعمداً از طبقه‌بندی منظم کارهای هوک ، برحسب زمان ، خودداری کردم چو اگر میخواستم تاریخ اکتشافات را مرعی و ملحوظ بدارم ، آنوقت تلخیص کارهای علمی این مرد بزرگ متعسر بود . جان وارد (John ward) در این مورد ، با کمال صداقت و حقیقت گوئی در ۱۷۴۰ ، چنین مینویسد : « اگر وی در کارهای علمی خود کمی با حوصله‌تر بود ، وثبات و استقامت بیشتر در کارها نشان میداد ، و قبل از تکمیل يك اختراع یا اکتشاف بدنبال کشف و اختراع دیگری نمیرفت ، بعبارة آخری و به بیان ساده‌تری اگر در کارها تعمق زیادتری داشت و دائماً از شاخی به شاخی دیگر نمی پرید ، ممکن بود درمواردی ، خدماتی گرانبها تر به بشریت و دنیای علم بکند ؛ و درعین حال هم خود را از بسیاری ناراحتیها مصون بدارد ، و از ترس اینکه دیگران کارهای علمی را بخود منسوب دارند - ترسی که سراسر وجودش را در تمام عمر فرا گرفته بود - آسوده خاطر بماند ! »

همانطور که گفته شده هوک اصولاً مردی بود علیل المزاج ، و بر اثر کار زیاد همواره خسته و رنجور ؛ بعلاوه از ایذاء و آزار دیگران هم رنج میبرد . افرادی کوچک و ناچیز همواره بر او رشک میورزیدند . لاجرم دشمنانی بسیار داشت . در عین حال باید متذکر شویم که تنی چند از شخصیت‌های برجسته‌ی آن دوران جزو دوستان و حامیان وفادار وی بودند ، و از آنجمله

۱ - Savart , Félix (۱۷۹۱-۱۸۴۱) ، پزشک و فیزیکدان فرانسوی .

مدتها پزشک و جراح ارتش فرانسه بود ، سپس حرفه‌ی خود را ترك کرده به تحصیل فیزیک و مخصوصاً مبحث صوت پرداخت . در ۱۸۱۹ رساله‌ی در باب آلات موسیقی زهی انتشار داد و مورد تقدیر فرهنگستان علوم قرار گرفت . مهمترین اختراع او چرخ دنداندار است که بنام وی معروف است . دیگر از اختراعاتش صداسنج است .

است باسی ، جان اولین^۱ تامس سیدنهم^۲ ، و کریستوفرورن . هوك برای ورن و بویل احترامی تمام قائل بود . گرچه هوك فوق العاده عصبانی و تندخو بود و بزودی از جا در میرفت ، معهذاً سری نترس داشت و دلیر و منصف بود . ازمحبتهای دیگران آنآ تشکر میکرد ، و مزاحمتها و بدیهای مردان بزرگی را که به مقام علم و دانش آنان واقف بود فراموش میکرد و از یاد میبرد . ل . ت . مور ، در ترجمه ای احوالی که از نیوتن نوشته چنین متذکر میشود « بهتر آن بود که نیوتن ، در اوج اشتهار و معروفیت خویش ، گذشت بیشتری از خود نشان میداد و نسبت به هوك ، یعنی این مغز متفکر و روح بزرگی که در زندان بدنی رنجور محبوس بود ، محبت بیشتری می ورزید . »

هوك در برابر مردم بسیار عجول و کم حوصله بود ، و نسبت به انحرافات و نادرستیها سخت بی تحمل ؛ این رفتار در برابر افراد عادی و کوچک عکس - العملی نداشت ، ولی در مقابل افراد متنفذ دور از حزم و احتیاط بشمار میآمد . یکی از دوستانش ، والر (waller) ، در باره ی هوك چنین نوشته است « نسبت به اخلاق و رفتار دیگران قضاوتی نافذ و نظری تیزبین داشت . حدسش صائب بود ، همچون آینه عیوب دیگران را پی پرده آشکار میساخت . » چه اخلاق ناپسندی !! هوك خوش برخورد نبود ، اصول معاشرت و دوست - یابی را نمیدانست . فاقد قوه ی تشخیص موقعیت بود و تاب مدارا با اشخاصی را که از آنان بیزار بود نداشت . از همه گذشته ، متأسفانه فوق العاده هم حساس بود ! آیا اگر وی در عصر ما میزیست ، با او بهتر از این رفتار میکردند ؟ شاید !!

۱ - Evelyn ' John (۱۶۲۰ - ۱۷۰۶) ، وقایع نگار انگلیسی .

اولین از هواخواهان سلطنت بود و در جنگ داخلی انگلستان دخالت چندانی نکرد . پس از ۱۶۵۲ زندگی مرفه و مجللی در روستا برای خود فراهم کرد و مشغول نویسندگی در موضوعات مختلف گردید . وقایع نامه ی او که در ۱۸۱۸ منتشر شد ، حاوی اطلاعات فراوانی در باره ی اوضاع اواخر قرن هفدهم میباشد .

۲ - Sydenham ' Thomas (۱۶۲۴ - ۱۶۸۹) ، پزشک انگلیسی

که بقراط انگلستان لقب یافته است . در ۱۶۴۲ به کالج ماگدالن رفت ، ولی تحصیلاتش بواسطه ی دخالت در جنگهای داخلی ، عقب افتاد . سیدنهم از دوستان صمیمی جان لاک و رابرت بویل بود . وی روش خاصی برای درمان تب راجعه یافت .

لاپلاس

از : جیمز ر . نیومن .

مورخین علم مارکی دولاپلاس را نیوتن فرانسه نامیده اند ؛ اطلاق این عنوان بجا، که اسمی است با مسمی ، بر اثر خدمات ذیقیمت و تتبعات گرانبهائی است که وی در باب مکانیک سماوی معمولی داشته است . گرچه مردان علم، از سه نسل قبل ، در رشته ی نجوم ریاضی به پژوهش و تحقیق پرداخته و نظریات و فرضیه های ابراز داشته بودند ، ولی خدمات علمی لاپلاس بر کارهای دیگران سرآمد بود . وی توانست اصلی کلی ابداع کند که بصورت فرضیه ای جهانی بر تمامی رشته های حکمت طبیعی قابل تطبیق باشد . مترجمین احوال لاپلاس ، صرف نظر از مقام علمی ، شخصیت وی را هم بنحو اکمل ستوده اند . لاپلاس مردی عجیب بود ، خصوصیات و سجایای مخصوص بخود داشت ؛ و هیچ کلمه ای به حقیقت نزدیکتر از این نیست که او را جامع اضداد بخوانیم : جاء طلب بود ، و در عین حال مطبوع و مقبول دیگران ؛ شخصاً مردی عالم ودانشمند ومتتبع بود ، ولی از انتساب نتیجه ی تحقیقات وزحمات دیگران به خویشان پروائی نداشت . متلون بود و طبعی سازگار داشت ؛ روزی جمهوریخواهی متعصب میشد ، و روز بعد سلطنت طلبی باحمیت ؛ در دوران انقلاب و ادوار قبل و بعد از آن ، بسته به موقعیت زمان ، هرروز جانبی را برمیکزید و به فرقه و جمعیتی میگرائید.

پیرسیمون دولاپلاس (pierre Simon de Laplace) در ۱۳ مارس ۱۷۴۹ در بومون آن اوژ (Beaumont - en - Auge) پابصرصدی وجود گذارد . بومون دهکده ایست در ایالت نورماندی ، واقع در شمال فرانسه ، و در برابر دریای زیبای مانش . راجع به دوران اولیه ی زندگیش اطلاعات صحیح و دقیقی که متکی بر مدارك مسلم باشد در دست نیست زیرا قسمتی از سوابق امر در آتش سوزی که بسال ۱۹۲۵ ، در قصر پدر بزرگش ،

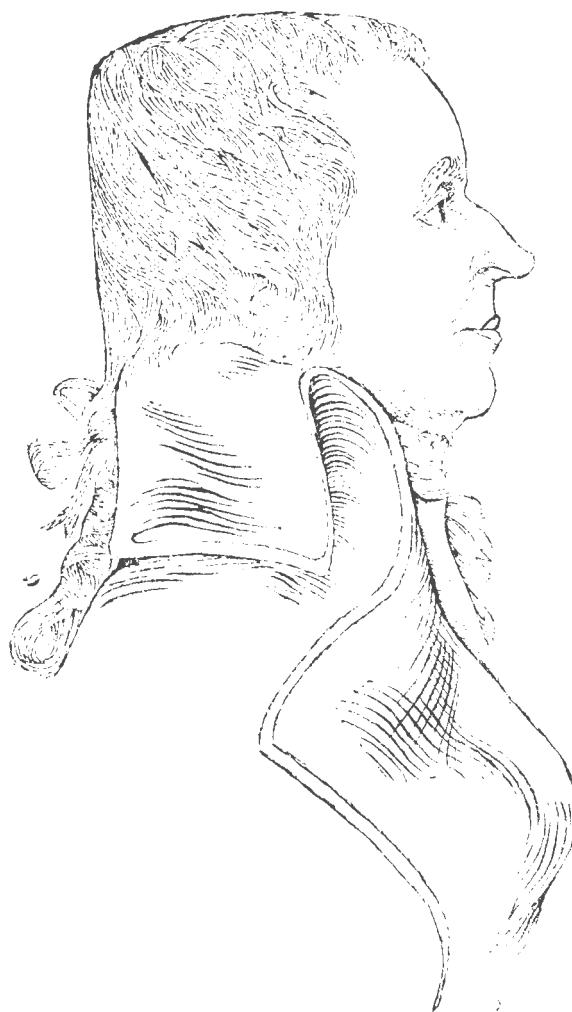
کنت دو کولبر لاپلاس (Colbert) روی داد سوخت و منهدم گردید ؛ و قسمتی دیگر حین جنگ جهانی دوم ، بر اثر بمباران شهر کان^۱ بوسیلهی آلمانها از میان رفت . بهمین سبب است که راجع به طفولیت وی روایاتی متنوع در اذهان وجود دارد که اکثر هم خالی از اشتباه نمیباشد . از جمله گفته می شود که پدرش دهقانی فقیر بود ، و حتی آنقدر استطاعت نداشت که مخارج تحصیل فرزند خود را تأمین کند . لاجرم لاپلاس ، بر اثر فتوت و همراهی و مساعدت های مالی همسایگان تحصیل میکرد . دیگر اینکه وی ، بمحض آنکه شهرتی یافت و غرق در افتخارات گردید ، بامجاهدت هر چه تمامتر میکوشید تا « اصل و مبدأ حقیر » خود را پوشیده و مخفی نگاه دارد . سرادمند و یتکر ، ریاضی دان معروف ، در تحقیقاتی که اخیراً در این باب بعمل آورده ، متذکر میشود که اگر هم لاپلاس ، به دلائل و موجبات ، خواسته باشد سوابق خود را مکتوم و مخفی کند و یا آنها را اصولاً از میان ببرد ، مسلماً مسئلهی فقر و تنگدستی اولیایش در زمره ی آن علل و موجبات نمیباشد . آنچه مسلم است پدرش ملك ذراعتی کوچکی داشته و ضمناً کدخدای محل هم بوده است . سایر افراد خانواده اش هم از طبقه ی « متوسط و مرفه الحال » بودند . لاپلاس دو عمر داشت : یکی جراح بود و دیگری کشیش قریه ی بومون ؛ و بطوریکه گفته میشود ، هنگامیکه لاپلاس در مدرسه ی زادگاه خود مشغول تحصیل شد ، عموی روحانی ، که از مبلغین فرقه ی بندیکتیان بود ، برادر زاده ی خود را به فراگرفتن ریاضیات تشویق کرد و نبوغی را که در وی بودیمت نهاده شده بود بیدار ساخت . در بدو امر چنین تصور می شد که لاپلاس راه و رسم عموی خود را پیش گرفته درسلك روحانیان در خواهد آمد ؛ ولی پس از آنکه در ۱۶ سالگی قدم به دانشگاه کان گذاشت ، با شوق هر چه تمامتر رشته ی ریاضیات را برگزید . در همین موقع بود که مقله یی در باب حساب تفاضلات محدود نوشت و آنرا برای چاپ به مجله ای که زیر نظر لاگرانژ^۲ اداره میشد

۱ - Caen ، شهرست در شمال فرانسه ، نزدیک دریای مانش ، دارای ۶۸۰۰۰

جمعیت . بهنگام جنگ جهانی دوم آسیب فراوان دید .

۲ - Lagrange, Comte Joseph - Louis de (۱۷۳۶ - ۱۸۱۳) ،

معلم و ریاضی دان معروف فرانسوی . وی بهنگام تولد فوق العاده نحیف و ناتوان بود ، و عجب آنکه از یازده فرزند خانواده فقط او تنها زنده ماند . نخست بکار ادبیات



فرستاد. لاگرانژ در آن موقع از ریاضی دانان بزرگ بشمار میرفت؛ ۱۳ سال از لاپلاس بزرگتر بود. همین مقاله رشته‌ی الفت و دوستی را بین این دو استوار ساخت و موجب همکاری دو دانشمند گردید.

لاپلاس در ۱۸ سالگی به پاریس عزیمت کرد، و توصیه‌هایی به عنوان دالامبر^۱، بزرگترین ریاضیدان فرانسه، با خود داشت. دالامبر این توصیه‌ها را بچیزی نگرفت. ولی لاپلاس هم که شخصی نبود که دست از طلب بدارد و در مواجهه با مشکلات و موانع بزودی پا فرا کشد، شخصاً رساله‌ای در باب مکانیک تهیه کرد و در آن اصول نظریات و افکار خویش را تشریح نمود. این نامه در دالامبر سخت مؤثر افتاد و او را غرق در حیرت ساخت. لاجرم فوراً نویسنده‌ی جوان و دانشمند آن را که در پهنی علم، یک شبه رصده ساله میپیمود، احضار کرده گفت: «آقا، بطوریکه ملاحظه کردید من به توصیه و سفارش ترتیب‌اثر نمیدهم. شما هم نیازمند آن توصیه‌ها نیستید زیرا قدر و ارزش شما بر من نمودار گشت. همین برایم

پرداخت ولی بزودی ریاضیات را جایگزین آن ساخت، و در ۱۸ سالگی به‌سمت معلم مدرسه‌ی توپخانه در شهر تورن منصوب گردید. وی «سری لاگرانژ» و «حساب تغییرات» را کشف کرد. و تئوری ریاضی صوت را بوجود آورد، و مسئله‌ی تارهای مرتعشه را حل کرد. در ۱۷۶۴ مقاله‌ی در باب تزلزل ماه نوشت که مورد تقدیر آکادمی علوم فرانسه قرار گرفت. اثر معروفش مکانیک تحلیلی (۱۷۸۸) است.

۱- D'Alembert, Jean Le Rond (۱۷۱۷ - ۱۷۸۳)، نویسنده، فیلسوف، و ریاضیدان فرانسوی که از پایه گذاران دایرة المعارف فرانسه بشمار میرود. مادرش مادام تنسن (Tencin) که این بچه را از ژنرال دتوش (Destouches) پیدا کرده بود، نیمه شبی او را بر روی پله‌های کلیسایی گذارد. بامدادان زن نیکوکاری طفل را که در شرف مرگ بود بخانه برد و همت به تربیت او گماشت.

دالامبر ابتدا وارد در رشته‌ی حقوق و سپس طب گردید، ولی نبوغ عجیبی که نسبت به ریاضیات داشت، موجب شد که در ۲۲ سالگی، با انتشار مقاله‌ی مهمی در باب حساب انتگرال، استعداد خاص خود را به جهان‌نشان دهد. در ۱۷۴۳ کتاب دینامیک را منتشر کرد. در ۱۷۵۸ منشی دائمی آکادمی فرانسه شد. همو بود که، برای اولین بار آنالیز ریاضی را در مکانیک به‌کار برد.

کافیست و من همواره پشتیبان شما خواهم بود . کمی بعد دالامبر کرسی استادی ریاضیات مدرسه نظام پاریس را به وی تفویض کرد .

ترقی لاپلاس فوق العاده سریع بود، وی مرتباً رسالاتی برای فرهنگستان علوم پاریس تهیه میکرد و در آنها، با استفاده از استعداد و نبوغ خارق العاده‌ی خود در ریاضیات، مشکلات فرضیه‌ی سیارات را حل میکرد و نقاط تاریک آن را روشن می‌ساخت . سخنگوی فرهنگستان که خود دانشمندی نامی و بزرگ بود چنین اظهار میکند «هرگز دیده نشده است که دانشمندی با این سن و جوانی، در مدتی چنین کوتاه، بتواند اینهمه رسالات ذی‌قیمت در باب معضلات رشته‌های مختلف علوم تهیه کند.»

یکی از مهمترین مشکلاتی که لاپلاس برای یافتن راه حل آن اقدام میکرد مسئله‌ی بی‌نظمی مدار سیارات بود. دانشمندان، از مدت‌ها قبل، به غیر عادی بودن حرکات آنها پی برده بودند. ادمندهااله، منجم معروف انگلیسی، خاطر نشان ساخته بود که مشتری و زحل، از قرن‌ها قبل، متناوباً یا از محلی که مبیایست باشند پایین‌تر و یا بالاتر؛ و در نتیجه مدارشان انحرافی، نظیر آنچه در مسیر اسپدوانی دید، میشود حاصل میکند. تطبیق فرضیه‌ی جاذبه‌ی عمومی نیوتن به روش سیارات اشکالات عظیمی بوجود آورده بود. مسئله‌ی معروف آجرام سه گانه (هر گاه سه جرم سماوی به نسبت عکس و مجذور فاصله یکدیگر را جذب کنند وضع آنان چگونه خواهد بود ؟) هنوز کاملاً روشن و حل نشده بود. به‌لاوه لاپلاس با مسئله‌ی دشوارتری دست و پنجه نرم میکرد و آن موضوع منظومه‌ی کامل شمسی بود که از طرفی اجزاء آن دویدو، یکدیگر را جذب میکنند، و از طرف دیگر خورشید همگی را بخود میکشد.

نیوتن، با توجه به اختلالاتی که در وضع ستارگان روی میداد، بیم آن داشت که مبدا روزی نظم و ترتیب منظومه‌ی شمسی برهم بخورد، ماه بر روی زمین، یا مشتری بر روی خورشید بیفتد، و یا زحل در فضای لایتناهی فرار کند؛ و میگفت تنها دست خداوندی است که با قدرت خلاقه‌ی خویش این وضع را ثابت نگاه میدارد. ولی لاپلاس در فکر آن بود تا این مسئله را از گرد و غبار حکمت نظری پاک‌کند، و برای پایداری منظومه‌ی شمسی اصلی کلی مبتنی بر استنتاجات ریاضی بیاورد بطوریکه هیچ‌گونه عامل

ما فوق طبیعت در آن ملحوظ نظر قرار نگیرد. در یکی از رسالات علمی یا «برجسته ترین رساله ای که تاکنون به انجمن علمی عرضه شده» ثابت کرد که انحرافات خفیف حرکت سیارات بمرور زمان افزوده نمیشود بلکه برعکس، تغییراتی متناوب، در دو جهت، در کار است. سپس عزم بر آن داشت تا اساس این نوسانات و تمایلات مدار سیارات را بصورت قانونی کلی و جامع در آورد که تمامی منظومه‌ی شمسی را در بر گیرد. لاپلاس در این اندیشه بود که اگر بتوان این مسئله را در ماشینی ساده حل کرد، یعنی اختلالات ماشین را بتدریج کم کرده و آنرا به وضع اولیه‌ی خود درآورد (این عمل را میتوان تا حدی مشابه روش معالجه‌ی خودبخود یعنی روش اصول فیزیولوژیکی والترکن^۱ دانست که آنرا خود - ستادی نامیده است.)

آنگاه دیگر آینده‌ی ماشین جهان و سرنشینان آن، یعنی بشر، جای نگرانی نخواهد بود. اگر این اختلالات یا انحرافات خفیف در یک جهت بود، و بمرور زمان افزوده میشد، و اگر هر نوسان زمینه را برای نوسانی بزرگتر فراهم میکرد، در اینحال اضمحلال عالم و بهم ریختگی آن امری حتمی بود. لاپلاس بالاخره فرضیه‌ی خود را عنوان نمود. بر طبق این فرضیه - که با آنچه هم عملاً دیده میشد سازگاری داشت - این انحرافات خفیف تزلزلی در اساس ثبات جهان ایجاد نمیکند، و تغییرات منظومه‌ی شمسی فقط تغییراتی است که «متناوباً بوقوع پیوسته و یکدیگر را تعدیل میکنند بطوریکه هیچگاه از حد معینی تجاوز نمی نمایند.» دوره‌ی این تناوب هم فوق العاده عظیم است زیرا صحبت از نوسان «پاندول عظیم ابدیت است که هر ضربه‌ی آن بجای یک ثانیه، هعرف عصری است.»

بدین ترتیب لاپلاس نشان داد که جهان استوار و بر جا است، وساعت

۱- Cannon, walter Bradford ۱۸۷۱- ۱۹۴۵ روانشناس آمریکایی که شهرتش عمده^۲ بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در باب اعصاب نموده. در دانشگاه هاروارد تحصیل کرد و در همانجا مشغول تدریس شد (۱۸۹۹)، و در ۱۹۰۶ بمقام استادی رسید. هنگام جنگ جهانی اول در بهداری ارتش آمریکا خدمت کرد، و روشی برای حفظ و نگهداری خون و تزریق آن و درمان امراض وانی ابداع نمود. همچنین طرخی برای معالجه‌ی زخم معده، بیماریهای قلب و غیره با اصول روان پزشکی تمهید کرد. آثار معروفش اصول علمی فیزیولوژی (۱۹۱۰) و جسم و روح (۱۹۳۱) میباشد.

دقیق عالم قابل اعتبار و اعتماد ؛ و تغییرات خاص و سایر بی نظمی هایی که در آن روی میدهد ناچیز است ، و از حدود عیوب کوچکی ، که آنهم خود بخود بر طرف میشود ، تجاوز نمیکند ؛ لاجرم دیگر نه فقط نگرانی از تزلزل وضع جهان موردی ندارد ، بلکه برای حفظ ماشین عظیم جهان نیازی هم به دست خداوندی نیست . لاپلاس این وضع غیر عادی را نعمتی برای منجمین دانسته و در کتاب مکانیک سماوی چنین متذکر میشود : « سابقاً بی نظمی های دو سیاره با قانون جاذبه ی عمومی قابل توجیه و تفسیر نبود ؛ ولی اکنون این امر خود دلیل قوی و برجسته ای برله آن میباشد . تقدیر این کشف عظیم چنین است که هر نمودی که نخست توجیه آن با این قانون با اشکالی برخورد کند ، بعداً خود دلیلی بین وقاطع برله آن میشود ، آنرا تأیید میکند و بر افتخار آتش میافزاید . کیفیت اخیر خود مطمئن ترین مشخص نظم حقیقی طبیعت بشمار میرود . »

در اینجا باید دو نکته را ملحوظ نظر قرار دهیم : یکی اینکه تفسیر لاپلاس برای اثبات پایداری کامل منظومه ی شمسی رسانیده و بطور دقیق آنرا توجیه نمیکند ، بلکه تفسیری است که تنها در مورد یک منظومه ی شمسی ایدآلی صادق است که از آشفتگی عواملی نظیر جزرومد و یا نیروهای دیگر مصون باشد . امروزه این نکته مسلم گردیده که زمین جرمی صلب نبوده ، و برعکس در اثر جزرومد تغییر شکل میدهد ؛ و همین تغییر شکل است که مانند ترمزی حرکت آنرا تعدیل مینماید . این تأثیر ، اگر چه اندک است ، ولی همواره در یک جهت اثر میکند . لاپلاس در آن عصر ، از این واقعیت ها آگاه نبود ، و لاجرم تصور و تعبیرش از انحرافات همان بود که در بالا گفته آمد ؛ ولی ما ، برخلاف پندار وی ، نمیتوانیم چنین استنتاج کنیم که طبیعت اعمال ماشین سماوی را « برای مدتی لایتنهای و مبتنی بر همان اصولی که در مورد زمین ، برای حفظ افراد وابدیت وبقاء انواع صادق است ، » تنظیم و تأمین خواهد کرد .

دیگر آنکه لاپلاس بهیچوجه ذکری از دین خود نسبت به لاگرانژ بمیان نیاورده است . بدون شك هر قدمی که لاپلاس در راه کشف و توجیه قوانین فیزیکی نجوم برداشته بنحوی مرهون کشفیات اساسی و عمیق لاگرانژ در رشته ی ریاضیات میباشد . حتی در مواردی نمیتوان ایندو را از یکدیگر تفکیک کرد و تمیز داد . لاگرانژ بزرگترین ریاضیدان عصر بود ، و مجاهدات

و مساعیش کاملاً مصروف به آن؛ ولی لاپلاس ریاضیات را تنها وسیله میدانست نه غایت و هدف؛ و فیزیکدان و منجمی محسوب میشد که نظریات خود را در قالب الفاظ و عبارات ریاضی بیان میکرد. دانشمندان آن عصر در لاپلاس بدیده‌ی خرد پینی و انتقاد نگریسته و از اینکه مساعدتهای معنوی و نظریات بلند لاگرانژ را نادیده گرفته و ذکر از سهم مؤثر وی در پیروزی علمی خود بمیان نیاورده است سرزنش و ملامتش میکنند. لیکن لاگرانژ که مردی بود وارسته، و روحی پاک و منزّه داشت، هرگز از این مقوله سخنی بمیان نیاورد و تا آخر عمر از دوستی و یاری با وی کوتاهی ننمود. کتاب مکانیک سماوی لاپلاس، در ۵ جلد، بین سالهای ۱۷۹۹ و ۱۸۲۵ منتشر گشت. وی چشم انداز آنرا اجمالاً چنین توصیف میکند:

«در اولین قسمت این کتاب به ذکر اصول کلی تعادل و حرکت اجرام پرداخته ایم. تطبیق این اصول به حرکات اجرام سماوی ما را، با کمک استدلالی هندسی، بدون هیچگونه مفروضات، به قانون جاذبه‌ی عمومی راهبری کرد که تأثیر شتاب ثقل و حرکت مرمیها از موارد عمده‌ی توجیه آن بشمار میروند. سپس توجه خود را به مجموعه‌ای از اجرام که تحت تأثیر این قانون مهم طبیعت هستند معطوف داشته و با تجزیه و تحلیل خاصی به بیان کلی حرکت و صورت آنها، و نوسان سیالی که آنها را در بر گرفته است نائل آمدم. از این آزمایشات کلیه‌ی نموده‌های کشندی و جزرومد را استنتاج کرده؛ تغییر درجات و شدت شتاب ثقل را بر سطح زمین بدست آوردیم؛ و همچنین تقدیم اعتدالین^۱، تزلزل ماه، شکل و ماهیت دوران حلقه‌های زحل را مکشوف ساختیم. بالاخره ثابت نمودیم که به چه علت همواره این حلقه‌ها بر سطح استوائی زحل بطور ابد باقی میماند. از این گذشته، از همان نظریه‌ی شتاب ثقل، معادلات حرکت سیارات و مخصوصاً آنچه را مربوط به مشتری و زحل، که نامساویهای آنها دوره‌ای

۱ - تقدیم اعتدالین. عبارتست از حرکت از شرق به غرب اعتدالین، که بر اثر آن فاصله‌ی زمانی دو عبور متوالی هر یک از این دو نقطه از نصف النهار معین کمتر از فاصله‌ی زمانی دو عبور متوالی یک کوکب میشود. این حرکت، که ابرخس آنرا کشف کرد، نتیجه‌ی آنست که محور زمین، در حدود ۲۵۸۰۰ سال یکبار حرکتی مخروطی میکند، و در این مدت نقطه‌ی اعتدال ربیعی یک دور بر دایرة البروج بطرف مغرب میگردد.

برابر ۹۰۰ سال دارد، استنتاج نمودیم.

ناپلئون، پس از مشاهده‌ی نسخه‌ی کتاب مکانیک سماوی، لاپلاس را مورد اعتراض قرار داده گفت «در سراسر این کتاب یکبار هم نام خداوند بمیان نیامده است؟» و لاپلاس در پاسخ اظهار داشت «احتیاج به این فرضیه نداشته‌ام». ناپلئون که این جواب را پسندیده بود، روزی آنرا برای لاگرانژ نقل کرد. وی گفت «با این حال فرضیه‌ی زیبایی است، بسیار چیزها را توجیه می‌کند.»

مکانیک سماوی مخصوصاً از نظر ریاضی‌دانان فوق‌العاده قابل توجه است معروف است که ویلیام براون هیملتن، ریاضی‌دان ایرلندی، پس از برخورد به اشتباهی در کتاب مکانیک سماوی دل به ریاضیات بست و به آن علاقمند شد. جورج گرین،^۱ ریاضیدان انگلیسی، از همین کتاب یک فرضیه ریاضی در باب الکتریسته اشتقاق نمود. مسلماً برجسته‌ترین قسمت کتاب معادله‌ی معروف لاپلاس است:

$$\frac{\delta^2 u}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 u}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 u}{\delta z^2} = 0.$$

این فرمول یک نوع معادله‌ی میدان است، و میتوان آنرا برای تشریح هر نمودی در هر لحظه از زمان و هر نقطه از میدانی که بوسیله جرم گرانشی یا بار الکتریکی یا جریان سیال و غیره ایجاد شود بکار برد. بعبارة آخری و به بیان ساده‌تری معادله‌ای است که از مقدار کمیت فیزیکی پتانسیل^۲، در سراسر متصل واحدی، گفتگو میکند. تابع

۱ - Green, George (۱۷۹۳-۱۸۴۱)، ریاضیدان انگلیسی. کلمه‌ی پتانسیل را اولین بار در کتاب خود موسوم به رساله در باب تطبیق آنالیز ریاضی در تئوریهای الکتریسته و مغناطیس (۱۸۲۸) بکار برد. آثار دیگری هم در باب انعکاس و انکسار نور دارد.

۲ - پتانسیل. این لفظ در فیزیک بمقادیر مختلفی (مثلاً پتانسیل برقی، پتانسیل جرمی، پتانسیل مغناطیسی و غیره) اطلاق میشود که جملگی با انرژی پتانسیل بستگی دارند. معروفترین اطلاق آن در مورد پتانسیل برقی است. پتانسیل برقی یک میدان برق در یک نقطه کاری است که باید برای منتقل کردن بار برقی

پتانسیل که اولین بار بصورت يك كمیت ریاضی عنوان شده بود ، بعداً معنایی فیزیکی پیدا کرد . تفاوت بین مقادیر تابع پتانسیل در دو نقطه‌ی مختلف يك میدان معادل همان اندازه کاری است که برای جابجا کردن واحد جرم از یکی از این نقاط به نقطه دیگر لازم است . میزان تغییر پتانسیل در هر جهتی نماینده‌ی مقدار قوه در همان جهت است .

اگر به II معانی مختلف (مثلاً حرارت ، پتانسیل سرعت ، و غیره) بدسیم ، میتوان معادله را در يك سلسله نظریه‌های مربوط به الکترو - ستاتیک ، گرانش ، ئیدرودینامیک ، مغناطیس ، صوت ، نور ، هدایت ، حرارت ، و غیره بکار برد . در ئیدرودینامیک ، که در آن II پتانسیل سرعت

۱ + (واحد بار برقی مثبت) از موضعی بینهایت دور از عالم مادی به نقطه‌ی مفروض انجام داد (این کار به انرژی پتانسیل بار مذکور اضافه و یا از آن کم میشود) . پتانسیل برقی در يك نقطه‌ی میدان نظیر ارتفاع است در میدان جاذبه‌ی زمین ، و همچنانکه در میدان اخیر برای منتقل ساختن باری از سطحی به سطحی یا از نقطه‌ای به نقطه‌ی مرتفعتر باید کاری مساوی حاصلضرب وزن بار در اختلاف سطح (یعنی اختلاف ارتفاع دو نقطه) انجام داد (که بر انرژی پتانسیل بار مذکور افزوده میشود) ، در انتقال يك بار برقی از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر از يك میدان برقی کاری انجام میگردد که مساوی حاصلضرب مقدار بار در اختلاف پتانسیل دو نقطه است . نظر به این ملاحظات است که پتانسیل برقی را گاهی ارتفاع برقی یا سطح برقی و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه يك میدان برقی را اختلاف سطح برقی آنها میخوانند . پتانسیل برقی در نقاطی که بینهایت از میدان دور باشند صفر است . عملاً پتانسیل سطح زمین یا جسم هادی بزرگی (مثلاً پایه‌ی فلزی یا جمعه‌ی فلزی اسباب مورد نظر) را صفر میگیرند . واحد معمولی اندازه گیری پتانسیل و اختلاف پتانسیل ولت است . برای بردن يك بار برقی مثبت از نقطه‌ای به نقطه‌ای که پتانسیل بیشتری دارد ، باید کاری انجام داد ، ولی بار منفی بخودی خود از نقطه‌ای که پتانسیل کمتری دارد ، بجانب آنکه پتانسیل بیشتری دارد میرود ، و انرژی حرکتی میگیرد . بالاخص ، هرگاه بین دو انتهای يك جسم هادی فلزی دراز (مثلاً سیم فلزی) اختلاف پتانسیلی برقرار باشد ، الکترونهاى آزاد جسم از يك انتها بجانب انتهای دیگر روان میشوند . ولی ، برای اینکه این جریان ادامه یابد ، باید اختلاف سطح بین دو انتها را بوسیله‌ی يك منبع برقی (مثلاً بوسیله‌ی يك ماشین الکتروستاتیک و یا بوسیله‌ی پیل و یا باتری و یا مولدی) محفوظ نگاهداشت .

است (نسبت مجذور فاصله به زمان)، میزان تغییر پتانسیل معادل اندازه‌ی سرعت سیال خواهد بود. معادله‌ی لاپلاس برای سیالی صادق است که تراکم ناپذیر بوده و فاسد نشود یعنی تنها در صورتی که مقدار سیالی که از حجمی فوق‌العاده کوچک خارج میشود، درست برابر مقداری باشد که در آن نفوذ میکند. توضیح اجمالی اینکه چرا معادله‌ی لاپلاس بعنوان یک معادله‌ی حلال عمومی مسائل فیزیکی بکار میرود اینست که معادله‌ی مذکور در واقع مبین یک وضع مطابق صرفه‌ای در روند حوادث طبیعی میباشد، و «گرایشی است بجانب یکنواختی، بدانسان که به مقتضای آن انحرافات و اختلافات موضعی بتدریج مستهلك میشوند.» با همین نکته است که میتوان این واقعیت را که اگر یکسری میله‌ای فلزی را گرم کنیم، حرارت میل دارد بطور یکنواخت در سراسر آن پخش شود توجیه نمود؛ همچنین است وضع جسم حل شده در مایمی که در سراسر آن پخش میشود.

مکانیک سماوی کتابی است بسیار بزرگ و مشکل، که فهم آن حتی برای دانشمندان و اهل فن نیز خالی از اشکال نمی‌باشد. لاپلاس در هیچ مورد برای فهم مندرجات آن به توضیح یا تفسیری نپرداخته، و همواره اشکالات اصلی و حساس استدلال را در این جمله که از سنن ریاضیات است خلاصه میکند «سهولت ملاحظه میشود که . . .» تثیل بوودیج^۱، ریاضیدان و منجم امریکائی که چهار جلد از کتاب لاپلاس را به انگلیسی ترجمه کرده است متذکر میشود که «. در هر مورد که به این عبارت برخوردیم، ساعتها وقت صرف کردم تا به درک این سهولت و وضوح نائل گردیم.» حتی خود لاپلاس هم در مواردی که خواسته استدلالی را از سر بگیرد، اعتراف میکند که نحوه‌ی استدلال و استنتاج بهیچوجه آسان نبوده و «سهولت ملاحظه نمی‌شود». همچنین لاپلاس چنین وانمود کرده که کلیه نظریات و تتبعات مندرجه در کتاب صرفاً از کشفیات خود او است،

۱ - Bowditch, Nathaniel (۱۷۷۳ - ۱۸۳۳) ریاضیدان و

منجم امریکائی. گرچه تحصیلات مرتبی نکرد ولی از آغاز به ریاضیات علاقه‌مند بود. چهار جلد از مکانیک سماوی لاپلاس را به انگلیسی ترجمه کرد (۱۸۲۹ - ۳۸).

و دیگران سهمی در آن ندارند. خانم مری کلرک^۱، منجم انگلیسی، در این مورد چنین متذکر شده است: «لاپلاس قضایا و فرمولها را بدون تذکر و اشاره به نام اسلاف و متقدمین، به خود اختصاص داده است بطوریکه مجموعه‌ای را که واقعاً نتیجه‌ی مساعی و مجاهدات دانشمندان یکقرن بوده بصورت رشحات یک مغز واحد جلوه گر ساخته است.» *اریک تمپل بل* (Eric Temple Bell) نیز یادآور شده که «لاپلاس عادت داشته است بر هر چه معاصرین یا متقدمین انجام داده بودند، بی پروا دست بگذارد و آنها را دزدیده به خویشان منسوب دارد.»

لاپلاس در ۱۷۹۶ کتاب دیگری بنام *منظومه‌ی عالم* نوشت تا مباحث پیچیده و مشکل مکانیک سماوی را که فهم آن برای جمعی متعسر بود آسان سازد. کتاب اخیر جالبترین و واضحترین کتابی است که در علم نجوم، برای مردم عادی و غیر فنی، نوشته شده. لاپلاس در این شاهکار خود فرضیه‌ی ابری را که قبلاً، در ۱۷۵۵ - بوسیله گانت^۲ عرضه شده بود پیش

۱ - Clerke Agnes Mary (۱۸۴۲ - ۱۹۰۷)، منجم انگلیسی که مدت‌ها در رصدخانه‌ی سلطنتی دماغه‌ی امیدنیک کار میکرد. اثر عمده‌اش *منظومه‌ی ستارگان* (۱۸۹۰)، هرشل و نجوم جدید (۱۸۹۵)، و نجوم (۱۸۹۸) میباشد.

۲ - Kant, Emmanuel (۱۷۲۴ - ۱۸۰۴)، فیلسوف آلمانی، و یکی از بزرگترین شخصیت‌ها در تاریخ فلسفه. وی استاد منطق و حکمت الهی در دانشگاه کونیگسبرگ بود، و سیستم فکری خاصی بعمل آورد که در کلیه‌ی فلاسفه‌ی متأخر بنحوی تأثیر داشته. آثار عمده‌اش عبارتند از *نقادی عقل مطلق* (۱۷۸۱)، *مبانی ما بعدالطبیعه‌ی اخلاق* (۱۷۸۵)، *نقادی عقل عملی* (۱۷۸۸)، *نقادی احکام* (۱۷۹۰)، و *دین در حدود عقل* (۱۷۹۳ - ۹۴). در این آثار کانت نظریات خود را با مباحثاتی چنان بفرنج و در هم تشریح میکند که تلخیص آنها متعسر است. کانت صریحاً اشیاء را به دو دسته تقسیم میکند: یکی چیزهای مربوط به تجربیات ما (فنونما یا عوارض یا حادثات) که میتوانند با مقولات فهم ما (مشمعل برعلیت و معلولیت و ذاتیت) سازگار گردند؛ دیگر چیزهای قائم بالذات (نومنا یا ذوات یا مقولات)، که عجالتاً عقل ما به کنه آنها نمیتواند پی برد. برای توضیح

راند. ماحصل این فرضیه اینست که منظومه‌ی شمسی در آغاز توده‌ی عظیمی از ماده‌ی رقیق ابر مانند فوق‌العاده گرمی بوده که بکندی دوران میکرده است. بتدریج که بر اثر تشعشع از حرارت این توده کاسته شد، توده انقباضی پیدا کرد و در نتیجه‌ی کم شدن حجم، بر سرعت دوران آن افزوده گشت. بر اثر نیروی گریز از مرکز متدرجاً حلقه‌هایی از این توده جدا شد، و بدین ترتیب یک توده‌ی مرکزی و حلقه‌هایی دارای حرکت دورانی، که کوچکترین آنها از سایرین سریع‌تر می‌گشت، تولید شد. بتدریج این حلقات هم‌متر اکم شده و بصورت کراتی (سیارات) درآمدند. و بهمین ترتیب از سیارات هم اقماری بوجود آمد. لاپلاس و کانت در پیشرفت این فرضیه فوق‌العاده مجاهدت نمودند. بنا بر نظریه‌ی لاپلاس هیچیک از اجزاء منظومه‌ی شمسی نمیتواند دارای حرکت انتقالی در جهت معکوس باشد؛ لکن، قبل از مرگ وی، هرشل^۱ ثابت کرد که روش اقمار اورانوس برخلاف این ترتیب است، و از آن پس هم نظایر بسیاری برای آن پیدا شد. مع الوصف باید آن نظریه را مبدأ تحول فکری دانست چو این فرضیه فصل درخشانی را در تاریخ علوم عقلی باز کرده و بسیاری از دلائل و مباحث اساسی آن

نارسایی عقل و درک حقیقت ذوات، کانت بحث خود را با تنازعات احکام و تناقضات منطقی اصولی که نمیتوان آنها را تحلیل کرد آغاز میکند؛ و باین ترتیب ثابت میکند که زمان و مکان هم نامتناهی است و هم محدود؛ و خدا هم وجود دارد و هم وجود ندارد. نیز میگوید اگر چه ما نمیتوانیم به حدود ذوات پی بریم، ولی میتوانیم بدانیم که وجود دارند. علم اخلاق و زیباشناسی هم در همین میانی استوار است. از نظر کانت سلوک اخلاق متکی بر امر مطلق است که میتوان آنرا چنین بیان کرد «چنان رفتار کن که دستور عمل تو بتواند قاعده‌ی کلی و جهانی گردد.» و نیز میگوید «چنان عمل کن که شایسته‌ی انسانیت باشد، چه در مورد شخص خود و چه در مورد دیگران. در هر حال رفتار تو فی حد ذاته غایت باشد نه وسیله.» کانت اعتقاد به اختیار، ابدیت، و خدا را مربوط به ایمان میداند نه حکمت.

۱- Herschel, Sir William (۱۷۳۸-۱۸۲۲)، منجم انگلیسی. قبلاً موسیقیدانی گمنام بود، در ۱۷۵۷ به انگلستان رفت و به نواختن ارگ در کلیساها پرداخت. در ۱۷۷۴ دوربینی ساخت و شبها، پس از پایان کار، به نظاره‌ی آسمان مشغول میشد. در ۱۷۸۱ اورانوس را کشف کرد.

هنوز هم معتبر است، و جهان‌شناسان آن را در توجیه مجموعه‌های نجومی بزرگتر از منظومه‌ی شمسی بکار می‌برند.

موضوع دیگری که لاپلاس توجه و هم خود را بدان معطوف میداشت نظریه‌ی احتمالات بود. لاپلاس این مسئله را هم بعنوان يك ریاضیدان و هم يك ناشر علم در میان مردم مورد بحث قرار داد. نظریه‌ی تحلیلی احتمالات کتابی است جامع، و در آن بحث از این نکته بمیان آمده است که محاسبات عقاید متعارفی مردم، در باب حوادث مربوط به تصادفات، تا چه اندازه معقول میباشد. اساس این نظریه مبتنی بر دوری گردش و علم ترکیبات است و میتوان آن را ریاضیات امکانات نام نهاد.

لاپلاس میگوید که نظری احتمالات فی الواقع چیزی جز بکار بردن عقل سلیم در محاسبه نمیشد. ولی چنانچه از متن کتاب مستفاد میشود حساب عقل سلیم از حساب سیارات پیچیده‌تر و غامض‌تر میباشد. ریاضیدانی همچون دومورگان^۱، در این باب چنین متذکر میشود و مشکلترین مبحث ریاضی است که بدان بر خورده‌ام، و آنرا بمراتب از مکانیک سماوی پیچیده‌تر میداند.

هیچ يك از دانشمندان و مردان علم، در زمینه‌ی حساب احتمالات به پایه‌ی لاپلاس نرسند؛ و سهم وی بر دیگران بس فزونی دارد. ولی لاپلاس، در نظریه‌ی تحلیلی احتمالات نیز مانند مکانیک سماوی، نامی از مساعی و اقدامات سایر ریاضیدانان بمیان نیاورده حال آنکه در موارد متعدد از تنبئات و تحقیقات آنها استفاده کرده است. دومورگان در این مورد میگوید «ابتکار و اصالت وی تنها در اینست که خواننده می‌بیند آنچه را از دیگران گرفته بخود منسوب داشته است. این ادعا انسان را متحیر و متعجب

۱ - De Morgan Augustus ، (۱۰۸۶ - ۱۸۷۱) ، عالم ریاضی و منطق انگلیسی متولد مدرس در هندوستان . استاد ریاضیات دانشگاه لندن بود (۱۸۲۸ - ۳۱) . آثارش اصول علم حساب (۱۸۳۱) ، اصول جبر (۱۸۳۱) ، اصول علم مثلثات (۱۸۳۷) ، نظریه‌ی احتمالات (۱۸۳۸) ، حساب جامع و فاضله (۱۸۴۲) ، و منطق صورت (۱۸۴۷) میباشد .

میسازد. و باید آنرا اندرز خطرناکی تلقی نمود.^۱

اثر دیگر لاپلاس کتابی است بنام بحث فلسفی در باره‌ی احتمالات. وی در مقدمه‌ی این کتاب قوانین احتمالات و شانس را بطور ساده و مردم-پسندی تشریح نموده؛ و در قسمتی از آن کاملترین توصیف و شرح را در خصوص تفسیر جبری جهان عرضه داشته است. این فصل در واقع رمز آن عصر سعادت‌مند و پربهرکتی است که در آن فرض میکردند که میتوان گذشته را شرح داد و آینده را پیش بینی کرد. و این هر دو را صرفاً به کمک توجه به وضع حاضر و جلوات آن انجام داد:

«بنابر این باید وضع فعلی جهان را نتیجه و معلول وضع سابق آن، و علت و مسببی برای آینده‌ی آن در نظر بگیریم. اگر موجود فوق‌العاده باهوشی، در لحظه‌ای معین، تمام نیروهای را که طبیعت تحت تأثیر آنها است بشناسد، و وضع نسبی موجوداتی را که تشکیل دهنده آنند بداند - موجودی چنان هوشمند و بافراست که بتواند کلیه‌ی این معلومات و اطلاعات مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد - در اینصورت خواهد توانست حرکات بزرگترین اجرام عالم و کوچکترین اتم‌های آنرا با فرمولی واحد بیان و توجیه کند. بدیهی است برای چنین موجودی نقطه‌ی مبهم و تاریک باقی نمی‌ماند؛ و گذشته و آینده جهان، هر دو در برابر نظرش مجسم میگردد. ذهن بشر، با پیشرفت و تکاملی که در نجوم بعمل آورده، نمونه و مثال ناچیزی از آن موجود فوق‌العاده باهوش بشمار میرود. کشفیاتی که در مکانیک و هندسه و همچنین موضوع جاذبه‌ی عمومی بعمل آمده، آدمی را قادر ساخته است که با همان بیان تحلیلی وضع گذشته و آینده‌ی مجموعه‌ی عالم را ادراک

۱ - قبل از کتاب لاپلاس کتب و رساله‌هایی در باب احتمالات نوشته شده بود. هویگنس در ۱۶۷۵، در باره‌ی شانس و احتمالات مطالعاتی کرده بود؛ هاله جدولی برای مرگ و میر انتشار داد. مونتور (Montmort، ۱۶۷۸ - ۱۷۱۹)، ریاضیدان فرانسوی، کتاب مطالعات تحلیلی را در باره‌ی بازیهای تصادف تألیف کرد (۱۷۱۶)؛ نیکلا برنولی (Bernoulli، ۱۶۸۷ - ۱۷۵۹)، ریاضیدان سوئیسی، در ۱۷۱۳ کتاب فن پیش‌بینی Ars Conjectandi، را که عمویش ژاک برنولی (۱۶۵۴ - ۱۷۰۵) تألیف کرده بود انتشار داد. آبراهام موآور Moivre، (۱۶۶۷ - ۱۷۵۴) کتاب معرفت شانس را در ۱۷۱۶ چاپ کرد؛ و آنتوان دپارسیو (Deparcieux، ۱۷۰۳ - ۶۸)، کتاب مطالعاتی در باب دوران زندگی انسان را انتشار داد.

نماید. با تطبیق همین روش به معرفتی که در رشته‌های دیگر کسب نموده موفق به پیدا کردن قوانینی جامع، حاکم بر کلیه نمودها و همچنین حوادثی که معلول اوضاع مفروضی است، خواهد گردید. اینهمه بذل مساعی که در راه یافتن حقایق و واقعیتهای بعمل می‌آید، ذهن بشری را به سوی آن موجود بسیار هوشمند که در بالا از آن سخن به میان آوردیم سوق میدهد؛ ولی همواره با آن فاصله‌ای بینهایت عظیم خواهد داشت. این تمایل که مخصوص نوع بشر است وجه امتیاز و عامل مشخصی انسان بر حیوان بشمار میرود؛ و پیشرفت هر جامعه و یانژاد در این مورد مشخص ملتها و اعصار بشریت و معرفت افتخار و مباحثات آنان میباشد.

لاپلاس به اتفاق شیمی‌دان معروف، آنتوان لاووازیه، بکار آزمایشات و تتبعات پرداخت و حرارت مخصوص^۱ تعداد کثیری از مواد را تعیین کرد و با همکاری وی موفق به تعبیه‌ای اسبابی شد که به کالوریمتر لاپلاس معروفست. و آن آلتی است که حرارت را با مقدار ریخی که ذوب میشود اندازه میگیرد. جوزف بلیک^۲، و یوهان کارل ویلکه (Johann Karl Wilke) آلمانی در سالهای بعد به همین روش گرائیده‌اند.

لاپلاس از نظر مالی و سیاسی ترقی بسیار کرد؛ ولی لاووازیه در زیر تیغی گیوتین جان سپرد. در ۱۶۶۴ لاپلاس بسمت ممتحن مدرسه‌ی توپخانه انتخاب شد. این سمت برای وی فوق‌العاده گرانها و بارور بود؛ در میان شاگردانش جوانی ۱۶ ساله وزیرك وجود داشت. این جوان ناپلئون بناپارت بود، و آینده‌اش، بطوریکه میدانید، بسیار درخشان. نهال این آشنائی، که آنروز در مدرسه غرس شد، ۲۰ سال بعد بارور گردید و لاپلاس از آن استفاده‌ی بسیار برد. لاپلاس به اتفاق لاگرانژ به تدریس ریاضیات در دارالعلمین پرداخت. ابتدا عضو و سپس رئیس اداره‌ی جغرافیائی شد. در پیشرفت سیستم اعشاری کومک بسیار مبذول داشت، و بهنگام انقلاب کبیر

۱- حرارت مخصوص هر جسم عبارت از مقدار حرارتی است که درجه‌ی حرارت يك گرم از آن جسم را يك درجه بالا برد.

۲- Black, Joseph. (۱۷۲۸ - ۱۷۹۹)، دانشمند اسکاتلندی در فیزیک و شیمی؛ استاد دانشگاه گلاسکو (۱۷۵۶) و دانشگاه ادینبورگ (۱۷۶۶). انیدرید-کربونیک را کشف کرد؛ و درباره‌ی حرارت غریزی مطالعاتی انجام داد.

فرانسه، پیشنهادی که مبتنی بر محاسبات نجومی بود، برای تغییر تقویم رسمی عرضه کرد.^۱

ظاهراً لاپلاس در دوره‌ی انقلاب کبیر فرانسه مورد سوء ظن قرار گرفت و از مقام خود در کمیسیون اوزان و مقادیر برکنار شد، ولی دوران مغضوبیت چندان طول نکشید و نه فقط اینبار بریاست آن انتخاب شد بلکه مزایا و افتخارات بیشتری هم کسب نمود. اصولاً لاپلاس شمیسی و اجتماعی خاصی داشت، و همواره باتدائیر و کیاست مخصوص امواج خشم و غضب و یاسوء ظنی را که بر علیه وی برمیخواست فرومی‌نشانید. در دوران جمهوریت جمهوریخواهی باحرارت بود. و مراتب و انزجار شدید و غیر قابل تغییر خود را نسبت به سلطنت طلبی، اعلام میداشت. روز بعد از ۱۸ برومر^۲ (۹ نوامبر ۱۷۹۹)، هنگامیکه ناپلئون امور کشور فرانسه را در کف قدرت خود گرفت، از قالب جمهوریخواهی بدر آمد و تعلق خاطر و دلبستگی شدید خویش را به کنسول اول^۳ که قبلاً هم در موضوع مأموریت مضر به او کومک کرده بود، ابراز داشت. لاجرم ناپلئون هم لاپلاس را به سمت وزیر کشور

۱- در دوره‌ی انقلاب کبیر فرانسه، سران انقلاب تقویم دیگری برای کشور فرانسه عرضه داشتند که تا سال ۱۸۰۵ معمول بود. مبدأ گاه شماری جدید روز ۲۲ سپتامبر ۱۷۹۱ و بموجب آن سال دارای ۱۲ ماه سی‌روزه است موسوم به واندیمییر Vandemioire، برومر Brumaire، فریمیر Frimaire، نیوز Nivose، پلوویوز pluviose، وانتوز Venteôse، ژریمینال Germinal، فلورآل Floreal، پریال prerial، مسیدور Messidor، ترمیدور Thermidor، و فروکتیدور Fructidor. پنج‌روز آخر سال ایام عید و جشن و سرور بود و نیز هر ماه به سه دهه تقسیم میشد، و روز آخر هر دهه را بجای روز یکشنبه تعطیل میکردند.

۲- منظور کودتائی است که روز یکشنبه ۱۹ برومر (۱۰ نوامبر ۱۷۹۹) بدست ناپلئون انجام گرفت.

۳- بموجب قانون اساسی فرانسه که در ۲۴ دسامبر ۱۷۹۹ منتشر شد. قوه‌ی مجریه به سه کنسول مفوض شد که دوران خدمت آنها ۱۰ سال بود و میتوانستند مجدداً هم انتخاب شوند. کنسول اول ناپلئون بود. کنسول دوم کامبائرس (Cambacérès، ۱۷۵۳ - ۱۸۲۴)، و کنسول سوم لوبرن (Le Brun، ۱۷۳۸ - ۱۸۲۴)؛ ولی عملاً کنسول اول صاحب نفوذ و قدرت مطلق بود و دو نفر دیگر هیچگونه قدرتی نداشتند.

برگزید. وزیر کشور جدید، شامگاه انتصاب خود، در خواست مقرری بمیزان ۲۰۰۰ فرانك برای بیوه ژان بایی،^۱ که در دوران وحشت^۲ اعدام شده بود، نمود. و صبح روز بعد خانم وی معادل ۶ ماه از این مقرری را به منزل «قربانی شهوات عصر» برد. فرانسوا آراگو^۳، که تحت حمایت لاپلاس بود، در این مورد مینویسد «وزارت اوخوش درآمد بود» ولی ظاهراً این یگانه عمل مثبت و خیرخواهانه‌ایست که در دوران وزارت لاپلاس انجام گرفته است؛ دورانی که کوتاه بود، و بیش از ۶ هفته طول نکشید. ناپلئون، در خاطرات خود در سنت هلن^۴، عمل لاپلاس را که شانه از زیر بار مسئولیت خالی کرده بود به تندى و تلخی یاد کرده مینویسد «از جنبه‌ی اداری کار، از حدمتوسط هم پائین تر بود، همواره میخواست در کارها دقت نظر و تتبع مخصوص ریاضی بکار برد، و مسائل مملکتی را با فکر حساب بینهایت کوچک اداره کند.» لیکن ناپلئون به جبران این استعفا او را عضویت مجلس سنا برگزید؛ و لاپلاس در ۱۶۰۳، به نیابت ریاست آن رسید.

مورخینی که در شرح احوال لاپلاس موشکافی و امان نظر بیشتری کرده‌اند معتقدند که وی همواره «به نعل و به میخ میزد»، و سیاستی دو-پهلوی بازی میکرد. بهترین دلیل بر صدق این مدعا مقدمه‌هایی است که در چاپهای بعدی کتابهای خود نوشته. چاپ اول کتاب نمایش منظومه‌ی عالم.

۱ - Bailly Jean (۱۷۳۶-۱۷۹۳)، رجل سیاسی و منجم فرانسوی. در دوران انقلاب با گیوتین اعدام شد.

۲ - نامی است که در تاریخ فرانسه به سالهای بین ۱۷۹۳ و ۱۷۹۴ یعنی مدتی که آن کشور بوسیله‌ی کمیته‌ی نجات ملی مرکب از روبسپیر (Robespierre، ۱۷۵۸ - ۱۷۹۴)، سن ژوست (Saint Just، ۱۷۶۷ - ۱۷۹۴)، لازار کارنو (Carnot ۱۷۵۳ - ۱۸۲۳)، اداره میشد داده شده است.

۳ - ۱۷۸۶ - ۱۸۵۳ Arago، فیزیک‌دان و منجم معروف فرانسوی. شهرتش عمدهً بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در سویدهی نور، تعیین ضریب انکسار، سرعت صوت، و الکترو مغناطیس نموده. در ۱۸۴۸ عضو حکومت موقت فرانسه شد.

۴ - Saint Hélène، جزیره‌ای در اقیانوس اطلس، به فاصله‌ی ۱۹۰۰ کیلومتر از سواحل آفریقا. جمعیت آن ۴۹۰۰ نفر است. ناپلئون از ۱۸۱۵ تا ۱۸۲۱ در آنجا محبوس و اسیر بود.

در ۱۶۹۶ به شورای پانصدنقري تقديم شد ، و در ۱۸۰۲ ، جلد سوم مکانیک سماوی ، پس از مدح و ستایش و درود و ثنای بی پایان نسبت به ناپلئون ، به برهم زنده‌ی شورا تقديم گردیده‌است . در ۱۸۱۲ چاپ جدید نظریه‌ی تحلیلی احتمالات به ناپلئون کبیر اهدا شده ، و در چاپ ۱۸۱۴ نوشته‌ی قبلی خود را از پشت جلد زدوده و منذکر شده است که « برای کسی که در علم محاسبه‌ی تصادفات وارد باشد ، سقوط امپراطوری که در نظر داشت تمامی جهان را تحت سلطه‌ی خویش درآورد امری مسلم و حتمی الوقوع بود . » لاپلاس در ۱۸۲۴ رأی به عزل ولینعمت خود داد . بهنگام برگشت بوروبون‌ها ، لاپلاس یکی از اولین افرادی بود که بر پای آنان بوسه زد و سر سجود در پیشگاهشان فرود آورد ؛ و شاه پرستی خود را تا مرحله‌ی تقدس پیش راند . و در نتیجه‌ی همین تواضع و چاپلوسیها توانست عنوان مارکی بدست آورد .



لاپلاس اصولاً مردی مودبی یا بدخواه نبود ، و برای عده‌ی بسیاری از دانشمندان جوان حامی و پشتیبان بشمار میرفت . در منزل خویش ، در آرگوی ^۱ ، گروهی از جوانانی را که با فکر وی بار آمده بودند ، بدور خود جمع کرد از قبیل آرافو ، فیزیک دان و منجم ؛ بارون آلکساندر فون هومبولت ^۲ ، عالم طبیعیات معروف آلمانی ؛ ژوزف گیلوساک ^۳

۱ - Arcueil ناحیه‌ای در فرانسه ، ۶ کیلومتری جنوب پاریس ، دارای ۱۶۵۹۰ نفر جمعیت است ؛ معادن سنگ معروفی دارد .

۲ - Humboldt , Alexander von (۱۷۶۹-۱۸۵۹) ، سیاح و فیلسوف آلمانی . مسافرت‌هایی به کوبا و امریکای جنوبی کرد (۱۷۶۹ - ۱۸۵۹) . اثر معروفش جهان میباشد که در ۵ جلد در سالهای ۱۸۴۵ - ۶۲ چاپ شد .

۳ - Gay - Lussac Joseph Louis (۱۷۷۸ - ۱۸۵۰) ، عالم فیزیک و شیمی فرانسوی . سیانوزن را کشف کرد ؛ در پیشرفت شیمی صنعتی مجاهدات بسیار بعمل آورد ؛ در جدا کردن عنصر بور و تشخیص کلور بعنوان عنصر تشریک مساعی نمود ؛ نوعی الکل سنج و تیدرومتر اختراع کرد . قانون گیلوساک بنام او است ، حجم گازهایی که ترکیب شده گاز دیگری تولید میکنند ، نسبت به یکدیگر و همچنین نسبت به حجم گاز حاصله از ترکیب به نسبت اعداد صحیح کوچک میباشد .

شیمی‌دان بزرگ و معروف : سیمئون پواسون^۱ ، ریاضیدان متبحر و برجسته . بپو^۲ در یاداشتهای خود متذکر میشود که پس از آنکه رساله‌یی در باب نظریه‌ی معادلات در جلسه‌ی آکادمی فرانسه خواند ، لاپلاس او را به کناری کشید ، و عین نظریاتی را که بپو عرضه داشته بود ، بر روی اوراقی که تاریخ آن مربوط به سالها قبل بود ، به‌وی نشان داد. بدینوسیله لاپلاس ، با گذشت از خویشتن ، از جوان قول گرفت که راجع به سوابق اینکار سخنی نگوید ، تقدم وی را در این اکتشاف نادیده بگیرد ، و آن را بنام خود منتشر نماید .

لاپلاس از نظر علمی مردی فوق‌العاده بوده و عظمت نبوغش مورد تصدیق سراسر جهان علم و دانش میباشد ؛ مع هذا این نبوغ و عظمت فکری خارق‌العاده نتوانسته است لکه‌هائی را که از لحاظ سیاسی بردامن وی نشسته بود بشوید . بطوریکه همواره او را در سیاست مردی غیر قابل اعتماد پنداشته‌اند . حتی با گذشت‌ترین معاصرینش به قابلیت انطاف و دورنگی وی اشاره میکنند . برای آنکه بهتر بتوان به عدم ثبات عقیده‌ی وی پی برد . بی‌مناسبت نیست که او را با اسقف بری^۳ مانند کنیم . این اسقف مردی خوش محضر و خلیق بود که دوبار کاتولیک و دوبار پروتستان شده بود . ولی ظاهراً با ابن‌الوقت بودن و هر روز برنگی در آمدن اظهار مخالفت میکرد و خود را مردی اصولی نشان میداد و میگفت « صحیح است که من کیش خود را تغییر داده‌ام ولی مسلماً دست‌از اصول نکشیده‌ام ؛ و همان اسقفی که بدینا آمده‌ام از جهان خواهم رفت . » شاید لاپلاس هم عقیده و پاسخی مشابه این داشته باشد !!

راجع به خانواده و رفتار شخصی وی هیچگونه اطلاعی در دست نیست .

۱ - Siméon Poisson (۱۷۸۱-۱۸۴۰) ، عالم ریاضی و فیزیک فرانسوی . در حساب انتگرال تحقیقات مهمی نموده و شهرتش عمده بواسطه‌ی تطبیق ریاضیات در فیزیک (و مخصوصاً مباحث الکتروستاتیک و مغناطیس) میباشد .
 ۲ - Biot, Jean - Baptiste (۱۷۷۴ - ۱۸۶۲) ، فیزیک دان و منجم فرانسوی . درباره الکترو مغناطیس و سویدی نور تحقیقاتی بعمل آورده است .

۳ - Bray ، بخشی در بورکشایر انگلستان . Vicar of Bray نام ترانه‌ی معروفی است از قرن ۱۸م که سراینده‌اش معلوم نیست . و این نام امروزه معرف شخصی است متلون ، قابل انطاف . و باصطلاح فارسی ابن‌الوقت و بوجار لنجان .

ظاهراً ازدواج وی با شارلوت دو کورتی دو رومانژ (Charlotte de Courty de Romanges) ، سال ۱۷۸۸ ، زندگی سادتمندانه‌ای برای او بیار آورده بود . از این ازدواج یک دختر ، و پسر بنام امیل^۱ ، بوجود آمد که در ارتش فرانسه بمقام ژنرالی رسید . لاپلاس سالهای آخر عمر خود را در آرکوی اقامت گزید ، و بیشتر ساعات را با کنت دو برتوله^۲ ، شیمیدان معروف ، میگذرانید . در دفتر کارش درسوئی عکسی از راسین^۳ نویسنده‌ی محبوب وی قرار داشت ، و در سوئی دیگر تصویر نیوتن . لاپلاس در اینجا بدون وقفه کار میکرد ، اشخاص بزرگی از سراسر جهان بدیدنش می‌آمدند . سرانجام ، در پنجم مارس ۱۸۲۷ ، چند روز قبل از برگزاری جشن هفتاد و هشتمین سال تولدش ، چشم از جهان فرو بست . ظاهراً مردان شهر در بستر مرگ سخنانی بزرگ و جاویدان میگویند . معروفست که آخرین سخن لاپلاس چنین بود « آنچه میدانیم اندک است ، و آنچه نمیدانیم بسیار ، دومورگان معتقد است که این سخن به گفته نیوتن بیشتر مینماید ؛ و بنا بر آنچه از اشخاص موثق شنیده آخرین گفتار لاپلاس چنین بوده است :

بشر فقط بدنبال سایه و اشباح میرود .

۱- Emile Laplace (۱۷۸۹-۱۸۷۴) ، ژنرال فرانسوی ؛ پسر پیر مارکی دولاپلاس . در آخرین جنگهای امپراطوری شرکت کرد . در سال ۱۸۵۳ ناپلئون سوم او را به سمت سناتوری انتخاب کرد .

۲- Berthollet (۱۷۴۸-۱۸۲۲) ، شیمیدان فرانسوی ، تئوری تعادل شیمیائی و تجزیه‌ی مضاعف نمک‌ها را بیان ، و آمونیاک را تجزیه کرد . مکتشف خاصیت رنگبری کلور ، تصفیه‌ی آب بوسیله‌ی زغال ، و خواص انفجاری کلورات دو پوتاس است .

۳- Racine , Jean (۱۶۳۹-۹۹) ، بزرگترین نماینده‌ی تراژدی جدید کلاسیک در فرانسه . پیس‌های اولیه‌اش عبارتند از لایه‌بایید (۱۶۶۴) ، اسکندر (۱۶۶۵) ، آندرومارک (۱۶۶۷) . پیس‌های بعدی مورد استقبال واقع شد که راسین بجای کورنی مقام رهبری و استادى تراژدی کلاسیک را اشغال کرد و مورد حمایت لوئی ۱۴ قرار گرفت . پس از آن ۶ تراژدی دیگر نوشت که همه شاهکارهای تئاتر فرانسه بشمار میرود ؛ بریتانیکوس (۱۶۶۹) ، برنیس (۱۶۷۰) ، بازید (۱۶۷۲) ، مهرداد (۱۶۷۳) ، ایفیژنی (۱۶۷۳) ، وفدر (۱۶۷۷) . آثار راسین مظهر و معرف کامل تراژدی کلاسیک است ، و از نظر اصالت و سادگی داستان ، موزون بودن اشعار ، و توجه به نکات روانشناسی و رعایت اصول درام نویسی ، ممتاز و عالی‌مییاشد . یک کمدی هم ، مدعیان (۱۶۶۸) ، نوشته‌است .

بخش ۲ نظام نوین کائنات

I. ویلیام راون همیلتن از : سر ادمنند ویتکر

II. ج. ف. فیتزجرالد از : سر ادمنند ویتکر

سر ادمنند ویتکر Sir Edmund Whittaker، دانشمند و محقق است که سراسر عمر خود را به تتبع و فعالیتهای علمی گذرانیده و تا حین مرگ، در ۸۳ سالگی، لحظه ای دست از دانشوری و تحقیقات علمی بر نداشته است. نه تنها شخصاً ریاضیدانی بزرگ بود، بلکه در طول حیات علمی خویش با گروهی از درخشانترین ستارگان آسمان فضل و دانش قرین و همکار بود. ویتکر در کیمبریج تحت نظر سر آرثر کیلی^۱، و سر جرج ستوکس^۲ به تحصیل ریاضیات پرداخت. بعد از پایان تحصیلات در ترینیتی کالج، با ۱. ن. وایتهد، برتران راسل^۳، سرج. ج. تامسن^۴،

۱- Sir Arthur Cayley (۱۸۲۱-۱۸۹۵)، ریاضیدان انگلیسی. قبلاً وکیل دعاوی بود، و در ۱۸۵۰، پس از برخورد با جیمز جوزف سیلوستر، که او هم اجباراً همین شغل را پیشه کرده بود، به ریاضیات گرائید. در ۱۸۶۳ به سمت استادی ریاضیات کیمبریج انتخاب شد. از کارهای عمده اش «نظریه ی تغییر نکردنی» ها است که با همکاری سیلوستر فوق الذکر ابداع نموده است.

۲- Stokes, Sir George Gabriel (۱۸۱۹-۱۹۰۳)، عالم انگلیسی فیزیک و ریاضیات. تحقیقات مهم و سودمندی در باب مایعات نمود، ماهیت فلوئورسانی را کشف کرد، و در باب کلروفیل مطالعاتی بعمل آورد.

۳- Bertrand Russell (۱۸۷۲-)، فیلسوف و ریاضیدان انگلیسی. کتاب اصول علم ریاضی (۱۹۱۱-۱۳) در منطق علامتی، که با وایتهد مشترکاً

و لرد اذرفرد کار کرد؛ ویس از آنکه به عضویت انجمن انگلیسی توسعه و پیشرفت علوم^۱ منصوب گردید به افتخار آشنائی جورج فرانسیس فیتزجرالد، دانشمند برجسته و عالم فیزیک نظری، نائل آمد. در بین شاگردانی که همه ساله از خرمن معرفتش خوشه چینی میکردند باید ج. ه. هاردی^۲، سرجیمز جین^۳، سر ارثر ادینگتن

تألیف کرده، از جمله کتب مهم و اولیهی این علم بشمار میرود. از هواخواهان فلسفه ی اصالت واقع است که میخواهد فلسفه را بر اساس علمی استوار سازد. در اجتماعات طرفدار فعالیت خلاقه و موثر است؛ و آنرا اصل رشد و نمو نام نهاده. در ۱۹۵۰ جایزه ی نوبل را در ادبیات گرفت.

۴- Sir J. J. Thomson (۱۸۵۶ - ۱۹۴۰)، فیزیکدان و ریاضیدان انگلیسی. در نتیجه ی تجربیاتی که در تخلیه ی برق در گازهای رقیق کرد به کشف الکترون نائل آمد. اولین طرح اتمی از اوست (۱۹۰۳). اتم تامسن بصورت کره ای مملو از ماده و دارای بار برقی مثبت بود که الکترونهایی در آن موج بودند؛ و عده ی این الکترونها چنان بود که، بر روی هم، اتم خنثی بود. حرکت الکترونها و اتم ممکن بود منشاء صدور امواج الکترومغناطیسی شود، و بدین ترتیب تشعشعات اتمی توجیه میشد. تامسن در بالیستیک و رادبو آکتیویته و سایر مباحث فیزیک تحقیقات مهمی بعمل آورده است. در ۱۹۰۶ جایزه ی نوبل را در فیزیک برد.

۱- British Association for the Advancement of Science انجمنی است که در ۱۸۳۱ در ایالت یورک انگلستان، بمنظور «ایجاد نهضت علمی و استقرار روش منظم در تحقیقات علمی» بوجود آمد. جمعی از برجسته ترین دانشمندان انگلیسی و غیر انگلیسی در جلسات اولیه ی آن حضور بهم رسانیدند. اقدامات انجمن نخست مورد اعتراض و انتقاد جمعی قرار گرفت.

۲- Hardy, Godfrey Harold (۱۸۷۷ - ۱۹۴۷)، ریاضی دان انگلیسی که شهرتش عمده بواسطه ی تحقیقاتی است که در باب نظریه ی اعداد نموده. کتابش موسوم به دوره ی ریاضیات مطلق (۱۹۰۸) تأثیر عمیقی داشت. سایر آثارش عبارتند از: ناماویها (۱۹۴۴)، سریهای فوریه (۱۹۴۴) و سریهای واکس (۱۹۴۹).

۳- Jeans, Sir jome^s (۱۸۷۷ - ۱۹۴۷)، عالم انگلیسی فیزیک و ریاضیات و نجوم. با همکاری جفری نظریه ی کشندی مبداء منظومه ی شمسی را

سر اثر ادینگتن^۱ ه. و. ترنبال (H. W. Turnbull) و سر جفری تیلور (Sir Geoffrey Taylor) را نام برد. ویتکدر ۱۹۰۶ بسمت منجم سلطنتی در ایرلند منصوب گردید، به علاوه کرسی استادی نجوم دانشگاه دوبلن یعنی کرسی سابق ویلیام راون همیلتن نیز به وی تفویض گشت. برجسته ترین شاگردش در این دوره ایمن دو ال را^۲، ریاضیدان جوانی بود که آثار نیوگ و عظمت از ناصیه و جبینش آشکار بود. هنگامیکه ویتکدر ایرلند را برای احراز کرسی استادی ریاضیات دانشگاه ادمبرگ ترک کرد، د وال را نامه ای به وی نوشته و ضمن آن متذکر شد که بزرگترین آرزویش اینست که روزی کتاب های آنالیز جدید و دینامیک تحلیلی او را به زبان سلتی^۳ ترجمه کند. صرف نظر از رشته ی فیزیک و ریاضیات، ویتکدر در علم مذاهب و فلسفه هم تبحر و اطلاعاتی وسیع داشت. شخصاً کاتولیک بود، و مساعی بسیاری برای استقرار ارتباط بین علم و الهیات میذول داشته است.

پیش راند. آثارش عبارتند از جهان محیط بره (۱۹۳۱)، در خلال زمان و مکان (۱۹۳۴)، علم و موسیقی (۱۹۳۷)، و فیزیک و فلسفه (۱۹۴۲).

۱- Eddington, Sir Arthur Stanley (۱۸۸۲-۱۹۴۴)، فیزیکدان و منجم انگلیسی که در تحقیق تکامل، حرکت، و ساختمان داخلی ستارگان تحقیقات ذیقیمتی بعمل آورده است. از رهبران ترویج نظریه ی نسبیت بود.

۲- De Valera Eamon، سیاستمدار ایرلند متولد نیویورک. در ۱۹۱۶ به علت شرکت در شورشی توقیف شد؛ در ۱۹۳۸ نخست وزیر ایرلند گردید و توانست ایرلند را، در طی جنگ دوم جهانی، بیطرف نگاه بدارد. در ۱۹۴۸ در انتخابات شکست خورد، ولی در ۱۹۵۱ به شغل خود بازگشت.

۳- Celtic، نام شعبه ای از زبانهای هندو اروپائی که شامل زبانهای ولش، برتانی، و ایرلندی است.

ویلیام راون همیلتن

از: سر ادمنند ویتکر

ویلیام راون همیلتن ، پس از نیوتن ، بزرگترین ریاضیدان انگلیسی بشمار میرود . وی در ۱۸۰۵ پا بعرصه‌ی وجود گذاشت و در ۱۸۶۵ زندگی را بدرود گفت . شهرت و معروفیتش بصورت یکنوع حرکت کشندی بی نظم ومنقربی بنظر میرسد . تا زنده بود ، گرچه شهرتی داشت ، ولی نظریات و گفتارش را ادراک نمیکردند ؛ پس از مرگ ، صیت شهرتش خاموش گشت ، و نامش از زمره‌ی دانشمندان طراز اول زدوده شد و در ردیف دوم مردان علم جای گرفت ؛ در قرن بیستم توجه به کارهای او و ارزش گذاری به آنها ، از نو ، بصورتی فوق العاده ، زنده گشت .

در مورد خاندان ونسبش مطالبی که قابل ذکر باشد وجود ندارد . پدرش در شهردوبلن وکیل دعاوی و مشاور حقوقی بود ، وهم او بود که از آرچیبالد همیلتن راون *Hamilton Rowan Archibald* ، میهن پرست ایرلندی که علم طغیان برافراشته بود ، دفاع کرد ، وموفق به نقض حکم محکومیت وی گردید . آرچیبالد در مراسم تعمید ویلیام بعنوان پدر تعمیدی شرکت کرد و نام خویش بروی نهاد و تربیت او را عهده دار گشت . هنگامیکه یکساله بود ، اولیائش تصمیم گرفتند تا تربیت او را بر عهده‌ی عمویش جیمز همیلتن^۱ که از روحانیون تریم ، شهر کوچکی در ۵۰ کیلومتری شمال دوبلن ، بود واگذار کنند . لاجرم ویلیام ، تا موقع ورود به دانشگاه ، در تریم ماند ، و تنها گاهگاهی برای دیدن اولیای خویش به دوبلن میرفت . طولی نکشید که ویلیام نبوغ عجیب خود را نشان داد . اعم از اینکه

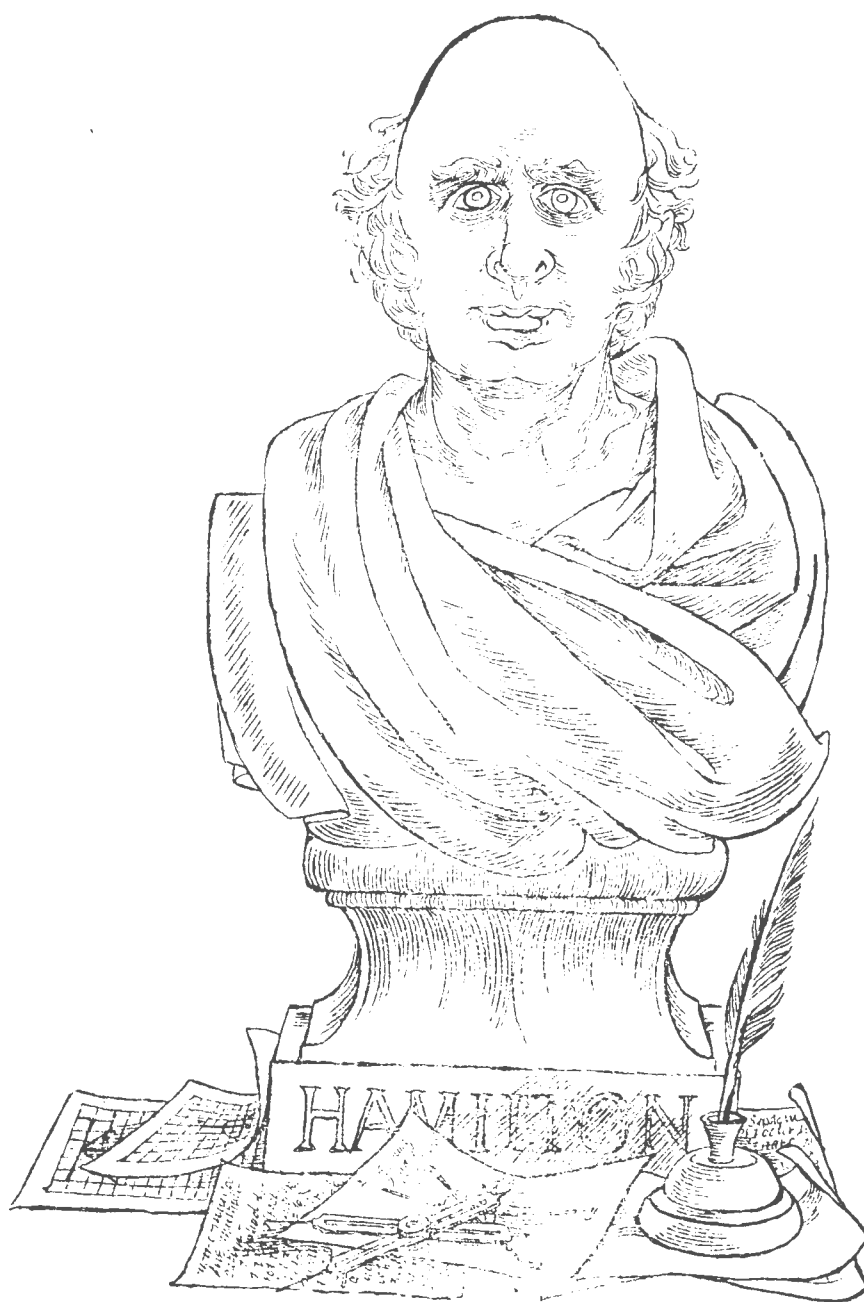
۱ - James Hamilton (۱۸۱۴-۱۸۶۷) عالم روحانی انگلیسی ،

از فرقه پرسبی ترین ها . آثار متعددی دارد که کلاً مشتمل بر مواظ و مباحث مذهبی است .

این نبوغ را مربوط به روش تربیت جیمز بدانیم و یا نتیجه‌ی استعداد و مواهب طبیعی خود وی، علی‌ایحال آنچه مسلم است اینکه وی در سه سالگی بخوبی خواندن و نوشتن را می‌دانست؛ در ۵ سالگی زبانهای لاتینی، یونانی، و عبری را آموخت، در ۸ سالگی عربی و سانسکریت هم برایشان مزید شد؛ و بالاخره در ۱۴ سالگی فارسی را چنان بخوبی می‌دانست که نامه‌ای به سفیر کبیر ایران در دربار انگلستان، که در آن موقع برای بازدید شهر دوبلن بدانجا رفته بود، نوشت.

ویلیام جوان نخست به آثار شعرا و نویسندگان یونان و روم علاقه‌مند بود، و اکثر اوقات خود را به مطالعه‌ی ادبیات مصروف می‌داشت لیکن پس از آنکه (در ۱۵ سالگی با زیراکلبرن^۱ ریاضیدان جوان امریکائی، برخورد، مسیر زندگیش بکلی تغییر یافت. کلبرن در این موقع نمایشگاهی در دوبلن ترتیب داده و قدرت عجیب خود را در انجام سریع محاسبات ریاضی در ذهن، بصورتی برق‌آسا، نشان می‌داد. همیلتن در این مورد بعداً چنین نوشته است: «از آن پس مدتها می‌کوشیدم تا در ذهن خود عملیات بزرگ محاسباتی را انجام دهم، جذر و کعب اعداد را استخراج کنم، و هر آنچه را مربوط به خواص اعداد بود، در فکر خود حساب نمایم.» بالاخره ویلیام به ریاضیات علاقه‌مند شد و هم خود را بدان مصروف داشت: «هیچ چیز بقدر مطالعات و تحقیقات علمی فکر و ذهن مرد را پرورش نمیدهد و او را برتر از اقران نمیسازد. کدام مرد عاقلی حاضر است دست از شهرت و افتخاری که نصیب ارشمیدس شد بکشد و به صیت معروفیت مارکوس^۲ فاتح اکتفا نماید؟! صاحبان افکار بزرگ، در تمام اعصار، کوشیده‌اند تا پایگاهی رفیع و کاخی منیع و باشکوه برای علم بسازند، و نام خود را با خطوطی زرین و جاودانی بر فراز آن ثبت کنند. این بنا هنوز بکمال خود نرسیده، و باز هم فرصتی باقی است که ستون و پایه‌ای دیگر بر آن افزوده

۱ - Zerah Colburn (۱۸۰۴-۱۸۳۹)، معلم امریکائی که بر اثر هوش عجیب خود در انجام محاسبات ذهنی، در جوانی معروفیت بسزائی پیدا کرد.
 ۲ - Marcellus, Marcus Claudius (۲۶۸ - ۲۰۸ ق م) کنسول رومی. در جنگ دوم کارتاژ، سیراکوز را محاصره و تصرف کرد (۲۱۲ ق م). پلوتارک شرح احوالش را نوشته. ارشمیدس که بوسیله‌ی آینده‌ای سوزنده از سیراکوز دفاع میکرد، سرانجام بدست یکی از سربازان وی بقتل رسید.



شود ، و یا نقوش و تزئیناتی دیگر بر آن پرداخته آید . گرچه من تازه به آستانه‌ی این کاخ عظیم و با شکوه رسیده‌ام ، لیکن آرزو دارم که روزی بر مسند و شاه نشین آن جای گیرم .

در سراسر دفترچه‌ی خاطرات روزانه‌اش عباراتی چون « شرح حال نیوتن را خواندم . » ، « امروز مطالعه‌ی کتاب اصول نیوتن را آغاز کردم . » و نظایر اینها دیده میشود . ویلیام در ۱۶ سالگی با کتاب مکانیک سماوی لاپلاس آشنائی حاصل کرد . در یادداشتهای خود چنین متذکر شده است « بامدادان ، من و عمویم ، قبل از ساعت ۵ از خواب بر میخاستیم . وی سر طنابی را به پیراهن خواب من می بست ، و سردیگر آن بیرون اطاق بود ؛ و بدینوسیله سپیده دم مرا هم بیدار میکرد . » دو سال بعد ویلیام که بواسطه‌ی قدرت فکر و هوش عجیب خود شهرتی یافته و نادره‌ی دهر و اعجوبه‌ی زمان نام گرفته بود ، به ترفیضی کالج دوبلن وارد شد (۱۸۲۳) . در اینجا هم سرعت و بنجوی شگفت آور پیشرفت کرد . پس از آنکه به ۲۱ سالگی رسید ، رساله‌ای به آکادمی سلطنتی ایرلند فرستاد . نام آن نظریه‌ی دستگاههای اشعه ، و در حقیقت مطلع باب جدیدی در مبحث نورشناسی ریاضی بود .

منظور همیلتن در این رساله این بود که هندسه‌ی نور را از نو بنیان نهد و روشی واحد برای حل کلیه‌ی مسائل مربوط به آن ابداع کند . وی اساس مطالعات خود را بر اصول تثبیت شده و مسلم قبلی نهاد . در این موقع در باب نور دو نظریه وجود داشت : نظریه‌ی موجی و نظریه‌ی ذره‌ای . بر طبق این اصول ، هر شعاع نور ، برای رسیدن از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر ، از مسیری میگذرد که مستلزم حداقل زمان (نظریه‌ی موجی) یا حداقل عمل (نظریه‌ی ذره‌ای) باشد . این حکم در حالتی صدق میکرد که یا مسیر مستقیم باشد ، و یا بر اثر انکسار شکسته ؛ ولی همیلتن میکوشید تا عمل (یا زمان) را بصورت تابعی از وضع نقاطی که نور از آنها میگذرد در آورد ، و نشان دهد که ، با تغییر مختصات آن نقاط ، مقدار این تابع هم بر حسب قانونی تغییر میکند . این قانون را قانون عمل متغیر نامید ، و ثابت کرد که هر پژوهش و بحث مربوط به دستگاههای اشعه را میتوان در تحقیق و مطالعه‌ی همین تابع خلاصه نمود . سر انجام همیلتن این تابع را

کشف کرد و آنرا تابع مشخص نام نهاد. این اکتشاف، در تاریخ نبوغ علمی و عقلی بشر، ابتکاری عظیم و ممتاز و بیسابقه بشمار میرفت؛ و همیلتن، که مقدمات آنرا در ۱۶ سالگی در فکر خود آماده کرده بود، سرانجام موفق شد در ۲۲ سالگی آنرا بکمال برساند.

این رساله موجب بروز تغییرات شگرفی در زندگی همیلتن شد. در ۱۸۲۴ عالیجناب جان برینکلی (John Berinkley)، استاد نجوم-ترینیتی کالج، اسقف کلوین (Cloyne) شد (این سمت را قبلاً جورج بارکلی^۱، فیلسوف شیخ، عهده دار بود). لاجرم کرسی استادی نجوم خالی ماند. این کرسی دارای ۲۵۰ لیره مقرری سالانه بود. بعلاوه شاغل آن، طبعاً، عنوان منجم سلطنتی ایرلند را هم بدست میآورد. چند ماه بعد، همیلتن بجای برینکلی به این مقام رسید. انتخاب جوانی که هنوز دوره‌ی لیسانس خود را پایان نرسانیده بود، به سمت استادی، حادثه‌ای بس شگفت انگیز و حیرت‌آور بود؛ و منجم سلطنتی، به اقتضای سمت خود، مأمور امتحان از داوطلبان مسابقه‌ی ورود به دانشگاه شد. نحوه‌ی عمل عجیبی بود که جوانی دیپلم نگرفته از گروهی دیپلمه امتحان میکرد؛ پس از آنکه خبر انتصاب همیلتن به سمت استادی نجوم اعلام گردید، اظهار نظرها و عقاید مختلفی در باب چنین انتصاب بیسابقه‌ای بمیان آمد. گروهی معتقد بودند که وی عاقلتر از آنست که این سمت را بپذیرد زیرا، اگر سالی یک یا دوصبر کند، بدون شك از اصحاب ترینیتی کالج خواهد شد و از حقوق و مزایای بیشتر برخوردار خواهد گردید. ولی آنچه همیلتن را به قبول این سمت واداشت این بود که عنوان منجم سلطنتی عملاً او را قادر به انجام تحقیقات و تتبعات خود میکرد؛ و دیگر الزام و اجباری به انجام وظایف مستمر و روزمره نداشت. حال آنکه در سلك اصحاب ترینیتی کالج

۱- Berkeley ' George (۱۶۸۵-۱۷۵۳)، فیلسوف بریتانیائی متولد ایرلند از ۱۷۳۴ اسقف کلوین بود. بارکلی از آراء لاک پاراfrاتر گذاشت، و آنچه را اکنون به «اصالت تصور موضوعی» معروفست عرضه داشت. برطبق این عقیده خواص اشیا فقط معلوم عقل انسان اند، و ماده، جز در مواقعی که بوسیله‌ی عقل ادراک میشود، وجود ندارد؛ و نیز بواسطه‌ی عقل مدرک خداست که وجود ظاهری مداوم اشیا مادی نزد ما ممکن میشود. آثار عمده‌اش عبارتند از: تئوری جدید ابصار (۱۷۰۹)، رساله درباره‌ی مبانی علم انسانی (۱۷۱۰)، و مکالمات (۱۷۱۳) .

درآمدن مستلزم آن بود که در کسوت روحانیت در آید ، سرپرست عده‌ای از دانشجویان بشود ، تدریس پیشه سازد ، لاجرم بیشتر اوقات خود را بدان مصروف دارد . گرچه رصدخانه‌ی ایرلند از حیث اسبابهای نجومی فقیر بود ، لکن منظورهائی ، چه از نظر همیلتن و چه از نظر برگزینندگان وی به این سمت ، انجام تحقیقات صرف نجومی نبود بلکه ایجاد وضع و ترتیبی بود ، که وی بتواند تحقیقات نظری خود را در باب فصل جدیدی از مبحث نور ، که رساله‌ی دستگاههای اشعه سرلوحه‌ی درخشان آن بشمار میرفت ، ادامه دهد .

همیلتن موظف بود يك رشته سخنرانیهای در باب نجوم ایراد کند . وی در گفتارهای خود معمولاً^۱ با بیان شیرین و جذاب از رابطه‌ی نجوم با علم فیزیک بطور اعم ، با حکمت الهی و با سایر علوم عقلی و هر آنچه بنحوی مربوط به قلمرو فکر بود ، سخن بمیان می‌آورد . کنفرانسهایش بجدی شاعرانه و آموزنده بود که مستمعین بسیاری ، چه از شاگردان و چه از استادان ، در آن حضور بهم میرسانیدند . در ۱۸۳۱ گفتگو از این بمیان آمد که وی باستانی ریاضیات منصوب خواهد گردید . ولی اولیای امور مدرسه در ابقای همیلتن اصرار و با فشاری بسیاری کردند ؛ ضمناً ، بمنظور تشویق او حقوق سالیانهاش را به ۵۸۰ لیره ترقی دادند . در عین حال به وی اجازه داده شد که هم خود را عمده^۲ مصروف ریاضیات بنماید .

در ۱۸۳۲ همیلتن کشف تازه و مهم خود را که دنباله‌ی نظریه‌ی دستگاههای اشعه بود به آکادمی سلطنتی ایرلند تقدیم داشت . از مدتها قبل دانشمندان پی برده بودند که يك شعاع نورانی ، در برخورد به پاره‌ای بلورهای دو محوری ، نظیر زبرجد^۱ و آراگونیت^۲ بصورت دو شعاع منکسر

۱- زبرجد یا یاقوت زرد ، جواهری قیمتی که ساختمان شیمیائی آن سیلیکات آلومینیوم است اگرچه رنگش متفاوتست ، ولی بیشتر به رنگ زرد کمرنگ ، و در سنگهای آتشفشانی و دیگر گون یافت میشود . معادن آن در روسیه ، چکسلواکی ، نروژ ، سوئد ، مکزیک ، و آمریکا است .

۲- Aragonite ، سنگ معدنی که ساختمان شیمیائی آن کربونات دو کلسیم CaCO_3 است آراگونیت از نظر شیمیائی شبیه به کالیت است ، ولی تبلور آن فرق دارد .

میشود، و لاجرم از جسم دو تصویر بوجود میآید. او گوستن فرنل^۱ فرانسوی در باب این انکسار مضاعف قبلاً تحقیقات و مطالعاتی نموده بود، ولی اینک همیلتن، با ملاحظه در قانون فرنل، به این نتیجه رسید که یک شعاع تابش، در برخورد با بلور دوجوری، نه فقط بصورت دو شعاع منکسر میگردد، بلکه در مواردی ممکن است تعداد اشعه‌ی منکسره بینهایت، و بشکل آرایشی مخروطی باشد. وجه بسا یک شعاع واحد، درون چنین بلوری، خود مخروطی دیگر درست کند. وی از این نظریه دو قانون تازه در مبحث نورکشف کرد که بنام انکسار مخروطی داخلی و خارجی موسومند. هافمفری لوید^۲، عالم فیزیک ایرلندی، که از دوستان وی بود، بزودی این هر دو قانون را عملاً و با آزمایشات دقیق مبرهن ساخت.

در ۱۸۳۴ همیلتن که ۲۹ سال بیش نداشت به عمویش چنین نوشت «هدف و آرزوی من آنست که مبحث دینامیک را کلاً از سر بنیان گذاری کرده با نظریه‌ی تابع مشخص آنرا بصورتی در آورم که برای توجیه نمودهای عالم جامعتر و کلیتر باشد.» سپس بر آن شد تا این اصل را در مورد حرکت مجموعه‌ی اجسام تطبیق دهد. و سال بعد معادله‌ی حرکت را بصورتی در آورد که ارتباط متقابل^۳ بین مؤلفه‌های مقدار حرکت یک دستگاه دینامیکی و مختصات موضوع آنرا نشان میداد. یک قرن پس از آن، با توسعه‌ی

۱- Fresnel, Augustin Jean (۱۷۸۸-۱۸۲۷)، فیزیک‌دان فرانسوی شهرت‌ش عمده^۲ بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در مبحث نور، و مخصوصاً سویدهی نور و نظریه‌ی موجی نور بعمل آورده است.

۲- Lloyd' Huphrey (۱۸۰۰-۱۸۸۱)، دانشمند انگلیسی که در مبحث نور و مغناطیس تحقیقاتی نموده و شهرتش بیشتر بواسطه‌ی آزمایشاتی است که در باب انکسار مخروطی در بلورهای دوجوری نموده است (نظریه‌ای که قبلاً بوسیله‌ی همیلتن عرضه شده بود). آثارش عبارتند از تحقیقاتی در باره‌ی نور و رؤیت (۱۸۳۱)، مطالعات مقدماتی در باب نظریه‌ی موجی نور (۱۸۵۷)، تحقیقات در باب مغناطیس (۱۸۷۴) و غیره.

۳- Duality، ارتباط متقابل بین دو دسته اشیاء ریاضی A و B بطوریکه بتوان از هر رابطه‌ی موجود بین بعضی اعضای A و B رابطه‌ای مشابه بین نظایر آنها در B بدست آورد

نظریه‌ی کوانتوم^۱ علمای فیزیک دریاضی به اهمیت واقعی این ارتباط متقابل پی بردند .

