قدم اول

اینشتین

ژوزف شوارتز و مایکل مک گینس / آرام قریب

اینشتین

قدم اول

این کتاب ترجمه‌ای است از:
Einstein
For beginners
Joseph Schwartz and Michael McGuinness
Published in 1992 by Icon Books Ltd.

شوارتس، ژوزف، ۱۹۳۸ Schwartz, Joseph
اینشتین: قدم اول / نویسنده ژوزف شوارتز؛ طراح مایکل مک گینس؛ ترجمه آرام قریب. ـ تهران: مؤسسه نشر و پژوهش شیرازه، ۱۳۷۸.
۱۶۹ ص. : مصور. ISBN 964-6578-22-5: ۹۰۰۰ ریال
فهرستنویسی براساس اطلاعات فیپا.
عنوان اصلی: Einstein for beginners.
۱. اینشتین، آلبرت، ۱۸۷۹ ـ ۱۹۵۵، Albert Einstein, ۲. فیزیکدانان ـ سرگذشتنامه. الف. مک گینس، مایکل، ۱۹۳۵ ـ ، McGuinness, Michael. تصویرگر. ب. قریب، آرام، ۱۳۳۸ ـ ، مترجم. ج. عنوان.
۹ ش ۱۹ الف / ۱۶ QC ۵۳۰/۰۹۲
۱۳۷۸
کتابخانه ملی ایران ۱۳۲۱۹ - ۷۸ م

اینشتین

قدم اول

نویسنده: ژوزف شوارتز
طراح: مایکل مک گینس
مترجم: آرام قریب
طراح جلد: علی خورشیدپور
حروفچینی و صفحه‌آرایی: مؤسسهٔ جهان کتاب
لیتوگرافی: کوثر
چاپ و صحافی: فاروس
چاپ اول: ۱۳۷۸
تعداد: ۲۲۰۰
حق چاپ و نشر محفوظ است.
تهران. صندوق‌پستی: ۱۱۳۸ / ۱۹۳۹۵
تلفن: ۲۵۶۰۹۸۳

اینشتین

قدم اول

نویسنده : ژوزف شوارتز - طراح : مایکل مك گینس

ترجمهٔ آرام قریب

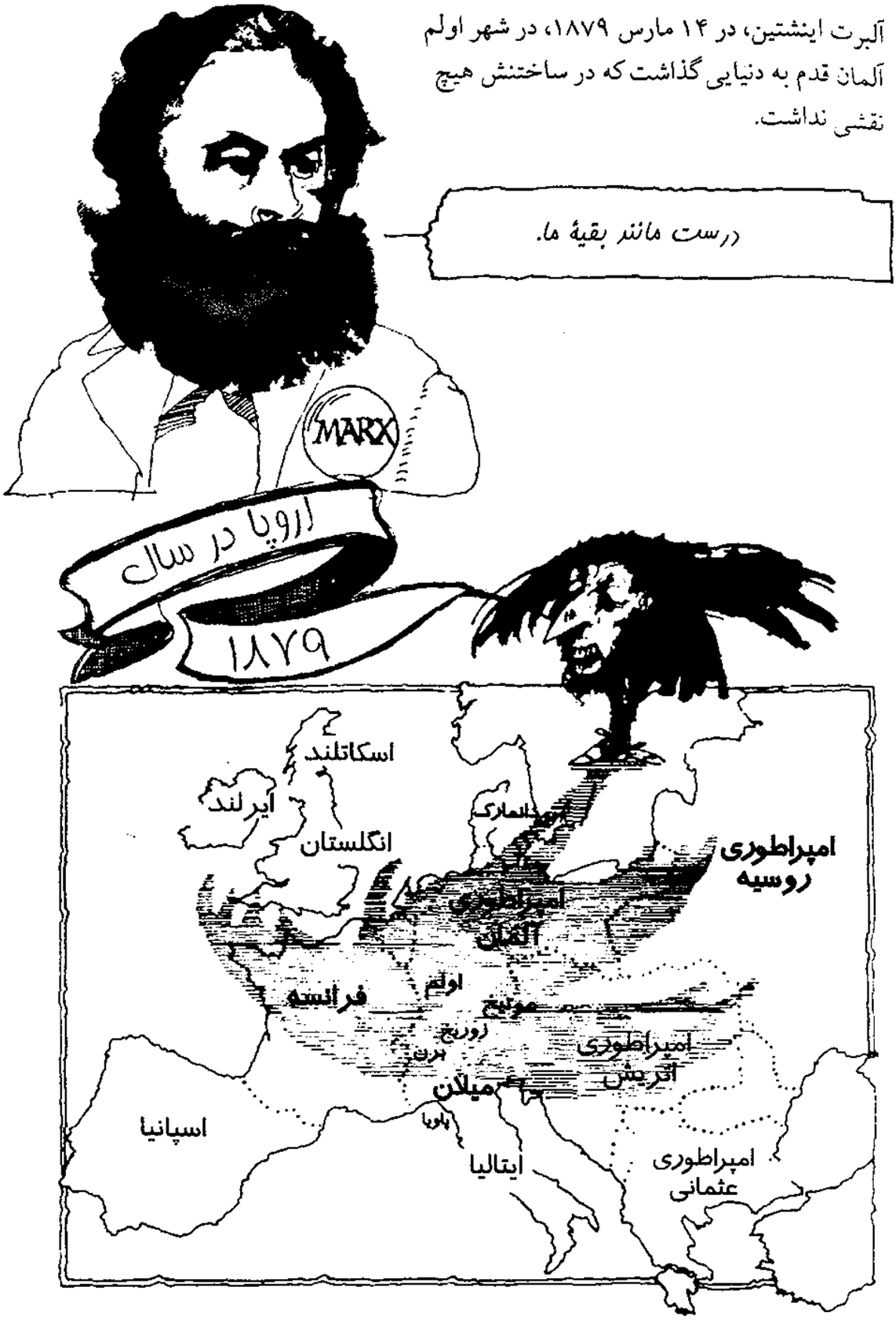
شیرازه

AP

اگر نظریهٔ نسبیت درست باشد، آلمانی‌ها من را آلمانی خواهند خواند، سوییسی‌ها به من خواهند گفت شهروند سوییسی، و فرانسوی‌ها من را یک دانشمند بزرگ خواهند خواند.

اگر نسبیت غلط باشد، فرانسوی‌ها به من خواهند گفت سوییسی، سوییسی‌ها به من خواهند گفت آلمانی و آلمانی‌ها به من خواهند گفت یهودی.

آلبرت اینشتین، در ۱۴ مارس ۱۸۷۹، در شهر اولم آلمان قدم به دنیایی گذاشت که در ساختنش هیچ نقشی نداشت.



در جهان چه می‌گذشت؟

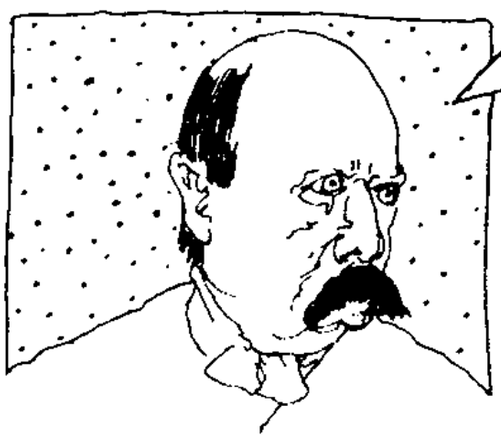
۱۸۷۰ **جنگ فرانسه و پروس** ـ پروس، استان‌های آلزاس و لورن را الحاق نموده، تأسیس امپراطوری آلمان را اعلام‌کرد. ازفرانسه ۵،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ فرانک غرامت دریافت نمود و آن را تماماً در سفته‌بازی مالی هدر داد.