همیلتن در ۱۸۳۵ عنوان شوالیه پیدا کرد ، و ۸ سال بعد بریاست آکادمی سلطنتی ایرلند رسید . ولی وضع زندگی داخلش سر و صورت منظمی نداشت . پس از رسیدن به مقام استادی وی باتفاق ۳ تن از خواهران خود در رصدخانه‌ی دنسینک (Dunsink) برفراز تپه‌ای بمسافت ۸ کیلومتر از شهر دوبلن منزل کرد . در ۲۶ سالگی بدام عشق هلن ماریا بایلی (Bayly) ، دختر کشیش سابق ایالت تیپیری^۲ ، گرفتار شد . ماریا

۱ - Quantum ، (درجمع کوانتا) . این لفظ در لغت بمعنی مقدار است ، ولی در فیزیک هرگاه مقادیری که کمیتی میتواند بگیرد منحصر به بیکرشته مقادیر منفصلی باشد که جملگی مضرب صحیحی از یکی از آن مقادیر (۱٫۲٫۳٫۴٫۵٫۶٫۷٫۸٫۹٫۱۰) برابر آن باشند ، این مقدار را کوانتوم آن کمیت خوانند . توضیحاً متذکر میشویم که راهی که یک اتومبیل طی میکند تغییر اتصالی دارد ، و کوانتوم راه مورد ندارد؛ اما با پول رایج فعلی ، بهای یک شییء در ایران مضرب صحیحی از دهه شاهی است که کوانتوم بها است . استعمال علمی لفظ کوانتوم از ماکس پلانک واضع نظریه‌ی کوانتوم است . این نظریه نظریه ایست عمومی در فیزیک ، که بموجب آن ، در بسیاری (و شاید در همه‌ی) موارد انتقال انرژی ، جنبه‌ی اتمی دارد یعنی بوسیله‌ی اجزای تجزیه ناپذیر از دستگاهی بدستگاه دیگر منتقل میگردد . تا زمان پلانک انتقال انرژی را جریانی متصل می شمردند . اولین بار در ۱۹۰۰ ، پلانک فرض انتقال انفصالی انرژی را بوسیله آحاد یا بسته های دانه هایی از انرژی مطرح کرد ، و هر بسته یا دانه یا واحد انرژی را یک کوانتوم انرژی (علامت : q) نامید و معلوم کرد که کوانتوم تشعشعاتی مانند نور و اشعه‌ی ایکس مساوی حاصلضرب مقداری ثابت (موسوم به مقدار ثابت پلانک علامت : h) ، بامقدار 2.7×10^{-27} - ۶۲۴۱۸۰ ارگ در ثانیه) است در وفور تشعشع (علامت v) . ببارت دیگر $q = hv$. مثلاً اگر طول موج نور یک رنگ سبزی ۵۰۰ آن گسترده و باشد وفور آن 1.4×10^{-14} - ۶ در ثانیه خواهد بود ، و انرژی آن متشکل از کوانتومهایی است که هر یک 1.2×10^{-19} - ۳۹۷ ارگ است . در ۱۹۰۵ اینشتین برای نور نیز قائل به ساختمان کوانتومی شد ، و کوانتوم نور را فوتون (Photon) نامید و از این راه اثر فوتو-الکترونیک را توجیه کرد .

۲ - Tipperary ، ایالتی است واقع در جنوب ایرلند؛ مساحتش ۴۲۵۵ کیلومتر مربع ، و دارای ۱۴۰۱۳۶ نفر سکنه . در جنوب غرب آن دره‌ای موسوم به «دره‌ی طلائی» واقع است که حاصلخیزترین اراضی ایرلند میباشد .

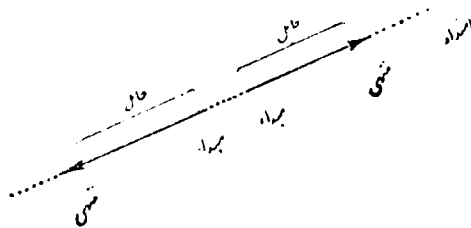
نخست از قبول پیشنهاد ازدواج سر پیچید ، ولی مآلا تسلیم شد ، و مراسم ازدواج در ۹ آوریل ۱۸۳۳ بعمل آمد . همیلتن در نامه‌ای که به یکی از دوستان ماریا نوشته‌اورا « دختری ترسو ، نازک نارنجی ، و حساس ، دانسته ؛ این خصوصیات و توصیفات ، پس از ازدواج ، کاملاً تأیید شد . ماریا در مدت ۶ سال دو پسر و یک دختر بزاد ، ولی چون فکر میکرد که وی برای اداره‌ی خانه و مدیریت ساخته نشده و روح و فکرش با این امور سازگاری ندارد ، لذا دنسینک را ترك كرد و نزد خواهرش به لندن رفت و دو سال در آنجا بماند . در ۱۸۴۲ ماریا بازگشت ولی نه تغییرى در اخلاق و رفتار او پیدا شد و نه وضع زندگى داخلى همیلتن مرتب و منظم گردید ؛ حتى غذای روزانه‌اش بموقع حاضر نبود . همیلتن ، در اثر این وضع ناهنجار ، رفته رفته باده گساری پیشه ساخت و در اینکار بوضعى وحشت‌انگیز و خطرناك راه افراط میپیمود .

پس از آنکه بسال ۱۹۰۶ من افتخار آنرا پیدا کردم که بر کرسی استاد بزرگى چون همیلتن بنشینم ، با بسیاری از دوستان و آشنایان وی برخورد کردم . با آنکه سالها بود که استاد روى در نقاب خاك كشیده بود ، ولی همه جا ذكر او بمیان میآمد ، و داستانهاى راجع به وی گفته میشد . یکی از حکایات عجیب ماجرای دامداری وی بود . توضیح آنکه در اطراف رصدخانه‌ی دنسینک ۱۷ جریب زمین زراعتی وجود داشت که تحت نظر منجم سلطنتی اداره میشد . همیلتن روزی درصدد برآمد تا بمنظور تأمین شیر مصرفی خود گاوى بخرد . چندماه بعد گاوى ، بنا بر معمول ، از شیر افتاد . همیلتن که از امور زراعتی و دامداری کمترین اطلاعى نداشت ، از این امر سخت متحیر شد و ماجرا با یکی از کشتکاران فرو خواند و از وی چاره جوئى نمود . روستائى هم که میدانست با استادی سروکار دارد که در علوم و ریاضیات متبحر است ولى از امور دامداری اصلاً سر رشته‌ای ندارد ، اظهار داشت که این گاوى ، در زمینی بمساحت ۱۷ جریب تنهاست ، و از غم و درد انزوا و بیكسى رنج میبرد . همیلتن از وی در خواست كرد تا راهى برای رفع این تنهائى بیندیشد و از اقربان این حیوان جمعى را با وی یار و یاور نماید . برزگرز ننگ هم از این پیشنهاد استقبال نمود ، و در برابر وجهی که از همیلتن گرفت ، اجازه داد که گاوهای خودش در کشتزار وسیع دنسینک چرا کنند و از خصب و نعمت آن برخوردار گردند .

ولی آشفنگی وضع زندگی داخلی تأثیری در پیشرفت‌ها و کارهای علمی همیلتن نداشت ، و وی کماکان با گام‌هایی برجسته بجلو می‌رفت . در ۱۸۴۳ به کشف بزرگتری در رشته‌ی ریاضیات نائل آمد و آن حساب کوواترانیون Quaternions بود .

از سال‌ها قبل همیلتن در فکر کشف قاعده و راه حلی برای یافتن جزء چهارم تناسبی بود که اجزاء دیگرش سه قطعه خط ، با در نظر گرفتن جهات آنها ، باشد . وی می‌دانست که حامل ^۱ (قطعه خطی که دارای جهت مشخصی

۱- حامل با بردار قطعه خطی است دارای مبداء و منتهای مشخص ؛ جهت حامل جهت حرکت از مبداء به منتهی ، و کمیت آن فاصله‌ی بین مبداء و منتهی بر حسب واحد معین است . امتداد حامل خط نامحدودی است که حامل بر آن قرار دارد .



حامل‌هایی که دارای يك مبداء باشند متقارب خوانده میشوند . نتیجه یا مجموع هندسی دو حامل متقارب قطر متوازی الاضلاعی است که بردو حامل ساخته شود اگر دو حامل دارای يك امتداد نیز باشند نتیجه‌ی آنها دارای همان امتداد و جهت حامل بزرگتر ، و از حیث کمیت مجموع (برای دو حامل هم جهت) یا تفاضل آن دو حامل است . یافتن نتیجه‌ی چند حامل را ترکیب آنها مینامند . برای ترکیب چند حامل متقارب یکی را بادیگری ترکیب کرده نتیجه را با سومی ترکیب میکنیم و قس علیهذا . دو حامل متوازی و مختلف الجهت را زوج یا جفت گویند .

تجزیه‌ی يك حامل (عکس مسئله‌ی ترکیب حاملها) یعنی یافتن چند حامل که مجموع هندسی آنها مساوی آن حامل باشد (هر يك از این حاملها را مؤلفه‌ی آن حامل مینخوانند) . حاملها در فیزیک و مکانیک کمال اهمیت را دارند . در این علوم علاوه

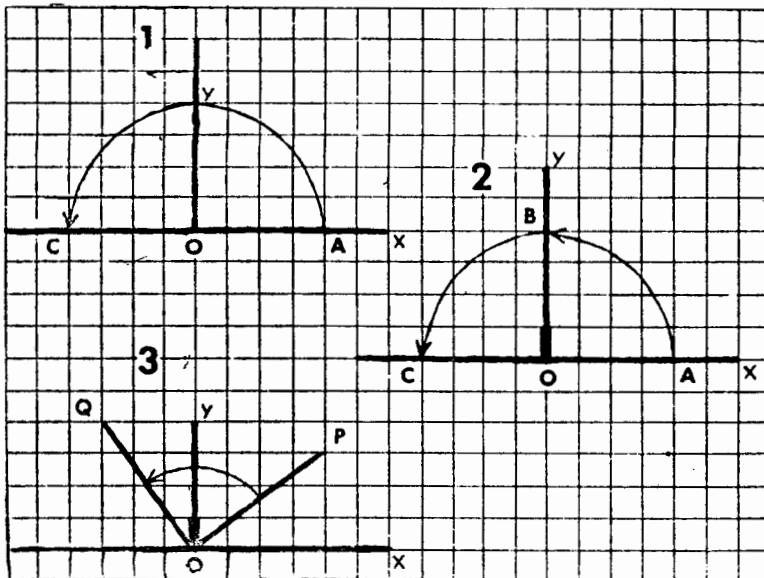
←

باشد) را بر صفحه می‌توان بوسیله‌ی اعداد مختلط مشخص ساخت. منظور از عدد مختلط عددی است که هم دارای جزء حقیقی و هم جزء موهومی باشد مانند $x + \sqrt{-1}y$. جذر -1 را که عددی است موهومی، معمولاً بصورت i نشان می‌دهند، و لاجرم عدد مختلط بشکل $x + yi$ درمی‌آید. اگر در صفحه تصویر عدد حقیقی را بصورت قطعه خطی بر محور x ‌ها مشخص کنیم، میتوان حاصل ضرب آن را در -1 ، که به عددی منفی می‌گراید، با دوران دادن قطعه خط با اندازه‌ی 180° درجه نمایش داد و حاصل ضرب همان عدد را در i (جذر -1) با 90° درجه دوران. بنابراین اعداد موهومی بر محور y ‌ها نموده شده و i بصورت واحدی برای محور در نظر گرفته می‌شود (حامل واحد). از اینرو هر حامل را در صفحه می‌توان با عددی مختلط یعنی مؤلفه‌های x و y آن نشان داد. این زوج اعداد یا دوپار (Doublets) تابع همان قوانین و اصول اعداد منفرد و ساده می‌باشند. بعبارت آخری و به بیان ساده، تری دوپارها را می‌توان بر طبق قواعد عادی محاسبه جمع، تفریق، ضرب، و تقسیم کرد و در نتیجه چهارمین جزء تناسب سه حامل را که در یک سطح باشند از دستور زیر بدست آورد.

$$V_1:V_2=V_3:X$$

همیلتن چنین تصور می‌کرد که موضوع نمایش حامل را بر صفحه به کومک دو عدد می‌توان تعمیم داد و آنرا در فضای ۳ بعدی نیز با مجموعه یا رشته‌ای از سه عدد یا سه‌پار (Triplets) مجسم کرد، و می‌کوشید تا با ضرب سه‌پار جزء چهارم تناسب را بدست آورد. ولی عملاً با اشکالاتی مواجه می‌شد. این اندیشه چنان فکر و ذکر همیلتن را بخود مشغول داشته بود که حتی اطفال کوچک خانه نیز بدان واقف بودند و مرتباً از نتیجه‌ی پیشرفتهای پدر و توفیقی که در این امر یافته است استفسار می‌نمودند. پسرانش ویلیام ادوین (Edwin) نه ساله و آرچیبالد هنری (Henry) ۸ ساله

بر کمیت‌هایی که با عدد مشخص می‌شوند (مانند جرم و دما) کمیت‌های حاملی (یعنی کمیت‌هایی مانند نیرو و سرعت که فقط با مقدار عددی مشخص نمی‌شوند، بلکه باید امتداد و جهت آنها را نیز قید کرد) زیاد درکار می‌آید، و از اینرو این کمیت‌ها بوسیله‌ی حاملهایی نمایش داده می‌شوند. قواعد محاسبه با حاملها موضوع حساب حاملی و تحلیلی حاملی است که از مبانی علوم فیزیک و مکانیک و مباحث وابسته به آنها است.



اعداد مختلط که از اجتماع اعداد حقیقی و اعداد موهومی یعنی جذر ۱- ترکیب یافته برای نشان دادن طول و جهت قطعه خط بکار میروند. جمع و تفریق و ضرب و اعداد مختلط مبتنی بر همان اصول و قواعد اعمال هندسی یعنی دوران میباشند. در نمودار شماره ۱ قطعه خط OA ، مشخص عدد $4 + i$ ، در ۱- ضرب شده و بطوریکه ملاحظه میکنید بصورت قطعه خط OC (۴-) درآمده است. بنا بر این برای ضرب قطعه خطی در ۱- کافست که آنرا 180° درجه دوران دهیم.

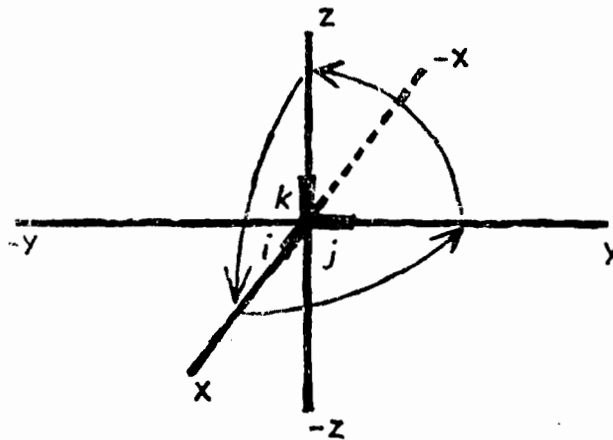
در نمودار ۲ ضرب در ۱- در دو مرحله انجام گرفته بدین معنی که دو بار در $\sqrt{-1}$ ضرب شده است ($\sqrt{-1}$ را معمولاً بصورت i نشان میدهند). لاجرم ضرب در i را میتوان بصورت دورانی برابر 90° درجه نشان داد. این کیفیت منجر به آن میشود که اعداد موهومی را با محور y ها اندازه گیری کنیم یعنی i را میتوان حامل واحد بر آن محور تصور کرد.

نمودار ۳ نشان میدهد که نتیجهی ضرب در i معادل 90° درجه دوران است حتی اگر حامل اصلی بر محور x ها منطبق نباشد. قطعه خطی را که نقطه O به مختصات $(X = 0, Y = 3)$ را به نقطه P ($X = 4, Y = 3$) وصل کند میتوان بصورت عدد مختلط $3 + 4i$ نشان داد. اگر این عدد را در i ضرب کنیم حاصل ضرب آن $3i + 4i^2$ و یا $4i - 3$ میشود. مقدار اخیر معرف قطعه خط OQ ($X = -3, Y = 4$) است که از دوران قطعه خط OP با اندازه 90° درجه حاصل میشود.

همه روزه ، بهنگام صرف صبحانه ، از پدر می پرسیدند که آیا موفق به ضرب سه پار شده است یا نه ؟ و پدر باتکان دادن سر چنین پاسخ می داد دهنه فقط جمع و تفریق آنرا بلدم .»

روزی که همیلتن در جاده ی بین دنسینگ و دوبلن قدم می زد ، ناگهان مکشی کرد ، مثل اینکه افکار تازه ای در سرش پیدا شده و پرتوی درخشان نقاط تاریک را روشن ساخته بود . باخود گفت اعمال هندسی فضای سه بعدی مستلزم آنست که با چهارپار (Quatruplets) تشریح شود نه با سه پار؛ و مشخص نمودن اعمالی که برای تحویل حاملی به حامل دیگر ضرورت دارد مستلزم دانستن چهار رقم می باشد^۱ نسبت طول حامل اول به حامل دیگر؛^۲ زاویه ی بین آنها^۳؛ عقده ؛^۴ شیب سطحی که حامل ها بر آن قرار دارند .

همیلتن این رشته ی چهار عدد را کوآترنیون (Quaternions) نامید و دریافت که اولاً کوآترنیون ها را نیز می توان مانند اعداد ساده و مفرد ضرب کرد. ثانیاً اجرای اعمال جبری در آنها با آنچه در مورد ارقام عددی می دانیم کاملاً متفاوت است ، و اعمال جبری در این مورد مستقل از ترتیب عوامل نیست . تصور می کنم در اینجا باید توضیح بیشتری در اختیار خوانندگان بگذاریم . هنگامی که ۲ را ۳ ضرب کنیم حاصل ضرب همانست که ۳ را در ۲ ضرب کرده باشیم . قانون استقلال عوامل در ضرب همانست که بصورت جبری $ab=ba$ نمایانده میشود. این حکم در مورد اعداد موهومی نیز مانند اعداد حقیقی صدق می کند ولی نمی توان آنرا در محاسبه ی چهارپارها نیز صادق دانست زیرا این محاسبات متضمن پاره ای اعمال هندسی نظیر دوران هم میباشد . از تصویر صفحه ی مقابل چگونه این تناقض بخوبی آشکار می شود . در این شکل سه محور دیده میشود که دبدو برهم عمودند. محورهای y و z بر صفحه ی کاغذ و محور x قائم بر سطح آنها یعنی متوجه خواننده ی کتاب است . حروف i و j و k مرتباً معرف سه حامل بر امتداد محورهای x و y و z می باشند . ضرب کردن در i متضمن آنست که دورانی ، برابر ۹۰ درجه ، برخلاف جهت ساعت ، در صفحه ی کاغذ انجام می گیرد ؛ ضرب در j و k مستلزم دوران در صفحاتی عمود بر سطح کاغذ می باشد . حال اگر j را در i ضرب کنیم ، بر اثر دوران تبدیل به k می شود یعنی $ij=k$. لیکن ضرب i در j آنرا



برای نشان دادن اعمال هندسی در فضای سه بعدی باید قانون استقلال ترتیب عوامل را کنار گذاشت. حامل سه بعدی در دستگاه مختصاتی که دارای سه محور عمود بر هم باشند (محور x بطرف خواننده است و y و z در سطح کتاب) بصورت حامل های واحد i و j و k نموده شده است. ضرب کردن در i عبارت از 90° درجه دوران در صفحه ای است که عمود بر حامل i باشد یعنی سطح مجوری y و z . ضرب کردن در j و k نیز، بطوریکه در شکل ملاحظه میکنید، دارای وضعی مشابه میباشد که بوسیله سهم نشان داده شده است. حال با توجه به تصویر بالا بخوبی معلوم میشود که i بر اثر ضرب در i بر k منطبق میشود و حال آنکه ضرب i در j مالا i را به $-k$ تبدیل میکند. بنابراین از طرفی $ij=k$ و از طرف دیگر $ji=-k$ ؛ و از اینجا واضح است که ij و ji بایکدیگر مساوی نمیشوند.

به k - مبدل میسازد : $ji = -k$ و از اینجا واضح است که ji و iz مساوی نیستند .

صرفنظر کردن از اصل استقلال عوامل شکست بزرگی برای سنن مرسوم در ریاضیات بود ، و آغاز دوره‌ی جدیدی را اعلام میداشت . اخبار مربوط به کشف جدید سرعت در همه جا پخش شد ، و کلیه طبقات ، اعم از دانشمندان حقیقی و عالم نماهای ظاهری ، خود را نسبت بدان علاقه‌مند نشان میدادند . شاید بتوان این تظاهرات و ابراز علاقه را ، خواه حقیقی و خواه ظاهری ، با شور و جنب و جوشی مانند کرد که روز دعوت **لرد هلدین**^۱ از اینشتین ، در کلیسای کنتربری ، پس از اعلام نظریه‌ی نسبیت وی بوجود آمده بود . باری اشراف و متشخصین انگلیسی و ایرلندی همیلتن را در کوچه و خیابان متوقف ساخته و از وی میپرسیدند «این کوتاه‌ترین دیگر چه صیغه‌ایست ؟» وی نیز برای اقناع آنها و دادن پاسخ کلی ، شرح جذابی تحت عنوان «نامه‌یی به یک بانو» تهیه کرد و در آن چنین متذکر شد که این کلمه همانست که در کتاب مقدس ، در آنجا که پطرس حواری بدست چهار رباعی^۲ سرباز سپرده شده است ، دیده میشود . تعبیر تازه و روشن‌تر آنرا هم در کتاب گای‌منرینگ (Guy Mannering) اثر **سر والتر سکاٹ**^۳

۱- Haldane, John (۱۸۹۲-) ریاضی‌دان و زیست‌شناس انگلیسی.

در تهیه‌ی کتب علمی برای مردم عادی شهرتی بسزا دارد.

۲- در باب دوازدهم کتاب اعمال رسولان چنین مذکور است «و در آن زمان هیرودیس پادشاه دست تظاول بر بعضی از کلیساهادرآز کرد، و یعقوب برادر یوحنا را بشمشیر بکشت و چون دید که یهود را پسند افتاد بر آن افزوده پطرس را نیز گرفتار کرد ، و ایام فطر بود. پس او را گرفته در زندان انداخت و به چهار دسته رباعی سپاهیان سپرد که او را نگاهبانی کنند و اراده داشت که بعد از فصح او را برای قوم بیرون آورد.»

۳- Scott, sir walter ۱۷۷۱-۱۸۳۲ نویسنده و شاعر انگلیسی. در ۱۷۹۲ وارد دستگاه قضائی شد و ایام فراغت را به دهکده‌ها میرفت و اشعار محلی را گردآوری میکرد . مجموعه‌ی شاعران **خنیامر مرز اسکاتلند** (۱۸۰۲) نتیجه‌ی این سیاحتها بود. بر اثر شوقی که نسبت به ترانه‌های محلی پیدا کرد خودش

میتوان یافت. سررابرت هرلوود (Hazelwood) سخنان خود را با سه پار و چهار پار مطمئن میساخت .

از آن تاریخ تا هنگام مرگ ، یعنی در ۲۲ سال ، همیلتن تمام هم خود را مصروف به پیشرفت و تکامل محاسبه‌ی جدید نمود . این دوران از بدترین سالهای زندگی همیلتن بشمار است . کسالت مدام از طرفی ، و نبودن زنش از طرف دیگر فوق‌العاده او را ناراحت میساخت . از صبح تا شام در اطاق بزرگ غذاخوری رصدخانه کارخانه کار میکرد . آشپزش پاره‌گوشتی بعنوان غذا برایش میبرد . همیلتن همانجا چیزی صرف میکرد و بقیه را به کناری میانداخت بطوریکه پس از مرگ تکه‌های استخوان در بین اوراق و نوشتجاتش بدست آمد .

همیلتن پس از اکتشاف خود در زمینه‌ی حساب کواترنیون قواعد دیگری نیز در موضوع جبر و مقابله بدست آورد و از آنجمله است نظریه‌ی ماتریس (Matrice)^۱ که آنهم مستقل از ترتیب عوامل نمیباشد .

نیز ترانه‌های آخرین شاعر خنیاگر (۱۸۰۵)، ماریان (۱۸۰۸) ، و بانوی دریچه (۱۸۱۰) را سرود . سایر آثارش عبارتند از ویورلی (که بصورت یک سلسله داستان در ۱۸۱۴ شروع شد)، گای منرینگ (۱۸۱۵)، قلب مید لودین (۱۸۱۸)، عروس لایمر مور (۱۸۱۹) ، آیونهو (۱۸۲۰) ، کنیلورث (۱۸۲۱) ، و طلسم (۱۸۲۵) . سکات از راه چاپ این کتابها درآمد سرشاری بدست آورد ولی بر اثر کار زیاد سلامتی خود را از دست داد . بیشتر آثارش معرف روح‌حماسی اسکاتلند و انگلستان میباشد .

۱ - اصطلاح ماتریس را اولین بار جیمز جوزف سیلوستر در ۱۸۵۰ وضع کرد و آنرا برای ردیف مربع شکل اعداد (که از آنها دترمینانها را میتوان تشکیل داد) در نظر گرفت . مفهوم جدید ماتریس بعنوان عدد فوق مختلط را ویلیام راون همیلتن (۱۸۵۳) و آرثر کیلی وضع کردند (۱۸۵۸) مثلاً از دستگاه معادلات خطی :

$$\begin{cases} 2x + y - 2z = -2 \\ x - 3y + 5z = 10 \\ 3x - y + 4z = 13 \end{cases}$$

←

بدین ترتیب وی مکتب جدیدی را در ریاضیات بنیان گذارد که نهال آن نیم قرن بعد بارور گردید. بخاطر دارم که در سال ۱۹۰۰ که با آلفرد نورث وایتهد صحبت میکردیم، بحث در این بود که آیا حساب کواترنیون و سایر مباحث جبری غیر مستقل از ترتیب عوامل ممکن است در آینده مورد استعمالی هم در علم فیزیک پیدا کند؟ وایتهد معتقد بود که با توجه باینکه فیزیک کنونی با اصول معمولی جبر سرو کار دارد چه عجب اگر بعداً پهنه‌ها و مباحث جدیدی در علم فیزیک کشف شود که توجیه و تفسیر آن مستلزم جبر و مقابله‌ی غیر مستقل از ترتیب عوامل باشد!! قضا را هنوز سال به پایان نرسیده بود که آثار تحقق این پیش‌بینی نمودار گشت و قدمهای اولیه در این راه برداشته شد. ماکس پلانک^۱ کوانتوم h را بکاربرد و این سرآغاز نظریه‌ی کوانتوم بود. در تعبیر ماکس h کوانتوم عمل بود، و عمل، همانطور که میدانید، مفهوم اصلی سیستم دینامیکی همیلتن بشمار میرفت. بدین ترتیب نظریات همیلتن در باب دینامیک مورد توجه قرار گرفت و اعتباری یافت؛ ولی خیلی بکندی و آهستگی. هنگامی که بسال ۱۹۰۴ کتاب دینامیک تحلیلی اینجانب منتشر گردید، زبان نقادان و خرده‌گیران در حق من دراز شد که چرا قسمتی از کتاب را به موضوعاتی از قبیل وابستگی متقابل مختصات و مقدار حرکت، عمل، و دیگر اندیشه‌های همیلتنی اختصاص داده‌ام. خرده‌گیران و انتقاد کنندگان این همه را بازچه‌هایی ریاضی بیش نمیدانستند.

معهداً کتاب کماکان جای خود را باز کرد و رواجی یافت. کشف نسبیت خاص بر اعتبار محاسبات کواترنیون بیفزود و آرثر کیلی، در کیمبرج،

دوماتریس بدست می‌آید که عبارتند از:

$$\left\{ \begin{array}{ccc} 2 & 1 & -2 \\ 1 & -3 & 5 \\ 3 & -1 & 4 \end{array} \right\} \text{ و } \left\{ \begin{array}{ccc} 2 & 1 & -2 & -2 \\ 1 & -3 & 5 & 10 \\ 3 & -1 & 4 & 13 \end{array} \right\}$$

اولی را ماتریس ضریبی و دومی را ماتریس افزایشی مینامند.

۱ - Max Plank (۱۷۵۸ - ۱۹۴۷)، فیزیکدان آلمانی. واضع

نظریه‌ی کوانتوم است. تحقیقاتی هم در باب ترمودینامیک کرده؛ در ۱۹۱۸ برنده‌ی جایزه‌ی نوبل گردید.

بسال ۱۸۵۴ ثابت کرد که کواتر نیون را میتوان برای نمایش دوران در فضای چهار بعدی مورد استفاده قرار داد . نتایجی که وی بدست آورد بیان جالب و شیوایی از قوانین تبدیل لورنتس^۱ بود . بعلاوه کشفیات جدید نیز بار دیگر اهمیت عمل را تأیید کرد ، و بطوری که میدانید عمل در دستگاههای مختلف مأخذ صورت خود را حفظ میکند و بنا بر این در فیزیک نسبیتی موضوعی اساسی بحساب میآید .

در خلال این احوال مردان علم که در تهیهی نظریه‌ی کوانتوم کار میکردند ، میکوشیدند تا مفهومات دینامیکی همیلتن را پایه و اساس حساب کوانتوم قرار دهند . در ۱۹۲۵ وجهی دیگر این موضوع یعنی جبر غیر مستقل از ترتیب عوامل بوسیلهی ورنر هایزنبرگ^۲ ، ماکس بورن^۳ ، و پسکوال جردن داخل نظریه‌ی کوانتوم شد . این عده ثابت کردند که معادلات دینامیک همیلتن در نظریه‌ی کوانتوم نیز دارای اعتبار و ارزش میباشد مشروط بر اینکه نماد هائی (سمبل) که در دینامیک کلاسیک نماینده‌ی مختصات و مقادیر حرکت هستند بعنوان عامل (Operator) هائی تلقی شوند که حاصل ضرب آنها مستقل از ترتیب عوامل نیست .



گذشت زمان ادراک همیلتنی را در باب ارتباط متقابل بین مختصات تعمیم یافته و مقدار حرکت تعمیم یافته تأیید کرد . مخصوصاً به سال ۱۹۲۷ ،

۱ - Lorenz, Hendrick Anton ۱۸۵۳ - ۱۹۲۸ ، فیزیکدان هلندی . وی اولین دانشمندی بود که رابطه بین الکتریسیته و مغناطیس و نور را بصورت فرمول درآورد . نیز از پیشقدمان فرضیه‌ی الکترونی بود . در ۱۹۰۲ درجایزه‌ی نوبل سهمیم شد .

۲ - Heisenberg, Werner ۱۹۰۱ - فیزیکدان آلمانی ، مبدع اصل ابهام . بعلت کارهایی که در باب نظریه‌ی کوانتوم دینامیکی کرد ، برنده‌ی جایزه‌ی نوبل ۱۹۲۲ شد .

۳ - Born, Max ، فیزیکدان آلمانی متولد ۱۸۸۲ . شهرتش بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در نظریه‌ی کوانتوم ، ساختمان داخلی اتم ، و نظریه‌ی نسبیت نمود . در ۱۹۰۹ استاد فیزیک دانشگاه گوتینگن شد ، و از ۱۹۱۵ به بعد به تدریس فیزیک نظری در دانشگاه بران پرداخت . آثارش نظریه‌ی نسبیت اینشتین و استعمال آن در فیزیک (۱۹۲۲) فیزیک اتمی ، تجربه و نظریه در فیزیک و غیره میباشد .

هنگامی که هایزنبرگ اصل ابهام را کشف کرد ، این موضوع بطور برجسته و قاطعی به ثبوت رسید . اصل اخیر را میتوان چنین تعبیر کرد : هر قدر تعیین وضع ذرات کوچک دقیقتر باشد ، سرعت آنها مشخص تر خواهد بود ، و بالعکس نتیجهی دو ابهام از زمره‌ی عامل ثابت $\hbar$ پلانک می باشد .

دانشمندانی که در باب مکانیک کوانتوم کار میکردند بطور کلی بجانب آن گرائیده اند که حساب ماتریس را بیش از کوانترنیون از نوع محاسبات غیرمستقل از ترتیب عوامل بدانند و آنرا برای مسائل خود سازگارتر قلمداد کنند ؛ مع هذا از هر طرف که رفتند با فرمولهای اولیه‌ی همیلتن مواجه گردیدند . بدین ترتیب گردان ماتریس ولفگانگ پاولی^۱، که نظریه‌ی کوانتوم مکانیکی دوران وگشت آور زاویه‌ای وابسته بدانست ، همان سه واحد چهارپارهمیلتن یعنی i و j و k می باشد . آرثر کانوی Arthur Conway نیز نشان داده است که استعمال روش محاسباتی کوانترنیون در بحث معادله‌ی پ. ا. م. دیراک^۲ مزایای بیشتری دارد ، هنوز هم فرمولی را که همیلتن بسال ۱۸۴۳ کشف کرده ، برای بیان و توجیه فیزیک جدید میتوان بنحو کامل و جامع بکاربرد .

۱ - Pauli Wolfgang, ۱۹۰۰ - فیزیکدان اتریشی ، دانشیار دانشگاه گوتینگن (۱۹۲۱-۲۲) و کوپنهاگ (۱۹۲۲-۲۳) بود ، و در ۱۹۲۸ استاد فیزیک نظری در دانشگاه زوریخ شد . در مکانیک کوانتوم تحقیقاتی نمود و تفسیر نسبهٔ جامعی از اتم را بیان داشت . در ۱۹۴۵ برنده‌ی جایزه‌ی نوبل گردید .

۲ - Dirac, Paul Adrien Maurice, ۱۹۰۲ - فیزیکدان انگلیسی . بمناسبت کارهایی که در توسعه و بسط نظریه‌ی مکانیک کوانتوم هایزنبرگ نمود، سهم جایزه‌ی نوبل ۱۹۳۳ گردید .

ج. ف. فیتز جرالڈ

از : سرادمند و یتکر

در سالهای آخر قرن نوزدهم ، یعنی در آن روزگاران که نعمت جوانی حاصل بود ، من یکی از منشیهای قسمت ریاضیات و فیزیک انجمن انگلیسی توسعه و پیشرفت علوم بودم ، و به اقتضای همین سمت ، افتخار آشنائی با یکی از بزرگترین دانشمندانی که در آن انجمن به ایراد سخنرانی میپرداختند ، حاصل کردم . این مرد جورج فرانسیس فیتز جرالڈ (George Francis Fitz Gerald) اهل دوبلن ، پایتخت ایرلند ، بود .

من همگی دانشمندان فیزیک و ریاضیات دانشگاههای آکسفرد و کیمبریج را می شناختم ؛ چو در بین آنها زندگی میکردم ؛ با این وصف اگر اشتغال در انجمن توسعه و پیشرفت علوم نبود ، شاید موقعیت مناسبی برای افتخار شناسائی این عالم ایرلندی نصیب نمیشد . نکتهای که باید مورد توجه قرار گیرد اینکه در قرن نوزدهم چه بسیار دانشمندان برجسته و ریاضی دانان نامی از ایرلند برخاسته اند که از آنجمله اند : ویلیام راون همیلتن ، هامفری لویڈ ، جورج گابریل ستوکس ، لرد کلون^۱ ، جورج سالمن^۲ ، جوزف لارمر^۳ ، و فیتز جرالڈ .

۱- Kelvin , William Thomson ، ۱۸۲۴-۱۹۰۷ ، عالم فیزیک

و ریاضیات انگلیسی . در پیشرفت وسائل ارتباط تلگرافی با کابلهای زیر دریائی ، گالوانومتر ، و همچنین در باب ترمودینامیک خدمات شایانی نموده است .

۲- Salmon George ، ۱۸۱۹-۱۹۰۴ ، متاله و ریاضیدان ایرلندی . سالمن استاد الاهیات ترینیتی کالج در دوبلن بود ، کتب متعددی در باب ریاضیات عالی و الاهیات نوشته است .

۳- Larmor Sir Joseph ، (۱۸۵۷-۱۹۴۲) ، عالم فیزیک و ریاضیات

دیدار فیتزجرالد مرا شیفته و بی‌قرار ساخت. وی صورتی گیرا، ریشی انبوه، و نگاهی نافذ داشت، و از حسن و جمال بغایت بهره‌مند بود. وبا آنکه بهنگام مرگ (۱۹۰۱) هنوز بیش از ۵۰ سال از عمرش نگذشته بود، موهای انبوهش به سفیدی گرائیده و قیافه‌ای روحانی به وی بخشیده بود. یکی از همکارانش درباره‌ی وی چنین می‌نویسد «دیدار او مرا همواره بیاد مجسمه‌های فیلسوفان یونان قدیم می‌انداخت، و همانطور که نمی‌توان بدون ادای احترام از برابر این مجسمه‌ها، که مظهر تعالی فکر و خصائل بشری در بین ملل متمدن هستند، گذشت، قیافه‌ی او هم انسان را بی‌اختیار وادار به کرنش و ستایش مینمود.»

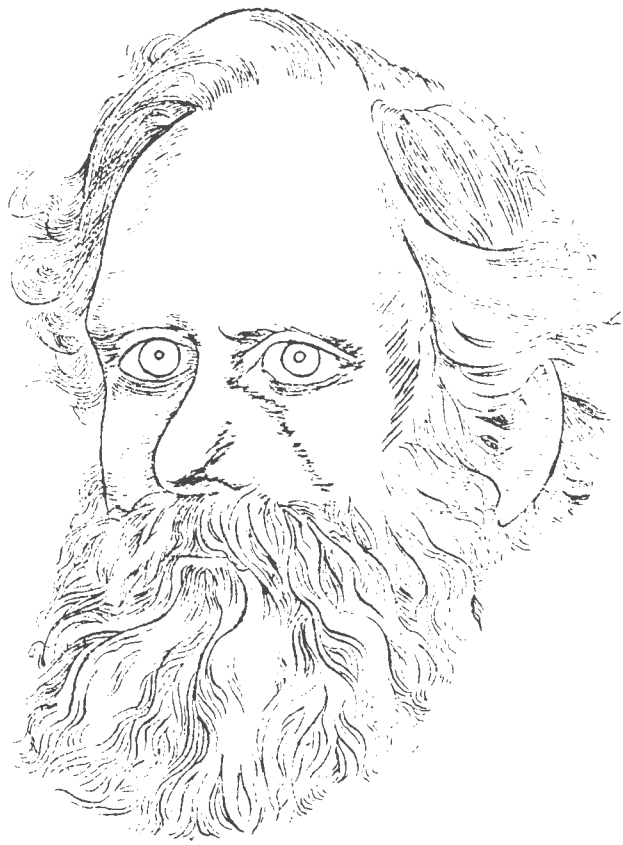
پدر فیتزجرالد، عالیجناب ویلیام فیتزجرالد، اسقف ایالت کورک^۱ و خلیفه‌ی اعظم کلیسای الیزابت بود، و مادرش خواهر جانستن ستونی^۲ عالم معروف فیزیک و ریاضیات که دنیای علم نام الکترون^۳ را مدیون او می‌باشد. فیتزجرالد کوچک بمدرسه نرفت، بلکه خواندن و نوشتن را در منزل بیاموخت، و دوره‌ی تحصیلات ابتدائی را نیز نزد

انگلیسی. شهرتش عمده^۴ بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در باب نظریه‌ی نهائی ساختمان ماده بعمل آورده است.

۱- Cork، ولایتی است در جنوب ایرلند؛ مساحت آن ۷۴۶۲ کیلومتر مربع، دارای ۳۴۳۶۶۸ نفر سکنه، دانشگاه و دو کلیسای جامع دارد.

۲- Stoney, George Johnston (۱۸۲۶-۱۹۱۱)، فیزیک دان ایرلندی؛ کاشف الکترون.

۳- الکترون، از ذرات ماده است که دارای باری منفی برابر 1.6×10^{-19} کولن، و جرمش در حال سکون 9.1×10^{-31} گرم (قریب $\frac{1}{1847}$ جرم سبک‌ترین اتمها یعنی ئیدروژن) میباشد. اولین بار، بموجب نتایج حاصله در الکترولیز، بقیاس آنچه بر طبق نظریه‌ی اتمی ساختمان ماده قائل بودند، برای الکتریسته نیز قائل به اتمها یا اجزای تجزیه ناپذیر شدند، و در ۱۸۴۷ ج. س ستونی به این اجزاء نام الکترون داد. در سنوات اخیر مفهوم الکترون تا حدی تغییر یافته و برای آن جنبه‌ی موجی قائل شده‌اند. باید دانست که گاهی لفظ الکترون را به ذره‌ی دارای جرم و بار (اعم از مثبت یا منفی) اطلاق میکنند؛ اما اصطلاح معمولی همان است که در بالا ذکر شد.



معلمین خصوصی گذراند. تعداد اینگونه افراد که تحت توجهات پدر و مادری با شخصیت و دانا به تحصیل در خانه پرداخته و بعداً از مردان نامی جهان شده‌اند بسیار است؛ و شاهد زنده بر صدق این مدعا برتران راسل فیلسوف و دانشمند معاصر می‌باشد. آیا علت این امر چیست؟ من که سردر نمی‌آورم. شاید اشخاص بدبین بگویند که گرایش تعلیمات رسمی در مدرسه بیشتر آنست که افراد را به شخصیتهایی از درجه‌ی دوم در آورد، و علت اینکه اطفال و جوانان به این سنخ تحصیل تن در می‌دهند آنست که، اکثر، میل ندارند چیزی بالاتر از شخصیت درجه‌ی دوم اجتماع باشد؛ و آنرا غایت و منظور می‌پندارند. علی‌ایحال فیتز جرالڈ نزد معلم و مربی خصوصی خود که خواهر جورج بول^۱، واضع منطق علامتی بود، بنحوی شایسته و عالی تحصیل کرد و بذر آتیه‌ی درخشان خود را بیفشاند.

فیتز جرالڈ در ۱۶ سالگی داخل دانشگاه دوبلن شد، و در ۱۸۷۱ تحصیلات خود را به بهترین نحوی در ریاضیات و علوم تجربتی پایان رسانید. در آن روزگاران دوره‌ی دکتری وجود نداشت، و کسی که مایل به ادامه‌ی تحصیلات خویش بود، می‌توانست خود را برای آگژنه شدن آماده سازد. فیتز جرالڈ در دوبلن به مطالعه در آثار و کارهای علمی دانشمندان بزرگ فرانسوی چون لاگرانژ، پیر لاپلاس، سیمئون پواسون، وژان فوریه^۲ و علمای بزرگ فیزیک ریاضی ایرلند نظیر همیلتن و جیمز مکاله (James Mac Cullogh) مشغول شد و با دقت تمام آثار آنان را می‌خواند و در عین حال از مطالعه‌ی نوشتجات جرج بارکلی در باب حکمت الاهی فارغ نمی‌نشت. بالاخره در ۱۸۷۷ دانشوری آگژنه شد، و در ۱۷۸۱ بسمت استاد فلسفه‌ی طبیعی و تجربتی در دانشگاه دوبلن منصوب گردید.

۱- Boole, George (۱۸۱۵-۱۸۶۴)، عالم فیزیک و منطق انگلیسی، واضع منطق علامتی. آثار عمده‌اش عبارتند از تحلیل ریاضی منطق (۱۸۴۷) تحقیق در باره‌ی قوانین فکر (۱۸۵۴)، مطالعه در باب معادلات دیفرانسیل (۱۸۵۹)، و رساله در باب حساب تفاضلات محدود (۱۸۶۰).

۲- Fourier, Jean (۱۷۶۸-۱۸۳۰)، عالم فیزیک و ریاضیات فرانسوی. شهرتش بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در باب انتشار حرارت و معادلات عددی

تا این زمان هنوز در دانشگاه دوبلن فیزیک عملی تدریس نمی‌شد ، و تا آنجا که نگارنده اطلاع دارد ، اولین آزمایشگاه فیزیکی دانشگاهی ، بمنظور آشنا ساختن دانشجویان با تجربه و آزمایش ، لابراتواری است که بوسیله‌ی پرفسور پ . تیت^۱ در سال ۱۸۶۸ ، در ادنبورگ تأسیس یافته است (ناگفته نماند که ویلیام تامسن ، که بعدها به لرد کلون معروف شد ، در گلاسکو ، از سالها قبل شاگردان خود را در آزمایشات بعنوان دستیار شرکت می‌داد . مقام استادی که ، به احترام نام کوندیش^۲ ، «استادی کوندیشی» نامیده می‌شد ، تا سال ۱۸۷۱ هنوز به وجود نیامده بود . فیتز جرالده ، پس از آنکه به مقام استادی دانشگاه دوبلن رسید ، اولیای تربیتی کالج را متقاعد ساخت که یک آزمایشگاه کامل و مجهز شیمی در اختیار وی بگذارند . در همین آزمایشگاه بود که وی به تدریس فیزیک عملی (تجربتی) پرداخت .

ولی از آنجا که فیتز جرالده خود دانشمندی بود که در فیزیک نظری تبحر داشت ، از اینرو بیشتر هم و توجه خود را معطوف به مسائل فیزیکی ساخت ، مسئله‌ای که بیش از همه مورد نظر او قرار گرفت موضوع اثر^۳

نموده . دیگر از خدمات علمی وی ابداع قضیه‌ای در باب حرکت ارتعاشی (قضیه فوریه) و سری فوریه میباشد .

۱- Tait , Peter (۱۸۳۱-۱۹۰۱) ، عالم اسکاتلندی فیزیک و ریاضیات ، استاد فلسفه‌ی طبیعی در دانشگاه ادنبورگ . تحقیقات عمیقی در باب الکتریسیته ، حرارت ، و نور نمود . از ثقات حساب‌کوانتونیون بشمار میرفت . آثارش خواص ماده ، جهان نادیده ، فلسفه‌ی طبیعی و غیره است .

۲- Cavendish , Henri (۱۷۳۱-۱۸۱۰) ، عالم فیزیک و شیمی انگلیسی . حرارت مخصوص پاره‌ای مواد را تعیین کرد و تحقیقاتی در باب خواص ئیدروژن معمول داشت ، و آنرا از راه تجزیه‌ی هوا بدست آورد . از کارهای دیگرش تعیین وزن زمین میباشد .

۳- اثر ، در فیزیک ، سیالی است شفاف ، پیوسته ، تراکم ناپذیر ، بدون نیروی التساقیه ، و متفرق ناکنده‌ی نور ، که در قرن ۱۹ م تمام فضا را مملو از آن فرض میکردند . پس از اینکه معلوم شد که نور پدیده‌ایست موجی ، و نیروهای

بود. وی پیرو گفتار معروف نیوتن بود که می گفت: « بنظر من اظهار اینکه ممکن است جسمی، از فاصله، بر جسمی دیگر، در خلاء، بدون در نظر گرفتن هیچ واسطی اثر کند امریست نامعقول؛ و عقیده دارم که هر کس که دارای فکری مبتنی بر اصول علمی و فلسفی باشد، نمی تواند این نظریه را قبول کند. » فیتز جرالڈ مانند دکارت^۱ یقین داشت که فضا، حتی فضای بین سیارات نیز، از واسطی پر شده؛ و این واسط، گرچه با محسوسات ما درک نمیشود، ولی میتواند قوه را منتقل کند و تأثیرات آنرا بر اجسام مادی که در آن (واسط) غوطه ورنده اعمال نماید. بنا بر این این واسط یا اثر باید دارای خواص مکانیکی باشد. آیا این خواص همانست که در جامدات، مایعات، یا گازها وجود دارد؟

دکارت چنین اندیشه می کرد که اثر از اجزاء بی نهایت ریز تشکیل یافته که دائماً در حرکتند، باهم برخورد می کنند، به یکدیگر فشار وارد می آورند، و باهم ملصق می شوند. یک قرن بعد از وی، ژرژ لویی لوساز^۲، عالم فرانسوی سویسی الاصل، اثر را همچون مجموعه ای از بی نهایت

برق و مغناطیس و ثقل در خلاء نیز در کارند، بقیاس آنچه در باب انتقال امواج صوتی در هوا و منتقل نشدن آنها در خلاء میدانستند، قائل به این فرضیه شدند تا محملی برای توجیه امور مذکور در دست باشد. کوششهایی که برای کشف خواص این محمل بوسیله ی مشاهده ی مستقیم بعمل آمد بجایی نرسید. با پیدا شدن نظریه ی نسبیت اینشتین سرانجام نظریه ی اتر متروک شد.

۱ - Descartes, René (۱۵۹۶-۱۶۵۰)، فیلسوف و ریاضیدان بزرگ فرانسوی اثر معروفش گفتار در روش درست بکار بردن فکر و جستجوی حقیقت در علوم است که بطور اختصار گفتار نامیده میشود.

دکارت معتقد بود که برای اجسام تنها یک حقیقت متصور است که بدون آن جسم تعقل نمیشود و آن بعد هندسی است (طول و عرض و عمق). معروف است که وی همواره میگفت «حرکت را بمن بدهید جهان را میسازم». سایر خصوصیات و خواص اجسام را تنها نتیجه ی حرکت آنها میدانست. و چون برای ابعاد حدی نمیتوان تصور کرد، پس عالم جسمانی را نامحدود تصور میکرد.

بعلاوه از آنجا که فضا و مکان بی بعد معقول نیست، پس هیچ مکانی را بی جسم نمیتوانست و میگفت خلاء موجود نیست، و اگر مکانی بنظر خالی بیاید صرفاً

ذرات فوق‌العاده کوچک ولی سریع‌الحرکت تعبیر کرد؛ این ذرات بقدری کوچکند که در طی میلیون‌ها سال حتی یک‌سدم از آنها باهم برخورد نمی‌کنند. اتری که بدین صورت در نظر گرفته شود، کمابیش، مانند گازی است که در نظریه‌ی حرکتی عرضه می‌شود. فیلسوفان طبیعی قرون هفدهم و هیجدهم بیشتر بر آن بودند که اتر را همچون گازی بدانند که در کلیه‌ی اجسام نفوذ می‌کند و فضای بین سیارات را اشغال می‌نماید؛ این عده انتشار نور را در اتر به انتقال صوت در گاز تشبیه می‌کردند. ولی در اوایل قرن نوزدهم این نظریه با مخالفت شدیدی، متکی بر دلائل قوی و محکم، مواجه شد. تامس یانگ^۱ در ۱۸۱۷ کشف کرد که ارتعاشات نور در جهتی عمود بر امتداد انتشار آن می‌باشد حال آنکه ارتعاشات صوتی در همان امتداد انتشار موج انجام می‌گیرد^۲. بدین ترتیب قیاس بین صوت و نور مواجه با شکستی فاحش و تناقضی آشکار گردید، و از این رو مسلم شد که اتر احتیاج به تعبیرات دیگری دارد؛ تعبیراتی که در ۱۸۲۱ بوسیله فرنل انجام پذیرفت. وی اعلام داشت که عمل اتر مانند گاز نبوده بلکه بیشتر به نحوه‌ی عمل، عمل جسمی کشسان می‌ماند بدین معنی که مقاومت آن در برابر تغییر شکل موجب ارتعاشات عرضی می‌شود.

تا این تاریخ اتر تنها از لحاظ آثار مربوط به گرانش و نور در نظر گرفته می‌شد لیکن نمودهای فیزیکی منحصر به این دو نبوده بلکه آثار فیزیکی دیگری نیز وجود داشت که از طریق آنچه با اصطلاح خلاء (اتر)

از جهت نقص حواس ما است که وجود جسم را درك نمی‌کنند.

۲- Lesage, George Louis, (۱۷۲۴-۱۸۰۳)، عالم فیزیک و ریاضی

سوئیس. در ۱۷۷۴ امکان ارسال خبر را بوسیله‌ی بیسیم ثابت کرد. دستگاه وی دارای ۲۴ سیم بود که هر یک به یکی از حروف الفبا تعلق داشت. آثارش رساله‌ی شیمی مکانیکی (۱۷۵۸)، و رساله‌ی فیزیک مکانیکی (۱۸۱۸) است.

۱- Young, Thomas, (۱۷۷۳-۱۸۲۹)، پزشک و فیزیکدان انگلیسی.

در ساختمان چشم تحقیقاتی کرد، و نظریه‌ی موجی را از نو اعتبار بخشید.

۲- صوت امواج حرکت ارتعاشی ناشی از جسمی است که به لرزه درآمده و در محیط خارج جسم متناوباً سبب ایجاد تراکم و رقت مولکول‌ها می‌گردد. موج صوتی طولی است و ارتعاش در امتداد انتشار امواج می‌باشد.

نامیده میشد منتقل میگردیدند ؛ الکتریسته و مغناتیس در درجهی اول این نمودها قرار داشت . در سال ۱۸۰۰ یانگ اظهارداشت «اینکه اتر الکتریکی همان اتر نورانی باشد یا نه - چنانچه اصولاً چنین سیالی وجود داشته باشد - مسئله ایست که شاید درآینده ، بر اثر تجربه و آزمایش ، روشن و مکشوف گردد. » ۲۲ سال بعد مایکل فاراده چنین نوشت « چه استبعادی دارد که اگر اتری وجود داشته باشد برای آن موارد استفاده ی دیگری هم ، جز انتقال تشعشعات ، قائل بشویم ؟ » و اگر آثار الکتریکی هم در مد نظر قرار داده شود ، ظاهراً چنین بنظر می رسد که رضایت بخش ترین نوع اتر باید مایعی باشد . لرد کلون ثابت کرد که هر میله ی مغناتیس خواصی مشابه با خواص لوله ی مستقیمی دارد که در سیالی کامل غوطه ور باشد. سیال از یک انتهای لوله داخل می شود ، و از انتهای دیگر خارج . اگر انتهای نظیر دو لوله ای چنین را پهلوی هم قرار دهیم همدیگر را جذب می کنند ، و انتهای غیر نظیر یکدیگر را دفع می نمایند. گرچه عمل جذب و دفع درست مخالف آنست که در باره ی مغناتیس ها روی میدهد ، ولی قوانین عمل متقابل بین لوله ها و مغناتیس یکسان میباشد ^۱ .

هنگامی که فیتزجرالد درصدد حل مسئله ی اتر برآمد ، خود را پای - بند اصول عادی خامی که مشخص کلیه ی این نظریات بود نساخت . وی واسطه را چیزی منحصر بفرد (sui generis) در نظر گرفت بطوری که الزامی برای تعبیر و تفسیر آن در قالب الفاظی که مبین انواع متعارفی ماده هستند وجود نداشته باشد . و پس از آنکه در ۱۷۸۸ نظریه ی الکتر و مغناتیس جیمز کلارک مکسول عرضه گردید ، فیتزجرالد چنین متذکر شد « اگر این نظریه موجب شود که ما خود را از الزام و قید اسارت اتری مادی برهانیم ، چه بسا که با آن بتوان به نتایج مهمتری در توجیه نظری طبیعت نائل گشت . »

فیتزجرالد در تحقیقات خود به دواصل عمده تکیه کرد : یکی اینکه

۱ - بطوریکه میدانید هر میله ی مغناتیسی دو قطب در طرفین دارد ، و اگر میله را از مرکز ثقلش بیاویزیم ، در امتدادی نزدیک به خط شمال و جنوب قرار میگیرد. قطبی که بجانب شمال است قطب شمال و دیگری قطب جنوب میله است. خواص قطبها یکسان نیست بدین معنی که دو قطب هم نوع یکدیگر را دفع میکنند ، و دو قطب مختلف النوع یکدیگر را جذب مینمایند .

اتر واحد را برای توجیه کلیه نمودهای فیزیکی کافی می‌دانست ، و دیگر اینکه به صحت نظریه الکتر و مغناطیس مکسول در باب نور اعتقادی راسخ داشت . مکسول نظریه خود را خلال سالهای ۱۸۶۱ تا ۱۸۶۴ انتشار داد ولی این نظریه تا مدت ۲۰ سال مقبولیت عامه نیافت . فیتزجرالد یکی از اولین قهرمانانی بود که باعزم و اراده‌ای راسخ و دلیری بی‌سابقه آنرا پیش راند . وی دریافت که اتر باید هم خواص جسمی مایع را داشته باشد و هم خواص جسمی جامد را ؛ و موفق شد این دو نوع کیفیت را ، که ظاهراً متضاد و متناقض می‌نمودند ، باهم تلفیق و سازگار کند .

وی مبنای کار خود را بر نظریه‌ای از ماده ، که بوسیله‌ی لرد کلون عرضه شده بود ، نهاد . کلون معتقد بود که اعمال متقابل اتمها را بر یکدیگر می‌توان بوسیله‌ی روند حلقه‌های دود نشان داد که پس از برخورد با یکدیگر بر می‌گردند ؛ و چنین می‌اندیشید که بسیاری از خواص اتمها ، و از آن جمله اصل بقای ماده ، را می‌توان با این فرضیه که آنها حلقه‌هایی گرد شار^۱ در داخل سیال کامل تشکیل می‌دهند توجیه کرد . در این مورد اصطلاح

۱- شار یا سیلان. در هر میدان نیرو، شار نیروی میدان در يك سطح نظیر ریزش آب است از يك حلقه. اگر حلقه‌ای عمود بر امتداد جریان در آب قرار گیرد حجم آبی که در يك ثانیه از حلقه می‌گذرد مساوی حاصلضرب سرعت آب است در وسعت حلقه. همچنین اگر حلقه‌ای در يك میدان مغناطیسی مشابه به وضع عمود بر شدت میدان قرار گیرد ، شار مغناطیسی (علامت ϕ) میدان از حلقه حاصلضرب شدت میدان در وسعت حلقه است و با و بر (به اسم و. ا. و بر) یا مکسول (باسم ج. ک. مکسول) سنجیده میشود. اگر حلقه بر شدت میدان عمود نباشد ، شار بستگی بازوویه خط عمود بر صفحه‌ی حلقه باشد میدان دارد (شار = وسعت حلقه $\times$ شدت میدان $\times$ جیب تمام زاویه‌ی مذکور) ؛ و وقتی صفحه‌ی حلقه موازی امتداد شدت حوزه باشد ، شار صفر است. تغییر هر يك از سه عامل شار (شدت ، وسعت ، و زاویه) موجب تغییر شار و تولید جریان القایی در حلقه‌ی هادی می‌گردد.

گرد شار. توده‌ای از شار (آبگون یا گاز) است که ذراتش حرکت دورانی دارند. در مکانیک تحلیلی حرکت گرد شار در مورد شاری فرضی بدون دخالت مالش بحث میشود، و آن حرکتی است دائمی که نه می‌توان آنرا ایجاد کرد و نه از بین برد. چون شاری وجود ندارد که مالش در آن دخالت نکند ، برای حفظ حرکت گرد شار، دائماً باید انرژی مصرف گردد .

اسفنج گرد شار را بکار می‌برد ، و منظور از آن توده‌ای از شار است که در درون آن قسمتهای گردان و قسمتهای غیر گردان دقیقاً بایکدیگر درهم آمیخته‌اند .

فیتز جرالد مفهوم گرد شار اسفنجی را برای حل مشکل خویش کاملاً مناسب یافت زیرا الیاف گرد شار داخل سیالی کامل معرف انواعی از حرکت می‌باشند که در سراسر تغییرات دارای یکنوع تشخیص ثابت و دائمی هستند ، و وجود آنها موجب میشود که سیال به اصطلاح نوعی سفتی و غلظت پیدا کند . نحوه‌ی عمل آنها را میتوان بامیله‌های فولادی که داخل بتن مسلح قرار می‌دهند، مانند کرد . گرچه سیال کماکان سیال می‌ماند ، ولی تنها قسمت محدودی از آن در برابر تغییر شکل مقاومت میکند. از جنبه‌ی ساختمان ظریفش میتوان آنرا مایعی تصور کرد ، درعین حال از لحاظ ساختمان خشنش باید آن را دارای پاره‌ای خواص جسم جامد پنداشت .

* * *

مسئله‌ی دیگری که ضروری می‌نمود عبارت بود از توجیه حامل‌های الکتریسته و مغناطیس نظریه‌ی مکسول با سیم‌های اسفنج گرد شار . فیتز - جرالد ، با توجه به اینکه حالت گرد شاری را در سیالی کامل نه می‌توان ایجاد کرد و نه از بین برد ، چنین استدلال می‌کرد که هر میدان برقی عبارتست از تغییر دستگاهی که در آن حرکت گرد شار سویداده شده باشد. الیاف طویل گرد شار ممکن است ، بطور مارپیچ ، در حول محورهایی موازی با امتدادی معلوم خم شوند . هنگامی که الیاف بشکل مارپیچ خم شوند ، انرژی سیال بیش از حالتی است که الیاف صاف باشند ؛ و در اینحال افزایش میزان انرژی را می‌توان بوسیله‌ی حاملی موازی با امتداد آنها اندازه گرفت. وجود یک رشته‌ی تنها از الیاف مارپیچی در سیال ، موجب خواهد شد که سایر الیاف موازی مجاور آن خم شوند ؛ و ازاین عمل می‌توان نمونه‌ای از نیروی مغناطیسی تهیه کرد . فیتز جرالد به تحقیقات خود در باب دینامیک اسفنج گرد شار ادامه داد و ثابت کرد که چگالی انرژی عبارت از مجموع مجذور - های دو کمیت است که می‌توان آنها را بصورت شدت برق و مغناطیس تعبیر نمود . ضمناً باید توجه داشت که نموده‌های الکتر و مغناطیسی را در چنین اتری ، بسبب ارتباط با ساختمان خشن آن ، از لحاظ خواص ، باید در حال سکون دانست .

فیتزجرالد در بسط نظریه‌ی مکسول رساله‌های متعدد نوشت. هم او بود که برای اولین بار آنچه را امروزه معادلات مکسول - لورنتس نامیده می‌شود عرضه داشت. این معادلات حامل‌های الکترومغناطیس را با موضع و حرکت بار الکتریکی مربوط می‌سازند. وی نظریه‌ی مکسول را در موارد مختلف بکاربرد از جمله دوران سطح سویده‌ی^۱ نور بوسیله‌ی انعکاس با یک مغناطیس؛ مسائلی نظیر میدانهای برقی و مغناطیسی که از حرکت بار برقی حاصل می‌شوند؛ دوران مغناطیسی نور فاراده و ارتباط آن با اثر زیمان^۲؛ اثر کر؛ تولید انرژی تشعشی^۳ بوسیله‌ی

۱- Polarization، در فیزیک، نوعی محدود کردن ارتعاشات باتشعشات دیگر. نوری را که چنین شده باشد سویده خوانند، و جسمی را که چون نور از آن بگذرد سویده شود سویده نامند. فهم پدیده‌ی سویده‌ی بوسیله‌ی مثالی آسان میشود؛ اگر نرده‌ای با شکافهای بالنسبه تنگ بر سر راه پره‌های گاهی که دستخوش تندبادی قرار گرفته‌اند باشد، فقط پره‌هایی که موازی شکافهای نرده باشند از آن می‌گذرند. ارتعاشات نور طبیعی (نوری که منعکس یا منکسر نشده) عمود بر امتداد انتشار، و در امتدادهای مختلف انجام می‌گیرد. تأثیر بعضی بلورها بر این ارتعاشات مانند تأثیر نرده‌های مذکور در حرکت پره‌های گاه است. چنانکه گویی این بلورها شکافهایی دارند که فقط ارتعاشات نوری منطبق با آنها از این بلورها می‌گذرند. از جمله‌ی این بلورها بلور سپات ایسلند است که هرگاه شماعی وارد آن شود دوشعاع منکسر میدهد (انکسار مضاعف) که یکی (موسوم به شماع عادی) تابع قوانین معمولی انکسار است، و دیگری را شماع غیر عادی گویند (در مورد سپات ایسلند فقط یک امتداد هست که چون شماع بموازات آن بر بلوری از سپات بتابد فقط یک شماع منکسر تابع قوانین معمولی انکسار میدهد؛ این امتداد را محور نوری بلور، و هر بلوری را که یک محور نوری داشته باشد یک محوری گویند).

موارد استعمال نور سویده روز افزون است مانند عینک‌هایی که با عدسیهای سویده ساخته میشوند؛ و نیز صافیهای سویده (مثلاً در جلوی چراغ اتومبیل) که تابشهای خیره‌کننده‌ی نور را تخفیف‌کننده‌ی می‌دهند، و مانع میشوند که «برق» در چشم بیفتد. صافیهای سویده در دوربین عکاسی نیز بکار می‌روند.

۲- Zeeman, Peter، (۱۸۶۵-۱۹۴۳)، فیزیکدان هلندی، سهم در جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۰۲. اثر زیمان یا تجزیه‌ی طیفی مغناطیسی را کشف کرد؛



جریان ضعیف برقی که در آن جریان مستقیم بر حسب قانون تناوب ساده‌ای تغییر میکند. نوسانگرهای ^۱ الکتریکی که وی پیشنهاد کرد، کاملاً شبیه آلای هستند که چند سال بعد، بوسیله‌ی هاینریش هر تس ^۲، در آزمایش

هرگاه جسمی را که از خود طیف خطی صادر میکند در میدان مغناطیسی قوی قرار دهیم، هریک از خطوط به چندین خط دیگر تجزیه میشود که کلاً با خط اصلی از حیث رنگ مشابه، و متقارناً در دو طرف آن قرار دارند. این نمود بسیار پیچیده معلول آنست که حالات جدید انرژی برای اتمی که این خطوط را صادر میکند فراهم آمده است. انرژی‌مان در کشف ساختمان اتم فوق‌العاده مؤثر بوده است.

۳ - تشعشع. در فیزیک بطور کلی به معنی صدور و انتشار انرژی بوسیله‌ی امواج است (مانند صدور و انتشار امواج الکترو مغناطیسی). انرژی صادره بصورت امواج (مثلاً ذرات آلفا و بتا) یا شعاعهای مخلوط یا نامعلوم است. اما اصطلاح تشعشع یا انرژی تشعشعی، هر جا بدون قیدی ذکر شود، بمعنی تشعشع الکترو مغناطیسی است. این گونه تشعشعات را معمولاً بر حسب بسامد آن به هر تسی، زیر قرمز، نور (مرئی) فوق بنفش، اشعه‌ی ایکس، و اشعه‌ی گاما تقسیم میکنند.

۱ - نوسان، در فیزیک رفت و آمد یک پدیده‌ی ارتعاشی را گویند. مدت یک نوسان دوره‌ی ارتعاش، وعده‌ی نوسانات در واحد زمان (ثانیه) بسامد آن است. و نوسانگر یا Oscillator بمعنای اعم، هر آلتی است که یک اثر ارتعاشی تولید کند و بمعنی اخص به آلات تولید ارتعاشات برقی گفته میشود. نوسانگرهای اولیه مبنی بر تجربیات هاینریش هر تس، و اساساً مرکب از یک خازن و یک سیم خودالقائی بود: اگر دوسالاح خازن را به سیم ثانوی یک قرقره‌ی القائی متصل کنیم و قرقره را بکار اندازیم، چون اختلاف پتانسیل (سطح برقی) بین دوسطح بقدر کافی زیاد شود، بین دو گلوله‌ی فلزی مدار تخلیه جرقه میزند (خازن تخلیه میشود). جرقه‌های تخلیه جریان متناوب پربسامدی است که تولید امواج الکترومغناطیسی میکند. نوسانگر بسته‌ی مذکور از لحاظ تشعشع الکترو-مغناطیسی ضعیف است، بدین سبب انرژی مدار نوسانگر بسته را به نوسانگر بازی (مثلاً مرکب از یک جسم هادی مربوط به زمین) که از آن جدا است منتقل میکند؛ نوسانات جریان مدار بسته جریان القائی پربسامدی در نوسانگر باز تولید میکند که امواج الکترو مغناطیسی ناشی از آن قابل انتقال بفواصل دور است (عمل آهن). نوسانگر از عوامل اساسی ارتباط رادیوئی است. در نوسانگرهای امروزی لامپهای الکترونی نقش عمده‌ای دارند.

تاریخی خود ، بمنظور نشان دادن وجود امواج الکتریکی (امواج هرتس) بکار میرفت .

با آنکه هریک از اکتشافات فیتزجرالد در درجهی اول اهمیت قرار دارد ، معهذاً مسلماً شهرت و معروفیت وی عمدهً بواسطه‌ی کشف انقباض فیتزجرالدی است . وی این فرضیه را برای توجیه و بیان نتیجه‌ی حیرت انگیزی که ۱.۱ مایکلسون^۱ و ای. و. مورلی^۲ ، فیزیک دانان امریکائی ، ضمن آزمایشات خود بمنظور تعیین سرعت زمین نسبت به اتر بدست آورده بودند ، عرضه داشت . این دو دانشمند ، بایک دستگاه تداخل سنج ، مدتی را که نور مسافتی ثابت را یکبار در امتداد حرکت زمین و بار دیگر در امتدادی عمود بر آن پیموده بود اندازه گیری نمودند . ابتدا چنین انتظار میرفت که طول نورانی این دو مسیر متفاوت خواهد بود ولی عملاً هیچگونه اختلافی دیده نشد . همین موضوع آنان را به این فکر انداخت که اتر هم همراه با زمین حرکت کرده است . و این فرض بود که قبول آن با نظریه‌ی کج نمائی نجومی و واقعیتهای دیگری که مسلم بنظر می آمد ، سازگاری نداشت . فیتزجرالد روزی در دفتر کار آلیور لاج^۳ ، در باره‌ی این معما صحبت میکرد . ناگاه متوجه شد که اگر بتوان قبول کرد که دستگاهها ، بنحو خودکار ، در امتداد حرکت زمین منقبض می شوند ، موضوع حل خواهد شد . فیتزجرالد این فکر را دنبال کرد و بالاخره ، با کومک محاسبات ریاضی ، دریافت که مقدار این انقباض

۲- Hertz, Heinrich (۱۸۵۷-۹۴) ، فیزیکدان آلمانی ، از پیروان نظریه‌ی الکترومغناطیس مکسول بود ، و در این راه تجربیات بسیاری انجام داد . امواج هرتس بنام او است .

۱- Mibhelson, Albert Abraham (۱۸۵۲-۱۹۳۱) ، فیزیکدان امریکائی . شهرتش بواسطه‌ی تعیین سرعت نور و تحقیقات آزمایشاتی است که در باره‌ی اتر بعمل آورده است . از پایه گذاران نظریه‌ی نسبیت بشمار میرود . در سال ۱۹۰۷ برنده‌ی جایزه‌ی نوبل شد .

۲- Morely Edward William (۱۸۳۸-۱۹۲۳) ، شیمیدان امریکائی . رسالاتی در باره‌ی مسائل فیزیکی و شیمیائی و مخصوصاً وزن اتمی اکسیژن منتشر کرد .

۳- Lodge, Sir Oliver (Joseph) (۱۸۵۱-۱۹۴۰) ، فیزیکدان انگلیسی که در توسعه‌ی تلگراف بیسیم سهم بسزائی دارد . در باب الکترون ، اتر ، ←

عبارت از نسبت $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ بر ۱ خواهد بود. در این فرمول v سرعت حرکت زمین نسبت به اتر، و c سرعت حرکت نور می باشد.

جوزف لارمر، ریاضی دان ایرلندی، کمی بعد از آن خاطر نشان ساخت که ساعتها مانند اسبابهای اندازه گیری طول، ممکن است تحت تأثیر گردش زمین قرار گیرند. اگر بخواهیم موضوع را بنحوی ساده بیان کنیم باید بگوئیم که ساعتی که با سرعت v حرکت می کند، بهمان نسبتی که طول خط کش اندازه گیری منقبض میشود کندتر کار خواهد کرد. نظریات لارمر، اخیراً ضمن آزمایشاتی مهم و جالب در مورد نسبت تلاشی مزون^۱ ها یعنی ذراتی که در اشعه ی کیهانی بوجود می آیند، تاحدی به تحقق پیوست. بر طبق نظریه ی لارمر، برای ناظری بیحرکت، هر چه مزون تندتر حرکت کند باید میزان تلاشی آن کمتر شود. صحت این مطلب در ۱۹۴۱ به ثبوت رسید.

بدین ترتیب معلوم شد که کوتاه شدن خط کش مدرج و کند کار کردن ساعت کیفیاتی نیست که صرفاً مربوط به خود خط کش و ساعت باشد بلکه خواصی است که با حرکت آنها بستگی دارد. پس از این کشف، دانشمندان علت عدم موفقیت خود را در آزمایشات مربوط به تعیین سرعت زمین نسبت به اتر دریافتند. همین کشف بود که مستقیماً فکر علمی را به نظریه ی جدید نسبیت راهبر گردید. و اگر اظهار شود که مبنای نظریه ی اخیر همان کشف انقباض فیتز جرالڈی در ۱۸۹۲ است، سخنی بگزارفته نشده است. متأسفانه فیتز جرالڈ در ۱۹۰۱ درگذشت، و نتوانست نتایج درخشان و آثار انقلاب عظیمی را که بدست خود او در عالم فیزیک ایجاد گردید به چشم مشاهده نماید.

و برق مطالعاتی نمود؛ بعلاوه همواره میکوشید تا علوم را با مسائل مذهبی و مباحث روانشناسی سازگار کند.

۱- Meson، از ذرات ماده که جرم آن بین جرم الکترون و پروتون است. اقسام زیاد دارد، و از جمله مزون مو m_μ که جرمش قریب ۲۱۰ برابر جرم الکترون و نصف عمرش 4×10^{-12} ثانیه است، و ممکن است بار مثبت یا منفی داشته باشد؛ و مزون پی π و غیره. اولین بار هیدکی یوکاوا (Yukawa)، فیزیکدان ژاپنی، قائل بوجود مزون گردید (۱۹۳۵). بعداً شواهدی دال بر وجود مزونها در اشعه ی کیهانی بدست آمد. عمر اغلب مزونها چند میلیونیم ثانیه است؛ و در هنگام تلاشی انرژی میدهند.

I پرستلی از : میچل ویلسن

میچل ویلسن (Mitchell Wilson) ، نویسنده‌ی توانایی است که گاه به نوشتن رومان می‌پردازد ، روزی به تحصیل اشتغال می‌ورزد ، و بالاخره روزی دیگر مشغول مطالعه و تحقیق در مسائل صنعتی می‌شود . نام وی در زمره‌ی چندتن نویسنده‌ای است که در پهنه‌ی علوم و تکنولوژی شهرت و معروفیتی بسزا دارند . وی در ۱۹۱۳ در نیویورک متولد شد . هنگامی که در دانشگاه‌های نیویورک و کلمبیا تحصیل می‌کرد ، به کسب کمال ، اعم از علوم و ادبیات ، شوقی عجیب داشت ، و بدون هیچگونه تفاوت و امتیازی این هر دو را می‌آموخت . ولی ناگاه ، بر اثر برخورد و تماس بایک استاد عالی فیزیک ، جنبه‌ی شوق علمی بر ذوق ادبی غلبه پیدا کرد ، و ویلسن رشته‌ای علمی را برگزید و تحصیلات خود را تحت نظر رابی^۱ پپایان رسانید . در این موقع انریکو فرمی^۲ در آزمایشات اولیه‌ای که در باب مزون بعمل می‌آورد ، او را به دستپاری خویش برگزید . ویلسن در سال ۱۹۴۰ عضو هیئت

۱- Rabi, Ysodore Isaac ، ۱۸۹۸ - فیزیکدان امریکائی متولد اطریش . شهرتش بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در باب مغناطیس و مکانیک کوانتوم بعمل آورده است . تشعشعات اتم را کشف و آنرا اندازه‌گیری کرد . در سال ۱۹۴۴ جایزه‌ی نوبل در فیزیک به وی اعطا گردید .

۲- Fremi' Enrico ، ۱۹۰۱ - فیزیکدان امریکائی ، متولد ایتالیا . مطالعات وی در باره‌ی طرح ساختن بمب اتمی در سالهای ۱۹۳۴-۳۸ و مخصوصاً همکاری نزدیکی که پس از ورود به امریکا ، در ۱۹۳۹ ، در این امر نمود ، وی را در شمار تهیه‌کنندگان این بمب قرار داده است . در سال ۱۹۳۸ بعلت تحقیقاتی که در مواد رادیو آکتیو بعمل آورد برنده‌ی جایزه‌ی نوبل گردید .

مطالعات و بررسیها در کمپانی کربن کلمبیا (Columbia Carbon Company) شد. این هیئت وظیفه‌دار تحقیق در باب فیلم‌های نازکو حرارت‌های قوی بود. ویلسن در عین حال همواره طالب و شیفته‌ی نویسندگی بود؛ و در ۱۹۳۹ اولین داستان خود را به مجله‌ی کوسموپولیتن (Cosmopolitan) فروخت، و از آن پس، مرتباً، داستان‌هایی برای مجلات تهیه می‌کرد. رومانهای پلیسی و هیجان‌انگیز چندی هم به رشته‌ی تحریر درآورده است. در ۱۹۴۴ بر آن شد تا بین تحقیقات علمی و نویسندگی یکی را اختیار کند، لاجرم به نویسندگی گرائید. اولین نتیجه‌ی این گرایش کتاب زندگی برقی می‌باشد. این کتاب مورد استقبال فوق‌العاده و بیسابقه‌ای قرار گرفت. نویسنده، با زیردستی تام، تشریح نموده که چگونه میتوان در این اعصار و ادوار فیزیکدان گردید.

II لاو وازیه از : دنیس ی. دووین

دنیس دووین (Denis I. Duveen)، رئیس يك کمپانی صابون‌سازی است. وی در ۱۹۱۰ در لندن متولد شد، در دانشگاه آکسفورد تحصیلات خود را در رشته‌ی شیمی به پایان رسانید، و به انجام تحقیقاتی در باب شیمی آلی در کوئزدفورانس^۱ پرداخت. در دوران جنگ جهانی دوم معاون کارخانه‌ی تهیه مواد منفجره‌ای بود که زیر نظر وزارت تدارکات انگلستان اداره میشد. دووین در ۱۹۴۸ به آمریکا آمد. وی شوق عجیبی به تاریخ علم شیمی دارد، و مجموعه‌ی نفیسی از کتب کیمیائی و شیمیائی تهیه کرده که هم‌اکنون در دانشگاه ویسکانسین (Wisconsin) موجود است. همچنین وی دارای بزرگترین کلکسیون از آثار چاپی و نسخه‌های خطی لاو وازیه است. و در سالهای اخیر کوشش بسیاری برای چاپ کلیه آثار این شیمیدان بزرگ بعمل آورده است. وی اوقات فراغت و تفریح خود را به ماهیگیری می‌گذراند.

۱- College de France، در ۱۵۳۰ در پاریس بوسیله‌ی فرانسوای اول

تأسیس یافت. مدرسه‌ایست آزاد و مجانی؛ نه امتحانی دارد، و نه درجه‌ای میدهد. همگان می‌توانند در جلسات درس و کنفرانسهای آن شرکت جویند.

پریستلی

از : میچل ویلسون

روزنامه‌ی آمریکن دیلی‌ادورٹیزر (American Daily Advertiser) شهر فیلادلفیا ، در بامداد روز دوشنبه نهم ژوئن ۱۷۹۴ ، ورودیکنفر پناهنده را از انگلستان به سرزمین امریکا ، با عبارات زیر ، تبریک گفت :

« برای کلیه‌ی نیک‌خواهان و مدافعین حقوق بشر جای نهایت خوشوقتی است که امروزه کشورهای متحده‌ی امریکا ، یعنی سرزمین آزادی و استقلال ، ملجاء و پناهگاه بزرگترین شخصیت‌های عصر کنونی قرار گرفته است. این رادمردان ، فقط بجرم دفاع از حقوق مللی که می‌خواهند طرق بردگی و عبودیت و استعمار را پاره کنند ، در اروپا مورد ایداء و آزار قرار گرفته‌اند و لاجرم ترك آن سرزمین را گفته و به کشور ما گام نهاده‌اند .

« نام جوزف پریستلی همواره بین مردم روشنفکر جهان باقی و برجا خواهد ماند ، و شکی نیست که انگلستان هم‌روزی از سوء رفتاری که در باره‌ی یکی از بزرگترین و شایسته‌ترین افراد خود معمول داشته است نادم و پشیمان خواهد گردید »

پریستلی ، دانشمند معروف انگلیسی ، در پایان يك دوره زندگی آشفته و پرماجرا ، اقبانوس اطاس را درنوردید و به امریکا قدم نهاد . این آشفتگی و اضطراب و غوغا بصورت انقلابی عظیم هم دردنیای علم و دانش و هم در اوضاع شوریده‌ی اجتماعی عصر متلاطمی که در آن می‌زیست ،

دیده می‌شد. ۳۰ سال قبل از این تاریخ، پرستلی، که جوانی بود از سلك روحانیون، به‌لندن آمد. شهرلندن در آن موقع وضعی عجیب داشت، همه نوع افراد از آدم‌های سبکس و خودفروش تا راهزنان و قاطعان طریق، و از کارآموزان فنی و صنعتی گرفته تا بزرگان علم و دانش و نویسندگان، در آن دیده میشد. پرستلی جوانك ۳۰ ساله‌ای لاغر اندام، باریك و ضعیف، و فوق‌العاده ظریف بود؛ و سیمایش بیشتر به‌زنی میماند. در كسوت رسمی كلیسا فوق‌العاده خوش‌لباس جلوه می‌کرد. شوخ و سرخوش بود، هوش و قریحه‌ای فوق‌العاده داشت و از اینکه در جوانی دارای عنوان و شهرت و افتخاراتی شده و نویسنده‌ی مذهبی سرشناس و معروفی بشمار میرود، بخود میبالید. از مال و مكننت دنیا چندان متنعم نبود بلکه فقر شرافتمندانه‌ای داشت ولی بدان میساخت و خود را راضی میکرد. از اینها گذشته دارای یكنوع شجاعت اخلاقی تزلزل ناپذیری بود.

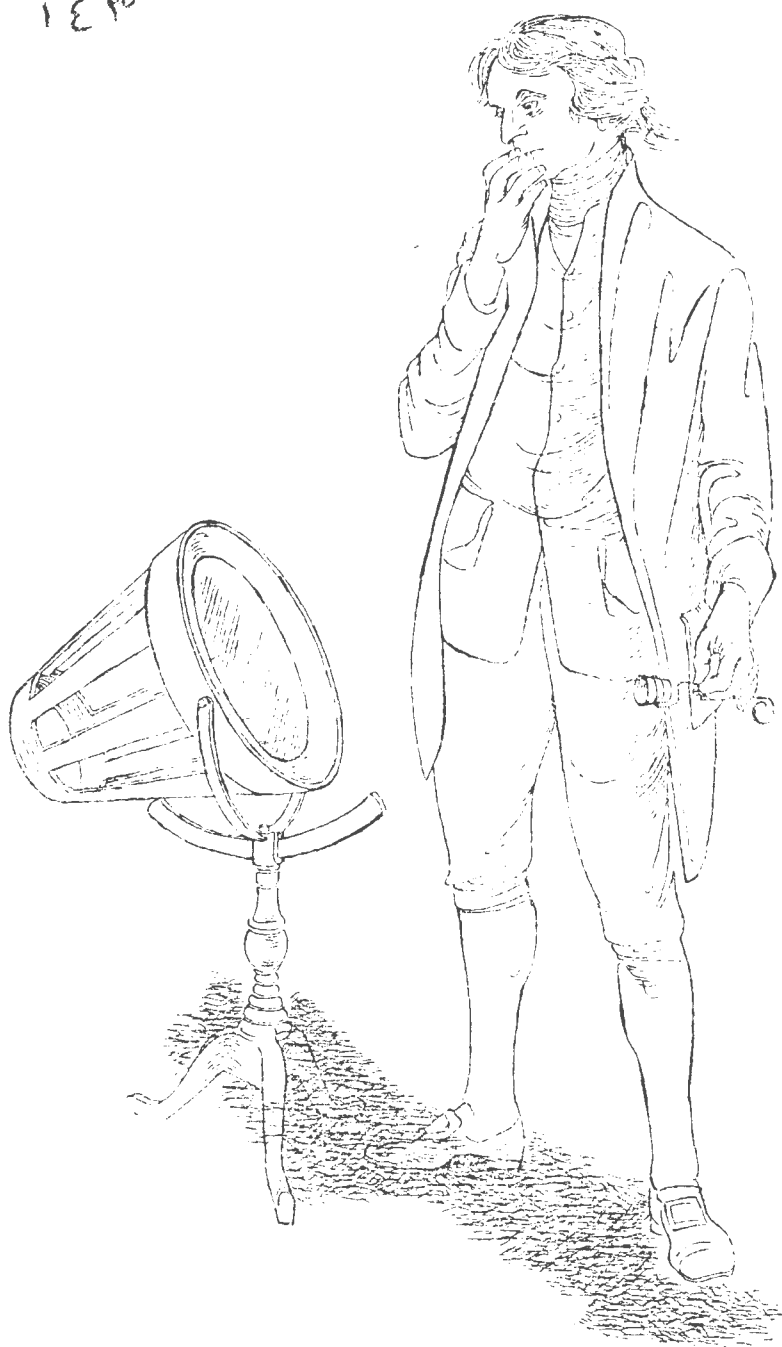
وی به‌لندن آمده بود تا از فیلسوف معروفی که از مستعمرات امریکا آمده بود دیداری بعمل آورد. این مرد بنجمین فرانکلین، دانشمند برجسته ر معروف امریکائی، بود که شهرتی تمام داشت. تجربیاتی که وی با برق انجام میداد باعث شده بود که معاصرینش او را بچشم ابلیسی، چون مفیستوفلس^۱ بنگرند. عقیده‌ی عامه بر این بود که وی می‌تواند به‌اراده‌ی خود صاعقه‌ای ایجاد کند. حتی ظاهر ملایم و خلیقش او را خطرناکتر جلوه میداد، و در وراء قیافه‌ی آرام و سیمای نجیب او دریائی از خشم و تبه‌کاری در انتظار تجسم می‌یافت. فرانکلین مأموریتی سیاسی داشت، و به‌لندن آمده بود تا در باب مسئله‌ی مستعمرات با اولیای دولت انگلستان مذاکره کند؛ ولی ترجیح میداد که سفر خود را بصورت بازدید يك دانشمند از شهری بعمل آورد؛ لاجرم به‌جنبه‌ی دیپلماتيك مأموریت خود توجهی نداشت.

در آن عصر **اونی‌تاریانیسم**^۲ از معتقدات مسلم شمرده می‌شد؛

۱- Mephistopheles، تجسم شیطان در کتاب معروف فاوست اثر گوته.

۲- Unitaricism، عقیده‌ی مذهبی مبنی بر اینکه خدا در يك شخص متمرکز است، و دارای سه شخصیت (ثلیث) نمی‌باشد. این عقیده، مقارن با اصلاحات انجیلی، توسط اشخاصی چون سروتوس و سوکینوس شایع گشت. در انگلستان جان پیدل این مکتب را تأسیس کرد. در امریکا از ۱۷۸۵ شایع شد. کلیساهای پیرو این عقیده به‌شیوه‌ی جماعتی اداره می‌شوند، و دارای اعتقادنامه‌ی خاصی هستند.

183



و پرستلی ، به اقتضای شغل رسمی روحانیت ، در این مورد به بحث و جدل میپرداخت. وی که پسر پارچه‌فروشی در شهر کوچک لیدز^۱ بود ، در طفولیت از سایه‌ی رأفت و دست‌عطوفت مادر محروم گردید ؛ لاجرم عمه‌اش که زنی بود با فکر ، و دارای طبعی بزرگ و آزاده ، سرپرستی‌ا‌ورا برعهده‌گرفت. این زن پرستلی را در محیطی که در آن مباحثات مذهبی به آزادی صورت می‌گرفت بزرگ کرد. چون پرستلی وضع مزاجی خوبی نداشت ، در مدرسه هم بر او تحمیل و فشاری وارد نمی‌آمد و سختگیری چندانی در باره‌ی وی اعمال نمی‌گشت. ولی شخصاً به آموختن زبانهای فرانسه و لاتین و جبر و هندسه پرداخت ؛ و در اثر تلقین و تشویق عمه و سرپرست خویش در سلك روحانیون درآمد و به تدریس اشتغال ورزید. در ۲۸ سالگی با زنی خردمند و دلسوز عروسی کرد. در نتیجه‌ی مقالاتی که در باب مسائل مربوط به الاهیات مینوشت ، او را خائن و دجال^۲ خواندند. گرچه این عناوین به بسیاری از افراد نسبت داده شده ولی شاید برای هیچیک از آنان موجهاتی که در مورد پرستلی وجود دارد دیده نشود.

رفت و آمد و دیدار پرستلی از سالن فرانکلین در لندن، که پس از ازدواج وی صورت پذیرفت ، موجب گردید که بار دیگر وی راه خود را تغییر دهد. تا این موقع فقط از لحاظ اینکه معلمی بود نسبت به علوم اظهار علاقه میکرد ، ولی اینك میدید که روحش تشنه‌ی آموختن علوم و استنباط مطالب علمی است. حتی فرانکلین را تشویق میکرد تا مردی را برای تهیه‌ی کتابی در باب برق - آنچنان که مورد فهم و قبول عامه باشد - برگزیند. فرانکلین هم شخص او را واداشت تا به انجام این مهم همت گمارد. پرستلی با عزمی راسخ مشغول کار شد ، و پس از یکسال کتاب معروف **الکتروسیسته در گذشته**

۱ - Leeds ، شهری در انگلستان ، دارای ۵۰۴۹۵۴ نفر سکنه. مرکز صنعتی و محل تلاقی خطوط حمل و نقل است. دارای کارخانه‌های پشم‌بافی و کالاهای فلزی و شیمیائی و شیشه‌سازی. کالج بورکشر ، که در ۱۸۷۴ تأسیس یافته بود، در ۱۹۰۳ مبدل به دانشگاه لیدز گردید. در این شهر هر سه سال یکبار فستیوال موسیقی برپا می‌شود.

۲ - Antichrist ، در معتقدات مسیحیان رهبر بدیها در این عالم که سرانجام مغلوب نیروهای خیر خواهد شد. گاهی به دجال تعبیر شده. مسیحیان معمولاً مخالفان مذهبی خود را به این نام می‌نامند.

و حال را پایان رسانید. در موقع تحریر این کتاب به پاره‌ای مسائل مربوط به نظریه‌های الکتریکی برخورد که مورد اختلاف بود. پرستلی در این موارد مطالعاتی نمود و تحقیقاتی بعمل آورد؛ و از آنجا که برای تحقیقات و تجسسات علمی شوق و علاقه‌ای خاص داشت، سرانجام به کشفیات برجسته و مهمی در شیمی نائل آمد. و از جمله به این واقعیت پی برد که کربون‌هادی^۱ بسیار خوبی برای الکتریسته میباشد.

این کتاب مورد توجه و استقبال شایان و بیسابقه‌ای قرار گرفت، و یک سال بعد مؤلف آن به عضویت انجمن سلطنتی انگلستان انتخاب گشت. گرچه این تقدیر و تشویق برای برانگیختن روح و فکر نویسنده‌ی جوان کفایت میکرد، ولی کیفیت دیگری هم موجب شد تا او کلیه‌ی مساعی و هم‌خود را در راه شیمی مصروف بدارد. و آن اینکه منزلش در شهر لیدز در مجاورت یک کارخانه‌ی آبجوسازی بود. بوی تخمیر، که در سراسر خانه پخش شده بود، مدام به مشامش میرسید. پرستلی همین بو و علت و معلول آنرا مورد تحقیقات اولیه‌ی خود قرار داد و به مطالعه در باب آن پرداخت.

تا این موقع افکار و پندارهای کیمیائی بر علم شیمی حاکم بود، و چنین می‌پنداشتند که کلیه‌ی مواد از ماده‌ی اولیه که در قالب چهار عنصر خاک، آتش، هوا، و آب تجلی میکند بوجود آمده‌اند. در عصر پرستلی

۱- هدایت. در فیزیک عبارتست از انتقال انرژی حرارتی از نقاطی که دمای بیشتری دارند به آنهایی که دمایشان کمتر است. هدایت بواسطه‌ی عمل متقابل مولکولهایی که دارای انرژی حرکتی هستند انجام میگردد. در گاز انرژی بواسطه‌ی برخورد مولکولها منتقل می‌شود، و همین امر نقش عمده‌ای در انتقال حرارت در داخل مایعات دارد.

از لحاظ الکتریسته هدایت عبارتست از انتقال بار برقی از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر. چگونگی این انتقال در جامدات و مایعات متفاوت است. در جامدات، به علت نزدیکی اتمها بیکدیگر، ممکن است مدارات الکترونیهای خارجی بر هم افتند. علاوه بر اغلب جامدات هادی فلزاتی هستند که خارجی ترین قشر الکترونی آنها عده‌ی کمی الکترون دارد، و این امر از دست دادن الکترونها را تسهیل می‌کند. به این جهات چنین تصور می‌شود که در جامدات هادی عده‌ی زیادی از الکترونها تا حدی آزادی حرکت دارند

این عناصر ارسطویی خود به اقسام مختلفی تقسیم شده بودند^۱ و از جمله خاک سه نوع مختلف داشت: فرار، زجاجی، و سوختنی. بنابر این عناصری که بالا ذکر شد، چهارجوهر هم وجود داشت که عبارت بودند از گوگرد، جیوه، ارسنیک، و ملح امونیاک (نشادر). و بالاخره ۶ پیکره‌ی اصلی نیز در نظر میگرفتند: طلا، نقره، مس، سرب، قلع، و آهن. روح ماده فلوژیستون^۲ بود، و احتراق مواد سوختنی^۳ موجبی دیگر نداشت.

پرستلی یکی از این تقسیم بندیها را مبنای کار خود قرار داد و شروع به آزمایش نمود. در این تقسیم بندی یکی از انواع هوا «هوای ثابت» بود (و این همان است که امروز اسیدکربونیک^۴ یا انیدریدکربونیک^۵ نام دارد) سابقاً همواره چنین تصور می‌شد که علت ابتلای ملوانان به بیماری

۱- بنابر عقیده‌ی ارسطو عالم کروی است، و مرکب است از کرات یا افلاک که درون یکدیگر جای گرفته‌اند. آخرین فلک، فلک ماه است که عالم علوی بدان ختم می‌شود، و در زیر آن عالم سفلی است که عالم تحت‌القمر نیز خوانده می‌شود و آن عبارت از کره‌ی خاک است که ساکن و مرکز کل عالم. کره‌ی آب یا اقیانوس بر آن احاطه دارد، و پس از آن کره‌ی هوا و بالاخره کره‌ی آتش که فوق‌همه‌ی کرات عالم سفلی است.

۲- Phlogiston، در آخر قرن هفدهم ارنست گئورگ شتال، شیمیدان آلمانی، (۱۶۶۰-۱۷۳۴)، برای توجیه احتراق قائل بوجود عنصری بنام فلوژیستون در سوختنیها شد که هنگام احتراق از آنها خارج می‌شود. این نظریه تا زمان لاووازیه، که برای اولین بار چگونگی واقعی احتراق را روشن ساخت، مقبول بود.

۳- سوختنی، هر ماده‌ای که در مجاورت هوا قابل احتراق است، و از سوختن آن گرمای قابل استفاده تولید می‌شود. اساس شیمیائی احتراق در مورد همه‌ی سوختنیها یکی است، و عبارتست از اکسیداسیون سریع که متضمن ترکیب کربون وئیدروژن (عنصر عمده‌ی سازنده‌ی سوختها) با اکسیژن، و آزاد شدن انرژی حرارتی است (فعل و انفعال گرمازا).

۴- اسید بسیار ضعیفی که فقط بحالت محلول شناخته می‌شود، و از حل شدن انیدریدکربونیک در آب بدست می‌آید. در تهیه‌ی مشروبات کربنات دار بکار میرود.

۵- گاز است مرکب از کربون و اکسیژن، با فرمول CO_۲. بیرنگ، و تقریباً بی‌بو است. از هوا سنگین‌تر است، نمی‌سوزد و نمیسوزاند. در آب حل می‌شود، و با

اسقربوط^۱ همان عدم تکافوی هوای ثابت در بدن انسان است. پرستلی روشی برای تهیه این گاز با گل سفید^۲ و اسید سولفوریک بدست داد، و با عبور دادن گاز ازلوله لاستیکی صافی داری آن را در آب محلول ساخت، و بدین طریق لیموناد یا آب گازدار بدست آورد. پرستلی این روش را برای لرد سندویچ^۳، لرد اول در یاداری انگلستان، تشریح کرد؛ و پس از آنکه یک کمسیون تحقیقاتی به موضوع رسیدگی کرد؛ دو مرکز مجهز به دستگاههای اختراعی او، برای تأمین میزان مصرفی نیروی دریائی بوجود آمد. انجمن سلطنتی لندن بحدی از این کشف پرستلی خوشوقت شده بود که مدال کپلی^۴، یعنی عالیتزین نشانهای خود را در رشته شیمی، به وی اعطا نمود. از این گذشته محصول وی اهمیت تجارتي هم پیدا کرد، و مردی بنام بیولی (Bewley) آنرا در بطریهای مخصوصی ریخته و با دستورالعمل زیر شروع بفروش آن نمود:

فشار تبدیل به مایع می گردد. در جو وجود دارد. از سوختن زغال وئیدروکر بورها واز تجزیه ی کربوناتها حاصل می شود. انیدرید کربونیک محصول تنفس است. از تخمیر هم متصاعد میشود. وقتی از مخمری تولید شود تخمیر کننده ای بوجود می آورد. هرگاه با فشار در آب حل شود تولید جوش می کند. در آتش نشانی هم بکار میرود.

۱- بیماری نقصانی ناشی از کمبود ویتامین ث در خوراک. علائم آن خونریزی در لثه ها و کم خونی وضعف است. سابقاً نزد ملوانان شایع بود. اگر خوراک خرد سالان بزرگتر از ۶ ماه کمبود ویتامین ث داشته باشد آنان بدان مبتلی میشوند. (Scurvy)

۲- یکی از سنگهای معدنی کربونات دو کلسیوم است که نرمتر از آهک، و محتوی مقدار کمی صدفهای دریائی است. (Chalk)

۳- Sandwitch, John Montagu, ۱۷۱۸-۹۲، سیاستمدار و وزیر دریا داری انگلستان. نیروی دریائی را برای هدفهای سیاسی بکاربرد. شکست انگلیس را در انقلاب امریکا بیشتر نتیجه ی سوء اداره ی او میداند. جزیره های سندویچ در هاوایی بنام او است، و نیز سندویچ خوردنی را هم بنام او میداند.