۱۸۷۱ **کمون پاریس** ـ کارگران و سربازان، به مدت ۳ ماه، زمام امور را به‌دست گرفتند. کمون به کمک ارتش پروس سرنگون شد. ۳۰،۰۰۰ تن از انقلابیون و هواداران کُمون به دست مقامات فرانسوی اعدام شدند.

۱۸۷۳ **بحران مالی بزرگ جهانی** ـ ۱۷ سالی‌که از آن پی‌آمد، برای مردم عادی، عسرت، وبرای عدهٔقلیلی، سودهای هنگفت‌وتحکیم وضعیت‌مالی را به همراه‌داشت. تاجران‌کوچکی چون پدر اینشتین ضربه‌های سختی خوردند. دوره، دورهٔ مبارزات کارگری، مهاجرت و طلوع سوسیالیسم مبارز بود.

۱۸۷۸

بیسمارک برای از بین بردن هرگونه تهییج سیاسی طبقهٔ کارگر، قوانین ضد ـ سوسیالیستی وضع کرد.



«مسائل بزرگ روز، تنها با خون و شمشیر حل و فصل خواهد شد، نه با قطعنامه و رأی اکثریت.»

Otto Von Bismarck
1815-1898

اتو فن بیسمارک ۱۸۹۸ ـ ۱۸۱۵
صدراعظم آلمان ۱۸۹۰ ـ ۱۸۷۱

۱۸۷۹

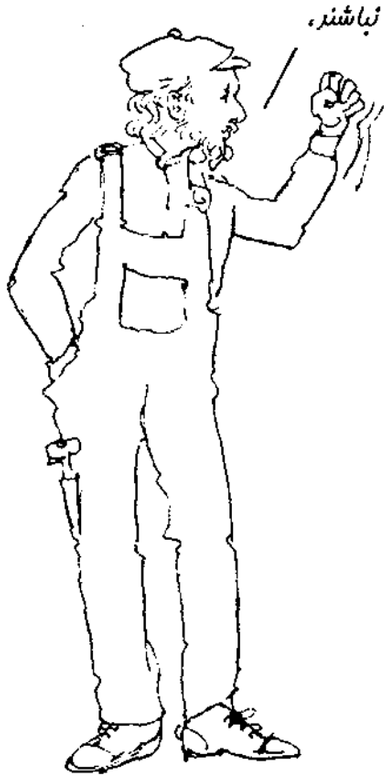
ویلهلم مار واژهٔ ضد ـ یهود را ساخت و **مجمع ضد ـ یهودی‌ها** را پایه‌گذاری کرد.

هرمان واگنر
۱۸۱۵ ـ ۱۸۸۹

دوست و معتمد بیسمارک

حقیقت این است که قوم یهود، در مقایسه با مسیحیان اروپا، خون متفاوت، بدن متفاوت، ساختمان متفاوت و روحیات و علقه‌های متفاوت دارد. اگر به این مجموعه مشخصه‌ها، پوست‌ضخیم و چرب، و خون بی‌ثبات و بیماری‌پذیر را نیز بیفزاییم، مشاهده می‌کنیم که یهود، همانا سیاهپوست سفید است؛ منتها به‌جای طبیعتِ سختی‌پذیر و ظرفیت سیاهپوست برای کارهای بدنی، مغزی دارد که ازنظر اندازه و میزان فعالیت، یهود را به مردمان قفقاز نزدیک‌تر می‌کند.

ـ عجب کیری افتادیم! یا زیرِ سر یهودی‌هاست، یا اگر یهودی‌ها نباشند، ایرلندی‌ها هستند. اگر ایرلندی‌ها هم نباشند، سیاه‌ها هستند!



ـ ای بابا! در کشور ما هم همه چیز را کردن سیسیلی‌ها می‌اندازند!

در یک دورهٔ گسترش صنعتی شگفت‌آور و عمومی به سر می‌بریم. در تمام اروپا مردم از روستاها به شهرها کشانده می‌شوند.

بین سال‌های ۱۸۷۰ و ۱۹۰۰ جمعیت
روستایی یهودیان جنوب آلمان به
میزان ۷۰٪ کاهش می‌یابد. بسیاری
به آمریکا مهاجرت می‌کنند.

در سال ۱۸۸۰، به دلیل رکود و کسادی، فعالیت تجاری پدر آلبرت از پا درمی‌آید و کل خانواده از شهر ۱۵۰۰ نفری اولم به مونیخِ ۲۳۰۰۰۰ نفری نقل مکان می‌کند. آلبرت یک سال دارد.

Hermann Einstein
1847 - 1902

هرمان اینشتین
۱۸۴۷-۱۹۰۲
پدر آلبرت.
شهروند افتخاری بوفانو

Pauline Koch
1858 - 1920

پالین کخ
۱۸۵۸-۱۹۲۰
مادر آلبرت.
دختر ژولیوس کخ پرن هایمر
کارپرداز دادگاه.

یهودی‌ها تا سال ۱۸۶۷ هنوز کاملاً آزاد نبودند و به این جهت، شهروند افتخاری بودن، مزیت ویژه‌ای محسوب می‌شد.

رشد صنایع شیمیایی و برق اساس صنعتی شدن آلمان را تشکیل می‌دهد.

مناسب برای
تجربه‌های آتی

سودآور

ارتباطات از طریق برق ۱۸۳۷:
تلگراف، کابل، باطری، پایانه، سیم‌پیچ عایق‌بندی شده، کلید قطع و وصل، ابزار اندازه‌گیری.

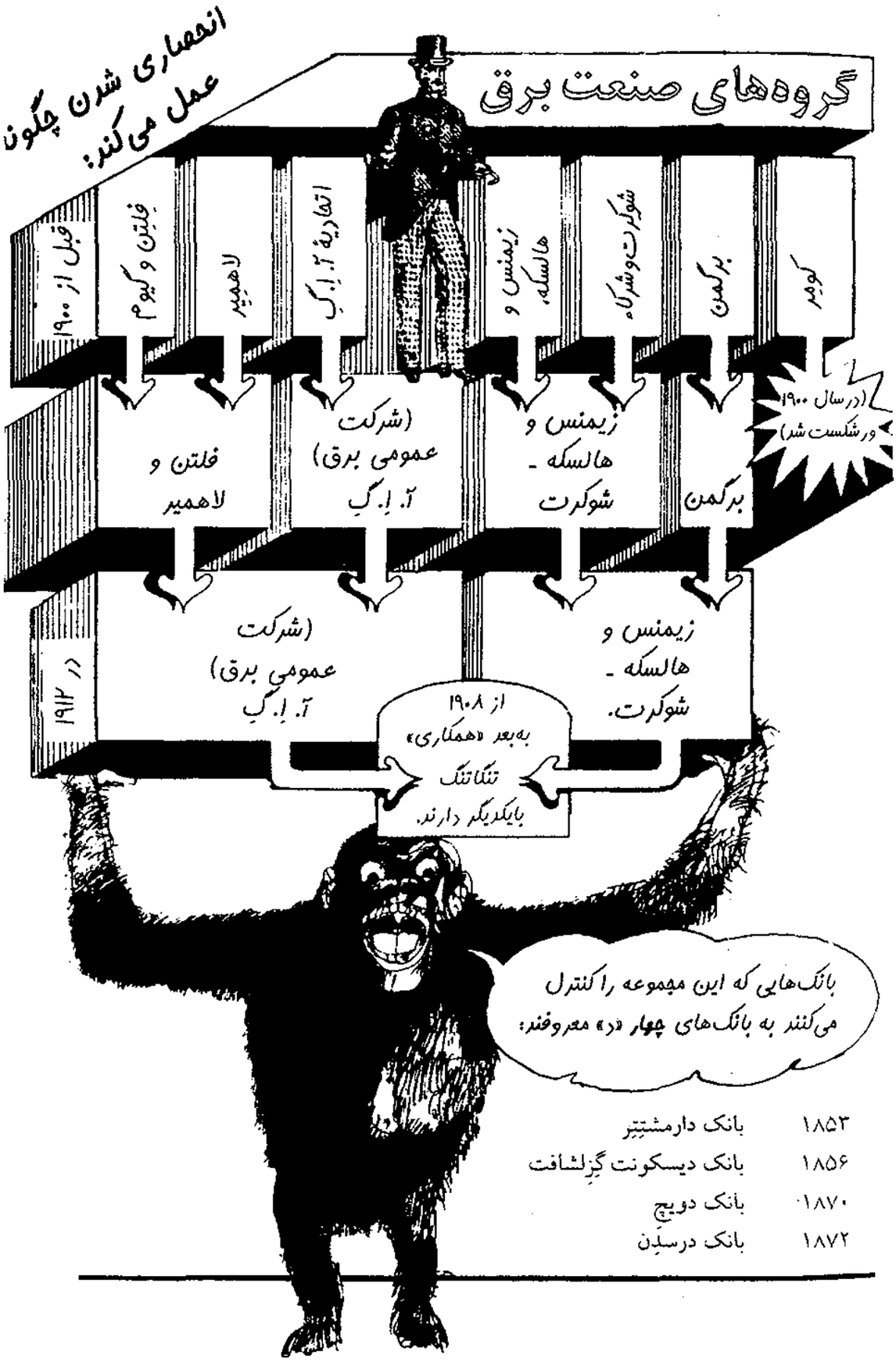
آبکاری برقی ۱۸۴۰:
برای لوازم پذیرایی و لوازم تجملیِ منزل برای طبقات متوسط مرفه.

روشنایی برقی ۸۰-۱۸۶۰:
استفاده از روشنایی قوس الکتریکی در خیابان‌ها، بارانداز‌ها، راه‌آهن و بالاخره در منازل.

تولید انرژی برقی ۱۸۸۰:
برقی کردن راه‌آهن‌ها، کوره‌ها، ماشین‌آلات، ساخت کارخانه‌های مولد و سیستم‌های توزیع نیرو.

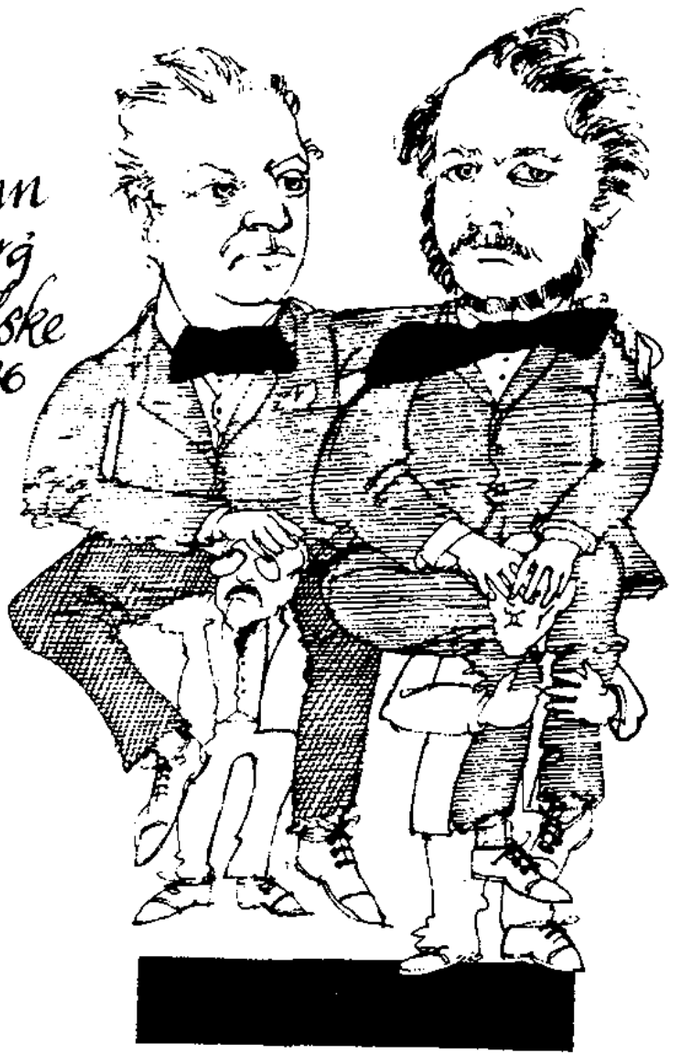
۱۸۸۱. پدر آلبرت، با برادرش، یاکوب، کارخانهٔ کوچکی در حومهٔ مونیخ برپا کرد. یاکوب مهندسی مجرب بود. آنها در کارخانه‌شان دینام، ابزار برقی و چراغ‌های قوس برقی می‌ساختند.

هرمان و یاکوب بخشی از صنعت برق آلمان هستند...


انحصاری شدن چگونه عمل می‌کند:
گروه‌های صنعت برق
کومر
برگمن
شوکرت و شرکاء
زیمنس و هالسکه،
اتحادیهٔ آ. اِ. گ
لاهمیر
فلتن و گیوم
قبل از ۱۹۰۰
(در سال ۱۹۰۰ ورشکست شد)
زیمنس و هالسکه - شوکرت
(شرکت عمومی برق) آ. اِ. گ
فلتن و لاهمیر
برگمن
در ۱۹۱۲
زیمنس و هالسکه - شوکرت.
(شرکت عمومی برق) آ. اِ. گ
از ۱۹۰۸ به‌بعد «همکاری» تنگاتنگ بایکدیگر دارند.
بانک‌هایی که این مجموعه را کنترل می‌کنند به بانک‌های چهار «د» معروفند:
۱۸۵۳ بانک دارمشتتِر
۱۸۵۶ بانک دیسکونت گِزِلشافت
۱۸۷۰ بانک دویچ
۱۸۷۲ بانک درسدِن

در سال ۱۹۱۳، نیمی از تجارت محصولات شیمیایی و برقی جهان در اختیار آلمانی‌ها بود.

گرفتاری، در کمین هِرمان و یاکوب اینشتین است. شرکت کوچک آنها نمی‌تواند با غول‌هایی چون زیمنس و هالسکه، رقابت کند.



Johann Georg Halske
1808-1886

یوهان گئورگ هالسکه ۱۸۰۸-۱۸۸۹ سازندهٔ ابزارهای علمی در دانشگاه برلین در سال ۱۸۴۷ به زیمنس ملحق شد.

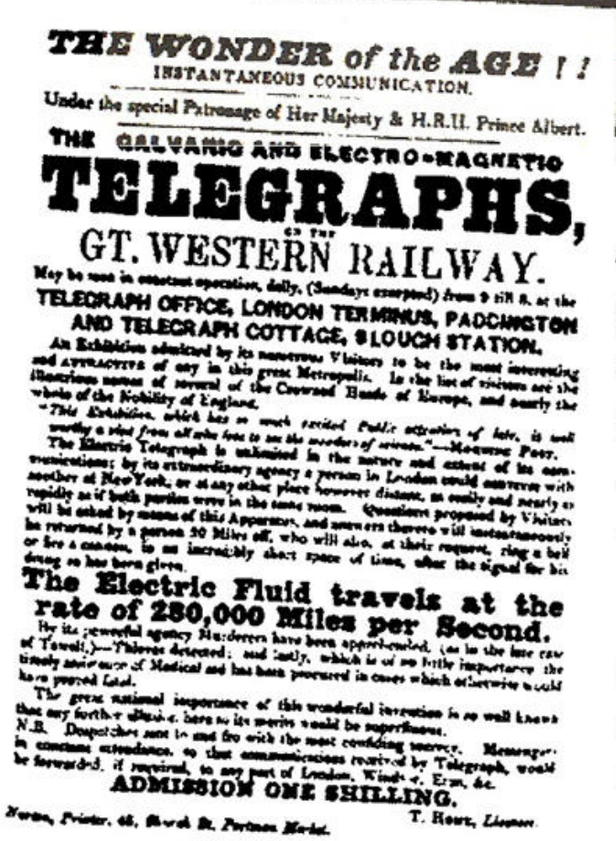
Werner Von Siemens
1816-1892

ورنر فُن زیمنس ۱۸۱۶-۱۸۹۲ متعلق به یک خانوادهٔ سرشناس هانُوِر در ارتش پروس و مدرسهٔ مهندسی آموزش دیده در سال ۱۸۶۷ دینام امروزی را اختراع کرد

از آنجا که برق نقش مهمی در داستان ما بازی می‌کند، خوب است که با تفصیل بیشتری به شرکت زیمنس و هالسکه بپردازیم.