۴- Copley, Sir Godfrey، بارون انگلیسی که بسال ۱۷۰۹ در لندن وفات یافت. وی یکصد لیره در اختیار انجمن سلطنتی لندن گذاشت تا از آن برای بهبود و توسعه ی علوم طبیعی استفاده شود. اولین جایزه در ۱۷۳۱ و دومین در ۱۷۳۴ اعطاشد. در ۱۷۳۶ مدال طلائی بنام مدال کپلی تهیه گردیده تا همه ساله پدا نشمندان اعطا گردد.

« برای تهیهی این شربت سه درم^۱ از فسیل قلیائی (گل سفید) را در يك لیتر آب حل کرده آنرا در جریان هوای ثابت بگذارید تا مزه ی قلیائی آن از بین برود . این شربت را نباید بمقدار زیاد درست کرد ، و نیز باید در بطریهای دربسته و سربمهر نگاهداری نمود . هر بار می توان باندازه ی چهار اونس^۲ آنرا مصرف کرد ، و جرعه ای لیموناد یا آبی که بوسیله ی سرکه یا جوهر کات^۳ رقیق اسیددار شده است نوشید و بدینوسیله هوای ثابت را درون معده آزاد ساخت . »

پرستلی ، پس از این توفیق ، در نقشه ی دوم خود قرین موفقیت نگردید . منجمین از نیروی دریائی انگلستان در خواست کرده بودند که يك فروند کشتی در اختیار آنان بگذارد تا بتوانند به مناطق جنوبی اقیانوس کبیر عزیمت نموده و از آنجا خسوفی را مورد مناظره و مطالعه قرار دهند . نیروی دریائی گرچه با این درخواست موافق بود ، ولی در نظر داشت محملی برای اجرای منظور آنان بیاید و موافقت خود را بنحوی موجه سازد . لاجرم قرعه ی فال بنام کاروان دریائی که تحت فرماندهی کاپیتان جیمز کوک^۴ بود زده شد . نیرو به علمای رسمی اجازه داد تا به کشتی سوار شوند ، و به کوك دستورات مؤکدی داد تا کلیه ی وسائل لازم در اختیار منجمین بگذارد و همه گونه تشریک مساعی و تسهیلات لازم بعمل بیاورد تا اینان بتوانند به تحقیقات و

۱- درم ، واحد وزن در بریتانیای کبیر و آمریکا . درم معمولی برابر $\frac{1}{16}$ اونس یا ۷۷۲٫۱ گرم است . (drachm)

۲- اونس ، واحد وزن در انگلستان و آمریکا معادل ۳۵۲٫۱۸ گرم . (ounce)

۳- کات ، درشیمی سولفات پاره ای فلزاتست از جمله کات کبود (سولفات مس) ، کات سفید (سولفات روی ثیدراته) ، کات سبز (سولفات آهن) . اسید سولفوریک یا جوهر کوگرد را ، اگر غلیظ باشد ، روغن کات می نامند .

۴- Cook, James ۱۷۲۸-۷۹ ، مکتشف جغرافیائی و دریانورد انگلیسی . ضمن نقشه برداری از عبور ستاره ی زهره ، با کشتی بدورزمین گردش کرد (۱۷۶۸-۷۹) ؛ زلند جدید و سواحل شرقی استرالیا را کشف نمود . در مسافرت به جنوب اقیانوس آرام (۱۷۷۲-۷۵) بطلان شهرت وجود قاره ی بزرگ جنوبی را ثابت کرد . کوششهای بی حاصلی برای یافتن گذرگاهی میان اقیانوس اطلس و اقیانوس آرام از راه آمریکای شمالی بعمل آورد . سرانجام بدست بومیان ها وائی بقتل رسید .

مطالعات علمی خویش بپردازند. سپس به انجام مأموریت اصلی خود که نقشه برداری و تصرف کلیه اراضی جنوبی اقیانوس کبیر، معروف به اراضی ناشناس جنوبی، بود مبادرت نماید. پرستلی هم که مشتاق این مسافرت بود بعنوان پیشنهاد و قاضی عسکر جاشوان انتخاب شد. لیکن در دقایق آخر از مسافرت وی جلوگیری بعمل آمد. علت این ممانعت این بود که نوشته های صریح و قاطع او در باب مسائل دینی جمعی را به دشمنی با وی برانگیخته بود. این عده چنین وانمود کردند که حضور وی در این مسافرت موجب آن خواهد شد که کلیه افراد هیئت و جاشوان از دین برگردند و به ارتداد گرایند.

پرستلی آزمایشات شیمیائی خود را درباره ی گازها (شیمی پنوماتیک) کماکان ادامه میداد. (شرح اجمالی این تجربیات در کتاب آزمایشات و مطالعات در باب اقسام مختلف هوا مذکور است.) دستگاه آزمایش و وسائل کار او فوق العاده ساده و عادی بود. نحوه ی عمل بدین قرار بود که مواد لازم برای فعل و انفعالات شیمیائی را در محفظه ای بلوری که قسمتی از آن پر از جیوه بود ریخته سپس این محفظه را بر روی طشتکی مملو از جیوه بر میگردانید بطوریکه دستگاه ظاهراً بصورت میزان الهواه تورپچلی درمی آمد. پرستلی با خود می گفت که اگر در اثر فعل و انفعالات شیمیائی گازی تولید شود، افزایش فشار باعث آن خواهد شد که ارتفاع جیوه در محفظه پائین برود؛ و بالعکس اگر فعل و انفعال شیمیائی موجب جذب یکی از گازهای محتوی در محفظه بشود، لاجرم سطح جیوه بالا خواهد رفت. و بدین ترتیب وی با سهولت تام توانست تغییرات حجم گاز را اندازه گیری کند. پرستلی برای حرارت دادن مواد موجود در محفظه از متمرکز ساختن اشعه ی خورشید بوسیله ی عدسی استفاده می کرد.

اولین کشف پرستلی، که ضمناً بزرگترین اکتشاف وی هم بشمار میرود موضوع اکسیژن است. وی مقداری اکسید دو مرکور را که در آنروز

۱- Toricelli ، (۱۶۰۸-۴۷) ، عالم فیزیک ایتالیائی که در رم به تحصیل ریاضی پرداخت و تحت تأثیر نوشته های گالیله قرار گرفت. در شهر فلورانس بنزد او رفت و، در سه ماه آخر زندگی گالیله، عنوان منشی او را پیدا کرد. پس از مرگ گالیله بجای وی به استادی ریاضی آدکمی فلورانس رسید. بارومتر جیوه ای را کشف کرد.

(mercurius calcinatus) نامیده میشد حرارت داد؛ و ملاحظه کرد که از این ملح گازی معادل ۵ برابر حجم آن بوجود آمده است. و پس از آنکه مقداری از این گاز را بداخل شیشه‌ای پلورین که شمعی روشن در آن بود انتقال داد، واقعیت عجیبی را مشاهده کرد که شخصاً در قالب عبارات زیرین توصیف نموده است « دیدم که شمع، در این هوا، با شعله‌ای قوی و بلند میسوزد هرگز نظیر این کیفیت را با هیچ يك از انواع دیگر هواندیده بودم شمع بازبائی و جلال تمام میسوخت تکه چوبی آتشین را، که سر آن قرمز بود، در همین هوا داخل کردم. گر گرفت و بسرعت هرچه تمامتر بسوخت »

پرستلی بعداً آزمایشی هم باموش کرد بدین نحو که دو موش را در دو محفظه‌ی مستأوی الحجم، که در یکی هوای معمولی و در دیگری گاز جدید (اکسیژن) بود، قرار داد؛ و ملاحظه کرد که موش محفظه‌ی دوم مدتی - چند برابر بیش از زمان موش محفظه‌ی اول - زنده میماند. پس معلوم شد که اگر شمعی روشن یا حیوانی زنده رادر محفظه یا ظرفی سر بسته قرار دهیم هوای داخل آن کثیف میشود بطوریکه شمع به خاموشی میگراید، و موجود زنده دستخوش خفقان میگردد. پرستلی از این آزمایشات دریافت که راهی برای احیای هوا، و بازگرداندن عنصر حیاتی که از آن کسر شده بود بدست آورده است. ضمناً به نکته‌ی فوق‌العاده مهم و جالب توجه دیگری هم پی برد و آن چگونگی عمل طبیعت در احیای هوا و تجدید عنصر حیاتی در آن میباشد. وی چنین متذکر شده است:

« من از اینکه تصادفاً راه حلی برای احیای هوایی که بوسیله‌ی شمع یا موجودی زنده فاسد شده بود یافتم، فوق‌العاده مشغوف و خوشحال بودم؛ و باز بیشتر مسرور بودم از اینکه به یکی از وسائلی که طبیعت برای این منظور بکار میبرد پی بردم. این وسیله عمل نباتات است.

« در هفدهم اوت ۱۷۷۱ يك بوته‌ی نمناع را در ظرف در بسته‌ای که قبلاً شمعی در آن سوخته بود قرار دادم. در ۲۷ همان ماه شمع روشن دیگری را در زیر آن سرپوش نهاده و با کمال تعجب ملاحظه کردم که شمع بخوبی، تا انتها، در آن سوخت. این آزمایش را، در همان تابستان، در حدود ده مرتبه‌ی دیگر تجدید و تکرار نمودم، هیچگاه کوچکترین تغییری در کیفیت آن مشهود نگردید.»

پرستلی آزمایش خود را به طرق و انحاء مختلف تجدید و هر بار آن را کاملتر میکرد تا بتواند هر چه بیشتر جزئیات و خصوصیات آن را روشن و واضح سازد و موفق شود ساده‌ترین بیان کلی و جامع را از آن بدست آورد. وی ثابت کرد که خاصیت جالب و قابل توجه زنده کردن هوای آلوده و کثیف مختص نعنای نبوده بلکه بوته‌ی اسفناج و چای‌اسویگو^۱ و گیاه معروف به علف پیران^۲ نیز دارای همین اثر میباشند. از اینجا نتیجه گرفت که نباتات، بجای آنکه مانند تنفس موجودات زنده، هوا را خراب کنند، تأثیرات تنفس را خنثی کرده و هوایی را که یادر اثر تنفس موجودات زنده و یا عفونت لاشه‌ی آنها خراب و فاسد و آلوده شده است سالم و با طراوت میسازند.

* * *

پرستلی در معتقدات دینی و سیاسی خود فوق‌العاده لجوج و ثابت قدم بود، و بالعکس در مورد نظریات علمی فوق‌العاده محافظه کار بشمار میرفت. وی نظریه‌ی فلوجیستون را بدون بحث و دلیل پذیرفت و عنان عقل و تفکر خود را بدان سپرد. این نظریه یکی از بقایای علم کیمیای قدیم بود که اینک راه زوال و افول میپیمود، و تنها براثر مقام و شهرت علمی پرستلی از نو اعتباری یافت و تا مدت‌ها باقی و برجای بماند. پرستلی، بدون توجه به اعمال خود، برای اولین بار، نه فقط اکسیژن و انیدرید کربونیک را جدا کرد، بلکه موفق شد آمونیاک (هواى اسید سولفوریکى) و مواد دیگر را هم بطور جداگانه بدست آورد.

پرستلی که در این هنگام یکی از نوابغ جهان علم بشمار میرفت دعوت شد تا به انجمن ماه‌شناسی بیرمنگام پیوندد. در بین اعضا و مهمانان این انجمن بزرگترین دانشمندان روز، از جمله سر ویلیام هرشل منجم، جان سمیتن^۳ مهندس، اراسموس داروین^۴ گیاه‌شناس، و جمیز وات^۵ مخترع

۱- گیاه معطر دائمی از تیره‌ی نعنایان، با سنبله‌های گل‌های سرخ. بومیان امریکایی و مهاجرنشینان از برگ‌های آن چای میساختند. (oswego tea)
 ۲- نام گیاهی از گروه مرکبان که در نواحی معتدل فراوان است، و همه‌دارای گل‌های مرکب زرد رنگ و از نوع senecio میباشند. بعضی از اقسام آنها زینتی و دارای گل‌های رنگینی هستند. (groundsel).

۳- Smeaton ' John ، ۱۷۲۴-۱۷۹۲، مهندس انگلیسی. تعداد زیادی

دیده میشدند. تعداد اعضای انجمن ده دوازده نفر بود، و هر ماه، در نزدیکترین دوشنبه به شب ۱۴ ماه (بدر)، بنوبت در منزل یکی از اعضاء اجتماع میکردند. پس از حضور کلیه اعضا، در ساعت ۲ بعد از ظهر ناهاری صرف میشد و آنگاه جلسه تا ساعت ۸ شب ادامه مییافت. و در این موقع که ماه مشغول جلوه‌گری و تاللو میشد، قدم زنان بمنازل خویش رهسپار میشدند. کمی بعد از الحاق پرستلی به عضویت این انجمن، یکی از اعضای آن، درضمن نامه‌ای که به دوستی نوشته، چنین متذکر شده است:

« ما مدت‌ها راجع به فلوچیستون صحبت می - کردیم بدون آنکه بدانیم از چه سخن میگوئیم؛ لیکن اکنون که دکتر پرستلی مطلب را توضیح داده موضوع برای‌مان چون روز روشن شده است بطوریکه دیگر کوچکترین نقطه‌ی ابهامی در آن دیده نمیشود. تا آنجا که اکنون میتوانیم آنرا اندازه‌گیری کنیم، و بگوئیم مثلاً برای احیا کردن مکلسی چه مقدار از آن لازم است. بعبارت آخری این ربه‌النوع فراریت را اکنون میتوان مانند سایر مواد اندازه گرفت و وزن کرد. اگر اطلاعات بیشتری میخواهید، لطفاً به خود دکتر مراجعه بفرمائید.»

پرستلی پس از آن در حدود ۱۰ سال در انگلستان بزیست، و این مدت را در بیرمنگام بخوشی گذرانید. اوقاتش کلاً مصروف مطالعه میشد و نه فقط در رشته‌ی شیمی کار میکرد، بلکه به تهیه‌ی یادداشتهایی هم در باب

یل‌ساخته، و در عمران شهرها و عملیات زهکشی سهم مؤثری داشته است.

۴- Darwin'Erasmus، ۱۷۳۱-۱۸۰۲، شاعر انگلیسی که در عین حال پزشکی معروف بود. و باغ‌کشاورزی مجهزی ترتیب داد. آثارش باغ‌نباتات (۱۷۸۹-۹۱) و قوانین زندگی (۱۷۹۴-۹۶) است که جنبه‌ی علمی آنها بر صورت ادبیش برتری دارد.

۵- Watt'James، ۱۷۳۶-۱۸۱۹، مخترع اسکاتلندی نوعی ماشین بخار اختراع کرد. وات، واحد توان، بنام او است.

تعلیم تربیت و علم اخلاق میپرداخت. گرچه سخت طرفدار حکومت مطلقه بود، با اینوصف علناً از نهضت استقلال طلبی امریکا در جنگهای انقلابی پشتیبانی میکرد. و اگر باجسارت هرچه تمامتر برله مسئلهی انتزاع کلیسا و دولت قدعلم نمیکرد، واز انقلابات کبیر فرانسه حمایت وپشتیبانی نمینمود، مانند بسیاری افراد دیگر انگلیسی ازتعقیب و مجازات مصون میماند.

ت.ی. تورپ Thorpe که ترجمه‌ی احوال او را نوشته چنین متذکر میشود «پرستلی از جنبه‌ی علم و دانش مردی است بزرگ و شایسته، و فیلسوفی طبیعی درخور ستایش و احترام؛ لیکن تجلیل و ستایشی که از او بعمل می‌آید عمده^۱ بعلمت مبارزه‌ی دلیرانه‌ای است که در راه استقرار آزادی فردی، سیاسی، و مذهبی انجام داده و صدماتی که در این راه متحمل گردیده.»

پرستلی تصمیم داشت باتنی چند از دوستان، در بیرمنگام، بمناسبت روز فتح باستیل^۱ توسط فرانسویان شجاع، جشنی مجرمانه و بیسرو صدا بر پا سازد. چند روز قبل از انعقاد مراسم جشن، گروهی از افراتیون و متعصبان عصبانی اوراق و شب نامه‌هایی پخش کرده و شرکت کنندگان در آن ضیافت را خائن خواندند؛ و ضمناً پرستلی و افراد خانواده‌اش را به اعدام باچوبه‌ی دار تهدید نمودند. پرستلی و یارانش به این تهدیدات توجه و اعتنائی نکرده و بدون سانحه یا برخورد با حوادثی در يك اطاق خصوصی بصرف ناهار پرداختند. ولی شامگاه غوغا در گرفت و آتش فتنه بر خاست. يك جماعت^۲ مصروع دوکلیسای مخالف رادر بیرمنگام آتش زد، و

۱- روز سه‌شنبه ۱۴ ژوئیه ۱۷۸۹، جمعی از شورشیان پاریس به هتل انوالید رفته و پس از بدست آوردن ۲۸۰۰۰ تفنگ، برای تصرف اسلحه‌ی موجود در قلعه باستیل حرکت کردند. از طرف نگهبانان قلعه بسوی آنان شلیک شد، و جمعیت پس از چهار ساعت زد و خورد، و دادن ۲۰۰ نفر تلفات قلعه را تسخیر کرده حاکم آنجا را بکشت.

تسخیر محبس باستیل از طرف ملت، تمام فرانسه را بهیجان در آورد؛ شاه نیز به نظر مردم تسلیم شد، و روز ۱۷ ژوئیه به عمارت شهرداری رفت و اقدامات ملت را تأیید و تصدیق کرد. همه‌ساله فرانسویان این روز را جشن میگیرند.

۲- جماعت از نظر روان‌شناسی عبارتست از گروهی از مردم که بشدت دستخوش اعمال و افعال یکدیگرند، و رفتارشان تحت سلطه‌ی تلقین و احساسات است نه عقل و

رهسپار خانهای پریستلی شد تا آنها بسوزاند و خود او را هم لینچ^۱ (قطعه قطعه) کند. زنی از همسایگان پریستلی جریان هجوم جمعیت را بخانه پریستلی و اقدام تهورآمیز پدرش را در قضیه مانع آنان از هجوم و حمله و خرابی چنین تشریح نموده است:

و پدرم قبل از جماعت به جلوی خانه‌ی دکتر پریستلی رسید و همانجا بماند تا جمعیت نزدیک شد. آنگاه با آنان به گفتار پرداخت. سخت میکوشید تا مگر با سخنان نرم و ملاطفت آمیز و وعده‌ی پرداخت پول آتش خشم و غضبشان را فرو نشاند و آنان را از خراب کردن خانه منصرف نموده بازشان گرداند. ظاهراً افراد جماعت، نخست، با این امر روی موافق نشان دادند، ولی ناگاه مردی بی‌قرار و شوریده‌تر از دیگران، که ظاهراً رئیس و سر دسته‌ی فتنه‌جویان مینمود، با صدای بلند چنین فریاد کشید: مبدا دست به پولهای او بزنید، مگر فراموش کرده‌اید که در انقلاب لندن مردی را فقط بجرم گرفتن ۶ پنس اعدام کردند. و در اینحال شروع کرد به پرتاب سنگ به خانه. پدرم که مقابله با دوست سیصد نفر مرد عصبانی بی‌اراده و مصروع را بیفایده و غیرعقلانه میدید بر اسب خود سوار شد. . .

خرد. رهبران با حمیت یا پرهیجان میتوانند اجتماعات را بمرحله‌ی جماعت قهرمان یا خونخوار سوق دهند. در جماعت افراد در نهایت درجه‌ی تلقین‌پذیری، و در حالتی شبیه به هیپنوتیسم هستند، و معمولاً اراده‌ی شخصی را از دست میدهند (mob). ۱- Lynching مجازات مرگ غیرقانونی که توسط یکمده از مردم اجرا میشود. هنوز بدرستی معلوم نیست این کلمه از چه منبعی مشتق شده. بعضی عقیده دارند که از اسم سرهنگ لینچ اشتقاق یافته. وی که سربازی بود انقلابی، دادگاهی غیرقانونی تشکیل داده، و در سالهای اول مهاجرت به آمریکا، مردمی را که مرتکب جرائمی میشدند، بدین طریق مجازات میکرد. در ایالات جنوبی آمریکا تاریخ شاهد بسیاری از این اعمال فجیع سفید پوستان علیه مردم سیاه پوست بوده است. امروزه لینچ کردن نادر است. معذالک هنوز بعضی از ایالات آمریکا از عضویت قانون ضد لینچ امتناع دارند.

و بازگشت

هنگامیکه پرستلی و افراد خانواده‌اش خود را در منزل یکی از دوستان پنهان ساخته بودند ، جماعت ، غران و خروشان ، خانه‌اش را خراب کرده کاغذها را پاره نمودند ، و دیوارها را فرو افکندند ؛ و سر انجام آنچه را باقی مانده بود دستخوش حریق ساختند . سپس به تعقیب خود پرستلی پرداختند . ولی او و خانواده‌اش ، چند دقیقه قبل از رسیدن آنان ، بادرشکه فرار کرده بود و بالاخره پس از یک هفته آوارگی و در بری توانستند خود را به لندن برسانند .

پس از آنکه جریان امر در لندن فاش شد ، گروهی از این امر برآشفتنند و از عملی که نسبت به دانشمند نامی شده بود غرق حیرت و شگفتی شدند ؛ در مقابل جمعی دیگر معتقد بودند که « تا نباشد چیزکی مردم نگویند چیزها » و میگفتند که مسلماً پرستلی تقصیر کار است و خائن . حتی مستخدم خانه‌ای ، در همسایگی پرستلی ، از ارباب خود تقاضا کرد تا او را از خدمت معاف کند زیرا حاضر نبود در خانه‌ای مجاور منزل دکتر پرستلی بدنام و رسوا بسر برد . اعضای انجمن سلطنتی نیز بتدریج با وی قطع رابطه نمودند ، پسرش را در هیچ جا نمی‌پذیرفتند ، لاجرم مجبور شد به امریکا عزیمت کند . آری دوران سی ساله‌ی وحشت یعنی زمان سرکوبی و قلع و قمع مخالفان و خفقان اجتماعی در انگلستان آغاز شده بود ، و روزانه جمعی را به سیاستگاه یا بالای چوبه‌ی دار میفرستاد .

پرستلی دو سال در لندن ماند ، و چون در فتنه که بهیچوجه نمیتواند در آنجا هم به آسودگی زندگی و کار کند ، تصمیم گرفت که به امریکا برود و در پنسلوانیا به پسر خود پیوندد . در اینجا مورد استقبال گرم جورج واشنگتن^۱ ، که در حال تقاعد و گوشه‌گیری بود قرار گرفت ؛ در جمعیتی

۱ - Washington , George (۱۷۳۲-۹۹) ، نخستین رئیس جمهور امریکا (۱۷۸۹-۹۷) ، فرمانده کل ارتش قاره‌ای در انقلاب امریکا . وی پدر کشور امریکا خوانده میشود . در اواخر ۱۷۵۳ بارسانیدن اخباری از فرماندار ویرجینیا به فرانسویانی که بسوی اوهاو رهسپار بودند انظار را متوجه خود ساخت . پس از

که جان ادمز^۱، رئیس جمهور امریکا، نیز در آن شرکت میکرد، به ایراد خطابه وسخرانی میپرداخت؛ با تامس جفرسن^۲ دوستی صمیمانه‌ای برقرار نمود. ولی از قبول سمت استادی که به وی تفویض شده بود سرباز زد؛ همچنین ریاست دانشگاه پنسیلوانیا را نیز نپذیرفت، و زندگی آرام و بیسر و صدا را بر آن ترجیح داد. متأسفانه در این موقع پسر محبوبش روی در نقاب خاک کشید، کمی بعد زنش هم، که همواره از شوکی که در حادثه‌ی پیرمنگام به‌وی دست داده بود رنج میبرد، بدو پیوست.

درعین حال باید متذکر شویم که دوران مهاجرت پرستلی در امریکا به بطالت و بیهودگی نگذشت. وی راه و رسم شگفت‌انگیز تجربیات برجسته و عالی خود را به جیمز و ودهوز (Woodhouse)، جان مک‌لین^۳، و رابرت اوهار (Hare) (۱) پیشقدمان شیمی امریکائی نشان داد. همین عده بودند که علم شیمی را در امریکا بنیان گذارده و توانستند بیش از سایر دانشمندان به استخراج و بهره برداری از ثروت و منابع زمینی امریکا کمک نمایند.

مبارزات طولانی، در ۱۷۸۷، به ریاست جمهوری برگزیده شد. مساعی او برای برکنارماندن از مبارزات حزبی بجایی نرسید، و واشنگتن که از فعالیت‌های سیاسی خسته شده بود، پس از انقضای دومین دوره‌ی ریاست جمهوری از سیاست کناره گرفت.

۱- Adams ' John (۱۷۳۵-۱۸۲۶)، دومین رئیس جمهور امریکا (۱۷۹۷-۱۸۰۱) مدتی (۱۷۸۹-۹۷) معاون واشنگتن، رئیس جمهور، بود.

۲- Jefferson' Thomas (۱۷۴۲ - ۱۸۲۶)، سومین رئیس جمهور (۱۸۰۱-۰۹) امریکا؛ تنظیم کننده‌ی اعلامیه استقلال. برای استقرار آزادی کوشش فراوان مبذول داشت. در ۱۷۸۵-۸۹ سفیر امریکا در فرانسه بود؛ در ۱۷۹۰-۹۳ بعنوان وزیر کشور خدمت کرد؛ و سرانجام در ۱۸۰۱ به ریاست جمهوری رسید.

۳- Maclean' John (۱۷۷۱ - ۱۸۱۴) شیمی‌دان امریکائی، متولد کلاسکو. در ۱۸۷۶ از دانشگاه کلاسکوفارغ التحصیل شد، و در ادبیورگ مطالعات خود را ادامه داد. در ۱۷۵۰ به امریکا رفت و در پرینستن مقام گزید. کمی بعد استاد شیمی و علوم طبیعی در کالج نیوجرسی (دانشگاه پرینستن کنونی) شد. در ۱۸۰۷ رسماً به تبعیت دولت امریکا درآمد.

لاووازیه

از: دنیس دووین

آنتوان لوران لاووازیه (Antoine Laurent Lavoisier) را عموماً بنیانگذار شیمی جدید مینامند، واز این رو در شرح احوال وی، در بیشتر موارد، به جنبه‌ی کارهای علمی وی اکتفا شده و از سایر نکات و دقایق احوال و ماجراهای زندگی وی، جز مختصری، سخن بمیان نمی‌آید؛ و حال آنکه لاووازیه حتی اگر دست به هیچگونه آزمایش شیمیائی هم نمیزد، نامش همواره در تاریخ، با خطوطی زرین، برای ابد ثبت میشد. وی نه تنها از لحاظ علم شیمی نابغه بود، بلکه دایه‌ای است که در علوم فیزیولوژی، تکنولوژی، و کشاورزی عملی نیز متبحر و استاد بود. بعلاوه در مسائل مالی و اقتصادی، سیاست، و تعلیم و تربیت نیز از رهبران بزرگ عصر خود بشمار میرفت. انسان، در تاریخ علوم، کمتر با افرادی مواجه میشود که مانند این دانشمند بزرگ و متفکر، در پهنه‌های مختلف صاحب نظر بوده و تا این حد در جامعه‌ی عصر خود، و حتی اعصار بعد، مؤثر بوده باشد.

لاووازیه در ۲۶ اوت ۱۷۴۳ در پاریس از پدر و مادری ثروتمند و مرفه و آسوده حال بدنیا آمد. در آغاز جوانی مادرش در گذشت، لاجرم وی زیر نظر پدر و عمه‌اش، که هنوز دوشیزه بود، پرورش یافت. پدر میل داشت تا وی حرفه‌ی قضا پیشه سازد؛ آنتوان هم در امثال اوامر پدر تحصیلات خود را در رشته‌ی حقوق پیایان رسانید و پروانه‌ی وکالت گرفت. ولی از همان زمان تحصیل در **کولژ دو مازارن**، دلبستگی و علاقه‌ی خود را نسبت به علوم نشان داده وزیر نظر استادانی قابل، نجوم و گیاه شناسی و شیمی و زمین شناسی را بخوبی فرا گرفت. پس از اتمام دوره‌ی حقوق، باردیگر به علوم گرائید، و ۳ سال بعد، در آن هنگام که جوانی ۲۵ ساله بود، به

عضویت فرهنگستان سلطنتی علوم برگزیده شد، این ارتقاء سریع و افتخار بیسابقه معلول کیفیاتی چند بود که از آنجمله است همکاری وی در تهیهی اطلس فرانسه از جنبه‌ی زمین‌شناسی؛ تحقیقاتی که در باب **سجج پاریس**^۱ نموده بود؛ موفقیت وی در احراز جایزه‌ی سلطنتی که برای اصلاح و بهبود وضع روشنایی خیابانهای پاریس ترتیب داده شده بود و غیره.

بدین ترتیب لاووازیه مصمم شد به تحقیقات و مطالعات علمی بپردازد. این کار مستلزم آن بود که از جنبه‌ی مالی آسوده خاطر بوده و بتواند به تهیه‌ی وسایل علمی و اسبابهای آزمایشگاه مبادرت ورزد. برای حصول این منظور سهمی در **فورم ژنرال**^۲ یا شرکت مقاطعه کاری و وصول مالیات خریداری کرد. لاووازیه از این سهم در سراسر عمر خود استفاده بسیار برد، و در عین حال نیز سردر راه این سودا نهاد.

لاووازیه در سن ۲۸ سالگی با ماری آن پیرت پولز (Marie Anne Pierrette Paulze)، دختر ۱۴ ساله‌ی یکی از اعضای هیئت مدیره‌ی مقاطعه کاری وصول مالیاتها، ازدواج کرد. این پیوند در بدو امر جز يك ازدواج مصلحتی نبود. توضیح آنکه از طرف مقامات عالی

۱- گجج پاریس از ژوپس یعنی سولفات دو کلسیم ئیدراته بدست می‌آید.
(plaster of Paris)

۲ در قدیم دولتها جمع‌آوری مالیات کشور را به عهده‌ای مقاطعه کاراچاره میدادند به این معنی که مقاطعه کار هر سال مبلغی یکجا بدولت میپرداخت، و از مالیات دهندگان مبلغ زیادتری اخذ میکرد. این طریق اخذ مالیات از زمان بسیار قدیم در اغلب کشورها مرسوم بود، و در قرن ۱۸م در اروپا اهمیت بسزائی یافت و مقاطعه کاران از این طریق ثروت هنگفتی بدست می‌آوردند. در فرانسه اغلب این اشخاص به اجحاف و زورگوئی معروف شده بودند و مردم دل‌خونی از آنها داشتند. نام شرکت **Ferme Generale** بود، و در زمان انقلاب کبیر ۳۰ نفر از مدیران و اعضای آن بقتل رسیدند. در ایران، در زمان استبداد، حکام و فرمانداران که مأمور وصول مالیات بودند، مبلغ معینی را تعهد میکردند که به دولت بپردازند؛ و بعداً مبلغ زیادتری، که بسته به انصاف و قدرت آنان بود، از مؤدیان مالیاتی وصول میکردند. بعضی اوقات تعیین حکام منوط به مبلغ اضافی بود که وی تعهد پرداخت آنرا میکرد؛ و مبلغ اضافی را تفاوت عمل مینامیدند. بعضی از عوارض، مانند حقوق گمرکی و غیره هم به مقاطعه‌ها واگذار میشد، و مقاطعه کاران استفاده‌های سرشاری از آنها میکردند.



BERNARDA
BRYSON

مرتباً فشارهایی به پدر دختر وارد می‌آمد تا فرزند خود را به عقد یکی از اشراف مسن فاجر و هرزه در آورد. وی نیز، برای رهایی از این فشارها، دختر خویش را به لاووازیه سپرد. مع‌الوصف لاووازیه از ازدواج با عروسک خانم استفاده‌ی فوق‌العاده نمود. دختر بزودی زبانهای لاتین و انگلیسی را آموخت و به ترجمه‌ی آثار علمی برای شوهر خویش که از زبانهای بیگانه اطلاعی چندان نداشت، پرداخت. از آنجمله دو کتاب از ریچارد کروین (Richard Kirwin) شیمی‌دان ایرلندی را ترجمه کرد، و خلاصه‌ای از رسالاتی را که بوسیله جوزف پرستلی و هنری گوندیش و سایر شیمی‌دانان معاصر انگلیسی بچاپ رسیده بود تهیه و در اختیار وی قرار داد. کیفیت ترجمه و پاورقیها و توضیحات مترجم بخوبی نشان میدهد که وی خود در این رشته اطلاعاتی مبسوط داشته است. ماری ازطرفی زنی خانه‌دار و مدیره‌ای لایق بود، و منزل لاووازیه را بصورت میعادگاه عمومی دانشمندان فرانسوی و خارجی مبدل ساخت؛ از طرف دیگر چون هنرمندی خوش ذوق و با قریحه بود، برای کتابها شخصاً عکس و تصویر تهیه مینمود؛ درعین حال در آزمایشگاه بعنوان منشی شوهر خود کار میکرد، و از جزئیات آزمایشاتی که وی بعمل می‌آورد یادداشت برمیداشت. حتی پس از آنکه شوهرش در زیر تیغی گیوتین جان سپرد، آخرین اثر ناتمام او را بنام **یادداشتهای شیمی**، که در حبس تألیف شده بود، جمع‌آوری نمود و مجرمانه بچاپ رسانید و بطور خصوصی انتشار داد. ماری بعداً به ازدواج رمفرد^۱ در آمد، ولی دوران این زناشویی بسیار کوتاه بود و ماری از آن ثمره‌ای جز رنج و محنت ندید. رمفرد هم دانشمندی نامی و مخترع بود، ولی درعین حال مردی بود ماجراجو

۱- Rumford, Thompson Benjamin, Comte de - ۱۷۵۳-۱۸۱۴،

مدیر و دانشمند امریکائی. در ۱۷۷۶ به انگلستان عزیمت کرد، و به‌معاونت وزارت مستعمرات رسید (۱۷۸۰) و عضو انجمن سلطنتی انگلستان شد. در ۱۸۰۲ به پاریس رفت و دو سال بعد با پیوهی لاووازیه، دانشمند معروف فرانسوی، ازدواج کرد. کنت رمفرد مبلغ ۵۰۰۰ دلار در اختیار فرهنگستان علوم و هنر امریکا، و معادل همین مقدار نیز در اختیار انجمن سلطنتی لندن گذاشت تا از این محل جوائزی، بنام وی، به دانشمندانی که درمباحث حرارت و نور به اکتشافات برجسته و عمده‌ای نائل آیند پرداخت گردد.

و جاه طلب ، و هدفی جز رسیدن به جاه و مقام نداشت .

کارهای لاووازیه در شیمی بصورت کتابی کلاسیک و کوچک منتشر شد. در ۱۷۷۲ ، یعنی در آن زمان که وی ۲۹ سال داشت ، شروع به مطالعه‌ی احتراق و تکلیس (اکسایش)^۱ فلزات نمود . وی مشاهده کرده بود که هرگاه گوگرد و فسفر سوخته شوند بر وزنشان اضافه میگردد . وی این مطلب را چنین توجیه میکرد که این عناصر مقدار هوای جذب کرده‌اند . ولی راهنمای اساسی و کلید موفقیت وی موقعی بدست آمد که پرستلی هوای عاری از فلوژیستون (اکسیژن) را کشف نمود . لاووازیه کمی بعد نشان داد که همین ماده است که فلزات ، بهنگام تبدیل به کلس (اکسید) آنرا جذب میکنند (وی آن را اکسیژن نام نهاد) . لاجرم نظریه‌ی فرتوت فلوژیستون را (که مدعی بود سوختن اجسام بواسطه‌ی خارج شدن فلوژیستون آنها است) به نظریه‌ی صحیحی تبدیل نمود و آن اینکه احتراق صرفاً ترکیب شیمیایی مواد سوختنی با اکسیژن میباشد . لاووازیه هنوز قادر به بیان و توجیه ماحصل احتراق و آتش نبود ، و برای توصیف این عنصر سیک بی‌وزن یعنی حرارت کلمه‌ی کالوریک (Calorique) را بکار میبرد. تبیین و تفسیر کامل کیفیت احتراق و حرارت در قرن نوزدهم یعنی پس از بسط نظریه‌ی آنتروپی^۲ انجام گرفت . مع الوصف لاووازیه ، با همکاری فیزیکدان معروف ، پیوسیمون دولاپلاس، تحقیقاتی در باره‌ی حرارتی که بر اثر احتراق حاصل می‌شود بعمل آورد و بدین ترتیب شیمی حرارتی (ترموشیمی) را بنیان نهاد .

نظریه‌ی لاووازیه در ابتدا برای توجیه احتراق هوای غیر قابل اشتعال (ئیدروژن) ، که بهنگام انحلال فلزات در اسید حاصل می‌شود ، رسا نبود . ولی پس از کشف کوندیش ، شیمی‌دان معروف ، وی بهرمز اصلی آن پی برد.

۱- عمل یا طریقه‌ی اکسیدن (ترکیب کردن با اکسیژن) ؛ گرفتن ئیدروژن

از یک جسم) .

۲- Entropy ، کمیتی که بمنظور تسهیل محاسبات و ذکر بیانی روشن از نتایج ترمودینامیک عرضه شده است . تغییرات آنتروپی تنها درمورد نمودهای متقابل قابل محاسبه است و آن بصورت نسبت کمیت حرارت مأخوذه به حرارت مطلق که حرارت از آن گرفته شده است بیان می‌شود .

کوندیش در یافته بود که احتراق هوای غیر قابل اشتعال موجب تولید آب خالص میگردد. لاووازیه تجربیات او را پیروی نمود و بسط داد، و به این نتیجه رسید که آب خود ترکیبی از دو گاز است که ما امروزه آنها را اکسیژن و نیتروژن مینامیم. و از همینجا دریافت که واقعیت اخیر پایه و شالوده‌ای است که میتوان بنای با عظمت شیمی نوین را بر آن بنیان نهاد.

اصول شیمی جدید سریعاً مورد قبول علما و دانشمندان قرار گرفت. آنگاه لاووازیه در صدد برآمد تا در لیست عناصر تجدید نظری بعمل آورد و روش نوینی برای نامگذاری مواد عرضه نماید. لاووازیه، با همکاری سایر شیمی‌دانان معروف فرانسوی، یک مجموعه اصطلاحات جدیدی تنظیم نمود؛ و این همانست که امروزه هم، با مختصر تجدید نظری، مرسوم و معمول میباشد.

علاقه‌ی شدید لاووازیه به موضوع احتراق طبعاً او را به مسئله‌ی تنفس راهبر گردید. حتی بعضیها، بمناسبت تحقیقاتی که وی در این پهنه نموده است، او را بنیان‌گذار علم فیزیولوژی و بیوشیمی میدانند. آنچه مسلم است اینکه وی به اطلاعات و مباحث درهم و نامنظم این علوم سر و سامانی بخشید. تا آن موقع اکثر معتقد بودند که زندگانی کلاً وابسته به یک جزء ترکیبی حیاتی است که در جو موجود میباشد. پرستلی و دیگران، از راه تجربه و آزمایش، ثابت کرده بودند که عمل تنفس حیوانات باعث آن میشود که یک عامل لازم و ضروری هوا از آن کاسته شود. اینک بر لاووازیه بود که ماهیت واقعی عمل و وظیفه‌ی اکسیژن (یا بنا بر تسمیه‌ی خود او هوای حیاتی) را، صرفاً از لحاظ شیمیائی، در تنفس و احتراق نشان دهد. وی اولین کسی بود که نشان داد حرارت غریزی نمودی بطئی و آهسته است که بطور مداوم و لاینقطع در بدن ایجاد میشود؛ و از نظر کیفیت نظیر احتراقی کند و بطئی بشمار میرود. برای آنکه این موضوع را عملاً و از راه تجربه نیز به ثبوت برساند، به طرح آزمایشهایی برجسته و مهم پرداخت، و با همکاری لاپلاس آنها را بمرض اجرا و تحقق گذارد. این دو دانشمند آزمایشات خود را با خوکچه‌ی هندی^۱ آغاز نمودند. در

۱- پستاندار کوچکی از نوع کایا (Cavia) که از جنگلهای آمریکای جنوبی بدست آمده و در آزمایشگاهها برای امتحان سرم‌ها و آنتی‌توکسین‌ها و تجربه‌های ژنتیک از آن استفاده میشود. آنرا خوک‌گینه نیز میگویند. (Guinean Pig)

حین عمل مقدار جذب اکسیژن و دفع انیدرید کربونیک را دقیقاً اندازه گیری و همچنین به کومک کالوریمتری - که از اختراعات خودشان بود - مقدار حرارت را نیز تعیین نمودند و بدینوسیله علم کالوریمتری^۱ را بنیان نهادند. لاووازیه به منظور بسط و توسعه این امر، بعداً، با آرمان سگن^۲ به منظور اجرای یک برنامه‌ی تحقیقاتی در باب واقعیت سوخت و ساز^۳ اساسی، همکاری نمود. آلتی که وی برای این منظور تعبیه نمود، پدر دستگاههایی است که امروزه برای تعیین سوخت و ساز اساسی بکار میرود.

فعالیت علمی لاووازیه گاه بگاه بر اثر اشتغالات فنی و سیاسی که از طرف دولت به وی ارجاع میشد دستخوش وقفه و رکود میگردد. یکی از این موارد مأموریتی بود که برای چاره اندیشی در باب نقصان باروت به وی محول شده بود. توضیح آنکه فرانسه از مدتها قبل دوچار کمبود شوره، یعنی یکی از ضروری ترین مواد لازم برای تهیه باروت شده بود. در این تاریخ خرید و فروش شوره از طرف دولت به شرکتی واگذار

۱- Colorimetry، تعیین مقدار حرارتی که صادر یا جذب یا منتقل میشود. برای این منظور از کالوریمتر یا کالوریمتر استفاده میکنند. نوع ساده‌ی آن محفظه‌ایست استوانه‌ای که ظرفیت حرارتی آن معلوم است، و حرارتی را که منظور تعیین مقدار آنست میگیرد. مقدار حرارت بوسیله‌ی ازدیاد درجه‌ی حرارت ناشی از این حرارت تعیین می‌گردد.

۲- Seguin, Armand، ۱۷۶۵-۱۸۳۵، عالم شیمی، مالی، و اقتصادی فرانسه. با برنوله آزمایشاتی برای استفاده از شیمی در هنر و صنایع نمود؛ و در ۱۸۹۴ موفق شد طریقه‌ای برای دباغی چرم، در مدت سه هفته، بدست آورد. در ۱۷۹۵ کنوانسیون فرانسه ملکی را در نزدیکی Nemours به وی واگذار کرد تا به تأسیس دو کارخانه‌ی بزرگ دباغی اقدام کند. و بدین ترتیب وی کلیه‌ی چرم مورد نیاز جمهوری را تهیه کرد.

۳- metabolism یا سوخت و ساز، مجموعه‌ی فعل و انفعالات شیمیائی که حاصل آن رشد بدن و تولید حرارت غریزی و انرژی و ادامه‌ی اعمال حیاتی است. سوخت و ساز اساسی حداقل انرژی لازم برای نگهداری دمای متعارفی بدن است در حال استراحت.

شده بود که نحوه عمل آن نه برای دولت متضمن سودی بود و نه حتی برای خود شرکت . مفتش کل^۱ مالیه لاووازیه را به همکاری و مساعدت دعوت کرد تا راهی برای حل این مهم بیابد . وی پیشنهاد نمود که دولت معاملات شوره را رأساً عهده دار شود ، و یکنوع انحصار باروت بوجود آورد . این پیشنهاد مورد قبول یافت و برای اجرای آن سازمانی تأسیس گردید ، و لاووازیه یکی از مدیران چهارگانه آن شد . سپس وی درصدد برآمد تا طرق و روشهایی نوین برای تهیه این محصول بدست آورد ؛ و در این راه توفیقی هم حاصل کرد ، و توانست در ظرف ۳ سال محصول باروت فرانسه را از ۷۱۴ تن به ۱۶۸۶ تن برساند . در اینجا باید تذکری از نتیجهی این بذل مساعی ، در موفقیت انقلاب امریکا ، و تأثیر فوق العادهی آن هم بعمل آورد ؛ زیرا اگر از طرف دولت فرانسه به امریکاییان استقلال طلب باروت نرسید ، شاید نقشهی دنیا بصورتی دیگر درمی آمد .

با ایجاد سازمان انحصار باروت ، خانه و آزمایشگاهی مجهز ، در قورخانه ، به اختیار لاووازیه گذارده شد ؛ وی خوشترین سالهای عمر خود را در همین خانه گذرانید ، و به انجام مهمترین کشفیات علمی خویش توفیق یافت . کیفیت کار لاووازیه هر لحظه وی را با خطراتی مواجه میساخت ، و از آنجمله در طی این دوران دو حادثهی مهم و فوق العاده روی داد که جای آن دارد تا ذکری از آنها بمیان آید . اولین ، روزی اتفاق افتاد که وی با زن و سه دستیارش مشغول اجرای تجربه ای با کلورات دوپوتاس بود . لاووازیه قصد داشت تا در صورت امکان آنرا بعنوان مادهی منفجره ای ، در تهیه باروت ، مورد استفاده قرار دهد . ناگهان انفجاری شدید در آزمایشگاه روی داد که باعث مرگ دوتن از حاضران گردید ؛ لیکن وی خود صبیح و سالم بگریخت . لاووازیه موضوع را ضمن کلمات پر آب و تاب و مطمئن ، چنانچه شیوهی او بود ، به وزیر متبوع خود چنین گزارش داد و جناب وزیر ، اگر نظر مبارك آنست که خاطر خطیر شاهانه را برای چند لحظه به چگونگی و مآوقع این حادثه اسفانگیز و خطراتی که با آن مواجه

۱- در زمان سلطنت لوئی شانزدهم تشکیلات دولتی عبارت بود از ۶ وزیر و چهار هیئت ؛ وزیر عدلیه که در غیاب شاه ریاست هیئتهای مختلف را نیز داشت ؛ مفتش کل مالیه ؛ وزیر دربار ؛ وزیر خارجه ؛ وزیر جنگ ؛ و وزیر بحریه .

بودم معطوف دارید ، لطفاً موقع را مفتنم دانسته به اعلیحضرتشان اطمینان دهید که جان و زندگی من به ایشان و کشور تعلق دارد ؛ و من همواره حاضرم ، در هر مورد که نظر مبارکشان تعلق گیرد ، با اینگونه خطرات مواجه شوم اعم از اینکه همین آزمایش باشد یا امتحان با ماده‌ی منفجره‌ای دیگر . علی‌احال من ادامه‌ی این آزمایش را برای نیل به منظور ضروری و لازم میدانم .»

دومین خطر ، که جنبه‌ی سیاسی داشت ، در ۱۷۸۹ یعنی در آن هنگام که انقلابیون زمام امور پاریس را در دست داشتند رخ نمود . جریان امر این بود که اداره‌ی کل باروت تصمیم گرفت مقداری (در حدود ۴۵۰ کیلو) باروت نامرغوب صنعتی را از کشور صادر و در مقابل باروت تفنگ تهیه نماید . این امر مردم را سخت برانگیخت ، و لافایت^۱ ، مسئول امر تسلیحات ، که از موضوع بارگیری باروت خبر نداشت ، دستور داد تا آنرا به قورخانه بازگردانند . کمون^۲ مدیران مؤسسه‌ی باروت را متهم به خیانت نمود و گرچه پس از تحقیقات آنان را از سمت خود برکنار ساختند ، ولی اضطراب و نگرانی مردم کماکان باقی بود ، و تا هنگام اعاده‌ی باروتها به قورخانه مرتباً با غریو و غوغا تقاضای دستگیری و توقیف لاووازیه را می‌نمودند .

لاووازیه از بسیاری جهات به تامس جفرسن شباهت دارد ، و از جمله یکی هم ذوق شدید و علاقه‌ی تام وی به امر کشاورزی بود . وی از پدر مزرعه‌ای در لو بوژره^۳ به ارث بوده بود ، و کمی بعد زمینی زراعتی

۱- Lufayette ، (۱۷۵۷-۱۸۳۴) ژنرال و سیاستمدار فرانسوی . با

وجود مخالف دولت وقت ، در ۱۷۷۷ به امریکا رفت و به ارتش واشنگتن پیوست . در مبارزات استقلال‌طلبی امریکا سهمی بسزا دارد . در زمان انقلاب فرمانده گارد ملی شد (۱۵ ژوئیه ۱۷۸۹) .

۲- Commune ، مجلس انقلابی که از ۱۰ اوت ۱۷۹۱ تا یکشنبه ۹ ترمیدور (روز سقوط روبسپیر) ادامه داشت ؛ و قدرت عجیب آن بزرگترین حامی و پشتیبان تروریستها بشمار میرفت .

۳- Le Bourget ، قریه‌ای در حومه‌ی پاریس داری ۸۴۰۰ نفر سکنه ،

در نزدیکی شهر اورلئان تهیه کرد. لاووازیه، در این املاک، در حدود ۳۷۰ جریب شخصاً کشت میکرد، و ۸۶۵ جریب دیگر هم به اتفاق شرکای زراعتی خویش. وی را عادت بر این بود که در فصل بذر افشانی و درو درمزرعه بسر برد و حساب محصول و مخارج آنرا دقیقاً، با اصول دفترداری دویل، مرتب و منظم نماید. لاووازیه که در فن زراعت ورزیدگی تام داشت، بزودی پی برد که میزان محصول بستگی تام به مقدار کودی دارد که به زمین داده شده است. سپس حد متوسط تعداد گاوهایی را که میتوانند در هر جریب زمین چرا کنند تعیین نمود، و زمین خود را بصورت، زرعهای مختلط کشت کرد بدین معنی که هم کشتزاری بود و هم مرتعی بشمار میرفت. مطالعات وی در مورد نحوه و چگونگی کشت غلات و مسئلهای گاوداری و غیره، کاملاً سودمند بود بطوریکه - برطبق صورتهایی که تهیه نمود - محصول گندم وی، در طی ۱۴ سال، به دو برابر بالغ شد و تعداد گاوهای گله ۵ برابر گردید.

لاووازیه عضو فعال انجمن کشاورزی پاریس، و یکی از پنج تن مدیران اداره کل کشاورزی بود. در عین حال نمایندگی طبقه سوم^۱ را در انجمن ایالتی اورلئان برعهده داشت. لاووازیه فکر خلافت و روح این انجمن بشمار میرفت، و کلیه مسائل مطروحه یا تصمیمات متخذه برطبق نظر وی حل و فصل میشد. گزارشهای او، که قسمت اعظم صورت مذاکرات انجمن را تشکیل میدهد، علاوه برمسائلی که صرفاً جنبه کشاورزی دارند،

عرصه دو کارزار خونین (۲۸-۳۰ اکتبر، و ۲۱ دسامبر ۱۸۷۰) بین دولت فرانسه و دولت پروس.

۱- Tiers Etat، مقارن با آغاز انقلاب کبیر، ملت فرانسه به سه طبقه تقسیم میشد: روحانیون، نجبا، و طبقه سوم. دو طبقه نخستین ممتاز بودند، و این امتیازات یا افتخاری و عنوانی بود مثل ورود به دربارشاهی و نیل به مقامات و غیره؛ یا امتیاز حقیقی و مادی بود مثل معافیت از پرداخت مالیات. ولی طبقه سوم که در واقع همان توده ملت را تشکیل میداد، هیچ نوع امتیازی نداشت. جمعیت فرانسه در آن عصر در حدود ۲۵ میلیون نفر بود، از این عده ۲۷۰۰۰۰ نفر جزو دو طبقه اول و عده ای هم در حدود ۳۰۰۰۰۰ نفر از طبقه سوم نسبتاً توانگر و مرفه بودند؛ ولی بقیه جمعیت فرانسه، یعنی بیش از ۲۴ میلیون نفر، افراد زحمتکش طبقه سوم را تشکیل میداد.

مشتمل بر مباحث مختلفی در مشکلات اجتماعی از قبیل مساعدت به یتیمان و بیوه زنان ، ایجاد بانک پس انداز در اورلئان ، الغاء موضوع منفور و زشت پیگاری^۱ (اجبار به تعمیر جاده های بخش) ، اصلاحات مالیاتی ، تهیه نقشه ایالتی از نظر معادن و منابع زیرزمینی ، تأسیس انجمنهای کار و آموزش برای بینوایان ، و غیره و غیره بود . وی عقیده ای اجتماعی خود را چنین بیان میکند «سعدت حقیقی مختص به يك طبقه نیست ، و رفاه و آسایش نباید محدود به تعداد خیلی از مردم باشد ، بلکه باید همه مرفه و آسوده و سعادتمند گردند . ، لاوازیه از فیزیوکراتهای^۲ صمیمی و پرحرارت بود ، و عقیده داشت که منشأ تمام ثروتها زمین است ، و آزادی فردی مقدس ترین حقوق بشریت میباشد .

لاوازیه از نظر علمی پیشرو و پیشقدم بود ؛ از جنبه ی سیاسی آزادپخواه ؛ و از لحاظ اجتماعی مصلحی بشمار میرفت . ولی در مورد امور مالی معتقدات ثابتی داشت . در جمهوری نوینی که بسال ۱۷۸۹ در فرانسه تشکیل یافت وی به ریاست بانک اعتبارات که می بایست جای بانک فرانسه را بگیرد منصوب گردید ، و با مهارت و بصیرتی تام و روشن موضوع تورم پول را مورد توجه قرار داد ؛ و سه سال بعد گزارشی درباب

۱- پیگاری یا حق سخره یعنی اجبار رعایا به ساختن و مرمت طرق و شوارع بدون اخذ اجرت (سخره ی سلطنتی) و خدمات اختصاصی ارباب (سخره ی فردی) . در واقع بارگرانی بود که در قرون وسطی بر دوش رعایا گذاشته میشد . و چه بسیار اتفاق می افتاد که یکنفر دهقان را سه روز متوالی مجبور به کار می کردند ؛ و هر کس تخلف و تملل میورزید به پرداخت جریمه محکوم میگشت . این رسم در زمان انقلاب کبیر لغو شد .

۲- فیزیوکراتها . نام جمعی از متفکرین فرانسوی قرن ۱۸ ام که اولین مکتب منظم اقتصادی را بنام فیزیوکراسی (در ایران معروف به طبعیون) بوجود آوردند . مؤسس آن فرانواگنه ، و از پیروان جدی وی مارکی دومیرابو بود . کنه عقیده داشت که منشأ تمام ثروتها زمین است ، و تنها کشاورزی است که میتواند بر ثروت ملی بیفزاید . برای آنکه اقتصاد کشور ، که اساس آن بر کشاورزی است ، بتواند سیر طبیعی خود را ادامه دهد ، باید آزادی عمل حکمفرما باشد . و چون تنها کشاورزی مولد ثروت است ، مالیات باید فقط بر زمین تحمیل شود (البته صاحبان صنایع از این استدلال راضی بودند)

وضع اسفانگیز مالی کشور تقدیم مجمع ملی کرد . کارشناسی که اخیراً گزارش لاووازیه را مورد بررسی قرار داده آنرا جامع و عالی تلقی کرده است . این گزارش را مردی بنام پیرس. دوپون^۱ بچاپ رسانید . دوپون از دوستان لاووازیه بود ، و لاووازیه ، برای نشر کتب ، به او مساعدتهای فراوان نموده بود . بعلاوه پسرش ایرنه^۲ تحت نظر لاووازیه در قسمت حسابداری و دفترداری قورخانه کار میکرد . پس از آنکه خانوادهی دوپون به امریکا مهاجرت کردند ، دوپون يك کارخانهی بزرگ باروت- سازی در ایالت دلاور تأسیس کرد و میخواست آنرا کارخانهی لاووازیه نام نهد ، ولی بالاخره خانواده اش آنرا به اسم پدر ، دوپون دونمور نهادند .

لاووازیه رسالهی معروفی هم در باب اقتصاد سیاسی دارد موسوم به **ثروتهای زیرزمینی امپراطوری فرانسه** . این کتاب یکی از مهمترین کتبی است که در مبحث اقتصاد سیاسی نوشته شده . لاووازیه آنرا قبل از انقلاب کبیر تدوین کرد ؛ بعداً مجمع ملی آنرا چنان مفید و سودمند تشخیص داد که در سال ۱۷۹۱ دستور چاپ آنرا داد . وی ، در این کتاب ، چنین

۱- Dupont de Nemours , Pierre Samuel ، ۱۷۳۹-۱۸۱۷

عالم اقتصادی و سیاستمدار فرانسوی ؛ پیرو مکتب فیزیوکراتها . وی در سیاست نقش مهمی داشت . مسافرتهایی به آلمان و سوئد و لهستان کرد . تورگو که از دوستانش بود او را به پاریس احضار کرد و بهمکاری باخویش برگزید . دوپون از نهضت استقلال طلبی امریکائیان پشتیبانی میکرد ، بعلاوه چون در ایام انقلاب کبیر فرانسه به خوااهی پادشاه برخاست ، وعقاید ارتجاعی نشان داد ، در معرض اتهام قرار گرفت ؛ ولی موفق به فرار شد و در ۱۷۹۹ به امریکا گریخت و به کشاورزی پرداخت . در دوران امپراطوری به فرانسه بازگشت و به ریاست اطاق بازرگانی منصوب گشت . در ۱۸۱۴ منشی حکومت موقتی شد . آثارش عبارتند از فیزیوکراسی (۱۷۱۸)، یادداشت هایی از تورگو ، و فلسفه ی جهان و غیره .

۲- ایرنه (۱۷۷۱-۱۸۳۴) ، پسر دوپون . در شهر ویلمینگتن واقع در ایالات دلاور يك کارخانهی باروت سازی تأسیس کرد که امروزه یکی از بزرگترین مراکز صنایع شیمیائی جهان محسوب می گردد . این کارخانه ، در ۱۹۱۵ ، قراردادی با انگلستان منعقد ساخت و یکباره صد میلیون دلار دریافت کرد و بمصرف توسعه کارخانه های شیمیائی خود که سلاحهای جنگی می ساخت رسانید .

بحث و استدلال می‌کند که يك سیستم صحیح مالیاتی را تنها با شناختن میزان دقیق محصولات کشاورزی میتوان برقرار کرد . از این رو از کلیه ایالات فرانسه اطلاعات مختلفی را که مورد لزوم بود کسب و جمع‌آوری مینمود . ارقامی که وی در باب تولید ، مصرف ، و جمعیت تهیه کرده اولین آمار ملی معتبر و قابل اعتمادی است که در دست می‌باشد . وی توصیه میکرد که دولت فرانسه سازمانی برای جمع‌آوری و کسب کلیه اطلاعات مختلف اقتصادی نه فقط در امر کشاورزی ، بلکه در مسائل صنعتی ، سرمایه و غیره - تهیه نماید .

در سال ۱۷۹۱ مجمع ملی کمیته‌ای را مأمور کرد تا مسائل عمده و اساسی مربوط به کسب و کار و حرفه و پیشه را بررسی کرده نظریات مشورتی خود را بدولت گزارش دهد . لاووازیه ، که عضو این کمیته بود ، برای استقرار يك سیستم تعلیمات اجباری ملی اهمیتی فوق‌العاده قائل بود ، و عقیده داشت که با سواد کردن افراد یکی از با صرفه‌ترین اقدامات است ، و سود حاصل از این سرمایه‌گذاری ، از لحاظ دولت ، بر انجام هر عمل انتفاعی دیگر فزونی دارد . بعلاوه وی میگفت که تعلیمات باید مجانی باشد ؛ بوجه صحیح و نیکو انجام‌شود ؛ و در دسترس کلیه افراد اعم از زن و مرد ، بدون در نظر گرفتن وضع اجتماعی آنان قرار گیرد . پیشنهاد لاووازیه مبتنی بر تأسیس چهار نوع مدرسه بشرح زیر بود : مدارس ابتدائی ؛ مدارس حرفه‌ای مقدماتی ؛ انستیتوها ؛ و مدارس عالی (۱۲) باب در دروازه شهر بزرگ فرانسه) . طرح اصلاحی وی همچنین شامل تأسیس چهار انجمن ملی برای پیشرفت : ریاضیات و علوم طبیعی ، استفاده از علوم در مسائل فنی و صنعتی ، اخلاقیات و علوم سیاسی ، ادبیات و هنر بود .

دولت فرانسه در ۱۷۸۸ در نظر گرفت يك سیستم تعلیمات عالی پرسرو صدا و دامنهداری در جمهوری جدیدالتأسیس کشورهای متحده امریکا ایجاد نمایند . گرچه این قصد و منظور ، چنانکه مورد نظر بود ، قرین موفقیت نگردید ، ولی آنچه مسلم است اینکه لاووازیه در پیشرفت این نظریه سهمی بسزا دارد . روح خلاقه و مغز متفکر این طرح الکساندماری

کنه دوپورپر (Beurepaire) ، نواده‌ی کنه^۱ ، فیلسوف و پزشك معروف فرانسه بود . کنه پیشنهاد کرد تا کالجی در ریچمند^۲ ، کرسی جدید ایالت ویرجینیا^۳ تأسیس شود و جنبه‌ی بین‌المللی به آن اعطا گردد . آکادمی فرانسه کمیسیون را - که لاووازیه هم عضو آن بود - مأمور بررسی موضوع نمود . اعضای کمیسیون با طرح پیشنهادی موافقت ، و گزارشی مساعد به آکادمی تقدیم داشتند (اگر بخواهیم حق مطلب را ادا کنیم باید بگوئیم که گزارش به قلم لاووازیه تهیه شد چون هم او بود که همواره مسئولیت و زحمت تهیه‌ی کلیه‌ی پیش‌نویسها را برعهده می‌گرفت و با شوق و رغبت آنرا انجام می‌داد .)

بدین ترتیب آکادمی کنه در ریچمند ساخته شد ، ولی هرگز رسماً

۱- Quesnay , Francois- ۱۶۹۳-۱۷۷۴ ، پزشك و عالم اقتصادی فرانسه . ابتدا جراح و بعداً پزشك مخصوص لوئی پانزدهم شد . یکی از بنیان‌گذاران علم اقتصاد سیاسی و طرفدار اصل آزادی عمل (Laissez Faire) ، و رئیس مکتب فیزیوکراتها بود . آثارش جد اول اقتصادی (۱۷۵۸) ، تاریخچه‌ی آغاز پیشرفت جراحی در فرانسه (۱۷۴۹) و تعدادی کتب طبی میباشد .

۲- Richmond ، شهرست در امریکا ، دارای ۲۳۰۳۱۰ نفر سکنه ؛ کرسی ایالت ویرجینیا ، و بزرگترین شهر این ایالت . مرکز فرهنگی و بازرگانی و صنعتی جنوب امریکا است و بازار بزرگ توتون ، و محل بعمل آوردن آنست . محصولاتش منسوجات مصنوعی ، کاغذ ، و ماشین‌آلات است . اولین بار در ۱۶۳۷ مسکون شد .

۳- Virginu ، از ایالات امریکا ، بمساحت ۱۰۳۳۳۸ کیلومتر مربع ، دارای ۳۳۱۸۶۸۰ نفر سکنه ، اولین کولونی از کولونیهای سیزده گانه . کرسی آن ریچمند و سایر شهرهایش عبارتند از : نورفوک ، روتنوک ، پورتموث و همپتن رودز و غیره . محصولات کشاورزی آن عبارت از : توتون ، یونجه ، گندم ، بادام زمینی ، و سیب است . پرورش مویشی و تهیه‌ی لبنیات و استخراج زغال در آن رونق دارد محصولات صنعتی آن دخیانیت ، اشیاء چوبی ، منسوجات ، و مواد شیمیائی و اغذیه میباشد . در ۱۶۲۴ مستعمره‌ی انگلستان شد . این ایالت قبل از انقلاب از سرسخت‌ترین مخالفان انگلیس در امریکا بود ، و در ۱۸۶۱ به کشورهای مؤتلفه‌ی امریکا پیوست و عرصه‌ی اصلی پیکارهای جنگ داخلی شد . بخش غربی آن که با انفصال مخالف بود ، در ۱۸۶۳ بنام ویرجینیای غربی به اتحادیه پیوست * هر دو جنگ جهانی موجب توسعه‌ی صنعت در این ایالت شد .

شروع بکار نکرد ؛ و شاید هم علت این امر همان آشفتنی وضع سیاسی فرانسه در سالهای بعد باشد . در همین بنا بود که قانون اساسی کشورهای متحدهی امریکا رسماً به تصویب رسید . بعداً آن ساختمان تئاتری شد . در ۱۸۱۱ دستخوش حریق گردید ، ولی مجدداً بنای آن تجدید ، و امروزه بصورت کلسیائی درآمده است .

یکی از هدفهای اولیهی انقلاب فرانسه ، پس از خاندان سلطنتی ، فرم ژنرال یا دستگاه مقاطعه و جمع‌آوری مالیات بود . اعضای این سازمان در نظر انقلابیون ، همواره منفور بودند و نامشان بزشتی برده می‌شد . آنانرا همچون زالوهائی خون آشام میداشتند که با مکیدن خون ملت پروار شده‌اند . در ۱۷۹۱ سرانجام مجمع ملی دستگاه را منحل ساخت و دستور داد تا رسیدگی دقیقی به حساب آن بعمل آید . تأخیر در انجام این مهم کمیتهی انقلابی را سخت عصبانی کرد ، و در ۱۴ نوامبر ۱۷۹۳ دستور توقیف کلیهی اعضای آن صادر گردید . لاووازیه ، پس‌ازشنیدن این‌خبر ، مخفی‌شد و کوشید تا مگر مقام علمی و برجستهی خود و خدماتی را که به کشور نموده بود ملحوظ نظر اعضای کمیتهی انقلابی قرار دهد و موفق به نقض فرمان گردد . ولی اینهمه سودی نداشت ، و لاجرم چند روز بعد خود را معرفی نمود .

اعضای دستگاه مقاطعه کاری در دفاتر سابق خویش بازداشت شدند تا آنکه در ژانویهی ۱۶۹۴ ضمن گزارشی وضعیت محاسبات خود را روشن ساختند . این گزارش بخوبی نشان داد که عمل جمع‌آوری مالیات کلاً برطبق نص صریح قوانین صورت گرفته و هیچگونه عمل خلافی انجام نیافته است .

معهداً ، چون در آن موقع دورهی وحشت به بحرانی‌ترین مرحلهی خود رسیده و محیط تشنه‌ی خون بود ، لاجرم برای اعضای فرم ژنرال هم رهائی ازچنگال بیرحم آن متصور بنظر نمی‌رسید . دعاوی دیگری هم بر علیه آنان اقامه گردید ، و مدیران دستگاه مقاطعه کاری وصول مالیات متهم به انواع سوء استفاده شدند . از جمله اینکه نرخ بهره را زیادتر از حد عادلانه بالا برده‌اند ؛ توتون را با آب زیاد آغشته نموده و موجب خرابی سینه و اختلال در بهداشت مصرف‌کنندگان دخانیات شده‌اند ؛ و نظایر اینها .

بدین ترتیب ، در آن محیط آشفته و سوزان انقلاب ، فرمانی دایر بر محاکمه‌ی

این افراد در دادگاه انقلابی^۱ صادر گردید . حاجت بتذکر نیست که صدور چنین فرمانی خود معادل و همچند مرگ بود . در ساعت ۱ بعد از نیمه شب هشتم مه ۱۷۹۴ نسخه‌ای غیر خوانا از کیفر خواستی که بر علیه آنان صادر شده بود به فرد فرد مدیران دستگاه تسلیم شد ؛ و در ساعت ۱۰ صبح آنها را برای محاکمه به دادگاه انقلابی آوردند . در اینجا از نظر قضائی اشکالی پیش آمد و آن اینکه این دادگاه فقط میتواند به فعالیتهای ضد انقلابی رسیدگی کند حال آنکه هیچیک از اعضای فرم ژنرال در معرض اتهامی چنین نبودند . ولی رئیس دادگاه ، ژان باتیست کوفن‌هال^۲ هیئت منصفه را مخاطب قرار داده متذکر شد که این افراد مرتکب انواع تخلفات و خرابکاری‌ها شده‌اند ، و از جمله پولهای خزانه‌ی

-
- ۱- دادگاه انقلابی مسئول رسیدگی به اقداماتی بود که بر علیه انقلاب صورت میگرفت . محکمه‌ی انقلابی پاریس مرکب از سه قاضی بود که یکی از آنان ریاست محکمه را بر عهده داشت . بعلاوه یک نفر مدعی‌العموم و دوازده عضو هیئت منصفه در آن حاضر میشدند . این قضات و اعضاء را قبلاً مجلس ملی انتخاب میکرد . محکمه‌ی انقلابی خادم و مجری اراده‌ی کمیته‌ها بشمار می‌آمد ، و رئیس و مدعی‌العموم آن ، که از طرفداران روبسپیر بودند ، اوامر او را کاملاً اجرا میکردند . احکام این محکمه بدون تجدید نظر یا فرجام بود ، و سریعاً بموقع اجرا گذاشته میشد . در ساعت ده صبح ادعای نامه به متهم ابلاغ میشد و بایستی در همان روز ، در ساعت یازده یا دوازده محاکمه صورت بگیرد و تا ساعت دو بعد از ظهر خاتمه یابد ، و حکم دادگاه تا ساعت ۴ بعد از ظهر بموقع اجرا درآید . در مسائل مهمه و اتفاقات بزرگ ، دادستان که (فوکیه Fouquier ، ۱۷۴۶-۹۵) نام داشت ، اعضاء دادگاه را بمیل خود به اسم و رسم انتخاب میکرد بطوریکه متهم از چنگ آنها رهائی نداشت ، و بدون آنکه حتی بتواند دفاع خود را بسمع قضاة برساند محکوم میشد .
 - ۲- Coffinhal ، ۱۷۵۴-۱۷۹۴ ، پزشک فرانسوی که بعداً وارد خدمت قضائی شد . نخست دادستان شاتوله بود ، و در ۱۷ اوت ۱۷۹۲ به ریاست دادگاهی که مأمور دادرسی سلطنت طلبان بود برگزیده شد . بعداً قاضی و سرانجام رئیس محکمه‌ی انقلابی گردید (۱۷۹۳) ؛ و حرارت و قساوت و صلابت خاصی از خود نشان داد . لاووازیه بدست وی محکوم گردید . کوفن‌هال از یاران صمیمی و فداکار روبسپیر بود ، و کوشید تا او را ، در ۹ ترمیدور ، نجات دهد ؛ ولی موفق نشد . سرانجام ، بر اثر عدم اطاعت فرمان کمون ، مورد تعقیب قرار گرفت و در منزل یکی از دوستان پنهان شد . ولی میزبان او را تسلیم کرد . لاجرم در ۱۸ ترمیدور ، بوسیله‌ی گیوتین ، اعدام گردید .

کشور را اختلاس ، و در اختیار دشمنان انقلاب گذارده‌اند . آیا این گونه اعمال زشت و بی‌رویه خود توطئه برضد ملت و بر علیه انقلاب نیست ؟ بدین ترتیب اشکالی را که در باب صلاحیت دادگاه پیش آمده بود برطرف ساخت . این اتهام حتی در ادعای نامه هم ذکر نشده بود ؛ بعلاوه در سراسر محاکمه هم کوچکترین دلیلی بر تأیید آن بدست نیامد . مع هذا هیئت منصفه باتفاق آرا رأی بر محکومیت آنان صادر کرد ، و جملگی ، قبل از فرا رسیدن شامگاه ، در زیر تیغه‌ی گیوتین جان سپردند .

این بود سرنوشت بزرگترین دانشمند فرانسه . ژوزف لوئی لاگرانژ ، ریاضیدان بزرگ فرانسوی ، روز بعد از اعدام لاووازیه گفت : جدا کردن سر لاووازیه دقیقه‌ای بیش طول نکشید ، ولی شاید تا یک قرن بعد هم کشور نتواند مردی نظیر او بدست آورد .»

بخش ۴ منغناطیس و الکتروسیسته

I. بنجمین فرانکلین از : برنارد کوهن

در کتابخانه‌ی وایدنر^۱ دانشگاه هاروارد، اکنون برنارد کوهن در اطاق کار بزرگ استاد خود، جورج سارتن فقید، نشسته و کرسی استادی وی را در رشته‌ی تاریخ علوم اشغال کرده است. کلیه‌ی طبقات و قفسه‌های این کتابخانه، از کف تا سقف، پر و مشتمل بر کاملترین مجموعه‌هایی از کتب، رسائل، جزوات، نسخ خطی، و غیره است که در سراسر جهان در تاریخ علوم به رشته‌ی تحریر درآمده است. مختصری از شرح حال برنارد کوهن در آغاز بخش یکم این کتاب ذکر شده و در اینجا حاجتی به تجدید آن نمیباشد.

II. مایکل فاراده از : هربرت کندو

هربرت کندو Herbert kondo عضو هیئت بررسیهای دایرة المعارف امریکا، و از محققین در تاریخ علم فیزیک بشمار میرود. وی در ۱۹۲۴ در نیویورک پا بهرصه‌ی وجود گذارد. در دانشگاه فلووریدا تحصیل کرد، و در ۱۹۵۱ به اخذ درجه‌ی لیسانس از دانشگاه شیکاگو، در رشته تاریخ تمدن نائل آمد. در طی جنگ جهانی دوم کارشناس رادار بود، و به تحصیل فیزیک و ریاضیات در انستیتو تکنولوژی شهر

۱ - Widener, Peter A. Brown (۱۸۳۴ - ۱۹۱۵)، سرمایه‌دار

امریکائی. از معامله‌ی گوشت ثروت سرشاری بدست آورد، و داخل سیاست شد. در ۱۸۷۳ به سمت خزانة دار فیلادلفی انتخاب گردید. در ۱۸۹۷ اقامتگاه شخصی خود را که بالغ بر ۶۰۰۰۰۰ دلار ارزش داشت برای تأسیس کتابخانه تخصصی داد؛ و سال بعد نیز ۵۰۰ جلد کتاب نفیس و کمیاب به ارزش ۲۸۰۰۰ دلار بدان اهداء نمود. در ۱۸۹۹ مؤسسه‌ی Widener Memorial Industrial Training School for Crippled Children را به شهر فیلادلفی تقدیم کرد؛ و آن بیمارستان، آسایشگاه، منزل، و مدرسه‌ای برای اطفال علیل و بی‌پایه‌اشد. مدرسه ۳۶ جریب وسعت دارد.

ایلینوا^۱ پرداخت . هربرت مباحث اتمی را بعنوان سرگرمی ساعات فراغت و بیکاری مورد مطالعه قرار میدهد . وی زبانهای فرانسه ، اسپانیایی ، آلمانی ، وسانسکریت را میداند . درموقعیکه مشغول تحقیق در تاریخ نظریه‌ی نسبیت بود به‌فاراده علاقه‌مند شد و به مطالعه در شرح حال و کارهای علمی وی پرداخت .

III . جوزف هنری از : میچل ویلسن

میچل ویلسن، علاوه بر کتاب زندگی برقی که، در توضیحات ص ۱۳۹ در باب ترجمه‌ی احوال وی ذکر شد، دودمان هم نوشته است اولین ، **برادر من ، دشمن من** ، ماجرای اسف انگیز و جانکاه زندگی دومخترع امریکائی است ؛ و دیگری موسوم به **دلدادگان** شرح نعمات عاشقانه‌ی **تاکستان مارتا**^۲ ، زادگاه مؤلف آن میباشد . ویلسن معتقد است که امروز تکنولوژی و مردان فنی اساس و استخوان‌بندی زندگی امریکا را تشکیل میدهند حال آنکه روزگاری زندگی بر اساس دشتها و کوهساران غربی آن متکی بود . تازه‌ترین اثر وی، **علوم و اختراعات امریکا** ، کتابی است فاقد جنبه‌ی داستانی ، که بصورت تاریخ مصور زیبایی بوسیله‌ی مؤسسه‌ی **سیمون و شوستر** ، در ۱۹۵۴ ، بچاپ رسیده است.

IV . جیمز کلارک مکسول از : جیمز ر . نیومن

جیمز ر . نیومن ، در خلال سنوات از ۱۹۴۰ یعنی سال چاپ کتاب **ریاضیات و قوه‌ی تصور** تا ۱۹۵۶ ، علاوه بر کارهای مختلفی که در آغاز قسمت اول این کتاب ذکر از آنها بمیان آمده است، به تحقیق در تاریخ ریاضیات ، از عصر **پاپیروس**، **ریند**^۳ پرداخت

۱- Illinois ، ایالتی است در امریکا، بمساحت ۱۴۴۹۰۰ کیلومتر مربع، جمعیت آن ۸۷۱۲۱۷۶ نفر . مرکزش **سپرینگفیلد** ، و بزرگترین شهرش **شیکاگو** است .

۲- جزیره‌ای در اقیانوس اطلس، به درازای ۳۲ و عرض ۱۶ کیلومتر در ۱۶۴۲ مستعمره شد .

۳- Rhind Papyrus ، طوماری است که سند علم ریاضی در نزد مصریان قدیم بشمار میرود، و میتوان آن را از کهن‌ترین مقالات ریاضی دانست. پاپیروس ریند مربوط به دوره‌ی هیکسوسها (قرن هفدهم قبل از میلاد) است؛ و ظاهراً از روی نسخه‌ی

و نتیجه‌ی آن را بصورت کتاب دنیای ریاضیات در چهار جلد تدوین نمود. این دوره که ۲۰ دلار ارزش دارد، توسط مؤسسه‌ی سیمون و شوستر در ۱۹۵۶ به چاپ رسید، و چنان طرف توجه قرار گرفت که در قلیل مدتی یکصد هزار دوره از آن بفروش رسید. این امر، حتی برای ناشران آن هم، مایه‌ی حیرت و اعجاب بود.

کهنه‌تری (مربوط به سلسله دوازدهم فراعنه‌ی مصر) استنساخ گردید. طول این پاپیروس ۵۴۴ سانتیمتر و عرض آن ۳۳ سانتیمتر است. پاپیروس‌ریند، بطوریکه از متن آن استفاده می‌شود، مشتمل بر دستورالعمل‌هایی برای مهندسان و معماران اهرام بوده و بوسیله‌ی دبیری بنام احمس نوشته شده. در مقدمه‌ی آن چنین مذکور است: «..... قاعده‌هایی برای تحقیق در طبیعت، و برای شناختن آنچه موجود است، در هر سو و هر معمى. این طومار در ماه چهارم طغیان از سال ۳۳ نوشته شده.....» این نوشته بصورت خط قدیم زمان پادشاه مصر علیا وسفلی نمارع تحریر شده. این نسخه را احمس منشی نگاشت. »

بنجمین فرانکلین

از : برنارد کوهن

با آنکه کلیه‌ی وجوه و سیمای دوران زندگی بنجمین فرانکلین مورد مطالعه‌ی دقیق و تجزیه و تحلیل دانش‌پژوهان قرار گرفته معهذا ، بطوریکه از کتب تاریخ امریکا برمیآید ، مقام رفیع این مرد ، در پهنه‌ی علوم، دستخوش دگرگونی‌هایی شده و تغییر شکل‌هایی یافته بطوریکه آنچه بوده نمی‌نماید . دانشمندان معاصرش او را یکی از برجستگان علم و دانش و نیر اعظم آسمان معرفت میدانستند . جوزف پرستلی رجاء واثق داشت که « کتاب فرانکلین در باب الکتریسته ، در نسل‌های آتی ، بیان جامع اصول حقیقی الکتریسته خواهد بود کما اینکه فلسفه‌ی نیوتن مبین کلی نظام واقعی طبیعت بشمار آمد . » فرانکلین تمام افتخارات علمی ممکن در عصر خویش را بدست آورد . ضمن یکی از اظهار نظرهایی که در نقد کتاب او، با مقایسه با اصول ریاضیات نیوتن ، بعمل آمده چنین مذکور است « تجربیات و مشاهدات دکتر فرانکلین خود یک نوع اصول الکتریسته را بوجود آورده و شالوده و بنیان نظامی بشمار می‌رود که در عین حال ساده و عمیق می‌باشد . »

غالب نویسندگان امروزی یا آنکه فرانکلین را صرفاً از لحاظ اختراعات علمی وی مورد توجه قرار میدهند و یا آنکه اصولا دریغ دارند از اینکه او را در زمره‌ی علما و دانشمندان بزرگ علوم نظری بشمار آورند. نمونه‌ی جالب اینگونه اظهار نظرها مقاله‌ای است که اخیراً در مجله‌ی علوم چاپ شده است . نویسنده‌ی این مقاله متذکر می‌شود که یگانه علتی که موجب شده تا فرانکلین را هم‌عالمی بزرگ بنامند ، و لدی‌الاقضا نامش را در ردیف دانشمندان بزرگ واقعی از قبیل ویلارد گیبز^۱ و ۱.۱. مایکلسن

۱- Gibbs , Josiah Willard ، ۱۸۳۹-۱۹۰۳ ، عالم فیزیک ریاضی

ذکر کنند آنست که ازلحاظ تاریخ سیاسی امریکا واجد اهمیتی میباشد . اینهمه بحث و گفتگو در باب زندگی و مقام علمی فرانکلین کلا در حول يك قطب و مرکز اصلی دور میزند و آن همان آزمایش معروف بادبادك در روزی طوفانی است . فرانکلین ، با این آزمایش ، توانست این فرضیه را که برق هم يك نوع تخلیهی الکتریکی است ، به ثبوت برساند . لیکن جمعی از نویسندگان این واقعیت را هم منکر میشوند . همین چندی قبل بود که نویسندهای ، ضمن مقاله‌ای در يك مجله‌ی تحقیقی چنین عنوان کرده بود که حتی موضوع بادبادك هم افسانه‌ای بیش نبوده و زاده‌ی فکر قصه پردازان و خیالبافان است . حال آنکه فرانکلین شرح آزمایش خود را ، در همان موقع ، در رساله‌ای چاپ کرد ؛ و دانشمندان دیگر قسمتهائی از آن را در مجلات علمی طراز اول آن عصر نقل و اقتباس نهوده‌اند .

باری ، تصور میکنم بهتر آن باشد که اینك موضوع بادبادك را کنار بگذاریم زیرا این امر در مجموعه‌ی حیات علمی فرانکلین مرحله‌ای بس محقر و ناچیز بیش نیست . بعلاوه نه این اولین آزمایشی بود که وی برای اثبات این فرضیه که تخلیه‌ی برقی دارای ماهیت الکتریکی میباشد انجام میداد ؛ و نه نخستین تجربه‌ای بود که فرضیه‌ی مورد بحث را ثابت میکرد ؛ و بالاخره نه آنکه این فرضیه ابتکار فرانکلین بشمار میرفت . حال آنکه بنجمین فرانکلین در تاریخ علم جایگاهی بس رفیع دارد که برمبانی محکمتر و استوارتری متکی است ، و از آن جمله است : وسعت دایره‌ی اطلاعات و واقعیت‌هائی که وی با درایت و تبحر و استادی فوق‌العاده‌ی خویش ، در طرح آزمایشات و اجرای آنها بدست آورده ؛ و هوش سرشار و نبوغ خاصی که در تنظیم نظریه‌ی وحدت اثر الکتریکی بکار برده است . از این گذشته موفقیت‌های قطعی و کامل وی موجب شد که فن آزمایش و تجربت نیز ارزش و اعتباری پیدا کند حال آنکه در قرن هجدهم این امر بهیچوجه محل نظر و توجه نبود . اصول الکتریکی که وی در کتاب خود موسوم به آزمایشات و ملاحظاتی که در فیلادلفیا ، امریکا ، در باب برق

امریکائی؛ شهرتش عمده^۱ بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در باب ترمودینامیک بعمل آورده است .



ROBERT
L. H. SON

بعمل آمده تشریح نموده امروزه هم تار و پود اساس نظریه‌ی برقی^۱ کنونی را تشکیل میدهد. هم اکنون ما، مدام، با ذکر کلمات بعلاوه و مثبت و منفی، باتری الکتریکی، و مجموعه‌ای دیگر از اصطلاحاتی که اولین دفعه بوسیله‌ی بنجمین فرانکلین در نموده‌های الکتریکی بکار رفته است نسبت به مقام شامخ وی ستایش و ادای احترام مینمائیم؛ و شاید هم خود از این امر بیخبر باشیم^۲

۱- برق یا الکتریسیته. عاملی که باعث پدیده‌های گوناگون از قبیل جذب و دفع، آذار نوری و حرارتی، آثار شیمیائی، تولید تکان ناگهانی در بدن انسان، و غیره میشود؛ و بعبارت واضع‌تر، صورتی از انرژی که قابل تبدیل به انرژیهای حرارتی مکانیکی و شیمیائی است. علمی که از خواص این انرژی بحث میکند نیز موسوم به علم برق یا الکتریسیته است. کشف الکتریسیته منسوب است به طالس (حدود ۶۲۴ ق م حدود ۵۴۶ ق م) که به تجربه دریافت که اگر کهر با (به زبان یونانی الکترون) با پشم مالش داده شود، اجسام سبک را جذب میکند (لفظ الکتریسیته ناشی از همین تجربه‌ی طالس است). در قرن هجدهم دو نوع برق مختلف تشخیص داده شد یکی آنکه از مالش کهر با یا پشم در کهر با تولید میشود؛ و دیگر آنکه از مالش شیشه با ابریشم در شیشه پدید میآید. امروزه این دو نوع را به ترتیب برق منفی و برق مثبت خوانند. در اواخر قرن ۱۸م لوییجی گالوانی (Luigi Galvani, ۱۷۳۷ - ۹۸) به جریان برق پی برد؛ آلاندرو ولتا تحقیقات او را تعقیب کرد. سر همفری دیوئی الکتروولیز را کشف کرد. اورستد و آمپر در رابطه‌ی برق و مغناطیس تحقیق کردند. اوهم کشف کرد که برقراره جریان برق مستلزم قوه‌ی محرکه‌ای است. فاراده جریان القائی را کشف کرد. از ۱۸۸۰ بعد ترقیات وسیع و شگرف علمی و عملی بوسیله‌ی محققینی مانند مکسول، هرتس، کلون، تامسن، میلیکن و دیگران حاصل شد. فرانکلین برق را سیال بیوزنی میدانست، و می‌پنداشت که در اجسام خنثی به مقدار معینی موجود است و اگر از این حد زیاده‌تر یا کمتر شود، جسم دارای برق مثبت یا منفی میگردد. بعلمت اشکالاتی که در توجیه بعضی پدیده‌های برقی پیش آمده بود، سیمر فیزیکدان انگلیسی فائول به دو سیال شد که بحالت ترکیب در اجسام خنثی موجود اند، ولی بر اثر بعضی عوامل (مثلا مالش) از هم جدا میشوند. الفاظی مانند جریان برق و غیره از همین تصویر الکتریسیته بصورت ماده‌ای سیال می‌باشد.

۲- برای تسهیل فهم مبادی علم برق، در بحث مقدماتی این علم همان

اثر فرانکلین در باب الکتریسیته یکی از پرتیراثرترین کتب علمی نیمه‌ی قرن هیجدهم بشمار میرود. در انگلستان ۵ مرتبه، در فرانسه ۳ بار، و در ایتالیا و آلمان یکبار به چاپ رسید؛ و در نتیجه صیت شهرت وی چنان بلند-آوازه گردید که انجمن سلطنتی لندن او را به عضویت خود برگزید و به پاس خدماتی که وی، از راه تجربه، در باب الکتریسیته بعمل آورده بود، مدال کاپلی را به وی اعطا کرد. همچنین در ۱۷۷۳، فرانکلین یکی از هشت تن اعضای پیوسته‌ی بیگانه، در آکادمی سلطنتی علوم پاریس شد. آری، در آن دوران که کارهای علمی بیش از عصر ما مورد تجلیل و احترام قرار میگرفت، کتاب فرانکلین را اکثر مطالعه کردند و نام مؤلف آن بر هر زبانی جاری گشت.

فرانکلین، در حدود سال ۱۷۴۴، با مبحث الکتریسیته آشنائی پیدا کرد، و بین سالهای ۱۷۳۷ و ۱۷۵۱ به کشفیات مهم و بزرگ خویش نائل آمد و شهرت علمی بیسابقه‌ای بدست آورد. وی، برخلاف دانشمندان بزرگ دیگر که کشفیات و اختراعات برجسته و اساسی خود را بین ۲۰ و ۴۰ سالگی انجام میدهند، در ۴۰ سالگی کارهای علمی را آغاز کرد. قبل

تصویر برق بصورت دوسپال (سیاله‌ی برق یا سیاله‌ی الکتریکی)، یکی مثبت (+) و دیگری منفی (-) بکار میرود. اجسام در شرایط متعارفی از جنبه‌ی برقی خنثی هستند یعنی از دوسپال مذکور به مقادیر مساوی دارند. بر اثر بعضی اعمال (مثلاً گاهی بر اثر مالش) این تعادل در جسم بهم میخورد، در این صورت جسم را باردار (یعنی دارای بار برقی خوانند)؛ و ما زاد برقی از نوع معین را که در پایان عمل در جسم میماند بار برقی جسم گویند. مبحثی از علم برق را که از تولید بارهای برقی و تأثیر میدان برقی بر آنها بحث میکند الکتروستاتیک گویند. جریان برق حرکت بار برقی، و موضوع مبحث الکترو دینامیک است. و تأثیر متقابل برق و مغناطیس موضوع الکترومغناطیس میباشد. بر طبق نظریات امروزی، الکتریسیته اساس ماده است، و اتم که واحد اصلی عناصر است، از الکترونها (دارای بار منفی) و پروتونها (دارای بار مثبت) و نوترونها (ذرات خنثی) تشکیل یافته. در شرایط عادی بارهای الکترونها و پروتونهای اتم توازن دارند، و بالتجیه اتم خنثی است. بر حسب اینکه يك یا چند الکترون از اتمی جدا یا به آن ملحق شوند، اتم دارای برق مثبت یا منفی میگردد؛ و هرگاه عملی باعث شود که الکترونهاً از جسمی خنثی خارج یا به آن وارد شوند جسم دارای بار مثبت یا بار منفی میگردد.

از این تاریخ همواره مشغول وظائف روزمره ، وچنان گرفتار تلاش معاش بود که مجالی برای پرداختن به مسائل علمی و تحقیقاتی نداشت. ولی پس از آنکه کارهای خود را اندکی روبراه کرد و در این امر باموفقیتی قرین گردید، به علوم توجه کرد و بطوریکه خود - در آنجا که حکایت نفس میکند - متذکر شده است ، دریافت که روحش تشنه حقیقت است و ذوق و استعدادش همواره مایل به درك واقعیتهای علوم و کشف اسرار طبیعت میباشد. از این رو تصمیم گرفت تا دست از کارهای عادی بکشد و اوقات خود را مصروف انجام آزمایشات علمی بنماید. ولی طولی نکشید که بحران بزرگ ملی روی نمود. و وی مجبور شد اشتغالات علمی را کنار بگذارد و در دفاع از فیلادلفی شرکت جوید. فرانکلین از این زمان تا واپسین دم ، بطور منقطع و نا مرتب ، یعنی تنها در مواقع فراغت ، میتوانست تحقیقات و مطالعات علمی خویش را دنبال کند ، زیرا شهر فیلادلفی و مردم آن همواره به خدمات صادقانه وی نیازمند بودند. در سن ۸۱ سالگی ، در آن هنگام که کارهای خود را در پاریس تمام کرده و آماده مراجعت به امریکا بود، به صمیمی ترین دوست خود اینجن هوس^۱ ، پزشك هلندی ، نوشت که اکنون « پس از ۵۰ سال اشتغال به خدمات عمومی » بار دیگر مردی آزاده شده‌ام. فرانکلین سخت مایل بود تا دوستش هم به امریکا بیاید و در آنجا « پنج روزه‌ی آخر حیات را متفقاً به انجام تجربیات بگذرانند. » ولی دریفا که از این آرزو هم ثمره‌ای نچشید چون در آنجا هم نتوانست، به نحو منظور ، به تحقیق و مطالعه در اسرار طبیعت بپردازد بلکه مجبور بود اوقات خود را به کارهای ملال انگیز و خستگی آور مجلس مبعوثانی که مأمور تهیه قانون اساسی بود مصروف دارد. وی سالها قبل هم که مجبور شده بود میان نقش فیلسوفی آرام و خاموش و « مردی ملی » یکی را برگزیند ، بلا درنگ تصمیم خود را اتخاذ کرده و به انجام خدمات ملی پرداخت. همواره میگفت « نیوتن هم اگر فقط و فقط فرماندهی يك کشتی را بر عهده داشت هرگز حاضر نبود ، در موقع خطر ، سکان

1- Ingen - Housz ' Johannes ، (۱۷۳۰ - ۱۷۹۹) ، پزشك

هلندی که در اطربش وانکلاستان کار میکرد. شهرتشمده بواسطه‌ی آزمایشاتی است که بانیات انجام داد ، نیز دوره‌ی گردش اکسیژن و گاز کربونیک را در امر تنفس نشان داد .

را برای انجام عالیتیرین آزمایشات ترك كند چه رسد به آنكه این كشتی كشتی حیات و منافع ملتی بوده باشد .

امروزه كه ما این سطور را میخوانیم ، بلا اختیار فكرمان متوجه دانشمندان عصر خودمان میشود كه در جنگ جهانی گذشته ، بمنظور خدمت به كشور و جامعه ، دست از تحقیقات و مطالعات علمی خود برداشتند . لیكن میان این کیفیت و نحوه ی عمل فرانكلین اختلاف بارز و قابل توجهی وجود دارد و آن اینکه فرانكلین ، با آنكه در آن دوران یگانه دانشمند برجسته ی امریکائی بود كه شهرتی عالمگیر داشت ، معهذا پس از تجزیه و تحلیل موضوع و بررسی اطراف و جوانب كار ، چنین استنتاج كرد كه اگر وی ، بمنظور طرح دعوای جامعه ی امریکا ، در خارج از كشور بسر برد ، وجودش مؤثرتر و نافعتر از آن خواهد بود كه در دیار خود بماند و ، به كومه استعدادهای و نبوغ علمی خویش ، به ساختن اسبابهای تخریبی نوین مبادرت كند . با این وصف ، و با آنكه وی در دنیای علم هم مقامی شامخ و رفیع بدست آورده بود - تا آنجا كه او را بچشم نیوتن عصر خویش مینگریستند - عموماً چنین تصور میكردند كه مردی كه توانسته پیکانهای آذرین ژوپتر را قبضه كند ، همگی استعدادهای و هوش و درایت خویش را معطوف تكمیل اسلحه ی نوین موحشی ساخته است . هارس والپول ^۲ ، در ۱۷۷۷ ، در این باره چنین مینویسد : بزرگان حكمت طبیعی معتقدند كه دكتر فرانكلین ماشینیه به اندازه ی قوطی كبریت ، و مصالحی درست كرده كه میتواند شهر سن پول را به مشتی خاكستر مبدل سازد .

بنجمین فرانكلین ، در بسیاری از پهنه های علمی ، و از آنجمله در باب هدایت حرارت و مبادی طوفان و غیره تحقیقاتی بعمل آورده است ؛ ولی خدمت برجسته و عمده اش در الكتریسته ، خاصه الكتروستاتيك ^۳

۱- رومیان قدیم ژوپتر را ضمن آنكه خدای خدایان میدانستند ، مظهر و رب النوع باران ، طوفان ، تندر ، و برق نیز می پنداشتند ؛ و در تصاویر همواره چند سنگ آتش زنه و پیکانهای از برق در دستش قرار میدادند .

۲- Walpole Horace ، ۱۷۱۷-۹۷ ، نویسنده و ناشر انكلیسی ؛ از دوستان تامس سمری بود . اولین خدمت خود را در عالم مطبوعات با چاپ و انتشار كتاب غزلیات سمری شروع كرد . اثر معروفش قصر اثراتو (۱۷۶۴) میباشد .

۳- Electrostatics ، مبحثی از علم برق كه از تولید بارهای برقی و

میباشد . قبل از وی اطلاعات جامع و مبسوطی در این زمینه در دست نبود
بعلاوه مردان علم قادر به توجیه و تفسیر دانسته‌های خویش نبودند ، ولی وی
مجموعه‌ای از اطلاعات مشروح و تازه در این رشته عرضه داشت و با نظریه‌ی
اثر الکتریکی خود ، آن اطلاعات و واقعیت‌های معلوم را بصورت یکسان
توجیه کرد و زمینه را برای پیشرفتهای آینده‌ی این علم آماده ساخت .

نظریه‌ی فرانکلین در باب اثر الکتریکی کاملاً ساده و سراسر بوده
و مبتنی بر این مفهوم اساسی است که دو نوع ماده وجود دارد : یکی ماده‌ی
متعارفی که پیکره‌ی اجسام را تشکیل میدهد ؛ و دیگر ماده الکتریکی

تأثیر میدان برق بر آنها صحبت میکند . بار برقی يك جسم مقدار الکتریسیته‌ی
آنست ، و ممکن است مثبت (+) یا منفی (-) باشد . بارهای هم‌نوع یکدیگر
را دفع و بارهای مختلف‌النوع یکدیگر را جذب میکنند ؛ مقدار نیروی جاذبه یا
دافعه بر طبق قانون کولن مشخص میشود . ظرفیت و نگهداشتن بار برقی در
اجسام متفاوت است . بعضی را (مانند فلزات) بدشواری میتوان بارداد زیرا «سیاله‌ی
برقی» سرعت و بلا مانع از آنها عبور میکند ، و اگر عایق پوش نباشند ، خارج
میگردند . اینگونه اجسام را هادی برق خوانند ؛ برخی هادی‌ها ضعیف‌اند . اجسام عایق
بار را بسختی عبور میدهند . طرق باردار کردن اجسام عبارتند از : مالش ، تماس
جسم باردار ، و القای الکتروستاتیک . بارگیری بوسیله مالش ناشی از آنست که
اتمهای بعضی اجسام ، بواسطه‌ی مالش ، بار الکترونیهای خود را رها میکنند اگر
کره‌ای فلزی با جسم باردار تماس یابد ، بار هم‌نوع آن را میگیرد (مثلاً اگر جسم
بار مثبت داشته باشد الکترونیهای از کره ، از محل تماس ، بجسم کشیده میشوند) .
بار دادن القائی به این طریق است که (الف) جسم باردار (منبع) را به جسم هادی
مورد نظر نزدیک میکنند ؛ (ب) جسم هادی را بزمین وصل میکنند ؛ (ج) اتصال به
زمین را قطع میکنند ، (د) منبع را دور میکنند ، در اینصورت جسم هادی دارای
باری مخالف بار منبع میگردد . تشخیص اینکه جسمی بار برقی دارد یا نه ، بوسیله‌ی
الکترو سکوپ بعمل میآید . فضای اطراف يك جسم باردار میدان برقی است .
پتانسیل در هر نقطه‌ی میدان برق (نظیر ارتفاع در میدان جاذبه‌ی زمین) سطح
برقی میدان را در آن نقطه مشخص میکند ، و اختلاف پتانسیل دو نقطه نظیر
اختلاف سطح در مایعات میباشد ، و مانند این ، در شرایط مناسب ، تولید جریان
برق میکند

و یا بنا بر اصطلاح قرن هیجدهم سیال الکتریکی یا آتش الکتریکی . وی میگفت هر جسمی در حال طبیعی دارای مقدار ثابتی از سیال الکتریکی است ؛ ولی همین جسم ممکن است تحت پاره‌ای شرایط مقداری سیال الکتریکی اضافی بدست آورد ، و یا بخشی از مقدار طبیعی خود را از دست بدهد . در چنین حالتی گویند الکتریسیته دار یا بار دار شده است . فرانکلین ، برای مورد اول ، یعنی هنگامیکه جسم مقداری اضافی سیال الکتریکی گرفته باشد بار آن را مثبت یا (+) نام نهاد تا معلوم باشد که چیزی بر آن افزوده شده است ؛ و در حالت دوم آنرا منفی یا (-) نامید تا نشانه‌ی کاهش باشد . هنگامیکه میله‌ی شیشه‌ای را بر پارچه‌ی ابریشمی مالش دهیم ، شیشه مقداری اضافی سیال الکتریکی بدست می‌آورد و بار آن علاوه میشود . فرانکلین ، بر خلاف عقیده‌ی بسیاری از معاصرین خود ، میگفت که بر اثر مالش الکتریسیته ایجاد نمیشود بلکه تأثیر مالش تنها آنست که طرز توزیع الکتریسیته تغییر میکند . صحیح است که شیشه مقدار سیال الکتریکی اضافی بدست آورده ، ولی باید توجه داشت که پارچه هم همان مقدار سیال از دست داده یعنی دارای باری منفی ، بهمان اندازه شده است . و این همان اصلی است که ما امروز از آن به بقای بار الکتریکی تعبیر میکنیم .

فرانکلین برای توضیح و تشریح نظریه‌ی خود آزمایش زیر را انجام داد : دو نفر را ، که یکی دارای بار الکتریکی مثبت بود ، و دیگری دارای باری منفی ، بر چهار پایه‌های شیشه‌ای عایق نشانید ، هنگامیکه دست ایندو باهم تماس پیدا کرد ، بار الکتریکی هر دو از میان رفت زیرا بار (+) یکی بار (-) دیگری را جبران میکرد . سپس نفر ثالثی را ، بدون بار الکتریکی ، وارد آزمایشگاه کرد . شخص اخیر بهر يك از دو مرد ، بار دار که دست میزد یا جرقه‌ای بر انگشتش نمودار میشد ، و یا دچار لرزش و ارتعاش میگردد . علت این امر آن بود که میزان سیال الکتریکی بدن وی بیش از مردی بود که بار منفی داشت ، و کمتر از آنکه بار مثبت بدینترتیب فرانکلین با این تجربه ، که در عین کمال سادگی بسیار جالب و برجسته بود ، نظریه‌ی خود را در باب اینکه الکتریسیته سیالی است واحد ثابت کرد . ج . ج تامسن فقید ، کاشف خواص اصلی الکترونهاى متحرك ، چند سال قبل چنین متذکر شده بود « ارزش خدمتی که فرانکلین

از راه طرح و تنظیم تحقیقات ، با عرضه کردن نظریه‌ی سیال واحد ، به مبحث الکتریسیته انجام داد ، خارج از حد قیاس و تخمین است و چیزی مافوق آن متصور نمیباشد . »

برای آنکه بهتر به موارد استعمال و جنبه‌های عملی نظریه‌ی فرانکلین پی ببریم ، بهتر است با دورشته از آزمایشات وی قدم بقدم همراه شویم . آزمایش نخستین مبتنی بر واقعیهائی چند بود که ، اولین بار ، بوسیله خود فرانکلین کشف شد و امروزه هم قسمتی از مباحث اساسی الکتریسیته را تشکیل میدهد . و از آن جمله است تاثیر شگرف اجسام نوک‌دار در جذب و دفع آتش الکتریکی . فرانکلین پی برده بود که اگر هادی نوک داری ، مثلاً سوزنی ، را در نزدیکی جسمی باردار که بر روی پایه‌ی عایقی نصب شده قرار دهیم ، سوزن بار الکتریکی را جذب میکند . این عمل تنها در صورتی واقع میشود که سوزن بوسیله‌ی دست یا سیمی با زمین اتصال داشته باشد ؛ ولی اگر آنرا در قطعه‌ای موم یا جسم عایق دیگری فرو ببریم ، عمل جذب بار الکتریکی انجام نخواهد گرفت . وی همچنین دریافت که هرگاه به شیئی فلزی که دارای لبه تیز یا نوکی باشد ، بار الکتریکی بدهیم ، بلافاصله پس از گرفتن ، بار آنرا از دست میدهد . بعلاوه هم او بود که کشف کرد که هرگاه بر جسمی بار دار ماسه بریزیم یا به آن فوت کنیم بار الکتریکی خود را از دست میدهد (تخلیه میشود) ؛ همچنین است اگر شمع روشن در نزدیکی آن باشد و یا اطراف آنرا دود فراگیرد .

از ۵۰ سال قبل از آنکه فرانکلین به تتبعات و تحقیقات گرانبهای خویش بپردازد ، دانشمندان تا حدی به ماهیت آذرخش وقوف داشتند ، و کمابیش میدانستند که این نمود هم نوعی تخلیه‌ی الکتریکی است . لیکن وجه امتیاز فرانکلین بر متقدمین آنست که وی توانست طرح آزمایشی تهیه کند تا این فرضیه عملاً به ثبوت برسد . از جمله دستگاهی تعبیه نمود که نحوه‌ی انجام عمل تخلیه‌ی الکتریکی بین دوا بر باردار ، یا یک ابرو زمین را بوجهی روشن و واضح نشان میداد . آنگاه چنین اندیشه کرد که اکنون که یک هادی کوچک نوک دار میتواند بار الکتریکی جسمی را که در آزمایشگاه وی بر پایه‌ی عایق نصب شده بگیرد ، مسلماً اگر جسم‌های بزرگی را هم در زمین قرار دهیم ممکن است الکتریسیته‌ی ابرها را جذب نماید . لاجرم فکر خلاقه‌اش

به اینجا رسید که « حال که خاصیت و نیروی اجسام نوک دار شناخته شده ، چه بهتر که از آن به نفع بشریت استفاده کنیم و ، با کومک این شناسائی ، خانه ها کلیساها ، کشتیها ، و غیره را از آسیب و گزند برق و صاعقه محفوظ بداریم . برای این منظور کافی است در بالاترین قسمت این ساختمانها میله های نوک تیز آهنی قرارداد و از انتهای این میله ها سیمی از خارج بنا به زمین (چاه) متصل کرد . البته برای جلوگیری از زنگ زدگی باید میله ی آهنی را با رنگ اندود کرد . در مورد کشتی ها میتوان سیم را از کنار نردبان طنابی کشتی گذراند و در آب انداخت . »

فرانکلین آزمایشی را که برای اثبات فرضیه ی خویش انجام داده بود ، چنین تشریح میکند « بر فراز برج یا مناره ای طاقکی چوبی که گنجایش یک نفر و یک پایه عایق الکتریکی داشته باشد قرار دادم . در وسط این پایه عایق میله ی آهنی نصب ، و آن را به خارج طاقک چوبی برده ، بطور عمودی ، و با اندازه ی ۶ الی ۹ متر برافراشتم . نوک این میله آهنین کاملاً تیز بود . اگر پایه ی عایق الکتریکی خنک و تمیز بود ، چه بسا مردی که بر روی آن ایستاده بود ، بهنگام عبور برها از نزدیکی سطح زمین ، باردار میشد و جرقه میزد زیرا میله ی آهنین آتش الکتریکی را از ابر به بدن وی منتقل می ساخت هر کس میتواند این آزمایش را انجام دهد ؛ چنانچه در نظر تان احتمالاً کمترین خطری متصور باشد - گرچه من چنین تصویری نمیکتم - ممکن است مرد بر کف طاق چوبی بایستد ، و سیمی را که دارای دسته ی مومی است در دست بگیرد . حال اگر گاه و بیگاه انتهای دیگر سیم را به میله ی آهنی نزدیک کند - ملاحظه خواهید کرد که ، در اثر باردار شدن ، جرقه ای میان آن و سیم ایجاد خواهد گردید ، و در عین حال هیچگونه صدمه ای هم به وی نخواهد رسید . »

آزمایش معروف طاقک چوبی ، در فرانسه ، اولین بار ، در دهم مه ۱۷۵۲ - بسوسیله ی **دالیبار**^۱ انجام گرفت . هم او بود که بنا بر درخواست

۱ - Dalibard , Thomas Francoic (۱۷۰۳ - ۱۸۹۹) ، گیاه -

شناس و فیزیکدان فرانسوی . اولین دانشمندی بود که سیستم لینه را در باب طبقه بندی نباتات پذیرفت . در باب الکتریسیته زحمات بسیار کشید . آثار عمده اش عبارتند از نباتات فرانسه (۱۷۴۰) و خلاصه ای از نظریه ی الکتریسیته (۱۷۵۲) .

ژرژ بوفون^۱ عالم بزرگ فرانسوی، کتاب فرانکلین را به فرانسه ترجمه کرد. لوئی پانزدهم، پادشاه وقت فرانسه، نسبت به این کتاب بحدی علاقه‌مند شد که دستور داده پاره‌ای از آزمایشات مندرج در آن را در حضور وی بمرحله‌ی اجرا درآوردند؛ کمی بعد این آزمایشات در لندن هم بمعرض اجرا درآمد، و در هر مورد شاهدهایی عادل، صحت نظریات دانشمندی را که از فیلا دلفی قد علم کرده بودند تأیید کردند. حتی يك کار - خانه‌دار جسور انگلیسی آگهی کرد که ماشینهای ساخته است که «علا، و بوسیله‌ی آزمایش، نظریه‌ی فرانکلین را در مورد رعد هم اثبات می‌کند». فرانکلین شخصاً به آزمایش اخیر مبادرت ننموده بود زیرا می‌پنداشت که برای این منظور بنائی بسیار عظیم و مرتفع لازم است، و در انتظار آن بود تا ساختمان مناره‌ی کریست چرچ (Christ Church) در فیلا دلفی به پایان برسد. فرانکلین، پس از چاپ و انتشار کتاب، و قبل از آنکه از اخبار مربوط به توفیق دالبیار در اجرای آزمایش در اروپا مستحضر گردد، طرح اجرای آزمایش بادبادک را ریخت و آنرا بنحو احسن انجام داد.^۲

فرانکلین تجربیات دیگری هم معمول داشت و دستگاه‌های نوینی تعبیه نمود تا مسئله‌ی باربرقی ابرها را مورد مطالعه‌ی بیشتری قرار دهد. یکی از جالبترین و برجسته‌ترین آنها دستگاهی بود مشتمل بر دو زنگ - اخبار، که وی در اطاق کار خود قرار داده بود. یکی از زنگها بوسیله‌ی میله‌ای با زمین ارتباط داشت، و دیگری بامیله‌ی نوك تیز به سقف اطاق

۱ - Buffon' George Louis Leclerc ، ۱۷۰۷-۱۷۸۸، نویسنده

و عالم طبیعیات فرانسوی. دارای افکاری بلند بود، و در نوشتجات خود از اصل صراحت و ساده نویسی پیروی میکرد. آثار معروفش تاریخ طبیعی و دوره‌های طبیعت میباشد.

۲ - موضوع آزمایش بادبادک که همواره از آن سخن بمیان می‌آید عبارت از آنست که وی، در يك روز طوفانی، بادبادکی را که به انتهای نخ ابریشمی آن کلیدی بسته بود بهوا فرستاد، و ملاحظه نمود که جرقه‌ای از کلید بردست او میزند؛ و نوع جرقه‌ها کاملاً مشابه جرقه‌هایی است که از بطری لید تولید میشود.

متصل بود؛ و گلوله‌ای کوچک در میان این دو آویزان. هرگاه ابری باردار از بالا عبور میکرد، گلوله بحرکت در می‌آمد، و زنگها را بصدا در می‌آورد. فرانکلین از تحقیقات دقیقی که در این باره انجام داد، بزودی پی برد که ابرها نیز ممکن است دارای بار برقی مثبت یا منفی باشند. همچنین دریافت که همچنانکه غالباً برق از ابر به زمین می‌آید، ندرتاً هم ممکن است از زمین به ابر منتقل گردد. نظریه‌ی اخیر مسئله‌ای است که در عصر حاضر در اثر تحقیقاتی که ب. ج. ف. شونلند B. J. F. Schonland و دستیارانش، در جنوب آفریقا انجام داده‌اند به ثبوت رسیده است.

گرچه تحقیقات فرانکلین در باره‌ی برق و اختراع برقگیر باعث شهرت عالمگیر وی گردید، ولی آنچه بیشتر دانشمندان معاصری را تحت تأثیر قرار داد موضوع مطالعه‌ی دقیق خازن‌ها بود که صیت معروفیت او را بلند آوازه ساخت.

در قرن هجدهم خازن عبارت بود از ظرفی بلورین که قسمت خارجی آن را ورقه‌ای فلزی پوشانیده و درونش از ساچمه و آب و یا ورقه‌های نازک فلز پر شده بود. دهانه‌ی این ظرف با درپوشی چوبی بسته شده، و یک میله‌ی فلزی که قسمت بالای آن گلوله‌ای شکل بود، از وسط این درپوش می‌گذشت. به انتهای میله زنجیری فلزی متصل بود که در آب یا ساچمه‌ی درون شیشه فرو رفته بود. این نوع خازن در خلال سالهای ۱۷۴۰ و ۱۷۵۰ ساخته شده و بطری لید نام داشت. وجه تسمیه‌ی آن این بود که یکی از سازندگان عمده‌ی آن پیتروان موشن بروک^۱ سمت استادی دانشگاه لید^۲ را داشت. اساس خازن‌ها عبارتست از استقرار یک جسم عایق یا دی الکتریک^۳ (مانند هوا، شیشه، موم، یا کاغذ) در میان دو سطح هادی، بطوریکه به هر دو متصل باشد. در اولین بطری

۱- Pieter Van Musschenbroek، ۱۶۹۲-۱۷۲۱، فیزیک‌دان

هلندی، استاد دانشگاه لید. یکی از سازندگان بطری لید بود.

۲- Leyden، شهری در مغرب هلند، دارای کارخانجات نساجی و ماشین سازی. شهرتش بواسطه‌ی دانشگاه معروف آنست که در ۱۵۷۵ تأسیس یافته و قدیمی‌ترین دانشگاه این کشور بشمار میرود.

۳- dielectric، اجسامی هستند که عایق جریان بوده و برای جدا کردن در بین آنها قرار داده میشوند.

لیدی که ساخته شد ، هادی داخلی آب ، وهادی دیگر دست آزمایشگر بود ، و عایق وسط شیشه . موشن بروک این تعبیهی ساده را بعداً با کومک آزمایشاتی که بایک ماشین الکتریکی بعمل آورده بسط داد . این ماشین عبارت بود از گلوله‌ای شیشه‌ای که بر پایه‌ای سوار ، و بوسیله‌ی تسمه‌ای می‌چرخید . آزمایشگر گلوله را در دست میگرفت بطوریکه ، بر اثر مالش گلوله در دست ، باری الکتریکی در آن تولید میشد . این بار برقی به لوله‌ی تفنگی منتقل میشد ، و از انتهای لوله تفنگ سیمی آویخته بود که قسمتی از آن در ظرفی شیشه‌ای پر از آب قرار داشت . موشن بروک ظرف شیشه‌ای را در دست گرفته دست‌چپ را به لوله‌ی تفنگ نزدیک کرد تا ایجاد جرقه نماید : « ناگاه دچار ارتعاشی چنان شدید گردیدم که گویا صاعقه بر بدنم فرود آمده و هم الان مرا بکام مرگ فرو خواهد برد . »

خازن الکتریکی دستگاهی شکفت‌آور بود . هر چه آنرا بزرگتر و مفصلتر می‌ساختند ، ارتعاشاتی هم که از آن حاصل میشد قویتر و نیرومندتر میگردد . ظاهر امر چنین مینمود که بهر نوعی که الکتریسیته در آن گنجانیده شود ، بیش از هر مجموعه‌ی دیگری که از نظر بزرگی بهمان اندازه باشد نیروی برق را در خود جای میدهد . در آن عصر چنین می‌پنداشتند که سیال الکتریکی در آن ذخیره شده است . موشن بروک چگونگی این آزمایش را ضمن رساله‌ای که به آکادمی علوم فرانسه عرضه داشت تشریح کرده بود ؛ این نامه بعداً در نشریه‌ی آکادمی مزبور بچاپ رسید . در پایان نامه چنین متذکر شده است که : دیگر حاضر نیست ، حتی اگر تمامی کشور فرانسه را به وی اعطا کنند ، خود را دچار چنان ارتعاش و لرزشی هائل بنماید . پرستلی این سخن را ناشی از ترس دانسته و گوینده‌ی آنرا مورد سرزنش و انتقاد قرار داده و این استاد بزدل و جبان را با آقای بز (Boze) بلند نظر مقایسه میکند و به تضادی که بین شخصت آندو قائل شده است اشاره مینماید . دانشمندان اخیر ، با دلاوری و شجاعتی حقیقی ، آنچنان که در خور آموذ و کل^۱ است ، اظهار

۱- Empedocles ، ۴۹۵ - ۴۳۵ ق م ، فیلسوف یونانی که در طب و علوم

طبیعی تبجری تام داشت تا آنجا که پاره‌ای از معاصرین نسبت جادوگری هم به او میدادند . درباره‌ی مرگش روایات مختلف وجود دارد و از جمله آنکه خود را با کمال تهور و شجاعت در آتششان اتنا انداخت و بسوخت .

داشته بود که «وی حاضر است جان خود را در این راه فدا نماید تا شاید کیفیت ونحوه‌ی مرگش موضوع تازه‌ای برای نشریات فرهنگستان علوم بشود و نسبت به پیشرفت وتوسعه‌ی اثرالکتریکی اطلاعات بیشتری بدست آید.» پرستلی سپس از ریچمن^۱ یاد میکند که جان در راه اجرای آزمایش اطاقك چوبی فرانکلین گذاشت؛ و چنین متذکر میگردد که «هرفیزیک دانی را این مقام نیست که با چنین مرگی شرافتمندانه، نظیر ریچمن بمیرد.»

بطری لید نظر و توجه کلیه‌ی الکتریسین‌های جهان را برانگیخت و موجب شگفتی و اعجاب آنان گشت بطوریکه نسبت به چگونگی و نحوه‌ی کار آن از خود پرسشهایی مینمودند. پرستلی در این باره چنین متذکر میشود «همه میخواستند آزمایش را ببینند، وعلیرغم مخاطرات هائلی که بدان نسبت داده میشد، شخصاً ارتعاش و لرزش حاصله از آن را احساس نمایند. این تعبیه‌ی جدید درفرانسه وجهه‌ای دیگر بخود گرفت، و در آن واحد هم شوق شدید درباریان را برای تماشای مناظر جالب ارضا کرد، و هم توجه فراوانی را که به علم داشتند اقناع نمود. روزی، باکومک‌همین ارتعاش، دسته‌ای مرکب از ۱۸۰ سرباز، ناگهان، بهوا پریدند؛ و شاید تاکنون هرگز پرش يك گروهان سرباز تا اینحد منظم، دقیق، و بيك اندازه نبوده باشد. روزی دیگر هفتصد نفر از راهبان دیرپاریس آزمایش ارتعاشی را تجدید نمودند بدین نحو که هريك، بوسیله‌ی دست، با دو نفر دیگر در تماس قرار گرفت؛ آنگاه این صف طویل، بوسیله‌ی يك بطری لید، چنان به جست وخیز درآمد که هیچگاه مردم فرانسه چنان گروه بالت عظیمی پخاطر ندارند. حتی جمعی آزمایشگران دوره گرد هم، در گوشه و کنار، به اجرای این تجربه پرداختند؛ و، با سرگرم ساختن مردم، به تلاش معاش مشغول شده ثروتی برای خود جمع میکردند.

فرانکلین مسئله‌ی پیچیده و جالب خازن را مورد توجه دقیق قرارداد

۱- Richman، دانشمند روسی که در ۱۷۶۳، ضمن آزمایش برقی هلاک گردید. وی در اطاق کار خود میله‌ای قرارداد بود که از بام خانه عبور میکرد و الکتریسته‌ی هوا را جذب مینمود. روزی که طوفان بزرگی برپا بود، وی، بر اثر نزدیک شدن به میله، درگذشت.

میکوشید تا کلیه‌ی اطراف وجوانب آنرا دقیقاً بررسی کند . از همین نکته میتوان بخوبی استنباط کرد که وی در راه و رسم آزمایشات علمی تاجه پایه ورزیدگی و تبجر داشت . فرانکلین پی برد که بار هادی داخلی همواره مخالف بار هادی خارجی است ، و اگر این دارای بار مثبت باشد ، بار آن منفی خواهد بود ؛ بعلاوه کمیت بار الکتریکی در هر دو مساوی است . بمباره آخری وبه بیان ساده تری هرگاه بطری لیدی را باردار کنیم ، یکی ازدو هادی دارای همان اندازه سیال الکتریکی خواهد شد که دیگری آنرا ازدست داده است و یا « در واقع ، نه بعد از آنکه يك بطری لید را پر کردیم الکتریسته‌ای بیشتر از حالت قبلی خود دارد ، و نه آنکه پس از تخلیه ، مقداری کمتر . » فرانکلین ، برای اثبات این مطلب ، سر سیمی را به سرب پوشش خارجی يك بطری وصل کرده و سردیگر آنرا به گلوله‌ای فلزی ، که متصل به آب درون بطری بود ، نزدیک ساخت (ولی نه آنقدر نزدیک که هنگامیکه بطری باردار میشود ، ایجاد جرقه نماید) . سپس بطری را بر پایه‌ای عایق (قطعه‌ای موم) گذاشت ، و چوب پنبه‌ی کوچکی را که به نخی آویزان بود در وسط سیم و گلوله قرارداد و مشاهده کرد که چوب پنبه « آنقدر به اینسو و آنسو حرکت کرد تا آنکه بار الکتریکی بطری تمام شد . » از این آزمایش مسلم گردید که چوب پنبه آنقدر الکتریسته را از هادی مثبت به هادی منفی منتقل میکند تا آنکه تعادل برقرار شود .

از این گذشته فرانکلین ثابت کرد که « تمامی نیروی بطری و قدرت مولد ارتعاش در خود شیشه است . » قطعاً خوانندگان میل دارند بدانند که چگونه وی به این مطلب بسیار مهم پی برد ؟ امروزه هر محصل رشته‌ی فیزیک میداند که ، در مواردی چنین ، یگانه راه بررسی موضوع عبارت از آنست که قسمتهای مختلف دستگاه يك يك و جزء بجزء مورد آزمایش قرار گیرد ، و عمل هریک مشخص گردد . لیکن در روزگار فرانکلین ، به این قاعده‌ی ساده کسی توجه نداشت تا آنجا که حتی معاصرین وی بهیچوجه از عهده‌ی اجرای آزمایشاتی که فرانکلین انجام میداد بر نمی آمدند .

وی يك بطری لید را گرفته وبا دقت هر چه تمامتر چوب پنبه و سیم آنرا که در آب فرو رفته بود خارج ساخت . سپس بطری را در يك دست گرفته و دست دیگر را به دهانه‌های آن نزدیک نمود : « ناگاه جرقه‌ای عظیم از آب بیرون جست ، و ارتعاش حاصله بقدری قوی بود که گویی هنوز

سیم در آن باقی است؛ و از اینجا معلوم گشت که نیرو به سیم ارتباطی ندارد. «فرانکلین، پس از انجام این آزمایش، باخود گفت حال که نیرو مربوط به سیم نیست شاید با آب درون بطری بستگی داشته باشد. لاجرم بار دیگر بطری لید را باردار کرد، و مانند دفعه قبل چوب پنبه و سیم را از آن خارج نمود و با منتهای دقت آب را در یک بطری لید خالی، که برپایه‌ی عایقی قرار داشت، ریخت؛ ولی در بطری دوم اثری از نیروی الکتریسته ظاهر نگشت. فرانکلین در این مورد چنین متذکر میشود «واضح است که اگر بار الکتریکی یا نیرو با آب بستگی داشت، می‌بایست بطری، پس از تخلیه‌ی آب آن، نیروی خود را از دست داده باشد، ولی عملاً معلوم شد که نیرو در بطری اولیه باقی مانده زیرا پس از آنکه آنرا با آب تازه که فاقد نیروی برق بود پر کردیم، بار دیگر تولید ارتعاش نمود. از این تجربیات مسلم گردید که عامل اصلی همان شیشه یعنی عایق بین دو هادی است. فرانکلین، هنوز با مشکل دیگری مواجه بود، و آن اینکه آیا این خاصیت صرفاً مربوط به شیشه است و یا آنکه شکل بطری لید هم در آن تأثیر دارد؟»

مرحله‌ی بعدی آزمایش متضمن اختراع خازنهای با صفحات موازی بود. فرانکلین جام بزرگ شیشه‌ای را در بین دو ورقه سرب که هر دو یک اندازه، و اندکی از شیشه کوچکتر بودند، قرار داد. پس از باز کردن این خازن، صفحات سربی را که دارای باری اندک بودند کنار گذاشت، و مشاهده کرد که بهر نقطه‌ی شیشه که دست بزند جرقه‌ی کوچکی از آن برمیخیزد. مجدداً صفحات سربی را که بار الکتریکی آنها کاملاً تخلیه شده بود بر جای خود قرار داد، و ملاحظه کرد که جریانی بین آنها برقرار گردید و و آنرا «جرقه‌ی بزرگی بوجود آمد.» امروزه، هنگامیکه این آزمایشات در مدارس معمول میگردد، آنرا «آزمایش پیاده کردن خازن» نام می‌نهند، و در توجیه آن متذکر میشویم که «دی الکتریک» یا شیشه در حین بارگیری پولاریزه شده یعنی مبدل به یک الکترت^۱ گردیده است. پاره‌ای از انواع موم را میتوان از این راه بسادگی، و فقط بر اثر حرارت دادن، پولاریزه نمود. چنین الکترتی، بنهائی مقداری ناچیز بار برقی

۱ - electret، وضع خاص یک دی الکتریک که حالت قطبی پیدا کرده

باشد؛ و یا عایقی که مقداری الکتریسته در سطح خود گرفته باشد.

بیرون میدهد (و یا هیچ). لیکن اگر يك جسم هادی قوی در دو طرف آن قرار دهیم خازنی باردار بوجود می آید که میتوان آنرا، مانند دگرخازنها تخلیه کرد. فرانکلین، درباب این دسته خازنها، که امروزه در آزمایشگاههای مدارس هم موجود است، واقعیت جالب دیگری هم کشف کرد و آن اینکه هر چه عایقی که دو هادی را از هم جدا میکند نازکتر باشد، جرقه و بطور کلی نیروی الکتریکی-قویتر خواهد بود.

آزمایشی که فرانکلین در باب تعادل نیروی الکتریکی مثبت و منفی هادیهای خازن انجام داد، و تدقیق و تعمقی که وی درباب حرکت چوب پنبه در بین دو هادی بعمل آورد، الهام بخش فکر مهم تازه ای شد که وی خود بدان توجهی معطوف نداشت. امروزه بخوبی میدانیم که خازن هیچگاه، دفعه^۱ و به يك ضرب خالی نمیشود بلکه تخلیه ای آن بصورت يك سلسله نوسانات انجام میگردد. واقعیت اخیر در صنعت رادیوسازی و الکترونیک نوین واجد اهمیت بسزائی میباشد.

تجربیات متعدد و مهم فرانکلین و نظریات عالی او مبشر دوره ی جدیدی در مبحث الکتریسته بشمار میرود. وی آنچه را، امروز اثر فاراده مینامیم کشف کرد، و مخصوصاً دریافت که بار هر جسم هادی مجوف کروی شکل (یا استوانه ای شکل) بر سطح خارجی آن متمرکز می شود. فرانکلین نخست قادر به بیان و توجیه این واقعیت نبود، ولی بعداً جواب آنرا یافت؛ و آن اینکه سیال الکتریکی خودگزیر است، و تقارن هادی سبب میشود که سیال خود بخود بر سطح خارجی آن توزیع گردد. جوزف پرستلی از این بیان چنین نتیجه گرفت که قانون اثر الکتریکی باید به نسبت عکس مجذور فاصله یعنی مشابه قانون جاذبه باشد. این استنتاج و نظریه، با آنکه انتشار یافت، مورد توجه قرار نگرفت. و حتی شاید بتوان گفت که در بوته ی فراموشی ماند تا آنکه مجدداً بوسیله ی کولن^۱ کشف و به قانون کولن موسوم گردید.

۱- Coulomb Charles Auguste, ۱۷۳۶ - ۱۸۰۶، مکانیسین

وفیز کداز. ر. سوی کولن در مبحث الکتروستاتیک و مغناطیس تحقیقات جامعی نمود، و قانون اثر الکتریکی را کشف کرد و آن اینکه، قوه ی دافعه ی بین دو جرم الکتریکی (اعم از آنکه هر دو مثبت یا منفی بوده و همدیگر را دفع کنند، و یا

اهمیت دیگر نظریه‌ی فرانکلین، در سهولت استعمال آن برای اندازه‌گیری است بدین ترتیب که وی توجه خود را به مقدار سیال الکتریکی یا بار الکتریکی که هر جسمی بخود میگرفت و یا از دست میداد معطوف داشت. در آزمایشاتی که با دو جسم بعمل می‌آورد، تجربه را علی‌السویه با هر دو انجام میداد زیرا قانون بقای بار الکتریکی وی مشعر بر این بود که مقدار باری که یکی از دو جسم گرفته دقیقاً برابر باری است که دیگری از دست داده است. اولین الکتریسین‌هائی که به اندازه‌گیری کمی بار الکتریکی پرداختند - از قبیل ولتا، بنه (Bennet) کانتن (Canton)، کوندیش و هنلی (Henley) - اصل نظریه‌ی سیال واحد بنجمین فرانکلین و قانون انرژی را که از آن استنتاج میشد هادی و راهنمای خویش قرار دادند.

غالباً گفته میشود که فرانکلین، در توجه به عالم علم‌دانش وجهی خاص امریسکائی را حفظ کرده است؛ و اگر نه آنکه علم را صرفاً از جنبه‌ی عملی و سود و منافع آن در نظر گرفته باشد، لااقل این کیفیات عمده^۲ منظور و هدف اصلی وی بوده است. مدعیان اینگونه قضاوتها استفاده‌های علمی فرانکلین را از علوم دلیلی بر صحت مدعای خود بشمار می‌آورند. گرچه وی، پس از کشف اثر اجسام هادی نوک‌دار متصل به زمین، و اثبات این واقعیت که ابرها نیز دارای بار الکتریکی هستند، از کشفیات خود استفاده کرد و میله‌ی برقگیر را ساخت، ولی باید توجه داشت که وی صرفاً به منظور ساختن برقگیر دست بکار این اکتشافات نشد و کمر همت در طلب آن نیست. اختراعات فرانکلین را میتوان به دو طبقه تقسیم نمود: دسته‌ای از آنها جنبه‌ی افزاری محض داشت، منجمله عدسیهای دو کانونی (که ساختن آن مستلزم معرفت عمیق و کامل به اصول مبحث نور نمیباشد) و اسبابی^۳ برای برداشتن کتاب از قفسه، بدون آنکه انسان از صندلی خود تکان بخورد،

آنکه با علامت مخالف یکدیگر را جذب کنند) متناسب با جرم الکتریکی (مقدار الکتریسته) هر یک و معکوس فاصله‌ی آنها است. بمبارت آخری اگر P و P' این دو جرم الکتریکی (مقدار الکتریسته) و فاصله‌ی آنها باشد قوه‌ی جاذبه یا دافعه‌ی بین جرمهای P و P' عبارتست از $F = K \cdot \frac{P \cdot P'}{r^2}$ (K ضریبی است مربوط به انتخاب واحد).

و غیره . دسته‌ای دیگر ، نظیر میله‌ی برقگیر در اثر مطالعات علمی نظری صرف بسط و تکامل یافته است ؛ و اگر توجه فرانکلین به علوم صرفاً از جنبه‌ی سود جوئی بود ، شاید اصلاً گرد مبحث الکتریسیته نمیگشت و مطلقاً قدم در اینراه نمیگذاشت . در قرن هیجدهم از الکتریسیته تنها يك استفاده‌ی عملی میشد و آن ایجاد ارتعاشات الکتریکی برای درمان بیماریها و مخصوصاً درمان بیماری فلج بود . گرچه فرانکلین هم گاهی در اینگونه درمانها شرکت مینمود ، ولی شخصاً عقیده نداشت که اصولاً بتوان ، با ارتعاش ، بیماری فلج را درمان کرد . وی ، بر اثر اطلاعات وسیع و بصیرتی که در روانشناسی داشت ، معتقد بود که بیشتر شفا یافتگان ادعائی بر اثر تلقین و صرف عقیده به تأثیر فوق‌العاده و معجزه آسای ارتعاش برقی درمان یافته‌اند نه آنکه ماهیت سیال الکتریکی آنها را معالجه کرده‌باشد .

فرانکلین ، از آنجا که تشنه‌ی حقیقت بود ، طبیعت را موضوع مطالعه و تحقیقات خود قرار داد ، و میکوشید تا پرده از اسرار آن برگیرد ، و مجهولات آنرا روشن سازد . و چون تصادفاً اسبابهای فیزیکی مربوط به الکتروستاتیک در دسترس قرارگرفت ، لاجرم این مبحث را برگزید . قضا را بزودی پی برد که مبحث الکتروستاتیک مشتمل بر موضوعاتی است که با استعداد و ذوق خاص او سازگاری و مناسبت دارد . وی ، با فکر بلند و استعداد خاصی که تنها نزد پاره‌ای از محققین علم میتوان یافت ، در پایان یکی از نامه‌های خویش ، با فروتنی هرچه تمامتر چنین متذکر میشود دوست عزیز ، این افکار ، اکثر ، خام و نپخته است ، و در تنظیم و انشای آنها تعجیل و شتابی بکار رفته ؛ لاجرم در مواردی شاید دور از اندیشه و فکر صائب باشد . و اگر من طالب بدست آوردن نام و اشتهار در حکمت (فلسفه‌ی طبیعی یا علوم) بودم ، میبایست آنها را نزد خود آنقدر نگاهدارم تا بمرور زمان و در اثر تجربیات دیگر پخته و اصلاح شود و به کمال برسد ولی از آنجا که در گفتن اثری است که در نگفتن نیست ، و انتشار تجربیات - حتی اگر هم ناقص باشد - در هر رشته‌ی جدید از علوم تأثیر فراوان و بسزائی در برانگیختن دانشمندان و بزرگان علم بدان موضوع دارد علیهذا شما مجازید این نامه را بهر کس که میل دارید ارائه دهید . من توسعه و پیشرفت علوم را ، از این راه ، بر آنکه دوست شما را دانشمندی مجرب و فیلسوفی دقیق بشمار آورند ، ترجیح میدهم . »

پس از کشف الکترون و پروتون و نوترون ، بسیاری از نویسندگان جدید به بحث در اطراف این مسئله پرداخته‌اند که آیا نظریه‌ی سیال واحد فرانکلین با مفهومات جدید سازگارتر است یا نظریه‌ی سیال دو گانه که از طرف رقبای وی عرضه شده ؟ بمقیده‌ی من اینگونه مباحثات فاقد هرگونه ارزش علمی است ؛ و خدماتی که فرانکلین ، در مبحث الکتریسته ، به جهان علم‌ودانش نموده ، بهیچوجه ارتباطی به این مسئله ندارد که نظریات وی تا چه حد بانظریه‌های جدید سازگاری و توافق داشته است ؟ بلکه ارزش واقعی وی در تأثیری است که افکار و نظریاتش در هدایت و راهبری دیگر مردان علم ، و توفیق اینان در نیل به مراحل تکامل و ابداع نظریات نوین داشته است .

بهنگامیکه فرانکلین دست بکار تحقیقات علمی گردید، دنیای علم تحت تأثیر سلطه و افسون آیزاک نیوتن بود. دانشمند اخیر ، با کتاب اصول خود ، نشان داده بود که هر گونه حرکتی را میتوان با فرمولهای ساده‌ی ریاضی بیان کرد . در آن دوران کلمه‌ی دانشمندان عقیده‌ای قاطع پیدا کرده بودند که ریاضیات و قوانین ریاضی یگانه مفتاح درک طبیعت و اسرار آن میباشد . ولی گروه کثیری از آنها از راز موفقیت نیوتن در بکار بستن تخیلات ریاضی برای مکانیک ارضی و سماوی غافل بودند ، و نمی‌دانستند که وی چگونه در این راه توفیق بدست آورده است ؟ ! آری غافل بودند و نمی‌دانستند که پیروزی او صرفاً از این راه انجام گرفته بود که وی واقعیت‌ها را جمع و متمرکز ساخت ، سپس آنها را طبقه بندی نمود ، و به صورتی در آورد که توانست ، به کومک نبوغ عظیم خویش ، نخستین ترکیب جامع بزرگ عصر نوین علمی را بوجود آورد . لیکن همین نیوتن ، هنگامیکه به مبحث نور رسید ، نه توانست آنرا هم نظیر مکانیک ترکیبی جامع بخشد ، و نه آنکه کشفیات کمی و کیفی خود را در قالب يك قانون کلی ریاضی در آورد . با اینوصف ، وی در پهنه‌ی نور ، یکی از قهرمانی است که راه را برای محققان و بزرگان بعدی هموار نموده و بار آنان را در یافتن ترکیب‌های جامع سبکتر ساخته است . وی در سرلوحه‌ی کتاب خشک اصول چنین نوشته است « من هیچگونه فرضیه‌ای عرضه نمیکنم . » ولی در کتاب مبحث نور وی يك سلسله پرسشها و پاسخهایی در باره‌ی واقعیتهای مشهود وجود دارد . این سلسله پرسشها و پاسخها شباهتی تام با مطالعاتی دارد که فرانکلین در

باری نمودهای الکتریکی بعمل آورده است. در عصر فرانکلین وضع مبحث الکتریسیته هنوز به مرحله‌ای نرسیده بود که بتوان آنرا از نظر ریاضی بصورت ترکیبی جامع در آورد، و از این لحاظ میتوان آنرا نظیر وضع مبحث نور در عصر نیوتن دانست. لاجرم علم الکتریسیته هم به قهرمانانی احتیاج داشت تا پرده‌ی اسرار را بسوی افکنند؛ واقعتهائی در باب بار الکتریکی، لقاء، اتصال به زمین، عایق بین اجسام هادی، تأثیر شکل هادیها و غیره و غیره را کشف کنند؛ و نظریه‌ای استادانه و صحیح بنیان نهند تا بتوان این واقعتهای را یکسان کرد و توجه علما و دانشمندان را به عوامل اصلی، که قابل اندازه‌گیری باشند، جلب نمود. پیروزی فرانکلین در این مورد راه را برای دانشمندان و صاحب نظران قرن نوزدهم هموار ساخت.

لیکن از اینها گذشته تبحر و استادی فرانکلین در راه و رسم آزمایش و بیان خالی از تناقض وی در قالب الفاظ و مفهومات ساده‌ی فیزیکی، و بالاخره کشفیات مهم و تازه‌ای که در باب واقیتهای طبیعت نموده موجب گردید که علم تجربی، در قرن هیجدهم، از نظر معاصران وی ارزش و اعتباری خاص پیدا کند. دیدرو^۱، فیلسوف فرانسوی، در مقاله‌ی خود در باب تعریف طبیعت متذکر شده است که کتاب فرانکلین در الکتریسیته مانند کارهای شیمی‌دانهای بزرگ، ماهیت هنر آزمایش و تجربه را به انسان می‌آموزد، و راه بکار بستن تحقیقات و تجربی را در شکافتن پرده‌های اسرار به وی نشان میدهد بدون آنکه مشکلی بر مشکلات موجود بیفزاید و تاریکیها را افزون نماید.

۱- Didérot، ۱۷۱۳ - ۸۴، فیلسوف فرانسوی؛ از رجال عمده‌ی عصر روشنفکری، و یکی از نوابع جامع دوره‌ی جدید اثر مهم او دایرة المعارف است (۱۷۴۷ - ۷۲) آراء فلسفی او که در رسائل متعدد پراکنده است ترکیب شکاکیت و مادیت جسورانه است. وی مبدع نوع نمایشنامه‌های مربوط به طبقه‌ی دوم است، و نمایشنامه‌ای در آن نوع بنام پدر خانواده نوشته است (۱۷۵۸). دو رمان زن‌متدین و ژاک جبری و هجو نامه‌ای باسم پدر عموی رامو که بصورت مقاله نوشته پس از مرگش انتشار یافته، و مانند کلیه آثار او دارای سبکی کاملاً انفرادی و شخصی است. در ساله‌ی سال‌ها (۱۷۵۹ - ۷۱) در فن نقد ادبی جدید پیشقدم شده است. در اواخر عمر در سن پترزبورگ، به دربار کاترین دوم روسیه راه یافت (۱۷۷۳ - ۷۴).

از این جهت بود که معاصرین فرانکلین وی را نیوتن جدیدی میدانستند؛
 و این اولین همکاری امریکای نوین با دنیای علم و دانش میباشد . و از این
 لحاظ، بلاشك ، جایگاه فرانکلین در کاخ علم و دانش بس رفیع است و بلند ؛
 و نیز تردیدی نیست که وی شایستگی آن را دارد که اولین دانشمند بزرگ
 امریکائی بشمار رود .

مایکل فاراده

از: هربرت کندو

مایکل فاراده عالمی تجربتی و آزمایشگری بشمار میرود که با کشف القاء الکتریسته شهرتی تام بدست آورد. گرچه وی یکی از بینان گذاران فیزیک نوین میباشد، معهدا، در کتابهای تاریخ علم، این نکته کمابیش ملحوظ نظر قرار نگرفته است حال آنکه حقیقت امر آنست که وی انقلابی را آغاز کرد که دوران طولانی فرمانروائی علمی نیوتن را متزلزل ساخت، و علم فیزیک را از نو بر شالوده‌ی نظریات جدید بنا نهاد. فاراده اولین دانشمندی است که نظریه‌ی میدان^۱ را عرضه داشت؛ و همین مفهوم است که راه را برای ابداع نظریه‌ی الکترومغناطیسی جیمز کلارک مکسول و نظریه‌ی نسبیت آلبرت اینشتین و پیشرفتهای سریعی که در قرن بیستم برای درک حقایق فیزیکی نوین بعمل آمده است هموار نمود.

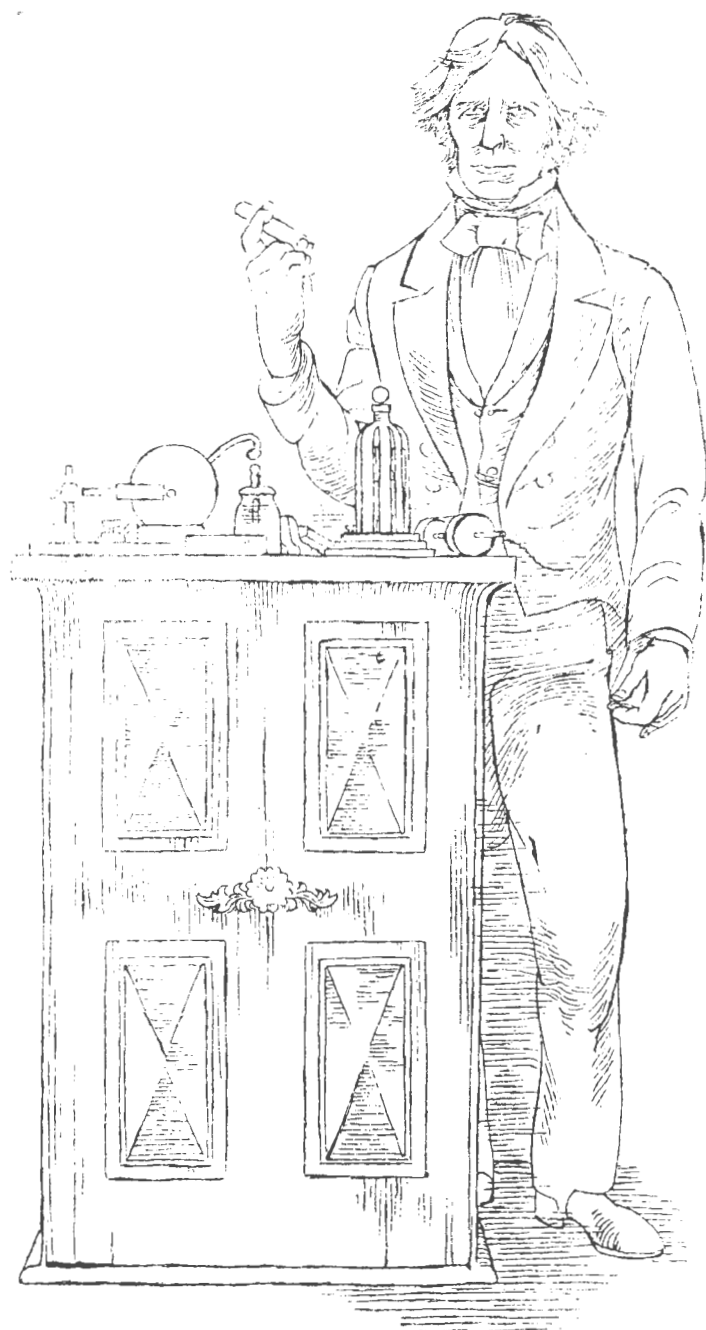
نکنه‌ی قابل توجه و مهم دیگری که باید متذکر شد اینست که وی اطلاعات زیادی در ریاضیات نداشت، و در مدرسه بیش از دوره‌ی ابتدائی تحصیلاتی نکرد؛ و بهمین لحاظ است که شاید غالباً کارهای علمی وی، از نظر دانشمندان فیزیک امروزی، امری عجیب و باور نکردنی تلقی گردد. ولی همان عدم معرفت به اصول و مباحث ریاضیات خود محرك و الهام بخش وی همان عدم معرفت به اصول و مباحث ریاضیات خود محرك و الهام بخش وی گردید بطوریکه مجبور بود برای بیان و توجیه نموده‌های الکتریکی و

۱- میدان یا حوزه، ناحیه‌ای از فضا که در آن پدیده‌ای خود را آشکار می‌سازد (مانند میدان آینه‌ی مسطح) یا در آن میتوان مشاهده یا اندازه گیری کرد. اصطلاح میدان در فیزیک بسیار مهم است. بالخصوص میدان نیرو ناحیه‌ای است از فضا که در آن نیروئی از نوع معین در کار است. مثلاً میدان نیروی برقی (یا مغناطیسی) ناحیه‌ای است که در آن نیروهای برقی (یا مغناطیسی) در کارند، و میدان نیروی ثقل ناحیه‌ای است که در آن نیروی ثقل در کار است.

مفناطیسی مفهومات ساده و غیر ریاضی بوجود آورد. استنتاجی که وی از نظریه‌ی میدان کرد، معرف دو نوع استعداد و نبوغ خاص او است که به بهترین نحوی قلت بضاعت علمی وی را جبران میکند: یکی قوه‌ی الهام و مکاشفه و دیگری استقلال و ابتکار ذهن او.

مترجمین احوال فاراده مخصوصاً قدرت فکر و هوش و تسلط وی را در تحقیقات تجربی مورد توجه قرار میدهند. خوشبختانه وی، در دفترچه یادداشت‌های روزانه‌ی خود، کلیه‌ی مسائل مهم و قابل ذکر را یادداشت کرده بطوریکه امروزه، با مراجعه به دفترچه‌های هفت گانه‌ی یادداشت‌ها و نوشته‌های پراکنده‌ی او، نقطه‌ی تاریکی برای مفسر احوال وی باقی نماند. فاراده به فیزیک و شیمی شوقی تمام داشت، و سراسر وجودش در آتش این اشتیاق میسوخت؛ نسبت به جنس لطیف توجهی نمیکرد (معهدا تأهل اختیار نمود)؛ و مطلقاً در بند جمع آوری مال و ثروت نبود. مسلماً فاراده میتواند از کشفیات خود ثروت هنگفتی بدست آورد، ولی وی، هر یک از طرح‌های علمی و اکتشافات را، هنگامیکه به مرحله‌ی بهره‌برداری و استفاده‌ی تجارتي میرسید، با نهایت بزرگواری و کمال سخاوت‌مندی به دیگران واگذار میکرد. فاراده در خانواده‌ای تنگدست دنیا آمده، و بهنگام مرگ نیز گرد آلود فقر بود؛ وی کار مداوم و لاینقطع را بهترین اجر مادی می‌پنداشت.

فاراده فرزند نعلبندی بود، و در ۲۲ سپتامبر ۱۷۹۱، در لندن، پا بعرصه‌ی وجود گذارد. پدر و مادرش چنان تنگدست بودند که حتی نمی‌توانستند مخارج تحصیلات فرزند خود را بپردازند. وی در یادداشت‌های خود چنین متذکر میشود «تحصیلات من بحدی ناچیز و کوتاه بود که نیازی به شرح و بسط ندارد. من مقدمات خواندن و نوشتن حساب را در مدرسه آموختم، و بقیه‌ی ساعات خود را یا در خانه و یا در کوچه میگذراندم». فاراده در ۱۳ سالگی شاگرد کتابفروشی بنام ریو (Riobou) شد. سال بعد ریو او را برای مدت ۷ سال اجیر کرد تا به صحافی کتابها مشغول شود. فاراده کم‌کم نسبت به کتاب علاقه مند شد. خود در این مورد چنین یاد میکند «هنگامیکه تازه به کارهای صحافی پرداخته بودم، شوق زیادی به خواندن کتابهای علمی که برای صحافی در اختیارم بود پیدا کردم. در بین



BERNARD
BRYSON

این کتابها کتابی بود موسوم به مقالاتی درباره‌ی شیمی اثر مارسه^۱ و جزوه‌هایی از دایرةالمعارف بریتانیکا درباب الکتریسیته .

فاراده در سخنرانیهایی که سرهامفری دیوی^۲ ، دانشمند معروف، راجع به شیمی ایراد میکرد ، حاضر میشد و یادداشتهایی مفصل و مشروح برمیداشت . کمی بعد از انجمن سلطنتی درخواست شغل کرد ولی تقاضایش مورد قبول نیافت .

پس از آنکه دوران ۷ ساله‌ی شاگردی در ۱۸۱۲ پایان رسید، وی به اتفاق مردی بنام دولا روش (Dr. La Roche) صحافی-سیار شد ، ولی در این حرفه توفیقی نیافت ؛ و اندکی بعد از دیوی در خواست شغل نمود . ضمناً یادداشتهای مفصل و منقحی را که از سخنرانیهای وی تهیه کرده بود بعنوان مدرک شوق و علاقه‌ی خویش به مسائل علمی به او نشان داد . دیوی ، که مردی خودپسند بود ، تحت تأثیر قرار گرفت و او را بعنوان منشی خویش استخدام کرد ، ولی پس از چند ماه او را برکنار نمود و به وی توصیه کرد که صلاح در آنست که مجدداً شغل صحافی پیشه کند. ولی بار دیگر نظر دیوی به وی تغییر یافت و او را بعنوان دستیار آزمایشگاه اجیر نمود

از این پس فاراده میبایست تمام ساعات روز را به مطالعه و تحقیق صرف در علوم بپردازد . پس از دو سال گردش و سیاحت در اروپا ، به اتفاق سرهامفری ، به انگلستان بازگشت . و در آزمایشگاه دیوی مشغول کار شد . در همین جا بود که وی آزمایشاتی در باب شیمی ، الکترو شیمی و فلزکاری انجام داد . تجربیات اخیر بحدی مهم و جالب بود که باعث اشتهار و معروفیت وی گردید و او را بعنوان مردی عالم و دانشمند به

۱- Marcet ، ۱۷۶۹-۱۸۳۸ ، شیمی دان سویسی - مؤلف کتاب مقالاتی در

باره‌ی شیمی .

۲- Davy ' Sir Humphrey ، ۱۷۷۸ - ۱۸۲۹ ، دانشمند انگلیسی

در فیزیک و شیمی تحقیقاتی در گاز خنده آور بعمل آورد؛ سودیوم ، پوتاسیوم ، کلسیوم ، باریم ، بور، منیزیم ، و استرونیوم را جداساخت . تجسساتی در الکترو شیمی کرد، و نظریه‌ای را که به موجب آن ئیدروژن معرف و مشخص اسیدها میباشد ، پیش راند

جهانیان معرفی کرد. بنزن^۱ را کشف کرد، و اولین «فلادزنک نزن» راتهیه نمود؛ همو بود که برای نخستین بار بسیاری از گازها را مایع ساخت، و قوانین الکترولیز و دوران سطح نوسویداده را بر اثر مغناطیس کشف کرد. ولی ما در این گفتار به کشف عمده واساسی وی، که الکترو مغناطیس است میپردازیم.

هانس کریستیان اورستد^۲، فیزیکدان دانمارکی، سال ۱۸۲۰ اکتشافی را که در باره‌ی وجود رابطه‌ای بین مغناطیس و الکتریسیته بعمل آورده بود در معرض افکار عامه گذارد. وی پی برده بود که هرگاه عقربه‌ی مغناطیس را در مجاورت سیمی که جریانی پیوسته از آن میگذرد قرار دهیم انحرافی در عقربه حاصل میشود. وی میگفت که یک میدان مغناطیسی در اطراف سیم حامل جریان بوجود می‌آید که خطوط قوای آن بصورت دوایری گرداگرد سیم و عمود بر آن میباشد. سال بعد آندره ماری آمپر^۳ دانشمند فرانسوی، بجای عقربه‌ی مغناطیسی، سیم دیگری را که آنهم حامل جریان برق بود، قرار داده و ملاحظه نمود که یک نیروی جاذبه و دافعه‌ی مغناطیسی در هر دو سیم بوجود آمده که وابسته به جهت جریان میباشد. دیوی و فاراده در همان اوقات که مستغرق در تحقیقات و مطالعات شیمیائی بودند توجه خود را به کشف جدید یعنی الکترومغناطیس نیز معطوف داشتند. نخست صرفاً برای ارضاء روح دانش طلبی خود به انجام آزمایشاتی

۱ - Benzene، بنزن یا بنزول مایعی است بیرنگ، بی‌بو و ممطر که در ۸۰ درجه میجوشد و در ۵۰٫۴۸ درجه منجمد میشود. فرمول آن حلقه‌ای، و از شش اتم کربون تشکیل یافته که بهر یک از آنها یک اتم هیدروژن چسبیده است. سرده‌ی هیدرو کربورهای سری بنزن است که تمام آنها از قطران زغال سنگ بدست می‌آید.

۲ - Orested' Hans Christian، ۱۷۷۷ - ۱۸۵۱، عالم دانمارکی فیزیک و شیمی. بر اثر تحقیقات و مطالعات وی وجود رابطه‌ی بین مغناطیس و الکتریسیته مسلم گردید. همو بود که برای اولین بار آلومی نیوم را جدا ساخت.

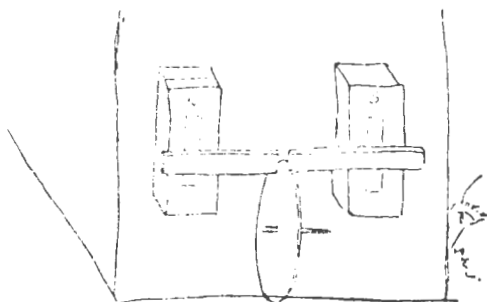
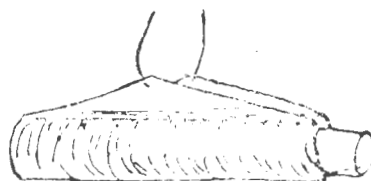
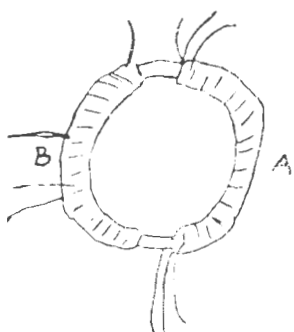
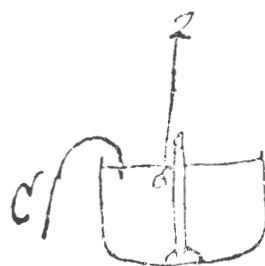
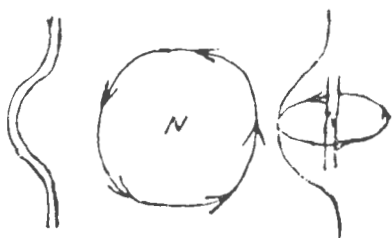
۳ - Ampe, re, André Marie، ۱۷۷۵ - ۱۸۳۶، فیزیکدان بزرگ فرانسوی که الکترو دینامیک را بوجود آورد. در پیشرفت علوم ریاضی، شیمی، و فلسفه هم خدمات برجسته‌ای انجام داده است.

میپرداختند. مقارن همین احوال ویلیام هاید وولستن^۱، دانشمند معروف انگلیسی، به دیوی چنین متذکر شد که میدان مغناطیسی هم ممکن است دورانی ایجاد کند. فاراده این گفتار را نزد خویش چنین تعبیر کرد که منظور دوران سیمی در حول محور خود میباشد. گرچه وی موفق به انجام این منظور نگردید، ولی کمی بعد، شخصاً - شاید هم بر اثر اطلاع از نظریه‌ی اورستد - به تأثیر دورانی و عمودی یک میدان مغناطیسی نسبت به مدار جریان آگاهی یافت؛ و از اینجا چنین استدلال کرد که اگر یک قطب مغناطیسی دور مرکز ثقل خود حرکت آزاد داشته باشد، لاجرم باید دور هادی دوران نماید و بالعکس. ضمناً خود هادی هم باید بتواند در حول قطب مغناطیس دوران کند.

فاراده بلادرنگ به اجرای تجربیاتی پرداخت که منجر به کشف اصول اساسی موتورهای الکتریکی گردید. وی در اولین آزمایش، سیمی از مس را بصورت دسته مته‌ای خم نمود. یک سر سیم در چوب پنبه‌ای که بر پشتکی از جیوه شناور بود قرار داشت، و سر دیگرش، بوسیله‌ی استکان نقره‌ای واژگونی، به یک باطری وصل بود. سپس یک میله‌ی مغناطیسی را درون قسمت خمیده‌ی سیم قرار داد. هنگامیکه جریان از مدار سیم - جیوه عبور کرد، سیم کج آنقدر به اطراف حرکت کرد تا به میله‌ی مغناطیسی که در جای خود ثابت بود رسید. فاراده سپس نحوه‌ی آزمایش را تغییر داد بطوریکه سیم میتواند آزادانه و بلامانع در حول مغناطیس دوران نماید. برای این منظور سیمی راست انتخاب کرده و مانند دفعه‌ی سابق یک سر آن را در چوب پنبه‌ای که بر پشتکی از جیوه شناور بود، قرار داد. آنگاه جریان الکتریسته را از سیم عبور داد و ملاحظه کرد که سیم، مداوم، حول میله‌ی مغناطیس دوران میکند، و بالاخره، پس از آنکه جهت جریان را معکوس کرد، مشاهده نمود که سیم، کماکان، ولی در جهت عکس دوران مینماید. در تصویر صفحه‌ی بعد همین طرحهای ساده و اجمالی آزمایشات که بوسیله‌ی خود فاراده ترسیم شده ملاحظه میگردد.

۱- Wollaston, William Hyde, ۱۷۶۶-۱۷۲۸، عالم انگلیسی فیزیک و شیمی. بالادیوم و رودیوم را کشف کرد. و در باب نوروالکتریسته تحقیقات ذیقیمتی انجام داد. خطوط تاریک طیف شمس و اشعه‌ی ماورای بنفش را کشف کرد. مدال علمی وولستن رادر کانی شناسی بوجود آورد.

طرح‌هایی که از یادداشتهای فاراده نقل میشود بهترین معرف پیشرفت و تکامل تجربیاتی است که وی در رشته‌ی الکترومغناطیس انجام داده است. طرحی که در بالا و سمت چپ صفحه دیده میشود نمودار آزمایشی است که طی آن فاراده یک سیم هادی را خم کرده و یک انتهای آن را در چوب پنبه‌ای که بر پشتکی از جیوه شناور بود قرار داده است، و سپس، با قراردادن یک میله‌ی مغناطیسی در قسمت خمیده‌ی سیم، باعث گردید تا سیم حول میله‌ی مغناطیسی دوران کند. این اولین آزمایشی بود که برای اثبات دوران الکترومغناطیسی بعمل می‌آمد. بعداً فاراده میله‌ی مغناطیسی را عموداً در پشتکی از جیوه قرار داد تا آنکه هادی شناور بتواند آزادانه و کاملاً حول آن بچرخد. طرح آزمایش دوم مبنای موتورهای الکتریکی بشمار میرود، و همانست که در بالای صفحه در طرف راست دیده میشود. در ۱۸۳۱، وی دو سیم A و B را بر حلقه‌ی آهنین پیچید، و سپس، بطوریکه در قسمت وسط و طرف چپ ملاحظه میکنید، A را به یک باطری متصل کرد و از اینراه جریانی متناوب در سیم B بوجود آورد، و بدین ترتیب مسئله‌ی القاء الکتریکی را کشف نمود. بالاخره با داخل کردن و بیرون آوردن یک میله‌ی مغناطیسی در استوانه‌ای خالی و اتصال سرسیم‌ها به گالوانومتر، بطوریکه در تصویر وسط سمت راست دیده میشود، ثابت کرد که هرگاه یک مدار الکتریکی و یک مغناطیس نسبت بهم در حرکت باشند میتواند جریان القایی بوجود آورد، و این خود اصل مولدهای الکتریکی است. طرحی که در ته صفحه ملاحظه میشود نمودار آزمایشی است که وی، با چرخانیدن صفحه‌ای مسین، بین مغناطیس مرکب انجمن سلطنتی انجام داد و از آن یک جریان پیوسته‌ی القائی بوجود آورد (اساس ساختن دینامو).



بار دیگر فاراده در صدد بر آمد تا آزمایش را در جهت معکوس انجام دهد و دوران میله مغناطیسی را هم در حول يك مدار ثابت ملاحظه نماید. در این آزمایش، میله مغناطیسی که انتهای آن به طلای سفیدی ختم میشد، در پشتك جیوه شناور بود، و سیم ثابت. تجربه نشان داد که مغناطیس در حول سیم حامل جریان دوران میکند.

پس از آنکه فاراده نتیجهی این دو آزمایش را انتشار داد، بر او خرده گرفتند که وی این فکر را، که از آن وولستن است، بی‌حق به‌خود منسوب داشته و حتی ذکری از مبدع اصلی آن بمیان نیاورده است. حال آنکه استنباط فاراده از گفتار وولستن در این باب، که منظور دوران سیم در حول محور آنست، درست نبود. و آزمایشات و اکتشافات وی ابتکاری و از آن خود او بود. این سوء تفاهم بزودی بر طرف گردید، و فاراده نامزد عضویت انجمن سلطنتی گشت. و وولستن هم از وی جانبداری نمود، ولی دیوی، شاید بر اثر حسادت، رأی مخالف داد. مع هذا در ۱۸۲۴ وی به‌عضویت انجمن انتخاب شد.

در این موقع فاراده دست از آزمایشات الکترو مغناطیسی بر داشته، بار دیگر توجه و هم خود را معطوف به شیمی ساخت. لیکن فکر آن آزمایشات همواره بطوری در ذهن و خاطرش باقی بود که دست از سرش بر نمیداشت و با خود میگفت حال که جریان الکتریکی میتواند مولد خاصیت مغناطیس شود، آیا مغناطیس نمیتواند مولد جریان گردد؟ در سالهای ۱۸۲۴ و ۱۸۲۵ کوشید تا با قرار دادن سیمی در مجاورت میله مغناطیس، جریانی در آن القا نماید. ولی در این آزمایشات قرین موفقیت نگردید زیرا به اهمیت حرکت در نمودی که اورستد ثابت کرده بود توجهی ننموده بود. حقیقت امر آنست که حرکت جریان الکتریسته در سیم است که خاصیت مغناطیس را بوجود می‌آورد. و اگر بخواهیم از مغناطیس جریان الکتریسته تولید کنیم، طبعاً باید مغناطیس نسبت به مدار متحرك باشد.

در ۱۸۳۱ ناگاه فاراده پژوهشهای خود را در مبحث شیمی کنار گذارد و همگی وقت و توجه و هم خود را به موضوعی که توجه و افکارش را به خود مشغول داشته بود معطوف ساخت، و سرانجام، در روز ۲۹ اوت ۱۸۳۱، پاسخ مطلوب را یافت و توانست در راه راست قدم بگذارد.

فاراده این بار طرز استدلال خود را با قیاس خاصیت القاء الکتروستاتیک آغاز نمود. وی با خود میگفت مسلم است که هرگاه جسمی را که دارای بار الکتریکی است در مجاورت جسمی دیگر قرار دهیم، نیروی الکتریکی در آن القا میشود؛ بنابراین شاید هم سیمی که حامل جریان است بتواند در سیمی دیگر که در مجاورت آن قرار دارد، جریانی القا نماید. فاراده بمنظور اثبات این امر، از راه آزمایش، دستگاهی فوق العاده ساده و ناقص ساخت؛ و این همان دستگاهی است که طرح آن را در وسط تصاویر صفحه‌ی قبل ملاحظه نموده‌اید. وی کیفیت اجرای آزمایش را در دفتر خاطرات خویش چنین ذکر کرده است.

«میلای آهنینی گرفته با آن حلقه‌ای درست کردم. ضخامت میلای حدود ۲۲٫۵ میلیمتر بود، و قطر خارجی حلقه ۱۵ سانتیمتر. چند حلقه سیم مسی را که یک طرف آنها با پارچه و نخ قند پوشیده شده بود دور آن بستم. سه قطعه سیم بود هر یک به درازای ۷٫۳ متر، بطوریکه هم ممکن بود آنها را جدا جدا بکار برد، و هم آنکه با هم متصل کرده بصورت رشته‌ی واحدی درآورد. اطراف سیم‌ها را نیز طوری پوشانیده بودم که هیچکدام بادیگری اتصال نداشت. این سر حلقه را A نامیدم. طرف دیگر، ولی با فاصله از قسمت نخست، دو رشته سیم پیچیدم که درازای مجموع آنها ۱٫۸۲ متر میرسید و جهت آنها نظیر جهت سیم پیچی دفعه قبل بود. این سر را هم B نامیدم.

«سپس یک باتری را که دارای ده زوج صفحه بود وسط هر یک ۶٫۵۴ سانتیمتر مربع، شارژ کردم. سیم‌هایی را که در طرف B بود به هم وصل کرده انتهای آنها را با یک سیم مسی که از مسافتی بالای یک عقربه‌ی مغناطیسی میگذشت (در فاصله‌ی ۹ سانتیمتری حلقه‌ی سیم) مربوط ساختم. آنگاه دو انتهای یکی از قطعات طرف A را با باطری متصل نمودم. بلافاصله تأثیری در عقربه نمودار گشت: عقربه به نوسان درآمد، و سرانجام به وضع اولیه‌ی خود قرار گرفت. و چون ارتباط طرف A را با باتری قطع کردم، دیگر بار، عقربه شروع به تغییر مکان نمود.»

فاراده پی برده بود که هر وقت جریان مسدود میشد، عقربه به یک جهت انحراف پیدا میکرد؛ و بالعکس هرگاه جریان قطع میشد، عقربه در جهت مخالف حرکت میکرد. لیکن هرگاه الکتریسیته در سیم اول

جریان می‌یافت ، هیچگونه انحرافی درعقربه دیده نمی‌شد.

گرچه سرانجام فاراده ازمغناطیس ایجاد الکتریسیته نمود ، ولی آنطور که مایل بود قرین موفقیت نشد و مأیوس گشت. وی انتظارداشت تا جریان سیم اول جریان پیوسته درسیم دوم القاءکند؛ ولی جزضربان‌های آنی ، آنهم در لحظاتی که مدار اولیه مسدود و یا قطع میشد بوجود نیامد. مع هذا وی شاید هم بطور حسی و از راه مکاشفه - یقین داشت که به سرمنزل موفقیت نزدیک شده است. در این مورد به یکی از دوستان خود چنین مینویسد: « بار دیگر به مسئله الکتر و مغناطیس پرداختهام و تصور میکنم نکته جالبی را دریافته باشم که قادر به بیان آن نیستم ؛ ولی یقین ندارم پس از اینهمه زحمات آنچه را از دریای تفکر و مطالعه بیرون کشیده‌ام شاه ماهی است یا خسی ؟ »

فاراده کماکان به آزمایشات خویش ادامه میداد ، و در ۱۷ اکتبر ۱۸۳۱ آزمایشی جالب بعمل آورد ؛ و این همان آزمایشی بود که بخوبی نشان میداد که آنچه را او بدست آورده واقعاً شاه‌ماهی نفیسی است نه خسی . در این آزمایش ، که ساده‌ترین و معروفترین آزمایشات وی بشمار میرود ، سیمی را بدور استوانه‌ای کاغذی مجوفی پیچید و دوسر آن را به یک گالوانومتر وصل کرد ؛ و پس از آنکه میله‌ی مغناطیسی را به تندی داخل آن نمود ، ملاحظه کرد که عقربه‌ی گالوانومتر حرکت میکنند . سپس میله را به عقب کشانید ، بار دیگر عقربه حرکتی کرد ولی در جهت مخالف . سپس ، اعم از اینکه مغناطیس را حرکت میداد یا سیم را ، در هر مورد جریانی در سیم القا میشد. دیگر محل تردید نبود که آنچه مولد جریان میشود حرکت نسبی مدار و مغناطیس است .

بدین ترتیب فاراده اصل کلی مولدهای الکتریکی را کشف نمود . پس از انجام این آزمایش ، دیگر تا مرحله‌ی موفقیت نهائی یعنی ایجاد جریان الکتریسیته پیوسته ، بطریق القا ، قدمی بیش نمانده بود . ۱۱ روز بعد ، فاراده ، این قدم اخیر را هم با آزمایشی که طرح آنرا در صفحه‌ی ۲۱۳ ملاحظه نمودید پیمود ، و شاهد موفقیت رادراغوش گرفت. وی ، در این آزمایش ' ازمغناطیس مرکب انجمن سلطنتی استفاده کرد ، و دو مغناطیس کوچک ۱۵ سانتیمتری رادراتهای قطبهای بزرگ آن قرار

داده و بدین ترتیب قدرت قطب مغناطیسی را در سطح کوچکتري متمرکز ساخت
آنگاه صفحه مسینی را، بوسیله محوری برنجی، در بین این دو بگردش
درآورد. در یک لبه‌ی صفحه دواتصال مسین قرارداد و به وسیله سیمی آن
دورا به گالوانومتری وصل نمود. نحوه‌ی استقرار این اتصال بر لبه‌ی صفحه
طوری بود که فاصله آنها از دو قطب به سهولت کم و زیاد میشد. پس از چرخاندن
صفحه آنرا انحرافی، کما بیش منظم، در عقربه نمودار گردید. علت این کمابیشی
آن بود که نگاهداشتن دواتصال بر صفحه‌ی مسین عملی بغایت دشوار، و متضمن
زحمت و مشقتی فوق‌العاده بود.

فاراده تجربیات متعدد دیگری هم در باب القاء الکترو مغناطیسی
انجام داد، ولی بیشتر آنها از نوع همین تجربه و مکمل آن بشمار میرفت.
اولین آزمایش، که با حلقه‌ی آهنین بعمل آورد، ملهم ساختن نخستین
ترانسفورماتور^۱ الکتریکی گردید، و از آزمایش اخیر اولین دینامو
ساخته شد.

فاراده نتایجی را که از آزمایشات خویش بدست آورد، پس از یک
ماه به انجمن سلطنتی گزارش داد و سپس آنها را در رساله‌ای که بعداً
قسمت اول کتاب تحقیقات تجربتی در باب الکتریسیته را تشکیل میداد
بچاپ رسانید. در این رساله ترتیب تاریخی آزمایشات رعایت نشده، و

۱- ترانسفورماتور یا مبدل، آلتی برای انتقال (معمولاً همراه با تغییر ولتاژ)
انرژی برق از مداری به مداری دیگر بوسیله القاء. اساساً مرکب است از دو پیچه
(نخستین و دومی) که با یکدیگر اتصال برقی ندارند، و بدور یک مغزی آهنی
پیچیده شده‌اند. هرگاه جریان متناوبی (ولتاژ e_1 ، شدت i_1) از پیچه‌ی نخستین
بگذرد، جریان متناوبی (ولتاژ e_2 ، شدت i_2) به پیچه‌ی دوم القاء میشود بر حسب
آنکه تعداد حلقه‌های پیچه‌ی دوم (n_2) بیشتر یا کمتر از آن پیچه‌ی نخستین (n_1)
باشد، و ولتاژ جریان القائی بهمان نسبت بیشتر یا کمتر است، و شدت آن بهمان
نسبت کمتر یا بیشتر. چون انتقال جریان متناوب با ولتاژ قوی بفواصل دور
باصرفه‌تر از انتقال ولتاژ ضعیف است، برای انتقال انرژی برق، ولتاژ را بوسیله‌ی
مبدل بالا می‌برند. در محل مصرف، که ولتاژ کمتر و شدت زیادتر لازم است، بوسیله‌ی
مبدل دیگری ولتاژ را پائین می‌آورند.

همین امر، در بسیاری از موارد، سبب گمراهی اشتباه نویسندگان تاریخ علوم گردیده است.

پس از انتشار این نتایج، موضوع حق تقدم و سبقت در کشفیات روی نمود. ج. جوزف هنری، فیزیک دان امریکائی، قبلاً مسئله خود القاء (سلف اندوکسیون) را کشف نموده بود، و لئوپولدو نویبی لی Leopoldo Nobili، (۱۸۷۴-۱۸۷۵)، و کاوالیر آنتی نوری (Cavalière Antinori) دانشمندان ایتالیائی، مدعی شدند که حتی مدتی قبل از چاپ رساله‌ی فاراده مسئله‌ی القاء الکترومغناطیسی را کشف کرده‌اند. لکن چون معلوم شد فیزیک دانان ایتالیائی تجربیات خود را پس از استحضار از کشف فاراده انجام داده‌اند، لاجرم وی موفق شد سبقت و حق تقدم خویش را به ثبوت برساند.

فاراده، پس از کشف القاء الکترومغناطیس، دست از کار نکشید زیرا روح وی، که تشنه‌ی درک حقایق بود، با این اکتشاف اقناع نگشت؛ وی می‌کوشید تا علت و معلول این نمود را دریابد. و از آنجا که نمیتوانست موضوع را از نظر ریاضی مورد بررسی و تعمق قرار دهد، به روش فیزیکی متوسل گردید. و این روش همان نحوه‌ی آزمایش براده‌های آهنی است که بر صفحه‌ی کاغذ بصورت خطوطی در حول مغناطیس مستقر میشود، وی از خود میپرسید که علت این آرایش خطی چیست؟ فاراده به این سؤال چنین پاسخ میداد که فضائی که مغناطیس را احاطه کرده، پراز خطوط قوامیباشد. قوه‌ی مغناطیس بصورت خطوطی نامرئی، در حالت فشار، نظیر قطعه لاستیکی کشیده، تجلی میکنند، و براده‌های آهن، بسبب جذب مغناطیس، در امتداد این خطوط گرد می‌آیند.

باز هم فاراده در کشف حقیقت دست از طلب برنداشت و تحقیقات خود را ادامه داد. فضا را پراز خطوط قوا پنداشت و نظریه‌ی معروف خود را عرضه داشت. بر طبق این نظریه - که انقلابی در دنیای علم و دانش بوجود می‌آورد - فضا، از هرسو، از انواع مختلف نیروها از قبیل مغناطیسی الکتریکی، تشعشعی، حرارتی، و گرانشی پر شده است. خطوط قوا در عین حال معرف امتداد و شدت آن نیروها میباشند، مثلاً در مورد یک میله‌ی مغناطیسی امتداد خطوط قوا از مثبت به منفی و یا از قطب شمال به

قطب جنوب بوده ، و تعداد خطوط قوایی که از يك قطب مغناطیسی خارج میشود ، معرف شدت آن در آن محل میباشد . این خطوط در اطراف مغناطیس فشرده تر و متراکم تر بوده و هر چه در فضا از قطب مغناطیسی دور تر شوند ، از تراکم آنها کاسته میگردد . همچنین ، بنابر نظریه ی فاراده ، مقدار الکتریسیته ی هر جسمی را میتوان از روی تعداد خطوط قوایی که از آن خارج میشوند تعیین کرد . کلیه ی خطوط قوا ، در نقطه ای ، مثلاً بر جسمی مجاور جسم اصلی ، و یا بر دیوار اتاق ، و یا بر سیاره ای در فضا پایان می یابند ؛ و در هر نقطه ی انتهائی ، کمیتی از الکتریسیته ، معادل مقدار بار جسم اصلی ، ولی با علامت مخالف وجود دارد .

فاراده همچنین استدلال میکرد که با نظریه ی خطوط قوا میتوان مسئله ی القای الکتریسیته را در يك جسم هادی بیان و توجیه نمود . وی میگفت هر گاه جسمی هادی خطوط قوای مغناطیسی را قطع کند ، يك الکتریسیته ی القائی در آن بوجود می آید ؛ بعلاوه پی برد که سرعت حرکت در این مورد فوق العاده اهمیت دارد . این مطلب را فاراده ، در یادداشت های خود ، چنین بیان کرده است « اگر سیمی آهسته حرکت کند ، جریانی ضعیف در آن بوجود می آید ؛ و تا موقعیکه حرکت ادامه دارد ، جریان نیز برقرار است . اگر سیم در همان مسیر حرکت سریعی بکند ، جریانی قویتر ، ولی با مدتی کوتاها تر تولید میشود . » اگر بخواهیم مسئله را دقیقتر بیان کنیم باید بگوئیم آنچه القا میشود ولتاژی است نه جریان ؛ و جریان خود از این ولتاژ بوجود می آید .

فاراده ، پس از نظریه ی وجود خطوط قوای گوناگون در فضا ، به این نتیجه رسید که این قوای مختلف سراسر فضا را پر ساخته اند . سال ۱۸۴۶ ، وی در دفترچه یادداشت های خود چنین نوشته است « آنچه میتوانم بگویم اینست که برای من تصور محلی در فضا - اعم از آنکه خالی باشد یا جسمی آنرا اشغال کرده باشد - که از قوا و خطوط قوا خالی باشد ، مفهومی ندارد . »

این بود چشم انداز تاریخی نظریه ی میدان . ولی باید متذکر شویم که فاراده هرگز بر کشف خود عنوان « نظریه ی میدان » یا « مفهوم میدان » اطلاق نکرد . بلکه وی این افکار را منبأب آزمایش عرضه میداشت و مصمم بود تا در هر لحظه که دلائل تجربی خلاف آنها را نشان دهد ، آن افکار را از سر براند

و طرح‌هایی نوین جایگزین آنها بسازد.

مسلماً هیچ تحقیق علمی نظیر آزمایشات فاراده در بسط مفهوم میدان مؤثر نبوده است. قبل از وی، دانشمندان همگی توجه خود را معطوف به ذرات مادی نموده بودند، و میکوشیدند تا کلیه‌ی نمودها را از همین مفهوم ذرات مادی منتج سازند؛ و لاجرم نمودهای فیزیکی را با قوانین حرکت نیوتنی و قوانینی که متقابلاً بر هر ذره تأثیر می‌کنند، بیان و توجیه می‌نمودند. ولی فاراده نظریه‌ی ذره‌ای را رد کرد، و جای آنها را به خطوط قوایی سپرد که در سراسر فضا پخش شده‌اند. از نظریه‌ی آنچه در درجه‌ی اول اهمیت قرار داشت، ذرات مادی الکتریکی یا مغناطیسی نبود، بلکه فضایی بود که قوا در آن تأثیر خود را اعمال می‌کنند؛ این استنباط رکن اصلی و پایه و شالوده‌ی مفهوم میدان می‌باشد. در نظریه‌ی میدان وضع هندسی و فیزیکی خود فضا است که در درجه‌ی اول اهمیت قرار دارد.

فاراده به این مطلب کاملاً وقوف داشت. وی در تحقیقات تجربی چنین می‌نویسد «در این بحث از مغناطیس، واسطه‌ی فضا‌یی که آنرا احاطه کرده است، مانند خود مغناطیس واجد اهمیت بسزائی است، و جزء لاینفک مجموعه‌ی کامل مغناطیس بشمار میرود.»

بنابراین معلوم است که فاراده به آنچه امروزه از آن به نظریه‌ی مضاعف میدان تعبیر می‌شود پی برده بود. و این نظریه‌ایست که بر طبق آن هم‌ذره و هم میدان واجد اهمیتی اساسی می‌باشند. لیکن میدان حائز اهمیت بیشتری است. بنابراین مسلم است که فاراده یکی از پیشروان انقلابی است که در علم فیزیک، از لحاظ نظریه‌ی نسبت بوجود آمده؛ و کشف و بسط مفهوم میدان را باید یکی از بزرگترین ابداعات فکر علمی بشمار آورد.

فاراده شخصاً مفهوم میدان را نظریه‌ای متمایز از قوانین و کشفیات نیوتن نمی‌دانست، بلکه معتقد بود که آن مسمد و مکمل این است همچنین وی نخست بر آن نبود تا مفهوم ذرات مادی را از اعتبار بیندازد بلکه بعداً، در اثر بسط و تکمیل نظریات خود، به این فکر افتاد. بالاخره هم او بود که مقدمات از بین رفتن مفهوم مهم دیگری را که همان تأثیر از دور باشد آماده ساخت. نیوتن چنین فرض می‌کرد که قوا می‌توانند از مسافات دور تأثیر خود را آنآ و بدون احتیاج به دخالت هیچگونه واسطی اعمال کنند. حکما و دانشمندان متقدم هم همین عقیده را داشتند و می‌پنداشتند

که تنها با کومک این اصل است که میتوان نیروی گرانشی بین سیارات و ستارگان را شرح و تفسیر نمود .

در قرن نوزدهم تأثیر از دور از اصول نسبتاً محکم علم فیزیک بشمار میرفت ؛ لیکن فاراده دریافت که این مفهوم نارسا است و مسلمات مکانیک نیوتنی با نمودهای الکترو دینامیک سازگار نمیباشد . لاجرم بلادرنک به رد کردن تأثیر از دور و تنظیم نظریه‌ی خویشتن پرداخت . وی میگفت که نیرو برای انتقال ، به زمان احتیاج دارد ؛ و وسیله‌ی این نقل و انتقال همان خطوط قوا میباشد . در این مورد فاراده ، گاه و بیگاه ، به اجرای آزمایشاتی می پرداخت تا ثابت کند که انتقال نیرو مستلزم زمان میباشد . گرچه این مفهوم در توجیه قوه‌ی گرانشی نارسا بود ، ولی فاراده تردید نداشت که نظریه‌اش صحیح میباشد . فاراده شخصاً مفهوم تأثیر از دور را یکسره از اعتبار نینداخت بلکه این مهم بدست مکسول و هندریک لورنتس^۱ انجام گرفت . آن ، از تحقیقاتی که در باب الکترو دینامیک انجام داد ، بنیان تأثیر از دور را مهتزلزل ساخت ؛ و این ، بامعادلات تبدیل ، مفهوم بالارامه مطلقاً از عالم فیزیک بدور ساخت .

فاراده در ماه مه ۱۸۴۸ رساله‌ی جالبی در باب پارهای تحقیقات و نظریات بعدی خویش چاپ کرد و آن را تفکراتی در باب ارتفاعات نورانی نام نهاد . در همین رساله است که وی نظریه‌ی الکترو مغناطیسی نور را تلویحاً بیان کرده است . وی در یادداشت‌های خویش چنین متذکر میشود « بر طبق نظریه‌ای که من اکنون ، دلیرانه ، آنرا عرضه میکنم ، تشعشع نور عبارتست از نمونه‌های ارتفاعات بلند در خطوط قوایی که برای پیوستن ذرات و نیز جرمهای ماده بیکدیگر شناخته شده اند . این نظریه بر آنست تا مفهوم اثر را از میان بردارد نه ارتفاعات را . کمی بعد از آن مکسول این نظریه‌ی دلیرانه را بطریق ریاضی بسط داد ، و نظریه‌ی الکترو مغناطیسی خویش را عرضه نمود . فاراده ، از راه تجربه و آزمایش ،

۱ - Lorentz , Hendrick Antoon ۱۸۵۳ - ۱۹۲۷ ، فیزیکیدان هلندی ، از پیشقدمان کشف وجود رابطه‌ای بین الکتروسیسته و مغناطیس و نور . همچنین وی از نخستین دانشمندانی بود که مفهوم الکترون را بطور قاطع و مسلم عرضه نمود . لورنتس در سال ۱۹۰۲ بواسطه‌ی توجیه انرژیان (تغییرات خطوط طیف در میدان مغناطیسی) برنده‌ی جایزه‌ی نوبل گردید .

وجود رابطه‌ای را بین نور و مغناطیس مسلم شناخته و در طی آزمایشهای مهم و جالب ثابت کرد که يك میدان مغناطیسی میتواند سطح نور سویداده را تغییر دهد .

فاراده اعتقادی راسخ و جزم به وحدت اساسی طبیعت و قوانین فیزیک داشت . وی میگفت که نیروهای گرانشی و الکتریکی و مغناطیسی به طریق با هم ارتباط دارند ، و لاجرم این ارتباط باید تابع اصل یاقانونی باشد . در ۱۸۴۰ وی مجملاً ، در دفترچه‌ی یادداشت‌های آزمایشگاهی خود چنین نوشته است « شتاب ثقل . مسلماً وجود رابطه‌ای بین این قوه و مغناطیس و الکتریسیته و سایر قوا را میتوان از راه تجربه به طریق نشان داد و تأثیر متقابل آنها را بر یکدیگر ثابت نمود . من اکنون در این فکر هستم تا با توجه به واقعیتهای و از راه آزمایش موضوع را مورد بررسی قرار دهم . » کلیه‌ی تجربیاتی که وی بمنظور اثبات وجود چنین رابطه‌ای بعمل آورد ، مواجه با عدم موفقیت گردید . در یکی از یادداشت‌های خود ، باروحی مغموم و در عین حال آمیخته با خوش بینی ، چنین تذکر می‌شود « عجباً ! به آزمایش خود خاتمه میدهم زیرا نتیجه‌ی آنچه تاکنون بعمل آورده‌ام منفی بود . و گرچه از آزمایشات معموله دلیلی بر وجود رابطه‌ای بین شتاب ثقل و الکتریسیته بدست نیامده ، با اینوصف در عقیده‌ی راسخ من نسبت به وجود رابطه‌ای چنین ، کوچکترین تردید و تزلزلی حاصل نشده است . »

* * *

معهد فادرده دست از مطالعه و آزمایش برداشت ، و مدام در این باب کار میکرد ؛ و ده سال بعد به نوشتن آخرین رساله‌ی خود پرداخت . در این وقت بیمار و رنجور بود ، و گرچه سلامتی خود را از دست داده بود ، ولی دست از آزمایش و تفکر برنمیداشت . به علاوه دوچار يك نوع نسیان شدیدی شده بود ، و غالباً ، بی‌خبر از آزمایشاتی که قبلاً با موفقیت انجام داده بود ، مشغول اجرای مجدد آنها میگردد . در این هنگام فاراده ، همان دانشمندان فقیرزاده و مکتب نرفته ، استاد دائمی بنگاه سلطنتی بود ، و در همپتن کورت (Hampton Court) میزیست . در ۱۸۶۷ برادر زاده‌اش به یکی از دوستان صمیمی فاراده چنین نوشت : « حال مزاجی عموم اکنون ظاهراً بهتر است ، ولی در یفا ! هر لحظه هوش و حافظه - - - - - اش روبرو تحلیل و نقصان میرود و من از این کیفیت کاملاً به

رنج اندرم امسال بیم آنست که عموی عزیز ازپای درآید ،
 زیرا نیمه فلج شده است . سرانجام در ۲۵ اوت ۱۸۶۷ ، مایکل فاراده
 در اطاق کار خود ، در کمال صفا و آرامش ، چشم از جهان فرو بست ؛ و از
 اندیشه جانگهی که جسم و جانش را تحت تأثیر خود قرار داده بود فارغ
 گشت . این اندیشه عبارت بود از اینکه « بالاخره نظریه‌ی میدان فائق خواهد
 شد یا نظریه ذرات مادی ؟ ! »

جوزف هنری

از : میچل ویلسن

در یکی از روزهای بهار سال ۱۸۳۷ تنی چند از مردان علم ، در آزمایشگاهی در انگلستان . ناگاه تصمیم گرفتند تا به اجرای آزمایشی بپردازند ؛ و بدین منظور مداری برای انتقال جریان برقی ضعیف ترتیب داده میکوشیدند تا با قطع و وصل مدار ایجاد جرقه نمایند . سرچارلز ویستون^۱ دوسر سیم تکمیل کننده ی مدار را بهم نزدیک نمود ، ولی جرقه ای بوجود نیامد . مایکل فاراده اظهار داشت که شاید ویستون سیم ها را درست متصل ننموده باشد ، لاجرم خود به آزمایش پرداخت ولی باز هم اثری از جرقه نمودار نگردید .

در بین این جمع یکنفر امریکائی هم که برای بازدید آزمایشگاه آمده بود حضور داشت ؛ و هنگامیکه این دودانشمند برجسته والکتریسیمن-های طراز اول در چگونگی علت و معلول جرقه نزدن مدار برقی بایکدیگر بحث و گفتگو میکردند ، وی خاموش در گوشه ای ایستاده و مدتی به این صحنه مینگریست . ناگاه رشته سیمی را دور انگشت خویش پیچید و آنرا بشکل فنر لاله در آورد . و چون اندکی بعد ، بار دیگر ، آندو را آماده ی تجدید آزمایش دید ، اظهار کرد که وی میدانند چه سان باید از این مدار جرقه بوجود آورد . فاراده ، چنانکه معمول وی بود ، پاسخ تند و خشنی داد ؛ لیکن دانشمند امریکائی از جا در نرفت و مشغول کار شد و سیم پیچ خود را به یکی از سربها متصل نمود . پس از وصل مدار جرقه ای بوجود و جلای تام نمودار گردید .

۱- Wheatstone , Sir Charles ، ۱۸۰۲-۷۵ ، مخترع و فیزیکدان

انگلیسی . نوعی تلگراف برقی و دستگاه ضبط صوت اختراع کرد . در مبحث نور و صوت هم مطالعات دقیق و مبسوطی دارد .

فاراده از خوشحالی دستها را بهم زده گفت «احسنت بر توینگه دنیائی و آزمایشت راستی چطور اینکار را کردی ؟»

اگر جوزف هنری هم نظیر فاراده تندخو و کج خلق بود ، مسلماً در پاسخ چنین میگفت : « بروید و نوشته‌های مرا بخوانید و آنها را درست بفهمید تا آنچه را هم اکنون ملاحظه نمودید دریابید . » لیکن استاد دانشگاه پسرینستن ، با صبر و حوصله‌ای تام ، در برابر مردی که در سراسر جهان به « کاشف القا » شهرت یافته بود ، به تشریح و توجیه نمود « خود القا » پرداخت .

از آن روزگاران که بنجمین فرانکلین آزمایشات برقی خود را انجام داده بود ، تا دوره‌ی ظهور نظریه‌ی الکترومغناطیسی جیمز کلارک مکسول در حدود یک قرن و ربع قرن گذشته و جهان علم و دانش صورتی کاملاً نوین بخود گرفته بود . ولی جوزف هنری قسمت اعظم این علم و دانش را در مدتی قلیل یعنی ۱۵ سال (از ۱۸۲۹ تا ۱۸۴۴) فراگرفت . وی در عصر خود بیگانه تلقی میشد . مقامش را نمی‌شناختند ؛ و دوستانش به طنز میگفتند « امریکائی است ؛ ذوق علمی ندارد ، و از دانش و معرفت بهره‌ای نه . » در مجامع بین‌المللی هم او را بچیزی نمیگرفتند زیرا امریکائی بود ، و امریکا تاکنون سهمی چندان در پیشرفت و توسعه‌ی دانش و معرفت بشری نداشت . ولی پس از آنکه وی روی در نقاب خاک درکشید ، و معاصرینش نیز بدو پیوستند ، نسل بعد به عظمت مقام علمی وی پی‌برد ، و متوجه شد که هنری واقعاً نابغه و پهلوانی بوده و شهرت عظیمی را که وی در نیمه دوم حیات بدست آورده در برابر خدمات علمی و کارهای برجسته‌اش بس ناچیز میباشد . سرانجام جهان علم به بزرگی مقام علمی وی تسلیم شد و حق او را بدانسان که درخور و شایسته بود اعطا کرد و نامش را جاوید و زبانه‌ها همگان ساخت . برآمپر ، ولت ، اهم ، فاراده ، واحد های الکتریکی ، واحد جدیدی هم اضافه شد که همان هانری ، واحد القا ، می‌باشد .



۲۵ سال قبل از آنکه هنری در عرصه‌ی پهناور علم و دانش گام نهاد الکتریسین‌های برجسته و طراز اول ، در زمینه‌ی برق و القا خدماتی شایان نموده بودند ؛ از جمله آلساندرو ولتا نحوه‌ی ایجاد جریان



پیوسته‌ی برق را معلوم ساخت ؛ گ. ز. اهم قوانین مربوط به شدت جریان را کشف کرد . و هانس اورستد و دومینیک آراگو پی بردند که جریان برق میتواند ایجاد مغناطیس نماید . در دهی سوم قرن نوزدهم تنی چند از محققین و دانشمندان روشنفکر در باب مسئله‌ی زیر تعمق و تدقیق میکردند : حال که از جریان برق مغناطیس بوجود میآید ، آیا ممکن است متقابلاً هم از نیروی مغناطیس جریان برق تولید نمود ؟ جوزف هنری که معلم ریاضیات مدرسه‌ای روستائی در یکی از شهرهای دورافتاده‌ی کشوری عقب مانده بود ، نه فقط پاسخ این سؤال را بدست آورد ، بلکه در ژرفنای دریای تحقیق و مطالعه ، از متقدمین خود بسی فراتر رفت و خود را بمرحله‌ی کمال موفقیت نزدیک ساخت .

در سوابق و گذشته‌ی زندگی هنری مطلب و نکته‌ای برجسته که دال بر استعداد و قابلیت خاص وی باشد ، و یا چیز جالبی که خط مشی او را در زندگی مشخص سازد دیده نمیشود . وی در ۱۷۹۷ در شهر البنی^۱ ایالت نیویورک بدنیا آمد ، وبا فقر و تنگدستی بزرگ شد . در مزارع و کشتزارها اجیر میشد و در مغازه‌ها شاگردی میکرد ؛ خواندن و نوشتن را درست نمیدانست . هنگامیکه به ۱۳ سالگی رسید ، عمده مشغولیت و سرگرمیش بازی کردن با خرگوش خانگی ناز پرورده‌ای بود . قضا را روزی خرگوش بگریخت . هنری به تعقیب او پرداخت و از نقبی وارد کلیسایی شد ، و خود را درون اطاقی در بسته دید ، و در آن مشتی رومانهای احساساتی و کنا بهای خیال انگیز . خرگوش را فراموش کرد و به مطالعه‌ی کتاب مشغول گردید .