اولین اختراع زیمنس، ابداع یک فرآیند پیشرفته برای آبکاری با طلا و نقره بود.

در سال ۱۸۴۳ ، زیمنُس حق بهره‌برداری از اختراع خود را از طریق برادر و نماینده‌اش چارلز، به اِلکینگتون انگلیسی، در بیرمنگام فروخت.



THE WONDER of the AGE ! !

INSTANTANEOUS COMMUNICATION.

Under the special Patronage of Her Majesty & H.R.H. Prince Albert.

THE GALVANIC AND ELECTRO-MAGNETIC

TELEGRAPHS,

ON THE

GT. WESTERN RAILWAY.

May be seen in constant operation, daily, (Sundays excepted) from 9 till 8, at the

TELEGRAPH OFFICE, LONDON TERMINUS, PADDINGTON

AND TELEGRAPH COTTAGE, SLOUGH STATION.

An Exhibition admitted by its numerous Visitors to be the most interesting and ATTRACTIVE of any in this great Metropolis. In the list of visitors are the illustrious names of several of the Crowned Heads of Europe, and nearly the whole of the Nobility of England.

"This Exhibition, which has so much excited Public attention of late, is well worthy a visit from all who love to see the wonders of science."—Mechanics' Mag.

The Electric Telegraph is unlimited in the nature and extent of its communications; by its extraordinary agency a person in London could converse with another at New York, or at any other place however distant, as easily and nearly as rapidly as if both parties were in the same room. Questions proposed by Visitors will be asked by means of this Apparatus, and answers thereto will instantaneously be returned by a person 30 Miles off, who will also, at their request, ring a bell or fire a cannon, in an incredibly short space of time, after the signal for it has been given.

The Electric Fluid travels at the rate of 280,000 Miles per Second.

By its powerful agency Murderers have been apprehended, (as in the late case of Tawell,)—Thieves detected; and lastly, which is of no little importance the timely administration of Medical aid has been procured in cases which otherwise would have proved fatal.

The great national importance of this wonderful invention is so well known that any further allusion here to its merits would be superfluous.

N.B. Despatches sent to and fro with the most confiding secrecy. Messengers in constant attendance, so that communications received by Telegraph, would be forwarded, if required, to any part of London, Windsor, Eton, &c.

ADMISSION ONE SHILLING.

Newton, Printer, 46, Church St. Portman Market. T. Hoare, Lithogr.

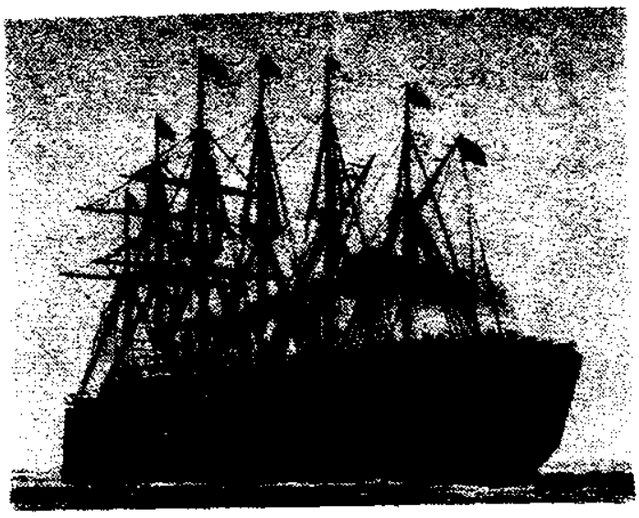
زیمنس به انجمن‌دانشگاه‌برلین می‌پیوندد و یک سیستم تلگراف تکامل‌یافته ابداع می‌کند. در این روش، سیم را با یک عایق بدون درز می‌پوشانند که از مواد ارزان تهیه می‌شود (نام این مادّه گوتا ـ پرچا است، و از گیاهی مانند کائوچو به دست می‌آید.)

در سال ۱۸۴۷، شرکت تلگرافن باوِن شتاد فُن زیمنس و هالسکه را برای ساخت و نصب سیستم‌های تلگراف تأسیس می‌کند.

در سال ۱۸۴۸، قرارداد نصب شبکه‌ای در شمال آلمان را، با دولت پروس می‌بندد.

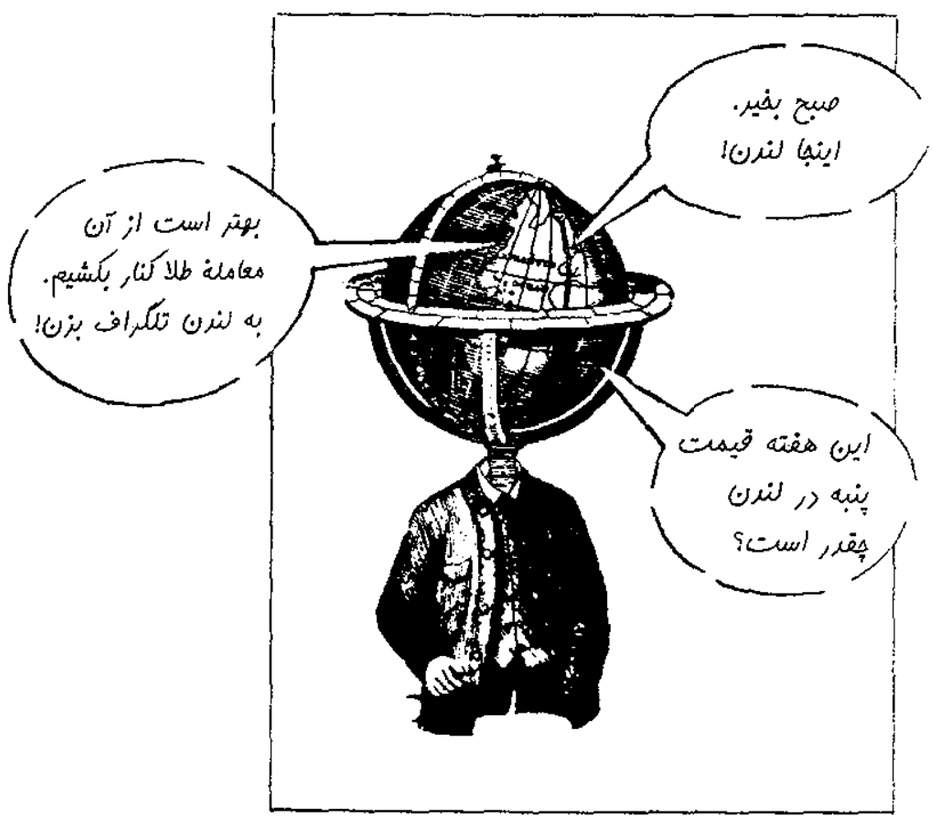
در سال ۱۸۵۰، زیمنس قرار داد با دولت پروس را از دست می‌دهد اما موفق می‌شود خرید یک سیستم گسترده را به تزار روسیه بقبولاند.