این مطالعه ، چنان او را بوجد آورد و از خود بیخود ساخت که پس از آنکه سال بعد ، در تلاش معاش ، به البنی آمد ، جوانك چهارده ساله مستقیماً راه تئاتر گرین ستریت (Green Street) را که بوسیله‌ی جان برنارد (John Bernard) و دسته‌ی بازیگران معروفش اداره میشد پیش گرفت . بدین ترتیب جوزف هنری مدت دو سال باعلاقه و دلبستگی تام و پشتکاری بیسابقه به هنر پیشگی پرداخت .

در ۱۶ سالگی ، روزی که بر اثر رنجوری تنها در اطاق مانده بود ، کتابی را که یکی از دوستانش در اطاق جاگذاشته بود برداشته بگشود و

۱-Albany ، شهریست دارای ۱۳۴۹۹۵ نفر سکنه؛ در ایالت نیویورک امریکا.

شروع بمطالعه نمود. در بالای صفحه چنین نوشته بود: هنگامیکه سنگی را بهوا پرتاب میکنیم یا تیری را از کمان رها، علت چیست که سنگ یا تیر مستقیماً در همان امتداد اولیه بحرکت خود ادامه نمیدهد؟ و بالعکس زچه رو دود و زبانه‌ی آتش - با آنکه هیچگونه قوه‌ی اولیه‌ای برای حرکت صعودی به آنها داده نشده - همواره بطرف بالا می‌شتابند؟! این کلمات بحدی نظر و توجه جوزف هنری را برانگیخت که در سراسر عمر همواره در نظرش ماند. همین کلمات بود که او را بجانب جهان علم و دانش راهبری کرد.

هنری در زندگی روزمره و عادی از اتخاذ کوچکترین تصمیم عاجز بود. وقتی سفارش داد تا کفشی برایش بدوزند، واز فردای آنروز مرتباً هر بامداد به کفاش سرمیزد. روزی میگفت بهتر است سرپنجه‌ی کفشش گرد و باریک باشد؛ روز دیگر کفش سرپنجه چهارگوش را مطلوب و منظور خود اعلام میداشت. سرانجام کفاش بینواکه از کوره بدررفته بود یک جفت کفش لنکه به لنکه دوخت. یکی سرپنجه گرد و دیگری سرپنجه چهارگوش. با اینحال هنری میتوانست به اقتضای وقت و موقع تصمیمات مهمی اتخاذ نماید که اینک بدون داشتن کوچکترین سابقه یا کارآموزی یا وابستگی قبلی به تأثیر، ناگاه هنرپیشگی اختیار کرد. اکنون هم بدون دلیل یا انگیزه‌ای خاص ناگهان تصمیم گرفت وارد دنیای علم و دانش شود، و در رشته‌ی فاسفه‌ی طبیعی به مطالعه و تحقیق پردازد.

با این تصمیم به آکادمی البینی رفت و خود را بعنوان دانشجویی معرفی کرد. سایر دانشجویان از لحاظ سنی از وی کوچکتر و اکثر فرزندان ثروتمندان و متمکنین بودند. پس از ۷ ماه کلاس شبانه و درسهای خصوصی معلوماتش به آن پایه رسید که بتواند رسماً در یکی از مدارس روستائی به شغل معلمی پردازد و لاجرم قادر به ادامه‌ی تحصیلات خویش گردد. ساعاتی چند درس میداد، ساعاتی دیگر در کلاس آکادمی حاضر میشد و به مطالعه و تحصیل میپرداخت؛ بدین ترتیب روزی ۱۶ ساعت کار میکرد. با اینوصف به این زندگی علاقمند بود و هیچگاه اظهار خستگی یا ناراحتی نمیکرد. پس از مدتی از معلمی کناره گرفت، و با استاد شیمی خویش صحبت کرد، و از وی خواست تا او را به سمت دستیاری خویش در آزمایشات مربوط به سخنرانیهای علمی برگزیند. هنری بر اثر مدتی اشتغال به

هنرپیشگی دریافته بود که هرگونه نمایش و آزمایشی باید مستدل و قاطع و متحد امکان جالب و خیال انگیز باشد. همین تجربه‌ی عالم هنرپیشگی است که موجب و موجب آن سادگی و سرعتی شد که از صفات مشخصه‌ی آزمایشات وی بشمار میرود.

هنگامیکه تحصیلات خود را در آکادمی بیابان رسانید، با سمت ناظر و مهندس در کانال‌ایری^۱ مشغول کار گشت، و بدین ترتیب ظاهراً دوران فقر و تنگدستی بیابان رسید و آینده، از این پس، بر روی او لبخند میزد؛ زیرا مردی، با آن پایه دانش و معلومات که وی داشت، میتواند در هر کجا باشد کار کند - خواه در دریا بندرهای شرق و خواه در تپه‌های دور افتاده‌ی ویسکانسین^۲ - و ثروتی قابل توجه جمع آورد. ولی هنری، پس از آنکه چندماه بعد بسمت استادی ریاضیات و فلسفه‌ی طبیعی انتخاب شد، چنین استنباط کرد که وی، در کسوت معلمی برجسته و استادی قابل بیشتر میتواند به کشور خود خدمت کند؛ لاجرم در ۱۸۲۶ به البنی بازگشت.

در این موقع هنری جوانی بود با ظاهری جالب و گیرا؛ موهای مجعد و خردائی رنگ، چشمانی آبی و نافذ، و رویه‌مرفته قیافه و وضع هنرپیشه‌ی برجسته و ممتازی را داشت. بعلاوه در وراء این ظاهر آراسته و بدیع، استعداد و نبوغی که خاص محققین است نهفته بود بطوریکه میتواند به کمک غریزه‌ی خویش، افکار و مفهومات خود را به ساده‌ترین صورت ماهوی درآورد.

برنامه‌ی دروسش فوق‌العاده سنگین بود، بطوریکه تنها در فصل تابستان فراغت آنرا داشت که یکی از کلاسها را به آزمایشگاه تبدیل نماید، و در آن به اجرای آزمایشات مورد نظر بپردازد. در اواخر ماه اوت

۱- Erie Canal کانالی است که در سال ۱۸۲۵ به پایان رسید و رود هودسن را به دریاچه‌ی ایری متصل میکند. و این دریاچه ایست‌واقع در امریکا شمالی، به مساحت ۲۵۷۷۰ کیلومربع و کم عمق‌ترین دریاچه‌های بزرگ امریکا و از حیث عظمت چهارمین آنها است. رود نیآگارا آنرا به دریاچه‌های اونتاریو متصل میکند.

۲- Wisconsin، ایالتی در امریکا، دارای ۳۴۳۴۵۷۵ نفر سکنه؛ کرسی آن شهر مدیسن است.

بار دیگر کلیه دستگاهها و ماشین آلات جمع آوری میشد، و میز و نیمکتهای دانشجویان جای آنها را اشغال میکرد.

اولین کارش عبارت بود از ساختن مغناتیس، با استفاده از همان شیوه‌ای که ویلیام ستورجن^۱، دانشمند انگلیسی انجام داده بود. مغناتیس ستورجن عبارت بود از میله‌ای آهنین که روی آن با شلاک^۲ پوشیده شده و سیم لختی، بصورت مارپیچ‌هایی دور از یکدیگر، گرد آن پیچیده شده بود. پس از آنکه جریان برق وصل میشد، این میله، که بشکل نعل اسب بود، خاصیت مغناتیس پیدا میکرد، و میتواندست معادل ۳ کیلو فلز را در هوا نگاهدارد. بدیهی است بمجرد آنکه جریان قطع میشد، فلز يك منی هم فرو میفتاد. در یکی از روزهای تابستان، هنری مغناتیس ساخت که قادر به نگاهداری وزنه‌ای فلزی بوزن يك تن بود. نحوه‌ی عمل عبارت از این بود که بعوض آنکه میله عایق و سیم لخت باشد، میله لخت بود، و سیم روپوش داشت؛ و لاجرم وی توانست سیم را بصورت مارپیچ‌هایی کاملاً نزدیک یکدیگر درآورد. بدین ترتیب تعداد حلقه‌های سیم، دور میله‌ی آهنین، بمراتب زیاده‌تر از آن ستورجن بود. هنری تعبیه‌ی جدید خود را در مجله‌ی علمی امریکا که بوسیله بنجمین سیلمن^۳، در دانشگاه ییل، چاپ میشد انتشار داد.

آزمایشاتی که با آهنربای برقی بعمل آمد، رفته رفته هنری را بفکر تولید برق از نیروی مغناتیس انداخت. کلیه‌ی دانشمندانی که قبلاً در این

۱- Sutrgeon, William, ۱۷۸۳-۱۸۵۰، فیزیکدان و الکتریسیته

انگلیسی. شهرتش بواسطه‌ی ساختن اولین آهنربای برقی است. در ۱۸۳۶ مجله‌ی برق را تأسیس کرد. و آن اولین مجله‌ی انگلیسی است که به این مبحث اختصاص داده شده.

۲- محلول لاک در الکل، برنگ زرد روشن و نارنجی، که برای پوشش یا عایق الکتریکی بکار میرود (Shellac)

۳- Silliman Benjamin, ۱۷۷۹-۱۸۶۴، پزشک عالم شیمی و زمین شناس امریکائی. در ۱۷۹۹ استاد دانشگاه ییل شد. در ۱۸۱۸ مجله‌ی علمی امریکا را منتشر کرد. آثارش عبارتند از: عناصر شیمیائی (۲ جلد ۱۸۳۰)، دیداری از اروپا (۱۸۵۳)؛ همو بود که کتاب شیمی هنری را چاپ کرد (۱۸۰۸-۱۴).

زمینه کار کرده بودند ، در اثر تعبیر غلط این واقعیت که هر جریان پیوسته سبب القاء مغناطیسی پیوسته میشود ، بخطا چنین می پنداشتند که میدان مغناطیسی ثابت هم میتواند موجب القاء جریان برق گردد . آزمایشات معمولی که در این زمینه بعمل می آمد عبارت از این بود که قطعه سیمی را دور میله آهنی مغناطیسی پیچیده و سپس دو سر سیم را بهم نزدیک میکردند و در انتظار ظهور جرقه می نشستند . ولی بطوریکه میدانید هیچگاه جرقه ای بوجود نمی آمد . تنها هنری بود که دریافت راه حصول منظور با میدان مغناطیسی ثابت ارتباط نداشته بلکه با میدان مغناطیسی متغیر بستگی دارد .

هنری آزمایش نهائی خود را با یک آهنربای برقی بشکل نعل اسب و قطعه ای آهن انجام داد . این قطعه ، که وی آنرا سلاح (آرمیچر) نامید ، بین دو قطب مغناطیسی رفت و آمد میکرد . روی این سلاح سیمی روپوش دار به درازای ۹ - ۱۰ متر پیچیده شده بود ، و دو سر سیم به گالوانومتری اتصال داشت . بدین ترتیب دو پیچه سیم مستقل و جدا از یکدیگر ترتیب داد . پیچه اول یا پیچه آهنربا با یک باتری متصل بود ، و پیچه دوم یا پیچه ای که دور میله آهنی بود به گالوانومتر . آنگاه آزمایش را شروع کرد . هنری شرح آنرا بعداً چنین یادداشت کرده است « من نزدیک گالوانومتر ایستادم ، و به دستیار خود دستور دادم که در لحظه معینی دو سر پیچه مغناطیسی را به باتری وصل کند ناگاه معجزه بوقوع پیوست ، و انتهای عقربه ی گالوانومتر به اندازه ی ۳۰ درجه حرکت کرد ، و بدین ترتیب نشان داد که جریانی از پیچه دوم که دور سلاح (آرمیچر) بسته شده بود عبور کرده است . »

با اینوصف وجد و سرور هنری از وقوع این معجزه دیری نپائید و لحظه ای بعد به یأس و اضطراب گرائید زیرا با آنکه جریان کماکان از حلقه ی سیم مغناطیسی عبور می کرد ، مع هذا گالوانومتر به وضع اولیه ی خود یعنی روی صفر بازگشت . هنری ، لحظه ای بعد ، به دستیار خود دستور داد تا جریان را قطع کند . ولی شگفتا ! در لحظه ای که جریان قطع میشد ، بار دیگر عقربه حرکت کرد ، منتهی در جهت مخالف حرکت اولیه .

هنری بزودی علت و معلول این امر را دریافت ، و پی برد که تنها در موقعیکه نیروی مغناطیسی در سلاح تغییر کند - از صفر تا بالاترین درجه بهنگام وصل جریان ، و از حد اکثر به صفر در موقع قطع آن - در پیچه

دوم جریانی بوجود می‌آید. وی خود موضوع را چنین تشریح نموده: هر تغییری که در شدت مغناطیس میله‌ی آهنی رخ میداد، موجب جریانی آنی در يك جهت یا جهت عکس آن میگردد.

بدین ترتیب هنری ثابت کرد که هر سیمی که در میدان متغیر قرار گیرد، جریانی در آن القا میشود؛ و کمی بعد نیز دریافت که هر سیمی، مشتمل بر همان رشته سیم اصلی هم که مولد و موجب میدان اولیه بوده است نیز میباشد. در آغاز سال ۱۸۲۹ هنری به تأثیر مغناطیس جریان بر خود آن، یعنی آنچه امروز خود القا نامیده میشود، پی برد. با استفاده از همین نمود اخیر بود که وی توانست بعدها گوی موفقیت را از دست فاراده و ویستون برآید.

هنری، در طی فراغت‌های تابستان مرتباً کار میکرد و علاوه بر کشف مذکور در بالا به اکتشافات دیگری هم موفق گشت؛ ولی متأسفانه بهیچوجه نسبت به انتشار آنها اقدامی بعمل نیاورد. تنها در سال ۱۸۳۲ بود که اولین گزارش مربوط به مطالب مذکور در بالا انتشار یافت. هنری میدانست که وی در یکی از دشوارترین وادی‌های علمی گام نهاده است، و نیز میدانست که وی، قبل از هر فردی دیگر، این مسئله‌ی مشکل را حل کرده است. لیکن وی تا آن هنگام رسماً در شمار دانشمندان نبود بعلاوه در آن عده از دانشمندان اروپائی که می‌شناخت، بدیده‌ی شخصیت‌هایی بس معظم و خارق‌العاده مینگریست و آنها را اعجوبه‌های علم و دانش می‌پنداشت. از اینرو از چاپ و انتشار اکتشاف و استنتاجات علمی خویش اکراه داشت و مایل نبود قبل از کسب اطلاعات جامع و مبسوط چیزی انتشار دهد. همین احساس فروتنی و خودداری از انتشار نظریات، معرف علاقه و دلبستگی خاص وی به کمال علمی بشمار میرود که میخواست هر چه میگوید مورد قبول همگان قرار گیرد. از این گذشته از لحاظ وقت نیز کاملاً در مضیقه و تنگنا بود؛ وی لحظه‌ای فرصت و فراغت نداشت تا به موضوع دشوار تألیف و تحریر بپردازد.

این امر، یعنی عدم انتشار نظریات و نتایجی که بدست آورده بود، موجب ندامت و اندوه و تأسف وی در سراسر عمر گردید. همواره با حسرت میگفت: کاش آنها را زودتر منتشر کرده بودم! آری حق بود آنها را

زودتر منتشر میکردم! ولی آیا فرصتی داشتم؟ انجام چنین کاری که سهل نبود، بالعکس فوق‌العاده دشوار بود و سخت. بعلاوه من میل داشتم نتایج حاصله را بصورتی کامل و نیکو نشر دهم؛ بنابراین چگونه میتوانستم مطلع شوم که دانشمندی دیگر، در آنطرف اقیانوس اطلس، مشغول بررسی همین موضوع میباشد؟! «

هنری در ماه مه ۱۸۳۲ بدین نکته وقوف یافت. در این هنگام او هنوز اطمینان داشت که در مورد یک مبحث مهم و جالب علمی، سالها بر دنیای دانش و معرفت پیشی دارد؛ اما تصادفاً یک مجله‌ی انگلیسی بدستش رسید؛ و هنوز چند سطر از آن بیش نخوانده بود که مجله ازدستش فرو افتاد زیرا دانست که از هیچکس جلونست. توضیح آنکه فاراده کشف مستقل خود را در باب القاء الکترومغناطیسی انتشار داده بود.

مقاله‌ی فاراده مشعر بر این بود که وی بنازگی، یعنی در پائیز سال قبل در مورد مسئله مورد نظر موفق به حصول نتیجه شده است. گرچه هنری در این باب سالها از فاراده جلوتر بود، مع هذا، پس از علم و اطلاع بر نکته‌ی اخیر، پی برد که دیگر بهیچوجه موردی برای چاپ و انتشار نتایجی که شخصاً بدست آورده است نمیباشد. سپاه یأس و غم بر وجودش چیره شد و دوجار نومیدی شدیدی گردید. در همین احوال، سیلیمن، که از موضوع مستحضر گشته بود، از وی مصرأ درخواست کرد تا شرح کارهای خود را برای چاپ در مجله‌ی علمی امریکا تنظیم نماید. سرانجام هنری تسلیم شد و شروع به تهیه‌ی سلسله مقالاتی نمود که مقام علمی او را - البته پس از مرگ - تثبیت و تنفیذ نمود.

از آن دوران که بنجمین فرانکلین، با اکتشاف خود، نام امریکا را در جهان علم و دانش بلند آوازه نموده بود، نبوغ علمی هنری اولین موقعیت مناسب و شایسته بود که امریکا میتواندست باردیگر از جنبه‌ی علمی مورد توجه جهان قرار گیرد. دانشمندان اروپائی چنین میانداشیدند که امریکا از لحاظ علمی دست تنگ است و بضاعتی چندان ندارد که بجهان داش و معرفت عرضه نماید. جمهوری نو بنیاد امریکا و امریکائیان از این معنی به رنج بودند تا آنجا که جمعی از دوستان هنری، بجای تشویق و ترغیب و ابراز همدردی با وی، زبان ملامت دراز کردند که چرا او بموقع جریان اکتشاف خود را انتشار نداده؟ و حتی او را بی عقل و فاقد حس

وطن پرستی و بیعلاقه نسبت به اعتلای نام میهن خواندند. تنها گروهی انگشت-شمار که حقیقت امر را ادراک میکردند، بجای سرزنش و توبیخ، به تشویق و تحریض هنری بها خاستند و وسایلی فراهم آوردند تا سمتی در دانشگاه پرینستن به وی تفویض گردد که بتواند، با تجهیزات بیشتر و اسباب کار بهتر و دقیقتر، تحقیقات علمی خویش را دنبال نماید.

هنری در آن روزگاران که هنوز در البنی بود، دستگاه تقویت برقی (رله Relay) را ابداع نمود، و از آن بمنظور اختراع اولین دستگاه تلگراف الکترومغناطیسی استفاده کرد و بدین ترتیب بر سمیوئل مورس^۱ پنجسالی سبقت گرفت. علامت خبر در این دستگاه عبارت از زنگی بود. هنری جزئیات دستگاه تقویت را بصورت مقاله‌ای جداگانه انتشار نداد، ولی ضمن سخنرانی خود اهمیت عملی آنرا متذکر گردید. از نظر شخص وی اختراع این دستگاه کاری برجسته یا فوق‌العاده بشمار نمیرفت بلکه تنها آنرا یکنوع صورت ساده شده‌ای از دستگاه وسیعتر و پیچیده‌تری می‌پنداشت که قبلاً طرح‌ریزی نموده بود. وی اختراع خود را برای مورس و ویستون، مخترع انگلیسی دستگاه تلگراف، تشریح نمود؛ و هر دو آزادانه، از کشف وی استفاده نمودند.

دستگاه تقویت هنری عبارت بود از مغناطیسی نعلی شکل که سیم فرستنده‌ی تلگراف برای نقاط دور دست بدور آن پیچیده شده بود. در بین قطبهای این مغناطیس سلاح متحرک آهنینی قرار داشت، و هر بار که ضربه‌ی جریانی از علامت خبر میرسید، سلاح بطرف مغناطیس کشیده میشد. ضمن آنکه سلاح، بنحو خودکار، بالا و پائین میرفت، مدار جریانی ثانوی را که آنهاهم بنوبه‌ی خود یک باتری داشت وصل و قطع مینمود. این جریان ثانوی خود مشتمل بر دستگاه چاپ و یا قرقره‌ی نعلی شکل پست تقویت کننده‌ی دیگری بود که بوسیله‌ی آن علائم خبری تقویت یافته مجدداً

۱- Samuel Morse, ۱۷۹۱ - ۱۸۷۲، مخترع و دانشمند امریکائی

که در نقاشی و بیکن‌نگاری استاد بود و شهرتی فوق‌العاده بدست آورد، در ۱۸۲۵ آکادمی ملی طراحی را بنیان نهاد. یکنوع تلگراف الکتریکی را اختراع کرده و تحقیقاتی نیز درباره‌ی سیم‌های تلگرافی زیردریائی بعمل آورده است. الفبای تلگرافی مورس بنام اوست.

فرستاده میشد. اساس دستگاه تقویت هنری هنوز هم بهمان صورت موجود است و تنها پاره‌ای تغییرات مختصر، آنهم در مورد جزئیات مکانیکی در آن انجام گرفته است.

هنری در پیرنستن دستگاه تسلیکراف بزرگی ساخت، و علائم خبری را بوسیله‌ی سیم تامسافت ۱۶۰۰ متری مخابره نمود. او می‌گفت که با دستگاه‌های تقویت متوالی می‌تواند عمل را بطور نامحدود انجام دهد. بعلاوه وی تحقیقات خود را در باب القا ادامه داد و در فهم جزئیات این مطلب پیشرفت فراوان کرد. در یادداشتهای خود اساس ترانسفورماتور، (مبدل) را چنین تشریح می‌کند «دستگاهی که در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفته عبارت از چند پیچه سیم مسی است پیچه‌ی اول برای گرفتن جریان از یک باطری کوچک تنظیم شده، و پیچه‌ی دوم بر روی این قرار دارد؛ شیشه‌ای این دو پیچه را از هم جدا می‌کند. هرگاه جریان در پیچه‌ی ۲ قطع شود، یک جریان ثانوی قوی در پیچه‌ی شماره‌ی ۲ القا میشود ولی اثر الکتریکی این پیچه فوق‌العاده ضعیف است و بزحمت می‌توان آن را با انگشت احساس کرد.» «بعبارة آخری بر جریان اضافه ولی ازولتاژ آن کسر گردیده است. هنری گفتار خود را چنین ادامه می‌دهد «در آزمایش بعدی، پیچه‌ی شماره ۱ بحالت نخستین باقی مانده ولی بجای پیچه‌ی شماره‌ی ۱ سیم طویلتری قرارداده شده. در این حالت نیروی مغناطیسی کمتر، ولی ضربات آن قویتر گردید.» و بالاخره پس از قطع جریان، مشاهده شد که ولتاژ بالا رفته است.

معاصرین هنری اطلاعات زیادی در باب برق و مدارهای برقی نداشتند، و از کارهای علمی هنری تنها آن قسمت را که با دستگاهها و اسبابهای علمی خودشان قابل درک و توجیه بود استنباط میکردند. گروهی که مجله علمی امریکا را میخواندند (و ناگفته نماند که تعداد آنان هم بسیار قلیل بود) معتقد بودند که هنری کاری جز تکمیل آهنربای برقی انجام نداده است. اینان از ابتکار و بصیرتی که وی در باب ترانسفورماتور بکار برده بکلی غافل بودند؛ لاجرم این نکته‌ی اساسی سالی چند در پوته‌ی فراموشی ماند. بعلاوه مجله‌ی علمی امریکا، در اروپا خواننده‌ای زیاد نداشت. ده سال پس از این تاریخ، مقالات هنری بار دیگر در انگلستان منتشر شد؛

ولی حتی در این موقع هم موضوع کاملاً سطحی و سرسری تلقی گردید.

هنری بندرت در تجزیه و تحلیل نمودهای فیزیکی از ریاضیات استفاده میبرد. در عرصوی نام اهم و قانونش - که امروزه دانش آموزان مدارس متوسطه هم با آن آشنائی دارند - هنوز جنبه‌ی کمی پیدا نکرده بود. هنری مسائل فیزیکی را خوب تحلیل میکرد، ولی تحلیل‌های وی بیشتر جنبه‌ی وصفی داشت نه کمی. در آن عصر، آزماینده، ولتاژ را از شدت جریان‌ی که بر وی وارد میشد اندازه میگرفت. برای تعیین شدت جریان نیز از وسایل و طرق شیمیائی استفاده مینمودند؛ و بالاخره در مورد جریانهای بسیار ضعیف، شدت را با طعم اسیدی که بردها آزماینده حاصل میگشت اندازه‌گیری میکردند. هنری برای اندازه‌گیری ولتاژهای ضعیف، از زبان خود استفاده میکرد، و با ضربه‌هایی که بر زبانش وارد می‌آمد آنرا تعیین مینمود. با وجود آنکه وی اندازه‌گیری‌ها را بطور نسبی انجام میداد، معیناً توانست منحنی صعود و نزول جریان را در مدارهای القائی بصورتی واضح و دقیق ترسیم نماید.

هنری آخرین خدمت علمی بزرگ خود را در باب برق، در سال ۱۸۴۲ انجام داد. در این سال وی انتقال امواج رادیوئی را عملاً به ثبوت رسانید. و این موفقیت درست نیم قرن قبل از آزمایش‌های معروف هاینریش هرتس بود. هنری خاطرنشان ساخت که تأثیر جرقه را میتوان با مداری موازی، در فاصله‌ی ۱۰ متری مشخص نمود. پیچهای جرقه‌ای که در طبقه‌ی دوم بنای آزمایشگاه وی مشغول کار بود، عقربه‌ها را در زیر زمین مغناطیس نمود، یعنی عمل القا از ده متر هوا و دو پوشش ۳۵ سانتیمتری سقف انجام گرفته بود. بطوریکه از عبارات زیر که از مقاله‌ی او استخراج شده برمیآید، وی بوضوح تام پی برده بود که این کیفیت يك نمود موجی و مشابه با انتشار نور میباشد: « معلوم میشود که انتقال يك جرقه‌ی تنها کافی است که وضع برق را در فضائی به حجم ۱۱۳۰۰ مترمکعب، بطور محسوس، برهم زند. این کیفیت را میتوان با وضع انتشار روشنائی حاصل از جرقه‌ای که از تصادف سنگ چخماق با فولاد بیرون می‌جهد قیاس نمود. »

در ۱۸۴۶ هنری تحقیقات علمی خود را پایان بخشید. دولت امریکا

که درصد بود مدیری قابل و کاردان برای مؤسسه سمیثسونین^۱ تعیین کند، هنری را به این سمت برگزید. قبول این سمت مستلزم آن بود که وی تمامی اوقات و ساعات خود را به انجام کارهای اداری مصروف دارد. هنری احساس کرد که وقت آن فرا رسیده است تا وجهی علمی امریکا را اعتلا بخشد، و همانطور که ۲۰ سال قبل حس وظیفه شناسی او را بر آن داشته بود که از شغل پر درآمد مهندسی دست بدارد، اینک نیز به ندای وجدانی خود دست از تحقیقات علمی برداشت و همت به اداره‌ی مهمترین مؤسسه علمی کشور خود گماشت.

هنری، در آن دوران که سنین عمرش از ۵۰ تجاوز کرده بود، یکی از بزرگترین پیشوایان علمی امریکا بشمار می‌آمد. وی در این موقع مدیر مؤسسه سمیثسونین، و در دوران جنگ داخلی مشاور علمی آبراهام لینکلن بود. مخترعین جوان، نظیر مورس و الکزاندر بل^۲ برای تشویق بنزدش می‌شافتند. معاصرینش هم او را صرفاً بدیده‌ی مدیر یک مؤسسه علمی می‌نگریستند؛ ولی کم‌تر کسی میدانست که حاصل ۱۵ سال تحقیق و تتبعات وی در رشته الکترومغناطیس تاجه حد بارور و عمیق است؛ و سبب این امر آن بود که تحقیقات و اکتشافات او از حدود فهم و درک عصر وی افزون بود.

هنری، در مقام مدیریت مؤسسه سمیثسونین، با پهنه‌های زیادی سروکار داشت. وی طرحی برای کسب اطلاعات درباره‌ی وضع هوا تهیه کرد و همین طرح است که، پس از تکمیل، اساس دفتر هواشناسی امریکا

۱- Smithsonian Institution، نام مؤسسه‌ای است در واشنگتن که در ۱۸۴۶ بوجود آمد. هیئت مدیره‌ی آن از معاون ریاست جمهوری، رئیس دیوان کشور، ۳ نفر از سناتورها، سه نفر نماینده مجلس، و ۶ نفر اشخاصی که وارد در خدمت دولتی نیستند، تشکیل میشود. وظیفه‌ی مؤسسه انجام تحقیقات در کلیه‌ی پهنه‌های علمی میباشد. ادارات نژاد شناسی، باغ وحش، رصدخانه‌ی نجوم فیزیکی و غیره زیر نظر این مؤسسه اداره میشود.

۲- Bell, Alexander Graham، ۱۸۴۷-۱۹۲۲، دانشمند امریکائی مخترع تلفن. در ۱۸۶۵ بفکر انتقال صوت و مکالمه به نقاط دور افتاد، و اولین انتقال را در ۱۸۷۶ انجام داد. در سال ۱۸۷۷ شرکت تلفن بل را تأسیس کرد.

را تشکیل داد . همچنین جیمز لیک (Lick) را تشویق نمود تا رصدخانه معروف خود را در کالیفرنیا تأسیس نماید . در بسیاری از هیئت‌های مدیره و مشاوره‌ی دولتی، از جمله کمیسیون‌هایی که از ۱۸۵۰ تا ۱۸۶۰ مأمور رسیدگی به طرح ناوچه‌های زرهی و توپدار آمریکا بود ، شرکت جست . هنری یگانه نماینده‌ی دولت بود که با این طرح موافقت داشت ؛ ولی نظروی مورد توجه قرار نگرفت ، و تنها هنگامیکه جنگ داخلی درگیر شد ، هیئت ائتلافی دولت آمریکا طرح‌ها را پذیرفته و به ساختن ناوچه‌ی مریماک (Merrimac) اقدام نمود .

هنری ، برای کسب اطلاعات دقیق و کامل درباره‌ی هواشناسی و علم کائنات الجو، در سراسر مناطق شرقی رود می‌سی‌سی‌پی ۵۰۰ نفر را مأمور این کار نمود . وی نقشه‌ی بزرگی تهیه کرد ، و پس از آنکه از منطقه‌ای گزارشی تلگرافی به مؤسسه‌ی سمیثسونین میرسد ، بلافاصله صفحه‌ی کوچک مدورمقوائی را در روی نقشه، بر محل ارسال گزارش سنجاق می‌کشد . برای این صفحه موضوعات گوناگون مربوط به وضع هوا از قبیل باران ، برف ، هوای صاف یا ابری ، به رنگهای مختلف نشان داده میشد بطوریکه هنری در هر موقع میتوانست وضع هوا را تعیین نماید و سرعت و امتداد طوفانها را تشخیص دهد . سپس در صدد برآمد تا فواید استفاده از وضع هواشناسی را به زارعین و متصدیان راه آهنها و کشتیرانی خاطر نشان سازد و توجه آنها را نسبت به این مسائل مهم جلب نماید .

هنری اولین فردی بود که دمای نسبی کلفهای خورشید را مورد مطالعه قرار داد . در ۱۸۴۸ وی تصویر آفتاب را بروی پرده‌ای نمایش داد، و با استفاده از پیل حرارتی بسیار کوچکی ، توانست دمای نسبی هریک از نقاط تصویر را اندازه‌گیری کند ؛ بالاخره پی برد که کلفها خنکتر از نواحی اطراف آن میباشند .



توسعه‌ی دینامو در سنوات آخر عمر هنری ، طلیعه‌ی استفاده از جریان متناوب بشمار میرود . در این موقع بود که مردان علم قدمی بجهت‌ها بازگشته و به ارزش کارهای علمی هنری پی‌بردند . نظریه الکترومغناطیس مکسول که در خلال سالهای ۱۸۶۰ و ۱۸۷۰ عرضه شد تجدید مطلبی از کشف قبلی هنری بود که میگفت انتشار الکتربسیسته در فضا مشابه انتشار

نور میباشد . همچنین آزمایشاتی که بوسیله هرتس بعمل آمد ، دریچه‌ای بود که محققین و تشنگان علم و معرفت ، از وراء آن ، خدمات علمی هنری را مورد تدقیق و امان نظر قرار داده و پی بردند که او نیز توانسته بود علائم خبری را انتقال دهد . ارزش واقعی هنری و اهمیت کارهایش ، پس- از مرگ وی آشکار گردید ، و دنیای علم و دانش ، دوقمی بخدمات وی پی برد که ۴۰ سال از آن میگذشت .

جیمز کلارک مکسول

از : جیمز ر . نیومن

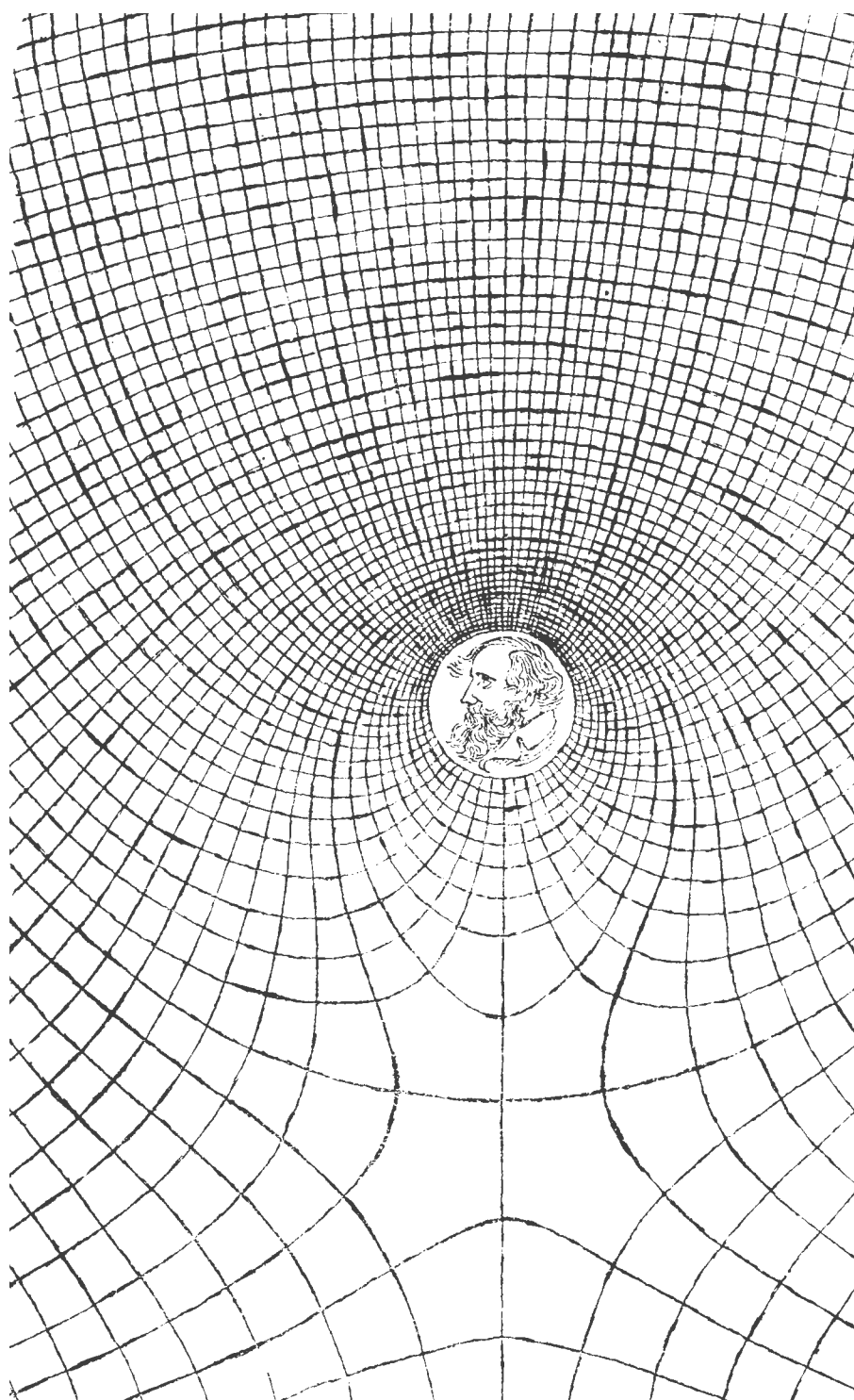
جیمز کلارک مکسول بزرگترین علم فیزیک نظری قرن نوزدهم و بنیان گذار عصر نوینی در پهنه‌ی علم و دانش بشمار میرود ؛ و آنچه دوران ما را از زمان وی ممتاز میسازد ، اکثر مرهون کارهای علمی اومیباشد. مکسول در اکتشافات عمده و جالب خود به تحقیقات علمی محض بیش از تجربه و آزمون توجه داشت از اینرو غالباً او را مظهر و نمونه‌ی دانشمندانی میدانند که عمده‌ی لوازم آزمایشگاهشان را قلم و کاغذ تشکیل میدهد. این اظهار نظر در مورد او صحیح نیست زیرا مکسول قریحه‌ی خاصی را که در علم فیزیک داشت با استعداد خارق العاده‌ی خود در ریاضیات درهم آمیخت و - با توجه کامل به مشهودات تجربی - موفق شد در باب نموده‌های فیزیکی قدمهایی برجسته بردارد. همین ترکیب مباحث نظری و علمی است که اساس و شالوده‌ی کلیه‌ی تحقیقات وی را تشکیل داده و صفت ممیزه‌ی آن بشمار میرود .

مکسول در ۳ نوامبر ۱۸۳۱ در ادینبورگ بدنیا آمد ، و بطوریکه میدانید این همان سالی است که مایکل فاراده کشف مهم و جالب خود را در مورد القاء الکترومغناطیس اعلام نمود . وی از یک خاندان قدیمی اسکاتلندی بود که افراد ، در عین آنکه صاحب شخصیت‌هایی ممتاز و برجسته‌تر از حدود متعارفی بشمار میرفتند ، از قریحه و استعداد خاصی هم برخوردار بودند؛ و در بین آنها قضات برجسته ، سیاستمداران مشهور ، معدن کاوان بزرگ ، تاجر ، شاعر ، و موسیقیدان نیز وجود داشت . وی یگانه فرزند فردی از این خاندان بود که چندان در پی جمع مال و کسب شهرت نمیرفت بلکه بیشتر هم خود را به اداره‌ی مزرعه‌ی خویش مصروف میداشت و بکارهای محلی میپرداخت ؛ از آن مهمتر همگی توجه خویش را به تربیت فرزند مبذول میداشت . پدر مکسول مردی بود خونگرم و تا حدی شوخ و بذله‌گو ؛ در

عین حال نسبت به اسبابها و تعبیه‌های مکانیکی علاقه‌مند؛ مادرش هم دارای مزاجی حاد و دمدمی بوده است.

اورا در طفولیت جیمی (یا جیمز کوچولو) مینامیدند. دوران کودکی جیمی در ملک پدری، در آبادی گلنلر *Glenlair*، گذشت. وی در خریدی کودکی بود با نشاط، ریزه، و نازپرورده، و همچون پدر فوق‌العاده دقیق و کنجکاو. به دیدن ماشینها و دستگاههای مکانیکی رغبتی تمام نشان میداد، و مجذوب آنها میشد. میل داشت از هر چیزی سردر بیاورد و علت و معلول همه چیز را بداند. جمله‌ی «چگونه کار میکند؟» ورد زبانش بود، و مدام میپرسید «فایده‌ی آن چیست؟» و اگر پاسخی که به وی داده میشد قانع‌کننده نبود مجدداً میگفت «بالاخره فایده‌ی اصلی آن چیست؟» اولین اختراع خودش عبارت از جمع‌آوری مجموعه عکسهایی بود که آنها را «چرخ زندگی» نام نهاد، و آن عبارت از یکنوع اسباب بازی علمی بود که تجسمی از حرکت دائمی را بنظر می‌آورد. جیمی مایل بود تا همه چیز را بدست خود بسازد، و همین استعداد و شوق اولیه بود که بعداً او را به تهیهی طرحها و مدل‌های مشکلترین حرکات و نمودهای دیگر فیزیکی قادر ساخت.

هنگامیکه نه ساله بود، مادرش بمرض سرطان درگذشت؛ همین مرض، ۳۸ سال بعد، نیز خود او را از پای درآورد. مرگ مادر پدر و فرزند را بهم نزدیکتر ساخت. سال بعد جیمز به مدرسه‌ی ادینبورگ رفت. دوره‌ی تحصیلات ابتدائیش بسیار مشکل و جانکاه بود. آموزگار مدرسه که یکنفر اسکاتلندی خشک و سختگیر بود - و صرفاً بعلمت تألیف کتابی درباره‌ی افعال بیقاعده‌ی زبان یونانی کارشناس تعلیم و تربیت قلمداد شده بود - میل داشت تا شاگردانش دقیق و منظم بار آیند، و پایه‌ی تحصیلاتشان محکم و اساسی و عمیق بوده و کلیه‌ی مسائل عادی و متعارفی را درک کنند؛ ولی مکسول در کلیه‌ی این رشته‌ها ضعیف بود. موضوع دیگر مسئله‌ی لباس بود که او را ناراحت می‌ساخت. توضیح آنکه پدرش از نظر بهداشت، کفشهای سرپنجه پهن و بلوز چین دار حاشیه‌داری برای او تهیه کرده بود. سایر دانش‌آموزان او را پیه لقب داده و آرایش لباسش را برهم میزدند؛ ولی او که بچه‌ای سرسخت و لجوج بود، سرانجام موفق شد نظر احترام و توجه همکلاسه‌ها را بخود جلب کند؛ و از آن پس - حتی اگر آنان را اذیت هم میکرد - از احترام نسبت به وی فرو گزار نمی‌کردند.





در مدرسه بتدریج علاقه و توجه مکسول نسبت به ریاضیات زیادتر شد. ضمن نامه‌ای که به پدر نوشته چنین متذکر شده است «یک هرم سه گوش و یک هرم ۱۲ پهلوی و دو هرم دیگر ساختم که از اسم آنها بی‌خبرم». در ۱۴ سالگی به اخذ مدال در رشته ریاضیات نائل آمد و مقاله‌ای در باب روش ترسیم منحنی‌های بیضوی کامل، بوسیله‌ی نخ و سنجاق، نوشت. گرچه طفل فوق‌العاده‌ی دیگری، بنام دکارت، در این بهنه بروی سبقت و پیشی داشت، ولی عمل مکسول موضوعی بود بدیع و ابتکاری. روزی که مقاله‌ی جیمز در باب اشکال بیضوی، بوسیله‌ی جیمز فوربس^۱ استاد ادینبورگ، به مجمع سلطنتی عرضه شد، برای پدر و پسر روزی بس فرخنده و مبارک بود. پدر در دفترچه خاطرات خود چنین نوشته است «موضوع از طرف مجمع با علاقه‌مندی و توجه و تحسین فوق‌العاده استقبال گردید».

مکسول، پس از ۶ سال تحصیل، به دانشگاه ادینبورگ وارد شد؛ در این موقع ۱۶ سال داشت. جوانی بود بیقرار، شوریده، و اسرار آمیز؛ و دارای استعدادی خاص و فوق‌العاده. بعلاوه اشعاری هم میسرود. گرچه اشعارش از نظر قواعد شعری چندان جالب نبود، لیکن متضمن پیشگوئی‌هایی عجیب در باب سرنوشت ماده و انرژی بود. اینک نمونه‌ای از آن:

«هنگامیکه زمین و خورشید به کلوخی سرد مبدل گردد،

و موقعی که کلیه انرژی آن معدوم شود،

ماده به اتر تبدیل خواهد گردید.»

لوئیس کمبل^۲، دوست و مترجم احوال وی متذکر شده است که او

۱- Forbes, James David ۱۸۰۹-۱۸۶۸ دانشمند اسکاتلندی، استاد فلسفه‌ی طبیعی در کالج سنت اندروز (۱۸۳۳-۶۰). شهرتش عمده بواسطه مطالعاتی است که در حرکت یخچال‌های طبیعی نموده. آثار معروفش عبارتند از: مسافرت به آلپ (۱۸۴۳)؛ و نروژ و یخچال‌های آن (۱۸۵۳).

۲- Campbell Lewis ۱۸۳۰-۱۹۰۸، عالم اسکاتلندی و دبیر آکادمی ادینبورگ، دانشگاه کلاسکو و ترینیتی کالج. مدال‌ها و جوایز چندی گرفت. در ۱۸۶۳ استاد زبان در دانشگاه سنت اندروز شد. آثار افلاطون و سوفوکل را چاپ کرد، و ترجمه‌ی جمهور افلاطون را که بوسیله بنجمین جووت شروع شده بود ←

از جنبه‌ی شخص پاکیزه و تمیز بود . و در عین حال به ظاهر اعتنا و توجهی نداشت ؛ حتی از « یقه آهاری و دستکش مدرسه بسختی احتراز می‌کرد . » هیچ چیز را ضایع و تباه نمی‌ساخت و « از خراب کردن اشیاء ، ولو تکه‌ای کاغذ ، وحشت و تنفری عمیق داشت . » مدام چیز می‌خواند ، و بیشتر اوقات خود را به مطالعه و تحقیق در مسائل ریاضی ، شیمی ، مغناطیسی ، و آزمایشات نوری می‌گذراند . در سرمیز غذا غالباً در بحر تفکر فرو می‌رفت ، و یا به دیدار تأثیر انعکاس نور بر لیوانهای بلورین میپرداخت ، یا مدتها چشم به نقطه‌ای میدوخت و مثل آنکه دیدگان تیز بینش یکنوع دور بین دو چشمی باشد ، به انجام آزمایشی میپرداخت . عمه‌اش خانم کی غالباً بر سرش داد میکشید . و او را بخود می‌آورد و میگفت « جیمی ، باز در بحر قضایای ریاضی فرو رفتی ؟ ! »

مکسول ، هنگامیکه در ادینبورگ بود ، مرتباً در جلسات مجمع سلطنتی حاضر میشد . دو مقاله‌اش تحت عنوان « در باب نظریه‌ی منحنی‌های غلطان » و « در باب تعادل اجسام کششان » در مجله‌ی ترانزاکسیون بچاپ رسید . این مقالات بوسیله‌ی دیگران در مجمع قرائت میشد زیرا « در شان مجمع نبود که پسر بچه‌ای ، بالباس دانشجوئی ، بر کرسی خطابه‌ی آن صحبت کند . » جیمز ، بهنگام تعطیلات در گنلر ، ضمن نامه‌های متعدد ، اقدامات گوناگون و متنوع خود را برای دوستانش تشریح نمود . بسیاری از این نامه‌ها متضمن علاقه‌ی شدید وی نسبت به فلسفه‌ی اخلاق است و نشانی از حس نوع دوستی و ایمان مذهبی و آنچه از آن به ترکیب مکتب اصالت قرن نوزدهم با ایمان صرف تعبیر میشود . در این دوران هنوز چنین تصور میشد که اصول حکمت و سعادت و تقوی را نیز میتوان ، نظیر مبحث نور و مکانیک ، از راه تحصیل فرا گرفت .

مکسول در ۱۸۵۰ وارد دانشگاه کیمبریج گردید و شاگرد خصوصی ویلیام هاپکینز شد . هاپکینز که در این موقع بزرگترین استاد ریاضیات عصر بشمار میرفت ، او را برای امتحان مخصوص ریاضیات ، یعنی مسابقه‌ی

پایان رسانید . آثار سوفوکل و آیسخولوس را به انگلیسی ترجمه کرد . آثارش عبارتند از حیات جیمز کلارک مکسول (۱۸۸۲) ، راهنمای ترازوی یونان (۱۸۹۱) ، زندگی جووت (۱۸۹۷) ، دین در ادبیات یونانی (۱۸۹۸) ؛ و درام تراژیک از نظر آیسخولوس ، سوفوکل و اورپید (۱۹۰۴) .

دشواری که با هوشترین و نخبه‌ترین شاگردان در آن شرکت میکردند ، آماده ساخت . استاد از استعداد و قریحه‌ی فوق‌العاده‌ی این جوان اسکاتلندی سیه مو واقف و باخبر بود ، و همواره میگفت «عجیب‌ترین فردی است که در سراسر عمر خود دیده‌ام ؛ محال است که او در مسائل فیزیکی غلط فکر کند.» مکسول علاوه بر کارهای سختی که در مدرسه انجام میداد ، در فعالیتهای اجتماعی و هنری دانشگاه نیز شرکت مینمود و از جمله به عضویت کلوب ۱۲ نفری که مشتمل بر برجسته‌ترین شاگردان کیمبرج بود انتخاب گردید . یکی از معاصرینش مکسول را «با نبوغ‌ترین و شریف‌ترین سخن‌ترین رفقا ، واضع نظریه‌های متعدد ، و مبدع بسیاری لغزهای شاعرانه و مسابقه‌های هوش» خوانده است . یکی از عجایب کارهای او نظریه‌اش درباره‌ی خواب بود. توضیح آنکه وی همه روزه عصرها از ساعت ۵ تا ۹ می‌خوابید ، آنگاه از ساعت ۱۰ تا ۲ صبح مطالعه میکرد ، از ساعت ۲ تا ۵ در سراسر میدوید ، و از پله‌ها بالا و پایین میرفت و بدین ترتیب به تربیت بدنی و ورزش میپرداخت . سپس بار دیگر از ۵ تا ۷ صبح می‌خوابید . گرچه سایر افراد خوابگاه از این وضع ناراحت میشدند ، ولی مکسول دست از رویه‌ی عجیب و مخصوص خود برنمیداشت . یکی دیگر از این عجایب ، مطالعه و تحقیقات عمیق وی درباره‌ی این مسئله بود که گربه ، حتی اگر از ارتفاع ۵ سانتیمتری وارونه روی میز یا تختی‌ها شود ، قادر است بدن خود را صاف کند و چهار دست و پا بر زمین بیاید .

در تابستان ۱۸۵۳ مکسول به يك نوع عارضه‌ی مغزی منتزیت^۱ دوچار شد بطوری که هفته‌ها بیمار و ناتوان بود . آثار این بیماری تا مدت‌ها او را رنج میداد . گرچه ظاهراً این عارضه در اثر يك نوع بحران عاطفی و روحی بوجود آمده بود ، ولی علی‌ایحال علت حقیقی آن در پرده‌ی ابهام بماند اولین نتیجه‌ی این بیماری این بود که ایمان مذهبی مکسول فوق‌العاده

۱- بیماری مسری و خطرناکی که موجب التهاب مننژها . یعنی پرده‌های پوششی مخ و نخاع شوکی میشود . هر میکروبی ممکن است سبب این التهاب شود (مانند میکروب سل ، ذات‌الریه ، بادیسرخ و غیره) ، ولی منتزیت ناشی از میکروب مخصوصی موسوم به مننگوکوک ، بصورت ابیدی در می‌آید ، و در هر دو قسمت مننژ (مننژ مخ و مننژ نخاع شوکی) می‌گیرد .

قوی شد و یکنوع زهد و ورع شدید و عمیق، متکی بر مذهب کالوینسم^۱ اسکاتلندی، در وی بوجود آمد که بطور کلی با عقاید هیچیک از فرق دیگر مسیحیان مشابه و مانند نبود. همواره میگفت «من با کفر و الحاد سروکار ندارم».

در ژانویه ۱۸۵۴ مکسول، درحالی که به توصیه پدر پاهای خود را نمد پیچ کرده بود تا از گزند سرما محفوظ بماند، در جلسه امتحانات سه مرحله‌ای ریاضی کیمبریج حاضر شد. امتحان مرحله دوم ریاضیات را در برابر ادوارد روث (Routh)، ریاضیدان معروف، گذراند. ناگفته نماند که در مسابقه دیگری که در کیمبریج برای اخذ جایزه اسمیت^۲ برقرار شده بود، با آنکه مواد امتحانی مشکلتر بود، مکسول و روث هر دو رتبه اول را حائز گردیدند.

مکسول، پس از اخذ دیپلم از کیمبریج، دو سال دیگر در ترینیتی کالج ماند، و این مدت را صرف مطالعه و سخنرانی و تدریس خصوصی و انجام آزمایشاتی درباره نور نمود. قرقره‌ای را با نوارهای رنگین کاغذ پوشانیده و بدینوسیله به مطالعه و تحقیق در اختلاط رنگها پرداخت، و از این راه پی برد که با ترکیب سه رنگ اصلی یعنی قرمز و سبز و آبی، به نسبت‌های مناسب، میتوان تقریباً کلیدی رنگهای طیف شمس را ایجاد کرد. همین آزمایش و نتایج حاصله از آن در مورد رنگها باعث شد که بعدها «جمع سلطنتی مدال رومفرد را به وی اعطا نماید».

مکسول در مدت دوسالی که، پس از اخذ دیپلم، در ترینیتی کالج بسر میبرد، عمده فعالیت خود را مصروف مطالعه کتاب تحقیقات تجربی فاراده نمود؛ و از آنجا که علاقه‌ای شدید نسبت به موضوع برق داشت، دل

۱- کالوینسم، از مکتبهای مهم مسیحیت است که بوسیله ژان کالون (۱۵۰۹-۶۴) بوجود آمد. کالون یکنفر پروتستان فرانسوی بود. و در ۱۵۳۳، بر اثر یک «تحول درونی ناگهانی» کیش کاتولیکی را ترک کرد و آئین جدیدی عرضه داشت.
۲- 'Smith's Prize'، نام جایزه‌ای در دانشگاه کیمبریج انگلستان، که بوسیله رابرت اسمیت (۱۶۸۹-۱۷۶۸) بوجود آمد از ۱۷۶۹ تا ۱۸۸۲ به دانشجویانی که در امتحان مخصوص ریاضیات موفقیتی بدست می‌آوردند اعطا میشد. از ۱۸۳۳ این جوایز به نویسندگان بهترین مقالات در رشته‌های مختلف ریاضیات یا فلسفه‌ی طبیعی اعطا میگردد.

در این کار فرو بست ، و بر اثر همان مطالعات و همین علاقه به بزرگترین کشفیات خویش نائل آمد. قبل از آنکه تربیتی کالج را ترك گوید ، اولین اثر بزرگ خود را بنام درباب خطوط قوای فاراده ضمن عباراتی شیرین و کلماتی دلنشین انتشار داد . در ۱۸۵۶ مکسول به سمت استادی فلسفه‌ی طبیعی کالج مریچال^۱ در ابردین^۲ منصوب گشت ، و این مقامی بود که وی برای بدست آوردن آن از مدت‌ها قبل کوشش و تلاش میکرد زیرا پدرش از چندی قبل بیمار شده بود ، و مکسول میل داشت در محلی نزدیک خانه‌ی پدری بخدمت اشتغال ورزد . متأسفانه بیمار چند روز قبل از انتصاب وی درگذشت . مرگ پدر لطمه‌ای جبران ناپذیر برای مکسول بود؛ پدر و پسر صمیمی‌ترین روابط را باهم داشتند . باری مکسول در ابردین هم به تحقیقات خود در باب برق ادامه داد . اشتغال به تدریس و معلمی چندان وقتش را نمیکرفت ، و گرچه در انجام وظیفه‌ی خود حداکثر کوشش و مجاهدت را بعمل می‌آورد ، ولی نمیتوان گفت که وی معلمی خوب بوده است. شاگردانش افرادی زرنک و با-هوش نبودند ، لاجرم کلاس خوب پیشرفت نمیکرد . مکسول که روزی به خطیبی که در اجتماعى موغظه میکرد و مستمعین گفتارش را درك نمیکردند ، و واعظ از این موضوع برنج اندر بود ، بعنوان تذکر و نصیحت چنین گفته بود و چرا با آنها بر طبق سطح معلوماشان حرف نمیزنید؟؛ هیچگاه نتوانست شخصاً این نصیحت را در مورد خویش بکار بندد ، و در کلاس مطابق فهم و اطلاعات شاگردان خود سخن گوید .

در ابردین تمام وقت مکسول برای انجام کاری که به وی سپرده شده بود گرفته میشد ؛ لاجرم مطالعه و تحقیقاتش در باب برق برای مدت دو سال متوقف گردید . در این موقع دانشگاه کیمبریج مسابقه‌ای در باب حلقه‌های زحل مطرح کرده بود که به برنده‌ی آن جایزه‌ای اعطا میشد . مکسول هم داوطلب شرکت در مسابقه گردید . سخن از این بود که آیا حلقه‌های زحل جامدند یا سیال ؟ و آیا از توده‌ای مواد مجزا از یکدیگر تشکیل یافته‌اند یا نه ؟ موضوع مسابقه عبارت بود از تعیین نوع مواد و کیفیت ساختمانی این

۱- Marischall College ، کالجی است که در ۱۵۹۳ تأسیس شده و اکنون ضمیمه‌ی دانشگاه ابردین است .

۲- Aberdeen ، شهر است در اسکاتلند انگلستان ، دارای ۱۸۲۷۱۴ نفر جمعیت . دانشگاه ابردین از دانشگاه‌های قدیمی و مشهور بریتانیا است .

حلقه‌ها و توجیه حرکت و بقای آنها. مکسول ضمن رساله‌ی ۶۸ صفحه‌ای خود ثابت کرد که یگانه ماهیت ساختمانی ثابت و قابل دوام عبارت از آن نوع ساختمانی است که از ذرات مجزا از یکدیگر تشکیل یافته باشد. وی با تنظیم این رساله که *سرچورج اری*^۱، منجم سلطنتی، آنرا برجسته‌ترین رساله‌های تحقیقاتی ریاضی تلقی کرده است، برنده‌ی مسابقه و جایزه شده، و نامش در زمره‌ی بزرگترین دانشمندان فیزیک ریاضی ثبت گردید.

مطالعات وی درباره‌ی زحل توجه و علاقه‌ی او را به نظریه‌ی حرکتی گازها جلب کرد. مردان علمی که در این رشته پیشقدم وی بودند، نظیر رودلف کلاوزیوس^۲، دانیل برنولی^۳، جیمز ژول^۴ و دیگران، تا آن موقع به توجیه و بیان بسیاری از خواص گازها از قبیل فشار، درجه حرارت، و چگالی نائل آمده بودند. اساس گفتار و استدلال آنان متکی بر این فرضیه بود که گاز از ذرات سریع‌الحرکتی تشکیل یافته است. در عین حال برای آنکه از درد سر و زحمت تحلیل‌های ریاضی خود را آسوده دارند، چنین فرض می‌کردند که کلیه ذرات یک گاز با سرعت واحدی حرکت می‌کنند. مکسول با تحقیقات و مطالعات خود به بی‌اساس بودن این فرضیه پی برد و آن را غیر قابل قبول تلقی کرد زیرا برخورد و تصادمی که در اثر حرکت موبکولها ایجاد می‌شود، موجب اختلاف سرعت ذرات خواهد گردید. وی معتقد بود که اگر بخواهیم مسئله‌ی گازها را بر د اصول

۱ - Airy, Sir George, ۱۸۰۱-۹۲، منجم انگلیسی که تحقیقات مهمی در مغناطیس و هوا شناسی کرده است. از ۱۸۳۵ تا ۱۸۸۱ مدیر رصدخانه‌ی سلطنتی لندن بود.

۲ - Clausius، عالم فیزیک ریاضی آلمانی. مفهوم آنتروپی را وارد فیزیک کرد و اصل دوم ترمودینامیک را تفسیر نمود. در باب نظریه‌ی حرکتی گازها نیز تحقیقات عمده‌ای کرده است.

۳ - Bernoulli Daniel, ۱۷۰۰ - ۱۷۸۲، ریاضیدان و فیزیکدان سوئسی. معادله‌ای را که بعداً بنام وی معادله‌ی برنولی نام گرفته حل کرد، و نظریه‌ی حرکتی گازها و مایعات را بسط داد.

۴ - Joule, ۱۸۱۸-۸۹، فیزیک‌دان انگلیسی که تحقیقات مهمی در الکتریسته و ترمودینامیک بعمل آورده. وی اولین کسی است که معادل مکانیکی گرما را تعیین کرد. ژول، واحد کار و انرژی، بنام اوست.

دقیق مکانیکی، بنیان نهیم، لاجرم باید قانون حرکت ذره‌ها را از نقطه‌ی نظر ریاضی مورد توجه قرار داد.

مسكول بر آن شد تا موضوع را از جنبه‌ی ریاضی در مورد مجموعه‌ای از ذرات بهم چسبیده بصورت k کراتی كوچك، سخت، و كاملاً كششان، كه تنها در لحظه‌ی برخورد و تصادم بر يكدیگر تأثیر میکنند، مورد مطالعه قرار دهد. و از آنجا كه امکان نداشت چند مولكول را بطور انفرادی مورد بحث قرار دهد، لاجرم روش آماری را پیش كشید. وی چنین فرض می‌كرد كه توزیع سرعت بین مولكولهای هر گاز بصورت منحنی معروف زنگ شتری شكل است كه در بسیاری از نمودها، از طرح پرتاب يك مرمی گرفته تا اجتماع گروهی افراد مختلف‌القد مورد استعمال پیدا می‌كند. بدین ترتیب در حالیکه سرعت يك مولكول واحد از حیطه‌ی تشریح و توصیف خارج است، بحث در سرعت مجموعه‌ای از ذرات مقدور خواهد بود. مسكول، پس از آن - كه به بیان كمی سرعتهای مولكولهای متشكله‌ی يك گاز نائل آمد، توانست فرمول دقیق فشار گازها را هم به رشته‌ی تحریر در آورد. و عجب اینکه این بیان با نتیجه‌ی آن فرضیه كه سرعت کلیه‌ی مولكولها را یكسان می‌پنداشت تفاوتی نداشت؛ لیكن مسكول موفق شده بود نتیجه‌ی درست را از راه صحیح و استدلال منطقی بدست آورد. از این گذشته، چون روشهای ریاضی مسكول کلیت وقایعیت داشت، لذا رفته رفته دامنه‌ی استعمال آنها در کلیه‌ی رشته‌های فیزیک توسعه یافت.

سپس مسكول در صدد بر آمد تا عامل دیگری را كه در تنظیم قوانین دقیق گازها ضرورت دارد مورد توجه قرار دهد، و آن عبارت بود از فاصله‌ای كه هر ذره، بین دو برخورد، می‌پیماید. این فاصله همان است كه اکنون از آن به مسیر آزاد تعبیر می‌كنیم. وی می‌كوشید تا متوسط مسیر آزاد مولكول هر گاز را از روی لزوجت آن اندازه‌گیری كند. فرض او چنین بود كه هر گاز از مجموعه‌ای ذرات با سرعتهای مختلف تشكيل یافته و این ذرات مدام بر رویهم می‌لغزند، و بدین طریق مالمی ایجاد می‌كنند. و از همین جا است كه حالت لزوجت در گازها پیدا می‌شود. بنابراین متوسط مسیر آزاد هم با لزوجت بستگی پیدا می‌كند. حال دو طبقه از ذرات را در نظر می‌گیریم كه مدام بر روی هم می‌لغزند. اگر ذره‌ای كه از يك طبقه به طبقه‌ی دیگر می‌رود، قبل از بر خورد با ذره‌ای

دیگر مسافت کوتاهی پیموده باشد، مقدار حرکتی^۱ که بین آن دو رد و بدل میشود زیاد نخواهد بود زیرا، در موضع برخورد اختلاف سرعت بین دو طبقه ناچیز است. لیکن اگر ذره، قبل از برخورد، عمیقانه در طبقه‌ی دیگری فرو رود، اختلاف سرعت زیادتر خواهد بود و لاجرم تبادل مقدار حرکت نیز بیشتر. از اینجا میتوان چنین گفت که هر چه لزوجت گازی بیشتر باشد، متوسط مسیر آزاد مولکولهای آن هم زیادتر خواهد بود. سپس مکسول به واقعیتی تناقض آمیز پی برد، و آن اینکه لزوجت گاز مستقل از چگالی آنست زیرا اگر چه درگازی چگال احتمال برخورد ذرات بیشتر است، ولی در مقابل، درچنین گازی، هرذره قبل از تصادف درطبقه‌ی دیگر چندان پیشرفت و نفوذی ندارد؛ و همین کیفیت اخیر است که با مسئله‌ی چگالی مقابله میکند، و لاجرم تبادل آن مقدار حرکت که هرواحددرثانیه منتقل میکند، بدون توجه به موضوع چگالی ثابت میماند.

بدین ترتیب مکسول نمونه‌ای مکانیکی از گاز ساخت و آنرا بصورت توده‌ی انبوهی از ذرات تجسم بخشید که در حالیکه «با خود مقدار حرکت و انرژی را منتقل میکنند» مسافتی را می‌پیمایند، با هم برخورد میکنند، و تغییر حرکت میدهند؛ و بدین نحو مسیر خود را برگزار میکنند و قس علیهذا. با این تجسم، تعیین خواص گازها از قبیل لزوجت و قابلیت انتشار و هدایت، با اندازه‌گیری دقیق مقدورگشت؛ و از همین لحاظ است که ابتکار مکسول یک خدمت علمی برجسته و طراز اول بشمار میرود.

بدیهی است ایراداتی هم نسبت به آن بعمل آمد ازجمله اینکه مولکولها نه سخت هستند، و نه مانند توپهای بیلیاردکششان، و نه آنکه تبادل عمل آنها اختصاص به لحظه‌ی برخورد و تصادم دارد. مع هذا، و با وجود نارسائی نمونه‌ی مکسول و اشتباهاتی که در نحوه‌ی استدلال بعمل آمده بود، نتایج آن، که بنابر گفتار سر جیمز جین «میبایست بکلی غلط و نا درست باشد»، کاملاً صحیح از آب درآمد بطوریکه قانون مکسول درباره‌ی سبک عمل گازها، امروزه نیز معتبر و مورد استفاده است.

لودویگ بولتزمان^۲، عالم فیزیک آلمانی، که نخستین بار به

۱- مقدار حرکت عبارتست از حاصلضرب جرم جسم در سرعت آن momentum.

۲- Boltzmann ' Ludwig، ۱۸۴۴-۱۹۰۶، فیزیکدان اتریشی که

مفهوم و اهمیت این اکتشاف پی برد ، در صدد بر آمد دلایل مكسول را منقح نماید و آنها را تعمیم و کلیت دهد . وی ثابت کرد که نظریه مكسول در باب توزیع سرعتها یگانه حالت تعادل ممکن برای گازها است . این تعادل ، چنانکه اینهردو دانشمند دریافته بودند ، همان وضع ترمودینامیکی حداکثر آنتروپی یعنی آشفته ترین و بی نظم ترین حالتی است که در آن انرژی ممکن الوصول برای کار مفید به حداقل مقدار خود تنزل مینماید .

مفهوم آنتروپی^۱ مكسول را به یکی از برجسته ترین سیماهای علمی نوین راهبر گردید ؛ این سیمای جالب « شیطانك جورکننده » است . افزایش كهولت انسان بدست خود او نیست زیرا آنچنانکه باید ، هوشمندی ندارد . ولی يك شیطانك ، که زیرکتر و با هوشتر باشد ، میتواند ذرات تندرو و کندروی گازی را با هم جور کند ، و باین ترتیب آن آشفتنگی و بی نظمی را که در توده ی گاز هست به نظم و ترتیب بدل نماید و مآلاً انرژی غیر ممکن الوصول را به انرژی ممکن الوصول مبدل سازد . مكسول نزد خود ظرفی را مجسم میکرد که از گاز پر شده ، و دیواره ای ، با دریچه ی متحرك ، ظرف را از وسط دو قسمت میکند ؛ و یکی از این شیطانك های زرنك و کاردان و نگهبانی این دریچه را عهده دار میباشد . هنگامیکه ذره ای تندرو ، مثلاً از اطاق طرف چپ بسوی اطاق سمت راست حرکت کند ، شیطانك در را میگشاید ؛ و بالعکس چنانچه ذره ای کندرو نزدیک شود ، در را می بندد . لاجرم پس از مدتی ذرات تندرو در قسمت راست و ذرات کندرو در طرف چپ جمع میشوند ؛ گاز در قسمت اول بتدریج گرم میشود ، و گاز قسمت دیگر سرد . « بدین ترتیب شیطانك اصل دوم ترمو-دیناميك^۲ را سست میسازد .

در نظریه ی حرکتی گازها تحقیقات ذیقیمتی نموده . بولتزمان آثار متعددی در باب نظریه الكترو مغناطیس مكسول دارد .

۱- آنتروپی (Entropy) عاملی ریاضی که معرف ومبین مقدار انرژی غیر قابل استفاده در هر دستگاه ترمودینامیکی است آنتروپی مطلق مربوط به درجه حرارت مطلق میشود . با اینحال تغییرات آنتروپی با حالاتی سروکار دارد که درجه حرارت متناسب ممکن است بکار رود . تغییرات آنتروپی معمولاً با شرایط اولیه ی مقیاس آنتروپی بستگی دارد .

۲- ترمودیناميك ، قسمتی از علم فیزيك که از روابط انرژیهای حرارتی و

چنین تصور میشود که سازواره ای زنده نیز نحوه ی عمل مشابهی دارد ، و همانطور که اورین شروودینگر^۲ متذکر شده است « بوسیله ی غذائی که میخورند و هوائی که استنشاق میکنند ، آنتروپی منفی را از محیط میگیرند و آنرا بدور میسازند .»

مکسول و بولتزمان که هر يك مستقل^۱ و با رقابتی آمیخته با صمیمیت کار میکردند ، نخست به پیشرفت شایانی در بیان و تفسیر روال گازها از راه مکانیک آماری نائل آمدند . لکن پس از مدتی اشکالات عجیبی روی نمود ، از آنجمله دیگر به تنظیم فرمولهای نظری و دقیق برای حرارت

مکانیکی و تبدیل یکی بدیگری بحث میکند . ترمودینامیک مبتنی بر دو اصل است که یکی (اصل معادله ی کار و حرارت) بستگی حرارت و کاری را که در ضمن تغییرات يك دستگاه در کار میاید تعیین میکند؛ و دیگری (اصل کارنو) شرایط امکان این تغییرات را معین میکند .

اصل اول ترمودینامیک یا اصل معادله ی کار و حرارت اینست که هرگاه دستگاهی دستخوش تغییرات بسته ای شود، اگر کار بگیرد حرارت میدهد، و اگر حرارت بگیرد کار میدهد . و در تبدیل حرارت، هر کالری حرارت معادل ۵۱۸۵ ژول کار است (عدد اخیر را برابر مکانیکی حرارت گویند).

اصل دوم ترمودینامیک یا اصل کارنو اینست که ماشینی های حرارتی (ماشین های که انرژی حرارتی را به انرژی مکانیکی تبدیل میکنند ، مثل ماشین بخار و موتورهای انفجاری) ، فقط در صورتی کار میدهند که از منبع گرمی (مثلاً دیگ ماشین بخار) حرارت گرفته قسمتی از آن را به منبع سردی (کندانساتور) پس بدهند . بموجب این اصل مهم تبدیل بالتمام حرارت بکار ممنوع است ، و بهره ی ماشینهای حرارتی همواره کمتر از ۱ میباشد .

۱- هر شیء یا دستگاهی ، دارای ساختمان بی نهایتی بسیار درهم ، و اجزائی که اعمال آنها وابستگی آنها به یکدیگر تابع بستگیهای آنها به آن چیز یا دستگاه است . (Organism)

۲- Ervin و Sbhrodinger ، ۱۸۸۷ ، فیزیکدان اتریشی ، شهرتش بواسطه ی کارهایی است که در باب تشعشع نور و امواج بعمل آورده . در ۱۶۶۳ سهام جازیه ی نوبل شد . آثارش علم و طبع بشر ۱۹۳۴ ، حیات چیست ؟ (۱۹۵۴) و غوره میباشد .

مخصوصاً گازها قادر نبودند. تنها نظریه‌ی کوانتوم بود که با اثبات اینکه نوسان و چرخش مولکولها حدیقی دارد و در میزان معینی محدود میشود، تناقضاتی را که مکسول و بولتزمان با آن مواجه شده بودند تشریح کرد و اشکالاتی را که روی نموده بود برطرف ساخت. با این وصف باید متذکر شویم که اگر اقدامات برجسته و مساعی جمیله‌ی این دانشمندان در استعمال روش‌های آماری برای مطالعه‌ی گازها نبود، نه نظریه‌ی کوانتوم عرضه‌میشد نه نظریه‌ی نسبیت، و نه سایر روشهای علمی و فکری که موجد و موجب انقلابی شدند که در قرن بیستم در علم فیزیک حاصل گردید.

مکسول در فوریه‌ی ۱۸۵۸ به عمه‌اش، خانم کی، چنین نوشت: «غرض از تحریر این نامه آنکه به‌رضتان برسانم که میخواهم ازدواج کنم. ناراحت نباشید، او مانند من اهل ریاضیات نیست، و این انتخاب از لحاظ محاسن دیگری که دارد انجام گرفته؛ و ضمناً مسلماً او مانع کارهای ریاضی من نخواهد شد.» زنش کاترین مری دیوئر Katherine Mary Dewar دختر مدیر مریچال کالج بود. وصلتی بود فرخنده و آمیخته با عشق و محبت: زن و شوهر در کلیه‌ی شئون زندگی با هم تشریک مساعی بعمل می‌آوردند؛ با هم اسب سواری میکردند؛ برای هم بصدای بلند کتاب میخواندند؛ متفقاً سفر میکردند؛ و حتی مکسول، در آزمایشات خود، کارهایی سرگرم‌کننده و دلپذیر برای زن خویش پیدا میکرد و به‌وی محول مینمود. این زن و شوهر فرزندی نداشتند؛ همین امر خود تعلق خاطر و دلبستگی آنان را نسبت به یکدیگر فزونی می‌بخشید.

مکسول در تابستان ۱۸۶۰ با سمت استادی فلسفه‌ی طبیعی کینگر کالج

۱- حرارت مخصوص یا گرمای ویژه. حرارت مخصوص يك ماده در دمای معین مقدار حرارتی است که باید به‌واحد جرم آن داد تا درجه‌ی حرارتش یکدرجه بالا رود. حرارت مخصوص يك ماده مربوط است به‌حالت فیزیکی آن (جامد، مایع بخار)، مثلاً حرارت مخصوص آب دو برابر حرارت مخصوص یخ است. از بین موادی که تا کنون شناخته شده، جز حالت خاصی از هلیوم، مایع‌نیدرژن بالاترین حرارت مخصوص را دارد (۲۴۱۸ کالری بدرجه بر گرم). پس از آن آب می‌آید که گرمای ویژه آن در ۱۵۰ صد بخشی برابر واحد است. گرمای ویژه را میتوان ظرفیت حرارتی واحد جرم تعریف کرد.

عازم لندن گردید، و ۵ سال در آنجا بماند. اقامت در لندن برای وی موقعیتی مناسب بود، و توانست با فاراده - که تا این تاریخ صرفاً او را از راه مکاتبه می‌شناخت - و همچنین با سایر مردان علم آشنائی حاصل کند. مکسول اصولاً مردی منزوی و گوشه‌گیر نبود؛ وی ضمن نامه‌ای که به لیچفیلد (Litchfield)، دوست خود، نوشته چنین متذکر شده است: «کار خوب است، مطالعه بهتر؛ لیکن دوستان بر این هر دو مرجحند.» با اینحال لحظه‌ای از کار و مطالعه فارغ نمیشست، بطوری که دوره‌ی پنج سالی اقامت در لندن، علیرغم کلیه اشتغالات اجتماعی و وظایف سنگینی که از لحاظ تدریس برعهده داشت، از بارورترین ادوار عمر وی بشمار میرود. وی در این مدت به تحقیقات و آزمایشهای خود در باره‌ی گازها ادامه میداد. در زیر زمین وسیع خانگی خود در کنزینگتن^۱، لزوجت گازها را اندازه‌گیری کرد، و توانست نظریه‌ی خود را عملاً هم به‌ثبوت برساند (نا گفته نماند که این عمل مستلزم کارهایی شاق و طاقت فرسا بود. مثلاً برای بدست آوردن درجه حرارت مورد نظر وی در روزهای گرم تابستان، آتشی بر می‌افروخت و کتریهای آب را در اتاق می‌جوشانید تا بخارتولید شود. خامش هم بعنوان آتش افروز و دستیار حرارتی، با وی کمک و همکاری میکرد). لیکن نقطه‌ی نظرش عمده^۲ برق بود، و چون روزی چند از آن دست نداشته بود، دیگر بار، عزم خود را به آن معطوف داشت.

فاراده، با آزمایشات خود، تحقیقاتی را که در طی یکقرن بوسیله کولن، اورستد، آمپر، و دیگران بعمل آمده بود بکمال رسانید. این مردان علم واقعیتهای بسیاری در باره‌ی سبک عمل برق و ارتباط آن با مغناطیس کشف نموده و ثابت کرده بودند که: بارهای الکتریکی همدیگر را بر طبق قانونی نظیر قانون گرانش (یعنی متناسب با حاصلضرب دو بار و عکس مجذور فاصله‌ی آنها) جذب و دفع میکنند؛ هر جریان برق میدانی مغناطیسی به وجود می‌آورد، و هر مغناطیس متحرکی مولد جریان برق میگردد، و هر جریان برق در مداری میتواند جریانی را در مداری دیگر

۱- Kensington، کویی واقع در غرب لندن؛ دارای ۱۶۸۰۵۴ نفر سکنه.

کاخ کنزینگتن، کاخ سابق سلطنتی، موزه‌ی بریتانیائی، و موزه‌های ویکتوریا و البرت موزه‌ی علوم، کاخ سلطنتی و علوم تالار البرت حال در آن قرار دارند.

القاء کند .

مكسول میکوشید تا این نمودها را توجیه و بیان کند. دائماً در این فکر بود که میدان چیست ؟ و چگونه الکتریسیته و مغناطیس در فضا تأثیر خود را اعمال میکنند ؟ فاراده ، در پاسخ این سؤالات ، مفهوم تازه‌ای را پیش کشیده بود ، و همین مفهوم بود که نظر مكسول را بخود جلب کرد و او را بر انگیخت.

بیشتر دانشمندان نظری برق را با قوه‌ی ثقل قیاس نموده و در صدد بودند تا نمودها را با مفهوم عمل از دور تشریح و تفسیر نمایند . اینان تصور میکردند که هر بار (یا جرم) واقع در نقطه‌ای از فضا ، بوجهی اسرارآمیز بر بار (یا جرم) واقع در نقطه‌ای دیگر ، بدون هیچگونه رابطه یا اتصال بین دوبار (یا دو جرم) تأثیر میکند . فاراده به این فکر افتاد که برق را بصورت يك سیستم مکانیکی تجسم دهد . وی چنین اظهار می‌کرد که وسیله‌ی عمل و تأثیر الکتریسیته یا مغناطیس خطوط قوائی هستند در سراسر فضا پخش شده ؛ بعلاوه این خطوط قوا خطوطی تصویری نبوده بلکه ماهیتی فیزیکی دارند ، و از خواص کشش و جذب و دفع و حرکت و غیره برخوردار میباشند .

مكسول شكاف عمیقی را که بین این دو نظریه وجود داشت ، به وجهی قابل تجسمین ، بهم آورد. وی دراینمورد چنین متذکر میشود «اختلافی در کار نیست؛ فقط در آنجا که ریاضی دانان مرکز قوائی میدیدند که از دور تأثیر میکند ، فاراده ، باچشم بصیرت خود، خطوط قوائی میدید در سراسر فضا پخش شده ، و در آنجا که آنان جز فاصله چیزی نمیدیدند ، وی واسطی میدید. فاراده در صدد بود تا برای نمودهای مورد نظر مسندی بیابد که ، درواسط ، بطور واقعی و حقیقی عمل کند؛ حال آنکه آنان نمودها را برکری نیروی عمل از دور که برسیالهای برقی تأثیر میکند می‌نشانند ،

مكسول به مفهوم فاراده و موضوع میدان عقیده مند بود و می‌کوشید تا آن را بسط دهد و تکمیل نماید . در اولین مقاله‌ی خود ، با عنوان «در باب خطوط قوای فاراده ، بر آن بود تا يك نمونه‌ی فیزیکی مشتمل بر خطوط قوای فاراده مجسم نماید و سبك عمل آنها را تحت فرمول و ارقام در آورد وی هرگز ادعای آن نداشت که نمونه‌ی او وضع واقعی را نشان دهد بلکه در نظر وی نکته‌ی مهم عبارت از این بود که « از يك مفهوم فیزیکی

واضح و روشن استفاده کند بدون آنکه خود را پای بند به هیچگونه نظریه‌ای متکی و مبتنی بر علم فیزیکی بسازد که آن مفهوم از آن گرفته شده است. «چنین روش محقق را از آن بن بسترهای گیج کننده و غیرواقعی میرهاند و از اینکه «بر اثر فرضیه‌ای مورد نظر از حقیقت دور افتد» محفوظش می‌دارد.

مکسول يك نمونه‌ی دینامیکی در نظر گرفت؛ در این نمونه خطوط قوای فاراده بصورت لوله‌های شار تجسم داده شد، که سیالی تراکم ناپذیر، نظیر آب، در آنها روان است. سیالی که در لوله‌ها حرکت میکند معرف برق در حرکت میباشد؛ و شکل و قطر لوله نشانی از شدت و جهت شار. سرعت سیال همچند نیروی برقی است و اختلاف فشارهای سیال مشابه اختلاف فشار الکتریکی با پتانسیل؛ و فشاری که از طریق سطوح لوله‌های کششان از لوله‌ای، به لوله‌ی دیگر منتقل میشود، کیفیتی نظیر القاء الکتریسته. سپس مکسول، با بکار بردن معادلات ثابت ئیدرو دینامیک در مورد چنین مجوعه‌ای، موفق شد علت و معلول بسیاری از واقعیت‌های مشهود را در باب الکتریسته دریابد و آنها را توجیه نماید

مقاله‌ی عجیبی بود، وفاراده آنرا بستود، و ضمن نامه‌ای به مکسول چنین نوشت «من نخست، از اینکه می‌دیدم پای معادلات و اصول ریاضی در کا آمده سخت یکه خوردم و متعجب گشتم، ولی بعداً متوجه شدم که کاملاً با آن تطبیق میکند. «محققین دیگر چنین می‌اندیشیدند که موضوع مطلقاً با آن وفق نخواهد داد و معتقد بودند که موضوع برق خود بجدا کافی اسرار آمیز است، و معلوم نیست حال که پای لوله و سیال تراکم نا پذیر و غیره هم در کار آمده چه صورتی بخود خواهد گرفت؟! لیکن مکسول هم مردی نبود که از برخورد و تناقض افکار اندیشه‌ای بخود راه دهد و یا اینکه او را آدمی عجیب و غریب بدانند ناراحت و آزرده خاطر گردد؛ لاجرم در نظریه خود پا فشاری کرد و بدان مداومت داد و به بسط و تکمیل افکار فاراده پرداخت.

مکسول در لندن، پس از آنکه بار دیگر توجه و هم خود را به مسائل برقی معطوف داشت، دومین رساله‌ی بزرگ خود را موسوم به درباب خطوط قوای فیزیکی منتشر نمود. وی این بار نمونه‌های مجهز تر و

کاملتری تعبیه کرد تا نه فقط آثار الکتروستاتیک بلکه نمودهای جذب مغناطیسی و القاء الکترو مغناطیسی را هم توجیه نماید. در نمونه‌ی جدید گرد-شارهای مولکولی که در فضا می‌چرخند همان عواملی هستند که میدانهای مغناطیسی را بوجود می‌آورند. هرگردشار مولکولی را میتوان بصورت استوانه‌ی ظریقی در نظر گرفت که حول خطوط قوای مغناطیسی دوران میکند. سرعت دوران تابع شدت نیروی مغناطیسی است. با این استوانه‌ها دوائر مکانیکی پیوسته است: یکی کشش در امتداد خطوط قوا؛ و دیگری فشار جانبی مولود قوه‌ی گریز از مرکزی که بر اثر دوران استوانه‌ها بوجود می‌آید. این دوائر، پس از تألیف و ترکیب، نمودهای مغناطیسی را تولید میکنند؛ یعنی مغناطیس نیروئی است که هم در امتداد محور و هم خارج از آن اعمال اثر میکند.

مکسول در صدد اثبات این نکته بود که با این آرایش جالب میتوان ایجاد میدان مغناطیسی را بوسیله‌ی جریان برق و همچنین تولید جریان برق را بوسیله‌ی میدانی متغیر توجیه نمود. وی نخست چنین فرض میکرد که هر میدان مغناطیسی متشابه عبارتست از قسمتی از فضا که با استوانه‌هایی گردان، دارای سرعتی واحد و امتدادی واحد، حول محورهایی تقریباً موازی دوران میکند. لیکن فوراً با مشکلی مواجه شد و آن اینکه چون استوانه‌ها با یکدیگر در تماس میباشند چگونه ممکن است در یک جهت دوران نمایند؟ بطوریکه میدانید هر چرخ یا استوانه‌ی دوارى موجب میشود که چرخ یا استوانه‌ی مجاور آن در جهت مخالف بگرددش درآید. در اندیشه‌ی رفع این اشکال، فکر تازه‌ای بخاطر مکسول رسید، و چنین فرض کرد که ردیفهائی از کران کوچک، نظیر طبقات گاسه ساچمه^۱ (بل برینگ)، بین استوانه‌ها قرار گرفته و عمل دنده را انجام میدهد (مکسول آنها را چرخ پنجم یا چرخ هرزنام نهاد). بدین ترتیب استوانه‌ها کلاد رجته‌ی واحد دوران خواهند نمود.

سپس، در اثردها و نبوغ علمی خویش، پی برد که این کرات را میتوان برای منظوری جالبتر و برجسته‌تر نیز مورد استفاده قرار داد. مثلاً اگر این کرات را ذراتی از الکتروسیته بپنداریم، با یک استدلال میکانیکی

۱- یا ناقان مخصوصی که غلطکهای صیقلی کروی یا استوانه‌ای فولادی در آن تعبیه شده و محور روی آنها می‌غلتد.

ساده بوضوح معلوم میشود که با حرکت آنها درماشینی که جزئی از آن بشمارند میتوان بسیاری از نموده های برقی را توجیه و تفسیر کرد .

برای توضیح مطلب به مثالهای زیر توجه نمائید: در یک میدان مغناطیسی غیرمتغیر کلمه ای استوانه ها بایک سرعت ثابت دوران میکنند . در چنین حالتی وضع کرات کوچک دوار محفوظ میماند ، و چون شار ذره ای در کار نیست ، لاجرم جریان برقی هم وجود ندارد . حال فرض کنید تغییری در نیروی مغناطیسی حاصل گردد ؛ این امر متضمن آنست که تغییری هم در سرعت دوران استوانه ها بوجود آید . هر استوانه ، درحین که دورانش سریعتر میشود ، تغییر حاصله در سرعت را به استوانه های مجاور منتقل میسازد ؛ و لاجرم این استوانه ، در این لحظه ، اندکی سریعتر از استوانه های مجاور خود دوران مینماید . علیهذا کرات واقع در بین آنها با یکنوع حرکت برشی^۱ در محل خود تغییر مکان میدهند . این حرکت انتقال ذرات همان جریان برقی است .

حال ببینیم چگونه ممکن است این نمونه بوجود آید و موجودیتش مستقل باشد ؟ گرچه نمونه ی مورد بحث برای اثبات چگونگی تولید جریان برق از مغناطیس در نظر گرفته شده بود ، با اینوصف مکسول درصدد برآمد سازوکار^۲ آن را بذجوی تنظیم نماید که بوسیله ی آن بتوان از تغییر نیروی برق ایجاد مغناطیس نمود . فرض کنید کوره ها و استوانه ها بحالت سکون باشند . اگر نیرویی بکرات الکتریسیته وارد آید و آنها را بحرکت درآورد ، استوانه های مغناطیس هم که با آنها در تماس هستند شروع به دوران خواهند نمود ، و لاجرم یک میدان مغناطیسی بوجود خواهد آورد . از این گذشته نمونه ی مکسول حتی در مورد جزئیات هم صادق بود و معلوم داشت که استوانه ها در امتدادی عمود بر حرکت کرات دوران میکنند ؛ و این خود توجیهی است از آنکه هر میدان مغناطیسی در سطح عمود بر شار جریان عمل میکند .

مکسول درباره ی این مجموعه چنین مینویسد «من آنرا بعنوان یک

۱- تلاشی که بطور مماس بر سطح جسمی وارد شده و در نتیجه ی آن طبقه ای

از جسم نسبت به طبقات دیگر حرکت انتقالی میکنند . (Shearing action)

۲- ترتیب اجزای هر چیز یا روابط آنها بایکدیگر از جهت تطابق آنها در تولید اثری (مانند سازوکار ساعت) . (Mechanism)

طرز ارتباط موجود در طبیعت عرضه نمیکنم؛ مع هذا باید اذعان کرد که آن يك روش ارتباطی است که از نظر مکانیکی قابل فهم است، و سهولت میتوان در آن تتبع و تدقیق بعمل آورد، و برای نشان دادن ارتباطهای مکانیکی موجود بین نمودهای الکترومغناطیسی مورد استفاده اش قرارداد. « از جمله این ارتباطات مکانیکی که مکسول به کومک نمونه‌ی خود موفق به اثبات آنها گردید، یکی دفع الکتریکی بین دو سیم موازی بود که در آنها جریان برق در جهات مخالف روان باشد (برائرفشارهای گریز از مرکز استوانه‌های دوار حول ذرات الکتریکی نمونه)؛ و دیگری القاء جریانها (نتیجه‌ی انتقال سرعت دورانی از يك استوانه به استوانه‌ای دیگر).

ولی هنوز کار مکسول با نمونه‌اش تمام نشده بود و خود را از آن بی‌نیاز نمیدانست. میبایست آزمایش نهائی خود را که عبارت از توضیح مکانیکی مبداء امواج الکترومغناطیسی بود بمرحله‌ی اجرا درآورد؛ برای روشن شدن مطلب لازم است بطور خلاصه به موضوع خازنها و عایق نظری بپردازیم.

فاراده در آزمایش خود به واقعیت جالبی برخورد کرده بود و آن اینکه نوع عایقی که در خازن بکار میرود، در ظرفیت خازن برای گرفتن و نگاهداری بار الکتریکی کاملاً مؤثر است. اگر کلیه‌ی عایقها در برابر جریان برقی یکسان مقاوم و غیر قابل نفوذ بودند، درک واقعیت بالا مواجه با اشکالاتی میشد. مکسول برای توضیح این مطلب به کومک نمونه‌ی خویش، فرضیه‌ی متهورانه‌ای را پیش راند. بطوریکه میدانید در اجسام عایق، ذرات ریز الکتریکی قادر نیستند که آزادانه از استوانه‌ای به استوانه‌ای دیگر حرکت کنند؛ و لاجرم جریانی روان نخواهد گردید. مع هذا در عایقها نمودهای الکتریکی محدود و درجا روی میدهد. مکسول چنین عقیده داشت که این نمودها هم عبارت از نوع خاصی از جریان میباشد؛ و هنگامیکه يك نیروی برقی بر جسمی عایق اثر کند، ذرات الکتریسیته جابجا میشوند، لیکن آزادانه و بی بندوبار حرکت نمیکنند بمباره‌ی آخری و به بیان واضحتری وضع آنها نظیر کشتی است که بهنگام طوفان در دریا لنگرانداخته، و گرچه حرکتی (بمعنای عادی) ندارد، ولی در محل خود جابجا میشود. در اجسام عایق هم ذرات الکتریسیته فقط مسافتی محدود می‌پیمایند، و پس از رسیدن به نقطه‌ای که در آن نیروئی که بر آنها فشار وارد می‌آورد با مقاومت

استوانه‌های کششان تعادل حاصل نماید ، متوقف میگردند ؛ و بمحض اینکه نیروی قهریه قطع شود ، ذرات بجای اولیه خود باز میگردند . ولی هنگامیکه ذره‌ای به محل خود بازمیگردد ، از آن تجاوز میکند و در اطراف موضع اولیه خود نوسان مینماید . جسم عایق این نوسان را به موجی مبدل میگرداند ، و چون موج خود جریانی است ، بدین ترتیب ، برای لحظه‌ای کوتاه ، یک جریان جابجائی روی میدهد . اگر نیروی برقی که بر جسم عایق وارد میشود مدام تغییر کند ، لاجرم یک موج جابجائی دائمی و به بیان دیگر جریانی دائمی بوجود میآید .

مکسول سپس به نتیجه‌ای رسید که طبیعه‌ی عصر جدید دردنیای دانش فیزیک بشمار میرفت . این نتیجه مربوط به رابطه‌ی سرعت جابجا شدن موج یعنی جریان با سرعت نور بود . برای آنکه جزئیات امر بهتر روشن شود ، باید قدمی بقیه‌ها برگشته و نظری به کارهای اولیه که توسط ویلهلم وبر^۱ ، و فریدریش کول‌روش^۲ ، فیزیک دانان آلمانی ، در باب رابطه‌ی میان نیروهای الکتروستاتیک و الکترودینامیک بعمل آمده است بیفکنیم . بنا بر تعریف ، واحد الکتروستاتیک قوه‌ی دافعه بین دو واحد بار همجنس در واحد مسافت است ؛ و واحد الکترو دینامیک قوه‌ی واقعه بین دو سیم حامل جریان ، با طول معینی و که میتوان آنرا با مقدارباری که در واحد زمان از هر نقطه میگذرد مشخص نمود . واز آنجا که واحدها مختلف هستند ، لذا برای مقایسه بین قوه‌ی دافعه‌ی بارهای ساکن و بارهای متحرک باید ضریب نسبتی درکار آورد . این ضریب نسبت همان سرعت است زیرا چون هم طول سیم‌ها معلوم است ، و هم تعداد واحد بار برقی را که در مدت معینی از هر نقطه میگذرد میتوان اندازه گرفت ، بنابراین آنچه باید مورد نظر و توجه قرارگیرد همان خارج قسمت طول بر زمان و یا سرعت میباشد . و بر دکول‌روش دریافته بودند که سرعت

۱. Weber, Wilhelm (۱۸۰۴-۹۱) فیزیک دان آلمانی . کتابی در

حرکت موج نوشت (۱۸۲۵) ، و تحقیقاتی در صوت بعمل آورد . همچنین مطالعاتی در باب مغناطیس زمین و اندازه گیری برقی انجام داده است .

۲. Kohlrauch: Friedrich (۱۸۴۰-۱۹۱۰) فیزیک دان آلمانی

که تحقیقات زیریمتی درباره الکترومغناطیس و ارتباط آن با نور نموده است.

انتشار هر آشفتگی الکتریکی، در سیمی که کاملاً هادی باشد، رقمی نزدیک 10×3 سانتیمتر بر ثانیه میباشد! عجب تصادف حیرت انگیزی!! چون این رقم تقریباً معادل همان سرعت نور است که چند سال قبل از آن تعیین شده بود.

مکسول این انطباق و وحدت را دنبال کرد. و خود نیز نتایجی را که و بر وکل روش بدست آورده بودند تأیید نمود. وی برای مقایسه میان دوبار ساکن و دوسیم حامل جریان از یک ترازوی پیمچی دقیق استفاده نمود، و تقریباً همزمان با آن، سرعت انتقال جریانها را در دی الکتریک (غیر هادی) حساب کرد. مقادیری که بدین طریق بدست آمد با آنچه قبلاً پیش-بینی شده بود کاملاً مطابقت داشت. بمباره آخری سیم جریان در هادی کامل، در جریانهای درجا در اجسام دی الکتریک، و در نور در فضای خالی (که طبعاً خود دی الکتریکی است) با سرعتی واحد انجام میگردد. مکسول، پس از رسیدن به این نتیجه، درنگ را جائز ندانسته و با کمال تهور دو نمود را (آشفتگی برقی و نور) از حیث ماهیت یکی دانست. وی در این مورد چنین متذکر میشود «نمیتوان این حقیقت را نادیده گرفت که نور عبارت از موجات عرضی همان سطحی است که باعث نموده‌ای الکترومغناطیسی می‌شود.»

اکنون دیگر مکسول میبایست نمونه‌ی خود را بسط دهد و تکمیل نماید. در نظریه‌ی دینامیکی میدان الکترومغناطیسی، که در ۱۸۶۴ چاپ شد، وی به تشریح ساختمان مجموعه‌ی خود پرداخت؛ و یا بنابر گفتار سرادمندویتر «ساختمان مجموعه را از چوب بستنی که با کومک آن، آنرا برپا داشته بود، منتزغ و مجزا کرد.» دیگر اثری از ذرات و استوانه‌ها دیده نمیشد، بلکه جای آنها را مفهوم میدان و اثر یا «نوع خاصی از ماده‌ی متحرک که نموده‌ای مشهود الکترومغناطیسی بوسیله آن بوجود می‌آیند» گرفته بود. ماده‌ی متشکله‌ی اتر دارای خواص عجیب و شگفت انگیز است. بسیار رقیق است، و قابلیت نفوذ در اجسام را دارد؛ فضا را پر کرده و آنرا بصورت محیطی کشان درآورده است؛ و همانست که «حمل موجات نور و حرارت بشمار میرود.»

این اتر، در عین رقت و ظرافت، از جنبه‌ی مکانیکی کم از استوانه و گلوله‌ها نمیشد؛ میتواند حرکت کند، حرکات را منتقل نماید، به تغییر

شکلهای کششان تن دردهد، انرژی پتانسیل (مکانیکی) را در خود ذخیره کرده و هنگامیکه فشارهای موجود تغییر شکل از میان برود، آنرا آزاد نماید. مکسول در این باره چنین متذکر میشود « چون این اثر خودساز و کاری دارد، علیهذا باید تابع قوانین کلی دینامیک باشد، و نیز قاعدتاً، باید در صورتیکه رابطه‌ی میان حرکات قسمتها را بدانیم - قادر به محاسبه‌ی کلیه نتایج حرکت آن، بطور جزء بجزء، باشیم. » مکسول با دلبستگی و شوق تام بکار خود مداومت میداد تا سرانجام معادلات معروف میدان الکترومغناطیسی را که به معادلات مکسول معروف شده است بدست آورد. این معادلات، پس از بسط و تکمیل، در رساله‌ی برق و مغناطیس که حاصل ۲۰ سال فکر و آزمایش وی بود انتشار یافت.

مکسول معادلات خود را بر پایه‌ی چهار اصل زیرمبنایی ساخت :

(۱) هرگاه نیروی برقی بر جسمی هادی تأثیر کند، جریانی متناسب بانیرو در آن بوجود می‌آورد؛

(۲) اگر نیروی برقی بر جسمی دی الکتریک تأثیر کند، حرکتی در جا، متناسب بانیرو تولید مینماید؛

(۳) هر جریانی، میدانی مغناطیسی، عمود بر خطوط جریان و متناسب با شدت آن ایجاد میکند؛

(۴) هر میدان مغناطیسی متغیر موجب نیروی برقی، متناسب با شدت میدان، میگردد.

اصول سوم و چهارم یکنوع تقارن جالبی را نشان میدهد. اصل سوم همان قانون القاء الکترومغناطیسی فاراده است که بر طبق آن «میزان تغییر تعداد خطوط قوای القاء مغناطیسی که از جریانی میگردد، برابر کاری است که برای نگاهداری واحد بار الکتریکی حول مدار انجام گرفته است.» مکسول با اصل چهارم، این قانون را تکمیل نمود، و آن اینکه «میزان تغییر تعداد خطوط قوای الکتریکی که از مداری میگردد، برابر کاری است که برای نگاهداری واحد قطب مغناطیسی حول آن، لازم میباشد.»

با این مقدمات میتوان دورشته معادلات متقارن عرضه داشت. يك رشته مبین ماهیت متصل میدانهای برقی و مغناطیسی میباشد، و دومین علت و معلول تغییراتی را که در يك میدان، بر اثر تغییرات حاصله در میدانی دیگر بوجود می‌آید بیان میکند.

آیا میدانید چگونه مفهوم میدان وارد این نظریه شده است ؟ برای پاسخ به این سؤال بهتر است همانطور که تاکنون با مكسول قدم قدم همراهی نموده ایم ، اکنون نیز ، برای استنباط و درك بقیه ی ماجرا ، به تماشای عملیات وی پردازیم . همانطور که دیدید وی ذرات و استوانه ها را از نمونه ی اولیه منتزع ساخت ، و محیطی اتری را جایگزین آن نمود . بدین ترتیب محیط از هر گونه عوارضی مجزا گردید و تنها صورت آن محفوظ ماند بطوریکه خواص آن صرفاً جنبه ی هندسی پیدا کرد ؛ بعبارة اخری و به بیان ساده تری نمونه ی اصلی به شیری بی یال و دم و اشکم مبدل شد ، و به صورت مثالی از تجرید ریاضی درآمد .

اتر چیزی است که هرگاه برانگیخته شود مرتعش میگردد ؛ ولی فی نفس الامر کاری انجام نمیدهد . هر میدان الکترومغناطیسی مشتمل بر دو نوع انرژی است : الکتروستاتیک یا انرژی پتانسیل ؛ و الکترودینامیک یا انرژی سینتیک . اتر را میتوان خازنی جهانی دانست ، و آنرا بصورت محفظه های انرژی تجسم داد ؛ و بنابراین چون کششان است ، لاجرم تغییر شکل میدهد ؛ و از آنجا که جملگی فضا را پر کرده لذا چه در اجسام هادی و چه در اجسام دی الکتریک نفوذ میکند . از این رو اعم از اینکه بحث خود را با جریانی هدایتی آغاز کنیم و یا با جریانی « جابجا شونده » ، تفاوتی روی نخواهد نمود . در هر يك از این دو حالت اتر بحرکت درمی آید ، این حرکت ، بنحو مکانیکی ، از قسمتی از محیط به قسمتی دیگر منتقل میشود ، و ما آنرا نظیر حرارت و نور و نیروی مکانیکی (مثلاً دفع بین سیمها) یا سایر نموده های مغناطیسی و برق درك میکنیم . در اینجا باید متذکر شویم که اصل حاکم بر کلیه ی این نمودها اصل کمترین انرژی^۱ است . این اصل که بزرگترین قانون کمال صرفه جوئی و حسابگری

۱- اصلی کلی در باب تعادل پایدار که موارد استعمال بسیار دارد ، و عبارت از اینست که يك دستگاه وقتی بحال تعادل پایدار درمی آید که انرژی پتانسیل آن مینیموم باشد (یعنی کمترین مقدار داشته باشد) . اگر دستگاهی در حالت تعادل پایدار باشد ، هر تغییر مختصری در شکل یا شرایط دستگاه که مستلزم انجام کار باشد تعادل را برهم میزند ؛ حال اگر دستگاه بحال خود گذاشته شود بحالت اولیه باز میگردد ، و در ضمن انرژی را که صرف تغییر شکل یا شرایط شده پس میدهد . مثلاً اگر

طبیعت است میگوید: هر عملی درون يك مجموعه، با حداقل صرف انرژی ممکن انجام می‌پذیرد. برای مگسول، وقوف به اینكه نمودهای الکتریکی برطبق این اصل انجام میگیرد، فوق‌العاده اهمیت داشت چو در صورت غیر هرگز قادر نبود نمودها را بیابانی مکانیکی توجیه نماید.

با توجه به نکات مذکور در فوق اکنون میتوانیم يك رشته از معادلات مگسول را، بصورتی که مبین و شارح سبك عمل میدان مغناطیسی در فضای خالی باشد، مورد بحث قرار دهیم. در چنین حالتی نه جسمی هادی وجود دارد و نه باری الکتریکی، و منبع میدان محلی دیگر از فضا است. لاجرم معادله‌ی اول به اینصورت نشان داده میشود.

$$\text{div } E = 0.$$

که در آن E معرف شدت میدان برقی است که بر حسب زمان و در هر نقطه تغییر میکند. div مخفف divergence است، و آن حاصل يك سلسله اعمال ریاضی است که مقدار تغییر را تعیین میکند. از معادله چنین برمیآید که تعداد خطوط قوای الکتریکی (معرف شدت میدان) که در هر حجم کوچک از فضا داخل میشود، باید مساوی تعدادی باشد که از آن خارج میگردد، خلاصه آنکه مقدار تغییری که در خطوط قوا داده می‌شود صفر است و بنا بر این نه میتوان آنها را ایجاد کرد و نه معدوم ساخت.

معادله‌ی دوم چیزی است که ریاضی دانها آنرا بصورت زیر نشان میدهند.

$$\text{div } H = 0.$$

این معادله نظیر معادله‌ی قبلی است، با این تفاوت که در این مورد سخن از میدان مغناطیس H است.

معادله‌ی سوم بصورت زیر نوشته میشود.

$$\text{curl } E = -\frac{1}{c} \frac{\partial H}{\partial t}$$

قطعه چوبی را که در سطل آبی شناور است کمی بلند کنیم کاری انجام میگیرد، و مرکز جرم دستگاه قطعه چوب و آب بالا می‌آید و لاجرم دستگاه انرژی بیشتری پیدا میکند. اگر چوب را کمی بداخل آب برانیم، وضع بهمین قیاس خواهد بود. در هر دو حالت اگر چوب را رها کنیم به سطح اولیه باز می‌گردد، و انرژی پتانسیل دستگاه مقدار مینیموم اولیه را میگیرد.

و آن توجیه مکسول از قانون القاء فاراده می باشد . این معادله آنچه را در يك میدان مغناطیسی متغیر روی میدهد تشریح میکند . جمله $\frac{\partial H}{\partial t}$ احتمالاً معرف مقدار تغییر میدان مغناطیسی است . هر میدان مغناطیسی متغیر يك میدان برقی بوجود می آورد ، و این واقعیت در ظرف چپ معادله ضمن نماد curl نشان داده شده ؛ و آن حاصل يك سلسله اعمال ریاضی مربوط به دوران است . معادله از جنبه ی تحلیلی گذشته تصویری از عمل را هم نمایش میدهد . مثلاً فرض کنید يك میدان مغناطیسی متشابه در نقطه ای از فضا موجود باشد ، و دسته ای خطوط موازی شدت و امتداد آنرا نشان دهد . اگر تغییری در میدان روی دهد (در اثر حرکت یا افزایش یا کاهش شدت) يك میدان برقی ایجاد میشود که بنوبه ی خود بردایره ای حول خطوط قوای مغناطیسی اثر میکند . اگر کاری را که با حرکت دادن واحد بار الکتریکی انجام میگیرد جمع کنیم آنچه قوه ی محرکه حول دایره نام دارد بدست می آید . حال اگر دایره عبارت از رشته سیمی باشد ، بدیهی است که خطوط مغناطیس متغیر جریانی تولید میکند ، حتی بدون سیم هم میتوان نیروئی التاء نمود . اگر این قوه را بر سطح محاط در دایره تقسیم کنیم نیروی محرکه ی خالصی (بر حسب واحد سطح) بدست می آید . حال تصور کنید که دایره رفته رفته كوچك و كوچكتر شود تا سرانجام بصورت نقطه ی P در آید . با این روش تحدید مقدار حدی برای نیروی محرکه ی خالص بر حسب واحد سطح بدست می آید که همان $\text{curl } E$ در نقطه ی P خواهد بود . بدین ترتیب از معادله معلوم میشود که حد قوه ی محرکه بر حسب واحد سطح برابر است با مقدار تغییر H در نقطه ی P ضرب در کسر كوچك منفی $-\frac{1}{c}$. نماد ∇ در اینجا نشان نسبت واحدهای برق الکتروستاتیک و الکترو مغناطیس است . ضمناً متذکر میشویم که E (نمود الکتروستاتیک) و H (نمود الکترو دینامیک) لزوماً باید با يك دستگاه سنجش واحد تعیین شوند . معادله مبین آنست که چگونه مكسول توانست نموده های برقی و مغناطیسی را با سرعت نور ارتباط دهد چون c در حقیقت همان سرعت است .

آخرین معادله عبارتست از :

$$\text{curl } H = \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t}$$

و مشعر بر آنست که به استثنای تغییر علامت چیزی (که بست به امتداد میدان است)، دو عامل E و H (در معادله‌ی قبلی) میتوانند جای خود را با یکدیگر تعویض کنند. در هر نقطه و زمان معین، نیروی مغناطیسی (برحسب واحد سطح که در یک میدان برقی متغیر ایجاد میشود) مساوی حاصلضرب مدت زمان تغییر میدان برقی در کسر کوچک $\frac{1}{c}$ میباشد. این مقدار تغییر چیزی جز همان جریان در جای مکسول نمیباشد زیرا نظر بآنکه تغییرات در فضای خالی (که خود نوعی دی الکتریک بشمار میرود) انجام گرفته علیهذا تنها جریانهای که میتوانند بوجود آیند عبارت از همان جریانهای درجا خواهد بود. قبل از مکسول چنین تصور میشد که ایجاد میدانی مغناطیسی ضرورتاً مستلزم آنست که جریانهای از سیم بگذرد. اهمیت کشف بزرگ مکسول در آنست که وی ثابت کرد که هر میدان برقی که برحسب زمان تغییر کند - ولودر عایق یا در فضای خالی- تولید نیروی مغناطیسی مینماید. مکسول این واقعیت را از راه مکانیکی به کمک نمونه‌ی خویش بدست آورد و سپس آنرا بطریق ریاضی بیان نمود.

برطبق نظریه‌ی مکسول هرگاه یک نیروی برقی که برحسب زمان تغییر میکند، در یک دی الکتریک وارد شود، امواج درجا با سرعت نور بوجود می‌آورد. این امواج متناوب برقی جابجا با یک نیروی مغناطیسی متناوب نیز همراه میباشد. جبهه‌ی موج خود مشتمل است بر ارتعاشاتی برقی، عمود بر امتداد انتشار آن؛ و نیروی مغناطیسی، عمود بر حرکت در جای برق. ترکیب این آشفتگیها همانست که موج الکترومغناطیسی^۱ خوانده

۱- امواج الکترومغناطیسی امواجی هستند که در آنها آشفتگی عبارت از تغییر شدت میدانهای برقی و مغناطیسی در فضا است. توضیح امواج رادیویی موضوع را روشن میکند. منبع امواج رادیویی در دستگاه فرستنده آنتن است که جریانی، که شدت و جهتش سرعت تغییر میکند، از آن میگذرد. در لحظه‌ای جریان صفراست (یعنی جریانی در آنتن نیست) پس جریان تولید میشود و بر شدتش می‌افزاید. و پس از آنکه به حد معینی رسیده، تنزل کرده صفر میشود؛ بعد جریان در خلاف جهت

میشود. هر موج نورانی، بطوری که هانری پوانکاره^۱ متذکر شده، عبارتست از يك رشته جریانهای متناوب، روان در دی الكتریک یا هوا و فضای بین سیارات، که در هر ثانیه $1/000/000/000/000/000$ بار امتداد خود را تغییر میدهند. تأثیر عظیم القائی این تناوبات سریع خود باعث بوجود آمدن جریانهای دیگری در قسمتهای مجاور دی الكتریک میشود، و در نتیجه امواج نورانی از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر پخش میگردند.

نظریه‌ی الكترو مغناطیسی نور عملاً هم در لابراتوارها بمعرض آزمایش گذارده شد و مورد تأیید قرار گرفت. بعلاوه اثبات صحت نظریه‌ی مکسول از راههایی دیگر هم امکان پذیر بود. توضیح آنکه اگر استدلال وی را درست بینداریم، میبایست از منابع مختلف آشفته‌گی، امواج برقی با سامدی غیر از وفور نور تولید شود. کشف این امواج نامرئی که وجودشان با اسبابهای مخصوصی قابل تشخیص است، دلیلی قاطع بر صحت نظریه‌ی مورد بحث تلقی میشود. گرچه عمر مکسول چندان کفاف نداد که ناظر کشف آنها باشد، لیکن ده سال پس از مرگ وی مسابقه‌ای بر اثبات وجود این امواج طرح شد، و هاینریش هر تس برنده‌ی آن گردید. وی در ضمن يك

اولیه براد افتاده بر شدتش میافزاید، و چون بمنتهای شدت رسید تنزل کرده صفر میشود؛ مجدداً همین ارتعاش برقی تکرار میشود. جریان متناوب مصرفی خانه‌ها نیز ارتعاشی است، اما در این مورد، بسامد جریان (عده نوسانات در ثانیه) کوچک است (در تهران ۵۰ نوسان در ثانیه)؛ برخلاف، بسامد ارتعاشات برقی در آنتن به چندین میلیون کیلوسیکل در ثانیه میرسد. جریان پر بسامدی که از آنتن میگذرد میدانهای برقی و مغناطیسی متغیری در فضا تولید میکند. در هر نقطه‌ی فضا شدتهای دومیدان متناوباً تغییر میکنند، و این حالت آشفته‌گی موج الكترو مغناطیسی است، که مانند امواج آب و با سرعت نور (300000 کیلومتر در ثانیه) در فضا منتقل میشوند. هر ارتعاش کامل برق در آنتن يك موج میفرستد، و این امواج یکی بعد از دیگری در فضا منتشر شده يك قطار موج تشکیل میدهند.

۱- Poincaré, Henri, ۱۸۵۳-۱۹۱۲، عالم فیزیک و ریاضیات فرانسوی

۲- یکی از بزرگترین ریاضیدانان عصر خود بوده و پهنه‌ی فیزیک ریاضی را در پژوهش نظریه‌ی توابع بسط داده است.

رشته آزمایشات برجسته و جالب موفق به تولید امواج رادیو الکتریکی گردید و چنین نتیجه گرفت که «ارتباط نور و الکتریسیته...» که آثار و شواهدی از آن در دست بود و حتی پیش‌بینی‌هایی هم در مورد آن بعمل آمده بود، اینک ثابت و مسلم گردیده است.... دیگر مبحث نور محدود به امواج اتر، که طول موجشان برآتب کمتر از یک میلیمتر است، نبوده بلکه قلمرو آن‌چنان توسعه یافته که طول امواج را باید با دسیمتر، متر، و حتی کیلومتر اندازه‌گیری نمود. مبعث، با همدی این اتساع و گسترش، چنین بنظر میرسد که اینهمه جزء ناچیزی بیش در قلمرو عظیم برق نمیباشد. و بزودی خواهیم دید که پهنای برق تا چه حد عظیم و وسیع است..»

مکسول، بهنگام گوشه‌گیری در گلنلر، تحقیقات خود را در باب نظریه الکتر و مغناطیسی بکمال رسانید. اینکار تنها قسمتی از فعالیت او بشمار میرفت. در همین مدت، بعنوان کار فرعی، یک کتاب درسی در باره حرارت، و تعدادی مقاله در باب ریاضیات، رؤیت رنگها، و مسائل فیزیکی نوشت. رابطه‌اش با مردم چه از لحاظ علمی و چه از نظر اجتماعی فوق‌العاده زیاد شد. خانه‌اش را وسیع کرد، به تحصیل الاهیات همت گماشت، شعر میسرود، سواری میکرد، و همراه با سگان خود پیاده روی مینمود. بدیدن همسایگان میرفت، و با بچه‌هایشان بازی میکرد. بکرات به کیمبریج سفر کرد تا بعنوان ممتحن در ژوری امتحانات سه‌گانه ریاضی شرکت جوید.

بسال ۱۸۷۱ یک کرسی فیزیک تجربی در کمبریج تأسیس یافت. قطعاً تعجب میکنید از اینکه بگوئیم تا آنموقع مباحث حرارت و الکتریسیته و مغناطیس در مدرسه تدریس نمیشد، و هیچگونه آزمایشگاهی برای تحقیق در این مسائل مرموز و مکتوم در دست نبود. دانشگاه، بطوری که یکی از محققین، با ظرافت نظر و نکته‌سنجی خاطر نشان ساخته است «هیچ‌گونه تماس و ارتباطی با نهضت‌ها و جشنهای علمی عظیمی که در خارج از چهار دیواری آن بوجود می‌پیوست نداشت.» در این موقع دانشگاه کیمبریج کمیته‌ای را مأمور رسیدگی به این موضوع نمود. کمیته هم پس از بررسیهای دقیق گزارشی جامع تهیه کرد و حقیقتی تأسف آور و واقعیتی رقت انگیز را در برابر دیدگان دیوک آو دونشر، رئیس دانشگاه، قرار داد. وی نیز بلافاصله پول و وسایل لازم را برای ساختن آزمایشگاه بزرگی که به

آزمایشگاه کوندیش معروف شده است در اختیار کمیته گذاشت . مكسول با آنکه نخست از اینکه بترك گلنلر را میگوید اکراه داشت، ولی بر اثر اصرار دوستانش تسلیم شد ، و داوطلب احراز این کرسی استادی گردید ؛ و کمی بعد به این سمت برگزیده شد .

وی بلافاصله تمام مساعی و وقت خود را به نظارت در تهیهی نقشه ، ساختمان ، و تجهیز آزمایشگاه مصروف داشت . هدفش آن بود که ایسن آزمایشگاه بهترین و مجهزترین آزمایشگاهها در نوع خود باشد ، و تازه ترین اسبابهای علمی و دقیقترین وسائل و تجهیزات لازم برای تحقیقات را در آن گرد آورد . هر چه از اسبابهای علمی و آزمایشگاهی که شخصاً داشت به این آزمایشگاه هدیه کرد، و با پولی که دیوک داده بود ، و نیز اعاناتی که از سایرین میگرفت به تکمیل و تجهیز آن پرداخت . بدیهی است با آنهمه دقتی که مكسول بکار میبرد ، عملیات ساختمانی مدتها طول کشید، و لاجرم در سال ۱۸۷۴ آزمایشگاه حاضر شد . این تأخیر اجتناب ناپذیر موجب اشکالاتی فراوان گردید ، مكسول در این مورد چنین متذکر شده است : « من حتی دفتری برای کار و تدریس ندارم، بلکه مانند فاخته مرتباً حرکت میکنم. تذکاریهای خود را در سه ماهی اول در طالار کنفرانس شیمی بیان میکنیم ؛ در فصل انابت^۱ در سالن گیاه شناسی ؛ و در عید قیام مسیح^۲ در طارم تشریح تطبیقی .» این تذکاریها همان دروسی بودند که وی در باب حرارت و الکتریسیته و الکترومغناطیس ایراد میکرد .

مكسول در ۱۸۷۶ کتابی بنام ماده و حرکت منتشر کرد . این کتاب بظاهر كوچك بود و مختصر، ولی در آن از بزرگترین مباحث علمی فیزیک

۱- روزهای قبل از عید قیام مسیح که دستههایی از مسیحیان در آن روزه میگیرند و توبه میکنند. این فصل معمولاً از چهل روز قبل از عید قیام آغاز میشود و به نهم روز شنبه قبل از عید پایان مییابد آخرین هفتهی فصل انابت هفتهی مقدس نام دارد . منظور از ذکر فصل انابت در اینجا سه ماهی دوم سال تحصیل است . (lent)

۲- قیام مسیح از اعیاد مهم مسیحیان است که هر سال در یکی از روزهای یکشنبه بین ۲۲ مارس و ۲۵ آوریل ، پس از ایام پرهیز و هفتهی مقدس ، برپا میشود . مراد از ذکر عید قیام مسیح در اینجا سه ماهی آخر سال تحصیلی است . (Easter)

سخن میرفت. مقارن همین احوال، وی مقالاتی در موضوعات مختلف و از جمله اتم، اتر، قوه‌ی جاذبه، و فاراده برای دایرةالمعارف بریتانیکا تهیه میکرد. کنفرانسهای جالبی برای عامه میداد، و از آنجمله بحث شیوا و نفزی است با عنوان درباب تلفن. مکسول این سخنرانی را در دوران بیماری خود ایراد نمود، و گرچه از لحاظ روشنی و فصاحت به پایهی سخنرانهای دیگرش نمیرسد، مع هذا مشحون از خوش طبعی و ذوق و لطایف وطنزهای جالت و نفز بود. مثلاً در مورد اختراع استاد بل چنین متذکر میشود و ملاحظه کنید، این دستگاه از نظر تقارن چقدر کامل است. سیمی در وسط قرار دارد؛ دو دستگاه تلفن در دوسریم؛ و دویانوی پر حرف در دوطرف آن؛ مکسول مدت ۵ سال وقت صرف کرد تا ۲۰ مجموعه از مقالات علمی چاپ نشده‌ی هنری کوندیش را بطبع برساند. این اثر که در دومجلد بچاپ رسیده در ۱۸۷۹ انتشار یافت، و تا حد زیادی موجب شهرت محقق و مخترع با استعداد قرن ۱۸م گردید. تا این تاریخ کارهای مهم این مرد بزرگ بر معاصرینش پوشیده بود، زیرا نتایجی را که وی بدست آورده بود، از قلمرو یادداشت‌هایش خارج نمیشد. مکسول آزمایشات کوندیش را از سر گرفت، و ثابت کرد که وی - در بسیاری از موارد و از جمله در باب قانون اهم - بر دیگران پیشی و سبق داشته است.

هرچه مکسول مسن‌تر میشد، دوستانش با کمال تعجب متوجه میشدند که وحدت ذهن و روشنفکریش دائم‌التزاید است. مرتباً از یاران خویش دیدار میکرد، مطایبات میگفت و هزلیات میسرود. با سگش، قویی، قدم میزد و به سرگرمی‌های ساده و سالم میپرداخت. ولی رفته رفته بخاموشی میگرائید و احساسات و عواطف خویش را پنهان میکرد، و افکارش را در زیر پرده‌ی شوخی و سخریه مستور میداشت. با تمام طبیعت اسکاتلندی خود، که سرشار از ذوق سلیم و پای‌بند عقل و منطق بود، پیوسته رشته‌های عارف‌مآبی و اسرارپرستی بدست و پایش می‌بیچد. به علم و دانش ایمان داشت ولی ته دل مشکوک بود، و مدام از خود میپرسید آیا با علم تنها میتوان درباره‌ی طبیعت و حقیقت معرفتی تام حاصل نمود؟ معاصرینش او را مردی میدانستند نجیب و محبوب، که در عین حال در

مسائل عقلی سرسخت و یکدنده است ؛ در عقاید علمی وسواس داشت ، ولی در برابر اشخاصی که بیش از حد به آراء و نظریات خویش تکیه میکردند سخت ایستادگی میکرد .

برجسته ترین خصلت جالب مكسول بزرگواری طبع او بود . در مورد نزدیکان و دوستان خویش خود را بکلی فراموش میکرد . هنگامیکه برادر زنش برای يك عمل جراحی به لندن آمد ، مكسول طبقه اول منزلش را در اختیار بیمار و پرستاران گذارد و خود در اتاقی فوق العاده كوچك زندگی کرد بطوریکه غالباً مجبور میشد صبحانه را ایستاده و یا روی زمین بخورد زیرا در اتاق نه جایی برای صندلی بود و نه محلی برای میز . در سالهای آخر عمر ، زنش به بیماری سخت و جانکاهی دچار آمد ، و لاجرم مكسول به پرستاری و مراقبت پرداخت تا آنجا که بنابر گفتار معاصرینش یکبار مدت سه هفته نتوانست بر تخت بیارم . معهذاً کارهای علمی خود را بهمان روال عادی ادامه میداد ، و چنان با خوشروئی و بشاشت کار می کرد که گوئی از اینهمه رنج و محنت لذت میبرد . حتی هنگامیکه سپاه بیماری بر پیکر خود او هم تاخت ، كوچکترین عمل و رفتاری که معرف رنج و افسردگیش باشد از خود نشان نداد و اصلاً در فکر خویشتن هم نبود .

در بهار سال ۱۸۷۷ بیماری شدت یافت و از این پس در مواقع غذا خوردن درد شدیدی احساس می کرد . با اینوصف معلوم نیست زچه رو تا مدت دو سال در این مورد باکس سخنی نگفت ، و مشورتی ننمود . رفته رفته حالش بدتر میشد . دوستانش ، در کیمبرج ، پی بردند که اعتدال مزاجی استاد بر هم خورده و بزودی از پا در خواهد آمد . هنگامیکه در تابستان ۱۸۷۹ به خانه ی خویش ، در گلنلر ، رفت ، بجدی رنجور و ناتوان شده بود که کس بدنبال پزشك فرستاد . دردی جانکاه او را می آزد ، « يك لحظه نمیتوانست بیارم ؛ خواب نداشت و با آنکه لازم بود غذاهای مقوی بخورد ، بر اثر بسی اشتھائی چیزی صرف نمی کرد . » بزودی دریافت که بیماریش درمان ناپذیر است ، بسا اینوصف ذره ای از فکر معالجه و درمان زنش غافل نبود . سرانجام در روز ۵ نوامبر چراغ عمرش خاموش شد .

سرپجت^۱ پزشك معالج وی چنین نوشته است : «هرگز کس را ندیدم که با این صفا و آرامش از مرگ استقبال کند . » در آن موقع که جنازه اش را در گولنلردفن میکردند ، هنوز دنیا به عظمت و مقام کارهای علمی او درست پی نبرده بود . حتی امروزه نیز در خطه‌ی عظیمی که نبوغ علمی این مرد یافته است ، بسیاری پهنه‌های بزرگ نامشکوف وجود دارد .

۱- paget Sir James ، (۱۸۱۴-۹۹) ، پزشك و جراح انگلیسی که

مخصوصاً در بیماریهای استخوان شهری بسزا دارد .

بخش ۵ نظری به حیات

I. ویلیام هاروی از : فردریک جی. کیلگر.

فردریک کیلگر که از ۱۹۴۸ تاکنون کتابدار کتابخانه‌ی دانشکده‌ی پزشکی دانشگاه ییل می‌باشد، در ۱۹۱۴ در سپرینگفیلد^۱، ایالت ماساچوست^۲ آمریکا متولد شد. قبل از گرفتن دیپلم از کالج هاروارد، در ۱۹۳۵، در کتابخانه‌ی همان مدرسه مشغول کار شد، و تا سال ۱۹۴۲ که بعنوان مأمور اداره‌ی اطلاعات در دفتر امور سوق‌الجیشی بکار پرداخت همان سمت را داشت. در ۱۹۴۵ که خدمات نظامیش پایان رسید، به اخذ نشان لیاقت نائل آمد و در وزارت کشور، بعنوان معاون دفتر اطلاعات مشغول کار گشت. در ۱۹۴۸ باردیگر به دانشگاه ییل باز آمد و زندگی علمی و فرهنگی را از سر گرفت؛ و علاوه بر امور کتابخانه، سمت دانشیاری تاریخ علوم و سرپرستی انتشار مجله‌ی زیست‌شناسی و پزشکی دانشگاه ییل را نیز عهده‌دار گردید.

II چارلز داروین از: لورن آیزلی

لورن آیزلی، رئیس‌قسمت مردم‌شناسی دانشگاه پنسیلوانیا و موزه دار بخش مربوط به انسان اولیه در موزه دانشگاه، پسال

-
- ۱- Springfield، شهرست صنعتی در ایالت ماساچوست. دارای ۱۶۲۳۹۹ نفر سکنه. از مراکز ساختن ماشینهای مولد برق و دستگاههای آتش‌نشانی و غیره است.
- ۲- Massachusetts، ایالتی است بمساحت ۲۱۳۸۵ کیلومتر مربع، و ۴۶۹۰۵۱۴ نفر سکنه، واقع در شمال شرقی آمریکا. کرسی آن بتن است.

۱۹۰۷ در لینکلن، ایالت نبراسکا^۱ متولد گردید. پس از ختم تحصیل در دانشگاه نبراسکا، به دانشگاه پنسیلوانیا رفت و به اخذ درجه‌ی دکترای نائل آمد.

لورن متخصص رشته‌ی مردم‌شناسی، و کارشناس تحقیقات باستان‌شناسی راجع به انسان اولیه بوده و مطالعات مبسوط و دامنه‌داری در نواحی مختلف آمریکا و مکزیک بعمل آورده است. آیزلی دارای آثاری متعدد، چه در رشته‌ی مربوط به خویش و چه در پهنه‌های دیگر می‌باشد. به علاوه در نشریه‌ای که اخیر بام چشم انداز کنونی مردم‌شناسی، از طرف مؤسسه‌ی ونر-گرن (Wenner - Gren) انتشار یافته، همکاری داشته‌است. داستانهای کوتاه و اشعارش اکثر در مجلات آمریکایی منتشر میشود. اخیراً هم زیر نظر انجمن فلسفی آمریکا به تهیه‌ی صورتی از کلیه‌ی کتبی که تاکنون راجع به داروین نوشته شده است پرداخت. این فهرست بصورت کتابی در سال ۱۹۵۹، بیاد بود صدمین سال انتشار بنیاد انواع داروین انتشار یافت. در این کتاب کوشش شده است تا نظریه‌های مختلفی که تاکنون درباره‌ی تکامل عرضه شده جمع‌آوری گردد؛ همچنین مکاتباتی که بین داروین و سرچا نزلایل^۲ بعمل آمده در آن درج گردیده است. از این گذشته آیزلی مشغول نوشتن تاریخی درباره‌ی نظریه‌ی تکامل می‌باشد.

III پاولوف از: جریزی کونورسکی

بسال ۱۹۲۷، یعنی در آن هنگام که جریزی کونورسکی مشغول تحصیل در دانشگاه ورشو بود، پاولوف کتاب معروف خود را درباره‌ی انعکاس‌های شرطی منتشر ساخت. کونورسکی، در ساعات فراغت، به مطالعه‌ی این کتاب پرداخت، و نسبت به مندرجات آن به‌جدي علاقمند شد که تصمیم گرفت هم خود را به این رشته‌ی نوین مصروف دارد. کونورسکی بزودی دریافت که در اثر پاولوف حرکات با اصطلاح ارادی

۱- Nebraska، ایالتی بمساحت ۱۹۸۵۳۰ کیلومتر مربع، دارای ۱۳۲۵۵۱۰ نفر سکنه، واقع در قسمت مرکزی آمریکا. کرسی آن شهر لینکلن است.

۲- Sir Charles Lyell، ۱۷۹۷-۱۸۷۵، عالم‌زمین‌شناس انگلیسی. در پیشرفت نظریه‌ی اونیفورمیسم مجاهدات بسیاری بعمل آورد، و تحقیقات جالبی در این مورد انجام داد. آثار متعددی در زمین‌شناسی دارد.

در نظر گرفته نشده، و نمیتوان اینها را بحساب انعکاس های شرطی گذارد. کونورسکی با همکاری دیگر خود، **س. میلر**، (Miller) برنامه ای را برای تحقیقات آغاز کرد که سرانجام به مفهوم «شرطیت آلی» منجر گشت. کتاب اینان جاب نظر و توجه پاولوف را نمود، و از آن پس سالها با او، در آزمایشگاهش در لنینگراد کار کردند. کونورسکی پس از بازگشت به ورشو، در سال ۱۹۳۳، سازمانی بنام **انستیتوی زیست-شناسی آزمایشی ننکی** (Nencki) بوجود آورد، و در آنجا مدام، تا سال ۱۹۳۹ که شهر بدست آلمانها ویران گردید، کار میکرد. کونورسکی و همکارانش پس از عقب نشینی آلمانها، باردیگر فعالیت خود را از سر گرفته نخست در مقری موقتی در **لودزا**، و سپس در ورشو بکار پرداختند. وی سال ۱۹۴۸ کتابی بنام **انعکاس های شرطی و تشکیلات نورون** انتشار داد که موجب اعتراض سخت طرفداران پاولوف گردید.

۱- Lodz، شهر است صنعتی، دارای ۶۲۲۵۰۰ نفر سکنه، واقع در جنوب

غربی ورشو، لهستان. این شهر در ۱۷۹۳ بدست دولت پروس افتاد؛ روسها در ۱۸۱۵ آنرا تصرف کردند؛ و در ۱۹۱۹ به لهستان بازگشت.

ویلیام هاروی

از : فردريك كيلكر

در یگانه دیداری که با هاروی ، دانشمند معروف - چند صبحی قبل از مرگش - دست داد، از وی پرسیدم که نخست چه عواملی فکر او را به موضوع گردش خون معطوف داشته و توجهش را نسبت به این مسئله جالب و برجسته برانگیخته است ؟ وی در پاسخ اظهار داشت که با توجه و تفکر در يك واقعیت مشهود در بدن به این کشف نائل آمده و آن اینکه دریچه‌های سیاهرگها، در بسیاری از قسمتهای بدن، بنحوی قرار گرفته که خون به آزادی از آنها میگذرد و بسمت قلب میرود؛ ولی بازگشت خون از آنها امکان ندارد . سپس با خود چنین اندیشید که بدون شك طبیعت را از این عمل منظور و هدفی است ؛ و چه هدفی از آنچه در بالا ذکر شد بالاتر تواند بود ؟ و چون بر وی مسلم گشت که خون ، بعلت وضع خاص استقرار دریچه‌ها ، نمیتواند از راه سیاهرگها به اندام برسد ، ناگزیر باید از راه شریانها برود و از راه وریدها باز گردد . و همانطور که گفته این دریچه‌ها مانع بازگشت خون و عبور آن در جهت مخالف میباشند.»

این بود نظریه‌ی رابرت بویل ، شیمیدان ایرلندی ، در باب ملاقات وی با ویلیام هاروی ، که ۳۱ سال پس از مرگ هاروی ، در کتاب بحث در باب علل غائی اشیاء طبیعی انتشار یافت ؛ و این تنها گزارشی

است در مورد نحوه‌ی کشف گردش خون یعنی کشفی که در تاریخ زیست‌شناسی اهمیتی بسزا دارد. هاروی که بنیانگذار طب جدید بشمار میرود، تا کنون بدرستی شناسانده نشده وازوی جز نامی بیش نمیدانند. اثر عمده‌اش، موسوم به *(Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus)* یا مطالعات کالبد شکافی در باره‌ی حرکت قلب و خون در حیوانات که بزبان لاتینی نوشته، با آنکه کاملاً معروف بود، ولی خواننده‌ای چندان نداشت. لیکن در زمان حاضر این نویسنده و کتابش شهرتی بسزا یافته‌اند.

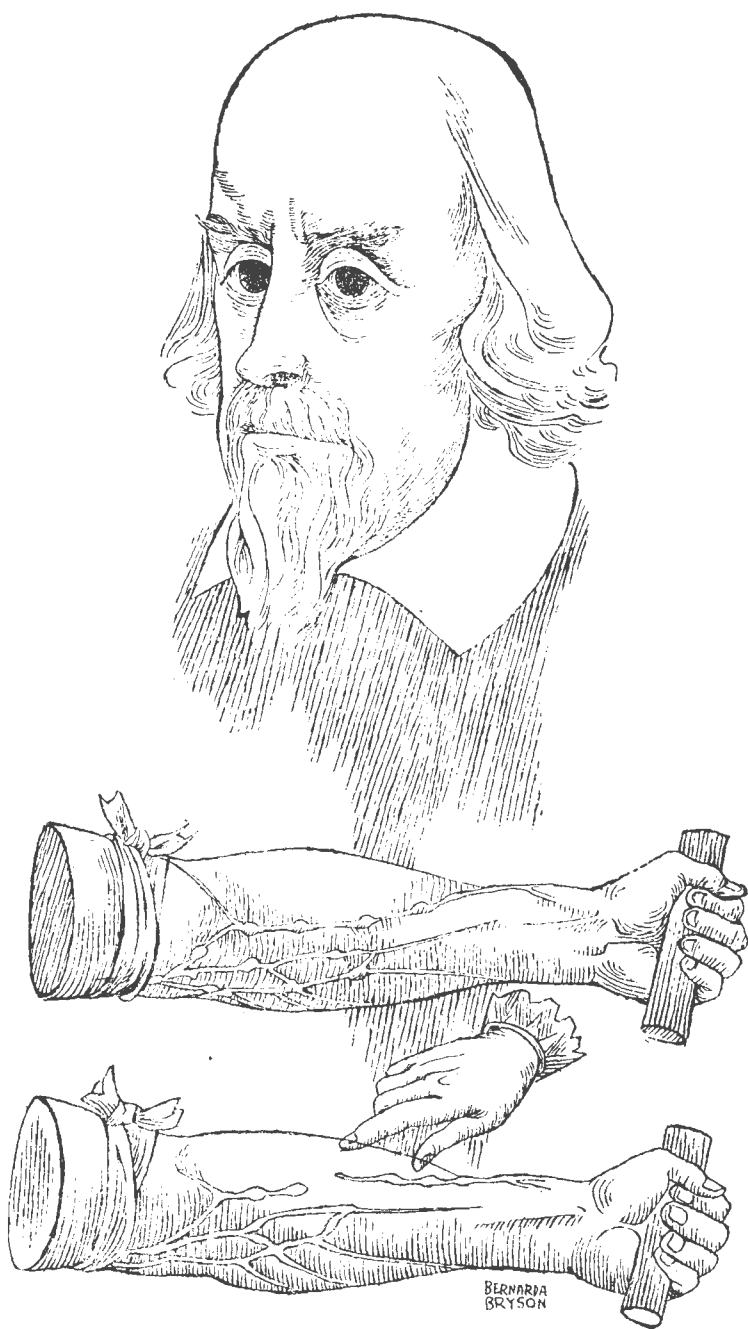
هاروی در ۱۵۷۸، در خانواده‌ی پزشکی در فولکستون^۱ بدنیا آمد. پدرش بعدها شهردار آنجا شد؛ و در آن هنگام که جهازات شکست ناپذیر اسپانیا^۲ حمله به انگلستان را آغاز کرد، وی کودکی ۱۰ ساله بود؛ و در سال آخر سلطنت ملکه‌ی الیزابت، در لندن، به شغل پزشکی پرداخت. اولین سخنرانیهای خود را در ۱۶۱۶، یعنی همان سال مرگ شکسپیر^۳، در باره گردش خون آغاز کرد. هاروی نیز مانند

۱ - Folkestone، شهرست دارای ۴۵۲۰۰ نفر جمعیت، در ایالت کنت

انگلستان.

۲ - نام ناوگانی که فیلیپ دوم پادشاه اسپانیا بر ضد انگلستان تشکیل داد. این ناوگان در حدود ۱۳۰ کشتی و ۳۰،۰۰۰ مرد جنگی داشت، و فرماندهی آن با دوک مرینا سیدونیا بود. نقشه‌ی کار این بود که ناوگان به فلاندر برود، از آنجا سپاه آلندرو فارنزه را بسوی انگلستان حمل کند، و فیلیپ را بسلطنت آنجا برساند. این ناوگان آرمادای اسپانیائی یا جهازات شکست ناپذیر نام داشت. آرمادا در ماه مه از لیسبون براه افتاد، و مدتی در کورونا توقف کرد. در ماه ژوئیه در پلیموت با ناوگان دولت انگلیس که تحت فرماندهی ادل آونایتنگم بود، برخورد و آسیب فراوان دید، و بسوی شمال بگریخت. تنها یکی از ناوگان سلامت بمرکز خود بازگشت، بقیه را طوفان در کرانه‌های ایرلند پراکنده کرد و ملوانان آن بدست ایرلندیها کشته یا اسیر شدند. (Armada)

۳ - شکسپیر، ویلیام (۱۵۶۴-۱۶۱۶)، بزرگترین شاعر در ادب انگلیسی، متولد استراتفورد در ۱۵۷۷ مدرسه را ترک گفت و با ما راگز تئاتری ارتباط یافت. سحر کلام، قدرت فکر، شناسائی روح بشر، و هزاران عوامل دیگر باعث شده



شکسپیر، اثری بزرگ و جاویدان برای بشریت گذارد، بازهم نظیر شکسپیر، از خود وی چندان اطلاعی در دست نیست ! و بیشتر اطلاعاتی که در باب وی و خصوصیاتش داریم از جان اوبری^۱ کتابدار و مترجم احوال وی میباشد که شرح احوالش را نوشته . اوبری چنین متذکر میشود که هاروی مردی بود کوتاه ، دارای « بینی کوچک و گرد ، سیه چهره ، ولی پرازهوش و ذکاوت . » وی فوقالعاده حساس و زود رنج بود ، و عادت و خوئی عجیب داشت . مانند جوانان پرشور و با حمیت عصر ، قداره ای بکمر می بست ، و آماده بود تا در برابر اندک خشم و غضب آنرا از غلاف بیرون کشد . مسطور است که وی در ۲۶ سالگی ازدواج کرد، ولی در باب هویت زن و زندگی خانوادگی اطلاعاتی در دست نیست الا اینکه این زن و شوهر فرزندی نداشتند . وی ۷۹ سال بزیست ، و در سالهای آخر عمر به گوشه گیری و انزوا متمایل شد زیرا در این وضع بهتر میتوانست به تفکر بپردازد . در منزل خود ، واقع در ساری^۲ زیر زمینهایی بصورت مغاره ساخته بود ، و غالباً به آنجا میرفت و به تفکر میپرداخت .

هاروی مردی پرنویس و تند نویس بود ! و نوشته های خود را که غالباً غیر خوانا بود ، با عجله ، و به مخلوطی از زبانهای انگلیسی و لاتینی مینوشت . بعلاوه نسبت به املاء و انشاء آنهم توجهی مبذول نمیداشت .

که او را یکی از بزرگترین مظاهر عالم ادبیات در سراسر جهان محسوب دارند. آثار عمده اش عبارتند از : رؤیای نیمه شب تابستانی ؛ رومئو و ژولیت ؛ ریچارد دوم ؛ ریچارد سوم ؛ تاجر ونیزی ؛ رام کردن زنان بد زبان ؛ زنان سبکدل و ونسور ؛ هانری پنجم ؛ هیاهوی بسیار برای هیچ ؛ هرطور که بخواهید ؛ هرچه پایش بیکواست خوش است ؛ ژول سزار ؛ هملت ؛ اوئللو ؛ مکبت ؛ کینگ لیر ؛ ترویلوس و کرسیدا ؛ آنتوان و کلوپاتر ؛ کیمون آتنی ؛ طوفان ؛ داستان زمستانی ؛ و هانری هشتم .

۱ - Aubrey John ، تذکره نویس انگلیسی ، مؤلف زندگی مردان نامی

(۱۸۲۳) .

۲ - منطقه ایست در جنوب انگلستان ، مساحت آن ۱۸۷۰ کیلومتر مربع ، و

جمعیتش ۱۵۵۵۱۶۰ نفر . مرکزش شهر گیلفرد . جان پادشاه انگلیس ، در ۱۲۱۵ مائناکارتا یا منشور اعلی را در آنجا امضا کرد . (Surrey)

صرفنظر از کتاب حرکت قلب، تعداد کمی از آثارش برجای مانده. یکی از علل از بین رفتن نوشته‌های وی آنست که بهنگام جنگ داخلی ۱۶۴۲، شورشیان خانه‌اش را درلندن غارت کردند؛ و چون در این موقع خودش با سمت پزشک مخصوص چارلز اول^۱ به نالینگهم^۲ رفته بود، کلبه‌ی نوشته‌هایش را نیز از بین بردند. هاروی بعداً همواره میگفت که این فقدان بزرگترین ضربه‌ای بود که در عمر خود تحمل کرده است.

این کوتاه مرد تند و پرحرارت سراسر عمر خود را به تحقیق و مطالعه گذرانید، و لااقل ۱۲ رساله در باب موضوعهای مختلف نوشت که، مانند یادداشت‌هایش، توسط شورشیان معدوم گردید. و امروزه حتی نامی از آنها باقی نیست. پس از حرکت قلب، مهمترین اثرش در باب تناسل «پیاشد که از نظر رویان شناسی^۳ اهمیتی بسزا دارد.

اثر هاروی در باب گردش خون امروزه هم یکی از آثار فنا ناپذیر علمی است. اهمیت آن نه فقط در این است که کشف وی صفحه‌ی جدیدی را در تاریخ علم باز کرده، بلکه بیشتر در این است که در زیست شناسی روشی نوین بوجود آورده است. هاروی از معاصران گالیله، کپلر، بیکن، و دکارت بود؛ و یکی از نوابع و نوادر اولیه‌ی انقلاب علمی عصر رنسانس بشمار میرود که نظام فلسفی کهن را واژگون کرده و روش‌هایی عرضه نمود که علم جدید بر پایه‌ی آنها بنیان.

۱ - Charles (۱۶۰۰-۱۶۴۹) پادشاه انگلستان. در زمانی که پدرش جیمز اول فرمانروائی میکرد، در سیاست شرکت نداشت؛ و سفری برای مذاکره درباره‌ی زناشوئیش به اسپانیا کرد. پس از جلوس به تخت سلطنت با هانریتای کاتولیک، خواهر لویی سیزدهم، پادشاه فرانسه، ازدواج کرد؛ در نتیجه افکار مردم انگلیس بر علیه‌ی برانگیخت. کشمکش‌های چندی میان شاه و پارلمان در گرفت شاه مآلاً پارلمان را منحل کرد و آزادیهای شخصی و مذهبی را از بین برد. عاقبت چارلز در ۱۶۴۵ شکست خورد و به ارتش اسکاتلند تسلیم شد. متعاقباً بدست ارتش انگلیس افتاد. در دادگاه عالی محاکمه و به اتهام خیانت محکوم و اعدام شد.

۲ - Nottingham، شهرست در انگلستان، دارای ۳۰۶۰۰۸ نفر سکنه. در ۱۶۴۲ درفش چارلز اول اینجا افراشته شد، و آغاز جنگ داخلی اعلام گردید. ۳ - رویان یا جنین، حیوان یا نباتی است که در حال تکوین میباشد. رویان شناسی علمی است که از چگونگی بعمل آمدن و تکمیل و رشد آن تا زمان ولادت و شکفتن تخم و بیرون آمدن بچه بحث میکند.

گذاری شده است . وی اولین عالم زیست شناسی است که روشهای کمی را برای اثبات کشف بزرگ و مهم خود بکار برد . توزین ، اندازه گیری ، و شمارش و مالا نیل به حقیقت ، در قرن هفدهم فکری بود کاملاً بدیع و نوین ، که حتی مردی با نبوغ هاروی نیز آنرا بطور ناقص میتوانست انجام دهد . معهذاستفاده از روشهای کمی در زیست شناسی راهنمای وی در مرحله جدید این علم گردید .

هاروی بسال ۱۵۹۷ ازدانشگاه کیمبریج فارغ التحصیل شد، و برای تحصیل طب به دانشگاه پادوا ، بزرگترین مرکز علمی آن عصر ، وارد گردید . در آن موقع تشریح و فیزیولوژی قلب و شریانها و سیاهرگها باهمان اصولی که در ۱۴ قرن قبل، توسط پزشکی یونانی ، موسوم به جالینوس^۱ بنیان نهاده شده بود تدریس میشد . بر طبق نظریه جالینوسی ، کیموس^۲ (نوعی لنف) از امعاء گذشته به کبد میرسد و در آنجا تبدیل به خون وریدی میشود ، و در عین حال « روح طبیعی » بدان اضافه میگردد . سپس کبد این خون را بوسیلهی مجموعهی آورده توزیع و به تمام قسمتهای مختلف بدن و از جمله بطن چپ قلب میرساند . جالینوس ازراه تجربه دریافته بود که هنگامیکه سیاهرگی بزرگ یا شریان حیوانی را ببرند ، خون هم از سیاهرگها و هم از شریانها خارج میشود ؛ و از اینجا یقین داشت که باید رابطه ای بین سیاهرگها و شریانها وجود داشته باشد ، و معتقد بود که این ارتباط بوسیلهی خلل و فرجی واقع در دیواره ای که دو نیمه ی چپ و راست قلب را از یکدیگر جدا میکند ، برقرار میگردد. وی چنین استدلال میکرد که خون وریدی از این خلل و فرج به نیمه ی چپ قلب نفوذ میکند ، و در آنجا با روح حیاتی که از ریتین می آید ترکیب شده رنگ جگری روشن خون شریانی را بخود میگیرد . بر طبق نظریه جالینوسی ، خون هم بوسیلهی شریانها و هم بوسیلهی سیاهرگها به قسمتهای مختلف بدن جاری میگردد تا غذا و روح را به اعضاء برساند . در این نظام دوران حقیقی یا

۱ - جالینوس (۱۳۰-۲۰۱)، پزشک یونانی که نظریات و عقایدش درطب

تا قرن ۶ ام مورد اعتبار تام بود (Galen)

۲ - Chyle . غذا در درون معده بتوسط حرکات جدار عضلانی و شیرهی معده

(یا عصیر معده) یعنی شیرهی ترشح شده از غدد واقع در ضخامت جدار آن تبدیل به مادهی نیمه مایعی بنام کیموس میشود

نیروی محرکه در کار نیست و سبب بازگشت خون به قلب و ریتین تنها برای زدودن کثافات آن میباشد.

نظام جالینوس تا عصرها روی دو تغییر مهم یافته بود: آندریاس وسالیوس پادوایی^۱، بنیانگذار کالبد شکافی نوین، در ۱۵۵۵ اعلام داشته بود که خلل وفرج جالینوسی مطلقاً وجود ندارد. پس از وی رالدو کولومبو^۲ نحوه انتقال خون را از طرف راست قلب بوسیله شریانهای ریوی به ریتین، و از آن پس از طریق سیاهرگهای ریوی به قسمت چپ قلب کشف کرد. وی با تجربیاتی که روی حیوانات انجام داد، ثابت کرد که سیاهرگهای ریوی دارای خون شریانی است نه روح حیاتی. دومین کشف که بوسیله فابریکیوس پادوایی^۳ انجام گرفت، مشعر بر آن بود که سیاهرگها دارای دریچه‌هایی هستند که وی آنها را «روزنه» نام نهاد. فابریکیوس به وظیفه و عمل آنها پی نبرد؛ وی، به پیروی از نظریه جالینوسی، چنین تصور می‌کرد که این دریچه‌ها برای کند کردن جریان خون در قسمتهای انتهایی بدن تعبیه شده‌اند.

هاروی، پس از اخذ درجهی دکترا از دانشگاه پادوا، بسال ۱۶۰۲، به انگلستان بازگشت. این نکته که آیا وی در ضمن تحصیل در دانشگاه به تفکر در باب گردش خون و تنظیم نظریه خود آغاز کرده است یا پس از خروج از دانشگاه، بدرستی معلوم نیست. علی‌ایحال وی در لندن به طبابت پرداخت و بزودی در این شغل ترقی کرد و شهرتی بسزا بهم رسانید. در ۱۶۶۵ کالج سلطنتی پزشکان، که وی هم عضو آن بود، او را بسمت دانشیار دائمی برگزید. وی ضمن اولین کنفرانسهایی که با این سمت، بسال ۱۶۱۶، ایراد کرد، شروع به تشریح گردش خون نمود. هم‌اکنون مجموعهی ۹۸ صفحه‌ای یادداشتهای وی، در باب این کنفرانسه‌ها، در دست است. هاروی

۱ - Vesalius, Andreas (۱۵۱۴-۶۴)، کالبد شناس بلژیکی، که با کشفیات خود، قسمت عمده‌ی نظریات جالینوسی را باطل کرد. سالها استاد دانشگاه پادوا بود، و کتاب معروفی در تشریح نوشت.

۲ - Realdo Colombo

۳ - Fabricius (۱۵۳۷-۱۶۱۹)، کالبد شناس ایتالیایی. معلم ویلیام هاروی در پادوا بود، و دریچه‌های وریدی را کشف کرد.

ضمن این سخنرانیها به شرح پاره‌ای از تجربیات خویش پرداخت ، و از آن جمله آزمایشی بود که وی را بنا بر گفتار رابرت بویل ، به این مسئله که « طبیعت را در قرار دادن اینهمه دریچه‌ها منظور و هدفی بوده است ، متقاعد ساخت و فکرگردش خون را در مغزش بوجود آورد .

این یادداشتها بخوبی نشان میدهند که هاروی عقیده‌ی جازم و قطعی داشت بر اینکه خون در سراسر بدن گردش میکند ، و قلب دستگاه تلمبه‌زنی آن بشمار میرود . وی از سلسله سخنرانیهای خود ، بسال ۱۶۱۶ ، چنین نتیجه میگیرد :

« از ساختمان قلب ثابت شده که همانطوری که دریچه‌های تلمبه آب را به طرف بالا میرانند ، خون هم دائماً از طریق ربتین به آئورت منتقل میشود . از بست های عروق معلوم میشود که خون از شریانها به سیاهرگها نفوذ میکند ، و از اینجا ثابت میگردد که حرکت خون دائماً در یک مسیر دورانی که ناشی از ضربان قلب است انجام میگردد . آیا این بخاطر غذاست؟ یا برای آنست که خون که بعلت گرم کردن اعضاء بدن ، در بازگشت بقلب سرد شده ، باید در اینجا مجدداً گرم شود تا بوسیله‌ی القای گرما بدن را محفوظ بدارد ؟ »

۱۲ سال بعد هاروی که تجربیات دیگری بمنظور اثبات نظریه‌ی خود در باب گردش خون انجام داده بود ، کتاب حرکت قلب را منتشر ساخت . این کتاب دارای ۷۲ صفحه . و مشتمل بر یک مقدمه و ۱۷ فصل کوتاه بوده و هاروی در آن نظریات و دلایل خود را شرح داده است . کتاب به دوشخصیت اهدا گردیده ؛ نخست به چارلز اول ، پادشاه انگلستان ؛ و سپس به دکتر ارجنت (Argent) رئیس رویال کالج .

هاروی پس از آنکه ، در فصل نخستین ، علل و موجبات نوشتن کتاب (از جمله علاقه به کشف حقیقت و از بین بردن نظریات بی اساس و خطای کهن) را بیان کرده ، در ضمن چهار فصل شرح روشن و قابل توجهی از حرکات قلب و شریانها و دهلیزها ذکر نموده و بتجزیه و تحلیل جالب از وظیفه و عمل قلب پرداخته است . بنا بر مفاد آن ، وی نخست از اینکه بعلت تندی و سرعت حرکات قلب حیوانات خونگرم موفق باستنباط و درک ضربان دل آنان نشده اظهار یأس و نومیدی کرده ، ولی عاقبت دریافته است که حرکات قلب حیوانات خونسرد و حیوانات خونگرم محتضر را میتوان تحت مطالعه

در آورد . و از اینرو به مشاهده ی مستقیم و نظاره در کارگاه طبیعت پرداخته است . و این همان روشی است که امروزه نیز پایه و مبنای دانش بشر را در باب حرکات قلب تشکیل میدهد .

هاروی در کتاب خود بتشریح ضربان نوک دل ، خاصیت عضلاتی قلب ، خاستگاه زدن قلب در دهلیز راست و انتقال آن به دهلیز دیگر و بطنها پرداخته و بدین ترتیب اولین بیان و توصیف روشن و واضح را درباره ی این مسائل عرضه نموده است . همچنین وی ثابت کرد که خونی که وارد شریانها میشود باعث پیدایش نبض می گردد . سپس نتیجه گرفت که «قلب مانند تلمبه ای کار می کند و وظیفه ی خود را که همان رساندن خون از راه شریانها به اعضا و جوارح است ، انجام میدهد» .

کولومبو عقیده داشت که خون از طرف راست قلب ، به وسیله شریانهای ریوی به ریه تن ، و از آنجا بتوسط سیاهرگهای ریوی به قسمت چپ قلب می رود . وی این نظریه را مورد تجدید نظر قرار داده و آشکار ساخت که خون از طرف چپ قلب بوسیله ی شریانها به نقاط مختلف بدن رفته و سپس از طریق سیاهرگها به طرف راست قلب بازمیگردد . این قسمت از کتاب محتوی خلاصه و لب کشف هاروی است . وی برای اثبات گردش خون سه قضیه را مورد توجه و امان نظر قرارداد .

(۱) مقدار خونی که از سیاهرگها به شریانها می رود ، بحدی زیاد است که تمامی خون بدن باید در مدتی کوتاه از قلب بگذرد ؛ و این مقدار بمراتب بیش از میزان غذایی است که در همین مدت هضم و جذب شده ، بنابراین نظریه ی جالینوسی درست نیست ؛

(۲) مقدار خونی که به اعضا و جوارح می رود ، بمراتب بیش از مقداری است که برای تغذیه ی بدن ضرورت دارد ؛

(۳) خون دائماً از اعضا و جوارح ، از طریق سیاهرگها ، بقلب باز

میگردد .

اثبات موضوع گردش خون مستلزم ثبوت قضایای سه گانه ی بالا بود . در اولین ، هاروی میبایست با ابتکار کمی خود ، مقدار خونی را که قلب یا دستگاه تلمبه زنی بدن بخارج میفرستد تعیین نماید . این عمل متضمن دو مرحله بود . نخست آنکه مقدار خونی را که قلب با هر ضربان بیرون میریزد

اندازه گیری کند ، و دیگر آنکه تعداد ضربات را معلوم بدارد . اندازه گیری بازده قلب مسئله ایست بفایت دشوار ، حتی امروزه هم در اندازه گیری آن با اختلافات زیادی مواجه می شویم که معلول روشهای مختلف عمل است ، به همین لحاظ رقمی که هاروی بدست آورد فقط يك هجدهم کمترین مقدار است که امروزه برای مقدار بازده قلب ، در هر ضربان ، در نظر گرفته میشود . نکته عجیب و شگفت انگیز آنکه وی ، بر مبنای رقمی چنین عجیب و نادرست ، بانجام بزرگترین کشف خویش نائل گردید .

اساس محاسبه وی مبتنی بر واقعیتی بود که از نظاره ی مستقیم در جسدی بدست آورده بود . توضیح آنکه وی ، پس از گشودن بطن چپ قلب مرده ای ، بیش از ۶۰ گرم خون در آن یافت (مسلماً صاحب این جسد به بیماری اتساع قلب دوچار بوده است .) وی چنین فرض میکرد که بطن ، در هنگام بین انقباض^۱ ، ممکن است مقداری خون ، در حدود ۴۵ گرم در خود نگاهدارد . سپس با فرض اینکه بطن ، با هر انقباض خود ، ربع یا خمس یا سدس و یا فقط ثمن محتوی خود را به خارج میریزد (امروزه عقیده بر اینست که تمامی خون را خارج میکند) ، سرانجام از محاسبات خود باین نتیجه رسید که بازده قلب در هر ضربان باید ۳۹ گرم باشد . این رقم بر طبق محاسبات کنونی برابر ۸۹ گرم است ، مسلماً بر هاروی ، از اینکه نتوانسته است میزان بازده قلب را دقیقاً اندازه گیری کند ، خرده ای نباید گرفت ، و در عین حال باید متذکر شد که وی ، بطور ناقص ، بازده قلب گوسفندی را حساب کرد . اگر وی آمورت گوسفندی را می بست مقدار خونی را که در هر دقیقه از آن خارج میشد اندازه میگرفت و تعداد ضربانهای قلب را هم در همان مدت يك دقیقه شمارش می کرد ، ممکن بود رقم دقیقتری برای بازده قلب گوسفند بدست آورد . ولی وی گرد این آزمایش روشن و بدیهی نگشت .

۱ - زدن دل دارای چهار هنگام است ، (۱) انقباض دهلیزی ؛ (۲) هنگام بین انقباض ؛ (۳) انقباض بطنی ؛ (۴) انقباض دل . ما بین دو انقباض اصلی دهلیز و بطن فاصله ایست و در این فاصله بطن دارای انقباض کوچکی است که شوو (Chouveau) آنرا هنگام بین انقباض نامیده . در این هنگام در ریه نمودارهای دقیقی که از بطن راست و چپ دل سگ یا اسب گرفته شود ، يك دندان ی كوچك ما بین برآمدگی دهلیزی و برآمدگی بزرگ انقباض بطنی دیده میشود .

همچنین هاروی در محاسبه‌ی تعداد ضربان قلب دچار اشتباهی فاحش گردید. نخست تعداد ضربان قلب را ۳۳ بار در دقیقه اعلام داشت. و بطوری که میدانید این رقم نصف میزان واقعی است. گرچه در آزمایشات بعدی ارقام دیگری نیز بدست آورد، ولی همواره در مباحثات خود به رقم ۳۳ اتکاء داشت. این اشتباه را یقیناً نمیتوان معلول اشکالات اندازه گیری و محاسبه دانست، و باید معتقد بود که علت واقعی راه خطا رفتن هاروی برای همیشه جزو اسرار باقی خواهد ماند. با این دو تخمین که وی به عمل آورد (یعنی ۳۹ گرم برای بازده قلب، و رقم ۳۳ برای تعداد ضربان در دقیقه) رقمی هم برای مقدار خونی که در بدن روانست بدست آورد و آن يك سيو ششم کمترین مقداریست که امروزه مورد قبول میباشد. در یکی از محاسباتش چنین متذکر شده «قلب در هر نیم ساعت هزار بار میزند، این رقم در عده‌ای از افراد بشر زیاده‌تر است و به ۲ یا ۳ و حتی ۴ برابر هم میرسد. حال اگر مقدار خونی را که هر بار از قلب خارج میشود در تعداد ضربانها ضرب کنیم، معلوم میشود که در هر نیم ساعت ۸۰۰۰ یا ۱۲۰۰۰ و در مواردی ۱۶۰۰۰ گرم خون بوسیله‌ی قلب در شریانها جریان می‌یابد و این رقم علی‌الحال بمراتب بیش از کلیه‌ی مقدار خون بدن است.» در این محاسبه کمترین مقدار یعنی ۸۰۰۰ گرم بیش از میزان معمولی خون بدن آدمی است. چو بطوری که میدانید در بدن انسانی که وزنش در حدود ۷۰ کیلو باشد، معادل ۶ کیلو خون بیشتر وجود ندارد. هاروی، علیرغم این محاسبات نادرست، موفق به اثبات منظور نهائی خویش گردید و آن اینکه خونی که در هر نیم ساعت از قلب بیرون میریزد، بمراتب بیش از کلیه‌ی مقدار خون بدن است. و این آغاز مخالفت با مفهوم جالینوسی و طرد آن از پهنه‌ی علوم بود زیرا مسلم است که غذائی که انسان می‌خورد هیچگاه نمیتواند دائماً تا این اندازه خون درست نماید.

دلایلی که هاروی در اثبات قضیه‌ی دوم بیان نمود، چندان قاطع و مورد توجه نیست. وی برای اثبات اینکه مقدار خونی که به اعضا و جوارح میرود، بمراتب بیش از مقداریست که برای تغذیه‌ی بدن ضرورت دارد، از روش کمی استفاده‌ی چندانی ننمود، بلکه بیشتر از راه استنباط به این نتیجه رسید. در عین حال این مباحثات مشعر بريك نکته‌ی اساسی بود، و آن اینکه خون، در اندام، باید از شریانها به سیاهرگها وارد شود. در همین مورد است که وی به شرح آزمایشی که الهام بخش فکر گردش خون به او گردید

پرداخته است. هاروی، بانواری، سیاهرگها را بطوری می بست که شریانها آزاد باشند؛ و در اینحال میدید که سیاهرگها باد میکنند، ولی در شریانها تغییری حاصل نمیشود. سپس فشار را آنقدر زیاد میکرد که به شریانها نیز تأثیر کند؛ و آنگاه ملاحظه نمود که دیگر سیاهرگها باد نمیکند. از این تجربیات و مشاهدات چنین استدلال کرد که خون به وسیلهی شریانها به اعضاء و جوارح میرسد، و آنگاه بنحوی وارد سیاهرگها میشود، وی میکوشید تا این مجاری اتصال و ارتباط را هم بیابد، ولی در این راه توفیقی نیافت.

هاروی، ضمن تجربهی تاریخی دیگری، سومین قضیهی خود را اثبات کرد و آن اینکه خون از طریق سیاهرگها به قلب باز میگردد؛ و عقیدهی جالینوس که میگفت سیاهرگها خون را به اعضاء و جوارح میرسانند خطا است در این آزمایش وی نشان داد که هرگاه انگشت را روی سیاهرگی گذارده و آنرا در امتداد سیاهرگ، از زیر یک درجه تا بالای، درجهی دیگر، حرکات دهیم. خونی که بدین ترتیب در سیاهرگ حرکت داده شده به قسمت خالی باز نمیکردد. بطور خلاصه درجهها یکطرفی هستند، و خون در سیستم وریدی حرکت آمد و رفت ندارد.

حال ببینیم سیماهای اصلی کشف هاروی چه بوده؟ مهمترین عوامل در جهاز دموی که تنظیم کنندهی گردش خونیست عبارتند از عمل تلمبه زدن قلب؛ انتقال خون از یکطرف قلب، از طریق ریتین، بطرف دیگر؛ رسیدن خون از طریق سرخرگها به نقاط مختلف بدن؛ و بالاخره بازگشت خون از طریق سیاهرگها به قلب. موضوع عبور خون از ریتین، در آن هنگام که هاروی تحقیقات و آزمایشات خود را آغاز کرد، بر دانشمندان معلوم بود. اهمیت اکتشاف وی در اینست که او گردش خون را بوسیلهی شریانها و سیاهرگها و تکمیل آن را از طریق عبور از ریتین ثابت کرد، و بدین ترتیب یک نظام قابل فهم و استنباطی برای حرکت خون در سراسر بدن عرضه نمود. از نظر هاروی تنها یک نقطه ای بهام و تاریک وجود داشت و آن اینکه خون، در دست و پا، به چه نحو از شریانها به سیاهرگها وارد شده و بعداً به قلب باز میگردد. ۳۳ سال پس از انتشار حرکت قلب، مارچلو مالپیگی، پزشک و کالبدشناس ایتالیائی، این حلقه ی گسسته را نیز با کشف مویرگها بهم پیوست و بدین ترتیب نظام و نقشه ی هاروی را تکمیل نمود.

تأثیر مستقیم کشف هاروی در رشته ی پزشکی و جراحی خارج از حد

توصیف و بیان است. کلیه عملیاتی که اکنون برای درمان عوارض یا بیماریهای عروق، فشارخون، و بیماری قلبی، انجام میگردد مبتنی بر پایه و مبنای کشف هاروی است از این گذشته علم فیزیولوژی^۱ بطور کلی مدیون و مرهون خدمات او میباشد. زیرا استنباط و اطلاعات کنونی ما از حوادثی که در بدن میگذرد و استقرار پیدا میکند، در سایه مفهوم گردش خون است. زیرا در سازمان بدن انسان مهمترین وظیفه به سیالی سپرده شده است که هاروی، به کمک ده بصیرت فوق العاده خویش، گردش آنرا کشف نمود.

۱- فیزیولوژی با علم وظائف الأعضاء. علمی که موضوع آن چگونگی انجام یافتن عادی اعمال حیاتی نباتات و حیوانات. و فعالیتهائی است که بواسطه آنها حیات نگهداری و منتقل میشود، مهمترین مائلی که درین علم از آنها بحث میشود عبارتند از: فعالیتهای حیاتی یا خته ها و افتها و اعضا و دستگاهها (از قبیل دستگاه گردش و سلسله اعصاب)، و (در نباتات) فتوسنتز، تعریق و غیره.

چارلز داروین

از: لورن سی. آیزلی

در پائیز سال ۱۸۳۱ دوجوان جوای نام، که درست نمیدانستند سالهای آتی آنها را بکجا خواهد کشانید، با هم ملاقات و بصرف ناهار پرداختند. یکی از این دو، رابرت فیتس روی^۱، ناخدای پر شور و با حرارت ۲۶ ساله‌ای بود که آفاق را درنور دیده و به اقصی نقاط جهان سفر کرده، و اینک بار دیگر خود را آماده‌ی سفری طولانی ساخته بود. این مرد روحانی و با ایمان که طرفدار جدی و سرسخت اصول جزمی کلیسا بود، نسبت به مباحث نوین زمین شناسی - که آنها را ساختگی و بی پروا میدانست - کینه و خصومتی بیحد و حصر داشت و لاجرم مایل بود در این مسافرت يك دانشمند طبیعیات را باخود همراه ببرد، و ضمن سیر و سیاحت سرزمینهای تازه و غیرمکشوف، با جماعتی که با مطالعه در سنگها برخلاف دین سخن میگفتند و کفر و الحاد را اشاعه میدادند، مبارزه نماید و دهان آنانرا خرد کند. دومین که در سر میز غذا روبروی فیتس روی نشسته بود، جوان ۲۲ ساله‌ای بنام چارلز داروین بود که در طب با شکست مواجه شده بود؛ و اولیانش، با کمال یأس و نومیدی، میل داشتند که فرزندشان لااقل کشتی

۱- Robert Fitzroy, ۱۸۰۵-۱۸۶۵، افسردریائی انگلیسی. یکبار از ۱۸۲۸ تا ۱۸۳۰، و بار دیگر از ۱۸۳۱ تا ۱۸۳۶ با کشتی بیگل به سیر و سیاحت در سواحل امریکای جنوبی و مناطق مجاور آن پرداخت. در ۱۸۳۷ برنده‌ی مدال طلای انجمن جغرافیائی گردید. در ۱۸۳۹ کتاب داستان مسافرتهاى خود را به رشته‌ی تحریر درآورد. بعداً، در ۱۸۲۳-۴۵، حاکم‌زند جدید شد و مقامات مهم دیگری نیز بدست آورد. مطالعاتی که در دریا نوردی و علم کائنات الجو نموده فوق‌العاده ذقیمت است، تا آنجا که او را بنیانگذار علم کائنات الجو نوین میدانند.

دهکده‌ای بشود. چارلز نخست ازدعوت فیتس روی سرباز زد، سپس دچار تردید و دودلی شد؛ لحظه‌ای به شکار روباه در شراپشر^۱ می‌اندیشید، و زمانی به صید لاما^۲ در جنگلهای امریکای جنوبی اندیشه میکرد... نمی‌دانست کدام را برگزیند. از خود میپرسید آیا صلاح است که این دعوت را بپذیرم و بمسافرت بروم؟ لحظه‌ای چند در اتخاذ تصمیم مردد ماند لحظاتی که سر نوشت آینده را تعیین میکرد. ولی سرانجام کاپیتن او را مقهور نظر خویش ساخت.

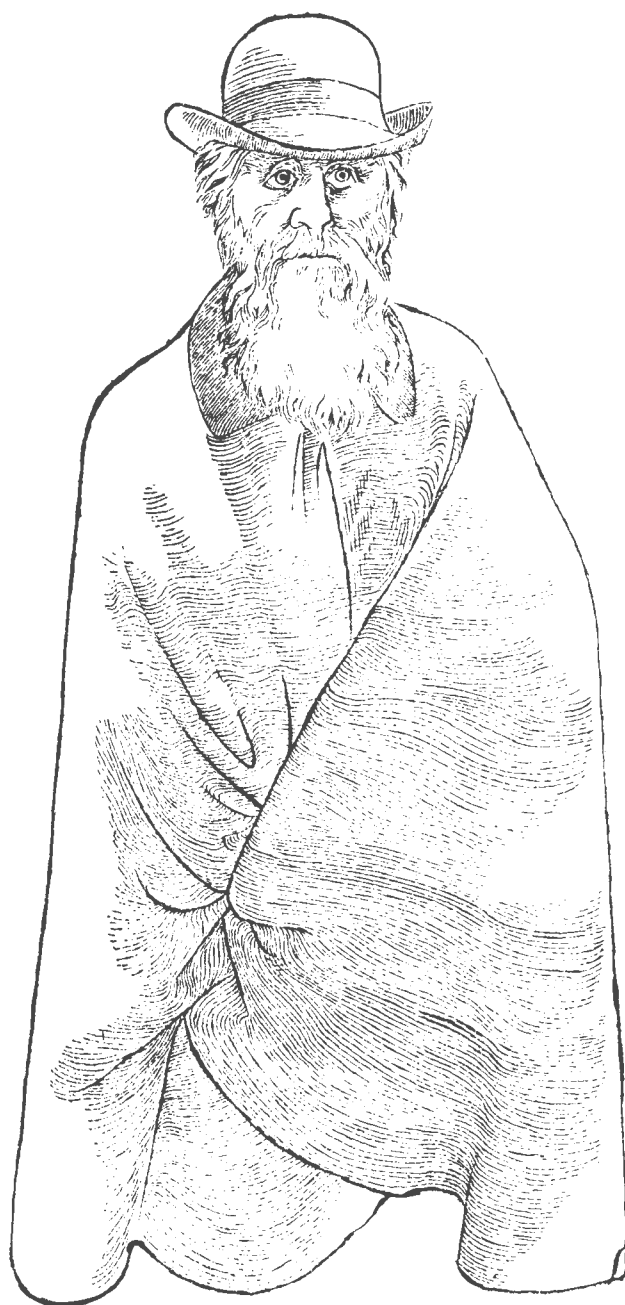
داروین بعداً سخنان فیتس روی را برای خواهرش، سوزان، چنین نقل کرده «کاپیتن بمن می‌گفت: اینکه میگویند سفر دریا خطرناک است و طوفان آن مهیب، گزافه‌ای بیش نیست. باما بیایید و اگر مایل به ادامه‌ی مسافرت نبودید در هر لحظه میتوانید به انگلستان بازگردید؛ و یا در صورت تمایل، در هر سرزمین سالم و خوش آب و هوایی که بخواهید پیاده شوید. ما از هیچ‌گونه کومک و همراهی و همکاری باشما فروگذار نخواهیم کرد؛ از این گذشته مقادیر زیادی کتاب برای مطالعه داریم، و همگی آنها را، بلاوه‌ی سایر وسائل و تفنک، در اختیار شما قرار میدهم.» چارلز پس نامه‌ی خود را با این جملات خاتمه میدهد... تردیدی نیست که زندگی نشیب و فرازهایی دارد، و من آنرا آزموده‌ام. سوزان عزیز خدا نگهدار.»

این هیئت در روز ۲۷ دسامبر ۱۸۲۳، با کشتی بیگل که دارای ۱۰ عراده توپ بود، از بندر دونپورت^۳ حرکت کرد. نقشه‌ی آنان عبارت بود از اندازه‌گیری خطوط ساحلی امریکای جنوبی و محاسبه‌ی مختصات جغرافیائی نقاط مختلف زمین از روی تعیین اختلاف ساعت. بلافاصله پس از حرکت طوفانی سهمگین در دریا روی نمود. داروین در دفترچه خاطرات خود، در این مورد چنین نوشته است «امواج کوه پیکر دریا کشتی را بنحوی موحش بالا و پائین می‌انداختند. هرگز در عمر خویش چنین شبی نگذرانیده‌ام.

۱- Shropsher، ولایتی در مغرب انگلستان، بمساحت ۳۴۸۶ کیلومتر مربع، جمعیت آن ۲۸۹۸۴۴، مرکز شهر شروزبری.

۲- Lama، پستاندار سم‌دار اهلی امریکای جنوبی، از تیره‌ی شترها. از شتر کوچکتر است و کوهان ندارد و تاحدی به گوسفند مینماید. رنگش خرمائی یاسفید یا سیاه یا ابلق است.

۳- Devonport پایگاه دریائی انگلستان در کنار خلیج پلیموت



BERNARDA
BRYSON

بهر سوکه چشم می‌افکندم جز ادبار و بیچارگی نبود. باد می‌فرید و دریا می‌خروشید؛ فریادهای افسران و فغانهای جاشوان چنان کنسرتی حزین برآه انداخته بود که هرگز آنرا فراموش نخواهم کرد. «کاپیتان فیتس روی با تقدیر و تدبیر یعنی بالطف الاهی و کومک افسران و رعب شلاق، کشتی را به ساحل برگردانید. عجیبتر آنکه داروین، که در آغاز کار مردد بود، با یکنوع سرسختی و لجاجت خاصی تصمیم گرفت به مسافرت ادامه دهد حال آنکه اصولاً از سفر دریا رنج می‌برد. درد فترچه‌ی خاطراتش چنین نوشته: و چه کار بجا و خوبی کردم که پیشنهاد آنها را پذیرفتم. «هنگامیکه کشتی بیگل به بندر پلیموت^۱ بازگشت، داروین از عقیده‌ی خویش منصرف نشد؛ وی تصمیم قاطع خود را چنین توجیه میکند «حال که من به سیاحت جهان و بازدید سرزمینهای عجیب علاقه‌مندم، چه موقعیتی بهتر از این بدست خواهد آمد؟ و شاید همین تقدیر باشد که بتوانم کیمبرلیج را ترک گویم.»

بدین ترتیب داروین، جوانی که هنوز رشته‌های جمود فکری روش تعلیم و تربیت دست و پایش را بسته بود - با شوق و آفری که بدین سنگها و قطعات شکسته‌ی استخوان دراقصی نقاط جهان داشت - سفر را آغاز کرد تا از دیدن اشیاء مختلف، و از آنجمله نوک طیور و غلات بال سوسکها، نظریه‌ی نوینی در باب تکامل عرضه نماید و فکر علمی را در سراسر جهان برپایه‌ای نوین و محکم مستقر سازد.

محیط فکری که داروین از آن برخاسته و سفر تاریخی خود را آغاز کرده بود، مرکز و کانون محافظه‌کاری بشمار میرفت. انقلاب کبیر فرانسه و عملیات افراطی انقلابیون رعب و وحشتی عظیم در این جزیره بوجود آورده بود؛ لاجرم نژاد آنکلو ساکسون در پیدایش هر گونه افکار و مفاهیم نوین - که آنها را وابسته به «ملحدین فرانسوی» میدانست - کاملاً ملاحظه‌ی اطراف و جوانب کار را میکرد. اصول جزمی کلیسا هنوز، باسلطه و قدرت کامل، علوم طبیعی را تحت تأثیر خود داشت. مردان علم، با مطالعه در سنگها و تنوع اشکال مختلف زندگی، در صحت نظریه‌ی پیدایشی که در قرن هفدهم

۱ - Plymouth، شهری است در ایالت دونشر انگلستان، کنار خلیج

پلیموت، جمعیت آن ۲۰۸۹۸۵ نفر. محل تجمع ناوگان انگلیسی علیه حمله‌ی جهازات شکست ناپذیر اسپانیا بود.

مقبول بود و بموجب آن دنیا در ۴۰۰۴ سال قبل از میلاد مسیح خلق شده بود، تردید میکردند. با اینوصف هنوز از مفهوم قدم کرمی زمین، و پیدایش تحول در آن اثری نبود. هیچکس نمیتوانست تصور کند که سن زمین تا پایه ایست که اکنون برای آن در نظر گرفته شده، و تعبیر تسلسل حوادث، یعنی تغییر تدریجی یک نوع و تبدیل آن بنوعی دیگر، نه فقط از نظر افراد مذهبی مردود بود، بلکه حتی افرادی هم که دارای عقل سلیم بودند، نمی توانستند بدان عنایت و توجهی کنند. بسیاری از دانشمندان بزرگ زیست شناس آن دوره از قبیل لوئی آگاسیز^۱ و ریچرد اوون^۲ عقیده داشتند که اشکال متوالی حیات در ادوار زمین شناسی هر یک مظهر مخلوقی مستقل و جدا گانه بوده و تنها حوادث تاریخی پاره ای از آن انواع را بمرور ایام معدوم ساخته است.

با اینوصف نباید تصور کرد که داروین نظریه ی تکامل را برباد هوا بنا کرده است. این نظریه، که بانام وی همراه است، نیز مانند بسیاری از اصول کلی و تعمیم های علمی مسبوق به سوابق و اقدامات و تحقیقات دیگران میباشد. کلیه ی جزئیاتی که این نظریه ی جهانی را بوجود آورده قبلا در فکر مردان بزرگ و نامی وجود داشته، و حتی در آن دوران که داروین طفلی نوآموز بود، اکثر این مباحث مورد بحث و گفتگو قرار می گرفت. پدر بزرگش، اراسموس داروین^۳، که هفت سال قبل از تولد وی درگذشت، نظریه ی متهورانه ی تبدیل موجودات زنده را پیش کشیده بود، ژان باتیست لامارک^۴ اجمالا به تحول دائمی اشاره کرده بود؛ و

۱- Agassiz, Louis, ۱۸۰۷-۷۳، عالم شناس زمین و جانور شناس

امریکائی که پژوهشهای در فسیل ماهی نموده و تحقیقاتی در حرکت یخچالها بعمل آورده است.

۲- Owen, Richard, ۱۸۰۴-۱۸۹۲، عالم تشریح تطبیق و دیرین-

شناس انگلیسی که آثار متعددی در طب و تشریح دارد.

۳- Darwin, Erasmus, (۱۷۳۱-۱۸۰۲) پزشک، عالم، و شاعر

انگلیسی. باغ گیاهان بزرگی ترتیب داد و در آنجا به مطالعه پرداخت. آثارش اکثر در همین زمینه است.

۴- Lamarck, Jean Baptiste, (۱۷۴۴-۱۸۲۹)، عالم طبیعیات

فرانسوی که شهرتش بواسطه عرضه کردن نظریه ی تکامل و طبقه بندی حیوانات غیر ذی-فقار است. مهمترین اثرش گیاهان فرانسه (۱۷۷۸) است.

سر چارلز لایل ، که بعداً صمیمی‌ترین دوست داروین شد ، با اظهار این نظریه که زمین قدیم است - آنقدر قدیم که تغییرات کند اعضای موجودات آلی در آن امکان پذیر میباشد - راه را برای پیشرفت نظر گاههای وابسته به تکامل هموار ساخته بود. لایل موضوع این میان رفتن حیوانات را برطبق مفهوم کاتاستروفیسم^۱ آشکارا رد کرد و آن را محال پنداشت . وی معتقد بود که نیروهای طبیعی ، مانند اثر باد و یخ بندان و آب ، مشروط بر آنکه در طی سالیان دراز و متمادی تأثیر کند، برای بیان و توجیه بیشتر نمودهایی که در سنگها دیده میشود کافی و رسا است . و شاید اگر لایل مفهوم تأثیر مداوم و طولانی زمان را عرضه نداشته بود ، داروین قادر به بسط نظریه‌ی انتخاب طبیعی خویش نمیکشت .

اکنون ممکن است خواننده سؤال کند که اگر عوامل اصلی داروینیسم قبل از داروین هم در نظر مردان علم روشن و آشکار بوده زچه رو جهان علم و دانش برای داروین ، در تاریخ زیست شناسی ، تا اینجده اهمیت قائل شده است ؟ پاسخ این سؤال بسیار سهل است : هر اصل کلی و تعمیم علمی نتیجه‌ی یک عمل خلاقه‌ی ترکیبی از مقدمات موجود است . هنگامی فرامیرسد که مجموعه‌ای از اکتشافات و مشهودات کوچک رامیتوان در قالب مفهوم کلی بزرگ و کامل مهمی در آورد . در این لحظه‌ی بحرانی دیگر نیازی چندان به افزایش تعداد واقعیتهای نیست ، و آن که صاحب دها و بصیرتی باشد ، با جمع آوری و تلفیق و ترکیب این مجموعه ، آنرا بصورتی معقول و منطقی در میآورد ؛ همین تلفیق و ترکیب است که شاهکار مغزهای متفکر بشمار می رود . نا گفته نماند که عمل کاشف و تلفیق کننده ، که تنها سوار کردن قسمتهای مختلف ماشین پیچیده‌ای است که چرخهای آنرا دیگران ساخته اند ، بهیچ وجه از شأن و مقام علمی وی نمیکاهد . او است که قبل از انجام کار ، کلیه اطلاعاتی را که جمع آوری گردیده و واقعیتهایی را که کشف شده ، از نظر تیزبین خود میگذراند ، در آنها غور و بررسی مینماید ، و سپس صورت ترکیبی و جامعی به آنها میدهد .

نکته‌ی دیگری که باید در اینجا گفته آید آنکه داروین در همه‌ری

۱ - Catastrophism ، عقیده‌ای که بموجب آن، تمام موجودات زنده ، در فواصل زمانی معینی، بسبب حوادث ناگهانی معدوم گشته و موجوداتی یکلی متفاوت جانشین آنها شده‌اند این عقیده در قرن هجدهم مورد حمله‌ی جیمز هاتن ، که پیشوا و پیشقدم عقیده‌ی اونیفورمیسم بود، قرار گرفت .

مناسب و مساعد بوجود آمد. با توجه به این حقیقت که دانشمند دیگری، موسوم به *الفرد رسل والس*^۱، قبل از انتشار نظریات داروین، همان نظریه‌ای را که اکنون داروینسم نامیده میشود، مستقیماً دریافته بود، بوضوح معلوم میگردد که اصلی که امروزه به انتخاب طبیعی موسوم است قبلاً نشئت یافته و در محیط موجود بوده است و حاضر برای عرضه و بسط. داروین خود در آنجا که حکایت نفس میکند، چنین خاطر نشان ساخته و چه بسیار واقعیتهای جالبی که در فکر دانشمندان ذخیره شده و چشم‌براه آن بودند که به محض اینکه نظریه‌ای عرضه شود که بتواند آنها را به اندازه‌ی کافی و بوجه مطلوب و رسا توجیه کند، دست طلب بیرون آورند و در دامن آن افکنند و جای خود را بازکنند.

داروین، در این مسافرت آماده بود تا همه چیز را ببیند و هر ذره‌ای را درک کند. هیچ نکته‌ای در نظر وی آنقدر کوچک نبود که او را مجذوب خود نسازد، و یا اندیشه‌ای را در فکر او بر نینگیزد. در سواحل امریکای جنوبی ملاحظه نمود که اختبوط^۲ در آب‌های خلیجی کوچک، هراسان میشود و رنگ خود را تغییر میدهد. در رودخانه‌های موسمی خشک پامپا^۳ استخوانهای بزرگی را میدید و با کمال علاقه‌مندی و بصیرت در صدد بر می‌آمد تا بداند این بقایا مربوط به کدامیک از حیوانات کنونی است؟ بومیان آن سر زمین میگفتند که استخوانهای فسیل شده، پس از مرگ، بزرگ می‌شوند، و همچنین مدعی بودند که بعضی از رودخانه‌ها قدرتی سحرآمیز داشته و می‌توانند استخوانهای کوچک را بزرگ کند. یکی از بزرگترین علل اشتباهات و وجود افکار غلط در میان مردم خاصه

۱- Wallace 'alfred Russe] ، (۱۸۲۳ - ۱۹۱۳) ، عالم طبیعیات انگلیسی، که بدون اطلاع از کارهای داروین نظریه‌ای در باب تکامل عرضه داشت وی از پیشقدمان تحقیق در جغرافیای حیوانی است. و همو است که بین حیوانات آسیائی و حیوانات استرالیائی، در مجمع‌الجزایر ماله، خط فاصلی عرضه نمود ۲- اختبوط یا هشت پا، حیوان رم‌تنی که در آبهای معتدل و گرم یافت میشود. شکم کیسه مانند و هشت بازو دارد و دارای کیسه‌های مرکب سیاه است که در موقع احساس خطر آب را تیره می‌کند.

۳- Pampas ، دشتهای وسیع و سرسبزی که در دامنه‌های بارانگیر رشته جبال آندو جنوب فروبومان حوزه‌ی آمازون و مخصوصاً در آرژانتین وجود دارد.

طبقه‌ی عامی اینست که همواره در سددند برای آنچه بنظرشان عجیب و شگفت می‌رسد، بیان و توجیهی سهل و ساده بیابند. داروین، برعکس، همواره در اندیشه فرو میرفت و مطالب را بطور عمقی در نظر می‌گرفت. دشتها را با اسب می‌پیمود، از صخره‌ها بالا میرفت، و علیرغم مخاطراتی که هر لحظه حیاتش را تهدید میکرد، روزهای درازی را در پامپاهائی که پاتوخی سرخپوستان بود میگذرانید. یکبار از صاحب خانه‌ی خود پرسید که آیا تعداد راهزنان دشتها زیاد است؟ و وی این جواب مرموز را به وی داد «هنوز خاربنها بلند نشده‌اند.» خاربنها، که پس از رشد، ارتفاعاتشان در این دشتها تا پشت اسب می‌رسید، بهترین پناهگاه برای راهزنان به شمار میرفت. داروین علیرغم این زندها و واقعیت مخاطره‌آمیز به گردش‌های خود ادامه داد. منظره‌ی عمومی این رستنی‌ها امروزه بر اثر تردد آدمیان تنبیر کرده ولی در آن روزگاران سراسر دشت را خاربن‌ها قرار گرفته بود. سگان وحشی از میان بوته‌ها فریاد میکشیدند؛ نوعی گریه‌ی معمولی در این دشتها وجود داشت که فوق‌العاده بزرگ شده و بتوحش گرائیده بودند. همه جا تنازع، قابلیت جهش، و تحول بچشم می‌خورد. هنگامیکه در سیمای یکی از انواع پرخطر مار رنگی خیره شده و دقیقاً به آن مینگریست، بواقعیتی برخورد که در نظرش «فوق‌العاده جالب و آموزنده بود؛ مثل اینکه نشان میداد که چگونه صفات، حتی اگر هم تا درجه‌ای مستقل از ساختمان باشند، گرایش به تحول بطنی و تدریجی دارند.»

داروین نسبت به این حیوانات عجیب که در شرایط دشوار و محیطهای سختی زندگی میکردند، توجهی کامل مبذول میداشت. در آنجا قورباغه‌ای شگفت انگیز را می‌دید با شکمی قرمز، و آنرا از راه مطایبه شیطان نامید زیرا آن را «مناسبترین حیوان برای اغوای حوا^۱ تلقی کرد. وی

۱- در باب سیم سفر بیدایش چنین نوشته شده «و مار از همه‌ی حیوانات صحرا که خداوند ساخته بود هوشیارتر بود. و بزنی گفت آیا خدا حقیقتاً گفته است که از همه‌ی درختان باغ نخورید؟ زن «مار گفت از میوه‌ی درختان باغ می‌خوریم لیکن از میوه‌ی درختی که وسط باغ است خدا گفت از آن نخورید و آنرا لمس نکنید می‌دادا بمیرید، مار بزنی گفت هر آینه نخواهید مرد. بلکه خدا میداند در روزیکه از آن بخورید چشمان شما باز شود و مانند خدا و عارف نیک و بد خواهید بود. و چون زن دید که

دریافت که این حیوان ، زیر آفتاب سوزان ، بین تلماسه ها ^۱ و ریگهای روان بسر برده و برخلاف اقران خود از شنا کردن عاجز است . از قورباغه به ملخ می پرداخت ، در سوسک ها تعمق میکرد ، به رشته های کوه مینگریست ، هیچ چیز از نظر تیزبین وی دور نمی ماند . فرسایش سنگ ها ، فروریختن قطعات قلوه سنگ ها و گردآله ها ^۲ ، گافتها ^۳ و شکاف های بزرگ سلسله جبال آند ، زمین لرزه ، و غیره همه و همه مبین و معرف وجود تحول در زمین و نشانی از قدمت آن بود .

رفته رفته علاقه ی فیتس روی هم به ادامه ی مسافرت بیشتر میشد . کشتی در حالی که قتل سر به فلک کشیده ی آند ^۴ در طرف راست آن قرار داشت . به سمت جزایر **گالاپاگوس** ^۵ که درست بر روی خط استوا

آن درخت برای خوراك نيكوست و بنظر خوشنما و درختی دلپذیر و دانش افزا، پس از میوه اش گرفته بخورد و بشوهر خود نهد داد و او خورد . آنگاه چشمان هر دوی ایشان باز شد و فهمیدند که عریانند . پس بر گهای انجیر هم دوخته سترها برای خویش ساختند . و آواز خدا را شنیدند که در هنگام وزیدن نسیم بهار در باغ می خرامید و آدم وزنش خویشتن را از حضور خداوند خدا در میان درختان باغ پنهان کردند . و خداوند خدا آدم را نداداد و گفت کجا هستی . گفت چون آواز ترا در باغ شنیدم ترسان گشتم زیرا که عریانم پس خود را پنهان کردم . گفت که ترا آگاهانید که عریانی آیا از آن درختی که ترا قدغن کردم که از آن نخوری خوردی ؟ آدم گفت این زنی که قرین من ساختی وی از میوه ی درخت بمن داد که خوردم . پس خداوند خدا بزن گفت این چکار است که کردی زن گفت ما مرا اغوا نمود که خوردم . پس خداوند به مار گفت چونکه این کار کردی از جمیع بهائم و از همه ی حیوانات صحرا ملمونتر هستی ، بر شکم ت راه خواهی رفت و تمام ایام عمرت خاك خواهی خورد .

۱- تلماسه یاریك روان ، تپه یا پشته هایی که از ماسه های باد آورد تشکیل شده است . ريك روان بمعنی اعم همیشه متحرک نیست . (dunes)

۲- گردآله ، قطعه سنگی کما بیش گرد و معمولاً بزرگتر از قلوه سنگ (boulder)

۳- کافت ، شکافی بزرگ در داخل یخچال یا لوار رودخانه . (crevasse)

۴- Angas ، سلسله جبال بطول ۶۵۰۰ کیلومتر ، در امریکای جنوبی ،

که بموازات سواحل اقیانوس کیپر ممتد است .

۵- Galapagos مجمع الجزایری واقع در اقیانوس کبیر مساحت آن ۷۶۸۰

و در مسافت ۱۰۰۰ کیلومتری مغرب سواحل امریکای جنوبی بود ، پیش میرفت . این جزایر که سابقاً مأمن و پناهگاه دزدان دریائی بود روزگاری کانونی آتشفشانی بشمار می آمده ولی اکنون کوههای آن کاملاً خاموش میباشند . داروین از دیدار منظره‌ی این آتشفشانها ، کارخانه‌های عظیم ذوب آهن را در نظر خود مجسم می کرد که اطراف آنرا توده‌هایی از مواد زائده و فضولات فرا گرفته است . وی ، در نهایت اعجاب و شگفتی، چنین متذکر میشود : اینهم برای خود دنیائی است، دنیائی کوچک باسکنه‌ای که در هیچ جای دیگر نتوان نظایر آنرا یافت . ، لاک پشتهای بزرگ زره داری در این جزایر میدید که، از زیر زمین، نظیر غولهای ما قبل تاریخ خش خش می کردند و با کاکتوس^۱ امرار معاش مینمودند . در این بهشت دلفریب پرندگان از انسان واهمه‌ای نداشتند و روزی پرندهای مقلد ، بر سبویی که کنار من بر زمین بود ، بنشست و با کمال آرامش شروع به نوشیدن آب نمود . هنگامی که ظرف را از زمین بلند کردم وی مطلقاً ناراحت نشد و فرار نکرد . ، سوسمارهای بزرگ دریائی، بدر ازای یکمتر، را میدید که در سواحل آرمیده‌اند و بطور تفنن بصرف جلبکهای دریائی اشتغال دارند . داروین درحالی که به این جن‌های تاریکی ، که مانند سنگهای متخلخلی که بر روی آنها میخزیدند ، سیاه بودند ، نظر دوخته بود ، به این نتیجه رسید که هیچ نقطه‌ای از جهان را نمیتوان یافت که در آن این راسته ، به این صورت فوق العاده ، جانشین پستانداران علفخوار شده باشد .