۱۸۵۴-۵۶
به لطف زیمنس می‌توانیم به موقع از وضعیت جنگ کریمه با خبر شویم.
دانشمندها محشرند، نه؟
زیمنس سود حاصل از قرارداد با روسیه را در **طرح بزرگ** بعدی خودبه کار می‌گیرد: کابل تلگراف زیردریا!



اولیـن کـابل زیـر اقـیانوس آتلانتیک بـین ۱۸۵۷ و ۱۸۶۸ کارگذاری می‌شود.

در سال ۱۸۷۰، زیمنس تلگراف هند و اروپا را سازمان می‌دهد. این خط، لندن، برلین، اُدِسا، تهران و کلکته را به هم متصل می‌کند. زیمنس مشاور دولت بریتانیا می‌شود. در سال‌های ۱۸۷۵ تا ۱۸۸۵، کشتی او، به نام فاراده، ۵ کابل زیر اقیانوس آتلانتیک کارگذاری می‌کند.



برق به صورت یک کالای مصرفی در می‌آید.
اولین بازار آن روشنایی باراندازها، راه‌های آهن و خیابان‌هاست.

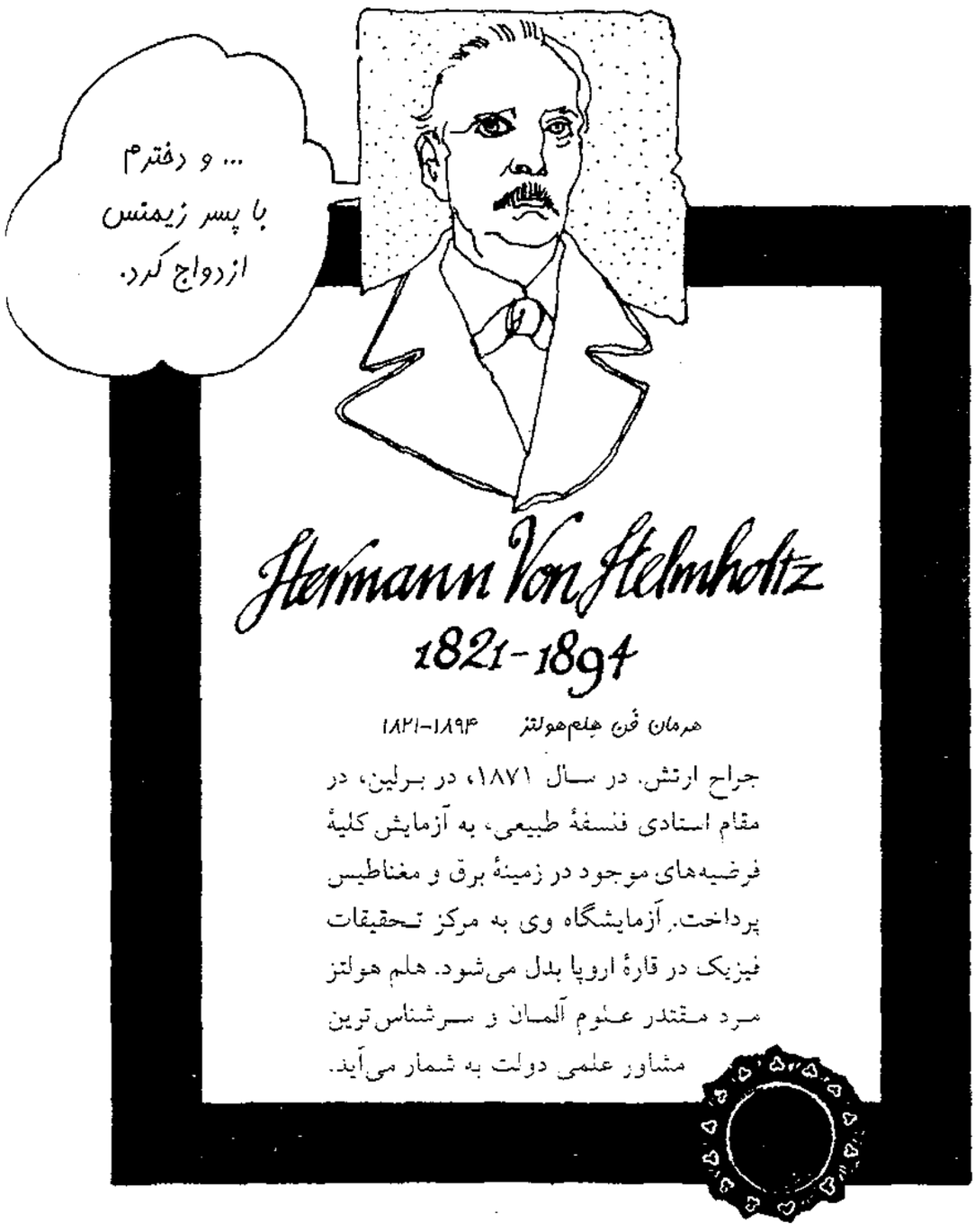
در سال ۱۸۸۲، ادیسون دست به کارِ ساخت اولین کارخانهٔ برق می‌شود.

کارخانهٔ برق خیابان پرل
شرکت روشنایی برقی ادیسون

برق مد روز شده است.
همه می‌خواهند به نحوی در آن سهیم باشند.

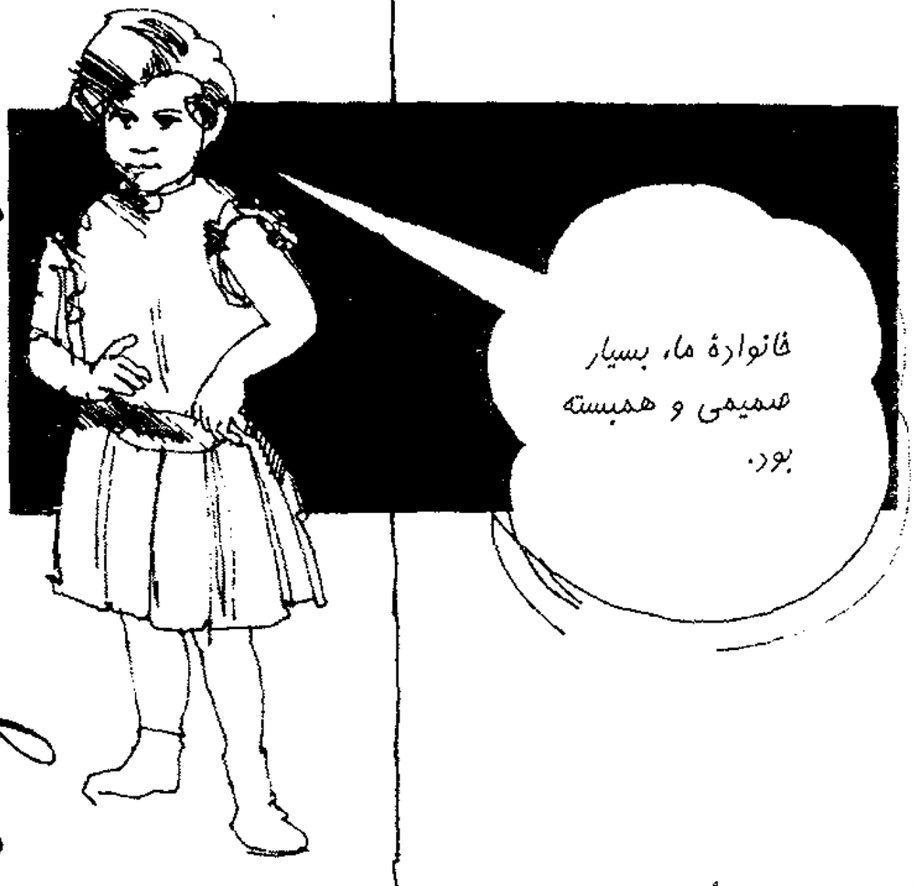
و درباره‌اش کتاب‌های بسیاری،
می‌نویسند، کتاب، کتاب، کتاب!