هرچه بیشتر در آن منطقه به مناظره و مطالعه می پرداخت ، بیشتر متوجه این واقعیت میشد که دست تقدیر وی را به یکی از بزرگترین آزمایشگاههای حیرت انگیز جهان کشانیده است . در هر يك از جزایر متعدد گالاپاگوس اختلاف بین موجودات زنده ، از قبیل لاک پشتهای بزرگ ،

کیلومتر مربع دارای ۱۳۴۶ نفر سکنه. این مجمع‌الجزایر که در ۱۵۳۵ کشف شد، در تاریخ زیست‌شناسی اهمیتی بسزا دارد .

۱ - نام رستنی آبدار بوته‌ای یا درختی، از نوع (Chctaceae). مشخصات آنها ساقه‌های سبز گوشتی، گلهای درشت، و میوه‌های رنگینی است که غالباً خوراکی است. معمولاً در نواحی گرم و خشک میروید . در ایران انواع آن بنام گل ماری، گل خنجری، و تافتونی بخوبی بعمل میآید.

نباتات ، و مخصوصاً سهره های^۱ مشهور (که دارای انواع نوك های متنوع بودند) بوجه آشکار و بارزی نمایان بود . ساکنین این جزایر، مخصوصاً فرماندار آنجا ، لاوسن (Lawson) ، توجه داروین را به این اختلافات عجیب جلب میکردند ؛ لیکن بطوری که خود بعداً با سادگی و فروتنی که خاص وی بود اعتراف کرده و مدتها به این وضع اعتنا و توجهی ننموده است . « آیا یگانه عامل اساسی و عمده ای که داروین را به مفهوم سازوکار تحولی جهان (یعنی تغییرات ارثی درونی سازواره ها همراه با عوامل انتخابی برونی که باعث مغایرت نباتات یا حیوانات دو منطقه ی نزدیک بهم میگرددند) راهبری کرده صرف مسافرت وی به گالاپاگوس و دیدار وی از این سرزمینهای عجیب بوده است ؟ این مطلب نکته ی قابل بحثی است که حتی داروین ، در سنوات بعد ، هم پرده از ظلمت اسرار آن برنگرفته است . غالب مردان بزرگ جریان دقیق و مبسوط مقدمات و آغاز کار خود و قدم های اولیه ای را که در راه کشفیات مهم خویش برداشته اند تشریح ننموده اند این عدم تذکر - خواه معلول آن باشد که جزئیات کار بخاطرشان نمانده ، و خواه آنکه با عرضه کردن کشف بزرگ خویش ، نیازی به ذکر مقدمات نبینند - گاه باعث می شود که زبان محققان و مترجمان احوال درحقشان دراز شود و بر آنان خرده گیری کنند . داروین نیز از این ایراد بی نصیب نماند ، چون او هم هیچگونه شرح روشن و دقیقی از ابتدای سفر فکری خود ، که مقارن با سیاحت هفت دریا انجام گرفته ، برجای نگذاشته است . شاید هم بتوان گفت که اصولاً آغاز و ابتدائی ، بطور وضوح ، نداشته ، و تنها استنباط و فهم دائم التزاید وی بوده که هرچه را نخست بصورتی مبهم و در زیر پرده ی اسرار دیده می شد ، بزرگ کرده و بنحوی آشکار مجسم ساخته است .

در این دنیا راه رسیدن به بزرگی دشوار است و متنوع ؛ و همانطور که گاه فضائل باعث ارتقا می شود ، ضعف بشری هم ممکن است موجب اعتلاء وی گردد . در مورد داروین این هر دو یعنی خصائل و ضعف با هم درآمیختند و علل بزرگی او را فراهم ساختند . وی ضمن مسافرت دور دنیا ، با دلبستگی و علاقه ای متهورانه و خستگی ناپذیر ، بدنبال علم و دانش رفته و

۱ - نام تیره ای بزرگ از مرغان دانه خوار، دارای منقار مخروطی . نوع معروف آن قناری است.

اطلاعات و مدارك لازم را بدست آورده بود . لیکن اثر بزرگ خود را در دوران بیماری و انزوا به رشتهی تحریر در آورد . پس از آنکه کشتی بیگل به انگلستان بازگشت ، داروین بیمار بود و رنجور ، و تا پایان عمر نیز چنین بماند . امروزه معلوم شده است که بیماریش تا حدی روانی بود ؛ دائماً پریشان خاطر بود ، و پیوسته به سر درد و غثیان دچار . داروین ، اندکی پس از بازگشت از سفر، با دختر خاله اش اما وجوود (Emma Wedgwood) ، نوادهی بانی بزرگترین کارخانه های سفال سازی ، ازدواج کرد ؛ و متقابلاً به اتفاق زن خویش در آبادی کوچکی در ایالت گنت^۱ گوشه گیری اختیار نمود . دیگر علاقه ای به مسافرت نداشت ، حتی از آن بیزار بود ؛ و جز چند سفر کوتاه به نقاط خوش آب و هوا ، آنهم بمنظور سلامتی خویش ، همواره از آن اجتناب میکرد . این گوشه گیری تا حدی سلامتی او را بازگرداند و نیرو و قدرتی به وی داد . لاجرم مجموعه ای عظیمی از واقعیتهای گردآمده ، و این واقعیتهای نظریه ی تکامل را چنان توجیه نموده و مدلل و مبرهن ساختند که گوئی قبل از آن هیچگونه واقعیت و دلیلی در این زمینه در دست نبوده است .

حال ببینیم داروین از چه راهی به تنظیم و بسط نظریه ی بزرگ خود پرداخت . ماهیت و نوع مشاهدات وی که عبارت از نظاره در نوك طیور و توجه به تغییرات و تنوع حیات و غیره بود قبلاً گفته آمد . لیکن باید توجه داشت که درك و استنباط مفهوم تکامل بمراتب آسانتر از تشریح مکانیسمی است که در آن نهفته است . این مسئله مدتها وقت داروین را بخود مشغول داشت . وی به بیان مبهم تأثیر اقلیم و یا وراثت خصائل اکنسائی قانع نمیشد و سرانجام به این نتیجه رسید که چون تحول در خصائص فردی بین اعضای هر نوع وجود دارد ، از این رو باید مفتاح تغییرات آلی را قاعدتاً در انتخاب بقای پاره ای افراد ، و انهدام و زوال گروهی دیگر جستجو نمود .

وی متوجه شد که انتخاب نژادهای مرغوب در اصلاح نباتات و چهار پایان امری است مرسوم و متعارف ، که در عین حال واجد اهمیت بسیار میباشد . همین کیفیت او را سخت برانگیخت . ولی هنوز نمیتوانست درست علت و معلول آنرا درك نماید ، و استنباط کند که چه نیروی انتخابگری

۱ - kent ، منطقه ای در جنوب شرقی انگلستان ، مساحتش ۳۹۵۰ کیلومتر

مربع ، دارای ۱۵۶۳۲۸۶ نفر سکنه . مرکزش شهر میدستون .

در طبیعت وجود دارد ؟ سال ۱۸۳۸ تصادفاً داروین نوشته‌ی تامس مالتوس^۱ را خواند و پاسخ خود را یافت . مالتوس در رساله‌ی تحقیقی خود که مورد توجه همگان قرار گرفت، متذکر شده بود که ازدیاد تعداد افراد بشر بیش از افزایش مقدار غذا است ؛ لاجرم تنازع بقا بوجود می‌آید.

داروین این اصل را با کلیه‌ی مظاهر زندگی آلی تطبیق کرده و با تعمیم آن چنین استدلال میکرد که در محیط‌های متغیر، تنها تنازع بقا است که موجب بروز تغییراتی در ساختمان طبیعی موجودات آلی میشود . بعبارة آخری و به بیان واضحتری تغییراتی عارضی و اتفاقی بسیاری در موجودات زنده پدید می‌آید، ولی تنها آن تغییراتی که در تنازع بقا برای نبات و حیوان سودمندتر است تثبیت میگردد . بدین ترتیب ضعیف و نا باب معدوم میشود و آن عده که بر اثر وراثت ، برای هر محیطی سازگار گشته‌اند ، انتخاب میشوند تا نسلهای بعدی را بوجود آورند . و از آنجا که نه حیات و نه اقلیم و نه وضع زمین هیچگاه از تغییر باز نمی‌ایستند، لاجرم تکامل هم دائمی است . هیچ عضو و هیچ حیوانی نسبت به محیط خود هرگز در حال تعادل کامل نیست.

این بود ما حصل استدلال داروین . واقعیت‌هایی که قبل از وی شناخته شده بودند ، هیچگاه جنبه‌ی اجزای يك طرح و مجموعه‌ی کلی را نداشتند . تحول، وراثت تغییرات، انتخاب نژادهای مرغوب در نباتات و حیوانات اهلی، تنازع بقا و غیره ناگاه با هم آمیخته گشت و از ترکیب آنها مفهوم انتخاب طبیعی یا داروینیسم بوجود آمد.

داروین، در آن دوره که اطلاعات خود را نظم و ترتیب میداد ، و به بسط نظریه‌ی خویش میپرداخت ، کماکان در حال انزوا و گوشه گیری بود و راز کشف بزرگ خود را نهفته میداشت . از هنگام باز گشت بیگل

۱- Malthus , Thomas (۱۷۶۶-۱۸۳۴) ، عالم اقتصادیات انگلیسی، و مبتکر مطالعات مربوط به ازدیاد جمعیت . مالتوس در کتاب خود ، موسوم به شرحی در باره‌ی اصول جمعیت (۱۷۹۸) ، مدعی شد که چون جمعیت به نسبت هندسی افزایش مییابد ، و وسایل معیشت آنها به نسبت کمتری اضافه میگردد، پس فقر اجتناب ناپذیر است . بمقیده‌ی مالتوس قحطی، جنگ، امراض، و جلوگیری از تولید مثل تنها وسایل جلوگیری از تکثیر سریع جمعیت هستند. امروزه تجربه نشان داده است که بسیاری از عقاید مالتوس نسبت به ازدیاد جمعیت سست و بی اعتبار می‌باشد .

تا مدت ۲۲ سال جز شرح ساده‌ای از مسائلی خود (که بعداً بنام سفرنامه‌ی يك عالم طبیعیات بدور جهان موسوم گردید)، و گزارشهای مختصر فنی از مشهودات خویش حتی يك کلمه هم انتشار نداد.

اینك كه موضوع عزلت و گوشه‌گیری و كسالت و دردمندی داروین در میان است، باید برای روشن شدن مطلب توضیحی داده شود. این عزلت و رنجوری با آنچه معمولاً تصور میشد بسیار متفاوت بود. هیچ بیماری تا کنون به محبوبیت و خوشخوئی وی نبوده است، و گرچه عیادت‌کنندگان ولو آنهایی هم که داروین دوست داشت - باعث وخامت بیماری وی می شدند، لیکن او به خلاف سایر بیماران که از دیدار عیادت‌کنندگان به تنگ آمده و اظهار انزجار و اکراه می نمایند، هیچگاه از این موضوع ابراز ناراحتی نمی کرد؛ تنها شب‌ها نمی توانست بخوابد. شب همه شب فکر بیدار و تحريك شده‌اش مشغول کار بود و به تمرکز و تلفیق دیده‌ها و اطلاعات حاصله می پرداخت. چه بسیار شب‌های زمستان که يکه و تنها راه می رفت و فکر می کرد، و با روباه‌هایی که در سپیده دم به خانه می خزیدند، مواجه می گشت.

معروفست که روزی باغبان وی، در پاسخ یکی از عیادت‌کنندگان که از حال داروین پرسیده بود، چنین گفت: «دلم برایش می‌سوزد، هم اکنون در آن طرف ایستاده و به گل زردی چشم دوخته است. مسلماً هر کار دیگری بکند بهتر از این است.» کار داروین کیفیتی عجیب داشت؛ وی همواره ترجیح میداد که دیگران از اطرافش بپراکنند، و او تنها بماند. بیشتر اوقاتش، چنانچه باغبان هم متذکر شده بود، به توقف در گوشه‌ای و نظاره‌ی دقیق در اشیاء می‌گذشت. هر که او را از دور می‌دید تصور میکرد مشغول سحر و جادو است. در یکی از دیدارهایی که از جزیره‌ی وایت^۱ بعمل آورد، دانه‌های خساری را دید که باد آنها را در روی هوا بسمت نقاطی دور از کرانه میراند، از همینجا نظریه‌ی انتشار و پراکندگی رستنیها را تنظیم نمود. هنگامی که مشغول کار و فعالیت‌های خود می شد، زن مهربانش وظیفه دار بود تا از رفتن همسایگان و آشنایان به نزد وی جلوگیری کند. زمانی یکی از دوستان برای وی، از امریکای جنوبی، در حدود پانزده گرم فضولات ملخ فرستاد. داروین از آن، با موفقیت تمام، هفت نوع گیاه رویانید؛

۱ - Isle of Wight. جزیره‌ای بمساحت ۳۸۱ کیلو متر مربع، دارای

۹۵۵۹۴ نفر سکنه، واقع در جنوب انگلستان.

و در این مورد به لایل نوشت و اشتباه نکردم ، من تخم ها را از میان فضله ها در آوردم . ، داروین برای کشف چگونگی انتقال بذر نباتات از جایی به محل دیگر ، به تعقیب خط سیر دانه در گلوی ملخ و یا نقاط بدتر از آنها هم می پرداخت ، و از این امر احساس هیچگونه ناراحتی هم نمی کرد . پسر بزرگش ، فرانسیس ، در باری آزمایشات مربوط به گیاه شناسی وی ، بشوخی چنین گفته است : و بگمان من هر کدام از این دانه ها در نظر او شخصیت يك شیطانی را پیدا کرده که مدام با او به بازی قایم باشك مشغول هستند، و همین کیفیت موجب شده که او در کار خود شور و هیجان بازی احساس کند . ،

ولی در این بازی اکثر برد با داروین بود ، وی منتظر آن بود تا بازی به پایان برسد . هر گونه اطلاعات و اسناد و مدارك را جمع می کرد ، و در فکر آن بود که نظریه ی تکامل خود را در کتابی عظیم - که در تاریخ علم نقشی قاطع داشته و آنقدر مفصل و حجیم باشد که نه کسی بتواند آن را چاپ کند و نه فردی از عهده ی خواندن آن برآید - عرضه کند . در خلال این احوال رابرت چمبرز^۱ ، روزنامه نویس و کتاب فروش ، ما حاصل نظریه ی تکامل لامارک را ، بدون امضا و با تغییراتی ، تحت عنوان نفاثه ها^۲ از تاریخ طبیعی خلقت انتشار داد . این کتاب - که از لحاظ نگارش هم تا حدی ناشیانه تهیه شده ، به علاوه از هر سو مورد حملات سخت منتقدین و از جمله هکسلی^۳ قرار گرفته بود - توجه عامه را برانگیخت و خوانندگان فراوان یافت بطوری که هم در آمریکا و هم در انگلستان چندین بار به چاپ رسید ، و این خود بهترین دلیل بر آن بود که علاقه و دلبستگی مردم نسبت به موضوع تکامل و یا بنا بر اصطلاح آن عصر فرضیه ی تکامل بمراتب زیاد تر از آن اندازه بود که تهدیدهای سخت منتقدین بتواند از آن جلوگیری کند . داروین در سراسر این دوره کاملاً خاموش ماند . بسیاری از مترجمان

۱ - Chambers , Robert (۱۸۰۲-۷۱) ، نویسنده و ناشر انگلیسی .
با شرکت و همکاری ویلیام چمبرز (۱۸۰۰-۱۸۸۳) دایرة المعارف چمبرز را منتشر ساخت .

۲ - Huxley (۱۸۲۵-۹۵) زیست شناس معروف انگلیسی که از حامیان داروین بود . آثاری متعدد در تأیید نظریه ی تکامل و زیست شناسی و فیزیولوژی و سایر پهنه های علوم دارد .

احوال وی این سکوت را بجا دانسته و در توجیه آن اظهار نظرهای مختلفی میکنند. از جمله اینکه وی مشغول جمع آوری مطالب و اسناد و مدارک بوده؛ نمی خواسته آشکارا بر علیه فیتس روی سخن گوید، و با رد کردن نظریات و عقاید وی، او را خوار و خفیف سازد، حملات سختی که به نشانه‌هایی از تاریخ طبیعی خلقت بعمل آمده بود او را کاملاً مرعوب ساخته بود، و بصواب آن نزدیک تر میدید که در باب موضوعی چنین پر مشاجره و مجادله آمیز، تا آن هنگام که شهرتی بسزا بدست نیاورده و در عداد دانشمندان طبیعی طراز اول محسوب نشده است، چیزی منتشر ننماید. و مسلماً علت اصلی خود داری از انتشار نظریه‌ی تکامل را باید در شخص داروین جستجو کرد، زیرا وی طبعاً از مواجهه با طوفانی که انتشار چنان نظریه‌ای بر پا میکرد اکراه داشت. از همین لحاظ بود که ایام را بدفع الوقت می گذرانید، و راجع بر از خود جز با تنی چند از دوستان برگزیده از قبیل لایل، و گیاه شناس بزرگ دیگر، جوزف هوکر^۱ سخنی بمیان نمی آورد.

وضع مالی خانواده‌ی داروین پس از مرگ پدر بزرگ فامیل، اراسموس، خوب شد و زندگی صرّرتی مرفه و آسوده یافت، چارلز هم از نظر مالی چنان آسوده خاطر بود که میتواندست همگی انرژی خود را بانجام تحقیقات مصروف دارد، بعلاوه هیچ نوع فشار دانشگاهی هم در کار نبود که او را وادارد تا مکنونات خاطر را بعجله بچاپ برساند.

لائل که همواره میل داشت نظریات داروین زودتر انتشار یابد، در بهار سال ۱۸۵۶ ضمن نامدای چنین نوشت: «بهرتر است نظریه را انتشار دهید چه ممکن است دیگران بر شما سبقت جویند.» داروین با آنکه قول داد چنین کند، ولی باز هم موضوع را بمسامحه گذرانید. مذکور است که وی کلیه اسناد و مدارک را در اختیار زنتش گذارده بود تا پس از مرگ وی انتشار دهد. چنین بنظر میرسد که وی توانائی تحمل شهرت خارج از اندازه و سرشناسی زیاد را نداشت. همواره امروز و فردا می کرد، و اگر گفتار لایل ناگاه بحقیقت نپیوسته و او را از خواب غفلت بیدار نساخته بود، شاید این تعلل و تأخیر تا آخرین روز حیات وی هم ادامه می یافت.

۱) Hooker, Joseph Dalton, ۱۸۱۷-۱۹۱۱، عالم طبیعیات انگلیسی.

از دوستان داروین بود و با وی همکاری داشت، هم بود که داروین را وادار به نوشتن بنیاد انواع نمود.

الفرد رسل والس ، طبیعی‌دان جوان‌نسبه^۱ گمنامی که ضمن يك مسافرت تحقیقی در هند هاند ناگاه بیمار شده بود، در حالت تب بصیرت و فراستی یافته و راز نهفته‌ی داروین را الهاماً کشف کرده بود. او نیز مانند داروین ، اطلاعات و جزئیات مختلف را با یکدیگر ترکیب کرده و تعبیر روشنی از نظریه‌ی تکامل را دریافته بود. عجیب‌تر از همه اینکه وی ، با نهایت پاکدلی و سادگی، نسخه‌ی خطی خود را ، در ژوئن ۱۸۵۸ ، برای ملاحظه و اظهار نظر نزد داروین فرستاد ، چو او را آدمی جهان‌دیده و مستعمی همفکر و بصیر و دلسوز میدانست .

داروین از این موضوع بسختی تکان خورد و بهم برآمد . زیرا از این پس مفهومی که با جان وی بستگی داشت ، و رؤیائی که در راه تحقق آن ۲۶ سال وقت صرف کرده بود ، دیگر از اسرار شخصی بشمار نرفت و مردی دیگر ، تازه از راه رسیده، آشکارا بر وی پیشی گرفته بود. داروین که هیچگاه مایل نبود پا از جاده‌ی پاکیزگی و اخلاق بیرون نهد ، اکنون با مشکل عجیبی مواجه شده بود . ابتدا بر آن شد تا بالمره برفع والس عقب نشینی کند، و اصرار میکرد که اگر کلیه‌ی نوشته‌های خود را بسوزانم به مراتب بهتر از آنست که او یا دیگران تصور کنند که من در اینکار بنادرستی گراییده‌ام . ، با اینوصف ، برای جهان علم جای نهایت خوشوقتی است که داروین ، قبل از اینکه این فکر خام و غیر عاقلانه را بمورد اجرا گذارد ، با لایل و هوکر ، دوستان خود ، که از سالها قبل به کشف بزرگ وی وقوف داشتند مشورت نمود . این دومرد برجسته‌ی علم که حتی از جزئیات زحمات و تحقیقات سنواتی او با خبر بودند ، ترتیبی دادند که مختصری از نظریه‌ی داروین همراه رساله‌ی والس به انجمن^۱ تقدیم گردد. بدینترتیب نظریه‌ی دومرد بزرگ توأمآ اعلام گردید .

در مجمع نسبت به این هردو رساله بحث و تفسیری چندان بعمل نیامد، لیکن در خفا تهییجیات و تحریکاتی آغاز گردید . داروین ، با آنکه بر اثر

لینه، (۱۷۸۷-۱۷۰۷) ، گیاهشناس سوئدی و یکی از بانیان رده‌بندی علمی جدید گیاهی و واضع طریقه‌ی نامگذاری دوتائی گیاهان و حیوانات . کتاب معروفش *Systema Naturea* ، دو ۱۷۳۵ تألیف و در ۱۷۵۸ منتشر گردید . انجمن علمی لینه بنام اوست . (Linnaeus)

حادثه‌ی مرگ فرزندش، چارلز، سخت منقلب و متأثر بود، مع هذا درصدد برآمد تا نظریات خود را بطور دقیق و جامع ضمن کتابی بیان نماید. وی آنرا به طعنه خلاصه‌ای از يك مقاله در باب بنیاد انواع نام نهاد، و میگفت این تنها یکنوع چشم اندازی از کتابی بزرگتر میباشد. علاقه و دلبستگی وی نسبت بجمع آوری اطلاعات و مدارك و اسناد کماکان برجا بود، و سراسر وجودش را تحت ساطه‌ی خود داشت. وی نمی‌خواست آنچه از دانش فرا آورده جلگی را در این کتاب، که با سرعت تمام نوشته شده بود عرضه کند؛ و همواره به کتاب حقیقی خود تکیه میکرد و آن را کتابی نهائی میدانست و بر آن بود تا هرچه را در این مختصر نتوانسته است توضیح و تشریح نماید، در آن بطور مبسوط و مفصل شرح دهد.

رعب و هراس وی نسبت به خلاصه کتاب خود کاملاً بی‌اساس بود. هنگامیکه بنیاد انواع (این عنوانی بود که ناشر کتاب، بجای اسم مطمئن و خشك و بی‌روح اولیه که داروین برای کتاب قائل شده بود) در پائیز سال ۱۸۵۹ انتشار یافت، نسخ آن کلاً در یکروز بفروش رسید. کتابی که داروین آنرا بانهایت فروتنی بجهان علم عرضه کرده بود، اینك بصورت یکی از بزرگترین کتابهای جهان درآمد؛ طولی نکشید که مؤلف آن چنان شاد- کام گشت که دیگر حتی در فکر تهیه‌ی کتاب مفصل و حجیمی هم که آنرا برای توضیح این، از نظر عامه، ضروری می‌پنداشت بر نیامد. عامه‌ی مردم بنیاد انواع را کتابی پر مغز میدانستند که جای خود را کاملاً باز کرده است؛ مردان علم و دانشمندان نیز همین عقیده را داشتند. لاجرم دیگر کتابی که بنا بود ناسخ کتابها باشد نوشته نشد زیرا احتیاجی هم بدان نبود. هکسلی، دانشمند خردمند و تیزهوش، بلافاصله پس از خواندن بنیاد انواع چنین اظهار نظر کرده بود و چه غافل و بی‌خبر بودیم که تاکنون بدین فکر نیفتاده بودیم. «دردنیای علم در هر مورد که مؤلفی شاهکاری علمی انتشار میدهد، غالباً چنین اظهار نظری پیش می‌آید. افکار مندرج در کتاب داروین هم جدید نبودند، ولی تألیف آنها با یکدیگر تازه بود. از آن پس دیگر مردم دنیا را بهمان روال و نهج سابق نمی‌نگریستند.

هیچ يك از نظریات فلسفی که تاکنون بجهان علم عرضه شده با این سرعت و تا این حد قرن موفقیت نگردیده است. گرچه عموماً به طوفان مذهبی و مخالف علمی که بر علیه این کتاب بروز نموده (طوفانی که خلاصه‌ی آن همان بحث و مناظره ایست که در آکسفورد، بین ویلبرفورس و تامس

هکسلی انجام گرفت^۱ اشاره میکنند، ولی حقیقت امر آنست که داروینیم بزرودی مقبولیت یافت و هوا خواهانی زیاد، چه در بین مردان علم و چه در میان عامه مردم، بدست آورد. در اینجا باید متذکر شد که بذل مساعی و کوششهای لایل و همچنین اشتهار و مقبولیت عامی که کتاب چیمبرز و سوم به نشانه‌ها بدست آورد، راه را کاملاً برای داروین هموار ساخته بود. از این گذشته وی از حمایت و پشتیبانی هوکر و هکسلی، یعنی بزرگترین خطبای علمی که جهان دانش بخود دیده است، برخوردار بود. لایل، با آنکه محتاط تربود، برای معروفیت و اشتهار داروین کوشش زیادی مبذول داشت، و هیچگاه با وی دم از مخالفت نزد آزامری^۲، یکی از

۱- در سال ۱۸۶۰، در تالار بزرگ دانشگاه آکسفورد، مجلس مباحثه‌ای در موضوع داروینیم، بین ویلبر فورس، اسقف آکسفورد، و هکسلی در گرفت. تالار بزرگ معمولاً جمعیت بود؛ خانها بالباسهای فاخر و رنگارنگ خود، به صدای قشنگ و لطیف اسقف، دستمالهای خود را بحرکت در می آوردند؛ روحانیون در دفاع از اخلاقیات ملت، صف محکم و متراکمی تشکیل داده بودند؛ و مردان علم به این بساط بچشم تمسخر و دلسوزی مینگریستند. در این موقع اسقف، با معلومات و نظریاتی کهنه و سست، و در حالی که میخواست با تمسخر و استهزا و هجو حریف را از میدان بدر کند، پس از مدتی مباحثه گفت «آقای پروفور ممکن است لطفاً بفهمانید جناب عالی از طرف پدر میمون زاده هستید یا از طرف مادر؟»^۱ هکسلی در پاسخ اظهار داشت «من شرمسار نیستم از اینکه جدم میمون باشد! لیکن اگر باید از وجود جدی، و بردن نام او، احساس خجلت کرد، آن جد آدم متلونی است که از موفقیت در زمینه فعالیت شخص خود راضی نیست، و بیهوده خود را در مسائل علمی که مطلقاً به آنها معرفتی ندارد وارد میسازد و میکوشد تا، با منالطه و مشوب ساختن اذهان عمومی و انحراف آنها، تعصبات مذهبی را تقویت کند.»

در این لحظه غریبشادی دانشجویان آکسفورد از سوئی، و فریادهای موحش روحانیون از سوئی دیگر بلند شد، و بالاخره مناظره بفع هکسلی و داروین پایان یافت.

۲- Asa Gray (۱۸۱۰-۱۸۸۸)، گیاهشناس امریکائی که در ۱۸۴۲ استاد طبیعیات در دانشگاه هاروارد شد. آثارش عبارتند از عناصر گیاهی (۱۸۳۶)، فهرست نباتات شمال امریکا (۱۸۴۸). پس از انتشار بنیاد انواع، در ۱۸۵۹،

گیاهشناسان بزرگ امریکائی نیز به دفاع از وی برخاست. والس جوان هم که در این کشف بزرگ با وی شریک بود، از آنجا که مانند داروین قلبی صاف و روحی بزرگوار داشت، تعبیر داروینسم را برای نظریه‌ی داروین پیش‌راند، و حتی شخصاً جانب فروتنی پیش‌گرفت و کشف خود را در برابر نظریه‌ی داروین نسبت «یکهفته به بیست سال» خواند.

این گروه مدافعین که تازه به نظریه‌ی او ایمان آورده بودند، با سرسختی تمام دفاع از داروین را برعهده گرفتند، ولی چارلز کماکان ساکت و خاموش بود، و در حالیکه در ملک خود در «داون»^۱ کنج عزلت اختیار کرده بود، در سکوت و خاموشی تام، فقط به تهیه پاسخ نامه‌ها اکتفا میکرد، و به شایعاتی که در تمام محافل درگیر بود مطلقاً ترتیب اثر نمیداد. این مدافعین مبارز و فدائی، ضمن سخنرانیها و ایراد خطابه‌ها، در ملاء عام با مردم احتجاج میکردند و همواره وظیفه‌ی خود را در دفاع از وی انجام میدادند. هیووت واتسن (watson)، یکی دیگر از گیاهشناسان معروف، کمی پس از انتشار کتاب بنیاد انواع، به داروین چنین نوشت: «تو ندیدی که فکر عالی و بزرگ شما، یعنی نظریه‌ی انتخاب طبیعی، بعنوان یکی از حقایق مسلم‌ه‌ی علمی تلقی خواهد گردید زیرا دارای خصوصیات کلیه‌ی حقایق بزرگ طبیعی است: تاریکی‌ها را روشن میسازد، تعقیدات را ساده مینماید؛ و دانسته‌های قبلی را تامیزان زیادی افزایش میدهد. شما بزرگترین انقلاب را در تاریخ طبیعی قرن حاضر، و شاید کلیه‌ی قرون، بوجود آورده‌اید.»

توصیف واتسن باواقع بینی صریح آمیخته بسود بطوریکه حتی يك سطر از این اظهار نظر هم امروزه تغییر نیافته است. ده سال پس از انتشار بنیاد انواع، کتاب و نویسنده‌اش در سراسر جهان معروفیتی تام پیدا کردند، و اصل تکامل بزرگترین انگیزه در تحقیقات مربوط به زیست‌شناسی گردید.

اگر بخواهیم ماحصل کتاب بنیاد انواع را خلاصه کنیم، باید بگوئیم که اولاً داروین واقعیت تغییرات تکاملی را بطور قطع و مسلم ثابت کرده؛ درثانی مفهوم انتخاب طبیعی را بصورت اصلی‌کلی و جامع عرضه نموده بود بطوریکه اگر در همگی موارد قابل انطباق نباشد، دامنه‌ی استعمال آن

۱ - Down، ولایتی در شمال ایرلند، مرکز شهر دون پتريک.

لااقل بسیار وسیع خواهد بود. انتخاب طبیعی ابهاماتی را که از راه مفهوم خلقت یکایک انواع در علم زیست شناسی بوجود آمده بود بدور افکند. داروین در ۱۸۳۲ با شگفتی تمام متوجه شده بود که سه نوع پرنده وجود دارد که از بال خود برای مقاصد دیگری علاوه بر پرواز استفاده میکنند: اولین بط (اردک) است که از آن بعنوان پارو استفاده میکند؛ دومین پنگوئن است که آنرا بجای باله بکار می‌بندد؛ و سومین شتر مرغ است که پره‌های خود را مانند شراع می‌کشد. وی که همواره از خود می‌پرسید سبب این دگرگونیها و اختلافات چیست؟ اینک پاسخ خود را می‌یافت و آن عبارت از این بود که داینها نسلی هستند تغییر شکل یافته. وی سپس چنین متذکر میشود: اگر مفهوم تغییرات را قبول کرده و اندکی در آن تعمق نمائید، خواهید دید که تئوری تکامل نامحدود است، و دیگر حدیقی برای آن نمیتوان قائل شد. داروین معتقد بود که برای استنباط و تجسم صور اولیه باید مراحل تکامل را بعقب پیمود؛ و اگر کسی بخواهد بمبدأ پی‌برد، باید سراغ نردبان مرموز حیات را طی کند تا به خمی برسد که موجودی برنگ جدید از آن بیرون می‌آید. همچنین در مرحله تکامل باید از ماهی گرفته تا خزندگان، پله پله بطرف بالا بیائیم تا به انسان برسیم.

داروین، در بنیاد انواع از اشاری مستقیم به نوع انسان احتیاطاً خودداری نمود؛ ولی ۱۲ سال بعد، پس از آنکه شاهد پیروزی را در آغوش کشید، رساله‌ای با عنوان اجداد انسان انتشار داد. در این زمینه قبلاً هکسلی هم کتابی بنام شواهدی در باره‌ی مقام انسان در طبیعت (۱۸۶۳) نوشته بود. اثر هکسلی مختصر بود و صریح و روشن و سراسر است؛ حال آنکه اجداد انسان مملو از جزئیاتی بود که داروین آنها را با زحمت تهیه نموده و حتی قسمتی از آنها هنوز به مرحله‌ی پختگی و انسجام هم نرسیده بودند. بعلاوه بسیاری تناقضات هم در آن دیده میشد؛ مثل اینکه نویسنده تنها بصرف جمع‌آوری اطلاعات و معلومات خود آنها بصورتی درهم و نامنظم، اکتفا نموده و حتی یکبار هم نسخه‌ی دستی آنها مطالعه ننموده تا معلوم شود کتاب جامع و درست است یا نه؟ یکی از بزرگترین نقائص آن عدم موفقیت داروین در تشخیص پیوستگی

بین وراثت از لحاظ زیست شناسی و تأثیرات پرورش در باب رفتار و تکامل افراد انسانی است . (در این مورد طبعاً داروین هم دچار همان اشتباه عادی زیست شناسان عصر خود گردیده است .) در آن دوران ، علم مرده شناسی در مراحل ابتدائی و بدوی خود بود . اجداد انسان کلاً میخواست در قلمرو زیست شناسی این مطلب را که انسان هم از بقایای راسته‌ی اولیه بوده است بسادگی بیان نماید . (ولی ارتباط دقیق انسان با آن راسته هنوز معلوم نشده بود) . بعلاوه باید بخاطر بسپاریم که تا آن موقع کسی نتوانسته بود فسیل کاملی از انسان اولیه را بدست آورد . و آنکه به تحقیق در باب تکامل می پرداخت ، میبایست خود را به آثار تشابهات ریختنشناسی بین انسان زنده و میمونهای عظیم‌الجثه قانع سازد؛ و این خود در تدقیق ماهیت اجداد انسان پهنه‌ی وسیعی برای غور و اندیشه باقی میگذارد . بنابراین نه این نکته که اجداد انسان را زمانی بصورت جانورانی گوریل شکل باندانهای بزرگ مجسم میکرد ، جای تعجب است و نه اینکه چرا داروین بین این نظریه و بیان تعبیرات معقولتری مردد مانده است .

هر مترجم احوال شریفی باید به این نکته توجه کند که هدف اصلی داروین در تحقیقات خود نوع بشر و مبدأ پیدایش آدمی نبوده ، بلکه بنا بر اصطلاح یک منقد قرن نوزدهم ، دیدگاه اصلی نظرش «دنیائی از حشرات ، کبوتران ، میمونها ، و نباتات جالب بوده است ؛ و انسان ، بصورت کنونی ، محلی در آن دنیا نداشته .» اگر چنین بیندیشیم که آنچه داروین میگفت علاوه بر آنکه گزافه مینمود ، با دین نیز معارضه داشت ، میتوان گمان کرد که وی از پژوهش و تتبع درباره‌ی خراطین و حشرات بسی بیشتر احساس شغف میکرد تا آنکه درباره‌ی مخلوقی اظهار نظر کند که زبان دراز بوده و مستعد است تا بالجاج و عناد از عقاید سخیف پیروی کند . شاید هر فرد دیگری ، بیمار و مبتلا به درد معده و بیخوابی ، هم بجای داروین بود ، هرگز گرد تحقیق در نوع خود نمیگشت ؛ و فعلاً از بحث در این مطلب منصرف میشد ، و آنرا برای عنصری باقی میگذارد که در آن فسیلهای کامل انسانی بدست آید و آنگاه بتوان با مطالعه در چینه‌های زمین شناسی ، موضوع را مورد بررسی و تعمق قرار داد .

داروین این نکته را میدانست . وی به لندن رفت تا با آسودگی خیال بیشتری بکار بپردازد . تا آن هنگام که بحث وی درباره‌ی حرکت

حقیر و ناچیز گیاهان بالا رونده و باطرز عمل حیرت انگیز گیاهان گوشت خوار^۱ بود، پروان حکمت الاهی و متدینین چندان متعروض نمیشدند، و مبادی اخلاقیات و آداب دانی و یا ماهیت مذهب را دستخوش خطر و مزاحمت نمیدیدند. ازطرفی داروین هم مایل نبود بشر را از مجموعه خود مجزا سازد، بلکه تنها بر آن بود که آدمی را فقط قسمتی از آن خمیره گسترده و عالمگیری بداند که پیوسته در حال انشعاب است و حیات نام دارد. وی بقیه‌ی بحث را درباره‌ی آدمی برعهده‌ی فلاسفه وا گذاشت. داروین به یکی از دوستان خود چنین نوشته‌ است: «بارها از لحن گفتار و عقیده‌ی قاطع مردم (حتی لایل)، بدانسان که درباره‌ی آغازنشئت انسان سخن میگویند، بخشم آمده‌ام. مثل اینکه ایشان بشر اوایه را در روی سن دیده‌اند، و یا آنکه، به تعبیر زمین شناسی، اهمیت آن بیش از پیدایش سایر پستانداران بوده است».

معروفیت داروین بعنوان واضع نظریه‌ی تکامل باعث شده است که واقعیتی دیگر مربوط به وی تا حدی از نظر دور بماند؛ و آن اینکه وی بدون شک یکی از بزرگترین دانشمندان علوم طبیعی در کلیه ادوار بوده است. استعداد و حوصله‌ی وی برای برخورد با مسائل عمیق و دقیق از طریق اشیاء ساده و عادی، در رساله‌ای که دو سال قبل از مرگ خود در باب حرکت نباتات نوشته، به بهترین نحوی بچشم میخورد. وی نباتات پیچیده را که قبلاً چندان مورد آزمایش قرار نگرفته بود، تحت یک سلسله آزمایشات دقیق و استادانه‌ی قرارداد که در گیاهشناسی تجربی تا آن تاریخ سابقه نداشته است، شاید مقایسه‌ای که داروین، بین نباتات و حیوانات بعمل آورده، تا حد زیادی موجب موفقیت‌های وی در این پهنه شده باشد. در این مورد داستانی مذکور است که نشان میدهد قوه‌ی درک و استنباط وی نسبت به معاصرین خود، تا چه حد فزونی داشته است. روزی هکسلی و مهمان دیگری بدیدارش آمده بودند داروین میخواست تا رفتار دروزرا، گیاه گوشتخوار یا حشره خوار را که بوسیله موهای چسبنده و رباینده‌ی خود

۱- نام گیاهانی است که غالباً در مناطق مرطوب و یا باتلاق میروید. برگهای آنها دارای دهانه‌ایست که چون به آن دست بزنند بسته میشود. حشراتی که در وسط دو نیمه‌ی برگ بدام افتند جذب گیاه میشوند. انواع مختلف آن عبارتند از مسمسمیر، دروزرا، دیونه، نباتس، وغیره.

حشرات را می خورد ، برای آنان توصیف نماید . این هر دو میهمان ، بدان-
سان که کسی در نهایت ادب به سخن استادی عالمقام گوش دهد ، خاموش در
برابر داروین ایستاده بودند . استاد سخن نمی گفت تنها نگاه می کرد دیگران
نیز هم . ولی در ضمن مناظره ی گیاه نگاه میهمانان آرامش خود را ازدست
دادند و هکسل ، با نهایت تعجب فریاد زد « نگاه کن حرکت می کند ! »

هنگامی که انسان راه طولانی و پر پیچ و خمی را که داروین ، برای
کشف بزرگ خود پیموده است دنبال کند ، متوجه می شود که وجود جزایر
میان اقیانوسی در این امر تا چه حد اهمیت داشته است . امروزه شاید بسیاری
از مردم ، این موضوع را نادیده انگارند . معمولاً چنین تصور می شود که
کلمه ی تکامل مربوط به حوادثی است که در گذشته روی داده یعنی وابسته
به چیزهایی است از قبیل میمون ها و دینوزورهای ^۱ فسیل شده ؛ چیز-
هایی که از میان سنگ های حاصله بر اثر فرسایش کوهها دست چین شده
باشد ؛ بالجمله آن که تکامل تاریخی از جهان است که وقایع آن بوسیله ی
شکارچیان استخوان (علمای تکامل) بمعرض تشریح و نمایش گذارده می شود .
در عصر داروین ، بر عکس ، همین تاریخ بود که هم خود را به نظر گاه
تکامل معطوف می داشت . علم دیرین شناسی ^۲ هنوز بسط نیافته و بیابیه
امروز نرسیده بود ، و مطالبی که تهیه می شد اکثر برای آن بود که فواصلی
را که در دیرین شناسی بود پر کند . منقدین ، در حالی که به داروین ناسزا
میگفتند ، می پرسیدند « حلقه های رابط کجاست ؟ حلقه های بین انسان و میمون ،
بین آخرین حیوان خشکی و بال کو ؛ فسیل آنها را نشان بدهید و ادعای خود
را ثابت کنید . » داروین که از پاسخ این سؤال عاجز بود ، همواره می گفت
« این بدیهی ترین و سخت ترین حمله ایست که بر علیه نظریه ی من به عمل
می آید . توضیح این مسائل ، بنا به عقیده ی خودم ، موقوف به تکمیل
اطلاعات مربوط به زمین شناسی ، و از بین بردن نارسائی ها و نقاط تاریک
آن است . » داروین معتقد بود که دلیل تسلسل حیات را باید جایی دیگر

۱- *dinosaure* ، خزنده ی خشکی زوال یافته ، از دوران مزوزوئیک که
طولش از ۱ تا حدود ۳۰ متر بوده و بعضی انواع آن گیاهخوار و برخی گوشتخوار
بوده اند . در پایان دوره ی کرتاسه از میان رفته است .
۲- علمی که موضوع آن موجودات برافتاده ی حیوانی و نباتی است که بقایای
آنها در سنگها مدفون است . (Paleontology)

جستجو نمود؛ سرانجام وی مفتاح این رمز را در جزایر اقیانوسی بدست آورده بود.

از آن هنگام که داروین توجه خود را به این جزایر معطوف داشت، غالباً چنین تصور می‌کردند که نباتات و حیوانات جزیره‌ای نشانه‌ها و مدارک پراکنده و دور افتاده‌ای بودند بر اینکه در گذشته ارتباطی بین این جزایر و نزدیکترین قاره به آنها وجود داشته است. داروین متوجه شد که هیچ يك از رده‌های موجودات قاره‌ای مطلقاً در جزیره دیده نمی‌شود؛ و که پاره‌ای رستنی‌ها، که در قاره بصورت بوته‌ای کوچک و نهالی ضعیف (بی‌چوب) می‌روید، در جزیره رشد کرده و به درختی مبدل گردیده‌اند؛ و که حیوانات جزیره غالباً نسبت به اقران قاره‌ای خود متفاوتند.

از همه‌ی اینها گذشته سهره‌های گالاپاگوس که بوضع عجیبی تنوع و تحول یافته بودند، او را دچار شگفتی و اعجاب می‌ساختند. سهره‌ها مخصوصاً از لحاظ نوک فوق‌العاده متنوع بودند. نوک‌هایی به شکل نوک طوطی، نوک منحنی برای کاویدن گلها، نوک صاف، نوک کوچک، و خلاصه نوک‌هایی متناسب با هر مقصود و منظوری دیده می‌شد. این تنوع و تحول در نوک طیور، در هیچ نقطه‌ی دیگری از جهان دیده نمی‌شد؛ لاجرم می‌بایست در آنجا تکامل یافته باشد. داروین از آغاز بخود می‌گفت: «انسان ممکن است چنین تصور کند که از انواع مختلف مرغابی که در این جزیره بوده‌اند یکی تغییر پیدا کرده و برای مقاصد خاصی به این صورت‌ها در آمده است.» پرندگان، از طریق تنازع بقا، در این جزیره‌ی کوچک، به یکدمه انواع متناسب برای محیط‌های مختلف تبدیل یافته و در آنجا، پس از سازگاری و تطابق با محیط، قادر به تهیه‌ی غذا و ادامه‌ی حیات گردیده‌اند. و همان‌طور که پرنده شناس معروف دیوید لاک (David Lack) متذکر شده «سهره‌های داروین برای خود عالم کوچکی دارند، ولی عالمی است که آینده‌ی تمام‌نمای همگی جهان، بطور کامل، بشمار می‌رود.»

نظاره در این مینیاتور جهانی که در آن قوایی را که مصروف خلق موجودات نوین هستند می‌توان بوضوح مشاهده نمود، برای داروین از لحاظ کشف بنیاد انواع، کاملاً ضروری بود. دنیا‌های جزیره‌ای ابهامات زندگی قاره‌ای را به صوری سهل و قابل فهم مبدل ساخته بودند؛ و انسان بخوبی می‌توانست عوامل پیچیده را با موفقیت بیشتری از یکدیگر تفکیک نماید.

داروین ، در ضمن افکار خود ، همواره به اهمیت جزائر توجه میکرد ؛ و چنانچه به لایل نوشته هیچ چیز بیش از جمع آوری دقیق کلیه محصولات دور افتاده ترین جزائر و مطالعه آنها به تاریخ طبیعی کمک نمی کند... هر صدف یا حشره و نبات دریائی از يك نقطه نظر قابل مطالعه و تحقیق است .»

داروین در بهترین عصر مناسب بدنیا آمد ، و در بهترین موقع سفر رفت . اگر کمی زودتر رفته بود ، قادر به درك افسانه ای این جزائر نمی شد ؛ و اگر کمی دیر تر پای بدانجا نهاده بود ، غالب آنها از بین رفته بودند . امروزه ساکنین این دنیاهاى كوچك در شرف زوال و انهدام می باشند ؛ و حتى نسبت به بسیاری از آنها هنوز تحقیقات دقیق و عمیقی هم انجام نگرفته است . هنگامی که پای بشر به خلوتگاه این جزائر باز شد ، گربه ، موش ، خوك ، بز ، علوفه ، و حشرات را هم با خود از قاره همراه برد . موجودات زنده ای این جزائر که نادر و تماشائی و شكفت انگیز و زیبا بودند ، در برابر سیل رقباى جور و سرسخت و مهاجم - بدون این که عاقبى یا اثری از خود باقی گذارند - محو می شدند و ازمیان می رفتند . لاک پشته های عظیم الجثه ای گالاپاگوس امروزه تقریباً از میان رفته اند ؛ و دیگر از سوسمارهای بزرگی که روزی همبازی داروین بودند ، اثری دیده نمی شود . پاره ای از سهره های عجیب و نباتات کمیاب یا از بین رفته و یا در شرف زوال هستند . در جزیره ی ماداگاسکار^۱ ، افراد دور افتاده ی دودمان خودمان ، لمورها^۲ ، که به اشكال جالب و متنوع منشعب می شدند ، در اثر انهدام جنگلها در حال از بین رفتن می باشند . حتی جزیره ی بزرگ استرالیا که خود قاره ایست ، نیز از این صدمات پیاپی بشری ایمن نمانده است . اکنون

۱- Madagascar ، جزیره ایست بمساحت ۵۸۹۴۸۴ کیلومتر مربع ، جمعیت آن ۴۱۴۳۰۰۰ نفر ، واقع در اقیانوس هند . قسمت عمده ی اراضی آن زمینهای مرتفع و جنگلهای داخلی و جلگه های حاصلخیز است .

۲- لمور یا میمون دم دراز یکی از انواع میمونهای برقدیم است که دارای پوزه ای شبیه به رویاه و چشمان درشت دم دراز و پشمالو میباشد . این میمونها معمولاً تشکیل گله می دهند . لمور واقعی مخصوص ماداگاسکار و جزائر نزدیک آن است .

دنیای رابینسون کروزوئه^۱، که در آن ممکن بود با اندک بازمانده‌ی ناچیز کشتی، در گوشه‌ای دور افتاده که از کشتار آدمی و من تبع اومسون بود حیاتی تازه و دوباره بوجود آورد، ناپدید و معدوم گردیده‌است. کلیه‌ی این نقاط زیبا و فرحبخش امروز و فردا به فرودگاهی مبدل می‌شود که در آن غرش جت‌ها جایگزین آواز مرغان شده و نغمه‌ی آنان را مانند خودشان، خفه و نابود می‌سازد؛ و آسمان نیلگون، که روز گاری فقط و فقط قلم‌سرو طیور بود، امروزه بصورت جاده‌ها و پلهای هوایی در آمده و مرکز رفت و آمد بمب افکن‌ها شده است. و تردید نیست که اگر داروین امروز زنده بود و این تغییرات و دگرگونی‌ها را می‌دید هیچ گونه تعجبی نمی‌کرد.

راجع به افکار ساعات آخر عمر داروین، در آن هنگام که با قلبی ضعیف برای بقا منازعه می‌نمود، اطلاعی در دست نیست، و کسی نمی‌داند که آیا این مرد، در بستر مرگ هم منظره‌ی امواج خروشان و صخره‌های سیاه گالاپاگوس یا جزائری که فیتس روی آنها را دیولاخ می‌خواند می‌دید است یا تجسمی از بهشت و دوزخی که بدان اعتقاد نداشت؛ مسلماً منظره‌ی بدیع این جزائر و یاد بودهای آنها هرگز از خاطر داروین محو نمی‌شده، و بدانسان که وی این مناظر بدیع را دیده، هیچ کس آنها را نخواهد دید. ساعات متمادی، خسته و عبوس، در زیر آفتاب سوزان استوا، هم‌گام با خزندگان سیاهی که از تیره‌ی موجودات اولیه بر جای مانده بودند قدم بر میداشت. یک بار از دل‌تنگی، ناگاه چنین فریاد برآورد و حالا اگر ملای شیطان صفتی بود و اینها را می‌دید، در باب آثار زشت و عبث و اشتباه آهیز و بی‌رحمانه‌ی طبیعت چه کتابی می‌نوشت؟، وی از آن پس هرگز بدین مقوله سخن نگفت، و چیزی نتوشت. از خصوصیات فکر وی این بود که بر سر این گرنه مسائل با آراهایش تام (نظیر همان پرنده‌ی بهشتی که باکمال طمأنینه از کوزه‌ی آبی که بر زمین بود می‌آشامید)

۱ - Robinson Crusoe، نام کتاب معروفی بقلم دانیل دفوئه (۱۶۶۰-)

(۱۷۳۱). موضوع کتاب ماجرای جوان ملاحی است که بر اثر طوفان دریا به جزیره‌ای غیرمسکون افتاده، و بر اثر کار و کوشش او و با چند دانه گندمی که در کیسه‌ای مانده بود، موفق به ایجاد مزارع بزرگ غله‌شد.

متوقف گردد و مدت‌ها بیاندیشد . هنگامی که لحظات آخر فرا رسید (۱۸۸۲) ، با يك نوع بزرگواری آه‌میخته به سادگی چنین گفت ازمرگ نمی‌ترسم .

در جوانی ، در آن روزگاران که خطر کرده و راه و رسم سفر در پیش گرفت ، چنین فکری داشت ؛ اکنون هم با همین فکر به سوی سفری دیگر - سفر ابدی - میرفت .

۲۲۴

پاولوف

از : جرزی کونورسکی

ایوان پتروویچ پاولوف ، بزرگترین دانشمند فیزیولوژی روسی ، ویکی از شخصیت‌های نادر علمی است که خدمات برجسته‌اش به جهان دانش، دردوران حیات وی ، درسراسرجهان مکشوف گشت ومورد توجه قرار گرفت. شهرت وی همواره با نام سگش ، که با شنیدن صدای زنگی ، آب دهانش سرازیرمیشد ، توأم است . هر فرد تحصیل کرده‌ای با شنیدن نام پاولوف . بلافاصله کشف بزرگ او را که همان انعکاس شرطی باشد ، بخاطر می آورد .

پاولوف با تحقیقات خود خاطره و اثری فراموش نشدنی وجاویددر پهنه‌های علوم فیزیولوژی و پی‌شناسی و روان‌شناسی برجا گذاشته است . با اینوصف ، بیگانگان چنانکه باید به شخصیت وی پی نبوده‌اند . جای تردید نیست که ذکر خدمات وکارهای او دریک مقاله‌ی کوتاه امکان ندارد ، و من در اینجا مختصراً به‌پاره‌ای از اطلاعات شخصی خود درباب پاولوف، وهمچنین به‌چند نکته ازمهمترین تحقیقات جالب اواشاره خواهم کرد .

پاولوف مردی بود با قریحه ، و دارای استعداد طبیعی فوق‌العاده ؛ فکری روشن ، حافظه‌ای قوی ، پشتکار وانرژی تمام نشدنی ، وشوقی وافر داشت . با اینهمه تاآخر عمر درکمال سادگی زندگی کرد . آزمایشگاهش، درلنینگراد ، مرکز جنب وجوشی عظیم بود ؛ من نیز افتخار آنرا داشتم که زیر نظر این پیر مرد ۸۰ ساله کار کنم . وی با علاقه‌مندی خاصی کار میکرد ، پشتکار فوق‌العاده‌ی او موجب می شد که کلیه‌ی اطرافیان نیز بی اختیار از او پیروی نمایند. اومغزمتفکر وروح آزمایشگاه بود، وبیشتر طرحها را شخصاً تهیه مینمود ؛ هرگاه آزمایشی به نتیجه‌ی مطلوب میرسید ،

پاولوف از خوشحالی به وجد درمی آمد و به همکاران خود تبریک میگفت . آزمایشگاهش جنبه‌ی میعادگاهی داشت . روزهای چهارشنبه ده‌ها نفر از مردان علم در آنجا اجتماع میکردند و به بحث و استدلال درباره‌ی مسائل مورد نظر میپرداختند . پاولوف هم که استعدادی خاص برای شبرین سخنی داشت ، همکاران خود را شیفته و مجذوب میکرد . برای اثبات نظریات خود ، و رد عقاید مخالف ، با تمام قوا میکوشید و از هیچگونه جد و جهد فروگذار نمیکرد . هنگام بحث و مناظره ، بغایت برافروخته و عصبانی میشد ؛ لیکن پس از آنکه بار دیگر خونسردی خود را باز می یافت ، چنانچه متوجه میشد که حق با طرف است ، بلافاصله به اشتباه خویش اعتراف میکرد .

راجع به نظریه‌ی کلی پاولوف نسبت بکار خود داستانی مذکور است که به نحوی جالب کیفیت آنرا نشان میدهد . در آن دوران که وی انجام اولین مطالعات خود در باب دستگاه گوارش مشغول بود ، پی برد که اگر در اثنای عشر حیوانی اسید ئیدروکلریدریک وارد شود ، موجب آن میگردد که لوزالمعده شروع به ترشح نماید . پاولوف چنین تصور میکرد که اسید از طریق ساز و کار مخصوصی در سلسله‌ی اعصاب اثر کرده و باعث ترشح لوزالمعده شده است . کمی پس از آن سرویلیام بیلیس^۱ و ارنست ستارلینگ^۲ (۲) مردان علم وظائف الاعضاء ثابت کردند که ترشح لوزالمعده بوسیله‌ی ساز و کار هورمونی انجام میگردد: بدین معنی که هرگاه غشاء مخاطی اثنی عشر بوسیله‌ی اسید تحریک شود ، هورمونی تولید میکند که بنوبه‌ی خود بر لوزالمعده تأثیر مینماید . پاولوف ابتدا این نتیجه را باور نمیکرد ، ولی پس از آنکه شخصاً آزمایش بیلیس - ستارلینگ را انجام داد ، پی برد که نظریه‌ی آنان صحیح است ؛ و در اینحال ، با عصبانیت ولی نه از راه حسد ، بلکه با تعجب و نوعی سلامت نفس چنین گفت: «عجب ، پس غیر از ما دیگران هم کشفیات میکنند .»

۱ - Bayliss, Sir William (۱۸۶۰-۱۹۲۳) ، عالم فیزیولوژی

انگلیسی که نظریه‌ی هورمونها را با همکاری ستارلینگ پیش راند .

۲ - Starling, Ernest Henry (۱۸۶۶-۱۹۲۷) ، فیزیولوژیست

انگلیسی که با همکاری بیلیس تحقیقاتی درباره‌ی هورمونها بعمل آورد .



BERNARDA
BRYSON

28

پاولوف در ۱۸۴۹ در شهر ریازان^۱ واقع در روسیه مرکزی بدنیا آمد. وی پسر يك كشيش ارتدوکس بود، و لاجرم در مدارس مذهبی به تحصیل پرداخت. لیکن بزودی متوجه شد که فکر بلند پروازش با آن محیط اقناع و سیراب نمیشود؛ و نظرگاه خود را در جایی دیگر میدید. علیهذا به دانشکده‌ی علوم طبیعی در دانشگاه سن پترزبورگ رفت و به تحصیل طب در دانشکده‌ی پزشکی نظامی پرداخت؛ و در ۱۸۷۹ باخداپلم موفق گردید. در همان دوران تحصیلی، شروع به پژوهش در رشته‌ی فیزیولوژی گردش خون نمود، و به عضویت درمانگاه امراض داخلی منصوب گشت. رئیس درمانگاه پاولوف را مأمور تهیه و تنظیم سازمان آزمایشگاه فیزیولوژی نمود تا بدین وسیله نظریات پزشکی درمانگاه با عمل و آزمایش توأم و همراه باشد. بدین ترتیب، به استثنای دو سال (۱۸۸۴-۸۶) که در طی آن پاولوف به لایپزیگ^۲ رفت تا با کارل. ف. و. لودویگ^۳، عالم فیزیولوژی آلمان به مطالعه بپردازد، بیشتر تحقیقات و تتبعات خود را در آزمایشگاه کوچک واقع در درمانگاه سن پترزبورگ انجام داد.

وسائل کارش فوق‌العاده ساده و ابتدائی و ناقص بود. آزمایشگاه ساختمان چوبی کوچکی بود که به آلونکی بیشتر شباهت داشت. بعلاوه قسمت اعظم وسائل را شخصاً با حقوق ناچیز خود تهیه میکرد. دستیاران مرتبی هم نداشت. با این وصف، با انرژی فوق‌العاده و پشتکار و فداکاری عجیب خویش به پیشرفتهای سریع و پرثمری نائل آمد؛ و علیرغم کوچکی آزمایشگاه شهرتی بزرگ بدست آورد. در ۱۸۹۰ به سمت استادی دارو - شناسی در دانشکده‌ی پزشکی نظامی منصوب گشت، و در ۱۸۹۱ عهده دار آزمایشگاه فیزیولوژی انستیتوی طب تجربی، که بتازگی درس پترزبورگ مستقر شده بود، گردید.

۱- Ryazan، شهر است دارای ۹۵۳۸۵ نفر سکنه، در قسمت مرکزی

روسیه.

۲- شهر است در آلمان دارای ۶۰۷۶۵۵ نفر جمعیت، از مراکز مهم تجارتي

صنعتی و فرهنگی است.

۳- Ludwig, Karl، (۱۸۱۶-۹۵)، عالم فیزیولوژی آلمانی. استاد

ورئیس انستیتوی فیزیولوژی در دانشگاه لایپزیگ بود.

در پایان قرن نوزدهم ، پاولوف بعنوان یکی از برجسته‌ترین و بزرگترین دانشمندان فیزیولوژی شناخته می‌شد. در ۱۹۰۴ ، بمناسبت کارهایی که در فیزیولوژی دستگاه گوارش انجام داده بود ، به‌اخذ جایزه‌ی نوبل نائل آمد . در ۱۹۰۷ به عضویت فرهنگستان علوم روسیه منصوب شد ، و بعداً مدیر انستیتوی فیزیولوژی فرهنگستان گشت و تا پایان عمر در این سمت بماند . در دهه چهارم قرن بیستم در محلی که ، اکنون پاولوفسک^۱ نام دارد یک مرکز زیست شناسی برای او تأسیس گردید . وی بر اثر ذات‌الریه ، در سن ۸۷ سالگی ، در فوریه‌ی ۱۹۳۶ درگذشت .

صرف‌نظر از مطالعات اولیه‌ی جالبی که وی در باب تنظیم فشار خون بعمل آورده ، بیشتر تتبعات علمی او را میتوان بدو مرحله تقسیم کرد: از دهه‌ی نهم قرن نوزدهم تا ۱۹۰۲ وی همگی هم خود را مصروف تحقیقات دامنه دار در باب وظائف لوله‌های غذائی نمود ؛ و از ۱۹۰۲ تا هنگام مرگ به تحقیق در رشته‌ی جدیدی از دانش پرداخت که خود آنرا بوجود آورده بود. این رشته فیزیولوژی فعالیتهای عصبی است .

بطوریکه میدانید کارهای تحقیقی پاولوف در باب عمل ترشح^۲ لوله‌های غذائی آخرین بنیان دانش امروزی ما در این پهنه میباشد. راهنما و هادی وی در این مطالعات ، و نیز در تتبعات بعدی خود در باب

۱- Pavlovsk ، شهریست در ۲۶ کیلومتری لنینگراد . این شهر که اکنون دارای ۱۰,۰۰۰ جمعیت است سابقاً مقر تابستانی اشراف قدیم سن پترزبورگ بود . شهرتش بواسطه‌ی مجموعه‌ای از باغها و کاخهای زیبایی است که از اواخر قرن هجدهم بجای مانده .

۲- ترشح در زیست شناسی عبارت از ماده‌ایست که بتوسط یاخته‌های منفرد یا غده‌ها یا عضوی در حیوان یا نبات بعمل می‌آید ، و عمل مخصوصی دارد ، و یا بعنوان فضولات دفع میشود . ترشحات انسان عبارتند از خارجی و داخلی (غدد) ؛ تلین‌کننده (مانند مایع مفصلی و اشک) ؛ و غیره .

سلسله‌ی اعصاب^۱، چند نظر و اصل مهم بود که اگر آنها را از ابداعات و ابتکارات خود او ندانیم، لااقل سهم وی در بسط و توسعه‌ی مداوم آنها فوق‌العاده زیاد می باشد.

اولین این اصول عبارت از این بود که عمل سازواره‌های بدن به صورت يك كل كامل الاجزاء است؛ و از تحقیق در يكايك اعضا، در وضع و شرایط غیر طبیعی و بصورت انفرادی، نمی توان نتیجه‌ی کلی را جمع به این که آن عضو در حالت عادی و طبیعی خود چگونه عمل میکند بدست آورد. پاولوف، با توجه باین اصل، می کوشید تا آزمایشات فیزیولوژی خود را در اوضاع و احوالی - هر چه نزدیکتر به وضع طبیعی - انجام دهد. از مطالعاتی که در باب مجاری غذائی بعمل آورد، بر آن شد تا عمل طبیعی اعضای حیوان را مستقیماً مورد نظاره قرار دهد. مثلاً روشی برای دیدن لوله - های یزاق و غدد لوزالمعده - بدون آنکه عضو از جای خود برداشته

۱- سلسله‌ی اعصاب دستگاهی است شامل اعصاب و بافت عصبی بدن حیوانات که عملش وفق دادن و اداره کردن عمل سایر دستگاهها و باقی بدن است. سلسله‌ی اعصاب انسان و بعضی از مهره‌داران غالباً مرکب از سلسله‌ی مرکزی، سلسله‌ی محیطی، و سلسله‌ی اعصاب خودمختار است، سلسله‌ی مرکزی مرکب از مخ و مغز حرام (نخاع) میباشد. سلسله‌ی اعصاب محیطی عبارتست از تارهای عصبی که اعضای حسی را به عضلات و غده‌ها مرتبط میسازد، سلسله‌ی اعصاب خودمختار عبارتست از اعصاب و عقده‌های عصبی که عملیات بافتهای عضلانی صاف و اندرونی، مانند عضلات صاف لوله‌های هاضم و دستگاه دوران خون، عضله‌ی قلب و عمل ترشعی غده‌ها را تنظیم میکند. دستگاه اعصاب خود مختار بدو قسمت سلسله اعصاب سمپاتیك و سلسله اعصاب پارا سمپاتیك تقسیم می شود، اولی مرکب است از: تارهای عصبی که از ناحیه‌ی صدری و قطنی مغز حرام بیرون می آیند؛ زنجیره‌ای از عقده‌های عصبی سمپاتیك که در طرفین ستون فقرات واقع است، و شبکه‌ی بزرگ عصبی که خود مرکب از تارهای عصبی و عقده‌های عصبی هستند. سلسله‌ی اعصاب پاراسمپاتیك مشتمل است بر تارهای عصبی که از قسمت وسطی مخ و ناحیه‌ی خارجی بیرون می آیند. دو سلسله‌ی سمپاتیك و پاراسمپاتیك معمولاً عمل متضاد دارند، مثلاً تحریك سلسله‌ی پاراسمپاتیك بعضی از مجاری گردش خون را منبسط میکند، و حال آن که تحریك سلسله‌ی سمپاتیك همان مجاری را منقبض میسازد، واحد ساختمانی عصب نورو ن نام دارد.

شود. بوجود آورد ، و آنرا بسط داد . همچنین وی بخوبی قادر بود قسمتی از عضوی را جدا کند بدون آنکه ارتباط آن با جهاز عصبی قطع گردد . یکی از اعمال برجسته و جالب او همانست که اکنون کیسه‌ی پاولوف نام دارد. وی در این عمل قسمتی از معده‌ی سگی را جدا کرد و آنرا بشکل کیسه‌ی سر بسته‌ای در آورد که تنها مجرایی برای ارتباط با دیواره‌ی بطن در آن وجود داشت . مالا معلوم شد که شبکه‌ی عصبی کیسه دستخوش هیچ گونه آشفتگی نگردیده به طوری که عمل مترشحه‌ی آن نسخه بدل طرز عمل قسمت دیگر معده می‌باشد که غذا وارد آن گردیده است . امروزه این آزمایش را میتوان با کمال دقت و سهولت مورد مطالعه و امتحان قرارداد .

برای آنکه اینگونه عملیات کاملاً به نتیجه‌ی موفقیت آمیز برسد و حیوان هم زنده بماند ، پاولوف ناگزیر بود که شرایط ضد عفونی کردن را کلاً ملحوظ دارد و وسائل لازم برای مراقبت جان حیوان را ، پس از عمل نیز ، مورد توجه قرار دهد . امروزه رعایت این مسائل از بدیهیات و مقدمات عملیات پزشکی است ، ولی در آن روزگاران فکری بود کاملاً بدیع و نوین .

دومین اصل راهنمای پاولوف همان بود که وی آن را عصب کاری (نروسم) خواند، و آن عبارت از این فرضیه است که کلیه‌ی اعمال بدن بوسیله‌ی سلسله اعصاب اداره و کنترل می‌شود . باید توجه داشت که در آن روزها مطالعه در علم غدد مترشحه‌ی داخلی مراحل ابتدائی و نخستین خود را آغاز کرده بود . پاولوف عقیده داشت که سلسله اعصاب یگانه ساز و کاری است که فعالیت اعضاء را تنظیم و تکمیل می‌نماید ؛ از اینرو در کلیه‌ی پژوهشهای خویش برای وظیفه‌ی اعصاب اهمیتی فوق‌العاده قائل بود . یکی از جالب ترین آزمایشات وی يك رشته عملیاتی است که بمنظور تحقیق سازو کار ترشحات اعصاب ، بر روی سگی انجام داده است . وی لوله‌ی مری سگی را از معده جدا می‌کرد بطوری که غذایی که حیوان می‌خورد . مطلقاً به معده نمیرسید ، بلکه از بدن وی خارج میشد . پاولوف ، به وسیله‌ی لوله‌ای که در معده‌ی سگ قرار داده بود ملاحظه کرد که با آنکه غذایی وارد معده نمی‌شود ، معده‌ی عصیر معده‌ی ، صرفاً بر اثر عمل جویدن و سایر حرکات و اعمال مربوط به خوردن ، در سگ ترشح میشود . پاولوف ثابت کرد که این

عکس العمل در اثر دخالت اعصاب موسوم به Vagus میباشد زیرا اگر این اعصاب را قطع کنند، ترشح معدی که در اثر اعمال و حرکات مربوط به خوردن انجام میگرفت بلافاصله متوقف میگردد. بدین ترتیب وی کلیه اعمال بدنی را مستقیماً تحت اداره سلسله اعصاب میدانست و برای آن مرکزیتی قائل بود، و شاید در اثر همین عقیده و ایمان راسخ به مدیریت اعصاب بود که وی نخست از قبول کردن کشف بیلِس و ستارلینگ، مشعر بر آنکه هورمونها در عمل گوارش سهمی بسزا دارند، خودداری میکرد؛ و بعداً نیز آنها را با اعجاب تمام پذیرفته است.

سومین اصل مؤثر و برانگیزاننده در عملیات پاولوف، عقیده به این مطلب بود که آزمایشات فیزیولوژی در طب عملی واجد اهمیتی فوق العاده میباشد. این نظریه که امروزه بدون چون و چرا مورد قبول است، در آن موقع - لاقلاً در کشور روسیه - چندان مقبولیتی نداشت.

راهنمای پاولوف به پژوهش در سلسله اعصاب و تحقیق در انعکاس شرطی^۱، که در واقع دومین قسمت کارهای علمی او بشمار است، نتیجهی

۱- انعکاس یا رفلکس، رشته وقایعی که چون - در پاسخ تحریک یک تار عصبی حسی - عضله ای حرکت کند یا غده ای ترشح نماید، روی میدهد. مثلاً اگر انگشت انسان با جسم داغی تماس یابد، شخص بلافاصله و بی اختیار انگشت خود را عقب میکشد (عمل انعکاس). قوس انعکاس یا رشته وقایعی که درین اعمال انجام میگردد باین شرح است: محرك (حرارت زیاد) عصب لامسه ی پوست را تحریک میکند؛ تحریک بوسیله اعصاب حسی به نخاع منتقل میگردد. از خواص اصلی اعمال انعکاسی اینست که این اعمال بخودی خود انجام میگیرند، و از اراده و میل مستقل هستند (مثلاً اگر کف پای انسان را غلغلک دهند - خواه شخص بیدار باشد یا خواب - پنجه های خود را جمع میکند و پا را عقب میکشد). اغلب انعکاس هایی که در بدن روی میدهد غریزی است، ولی گاه نیز ممکن است اکتسابی باشند. تجربه های معروف پاولوف در این باب چنین بود که وی سگی را در اطاقی خالی منزل داد. هر روز، در ساعت معینی، زنگی نواخته میشد، و سپس غذای سگ را در برابرش می نهادند.

طبیعی تبعیاتی است که در مورد دستگاه گوارش بعمل آورده است. وی ضمن تحقیقات خود متوجه این امر شد که بزاق و عصاره‌های معدی سگ، نه فقط در نتیجه‌ی اثر مستقیم غذا بر غشاءهای مخاطی دهان و معده ترشح می‌شود، بلکه بعنوان پاسخ و عکس العمل نسبت به دیدن غذا، و یا سایر علائم خبری وابسته بغذا نیز انجام می‌گیرد. این مطلب مبین آنست که ترشحات معدی، که پاولوف آنها را صرفاً از فراشدهای وابسته به وظایف الاعضاء پنداشته بود، ممکن است مبنائی روانی داشته و به آزمونهای زندگی خود سگ نیز مربوط باشد.

این مطلب، در آنصورت، از نظر يك عالم وظایف الاعضاء نظریه‌ای بود عجیب و مهیج. تا آنموقع علوم وظائف الاعضاء و روان شناسی بصورت دویپنه‌ی کاملاً مستقل و جدا از یکدیگر تلقی میشدند. وظائف الاعضاء فقط با عکس العملها و پاسخهای طبیعی و غریزی بدن، و مخصوصاً آن دسته که بوسیله‌ی قسمتهای سفلی سلسله اعصاب اداره میشد سر و کار داشت حال آنکه قلمرو روانشناسی ویژه‌ی پاسخها و واکنشهای اکتسابی یا تعلیمی بود. پاولوف با مسئله‌ی پیچیده و پردرد سری مواجه بود. چه کند؟ آیا میبایست روشهای فیزیولوژیکی را کنار گذارد، و برای تحقیق در سبک عمل معدی سگی به اصول روانشناسی متوسل گردد؟ او خود را قادر به

بدیهی است دهان سگ از دیدن غذا و استشه‌ام بوی آن (محرک طبیعی) آب می‌افتاد (پاسخ) . پس ازچندی که این عمل تکرار شد، زنگ در همان ساعت نواخته میشد (محرک جدید)، ولی غذائی درکار نبود؛ معه‌ذا ملاحظه شد که باز هم دهان سگ آب می‌افتاد. برای معلوم کردن اینکه آیا این انعکاس اکتسابی دائمی است یا نه، پاولوف تجربه‌ی اخیر را مدتی ادامه داد. بتدریج ترشح کم شد. و سرانجام آب افتادن دهان سگ از بین رفت؛ و یا بنا بر اصطلاح پاولوف: پاسخ ممنوع شد. انسان در طی زندگی خود، بطور ناخود آگاه، انعکاسهای بسیاری کسب می‌کند، و بتدریج در مقابل محرکها و اوضاعی که با آنها مواجه می‌شود اعمالی انعکاسی انجام می‌دهد که جزء شخصیت او میشوند. قوت پاسخ به يك محرک تا حدی با حال انسان بستگی دارد. خستگی از قوت اعمال انعکاسی می‌کاهد، و بعضی داروها نیز در این اعمال مؤثر است. همچنین معلوم شده است که ممکن است انعکاسی مانع انعکاس دیگر گردد؛ بهمین جهت است که گاهی، اگر در حال سکسکه (تشنج انعکاسی دیافراگم) پاره‌ی کوچکی قند در دهان بگذاریم سکسکه برطرف میشود.

چنین انحرافی نمیدانست زیرا راهی برای تحقیق در نظریه‌های مربوط به قلمرو روانشناسی، از طریق آزمایش، در نظر نداشت.

پاولوف، پس از مدتها تردید و تفکر و دودلی، برای حل این معما از راه مخصوصی وارد شد، و آن اینکه مسائل روانی را صرفاً با روشهای وظایف الاعضائی حل کند؛ چه هر چه باشد بالاخره ترشح بزاق یا عصیر معدی - اعم از آنکه خاستگاه آن مستقیماً وظایف الاعضائی یا روانی باشد - یک پدیده‌ی واحد بیش نبود؛ و با بکار بستن آزمونهای وظایف الاعضائی در تحقیقات رفتار اکتسابی، ممکن بود بتواند پهنه‌ی نوینی را برای مطالعه کشف نماید.

پاولوف بنا بر موجبات و بواعثی که بسیار در آنها اندیشیده بود، غدد بزاقی را بعنوان کانون و مبنای آزمایشات خویش برگزید. وی از پژوهشهای قبلی پی برده بود که ساز و کار غده‌ی بزاقی فوق العاده حساس و جالب است؛ بعلاوه فعالیت آن بمراتب محدود تر و اختصاصی‌تر از اعضاء محرکه ایست که عوامل اصلی رفتارهای اکتسابی بشمار میروند. از این گذشته، پاولوف با خود میگفت که اگر هم نتیجه‌ی تحقیقاتی که در مورد غدد بزاقی انجام میدهد، دستخوش اشتباهاتی گردد، در مرحله‌ی تطبیق آن نتایج در مورد انسان، خطر جانی روی نخواهد داد؛ حال آنکه اگر اشتباهی در مورد اعضاء رئیسه‌ی بدن روی دهد، نتایج اسف انگیزی به بار خواهد آورد. لاجرم میکوشید تا بهر قیمت شده از چنین اشتباهی اجتناب کند.

بدین ترتیب پاولوف با همکاران خویش شروع به مطالعه در غرائز اکتسابی - و یا بنا بر اصطلاح خود، انعکاس شرطی - نمود. اولین آزمونها در مورد انعکاس شرطی طبیعی - یعنی آن دسته از انعکاسهایی که بلافاصله در حیوانات، بعنوان پاسخ دیدن یا چشیدن غذا و غیره ایجاد میگردد - انجام یافت. پاولوف بعداً، در اثر تکمیل روش کار، شروع به بسط و تکمیل نظریه‌ی انعکاسهای شرطی نمود و در آزمایشات خود از علائم خبری مانند میزان شمار (مترونوم)، نواختن زنگ، و یا روشن شدن چراغ و غیره استفاده کرد.

اولین نتیجه‌ی مهمی که کمی پس از شروع این آزمایشات بدست آمد عبارت از این بود که عمل مشروط میتواند دو اثر متقابل و متغایر داشته

باشد: یعنی همانطور که مولد عکس العمل است، ممکن است از آن جلوگیری هم بکند. مثلاً هرگاه يك محرك يا انگیزه‌ی مشروط تشدید نگردد، یعنی مثلاً با نشان دادن غذا همراه نباشد، انعکاس شرطی از بین می‌رود. پاولوف ثابت کرد که این زوال از طریق ساز و کار مخصوصی انجام می‌گیرد که وی آنرا «رادی» درونی، نام نهاد.

گروه علمی پاولوف، بهنگام اجرای اولین مرحله‌ی پژوهشات، بیشتر هم و وقت خود را مصروف خواص و روابط درونی انعکاس‌های شرطی محرك و رادی می‌کردند. بعداً دامنه‌ی تحقیق بسط یافت و دوپهنه‌ی مهم نوین را نیز شامل گشت: نخست آنکه، با تکرار آزمایشاتی مشابه بر تعداد کثیری سگ، ثابت کردند که سرعت اجرای انعکاس‌های شرطی و دوام آنها و اثر محرك یا منهی آنها و غیره در حیوانات کاملاً متفاوت است؛ و از اینجا زمینه‌ای برای بسط طبقه‌بندی انواع سلسله اعصاب - یعنی مسئله‌ای که در سالهای اخیر مورد کمال توجه قرار گرفته است - بدست آمد. در مرکز زیست‌شناسی پاولوف اقدامات دامنه‌داری برای اثبات این نکته که کیفیت سلسله اعصاب فردی قابل توارث است بعمل آمد. دیگر آنکه این گروه علمی، در آخر دومین دهه‌ی پژوهشهایی که در باب انعکاس شرطی بعمل می‌آوردند، تصادفاً به کشف جالبی برخورد و پی بردند که بر اثر مناقشه بین انعکاس‌های محرك و رادی ممکن است يك حالت اختلال اعصاب در سگها بوجود آید.

کشف اخیر منجر به تحقیقات دامنه‌دار و آزمایشاتی در باب بیماریهای عصبی، عوامل بیماری‌زا، علائم تشخیص بیماری، و درمان آنها گردید. بر اثر این آزمایشات معلوم شد که انعکاس شرطی بزاقی - هم در حالت عادی و هم در حالت بیماریهای عصبی - مبین و مشخص دقیق و حساسی میباشد. در اواخر عمر پاولوف، يك درمانگاه پی‌شناسی روانی ضمیمه‌ی آزمایشگاه وی شد. در این درمانگاه - بانثایجی که قبلاً از آزمایش بر روی حیوانات کشف شده بود - مجاهدات بسیاری برای تجزیه و تحلیل حالات مختلف اختلال اعصاب در انسان بعمل آمد. پاولوف امیدوار بود که در این رشته تجسسات مشکل و اساسی هم بتواند از پژوهشهای تجربی خود در باب حیوانات، مستقیماً در آسیب‌شناسی انسانی استفاده کند.

آنچه گفته شد جز رئوس اقداماتی که پاولوف و مکتب فیزیولوژی

وی (که خود بنیان نهاده بود) برای بشر انجام داده‌اند بیش نبود . پژوهشهای وی در باب فیزیولوژی گوارشی بحدی آشکار است که شاید درک درجه‌ی اهمیت آنها احتیاج بشرح و تذکر نداشته باشد . لیکن از آنجا که کارهای وی در مورد انعکاس شرطی پیچیده‌تر و خارج از حدود اطلاعات عامه است ، لذا همه کسان به اهمیت آن پی نمی‌برند و ارزش آنرا در نمی‌یابند .

این نکته متفق‌القول عموم است که انعکاس شرطی در بسط روان - شناسی نوین سهمی بسزا و مؤثر داشته است . در عصر حاضر تمامی تحقیقات روان‌شناسی تا حد زیادی مبتنی بر پایه‌ی کارهایی است که در مکتب پاولوف انجام گرفته است . امروزه استفاده‌ی روانی از انعکاس شرطی ، مخصوصاً در کشورهای متحده‌ی امریکا ، فوق‌العاده بسط یافته است . در مورد استفاده‌ی علمی از کارهای پاولوف در پهنه‌های پی‌شناسی روانی و بهداشت - روانی و آموزشی هنوز وقت آن فرا نرسیده که بتوان به اهمیت نهائی آنها پی‌برد . از اینرو منهم تنها بذکر اهمیت انعکاس شرطی در پهنه‌ی وظایف - الاعضاء عصبی اکتفا می‌کنم .

پاولوف معمولاً دروس خود را در باب انعکاس شرطی فیزیولوژی حقیقی مغز مینماید . از نظر او مطالعه‌ی انعکاس شرطی غایت نبود بلکه وسیله‌ای برای فهم و استنباط ساز و کار مرکزی که آنها را اداره می‌کرد ، و مخصوصاً ماده خاکستری مغز به شمار می‌رفت ، پاولوف منکر آن نبود که ممکن است روش‌های دیگری هم که برای انجام تحقیقات در فعالیت ماده‌ی خاکستری مغز به کار می‌رود - واز جمله تحریک الکتریکی این ماده در حیوانی که بیحس شده باشد - فوق‌العاده جالب و با ارزش باشند . ولی شخصاً عقیده داشت که با مطالعه در عملکرد عضو در حالت طبیعی می‌توان به سیمای واقعی این فعالیت پی‌برد . هر بار که آزمایشی درستی و دقت کارهایی را که او در باب لوله‌های غذائی انجام داده بود به ثبوت میرسانید ، وی در این عقیده راسخ‌تر می‌گردید .

واقعیت جالب دیگری که باید در مورد پاولوف گفته آید اینست که طرز فکر و سبک کار و روش‌های وی تا حد زیادی مشابه و قرین با کارهای سر چارلز شرینگتن^۱ دانشمند انگلیسی معاصر خود بوده است . این

۱- Sherrington' Sir Charles (۱۸۵۷-۱۹۵۲) ، عالم فیزیولوژی

دومرد علم ، یعنی شرینگتن و پاولوف ، مطالعات فیزیولوژی خود را بر انگیزه هائی که از نظر کمی و کیفی معین و محدود بود ، و نیز بر ترکیب این انگیزه ها بنیان نهادند ؛ و مکانیسم مرکزی انعکاس ها را به وسیله امتحان پاسخ حیوانات مورد تحقیق قرار میدادند . اما شرینگتن کارهای خود را با مغز حرام^۱ حیوانی که مراکز عالی مغزی آن به وسیله عمل جراحی جدا شده بود انجام می داد ، حال آنکه پاولوف آزمایش های خود را بر روی حیواناتی انجام میداد که ماده ی خاکستری مغزشان دست نخورده بود . شرینگتن فعالیت غریزی سلسله اعصاب را مطالعه میکرد ، ولی پاولوف هم خود را با فعالیت اکتسابی آن مصروف میداشت .

* * *

نظر به توسعه و بسط فوق العاده ای که در سال های اخیر در روش های فیزیولوژیکی برقی حاصل شده ، رؤوس افکار و نظریات این دو نابغه ی علم پزشکی و وظایف الاعضا ، بکرات ، به وسیله آزمایشات مورد تأیید قرار گرفته است . در آن هنگام که پاولوف و شرینگتن مشغول اجرای کارهای خود بودند ، مفهوم وجود مرکز عصبی در نخاع شوکی و یا در ماده ی خاکستری مغز بیش از تجربه ای سودمند به منظور استقرار رابطه و پلی بین انگیزه و پاسخ نبود . ولی امروزه این مرکز عصبی جنبه ای عینی و ملموس تر پیدا کرده است . شاید هم طولی نکشد که خیال فریبا و جالب پاولوف ، که می خواست کیفیت دیدن را در مراکز مغزی ازوراء استخوانهای کاسه ی سر نظاره کند ، به تحقیق پیوندد . به امید آئروز.

انگلیسی که نظریاتش در مورد سلسله اعصاب معتبر و مورد نظر و توجه است . بمناسبت تحقیقاتی که در فیزیولوژی و طب و عمل نورونها نمود سهم جایزه ی نوبل سال ۱۹۳۲ گردید .

۱ - مغز حرام یا نخاع شوکی رشته ی سفید رنگی است واقع در مجرای فقراتی که انتهای فوقانی آن بمخ می پیوندد ، و راه انتقال اثر عصبی از مخ و بالعکس به مخ میباشد ، مراکز انعکاس های موثر در ترشح غده ها و اعمال اعضا و عضلات و همچنین انعکاس های حرکتی و حس در طول آن قرار دارند . در طول آن ، ۳۱ زوج عصب حس و حرکتی از آن منشعب میگردند .

بخش ۶ عالم ریاضیات

I - چارلز بیبیج از : فیلیپ و امیلی مورین

فیلیپ مورین (Morrison) ، دانشیار فعلی فیزیک دانشگاه کورنل^۱ ، بسال ۱۹۳۶ از انستیتو تکنولوژی کارنگی^۲ فارغ التحصیل شد ، و سپس در دانشگاه کالیفرنیا ، تحت نظر ج . رابرت . آپنهایم^۳ ، به تحصیل فیزیک نظری پرداخت و در ۱۹۴۰ به اخذ درجهی دکترا نائل آمد . هنگامیکه جنگ جهانی دوم در گرفت ، مورین از سمت دانشیاری دانشگاه ایلینوا دست کشید و به آزمایشگاه فلزگری دانشگاه شیکاگو رفت ؛ و پس از اندکی سرپرست گروهی از کارشناسان آزمایشگاه لوس آلاموس^۴ در منطقهی منهتن گردید ، وی عضو هیئت فیزیک دانانی بود که مأموریت بررسی آخرین مرحلهی آزمایشات بمب اتمی را بر عهده داشتند. همچنین یکی از اولین افرادی بود که برای بازديد نتایج هرگبار آن به زاین عزیمت نمود . در ۱۹۴۶ وی از سمت خود مستعفی گردید و به وظیفهی فعلی اشتغال ورزید . فعالیتهای او در سمت جدید خود متنوع ، و از جمله مشتمل است بر مطالعه در باب مبدأ اشیای کیهانی و نظریهی ساختمان هسته‌ای . زوجه اش ، امیلی مورین (Emily) ، فارغ التحصیل

۱ - Cornell ، دانشگاهی است که در ۱۸۶۵ ، بوسیلهی ازارا کورنل (۱۸۰۷-۷۴) ، سرمایه دار معروف امریکائی ، تأسیس یافت .
۲ - نام انستیتوی فنی است که در ۱۹۰۵ با سرمایهی موقوفهی کارنگی بوجود آمد .

۳ - Oppenheimer ، ۱۹۰۴ - فیزیکدان آمریکائی ، مدیر اجرای طراح تحقیقات انرژی اتمی در لوس آلاموس بود (۱۹۴۲-۴۵) و از آن پس به مدیریت مؤسسهی مطالعات عالیه انتخاب شد .
۴ - Los Alamos ، منطقه ایست در ایالت نیومکزیکو در شمال غربی شهر سانتافه ، کشور امریکا . اولین بمب اتمی در ۱۶ ژوئیه ۱۹۴۵ در این محل آزمایش شد . آزمایشگاه معروفی دارد .

مدرسه‌ی حرفه‌ای کارنگی است ، و در کتا‌های علمی که برای مردم نوشته میشود ، با شور و علاقه و پشتکاری عجیب با وی همکاری و همراهی مینماید .

II لويس گرل از : وارن ويور

وان ويور (Warren Weaver) نايب رئيس قسمت علوم طبيعى و پزشكى بنيادراكفلر^۱ و مدير شهبه‌ی طبيعى و کشاورزی آنست وى قبل از اين سمت اوقات خود را به مطالعات رياضى مصروف ميداشت و تا سال ۱۹۳۲ در دانشگاه ويسکانسين استاد رياضيات بود. پس از آنكه به بنيادراكفلر آمد ، اعلام داشت كه هدف وى از اين انتقال افزون «اهميت زيست شناسى و روان شناسى و بسط آن قسمت از رياضيات و فيزيك و شيمى است كه براى زيست شناسى اهميت تام دارد .» بسط و تكاملی كه امروزه در امريكا ، نسبت بدان چندرشته از دانش بشرى بعمل آمده بدون شك تا حدى مرهون همين تدبير ميباشد . ويورمردى است فعال و كارى ؛ هيچگاه احساس خستگى نميكند ، و قسمت اعظم وقت خود را در راه آن قسمت از علوم كه با مردم ارتباط دارد مينمايد . وى نمونه و سرمشقى براى مؤسسات علمى امريكائى از قبيل انجمن امريكائى توسعه و پيرفت علوم ، ۲ و آكادمى علوم^۳ شده و يك نهضت و جنبش فعاله‌ای نسبت به فهم مسائل علمى از طرف مردم

۱ - بنيادراكفلر ، مؤسسه‌ای كه در ۱۹۱۳ به توسط ج . د . راكفلر تأسيس شد . راكفلر ۱۵۰ ميليون دلار وقف اين مؤسسه كرد . هدف بنيادراكفلر توسعه و اعتلاى رفاه و آسايش نوع بشر در سراسر جهان است .

۲ - انجمنى است كه در ۱۸۴۸ بمنظور پيشرت علوم و بكار بستن نتايج آن در راه خير و صلاح بشريت وجود آمد . دفتر مركزى آن در واشنگتن است . تعداد تأسيسات وابسته به اين انجمن در ۱۹۴۷ بالغ بر ۲۰۱ مؤسسه بود . مجله‌ی هفتگى علوم و مجله‌ی عامى ماهيانه از انتشارات آنست .

۳ - نام مؤسسه‌ای علمى كه در ۳ مارس ۱۸۶۳ بمنظور اجراى تحقيقات علمى بوجود آمد . اين مؤسسه وظيفه داراست كه در هر يك از رشته‌های علمى كه از طرف دولت مراجعه شود پژوهش‌های لازم را معمول دارد . تعداد اعضاى آن نخست ۵۰ تن ، و امروزه ۴۵۰ نفر است ؛ علاوه ۵۰ عضو وابسته‌ی بيگانه هم دارد . مؤسسه داراى شعباتى براى رياضيات ، نجوم ، شيمى ، زمين شناسى ، انسان شناسى ، روان شناسى ، حيوان شناسى ، تشریح ، و - اير پهنه‌های علمى است . دفتر مركزى آن در واشنگتن است .

و دفاع از آزادی علمی پدید آورده است. در خانه‌اش واقع در نیومیلفرد،^۱ ایالت کونکتیکت،^۲ بزرگترین مجموعه آثار لوئیس کرل را گرد آورده، و این مجموعه مشتمل بر نسخ خطی ریاضیات و نسخه‌های آلیس در سرزمین عجایب و ازوراء آینه‌ها، به زبانهای مختلف میباشد.

III سری نیوازارامانوجان از: جمیز ر. نیومن.

جمیز ر. نیومن، ریاضیدان بزرگ، علاوه بر کتابهای ریاضیات و قوه‌ی تصور (ص ۴) و دنیای ریاضیات (ص ۱۷۹) کتاب دیگری هم بنام صنعت انرژی‌های نوشته و در نوشتن کتاب کنترل انرژی اتمی نیز شرکت داشته است. وی در این کتاب مشهودات خود را، بعنوان مشاور کمیته‌ی انرژی اتمی مجلس سنای امریکا در ۱۹۴۵-۴۶ هجرتین عضویت در هیئت تهیه‌ی نخستین قوانین انرژی اتمی امریکا، شرح داده است.

۱ - Newmillford شهرست در مغرب ایالت کونکتیکت، دارای ۵۷۹۹ نفر سکنه.

۲ - Connecticut، ایالتی در امریکا، دارای ۲۰۰۷۲۸۰ نفر سکنه؛ واقع در شمال شرقی امریکا.

چارلز بیبج

از: فیلیپ و امیلی مورسن

درفستیوال سال ۱۹۵۱ انگلستان، در وسط غرقه‌ی مخصوص پیشرفت-های علوم، ماشین محاسبه‌ی براق و نو و مدرنی موسوم به نیمرود (Nimrod) دیده میشد. در گوشه‌ای دیگر از نمایشگاه، پدر بزرگ نیمرود، مستور از خاک، بچشم میخورد؛ مجموعه‌ای بود در هم که از تعدادی چرخها و میله‌هایی در هم پیچیده تشکیل شده و روی آن اتیکت ماشین تفاضلی بیبج خوانده میشد. این ماشین که در ۱۸۳۳ ساخته شده بود کار طراحی بود که تمامی عمر و همگی دارائی خود را صرف ساختن آن نمود. گرچه این ماشینها امروزه بکمال رسیده و رواج بسیار یافته‌است، ولی در آن عصر هنوز محیط برای قبول آن سازگار نبود.

چارلز بیبج نامی است که تنها پاره‌ای از ریاضی دانان با آن شناسائی دارند. از معاصرینش، جز چند نفر، کسی به اهمیت و ارزش کارهای او پی نبرده بود. وی در شهر خود، و در نظر همسایگانش دیوانه‌ای تلقی میشد؛ و او را مجاهدی غریب و عجیب میدانستند که بر ضد کمانچه کشها و موزیکچیان دوره گرد برخاسته است. هنگامی هم که روی در نقاب خاک کشید، روزنامه‌ی تایمز لندن او را در بالای ستون در گذشتگان چنین معرفی کرد: «مردی که ۸۰ سال، علیرغم زجر و شکنجه‌های جانکاه کمانچه کشها بزیست، در گذشت.» امروزه ریاضی دانان او را شخصیتی میدانند که برای عصر خود زیاد بود. مجله‌ی طبیعت چندی قبل ضمن مقاله‌ای که راجع به ماشینهای حساب نوشته بود، به ارزش علمی واقعی او اشاره کرد و متذکر شده بود که «درؤیاهای بیبج به تحقیق پیوست.»

بیبج مردی پرکار و جامع الفنون بود. در کتابی که بعنوان درباب اقتصاد کارخانه‌ها و ماشینها نوشت آنچه را امروزه پژوهشهای

پیش از عمل نام دارد پیش بینی کرد . در آن روزگاران که پژوهش و تحقیق علمی جزو کارهای ذوقی و تفننی افراد تلقی میشد ، وی با جدیت و مبارزه‌ای سر سخت ، از دولت میخواست تا اعتباری برای تحقیقات علمی تخصیص دهد . همچنین جدول لگاریتم مفصلی از ۱ تا ۱۰۸۰۰۰ تهیه و بطبع رسانید ؛ نیز جداولی برای مرگ و میر تهیه کرد ، و در تشویق موضوع بیمه‌ی عمر اولین گام‌های مؤثر را برداشت . ابزار و آلات فنی مختلف ساخت ؛ اختراعات چندی ، از طرح جلوگیری از خرابی و شکست راه آهن تا دستگاه علامت دادن فانوسهای دریائی ابداع کرد ؛ مقالات متعددی در باب فیزیک ، زمین شناسی ، نجوم و باستانشناسی نوشت . لیکن ساختن ماشین - حساب موضوعی بود که ، در سراسر عمر ، علاقه و توجه او را بخود معطوف میداشت .

بیج در ۱۸۹۲ در دوشنر^۱ بدنیا آمد . پدرش بانکدار بود ، و محتملاً ارثیه‌ی هنگفتی برای فرزند باقی گذارد . بیج از طفولیت عاقل بود . لاجرم به دبستان نرفت ، بلکه مدتی نزد معلم خصوصی درس خواند . وی از طفولیت به ریاضیات علاقه‌ی وافر داشت و در اینراه مدام کار کرده بود ؛ پس از آنکه در ۱۸۰۱ به ترینیتی کالج رفت ، با نهایت تعجب دریافت که اطلاعات وی در ریاضیات ، بیش از استاد میباشد . در مدرسه دوستان نزدیکش عبارت بودند از جان هرشل^۲ ، پسر ویلیام هرشل منجم شهیر ؛ و جورج پیکاک (Peacock) . این سه یار دبستانی با هم عهد و میثاق بستند تا دنیای بهتری بسازند و همگی مساعی خود را در این راه مبدول دارند که جهان ، بهنگام مرگ آنان ، خوب تر از زمان تولدشان باشد . اولین گام در راه تحقق این هدف عالی با تأسیس انجمن تحلیلی در ۱۸۱۲ برداشته شد . منظور انجمن در درجه‌ی اول این بود که اصول ریاضی نیوتنی را به اصول لایب نیتزی که در سراسر اروپا متداول و رایج بود مبدل

۱ - Devonshire ، ولایتی است در جنوب غربی انگلستان ، مساحت آن ۶۷۶۵ کیلومتر مربع ؛ دارای ۷۹۸۲۸۳ نفر سکنه .
 ۲ - Herschel , Sir John (۱۷۹۲ - ۱۸۷۱) ، پسر ویلیام هرشل .
 وی نیز مانند پدرش منجمی مشهور شد ، و در باب سحابیها و ستارگان دوتائی تتبعات ذیقیمتی بعمل آورد .