درسال ۱۸۸۷، دولت آلمان مؤسسهٔ **Physikalische - Technische - Reichsanstalt** را، با هدف تحقیق در علوم و فن‌آوری دقیق، تأسیس می‌کند. زیمنس ۵۰۰،۰۰۰ مارک به این طرح کمک می‌کند. دوست قدیمی‌اش، هِرمان فُن هِلم هولتز، عضو محفل دانشگاه برلین، به ریاست مؤسسه گمارده می‌شود.



به‌این‌ترتیب، آلبرت در زمانی به دنیا آمد که برق، یک تجارت بزرگ و پرطرفدارترینِ علوم شده بود. پایبندی دولت آلمان به آموزش فنی و حمایت از تحقیق علمی بر آیندهٔ آلبرت شدیداً اثر گذاشت.

در سال ۱۸۸۱، مایا، خواهر آلبرت، به دنیا آمد.

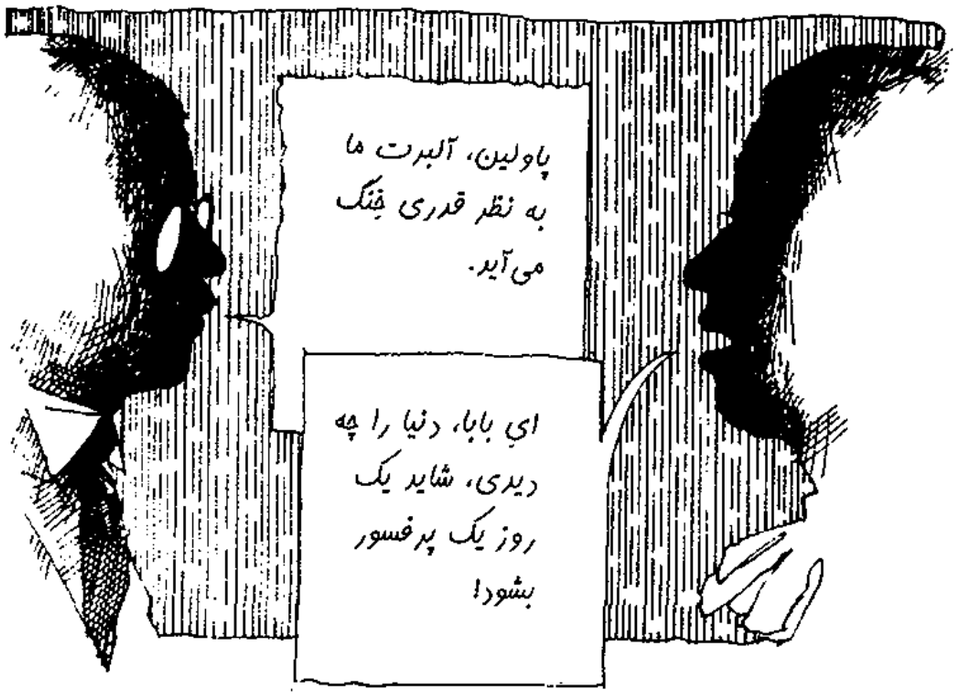


Maja Einstein 1881-1951

مایا اینشتین
۱۸۸۱-۱۹۵۱

نزدیک‌ترین دوست آلبرت در کودکی.

آلبرت یک بچهٔ کُند و خیالباف به‌نظر می‌رسید. او، حتی در ۹ سالگی، به سختی حرف می‌زد.



آلمان زمان آلبرت یک محیط بسیار نظامی است...

بین سال‌های ۱۸۷۰ تا ۱۸۹۰، هزینه‌های تسلیحاتی تقریباً سه برابر می‌شود.

شمار درجه‌داران از ۳۰۰۰ به ۲۲,۵۰۰ نفر می‌رسد. دورهٔ نظام وظیفه، سه سال و اجباری است. نوشته‌های سوسیالیستی ممنوع هستند. جوان‌ها در ترس و تحقیر به سر می‌برند.

تشکیلات ارتشیان باسابقه توسط دولت حمایت می‌شود. اعضای این قبیل تشکیلات از ۲۷,۰۰۰ نفر در سال ۱۸۷۳ به ۴۰۰,۰۰۰ در سال ۱۸۹۰ و ۱,۰۰۰,۰۰۰ نفر در سال ۱۹۰۰ می‌رسد.

سران دولت همگی با لباس نظامی در انظار ظاهر می‌شوند.

حتی رانندگان تاکسی نیز لباس نظامی می‌پوشند.

ویلهلم اول
امپراطور آلمان
از ۱۸۷۱ تا ۱۸۸۸

آلبرت این اوضاع را هیچ دوست ندارد.

آلبرت
به‌مدرسه
می‌رود...

...که جوّ آن
نیز بسیار
نظامی است.

آلبرت به یک مدرسهٔ کاتولیک می‌رود

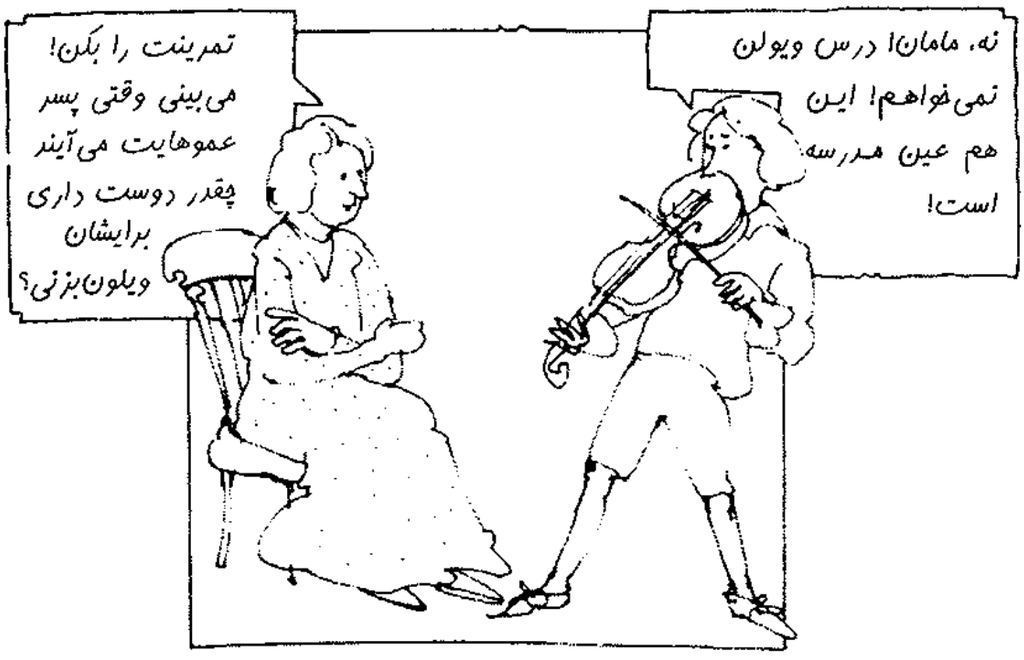
او تنها یهودی کلاسش است...

(پدر آلبرت یک یهودی غیرمذهبی بود که قوانین
پرهیز دین یهود را خرافات کهنه می‌پنداشت)

بهترین اوقات آلبرت وقتی بود که در خانه با خواهرش مایا به بازی مشغول بود.

یاکوب، عموی آلبرت، او را با ریاضیات آشنا می‌کند...

... و مادرش او را با موسیقی و ادبیات آشنا می‌کند.



بین یهودیان جنوب آلمان رسمی وجود داشت که هر پنجشنبه شب یک یهودی بی‌بضاعت را به شام دعوت کنند. ماکس تالمی دانشجوی پزشکی در مونیخ بود و در آن ایامی که آلبرت ۱۲ سال داشت، به خانهٔ آنها رفت و آمد داشت.

علاقهٔ عامهٔ مردم به علوم باعث انتشار کتاب‌های پرفروش علمی بسیاری در آلمان شد؛ و بالعکس. تالمی بعضی از آنها را همراه خود می‌آورد.

و از اینها مهم‌تر این که ماکس، آموزش‌های عمو یاک در زمینهٔ جبر را، با کتابی دربارهٔ هندسه، ادامه داد.

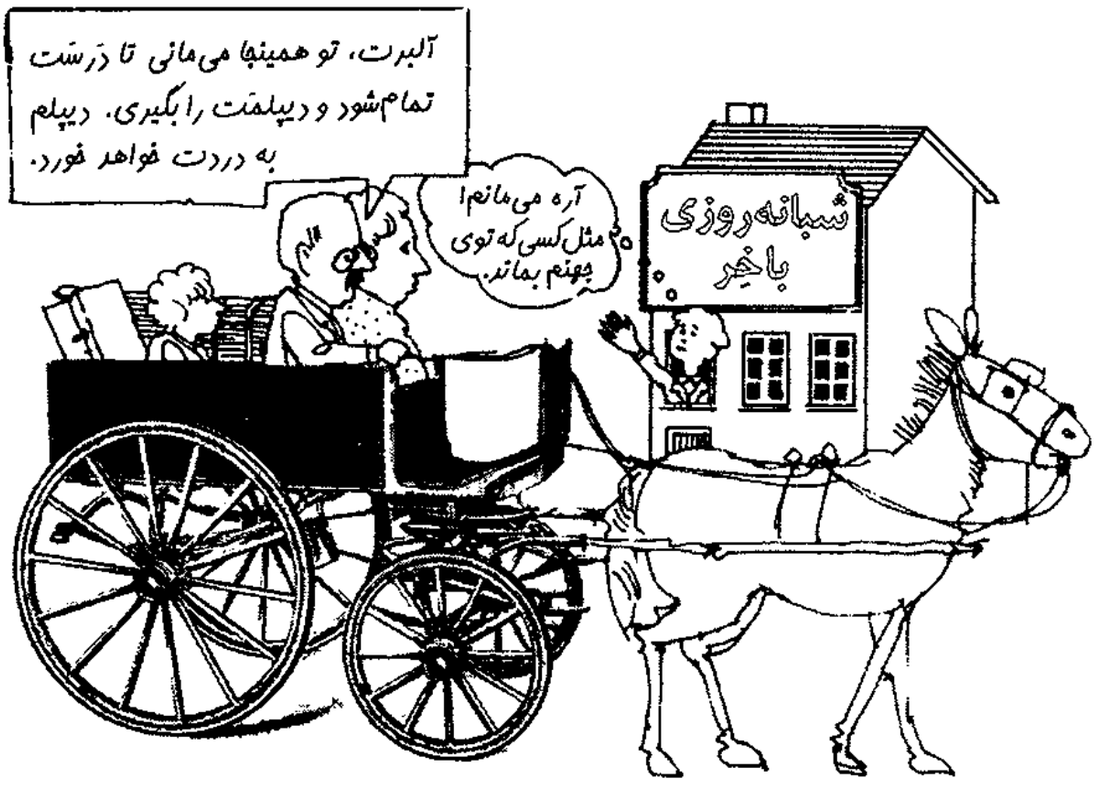
کتاب خواندن اعتقاد آلبرت را نسبت به اقتدار سست کرد.

خیلی زود، با خواندن کتاب‌های علمی عامه فهم، به این اعتقاد رسیدم که خیلی از داستان‌های تورات نمی‌تواند درست باشد. نتیجه این شد که به یک ولع آمیخته به تعصب مثبت به آزاداندیشی دچارشدم، و برداشتم این بود که دولت، به‌ضرب دروغ‌هایش، عامداً دارد جوانان را مأیوس می‌کند. تصور خردکننده‌ای بود. ثمرهٔ این تجربه، تشکیک نسبت به هر نوع اقتدار بود. شک نسبت به هرآنچه اعتقادات موجود در یک محیط اجتماعی خاص بود. نگرشی که هرگز از من جدا نشد، هرچند بعدها، در نتیجهٔ بینش بهتر نسبت به ارتباط علّی پدیده‌ها، قدری از حِدّت اولیهٔ آن کاسته شد.

اینشتین، حضور شما در کلاس درس
باعث اختلال است و بر بقیهٔ
دانش‌آموزها را نیز اثر سوء دارد.
به عنوان تنبیه
زنگ ورزش در
کلاس می‌مانید.

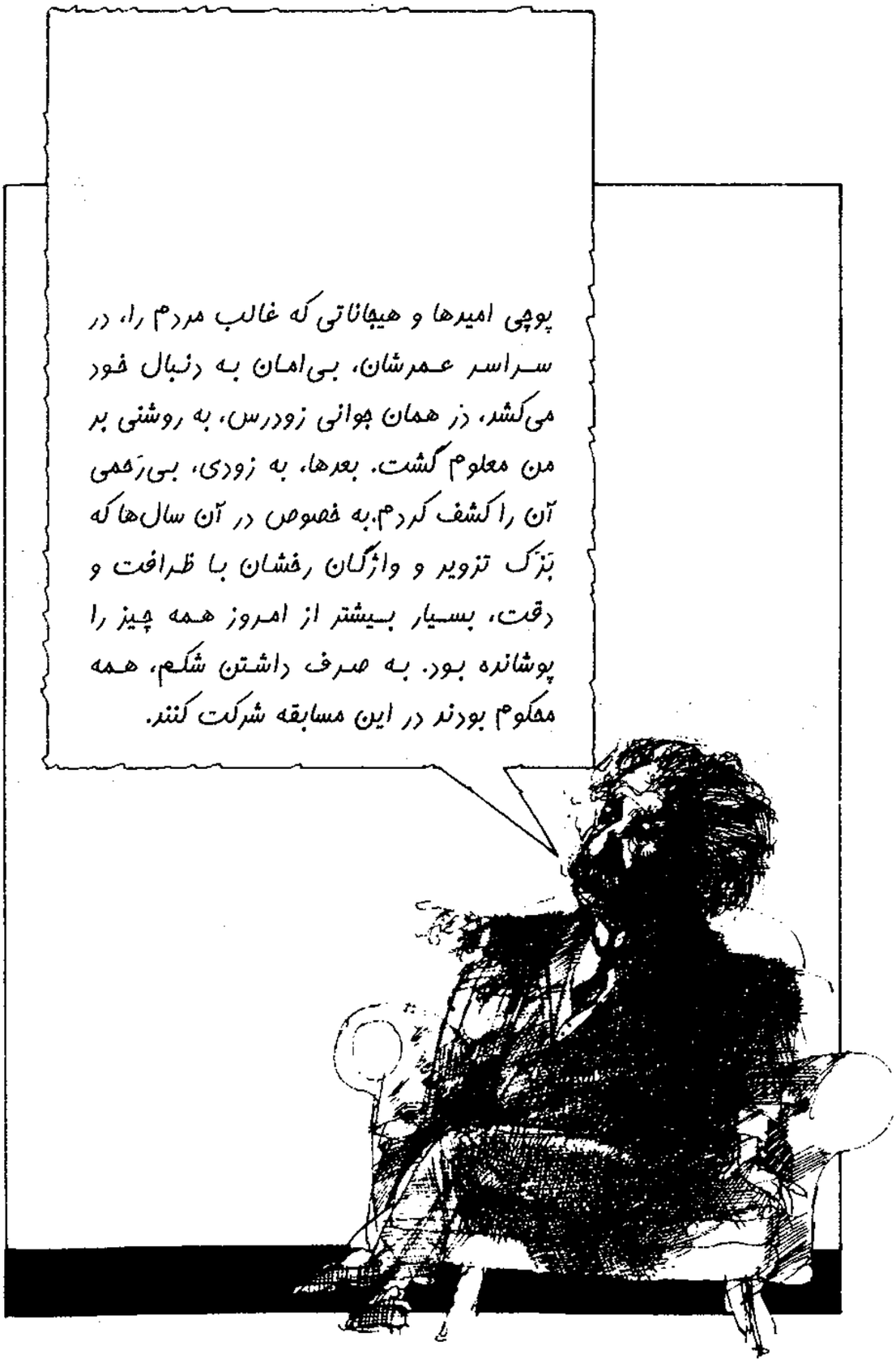
امپراطور
شارل
چهارم
۱۳۴۶-۱۳۷۸
امپراطور
شارل پنجم
۱۵۱۹-۱۵۵۶
امپراطور
شارل ششم
۱۷۱۱-۱۷۴۰
آختونگ!
جمعه، شنبه و
یکشنبه، رژهٔ
نظامی.
وای نه! بازهم! ... خب!
هرچه باشد از
ورزش بهتر است.
هال‌گیر و
مسخره است.
«آموزگاران مدرسه ابتدایی،
شبیه سرگروهبان‌ها بودند و
معلم‌های ورزش، مثل
ستوان‌ها»