نمایند. نیوتن برای نشان دادن میزان تغییر هر کمیت، نقطه‌ای در نمودار آن می‌گذاشت؛ لایب‌نیتز این تغییر را با قرار دادن حرف dx در مقابل آن بیان می‌کرد. بیج، پس از تأسیس انجمن، درصدد برآمد تا «اصل dx » گذاری را رایج سازد، و عصر نقطه را که دانشگاه از آن جانبداری مینمود، بطرف زوال بکشاند. «گرچه در راه اجرای منظوره‌های این انجمن مخالفت‌های بسیاری به عمل آمد، ولی‌الا بیج و دوستانش توانستند تأثیر عمیقی نسبت به توسعه و بسط ریاضیات در انگلستان معمول دارند.

بیج که یقین داشت در امتحان سه مرحله‌ای از هرشل و پیکاک عقب خواهد ماند از تربیتی کالج به پیترهاوز (Peterhouse) رفت زیرا اول شدن در پیترهاوز را به شاگرد سوم شدن در تربیتی کالج ترجیح میداد. باری همانطور که انتظار میرفت در امتحانات شاگرد اول شد و به تحصیل ادامه داد؛ و در ۱۸۱۷ باخذ درجه‌ی M.A. نائل آمد. پس از پایان مدرسه، بیج و هرشل و پیکاک کماکان دوستی خود را محفوظ داشتند، و هر یک برای و روش خویش، میکوشیدند تا در راه تحقق میثاق دوران تحصیلی نهایت کوشش و مجاهدت را به عمل آورند، پیکاک در سلك روحانیان در آمد و کمی بعد اسقف اعظم ایلی^۱ شد، هرشل، پس از يك دوران کوتاه کارآموزی در حقوق، تصمیم گرفت راه و رسم پدر را ادامه دهد و منجم شود. لاجرم منجمی قابل شد، مورد توجه دربار سلطنتی قرار گرفت و بریاست ضرابخانه رسید؛ از کلیه تشخیصات علمی چشم پوشید بطوریکه مترجمان احوالش گفته‌اند سراسر عمر را با پاکی و سلامت نفس گذرانید.

بیج، برعکس زندگی را در راه ساختن ماشین حساب صرف کرد. در پایان عمر بدوستانش گفته بود که در سراسر حیات یکروز خوش نديده، «مثل اینکه از نوع بشر عمماً، از انگلیس‌ها خصوصاً، و از حکومت انگلیس و از کمانچه کش‌ها بیشتر از همه تنفر دارم.» ولی باید متذکر شد که حال و روحیه‌اش همواره این قدر هم بد نبوده است. وی در قسمت اعظم زندگی خود مردی اجتماعی بود، و در حالی که يك نوع روح ظرافت و شوخی داشت، اوقات را با دوستان می‌گذرانید. زمانی

1 - Ely، شهریست واقع در شمال شرقی کیمبریج، انگلستان. کلیسای جامع معروف بزرگی دارد که در ۱۰۸۳ ساخته شده و یکی از بزرگترین کلیساهای انگلستان میباشد.

با تفاق هرشل به فرانسه رفتند ، بیبیج دستور داد که ۲ عدد تخم مرغ برای صبحانه‌ی هر يك آماده کنند ، ولی عبارت « برای هر يك دو »^۱ را از راه شوخی و با تغییر آکسان و صدای حروف ، بنحوی تلفظ کرد که سر پیشخدمت پنداشت ۵۲ تخم مرغ می‌خواهد ، ولا جرم به آشپز دستور داد « ۵۲ تخم مرغ برای آقایان انگلیسی‌ها حاضر کنند . » در این موقع بیبیج ، با ایراد تلفظ صحیح حقیقت را بوی فهمانید و از تهیه‌ی این مقدار صبحانه ممانعت بعمل آورد. موضوع فوراً در پاریس منتشر شد ، حتی در صفحات روزنامه‌ها نیز منعکس گردید . چند روز بعد ، در يك جلسه‌ی میهمانی ، مردی از وی پرسید « راستی موضوع ۵۲ تخم مرغ که دو نفر انگلیسی بعنوان صبحانه خورده اند چه بوده است ؟ » و وی بلافاصله چنین پاسخ داد « هیچ امر نامعقولی نیست که گاهی از يك جوان انگلیسی سر نزنند . » در ادینبورگ ، استادی که با وی بشام دعوت داشت ، بامدادان میگفت « شب بسیار خوشی را گذرانیدیم ؛ و در ساعت دو صبح ، با زحمت بسیار ، از دست وی نجات یافتیم . » بیبیج مسافرت‌های بسیاری در اروپا می کرد ، و در ضمن آن همواره میکوشید تا معاشر و ندیم و همصحبتی موافق و سازگار بیابد . - اغم از این که از طبقه‌ی اشراف باشد یا از جرگه‌ی ریاضی‌دانان و مکانیسین‌ها .

اشتغال ذهنی عجیب بیبیج به موضوع ماشین محاسبه رفته رفته او را از صورت جوانی بشاش و با روح به پیرمردی عبوس و عصبانی مبدل ساخت . این توجه و دلیستگی -- بنا بر آنچه از وی مذکور است -- صرفاً نتیجه‌ی يك بحث تصادفی بود که با دوست خود ، هرشل ، بمیان آورده است. وی حسابهایی را که برای انجمن نجوم کرده بود بدو عرضه داشت . هرشل و بیبیج ، بهنگام رسیدگی به ارقام محاسبات ، به تعدادی اشتباهات برخوردند و بیبیج در مورد این اشتباهات گفت « چه خوب بود که این محاسبات هم به وسیله‌ی ماشین بخار صورت میگرفت ! » هرشل در پاسخ اظهار داشت « مگر اشکالی دارد ؟ ! » از آن پس بیبیج تمام افکار خود را به این کار

۱- جمله‌ی Chacun Deux (بمعنای برای هر کدام ۲) ، را طوری ادا کرد که سر پیشخدمت آن را Cinquante Deux ، (بمعنای ۵۲) تصور کرد .

معطوف ساخت و دریافت که اصولاً ساختن ماشین برای محاسبه و تهیهی جداول حساب مقدور میباشد. وی افکار اولیهی خود را تنظیم کرد، و نمونهی ناقص و کوچکی که دارای ۹۶ چرخ و ۲۴ محور بود ساخت. بعداً چرخها را به ۱۸ و محورها را به ۳ عدد تقلیل داد. در ۱۸۲۲ نامه‌ای به سر همفری دیوی، رئیس انجمن سلطنتی، نگاشت و فوائد و محاسن ماشین تفاضلی خود را شرح داد و پیشنهاد کرد که دستگاهی برای دولت بسازد. انجمن سلطنتی پیشنهاد او را با نظر موافق تلقی کرد، و وزیر دارائی موافقت ضمنی خود را با تعهد پرداخت مخارج لازم برای این کار از طرف دولت اعلام داشت.

بیج تصور میکرد که کار در ظرف ۳ سال به پایان خواهد رسید، لیکن وی هر روز فکر تازه‌ای در اطراف ماشین میکرد و نقشه‌ی نوینی طرح مینمود و به اصطلاح «آنچه را تا آن لحظه رشته بود پنبه میکرد» بطوری که پس از گذشت ۴ سال حتی نقشه کار دقیقاً روشن و مشخص نبود. از طرف دولت يك ساختمان مصون از آتش سوزی، و کارگاههایی در نزدیکی منزل در اختیار وی قرار گرفت. پس از آن که دیوگ آو ولینگتن^۱ شخصاً از دستگاهها و کارگاهها بازدید کرد، وعده داد که تسهیلات و اعتبارات بیشتری برای ادامه‌ی کار در اختیار او قرار دهد. قضا را کمی بعد سوء تفاهمی میان بیج و جوزف کلمنت، مهندس قابل و کاردانی که سرپرستی امور فنی را عهده دار بود، در مورد دستمزد پدید آمد. کلمنت ناگهان کارگاه را منحل کرد، کارگران را مرخص نمود، و کلیه‌ی آلات و ابزار را که قانوناً از آن وی بود، به انضمام نقشه‌ها، با خود برد.

این پیشامد بحرانی موجب آن شد که فکر تازه‌ای در سر بیج خطور کند و آن این که ماشین بسازد که ساختن آن سهل تر، کارش سریعتر، و قدرت آن هم بیش از ماشین تفاضلی باشد. وی با وجد و شوقی تام نقشه‌ی خود را بدولت عرضه نمود، و نظر خواست که آیا کماکان به ساختن ماشین تفاضلی مشغول باشد یا آن که دنبال فکر نوین را بگیرد. اتخاذ

۱- Wellington, ۱۷۶۹ - ۱۸۵۲ سرباز و سیاستمدار انگلیسی که در جنگ واترلو ناپلئون را شکست داد. در ۱۸۲۸ بمقام نخست وزیر رسید و دو سال در این سمت باقی بود.

تصمیم قطعی در این مورد دو سال بطول انجامید ، و بالاخره به وی اعلام شد که متأسفانه دولت از موضوع منصرف شده است ، دولت قبلاً ۱۷۰۰۰ لیره در این راه خرج کرده بود ، بیبج نیز مبالغ هنگفتی از سرمایه‌ی شخصی خود به مصرف رسانیده بود . ماشین تفاضلی که وی وقت و سرمایه‌ی خود را در راه ساختن آن تلف کرده بود ، به صورت نا تمام در موزه‌ی کینگز کالج افتاد . بعداً بقایای این رؤیا به موزه‌ی کنزینگتن جنوبی منتقل گردید و اکنون هم در آنجا دیده میشود .

بیبج چند سال در راه ساختن ماشین تحلیلی با سرمایه‌ی شخصی خویش کارکرد ، سپس ترك آن را گفت ، و مجدداً تصمیم گرفت تا نوع جدیدی ماشین تفاضلی ، مشتمل بر کلیه‌ی اصلاحات و تسهیلاتی که میخواسته در ساختن ماشین تحلیلی بکار برد بسازد . از این رو بار دیگر از دولت مدد خواست ، لیکن وزیر دارائی با درخواست وی موافقت ننمود ، بیبج برنجید و او را تهدید کرد و وی را « هروستراتوس^۱ علم » خواند که برای آنکه نامش در صفحه‌ی تاریخ بماند ، و دستخوش فراموشی نگردد بتخریب معبد افس^۲ پرداخته است .

بالاخره هم بیبج هیچگاه ماشینی را که آماده‌ی کار باشد ن ساخت . نظرگاهش بس بزرگ تر و والا تر از سائلی بود که در آن دوره برای کار موجود بود . بیبج نمی‌خواست به ساختن يك ماشین حساب كوچك اكتفا کند . بلکه هدفش ساختن ماشینی بود که بتواند جدولهای مفصل ریاضی را محاسبه کند ، و ارقام آن ها را دقیقاً مرتب و منظم نماید . وی همواره میگفت « ماشینی که . . . فقط اعمال عادی حساب را انجام دهد ... متضمن چندان فایده‌ای نیست . باید دستگاهی ساخت که جداول را هم حساب کند . »

۱- Herostratus ، یکی از اهالی افس که معبد دیان (آرتیمیس) را که یکی از عجایب هفتگانه‌ی عالم بود آتش زد . این واقعه در شب تولد اسکندر ، و بیادبود ولادت اوصورت گرفت (۳۵۶ ق م) . وی مورد شکنجه و آزار فراوان قرار گرفت ، و بالاخره اعتراف کرد که برای آنکه نامی از خود برجای گذارد بدین عمل مبادرت کرده است . اهالی افس فرمانی صادر کردند که نام وی جزو فراموش شدگان منظور گردد ، لیکن چنانچه قاعده‌ی طبیعی است - تاریخ نام او را محفوظ داشت .

۲- Ephes ، شهر قدیم یونانی آسیای صغیر ، در ترکیه‌ی فعلی ، معبد دیانا (آرتیمیس) ، یکی از عجایب سیمه ، در آن بود .

ماشین تفاضلی مبتنی بر اصل تفاضلات ثابت بود . برای روشن شدن مطلب اینک به شرح یکی از مسائلی که ماشین تفاضلی بیج میبایست حل کند می پردازیم ؛ و آن تعیین مجذور اعداد متوالی یعنی $۱^۲$ ، $۲^۲$ ، $۳^۲$ ، $۴^۲$ و غیره است . مجذور هر عدد کامل را میتوان از راه جمع ، با بکار بردن عدد ۲ بعنوان تفاضل ثابت بدست آورد . در شکل زیر سه ستون دیده میشود . در ستون اول عدد ثابت ۲ (معرف قوه) نوشته شده . ستون دوم با عدد ۱ شروع

I	II	III
	۱	
۲ —————		۱
	۳ —————	
۲ —————		۴
	۵ —————	
۲ —————		۹
	۷ —————	
		۱۶

و مرتباً ، در هر مورد ، ۲ واحد بر آن اضافه می شود . سپس این مجموع به ستون سوم که آنهم با ۱ شروع گردیده نقل ، و با رقم بالای خود جمع شده ؛ و بدین ترتیب جواب مطلوب بدست آمده است . مثلاً ۱ بعلاوه ۲ بعلاوه ۱ مجذور ۱ می شود ۴ که همان مجذور ۲ باشد ؛ و ۳ بعلاوه ۲ بعلاوه چهار مساویست با ۹ که مجذور ۳ باشد ؛ و از ۵ بعلاوه ۲ بعلاوه ۹ رقم ۱۶ بدست می آید که مجذور ۴ باشد و قس علیهذا .

این اعمال ساده را میتوان سهولت باماشین انجام داد ؛ نحوه ی کار کاملاً شبیه کار کیلومتر شمار اتومبیل است . اولین نمونه ای که بیج برای ماشین تفاضلی ساخت عبارت بود از چند چرخ دندانه دار که بر میلی های سوار بوده و بوسیله ی دسته ای می چرخیدند . این ماشین میتوانست مجذور اعداد را تا اعداد ۵ رقمی تعیین کند . لیکن آنچه بیج در نظر داشت بسازد ، بر مراتب بزرگتر و عظیم تر از اینها بود . نظر او ساختن ماشینی بود که قوای اعداد را تا اعداد ۲۰ رقمی - و آنهم نه مجذور، بلکه تا قوه ی ششم - حساب کند . بعلاوه رقمی که در ستون پاسخ دیده میشود ، بوسیله شبکه ای از اهرمها ، آلات تبدیل جهت و حرکت به منگنه های فولادی منتقل و سپس بر صفحات مسین حك شود.

اینکار از جنبه‌ی مکانیکی، مستلزم رعایت ترتیبات و نظام خاص و پیچیده و مفصلی بود. اجرای طرح بیج اشکالات فراوان داشت زیرا از طرفی تعداد بیج و مهره‌ها، چنگک‌ها، ضامنهای چرخ دنده، آلات تبدیل جهت حرکت، زنجیرها، میله‌ها، و چرخهای مورد نیاز فوق العاده زیاد و متنوع بود، و از طرف دیگر در آن عصر اجزاء و قسمتهای مختلف ماشینها هیچگاه قبلاً ساخته و آماده نبود تا بتوان فوراً آنها را مورد استفاده قرار داد.

با اینحال وی با مهارت و استادی تام دامن همت برکمربست، و با همکاری دستیارانش، در ساختن هر يك از قسمتها و قطعات ماشین نهایت دقت و مراقبت را مبذول داشته و میکوشید تا با تمهیدات تکمیلی، فرسودگی ماشین را بحد اقل برساند. طولی نکشید که وی يك تکنیسین ورزیده و ماهر گردید؛ ابزار و قطعاتی بساخت که هنوز در آن عصر مصرف پیدا نکرده بود؛ و روشهایی ابداع کرد که حتی امروز هم در طرحهای فنی واجد نهایت درجه اهمیت میباشد. شاید همین دقت فوق العاده و توجه زائد از اندازه‌ای که در مورد طرح ماشین مورد نظر بکار میبرد، باعث ضعف و شکست او گردیده باشد. اگر ماشین - بد انسان که او در نظر داشت - ساخته میشد، مسلماً مشتمل بر بیش از دو تن برنج، فولاد و مفرغ بود؛ ناگفته نماند که تا آن عصر هیچ اسبابی به این اندازه و معیار ساخته نشده بود.

پس از انصراف از فکر ماشین تفاضلی و تصمیم به ساختن دستگاه تحلیلی، بیج نظرگاه خود را بر مبنایی فوق العاده عظیم و حیرت آور متوجه ساخت. وی میخواست ماشین تحلیلی از عهده‌ی انجام هرگونه اعمال محاسباتی ریاضی - از هر درجه و قوه‌ای که باشد - برآید؛ جمع و تفریق و ضرب و تقسیم بکند؛ بتواند در حافظه ۱۰۰۰ عدد ۵۰ رقمی را نگاه بدارد؛ اعمال فرعی نظیر جداول لگاریتم را هم انجام دهد؛ اعداد را با هم مقایسه کند و آنها را با هم بسنجد؛ و در آن سنجشها عمل کند؛ خلاصه آنکه کارش منحصر به چیزهایی که در دستورالعمل آن نوشته شده نباشد.

کلیه‌ی این خواسته‌ها و نظریات - و یا قسمت اعظم آنها - امروزه در ماشینهای نوین محاسبه انجام می‌گیرد؛ لیکن بیج میخواست آنها را

با وسائل مکانیکی انجام دهد. در طرح وی مطلقاً جائی برای استفاده از جریان برق منظور نشده بود، وازلوله‌های الکترونیک اثری دیده نمیشد. نظر وی آن بود که کلیه‌ی این اعمال را با کارتهای منگنه‌ای انجام دهد. این مقواها با وسائل الکتریکی امروزه که سرعت برمیخورند و حرکت میکنند، مطلقاً شباهتی نداشت، بلکه نظیر کارتهائی بود که در دستگاههای بافتن پارچه‌های گل‌دار بکار میرود. مفروضات و ارقام ثابت در کارتها بصورت ستونهای از سوراخها منگنه میشود، و هنگامی که مقواها به ماشین وارد گردد، سیم‌های یابنده از مقابل آنها عبور می‌کنند. اگر سوراخها در جای متناسب خود باشند، سیم‌ها وارد سوراخها می‌شوند و حرکت زنجیر ستونها و همه چیزهای وابسته به آن را بهم مرتبط می‌کنند. بدین ترتیب ماشین کلیه‌ی اعمال لازمه را انجام می‌دهد. اینهمه اشکالات پریچ و خم باعث دلسردی بیج نمی‌شد. در اطاقش تصویر رنگینی از ژوزف ژاکارد^۱ وجود داشت که با ابریشم دوخته شده بود. و در تهیه‌ی آن بیش از ۲۰۰۰۰ کارت منگنه شده بکار رفته بود. ملاحظه‌ی این تصویر او را به پیروزی خود امیدوار می‌ساخت.

این طرح ساده‌ای از ماشین حساب وی بود. اگر چارلز بیج امروز زنده بود و میدید که نظریاتش کلاد در ماشینهای حساب الکترونی بزرگ کنونی تأمین شده است، بس خوشحال و مفتخر می‌گردید.

بیج، علاوه بر این، اسبابهای مکانیکی بسیاری ساخت که از جنبه‌ی عملی و فنی فوق‌العاده ممتاز می‌باشند. همانطور که امروزه بزرگترین اشکال برای هر هیئت علمی مأمور تهیه‌ی طرح ساختن ماشینهای محاسبه، موضوع مسائل مربوط به خواص لوله‌های خلاء و جریانات الکترونیک است، در آن عصر هم بیج کلیه‌ی توجه و مساعی خود را به مسائلی نظیر کارگاه، ماشین-آلات، اطاق نقشه‌کشی، و غیره معطوف می‌داشت. بیج، به کومک دستیارانش، تعداد کثیری آلات و ابزار فنی ساخت که بایک چرخ و تسمه کار می‌کرد. در بین استاد کاران قابلی که در کارگاهش کار میکردند، باید نامی از ج. ویتورث که بعداً به سر ژوزف ویتورث^۲ معروف شد

۱- Jacquard, Joseph Marie, ۱۷۵۲-۱۸۳۴، مکانیسین و مخترع فرانسوی که اولین ماشین پارچه بافی را اختراع کرد.

۲- Witworth, Sir Joseph (۱۸۰۳-۱۸۸۷)، سازنده و مخترع انگلیسی که شهرتش در ساختن انواع تفنگ است.

بمیان آورد؛ این مرد اولین سازنده‌ی اسبابهای دقیق در انگلستان می‌باشد. باری نقشه‌هایی که بیج برای ساختن انواع ماشینهای مختلف تهیه کرده بود به اندازه‌ای زیاد بود که سطح کلی آنها به ۴۰ متر مربع می‌رسید، نا گفته نماند که بنا بر نظر کارشناسان فنی معاصر، این نقشه‌ها بهترین نقشه‌های فنی است که تا کنون بدست بشر تهیه شده است.

کتاب پژوهشهای پیش از عمل بیج، موسوم به اقتصاد کارخانه‌ها و ماشینها، چندین بار طبع شد؛ بعلاوه در امریکاهم بچاپ رسید، و به زبانهای آلمانی و فرانسوی و ایتالیائی و اسپانیایی نیز ترجمه گردید. وی در این کتاب چگونگی ساختن ابزارهای فنی را جزء بجزء و مو بمو تشریح کرده، هزینه‌ی هر طرح را برآورد نموده، و راه بهبود و اصلاح آنها هم پیشنهاد کرده است. بعلاوه روشهایی کلی برای بررسی دقیق محل کارخانجات و طرز کار آنها ابداع نموده است. یک کارگر انگلیسی راجع به این کتاب چنین گفته بود: «کتابی است که مرا به تفکر واداشت» بیج این ستایش را یکی از بزرگترین و والاترین پاداشهایی می‌دانست که در زندگی به‌وی اعطا شده است.

بیج، کمی بعد، در آن موقع که بیش از ۷۰ سال داشت، به نوشتن شرح حال خود پرداخت و آن را سرگذشتهایی از زندگی یک فیلسوف نام نهاد. گرچه این کتابی است خشک و بی‌روح که از خامی مردی تند و عبوس تراویده، ولی در عین حال خالی از طنز و کنایه هم نمی‌باشد. در پشت کتاب شرح مبسوط و کسل کننده‌ای از انجمنهای علمی (بویژه انجمنهای علمی خارجی) که وی عضو آنها بوده است بدنبال اسم خود ذکر کرده است. وی در این کتاب بیش از آنچه به کرده‌ها پیردازد نا کرده‌ها، شکستها، و عدم موفقیتها را تشریح نموده است. و منظورش از این نوشته، بنا بر گفتار خود، آن بوده است تا «از نا مطبوعی... ماجرای ماشین حساب بکاهد».

لیکن تصور می‌رود که بیج چندان نیازی به این پژوهشخواهی نداشته باشد چه حتی تصور ماشین حساب در آن عصر کاملاً تازه و بدیع و حتی حیرت‌انگیز بود. سراسر این ماجرا نشان و گواهی است از جدال کهن و مناقشه‌ای که از دیرباز بین جدید و قدیم یا نو و کهنه وجود داشته است، بعلاوه نشان

میدهد که اجتماع آن عصر با مسائل فنی به چه نحو برخورد میکرده و چگونه از آن حمایت مینموده است. ماشین عظیم وی هرگز تکمیل نشد ، و مورد استفاده قرار نگرفت ، زیرا گرچه نبوغ بثنهایی قدرت تعالی دارد ولی باید زمینهی کار هم فراهم باشد. یاد بود بیج نه در مجادلات و مشاهرات خشک کتاب او است ، نه در سبقت وی در يك مبحث تازه ای از علم ، و بالاخره نه در وجود تعدادی چرخ و میله که اکنون در کنار موزه افتاده است . اثر جاوید وی نحوه و کیفیت پژوهشی است که ساختن ماشینهای بزرگ حساب امروزی را تسهیل نموده است . چه اثر بزرگ و یاد بود عظیمی !

لوئیس کرل

از : وارن ویور

هر زمان نام نویسنده‌ی «آلیس در سر زمینهای عجایب» برده شود ، بلافاصله این سؤال پیش می‌آید «آیا لوئیس کرل هم يك ریاضیدان درجه‌ی اول بوده است؟» کمتر کسی میداند که نام اصلی وی چارلز لاتویج داجسن (Charles Lutwidge Dodgson) بوده ، و در سراسر عمر نسبت به ریاضیات علاقه‌ای وافر و زائد الوصف داشته است . دوستداران آثار ادبی او ، اکثر ، داستان مجعولی را که در باره‌ی وی شایع است صحیح می‌پندارند ، و آن اینکه ملکه‌ی ویکتوریا که از خواندن کتاب آلیس بس محفوظ و خوشحال شده بود بفرمود تا کتابی دیگر از همین نویسنده بحضورش ببرند . لاجرم کتاب خشك و بیروح و مفصل داجسن را در باب دترمینانهای جبری به وی تقدیم کردند . و ملکه از دیدن و خواندن دو نوع کتاب از يك شخصیت واحد به دو نام بس متعجب و متحیر شده است .

لوئیس کرل از لحاظ ادبی دارای قریحه و استعدادی جالب بود ، و از جنبه‌ی آثار ریاضی نیز مردی توانا و پرکار بشمار میرفت . عامه‌ی مردم معمولاً ریاضیات را موضوعی چنان خشك و دشوار و بیروح می‌پندارند که لاجرم اگر کسی بعنوان ریاضیدان معرفی شود ، قهراً او را ریاضیدانی بزرگ تصور میکنند ؛ مثل اینکه در این پهنه از دانش قهرمانان غیر تراز اول نباید وجود داشته باشد . و این واقعیتی است که متأسفانه در افکار و اذهان جایگزین شده است . کرل آثار زیادی در مباحث ریاضی نوشته که از روی تعداد آنها میتوان به میزان اطلاعات و توجه و علاقه‌ی وی به این رشته از علوم پی برد .

داجسن بسال ۱۸۳۲ ، در ایالت چشر^۱ از يك خانواده ی روحانی بدنیا آمد که پدر در بدر کلا اوقات را مصروف کارهای دینی و مذهبی میکردند . وی پس از ۶ سال تحصیل بیهوده در مدارس ملی ، در ۱۸۵۰ ، به آکسفر د رفت . در ۱۸۵۲ شاگرد اول شعبه ی ریاضیات شد ، از امتیازات آن استفاده نمود ؛ و لاجرم برای وی در دانشگاه مقرری تعیین گردید مشروط بر اینکه مجرد بماند و به تحصیل ادامه دهد و از درجات کهنوت^۲ پیروی نماید . در ۱۸۵۴ به اخذ درجه ی . B . A نائل آمد و در ۱۸۵۷ درجه ی M . A گرفت . بسال ۱۸۵۵ یعنی در ۲۳ سالگی با حقوق سالیانه ی ۲۰ لیره بسمت مدرسی انتخاب، و به سرپرستی دانشجویان کریست چرچ و دانشجویان ریاضیات منصوب گردید . از ۱۸۶۸ تا ۱۸۹۸ یعنی بدان هنگام که در سن ۶۶ سالگی چشم از جهان فرو می بست ، مجرد ، در کوی دانشگاه بزیست . زندگی دانشگاهیش بر اثر مقتضیات عصر و فعالیت های دوره ی ملکه ی ویکتوریا روح و صفا و رونقی داشت . در ۱۸۵۵ کومک کتابدار شد ، در ۱۸۶۱ به مقام شماسی رسید ، و سپس ناظم کلوب دانشگاه و ناظر خرج آن شد .

لویس با این نحوه ی زندگی منفرد ، برای تحریر وقت بسیار داشت . نوشته هایش گاهی بنام چارلز لاتویج داجسن بود ، و زمانی به اسم لویس کرل . شاید کمتر نویسنده ای از حیث کمیت بقدر او چیز نوشته باشد ، و باز هم

۱ - Cheshire ، ایالتی در مغرب انگلستان ، بمساحت ۲۶۲۶ کیلومتر مربع ؛ دارای ۱۲۵۸۰۵۰ نفر سکنه .

۲ - درجات کهنوت یا انتصاب ، یکی از آئین های مسیحیت است که در کلیساهای کاتولیک رومی و ارتدوکس شرقی هنگام انتصاب کاهنان بخدمات دینی معمول است . اسقفان و کشیشان عهده دار امور دینی و اداری کلیسا میباشند و خادمان در کارها به آنان معاونت می کنند . اسقف رئیس يك دایره ی اسقفی است که شامل نواحی متعددی میباشد . اسقف اعظم ممکن است بريك ناحیه ی مطرانی که شامل چند دایره ی اسقفی است ریاست کند ، ولی ریاست او بر اسقفان دیگر چندان قاطع و مؤثر نیست . بطریق اسقف اعظمی است که بر امور نواحی مطرانی متعدد نظارت میکند . در کلیسای کاتولیک رومی همه ی اسقفان از پاپ ، که اسقف روم است ، تبعیت می کنند .



شاید آثار کمتر نویسنده‌ای تا اینحد متروک و نا دیده گرفته شده باشد . طبق آماروفهرستی که تهیه شده ، ۲۵۶ اثر وی در دوران حیاتش چاپ شده ؛ و تعداد کلی آثارش به ۹۰۰ میرسید . از این رقم ۱۶ فقره کتاب است که تقریباً ۶ تای آن برای اطفال است ، و در حدود ۱۰ مجلد به ریاضیات و منطق اختصاص داده شده . مسلماً خواهید پرسید ذکر الفاظ تقریباً و در حدود در اینجا چه معنی دارد ؟ علت آنست که در مورد پاره‌ای از کتابها نمی‌توان بطور قطع و یقین اظهار نظر کرد که کتاب برای کودکان نوشته شده یا برای بزرگان ؟ و آیا کتاب جنبه‌ی ریاضی دارد یا صورت تفریحی و تفرنی ؟ بعلاوه وی در حدود ۲۰۰ رساله نوشته که تقریباً ۵۰ تای آن مربوط به مباحثات دانشگاهی ، در کریست چرچ ، و تقریباً ۳۰ قلم آن مختص معماهای لفظی و لغز و معما و ۵۰ فقره به مسائل مختلف اختصاص داده شده است . قسمت اخیر مشتمل بر مباحثی گوناگون است از قبیل اینکه : چگونه ایام را بخاطر بیاوریم ؛ از چه راه میتوان آثار شکسپیر را برای دختران جوان منقح ساخت ؛ فن بازی تنیس و هنر نمائی در آن ؛ چه کنیم تا مرتکب اشتباهات لفظی نشویم ؛ قانون محاسبات پستی و غیره و غیره .

از ۲۵۶ فقره آثار وی که در دوران حیاتش بچاپ رسیده ، ۵۸ قلم در ریاضیات و منطق است . اگر این آثار مصدر و مالاك تعیین ارزش و مقام کرل ویا داجسن از جنبه‌ی ریاضی باشد ، باید بگوئیم که وی قبل از هر چیز معلمی بوده که نسبت به روشهای آموزش موضوعات مقدماتی بصیرت و ورزیدگی تام داشته و به آنها علاقه‌مند بوده است . وی بیش از ۲۵ رساله‌ی درسی در حساب و جبر و هندسه‌ی مسطحه و مثلثات و هندسه‌ی تحلیلی برای دانشجویان نوشت .

مهمترین و اساسی ترین اثر وی در هندسه کتاب اقلیدس و رقبای نوین ^۱ است . این کتاب معرف نظریه‌ی کلی وی نسبت به ریاضیات است ؛ و در آن کرل بصورت مبارز محافظه‌کاری جلوه میکند که خود را وقف دفاع از اقلیدس ^۱ نموده و در برابر جنبشهایی که برای اصلاح یا تغییر

۱ - اقلیدس، ریاضیدان بزرگ یونانی قرون چهارم و سوم قبل از میلاد، مؤلف کتاب اصول که از شاهکارهای علمی ، و اولین کتاب علمی هندسه است. اقلیدس هندسه‌ی خود را بر اصولی که بی‌برهان پذیرفته شده بود (اصل موضوع) بنا نهاد .

ظریات وی - بهر طریق که باشد - عرضه گردد ، قد علم مینماید . داجسن در این کتاب در صدد اثبات این نکته بود که اصل موضوعها و تعریفات و براهین و روش ساده ی اقلیدس بحدی مستحسن و کامل است که هیچگونه تغییری برکمال آن نمی افزاید ؛ و مسلماً آنرا بهتر از صورت موجود نخواهد نمود . همچنین وی مصر بود که نظم و ترتیب قضایا ، بهمان صورتی که اقلیدس عرضه کرده بود باقی و محفوظ بماند . داجسن علمای هندسه ی عصر خود را که میکوشیدند اصل موضوع خطوط موازی اقلیدس را مورد بحث و تجدید نظر قرار دهند ، بسختی مورد سخریه و استهزا قرار داده و میگفت کار اینها گرچه بظاهر عظیم است و فوق العاده ، ولی بنیانی ندارد . (ناگفته نماند که داجسن در کتاب بعدی خویش ، موسوم به نظریه ی جدید خطوط موازی ، کوشیده است تا شخصاً اصل موضوعی ابداع کند و آن را جانشین اصل موضوع اقلیدس بسازد .)

اقلیدس و رقبای نوین او کتابی است که از لحاظ علمی اهمیت چندانی ندارد ؛ و تنها از آن جهت جالب است که ، بصورتی مسخره آمیز ، لجاجتهای علمی آن مرد را نشان میدهد . در این کتاب ازین مسئله که اصل موضوع دو خط موازی يك واقعیت بدیهی و روشن نبوده بلکه مطلبی است قرار دادی که اصولاً قابل اثبات نمیشد مطلقاً ذکری بمیان نیامده است . در آنسر هنوز در فلسفه ی داجسن برای هندسه ی نا اقلیدسی محلی نبود ؛ و از انقلابی که مبیایست در ریاضیات و علوم حاصل شود خبری نه .

اثر نا مطبوعی که آثار تعلیم و تربیتی عالی جناب داجسن بر جای گذارده ، با مراجعه به نوشته هایش در باب ریاضیات جبران میشود . داجسن در کتاب عجیب کوچکی موسوم به مسائل نازبالشی با سیمای لوئیس کرل

اصل موضوع اقلیدس عبارت از اینست که از هر نقطه ی خارج يك خط مستقیم فقط يك مستقیم بموازات آن میگردد . این هندسه را هندسه ی اقلیدسی مینامند . بعضی از دانشمندان ، و از جمله لوباجفسکی و ریمان ، باطرد اصل موضوع اقلیدس بنیان هندسه ی نا اقلیدسی را نهادند . این هندسه در بعضی مسائل فیزیک نوین مفید واقع شده . در هندسه ی لوباجفسکی از هر نقطه لا اقل دو خط غیر قاطع خط معروض میگردد ، و در هندسه ی ریمان از يك نقطه خطی غیر قاطع خط دیگر نمی گذرد .

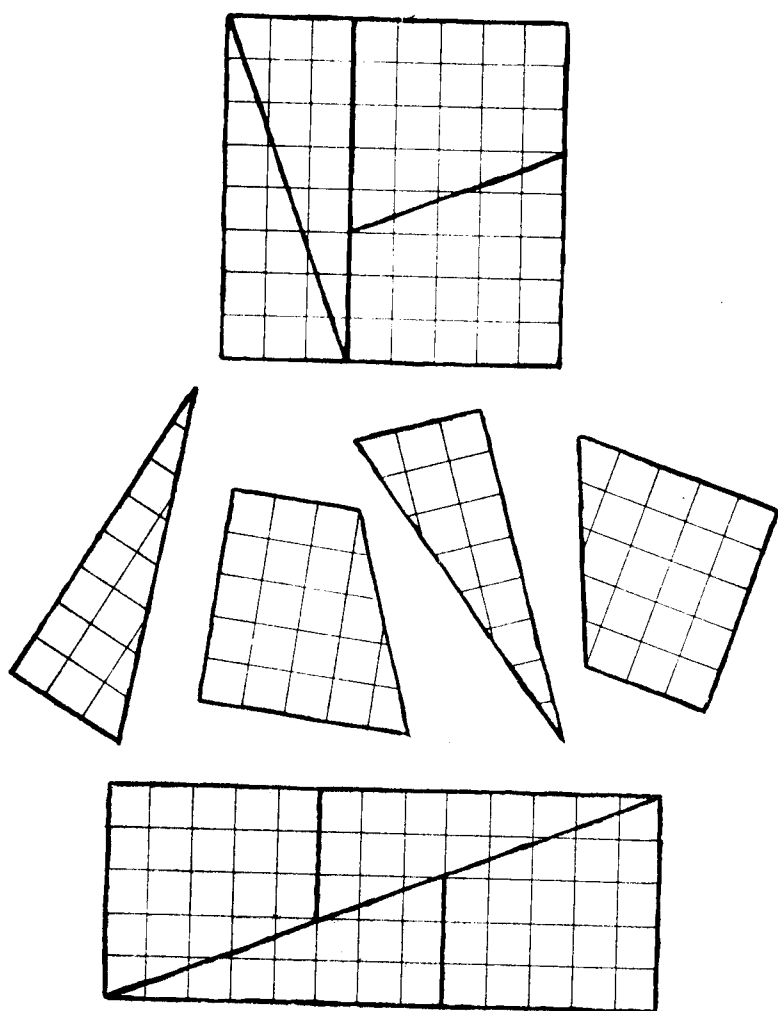
تجلی میکند. وی در این کتاب ۷۲ مسئله مربوط به جبر و هندسه‌ی مسطحه و مثلثات - که جملگی آنها را شب هنگام، در ذهن خود، بدون مداد و کاغذ حل کرده - ذکر نموده است. وی اصولاً کم‌میخواید، و از این بیخوابی رنج میبرد؛ و با آنکه مدعی بود که آنکس که با ریاضیات سروکار دارد چندان پای بند خواب نمیشود، معه‌ذا عقیده داشت که چه بهتر که ریاضیات مغز و فکر انسان را اشغال کند و بخود اختصاص دهد تا از سرگردانی معنوی و فکری جلوگیری شود. وی کاملاً به اصول مذهبی مؤمن بود؛ و میگفت ریاضیات درمانی است برای جلوگیری از افکار شکاکی که زائل کننده‌ی ایمان است؛ ... و اندیشه‌های کفرآمیزی که همچون میهمانی ناخوانده در پاکترین و معصومترین روحها نفوذ میکند، ... و پندارهای نامقدس که با وجود نکبت‌بار خود تصورات و خیالات آدمی را، که شیفته و خواهان طهارت و پاکی است، آزرده میسازد. با آنکه مسائل کتاب مقدماتی است، معه‌ذا تا حدی پیچیده بنظر میرسد و فهم آن مستلزم تمرکز و تفکر وقوه‌ی تصور و تجسم است. اینک بذکر نمونه‌ای از آن میپردازیم.

«روز اول ژوئیه، ساعت من ۸ صبح را نشان میداد، ولی ساعت دیواری ۸ و ۱۴ دقیقه بود. ساعت را به گرینیچ^۱ بردم، و هنگامیکه ساعت ظهر را نشان میداد، وقت حقیقی ۵ دقیقه بعد از ظهر بود عصر آن روز ساعت ۶ بعد از ظهر را نشان میداد. ولی ساعت دیواری ۵ و ۵۹ دقیقه را. روز ۳۰ ژوئیه در ساعت ۹ صبح (برطبق ساعت من) ساعت دیواری ۸ و ۵۷ دقیقه را نشان میداد در گرینیچ هنگامیکه ساعت من ۱۰ دقیقه بعد از ظهر را نشان میداد وقت حقیقی ۵ دقیقه بعد از ظهر بود. همان شب، هنگامیکه ساعت من ۷ بعد از ظهر بود، ساعت دیواری ۶ و ۵۸ دقیقه را نشان میداد. من ساعت خود را فقط برای مسافرتها کوک میکردم، ولی بطور منظم کار میکرد؛ لیکن ساعت دیواری مدام در کار بود، و کارش هم منظم و یکنواخت. حال مثلاً ظهر حقیقی روز ۳۱ ژوئیه را چگونه میتوان تشخیص داد؟

گرچه راه حل‌هایی که داجسن، در مجموعه‌ی خود برای مسائل عرضه نموده بطور کلی مبتنی بر دقت نظر و فراست است، لیکن در یکی از آنها

پارادوکس^۱ مثلث يك نتیجه‌ی غیر واقعی بدست میدهد ، و آن اینکه ۶۴ برابر است با ۶۵ مربعی که در بالای صفحه تصویر ملاحظه میکنید از ۶۴ (۸×۸) مربع واحد تشکیل یافته . این مربع را مطابق شکل بریده و بصورت مستطیل پائین که به ابعاد ۱۳ و ۵ است در می آوریم . اگر این مستطیل را به دقت مورد ملاحظه قرار دهیم معلوم میشود که زاویه‌ی میل وتر هر يك از دو مثلث كاملاً مكمل زاویه‌ی ذوزنقه ، در طرف قاعده‌ی كوچك آن نمیباشد . يك خانه‌ی اضافی ، از مجموعه‌ی نقاط خالی و بازمیان قسمتهای بالا و پائین مستطیل بوجود می آید. كرل این پارادوكس را بصورت يك معادله‌ی جبری تعمیم داد که مشتمل بر کلیه‌ی مربعاتی بود که پس از برش نتیجه‌ای مشابه با پارادوكس بالا دارند (نظیر مربعاتی با اضلاع ۲۱ واحد و ۵۵ واحد و غیره .)

۱ - Paradox ، حکم یا گزاره‌ایست که به ظاهر تناقضی در برداشته باشد ، و یا آنکه نامعقول باشد .



محدودیت فکر ریاضی او به وضع مضحکی نمایان می‌گردد. آن مسئله چنین است: د کیسه‌ای دارای دو مهره است، و ما راجع به مهره‌ها هیچ نمیدانیم الا آنکه هر دو مهره یا کبود (ك) است و یا سفید (س). شما باید بدون خارج کردن مهره‌ها از کیسه رنگ آنها را تعیین کنید. وی در حل این مسئله (بدیهی است که این مسئله قابل حل نمیباشد) مرتکب دو اشتباه عجیب و حیرت‌انگیز شده: اول آنکه به غلط چنین فرض کرده است که حکم قضیه مستلزم آنست که احتمالات (ك ك)، (ك س)، و (س س) (یعنی سه صورت ممکن در کیسه) مرتباً $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{4}$ باشند^۱. سپس، با انداختن مهره‌ی سیاهی در کیسه، میگوید که اکنون احتمال آنکه يك مهره‌ی سیاه از کیسه بیرون آید $\frac{2}{3}$ است.^۲ بدین ترتیب مرتکب اشتباه دوم شده و چنین نتیجه میگیرد که وضع کیسه، پس از انداختن يك مهره‌ی سیاه در آن، بصورت (ك ك س) است؛ لاجرم وضع قبلی آن (ك س) بوده یعنی مهره‌هایی که قبلاً در کیسه بوده یکی سیاه و دیگری سفید بوده است. شاید مردم عادی این نحوه استدلال را فوق‌العاده و شگفت انگیز بدانند، ولی از لحاظ ریاضی استدلالی است کاملاً نادرست. اگر همین نحوه استدلال را در مورد کیسه‌ای که محتوی ۳ مهره‌ی (سیاه و سفید) باشد به کار بندیم به این

۱- وضع کیسه‌ای که دارای دو مهره است، از لحاظ رنگ مهره‌ها دارای یکی از حالات (ك ك)، (ك س)، (س ك) و (س س) یا (ك ك)، ۲ (ك س)، و (س س) میباشد و علیهذا، بنا بر نظریه‌ی احتمالات، احتمالات (ك ك)، (ك س)، و (س س) مرتباً $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{4}$ میشود.

۲- در این حالت یا هر سه مهره سیاه است یا يك سفید و دو سیاه و یا يك سیاه و دو سفید، و احتمال خارج شدن مهره‌ی سیاه از کیسه مرتباً $\frac{3}{4}$ و $\frac{2}{4}$ و $\frac{1}{4}$ است که حد متوسط آن $\frac{2}{3}$ میشود.

نتیجه خواهیم رسید که اساساً محال است سه مهره در کیسه‌ای باشد .

ذوق و رغبت فوق‌العاده‌ی داجسن به معماهای ریاضی ، او را بر آن داشت تا کتاب کوچکی موسوم به *داستان پیچیده* در این باب بنویسد ، وی هر يك از مسائل آن را عقده نام نهاد . اینك عقده‌ی اول : دو مسافر جاده‌ای را که نیمی از آن مسطح است و نیمی دیگر در امتداد شیب تپه‌ای بالا می‌رود ، پیموده و سپس از تپه پائین آمده و از همان راه مسطح بمنزل باز می‌گردند . این راه پیمائی از ساعت ۳ الی ۹ بطول انجامیده . اگر سرعت آنها در قسمت مسطح جاده ساعتی ۶ کیلومتر ، در سربالایی ۵ کیلومتر و در سرازیری ۹ کیلومتر باشد تعیین کنید هنگامی که بر قله‌ی تپه بودند ، در ظرف نیمساعت چقدر راه پیموده‌اند ؟

مجموعه‌ای که من از نسخ خطی داجسن گرد آورده‌ام مشتمل بر دو فقره معمائی است که مورد نظر و توجه خاص او بوده . نام اولین معما چنین است . « مبدأ روز در کجا است ؟ » ، و مشتمل بر پارادوکس زیر است : فرض کنیم مردی ظهر روز ۳ شنبه ، بسمت مغرب ، با سرعت خورشید ، به دور کره‌ی زمین حرکت کند . با آن که این مرد به هر محل که برسد ظهر آن محل است مع هذا ، هنگامیکه به مبدأ حرکت باز گردد ، با کمال تعجب ملاحظه خواهد کرد که ظهر روز ۴ شنبه است . آیا روز چگونه و در کجا عوض شده ؟ این نظریه - که اولین بار در ۱۸۶۰ اعلام گردید - و مباحثاتی که بدنبال آن پیش آمد ، بسیاری مقامات دولتی را دچار تشویش و نگرانی ساخت ، و کسی نتوانست بدان پاسخی مقنع بدهد . تا آنکه سرانجام در ۱۸۸۴ خط جهانی روز تعیین و تثبیت گردید .

معمای جالب دیگر داجسن ، که آنهم مدت‌ها مایه‌ی سرگرمی و بحث و حیرت معاصران بود ، میمون و وزنه نام دارد . اینك شرح آن : « طنابی است کاملاً کششان و بی وزن ؛ این طناب از قرقه‌ای می‌گذرد که آنهم نه وزنی دارد و نه اصطکاکی بر طناب وارد می‌سازد . بریکسر طناب میمونی است ، و بر سر دیگر وزنه‌ای که دقیقاً با وزن میمون تعادل می‌کند اگر میمون از طناب بالا رود ، وزنه چه وضعی پیدا خواهد کرد ؟ » برای تشریح دقیق وضع وزنه لازم است که جزئیات حرکات و رفتار

میمون روشن گردد ، و معلوم شود آیا حیوان طناب را آرام آرام به پائین میکشد ؟ به تندی تکان میدهد ؟ و یا بنحو دیگری عمل میکند ؟ ! حل ساده و اجمالی معما چنین است که در شرایط و مفروضات مسئله ، طناب در هر لحظه نیروی واحدی را بر میمون و وزنه اعمال میکند ؛ و بنابراین بهر طرف که میمون حرکت نماید وزنه نیز درست در همان جهت حرکت خواهد کرد .

مسئله داجسن يك رياضيبدان طرازاول نبوده است ؛ و این واقعیتی است که از کلیه نوشته های ریاضیوی برمیآید . بطوری که ملاحظه نمودید افکار و نظریات هندسی وی ، حتی برای آن عصر و زمان نیز کهنه بود ؛ همچنین از شرحی که در بالا ، راجع به مسئله ی احتمالات گفته آمد ، معلوم میشود که وی به استنباط و درك اصل برهان نارسا^۱ موفق و نائل نگردیده است . در مورد جبر در یادداشتهای خود چنین نوشته : « این قضیه که عبارت $(x^2 + y^2)$ ۲ همواره مجموع دو مجذور کامل است ، گرچه صحیح به نظر میرسد ، ولی قابل اثبات نیست . » و مدتها طول کشید تا وی موفق به درك فرمولی که امروزه شاگردان دبیرستانها ، در مراحل ابتدائی جبر میخوانند ، بشود .

تصور میکنم باز ذکر فرمول :

$$2(x^2 + y^2) = (x + y)^2 + (x - y)^2$$

هیچگونه توضیحی مورد لزوم نباشد . در حساب جامعه و فاضله مفهومش از مقادیر بی نهایت خرد کلاً نادرست و خطا بود . وی آنها را کمیتائی می پنداشت غیر متناهی ، و مقایر صفر . در یادداشتهایش از آنها به « واحد بی نهایت خرد » ، « واحد بی نهایت » و « کسر محدود مینیموم » تعبیر کرده است . از اینها گذشته کرل ، بطوریکه از نوشته هایش مستفاد میشود ، مفهوم اساسی نحوه ی تحدید را در حساب جامعه و فاضله درك نکرده بود : « همین نکته که میتوان ثابت کرد که هر مقدار متغیر تقریباً مساوی يك مقدار ثابت است ، بنظر من قانع کننده نمی آید ؛ و ما حاصل آن اینست که تنها تفاضل را کم میکنیم ولی هرگز آنرا از میان نمیریم . »

قبل از آنکه داجسن را از لحاظ يك رياضيبدان مورد نظر قرار دهیم ، لازم است از دیدگاه منطق صورت دروی نظری بکنیم چه تقریباً نیمی از نوشته های ریاضیش مربوط به این بحث میباشد .

مهمترین اثر منطقی وی بازی‌های منطقی است که نخست در ۱۸۸۶ چاپ شد، و پس از ۱۰ سال بصورتی کاملتر و مبسوطتر و دقیق‌تر بنام منطق علامتی: قسمت اول، مقدمات انتشار یافت. کرل در این کتاب استعمال رویه و ترتیبی را که اولین بار (در ۱۷۶۱) بوسیله لئونهارد اویلر^۱ ریاضیدان سوئیسی، معمول شده بود بسط داد. این رویه متضمن نمایش دادن دسته‌ای از گزاره‌های^۲ متشابه بوسیله نمودار فضائی، و زبان خاصی برای ترجمه و تعبیر نمودارها و برگرداندن آنها بصورت احکام شفاهی است. مثالهایی که وی برای استعمال این روش ذکر کرده فوق‌العاده زیرکانه و سرگرم‌کننده است.

مثلا از مقدمات:

هر اژدهائی با آزار است،

هر اسکا تلندی بی‌آزار است،

نتایج زیر را گرفته:

هر اژدهائی نا اسکا تلندی است،

هر اسکا تلندی نا اژدها است.

شوخی دیگری که او با منطق ساده کرده بشرح زیر است (استنتاج نتیجه از مقدماتی مفروض)

«چنین پیشنهادی از طرف شما خیلی نامعقول است! اگر شعوری داشتید

میدانستید هیچ کهنه‌ملاحی بلغور نمی‌خورد!!»

«من گمان کردم که چون که عموی شما بود...»

«عموی من! چه مزخرفها!!»

«میخواهید بگوئید مزخرف! بگوئید! آنچه من میدانم اینست که

۱- Euler, Leonhard, (۱۷۰۷ - ۸۳)، ریاضیدان سوئیسی که از بنیان-

گذاران ریاضیات عالی به‌شمار میرود. شهرتش بیشتر بواسطه‌ی تتبعاتی است که در حساب جامه و فاضله، ریاضیات تحلیلی، و مکانیک بعمل آورده است. نظریاتش در نجوم، ئیدرودینامیک، و نور نیز مورد توجه است. معادلات اویلری و فرمولهای اویلری بنام او است.

۲- در منطق صورت هر جمله‌ی خبری را که مفادش یا راست باشد یا دروغ،

۳- زاره خوانند مانند: حسن احوال است؛ پنج‌زوج است؛ برف سیاه است.

همه‌ی عموهای من مردان سالخورده هستند ؛ و همه بالغور را هم مثل همه چیز دیگر دوست دارند.»
 «پس در این صورت عموهای شما (ناملاح) هستند.»

با آنکه بازیهای منطقی کرل سرگرم کننده بنظر میرسید ، با این وصف این اثر نه ابتکاری است و نه عمیق . وی در مورد منطق صورت محافظه کاری ثابت قدم و مصمم بود . ر . ب . بریشویت (Braithwaite) عالم منطقی انگلیسی ، گفته است که کرل « اصولی را که موجب پیدایش اینهمه تسهیلات در منطق صورت کلاسیک شده نمی پذیرد ، و آن را بیانی از گزاره‌های عمومی میداند که مطلقاً متضمن موضوعات اصلی آن نیست.» بدینترتیب در نظر کرل حکم « هر قورباغه‌ای که بیش از ۶ متر بپرد ، صدای بلند قور قور میکند » لزوماً متضمن يك دنیا مباحثات و گفتگوهای است که از آن جمله اینست که قورباغه‌هایی هم وجود دارند که بیش از ۶ متر می‌جهند .

کرل در اواخر عمر ، در مرحله‌ی منطق صورت گامی اساسی برداشت که مورد توجه و نظر ریاضیدانان جدی واقع شد . و آن مسئله‌ایست متضمن يك پارادوکس که کسی تاکنون آنرا بطور قطع حل نکرده است. دريك دکان سلمانی سه نفر با نامی A و B و C کار میکنند . (۱) A عاجز است و ناتوان ، و بنا بر این هرگاه بخواهد بترك مغازه را گوید باید B هم با او برود ؛ (۲) هر سه نفر نمی‌توانند در آن واحد بیرون روند زیرا مغازه نباید خالی بماند . حال با این دو مقدمه فرض میکنیم و نتیجه‌ی آن را در معرض امتحان قرار میدهیم . فرض کنیم که C از مغازه خارج شده است . از آنجا لازم می‌آید که اگر A بخواهد خارج شود بر طبق (۲) لازم می‌آید که B در مغازه بماند ؛ از طرف دیگر بر طبق (۱) لازم است که هرگاه A بخواهد از مغازه خارج شود ، B هم باید برود . بنا بر این معلوم میشود که فرض اولیه نادرست است ، و C نمیتواند از مغازه خارج شود . ولی بدیهی است که این مطلب بی‌معنی و نامعقول است زیرا C بدون توجه به هیچیک از این محدودیتها میتواند خارج شود . حقیقت این است که هر وقت A در مغازه بماند C میتواند خارج شود . بدین ترتیب استدلالی دقیق الی‌المقدماتی ظاهراً سازگار منجر به دو نتیجه‌ی متعارض میشود .

شاید خواننده‌ای در اینمورد بگوید «وضع این سلمانی و سه کارگرش کاملاً روشن و آشکار است، و سهولت میتوان بوجهی صحیح و عاری از تناقض گفت که کدام باید خارج شود و کدام باید بماند، چه بهتر از این، ولی به نتیجه‌ی واقعی نخواهیم رسید. صحبت در این نیست که «آیا میتوان مطلبی عاری از تناقض گفت یا نه!» بلکه در آنست که «کجای استدلال کرل خطا است؟»

برتران راسل، برای حل این اشکال میگوید «حکم A اگر بیرون رود، B هم باید بیرون برود، با حکم A بیرون برود پس باید B در مغازه بماند، تناقضی ندارد. استدلال وی چنین است که هر دو حکم متفقاً میتوانند درست باشند مشروط بر اینکه «A در مغازه بماند.» لیکن اینهم درست بمثابه‌ی آنست که بخواهیم استدلال کنیم که بین احکام دو سیاستمدار که اولی میگوید «اگر جمهوریخواهان پیروز شوند، کارها اصلاح میشود.» و دومی که معتقد است «اگر جمهوریخواهان پیروز شوند، کارها اصلاح نمیشود.» اختلاف و معارضه‌ای وجود ندارد. هیچیک از این دو سیاستمدار به نظریه‌ی يك عالم منطقی که بگوید «اگر سوسیالیستها پیروز شوند هر دو حکم صحیح خواهد بود، قانع نخواهند شد.

خواننده‌ای دیگر ممکن است بگوید «چون بفرض C خارج شده کسی حق ندارد بگوید که پس اگر A خارج شود B باید در مغازه بماند.»

در کتاب اصول ریاضیات (پرنسیپیا ماتماتیکا) (Principia Mathematica) که بوسیله‌ی برتران راسل و وایتهد نوشته شده، یکی از اساسی‌ترین قوانین عمل همانست که قانون تفکیک^۱ مقدم نام دارد و آن چنین است «اگر P و Q متحداً مستلزم R باشند، آنگاه از P لازم میآید که Q مستلزم R باشد.» با انطباق این اصل به موضوع مورد بحث، میتوان از حکم «اگر C و A هر دو بیرون باشند، B باید در مغازه بماند، به حکم «اگر C خارج باشد چنانچه A خارج شود B باید داخل باشد» رسید.

بدین ترتیب تحت قواعد صوری آنچه اکنون منطق کلاسیک شده است ، ممکن است دومین این احکام از اولین تفکیک گردد . با توجه به این نکته اکنون یا باید نظریه‌ی راسل را دایره بر اینکه میان «اگر A خارج شود پس B هم باید خارج شود» و «اگر A خارج شود ، پس B باید در مغایره بماند» تناقضی وجود ندارد ، بپذیریم و یا آنکه نتیجه‌ی همراه با پارادوکس را دایره بر اینکه C نمیتواند خارج شود قبول کنیم . از اینرو اگر کسی موافق با راه حل راسل نباشد ، باید با تطبیق قانون تفکیک مقدم ، خود راه حل دیگری برای آن بیابد .

اخیراً از طرف دو نفر علمای منطقی ، ضمن مقالهی منتشره در مجله‌ی میند (Mind) راه حلی برای این پارادوکس عرضه شده که در عین حال پیچیده تر و جالبتر است . اثر و . بوکس (Boks) ، استاد دانشگاه میشیگان نیز در مجله‌ی فلسفه‌ی علوم راه حلی عرضه داشته است . وی - آنطور که من استنباط میکنم - در مقالهی خود تحت عنوان «حالات احکام» ، میان دو چیز که یکی را التزام تصادفی و دیگری را التزام مادی نامیده تفاوت قائل شده ؛ و اولین را هم از همان راهی قابل تفکیک میدانده که دومی قابل تفکیک است . این اختلاف و تمایز ، گرچه مفروضه‌ی راه گریزی از پارادوکس دکان سلمانی است ولی بنظر بسیاری ، راه حل قانع کننده‌ای نبوده و بیشتر به ماست مالی و ظاهر سازی مینماید .

همانطور که بریتویت متذکر شده «کرل بیش از اندازه دانائیش در موضوع غور میکرد . فکر و مغزش آکنده از منطق شگفت انگیزی بود که فهم دقیق و موشکافی در آن خارج از حد توانائی وی بود . همین کیفیت است که منطق علامتی او را تا این پایه سطحی نموده... و بالعکس معماهای تصادفی ویرا تا اینحد عمیق و پیچیده ساخته است .»

تجزیه و تحلیل کارهای کرل امری است بس مشکل ، و شاید اظهار نظری بهتر از آنچه بریتویت کرده است نتوان نمود . وی ، در لباس عالیجناب داجسن معلمی بود قابل و کاملاً وارد به مقدمات ریاضیات ؛ ولی در کسوت لوئیس کرل ، ناخود آگاه بصورت عالمی منطق در آمد . بالعجله هنگامی که در صدد بر آمد تا یکسره خود را وقف منطق نماید

و با آن «سر شاخ شود» توفیقی چندان بدست نیاورد؛ و بالاخره در آن زمان که منطق را سرسری انگاشت، توانست زیرکی و دقت نظر خود را نشان دهد. عملاً اگر کسی بخواهد وضع فکری او را از لحاظ يك عالم منطق درك کند، باید بکتاب آلیس در سرزمینهای عجایب مراجعه کند. دکر آلیس و همراهانش غالباً در کتابهای منطق و فلسفه به میان میآید.

پی. ای. بی. جردن (Jourdain)، در کتاب دلپسند خود موسوم به فلسفه‌ی آقای بر-تر-ن-ر-سل برای اثبات مفاهیمی که در منطق عنوان مفتاح دارند، به نوشته‌ی لویس کرل استناد نموده است. نمونه‌ی استعداد و ذوق کرل که اینک ذکر می‌شود از آن کتاب اقتباس شده است.

دانشمندان منطق سالها در مورد نظریه‌ی عینیت (این همانی) مبارزه کرده‌اند. چگونه میتوان بدستی گفت که « x عین y است» یا « x همان y است» و یاد $y \ x$ است؛ این نکات در نظر دوستان کوچک کرل بصورت موضوعاتی کاملاً روشن و واضح تلقی میشود.

«روز بهمان درازی است که هر چیز دیگری که بهمان درازا است میباشد.» (سیلوی و برونو).^۱

«برونو ملاحظه کرد که هرگاه استاد دیگر از خود بیخود میشد، بانگ برمیآورد. وی یقین داشت که صدای او را خواهد شنید زیرا چندان دور نبود.» (سیلوی و برونو).

استعدادی که او داشت چنان بزرگ و چنان نادر بود که بفرض آنکه در نوشته‌های رسمی ریاضی او هم نواقصی دیده شود، از عظمت مقامش نمیکاهد. کرل خود هرگز در این باب ادعائی نداشت، و از آن همواره با کمال فروتنی و خفص جناح سخن میگفت. در اولین صفحه از دومجله‌ای که در اول ژانویه ۱۸۸۵، بسن ۲۳ سالگی نوشته، چنین متذکر شده است «اندکی هم در ریاضیات کار کردم، ولی سعیم بیحاصل بود.»

۱ - Sylvie and Bruno، نام کتابی است اثر داجسن، که در ۱۸۸۹

سری نیوازا رامانوجان

از : جیمز ر . نیومن

آنچه ذیلاملاحظه میکنید شرح اجمالی ومختصری اززندگی يك جوان فقیر هندی است که بنا بر گفتار یکی از ثقات وصاحبنظران « بزرگترین ریاضی-دان عصر حاضر بشمار میرود . » سری نیوازا رامانوجان (Srinivasa Ramanujan) در ۲۶ آوریل ۱۹۲۰ ، به سن ۳۳ سالگی ، بر اثر عارضه‌ی سل در هندوستان درگذشت . شاید نامش جز نزد ریاضیدانان معروفیتی نداشته باشد . وی ریاضیدان ریاضیدانان بود ، و به همین لحاظ است که در خارج از پهنه‌ی خود یعنی عالم ریاضیات شهرتی چندانی ندارد . کارهایی که او در این پهنه از علوم انجام داده است تأثیری عمیق و فراموش نشدنی بر فکر ریاضی برجای گذاشته است .

راما نوجان ۵ سال در انگلستان بزیست . ج . ه . هاردی ^۱ ، استاد فقید کیمبریج که از بزرگترین ریاضیدانان عصر خود بود ، روابط صمیمانه و تماس نزدیکی - چه از جنبه‌ی علمی و چه از لحاظ شخصی - با وی برقرار ساخت . هسته‌ی اصلی مقاله‌ی حاضر علاوه بر شرح مؤثری که وی در رثاء راما نوجان نوشته ، کلامبتنی بر مجموعه‌ی خطابه‌های معروفی است که هاردی در باب این ریاضیدان هندی در دانشگاه هاروردايراد کرده است . برای جزئیات امر هم شرح حال مختصری که به قلم پ . و . سشو ایار (P . V . Seshu Aiyar) و راما چاندرارائو

۱ - Hardy , Godfrey Harold ۱۸۷۷-۱۹۴۷ ، ریاضیدان انگلیسی

که شهرتش بیشتر بواسطه‌ی کارهایی است که در نظریه‌ی اعداد انجام داده . اثر معروفش دوره‌ی ریاضیات مطلق (۱۹۰۸) ، تأثیر عظیمی بر فکر ریاضی داشته است . سایر آثارش عبارتند از نامساویها (با همکاری لیتل وود و پولیا ۱۹۳۴) ، سریهای فوریه (۱۹۴۴ با همکاری روگوسینسکی) ، و سریهای دیورژان (۱۹۴۹) .

(Romachandara Rao) در مجموعه‌ی آثار رامانوجان نوشته‌اند مورد استفاده قرار گرفته است. این مأخذ برای آشنائی مختصر با صفات و شخصیت و نبوغ علمی رامانوجان کافی بنظر میرسد.

رامانوجان، بنا بر نوشته‌ی **ششویار**، مترجم احوالش، در یک خانواده‌ی برهمن پا به عرصه‌ی وجود گذاشت، اولیائش تنگدست بوده و در شهر **تنجور**^۱ واقع در ایالت مدرس بسختی روزگار میگذرانیدند. پدرش در **کومباکونام**^۲ حسابدار یک تجارت‌خانه‌ی پارچه فروشی بود، و مادرش که دختر برهمنی از اعضاء هیئت منصفه‌ی دادگاه ارود (Erode) بود زنی بود و فوق‌العاده دانا، مدیر، عاقل، و بزرگ. این زن، تا مدت‌ها پس از ازدواج فرزندی نداشت. روزی پدرش بدرگاه **ناماگیری** (Namagiri)، الاهی معروف شهر **ناماکال** (Namakkal) دعا کرد، و از وی درخواست نمود تا دخترش را تبرک کند و بارور گرداند. کمی بعد، در ۲۲ دسامبر ۱۸۸۷، صاحب نوه‌ای شد که او را رامانوجان نام گذاشتند.

وی در ۵ سالگی بدبستان رفت، و قبل از رسیدن به ۷ سالگی وارد دبیرستان گردید و از کومک خرج تحصیلی استفاده کرد. طولی نکشید که استعداد فوق‌العاده‌اش مورد توجه اولیای مدرسه قرار گرفت. وی حافظه‌ای عجیب و بی نظیر داشت. همواره مسائل را در ذهن حل میکرد و قضایا و فرمولها را از حفظ میگفت؛ رفقا و همکلاسیهایش از هوش سرشار و عجیب وی غرق در حیرت بودند. رامانکلیه‌ی ریشه‌های زبان سانسکریت را میدانست، عدد π (پی) را تا چندین رقم بخاطر داشت، و جذر عدد ۲ را تا هر چند رقم که میپرسیدند، بدون تفکر میگفت.

در ۱۵ سالگی که در کلاس ششم دبیرستان بود، یکی از دوستان کتاب خلاصه‌ی ریاضیات مطلق، اثر کار (Carr) را از کتابخانه‌ی مدرسه به عنوان امانت بگرفت و در اختیار رادانوجان قرار داد. خواندن این کتاب نبوغش را برانگیخت، و او را با دنیای نوینی مواجه ساخت؛

۱ - Tanjore، شهر است در ایالت مدرس هندوستان، دارای ۶۸۷۰۲

نفر سکنه

۲ - Kumbaconam، شهر است در مدرس هندوستان. دارای ۶۷۰۰۸

نفر سکنه؛ از مراکز تمدن برهمنی بشمار میرود



دنیائی بود که وی با آغوش باز از آن استقبال نمود . طولی نکشید که شخصاً به اثبات فرمول های آن پرداخت ؛ و چون در این مورد هیچگونه کتاب راهنمایی در اختیار نداشت ، لاجرم برای اثبات هر يك از فرمولها میبایست دقیقاً به مطالعه و تحقیق پردازد . ابتدا روشهایی برای ساختن مربعات وقتی درست کرد ، سپس به سراغ هندسه رفت و به تربیع دایره مشغول شد ، و آنقدر عمل را ادامه داد تا رقمی برای طول خط استوای زمین بدست آورد ، این رقم با اندازهی حقیقی بیش از دو سه متری تفاوت نداشت . باری ، چون وی پهنی هندسه را محدود میدید ، لذا توجه خویش را به جانب جبر معطوف داشت . رامانوجان غالباً می گفت که الاهی ناماکال فرمول هایی در خواب به وی می آموزد و الهام می کند . واقعا هم هر بامداد ، به هنگام بیداری ، آنچه را شب هنگام بفکرش خطوط کرده بود یادداشت مینمود و به تحقیق و مطالعه در آنها مشغول میشد . ناگفته نماند که در مواردی هم قادر باقامه ی دلیل قطعی نمیکشت . این رویه در سراسر دوران عمر وی ادامه یافت .

در ۱۶ سالگی امتحان متوسطه را در کالج دولتی کومباکونام گذرانید و مدرس درجه ی دوم شد . ولی از آنجا که اوقات خود را جز به ریاضیات به چیزی مصروف نمیداشت ، لذا در زبان انگلیسی ضعیف بود ؛ و لاجرم در امتحان بعدی قرین موفقیت نگردید ، و مآلاً کومک خرج تحصیلی خود را از دست داد . آنگاه ترك کومباکونام را گفته ، و نخست به ویجاپاتام^۱ ، و متعاقباً به مدرس رفت . در دسامبر ۱۹۰۶ در امتحانات نهائی ادبیات شرکت کرد ولی با شکست مواجه شد ؛ و از آن پس هرگز بدین موضوع اندیشه ننمود بلکه اوقات خود را کلاً به مطالعه در ریاضیات میگذراند . در ۱۹۰۹ ازدواج کرد ، و ناگزیر شد به کاری اشتغال ورزد تا بتواند زندگی خویش را اداره کند در دوره ای که برای پیدا کردن کار تلاش مینمود ، توصیه ای بعنوان دیوان بهادر راماناندرا^۲ راثو بدست آورد . راثو که خود دوستدار و هوا خواه ریاضیات بود در آن موقع پیشکاری دارائی نلور^۳ را بر عهده داشت وی پس از

۱- Vizagapatam ، شهرست در ایالت مدرس هند . دارای ۷۰۲۴۳

نفر سکنه .

۲- Nelore شهری در مشرق مدرس بفاصله ی ۱۵۰ کیلومتری آن .

ملاحظه‌ی دفترچه‌های بزرگ یادداشت رامانوجان - که در آن افکار عجیب وی با عجله و شتاب نوشته شده بود- شرح اولین ملاقات خود را با ریاضی-دان چنین بیان کرده است :

« چند سال قبل ، یکی از برادرزاده‌هایم که به کلی از ریاضیات بی اطلاع بود ، بمن اظهار داشت: عموجان ، امروز میهمانی داریم که دائماً از ریاضیات سخن میگوید. من که از حرف های او چیزی نمی فهمم ، ممکن است لطفاً شما تشریف آورده ببینید آیا حرفهایش اساسی دارد یا نه ؟ من که سرم آکنده از مفهومات ریاضی بود اجازه دادم که رامانوجان بحضورم بیاید . مردی بود کوتاه قد ، با قیافه‌ای زشت و ناهنجار ، ولی مصمم و با اراده ، لباس هایی کم بها و مستعمل در برداشت ؛ صورتش ناتراشیده بود گونه‌هایی داشت برجسته ، و چشمانی از حدقه بیرون آمده . درحالی که کتابچه‌ی رنگ و رو رفته و مندرسی زیر بغل داشت ، جلو آمد . فقر و تنگدستی به خوبی از سیمایش عیان بود . وی از کومباکونام فرار کرده بود تا فرصتی و مجالی برای ادامه‌ی تحقیقات داشته باشد . مطلقاً در بند جاه و مقام یا تشخص نبود ، تنها فراغتی میخواست ؛ بالجمله یگانه آرزویش این بود که از حیث غذا و مسکن در رفاه بوده و بتواند اوقات خود را به تفکر و تحقیق بگذراند.

« وی کتابچه را بگشود و در توضیح و تشریح یکی از کشفیات خویش آغاز سخن نمود . من بلافاصله دریافتم که در آن دفتر چه مطالبی فوق‌العاده است ؛ لیکن اطلاعات خودم بدان پایه نبود که بتوانم به طور قطع در باب اصالت یا سخافت مندرجات آن اظهار نظری کنم . از این رو از بیان عقیده خودداری کرده از وی خواستم تا مجدداً به ملاقاتم بیاید . وی نیز چنین کرد . و چون به ناچیز بودن سرمایه‌ی علمی من پی برده بود این بار از مباحثی مقدماتی‌تر و ساده تر سخن بمیان آورد . مطالب کتاب بتدریج پیچیده تر و مشکلتر میشد ، و من تردید نداشتم که با مردی روبرو هستم که عظیم دانا است . رفته رفته وی مرا به انتگرال های بیضوی و سلسله های هیپرژئومتریک (Hypergeometric) کشانید ، و بالاخره نظریه‌ی خود را در باره‌ی سریهای دیورژان ، که تا کنون دنیای دانش از آن بیخبر بود ، بر من فرا نمود . گفتمش چیزی بخواه . وی پاسخ داد تنها مختصر مؤنتی برای اعاشه مرا کافی است تا بتوانم به پژوهش های خود ادامه

دوم .

راما چاندرا مخارج راما نوجان را بر عهده گرفت ؛ ولی پس از مدتی چون از طرف مساعی وی برای بدست آوردن سمت مدرسی قرین موفقیت نگردیده بود ، و از طرف دیگر هم چون میل نداشت دائماً از قبل جوانمردی و کرم دیگری زندگی کند ، لاجرم شغل کوچکی در شرکت بازرگانی مدرس قبول نمود .

با این وصف وی هیچگاه از ریاضیات دست برد نداشت و کارهای تحقیقاتی را متوقف نگذارد . نخستین اثرش در مجله‌ی انجمن ریاضیات هندوستان ، در ۱۹۱۱ ، به چاپ رسید ؛ در این هنگام راما نوجان ۲۳ سال بیش نداشت . اولین مقاله‌ی مفصلش ، تحت عنوان خواصی چند از اعداد برنوی در همان سال منتشر گردید . در ۱۹۱۲ دو مقاله‌ی دیگر برای همان مجله نگاشت ، و سؤالاتی طرح کرد تا علاقه‌مندان پاسخ آنرا تهیه نموده بدفتر مجله بفرستند .

در خلال این احوال راما چاندرا راثوبه آقای گریفیث (Griffith) ، رئیس کالج مهندسی مدرس ، متذکر شده بود تا دل در کار راما نوجان فروبندد . وی نیز با سرفرانسیس سپرینگ (Sir Francis Spring) ، مدیر شرکتی که راما نوجان در آن کار میکرد ، مذاکره نمود . از آن پس کارش مورد نظر قرار گرفت و نسبت به وی توجه بیشتری مبذول گردید . راما نوجان ، بنابر توصیه و تذکر شوایار و دیگران ، باب مکاتبه را باج . ه . هاردی ، که در آن موقع عضو هیئت مدیره‌ی ترینیتی کالج در کیمبریج بود بگشود . اولین نامه‌ی او که در ۱۶ ژانویه بزبان انگلیسی . (البته با کومک دوستانش) نوشته شده بود این شرح است :

د آقای هریز ،

د اجازه می‌خواهم خود را که يك کارمند قسمت حسابداری دفتر شرکتی تجارتی در مدرس ، با حقوق سالیانه ۲۰ لیره هستم ، به شما معرفی نمایم . من اکنون ۲۳ سال دارم (ولی ۲۵ ساله بود) ، دانشگا . ندیده‌ام ، ولی دروس عادی دبیرستانها را خوانده‌ام . پس از ترك مدرسه از آن

نظر شفلی قبول کردم تا بتوانم اوقات فراغت خود را بتحصيل رياضيات بپردازم . گرچه مراحل رسمي دوره‌ی دروس منظمی را که در دانشگاه معمول است ندیده‌ام ، لیکن تصور میکنم از راهی دیگر به همان نتیجه رسیده باشم . من يك سلسله تحقیقات خاصی در باب سریهای دیورژان بطور کلی نموده‌ام و نتایجی که بدست آورده‌ام از طرف ریاضیدانان ملی بعنوان شالوده‌ی... تلقی شده است .

« اجازه می‌خواهم از شما تقاضا کنم که اوراق جوف این پاکت را تماماً بخوانید . چون من مردی فقیر و تنگدست هستم تقاضا دارم اگر در آن چیزی جالب یا آموزنده ملاحظه فرمودید لطفاً آنها را بچاپ رسانید . من تحقیقات دقیق علمی خود و نتایجی را که بدست آورده‌ام در اینجا ذکر نکرده‌ام ، بلکه تنها به ذکر روش کار خود پرداخته‌ام . و نظر بآنکه من هنوز تجربه‌ی کافی نیندوخته‌ام . فوق الماده خوشوقت خواهم شد که مرا راهنمایی و ارشاد بفرمائید ، ازاینکه مزاحم اوقات شما شده‌ام معذرت میطلبم .

باتقدیم احترامات فائقه
س. رامانوجان»

پیوست نامه یکصد و بیست قضیه‌ی ریاضی بود. هاردی در مورد نامه‌ی فوق‌چنین اظهار نظر نموده است :

« کاش میتوانستید عکس‌العملی را که این نامه درمن ایجاد کرد نزد خود مجسم کنید . دریافت نامه‌ای چنین ، آنهم از يك منشی هندی ناشناس ، مرا که يك ریاضیدان حرفه‌ای هستم سخت براگیخت .

« اولین مطلب این بود که آیاتن اصولا چیزی قابل یا جالب در آن می یابم یا نه ؟ چیزهایی نظیر (۱۰۷) را من خود قبلا اثبات کرده بودم و با (۱۰۸) تا حدی آشنا بودم . قضیه‌ی (۱۰۸) یکی از فرمول های لاپلاس بود که یاگوبی^۱ آن را ، اولین بار ، بنحو درست و دقیق

۱ - Jacobi , karl Gustáv , (۱۸۰۴ - ۱۸۵۱) ، ریاضی دان

به اثبات رسانده بود؛ قضیه (۱۰۹) در رساله‌ای که قبلاً (به سال ۱۹۰۷) از طرف روجرز به چاپ رسیده بود، دیده میشد. من که خود را استاد و متخصص انتگرال‌های متناهی می‌پنداشتم خواستم تا (۱۰۵) و (۱۰۶) را حل کنم؛ ولی باید اعتراف کنم که موضوع بیش از حد تصور و انتظار پیچیده و مشکل بود، و مدتی وقت من بدان مصروف گردید...

و فرمولهای (۱۰۱) تا (۱۰۴) از آنهم مشکل‌تر بود؛ و من بزودی پی بردم که مسلماً دامنه‌ی اطلاعات رمانوجان بغایت وسیع است، و وی هزاران از این قضایا و فرمولها حاضر و آماده دارد. دومین این فرمول‌ها همان فرمول باوئر (Bauer) است که در نظریه‌ی سری‌های لو - ژاندر^۱ اهمیتی بسزا دارد؛ و بقیه خیلی پیچیده‌تر و مشکل‌تر از آنند که مینمایند....

و فرمولهای (۱۰۱۰) - (۱۰۱۳) گرچه در يك سطح نیستند ولی در عین حال کلاً مشکل‌است و عمقی. اگر يك کارشناس توابع بیضوی آنها را مورد مطالعه قرار دهد متوجه خواهد شد که (۱۰۱۳) بنحوی از نظریه‌ی ضرب مختلط (complex multiplication) مشتق شده است. لیکن فرمولهای (۱۰۱۰) - (۱۰۱۲) مرا بیچاره نمود؛ تا کنون چیزی نظیر آنها ندیده بودم. تنها يك نظر به آنها کافی‌است که بیننده دریابد که این فرمولها بوسیله‌ی يك ریاضیدان برجسته و طراز اول تنظیم شده‌است. بعلاوه در اصالت و صحت آنها نیز محل بحث نبود زیرا اگر درست نبودند مسلماً هیچ‌کسی آن قوه‌ی تصور و تخیل را نداشت که آنها را درحافظه تجسم دهد و بدین سان منظم و مرتبشان سازد...

و با آنکه رمانوجان پیروزیهای عمده‌ای درمباحث مشکل ریاضی بدست آورده بود، لیکن کارهایش در باب اعداد اول و مسائل وابسته به آن بکلی نادرست بود، و این تنها خطا و شکست او بشمار میرفت. مهذا

آلمانی. شهرتش بواسطه‌ی تحقیقاتی است که در توابع بیضوی نموده. وی برادر موریس هرمان یاکوبی (۱۸۰۱-۱۸۷۴) فیزیکدان مشهور آلمانی‌است.
۱ - Legendre, Adrien Marie (۱۷۵۲-۱۸۳۳) ریاضیدان فرانسوی
شهرتش بواسطه‌ی کارهایی است که در تئوری اعداد و انتگرالهای بیضوی و تهیه‌ی جداول مثلثاتی نموده، آثار متعدد و معتبری درمباحث ریاضی دارد.

من بهیچ وجه اطمینان ندارم که این شکست نیز به نحوی متضمن شگفتیهائی
- نظیر آنچه در پیروزی‌های علمی وی، مشهود است - نباشد....»

هاردی در جائی دیگر چنین متذکر می‌شود: نتایجی را که رامانوجان در این پهنه از ریاضیات بدست آورده بود همانست که لاندو^۱ بسال ۱۹۰۸ برای اولین بار بدان‌ها پی برده بود. رامانوجان هیچ يك از وسائل و تجهیزات لاندورا در اختیار نداشت؛ نه يك كتاب ریاضیات فرانسه دیده بود نه يك كتاب آلمانی. بعلاوه معلوماتش در زبان انگلیسی بحدی ضعیف بود که حتی از عهده‌ی انجام امتحانات متوسطه بر نیامد. عجب تر آنکه وی بدست‌های از مسائل ریاضی پرداخته بود که حل قسمتی آنها بتوسط دقیقترین و بزرگترین ریاضی-دانان اروپا در مدت یکصدسال انجام گرفته و حل بعضی از آنها هنوز هم ناتمام است.

۰ بالاخره در ماه ۱۹۱۳. در اثر کومک و یاری دوستان، وی موفق شد شغل منشیگری در تجارتخانه‌ی مدرس را ترك گفته و شغل مدرسی به دست آورد؛ هاردی، از ابتدا سعی بلیغ مبذول می‌داشت تا شاید رامانوجان را به کیمبریج بیاورد، و در این راه تا حدی هم به موفقیت‌هایی نائل شده بود، ولی رامانوجان نخست بعزت و معتقدات دینی و تمصبات ناشی از اصول کاست^۲ هندی و بالاخره عدم رضایت مادر خود حاضر به این سفر

۱- Landau, Edmund (۱۸۷۷-۱۹۳۸) ریاضیدان آلمانی، شهرتش عمده بواسطه‌ی کارهائی است که در باب نظریه‌ی تحلیلی اعداد، و مخصوصاً اعداد اول، انجام داده است. وی بیش از ۲۵۰ مقاله و چندین کتاب در ریاضیات نوشته است.

۲- Caste هر يك از طبقات اجتماعی هندی‌ها که جنبه‌ی توارثی دارند. افراد هر کاست در انتخاب نوع کار و فعالیت‌های اجتماعی محدودیت‌هایی دارند. ازدواج با افراد بیرون کاست ممنوع است. در هندوستان چهار کاست اصلی و چند نسیم فرعی وجود دارد: برهمن‌ها (روحانیون)، خشتریا‌ها (نظامیان)، وایسیا‌ها (زمین‌داران و بازرگانان)، سودره‌ها (کارگردان)؛ افراد پست‌ترین طبقه‌ی اجتماع یعنی باره‌ها یا پنجس‌ها خارج از دستگاه کاست قرار دارند.

نبود .

هاردی مینویسد « سرانجام رضایت خاطر مادر حاصل گردید آنهم به وجهی کاملاً بیسابقه . صبحگاهی مادر فرزند را فراخواند ، ورژبای دوشین باوی باز گفت : « در خواب دیدم تو در تالاری بزرگ ، بین گروهی از دانشمندان اروپائی نشسته‌ای . الهه‌ی ناماگیری مرا بخواند و امر کرد که مانع انجام وظیفه‌ی تو نشوم و بگذارم تا در زندگی براه خود بروی ، ووادی معرفت و کمال رایپویی و بمنظور خویش نائل گردی . »

بالاخره راما به لندن آمد ؛ و سالی ۶۰ کومک خرج از ترینیتی کالج در باره‌ی وی مقرر گردید . نا گفته نماند که یک مقرری ۲۵۰ لیره‌ای هم از مدرس داشت که از آن مبلغ ۵۰ لیره برای خرج اولیاء خویش تخصیص داده بود .

هاردی در باره‌ی راما نوجان چنین به سخن خود ادامه می دهد « اشکال بزرگی در کار بود ، و آن اینکه چگونه باید ریاضیات نوین را به وی آموخت . گرچه آنچه اومیدانست کاملاً دقیق و عمقی بود ، و لسی دانسته هایش محدود بود . راما نوجان مردی بود که معادلات اساسی (modular equations) را حل می کرد و قضایای ضرب مختلط را که دیگران حتی اسمی از آن نشتیده بودند ، کاملاً میفهمید ؛ تبخرش در کسور مسلسل (continued fractions) - از هر درجه که باشد - از کلیه‌ی ریاضی دانان جهان بیشتر بود . وی شخصاً معادله‌ی تابعی (functional equations) تابع زتا (Zeta) و جمله‌های غالب (dominant terms) بسیاری از مسائل معروف نظریه‌ی تحلیلی اعداد را کشف کرده بود . با این وصف کوچک‌ترین اطلاعی از توابع دو دوره‌ای (double periodic function) یا از قضیه‌ی کوشی^۱ نداشت ؛ و معلوماتش در مورد مفهوم متغیر مختلط (complex variable) و ماهیت آن فوق الماده سطحی و اندک بود ، افکارش نسبت به حقیقت براهین ریاضی از تصور و پنداری مبهم تجاوز نمی کرد . و کلیه‌ی نتایج حاصله را - اعم از نو یا کهنه و درست یا غلط

۱ - Couchy , Augustin (۱۷۹۸ - ۱۸۵۷) ، ریاضردان فرانسوی

که در کلیه‌ی رشته‌های ریاضیات و همچنین در نجوم و نور و سایر پهنه‌های علمی متبحر و استاد بود .

صرفاً به کومک بینش و فراست خود و با يك نوع استدلال در هم پیچیده و مفصل بدست آورده بود ، ولی هیچ گاه قادر به استقرار رابطه‌ی منطقی بین آنها نبود .

« برای من ممکن نبود از چنین مردی بخواهم که به فراگرفتن مباحث ریاضی از راه مراحل رسمی دوره‌ی دروس منظم تن در دهد و آنرا يك بار دیگر ، از آغاز ، بخواند . حتی نگران بودم که اگر نسبت به موضوعات و مباحثی که در نظر راما نوجان ملالت انگیز و گسل کننده است بی سبب اصرار ورزم ، چه بسا در اعتمادی که نسبت به من دارد فتوری حاصل شود یا آنکه ذوق و الهامش تباه گردد . از طرف دیگر چیزهائی بود که عدم معرف وی نسبت به آنها مایه‌ی سر افکندگی تلقی میشد ، و میبایست بهر نحو شده وی با آن مباحث شناسائی حاصل کند . بعضی از نتایج وی و مخصوصاً نتایج مربوط به توزیع اعداد اول ، علی‌رغم اهمیت فوق العاده‌ای که وی برای آنها قائل بود ، غلط بودند و نا درست . آیا چگونه ممکن بود ریاضی دانی آنهم راما نوجان چنین فرض کند که کلیه‌ی صفر های تابع زتا حقیقی است ؟ از این روناگزیر بودم که او را ، بهر نحو شده ، تعلیم دهم و با مباحث نوین آشنا سازم . گر چه در این راه تا حدی هم قرین موفقیت گشتم ، لیکن باید متذکر شوم که آنچه را من از او فراگرفتم بمراتب بیش از آن بود که وی از من بیاموخت ...

« در اینجا باید به اشتغالات راما نوجان در مباحث غیر ریاضی هم اشاره‌ای بکنیم . شخصیت وی در این پهنه‌ها نیز نظیر ریاضیات با تضادهائی عجیب و حیرت انگیز جلوه میکند . در مورد ادبیات با آنکه وی آثار خوب را از بد تشخیص میداد ، مع هذا باید بگویم که نسبت به ادبیات و هنر علاقه‌ای چندان نداشت . از طرف دیگر ، از آنچه بظاهر بر میآید وی در نظر پیروان مکتب جدید کیمبرج فیلسوفی تیز هوش و توانا بود .

از لحاظ فلسفه عقایدش بدروستی روشن نبود ، اما از جنبه‌ی سیاسی مردی با اراده و استوار و رادیکالی افراطی بشمار میرفت . وی ، بر خلاف سایر هندیان مقیم انگلستان ، به رعایت مبادی، مذهبی و تعصبات مربوط به کاست فوق العاده پای بند بود ؛ در عین حال باید متذکر شوم که مذهب در نظر او صرف انجام تکالیف دینی تلقی میشد نه ایمان باطنی و قلبی و معنوی . خوب بخاطر دارم که روزی میگفت : کلیه‌ی مذاهب در نظر من ، کمابیش،

بر حقدن ؛ - من از این حرف فوق العاده متعجب گشتم . وی اصولاً نسبت به چیزهای غیر منتظره و عجیب و خارق العاده - خواه مربوط بقیسفه باشد و خواه مربوط به ریاضیات یا ادبیات - علاقه ای مخصوص نشان میداد . کتابخانه ای بسیار كوچك داشت و كتابها را در آن به صورتی مخصوص ، دایره وار میچید از خوردن غذا های حیوانی مطلقاً اجتناب میکرد ، و جز مواد نباتی چیزی نمیخورد . این امر ، در آنموقع که بیمار شده و احتیاج بغذایی کافی و ضروری داشت ، فوق العاده موجب اشكال شده بود . در سراسر دورانی که در کیمبریج بود ، غذایش را شعبصاً میپخت ؛ قبل از صرف غذا ، همواره به تعویض لباس میپرداخت و پیجامه ای در بر میکرد ...

« اولین آثار بیماری رامانوجان در بهار سال ۱۹۱۷ نمودار گشت ، لاجرم در آغاز تابستان به بیمارستانی در کیمبریج رفت و در آنجا بستری شد . هیچگاه تخت خود را ترك نمی کرد . سپس به آسایشگاه لندن رفت و تا پائیز سال ۱۹۱۸ در آنجا بماند . در این موقع ظاهراً حالش بهبودی یافت ، و توانست کارها و فعالیت های خود را از سر بگیرد . شاید هم علت این بهبود ظاهری تأثیر روحی انتخاب وی به عضویت هیئت مدیره ی انجمن سلطنتی بوده باشد . وی پاره ای از اساسی ترین و عمیق ترین قضایا را در همین دوران کشف کرده است . کمی پس از آن به عضویت هیئت مدیره ی تربیتی کالج برگزیده شد . این دو انتخاب هم برای انجمن و هم برای کالج موجب افتخار و مباهات است چه قبل از آنکه مرد روی در نقاب خاك فرو كشد ، به عظمت مقامش پی بردند و او را چون گوهری نفیس در میان گرفتند .

رامانوجان در آغاز سال ۱۹۱۹ به هندوستان بازگشت ، و سال بعد در آنجا چشم از جهان فرو بست .»

برای اطلاع بر طرز کار رامانوجان در ریاضیات ، ناگزیر باردیگر عنان سخن را بدست هاردی میدهیم :

« من همواره در این فکر بودم که آیا در شخصیت رامانوجان رمزی نهفته بوده ؟ و آیا روش کار او با روشهای ریاضی دانان دیگر اختلافی داشته ؟ و بالاخره آیا چیزی غیر طبیعی یا فوق العاده در طرز فکر وی

وجود داشته است ؟ من به این سؤالات نمیتوانم بطور قطع و یقین پاسخی مثبت یا منفی بدهم ؛ ولی شخصاً هیچ يك از این نکات را قبول ندارم . عقیده من آنست که کلیه ریاضی دانسان اصولاً یکسان و با يك روش و سبك واحد فکر میکنند ؛ و رامانوجان نیز خارج از این قاعده نبوده است . تردید نیست که وی حافظه ای عجیب و خارق العاده داشت ، و میتواندست خصوصیات اعداد را ، به وجهی عجیب و حیرت انگیز ، در خاطر بسپرد و آنها را از حفظ بیان نماید . یکی از دوستان - تصور میکنم لیتل وود Littlewood - میگفت او کلیه اعداد صحیح مثبت را دوستان خود می دانست و به همگی خصوصیات و خواص آنها آشنائی داشت . بخاطر دارم هنگامیکه در پوتنه^۱ بیمار بود ، روزی بدیدنش رفتم . شماره ای اتومبیلی که مرا بنزد وی میبرد ۱۷۲۹ بود . من با ذکر رقم اظهار کردم که ظاهراً شماره ایست بی معنی و نازیبا ، ولی امیدوارم مقدمش بد نبوده و بتوانم آنرا بفال نیک بگیریم . وی جواب داد برعکس ، عددی است با معنی و جالب چه آن کوچکترین عددی است که به دو صورت مجموع دو مکعب کامل میباشد^۲ از وی پرسیدم آیا جواب مسئله را در مورد قوه ی چهارم هم میدانند یا نه ؟ وی ، پس از اندکی تفکر پاسخ داد که در نظرم نیست ولی تصور میکنم که اولین عددی از این نوع باید رقم بسیار بزرگی باشد . قدرت حافظه و نیروی محاسبه در رامانوجان فوق العاده بود ، ولی غیر طبیعی به شمار نمی رفت ؛ و اگر میخواست دو عدد بزرگ را در هم ضرب کند ، عمل را بهمان طریق عادی انجام میداد . گر چه کارش سریع بود و دقیق ولی این سرعت و دقت از سرعت يك ریاضی دانی که در عملیات محاسبات ورزیده باشد تجاوز نمیکرد .

۱- Putney ، ناحیه ایست در جنوب غربی انگلستان بر ساحل جنوبی

رود تایمز .

۲- عدد ۱۷۲۹ رامیتوان یا به صورت ۷۲۹ + ۱۰۰۰ نوشت و یا بصورت

۱ + ۱۷۲۸ ، در حالت اول مجموع مکعب دو عدد ۹ و ۱۰ خواهد بود . و در حالت دوم مجموع مکعب دو ۱۲ و ۱ . عبارة آخری ،

$$۱۷۲۹ = ۱۰۰۰ + ۷۲۹ = ۱۰^۳ + ۹^۳$$

$$۱۷۲۹ = ۱۷۲۸ + ۱ = ۱۲^۳ + ۱^۳$$

« نکته‌ای که فوق‌العاده عجیب و حیرت‌انگیز مینمود بصیرت‌وی نسبت به فرمولهای جبری ، و تحویل سریهای نامتناهی و غیره بود . هیچ سخنی به حقیقت نزدیکتر از این نیست که بگویم من تا کنون نظیر و قرینی در این مورد ندیده‌ام ؛ و از این لحاظ میتوان او را تنها با اویلر و یاکوبی مورد مقایسه قرار داد . وی به استقراء از مثالهای عددی فوق‌العاده توجه داشت ، و بیش از اکثر ریاضی‌دانان نوین آنرا بکار میبست و از آن استفاده می‌نمود ؛ و از آن جمله‌ی کلیه‌ی خواص همنهشتی تجزیه‌ی اعداد (*Congruence properties of Partitions*) را از همین راه بدست آورد . رامانوجان نیروی حافظه و صبر و حوصله و قدرت حسابگری را با يك نوع هوش و استعداد بی سابقه و حیرت‌انگیزی درهم آمیخته بود که او را ممتاز وی نظیر میساخت .

« غالباً گفته میشود که ، در عصر کنونی ، ابتکار در ریاضیات بمراتب سخت‌تر و دشوارتر از روزگاری است که اساس آنالیز نوین بنیان‌گذاری شده و این سخن ، بدون شك ، تاحدی هم‌صحیح میباشد . شاید درباره‌ی رامانوجان و مخصوصاً کارهای برجسته‌ای که باید ملاک تعیین ارزش واقعی وی تلقی شوند ، و همچنین تأثیر افکار وی در عالم ریاضیات نظریات و عقاید مختلفی اظهار شود ؛ ولی نسبت با اساس نبوغ بی‌نظیر وی کسی را محال‌شبه و تردیدی نمیباشد . آثار وی فاقد آن سلاست و روشنی و سراسازی است که در آثار بزرگ درجه‌ی اول دیده میشود ، و یقیناً اگر ساده‌تر بود ، از جنبه‌ی غرابت آن - غرابتی که مطلوب و مورد نظر رامانوجان بود - کاسته میشد . یکی از استعدادهای برجسته‌ی وی که هیچ‌کس منکر آن نیست ، عمق نظر و اصالت مسلم افکار وی میباشد . شاید اگر در جوانی بیشتر با توجه میشد ، و تحت تعلیم و تربیت بهتری قرار میگرفت ، ریاضیدان بزرگتری میگردد و قسمت اعظم آنچه را هم که پس از وی مکشوف گردیده است کشف میکرد . ولی چه بسا که آن ناز پرورده این رامانوجان نمیشد بلکه بصورت يك دانشمند اروپائی درمی‌آمد ، و تردید نیست که در چنین صورتی آنچه بشریت از دست میداد بمراتب بیش از آن بود که بدست می‌آورد .



کتابخانہ مخصوص اہل سہ