در سال ۱۸۹۴ هرمان ورشکست شد. خانوادهٔ اینشتین به میلان، در ایتالیا، رفتند.



بعد از دو ماه تنهایی، آلبرت یک گواهی پزشک می‌گیرد مبنی بر این که اعصابش ناراحت‌است.اولیای‌مدرسه عذر او را می‌خواهند.

آلبرت سالی خوش و آزاد را در ایتالیا گذراند. اما تجارت پدرش بار دیگر ورشکسته شد. خانوادهٔ آلبرت به پاویا رفتند. آنجا هم باز کسب پدرش کساد شد.


پوچی امیدها و هیجاناتی که غالب مردم را، در سراسر عمرشان، بی‌امان به دنبال خود می‌کشد، در همان جوانی زودرس، به روشنی بر من معلوم گشت. بعدها، به زودی، بی‌رحمی آن را کشف کردم.به خصوص در آن سال‌ها که بزک تزویر و واژگان رخشان با ظرافت و دقت، بسیار بیشتر از امروز همه چیز را پوشانده بود. به صرف داشتن شکم، همه محکوم بودند در این مسابقه شرکت کنند.

آلبرت نتوانست به دانشگاه وارد شود چون دیپلم نداشت. اما **مدرسه عالی فنّی** (ETH)، در زوریخ، که برگزیده‌ترین مؤسسهٔ آموزشی فنی در خارج از آلمان بود، به شرط گذراندن یک امتحان ورودی، حاضر به ثبت نام اوبود. آلبرت به طرز مفتضحانه‌ای در این امتحان رد شد.

در شهر آرو به اینشتین خوش می‌گذرد.

آلبرت پیشِ مدیر مدرسه، پروفسور وینتِلِر زندگی می‌کرد. پروفسور وینتلر پسری دارد به نام پل و دختری که هم‌سن آلبرت است. مایا، خواهر آلبرت، بعدها با پل ازدواج کرد. آلبرت فیزیک را نزد...

...آوگوست توشمید که معلم درجهٔ یکی در فیزیک محسوب می‌شد، فراگرفت.

در انتهای سال، آلبرت فارغ‌التحصیل و امتحان ETH را قبول شد.

در ۲۸ ژانویهٔ ۱۸۹۶، درخواست رسمی آلبرت برای پایان بخشیدن به ملیّت آلمانی‌اش پذیرفته می‌شود. او به یک فرد فاقد تبعیت بدل می‌شود. آلبرت پدرش را متقاعد می‌کند که به جای مهندس، باید معلم بشود. در اکتبر ۱۸۹۶ آماده می‌شود برای...

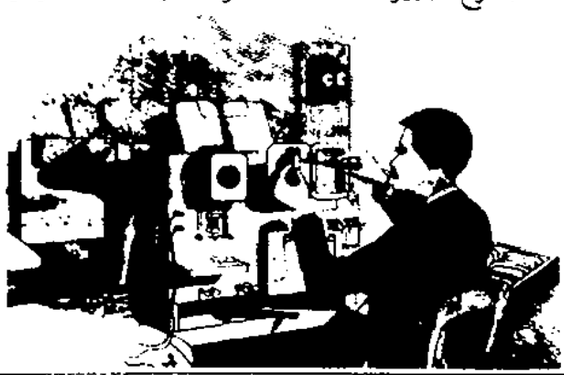
... «دوران بزرگ».

ETH تشکیلات گسترده‌ای بود متشکل از نخبگان. مؤسسهٔ فیزیک توسط هاینریش وبر و دوستش زیمنس طراحی شده بود.

هاینریش فردریک وبر
۱۸۴۲-۱۹۱۳

دکتر هنری کرو آمریکایی، پروفسور فیزیک، در سال ۱۸۹۳ چنین شرحی از این مؤسسه به‌دست می‌دهد:

«در رأس بخش فیزیک پلی‌تکنیک، هاینریش وبر و دکتر پرنه قرار دارند. من تا به حال در هیچ آزمایشگاهی مجموعه‌ای به کاملی دستگاه‌های این بخش ندیده‌ام، همچنین، تا به امروز ندیده‌ام ساختمانی به این بزرگی را به آزمایشگاه فیزیک اختصاص داده باشند. ردیف ردیف باتری‌های الکترولیتی، گران‌قیمت‌ترین گالوانومترهای تانژانتی و با مقاومت بالا، چندین دوجین از بزرگترین و قیمتی‌ترین نوع تلسکوپ‌ها که ۲ یا ۳ تا از آنها در هر اتاق نصب‌شده‌است. مجموع تجهیزات ۴۰۰،۰۰۰ فرانک وساختمان آزمایشگاه، ۱ میلیون فرانک می‌ارزد.»



اما مهندسان ETH ازاین‌که معلم‌هایشان بیش از اندازه انتزاعی درس می‌دهند ابراز نارضایتی می‌کردند.

دانشجوها در مخالفت با درس‌های ریاضی تظاهرات به راه انداختند.

آلبرت به سرعت به این نتیجه رسید که ریاضی بیش از حد تخصصی است و جالب نیست، ...

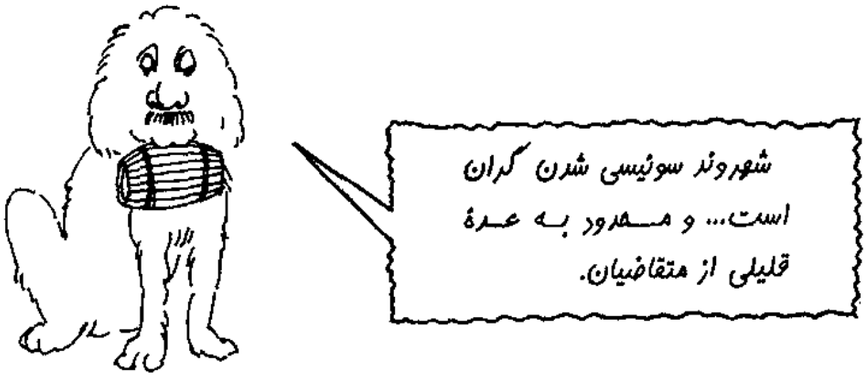
این مهندس‌ها راست می‌گویند!

...و وقتش را در آزمایشگاه عالی فیزیک مؤسسه به انجام آزمایش‌های فیزیکی گذراند. آلبرت نسبت به آموزش‌های رسمی رفتاری بی‌قید داشت...

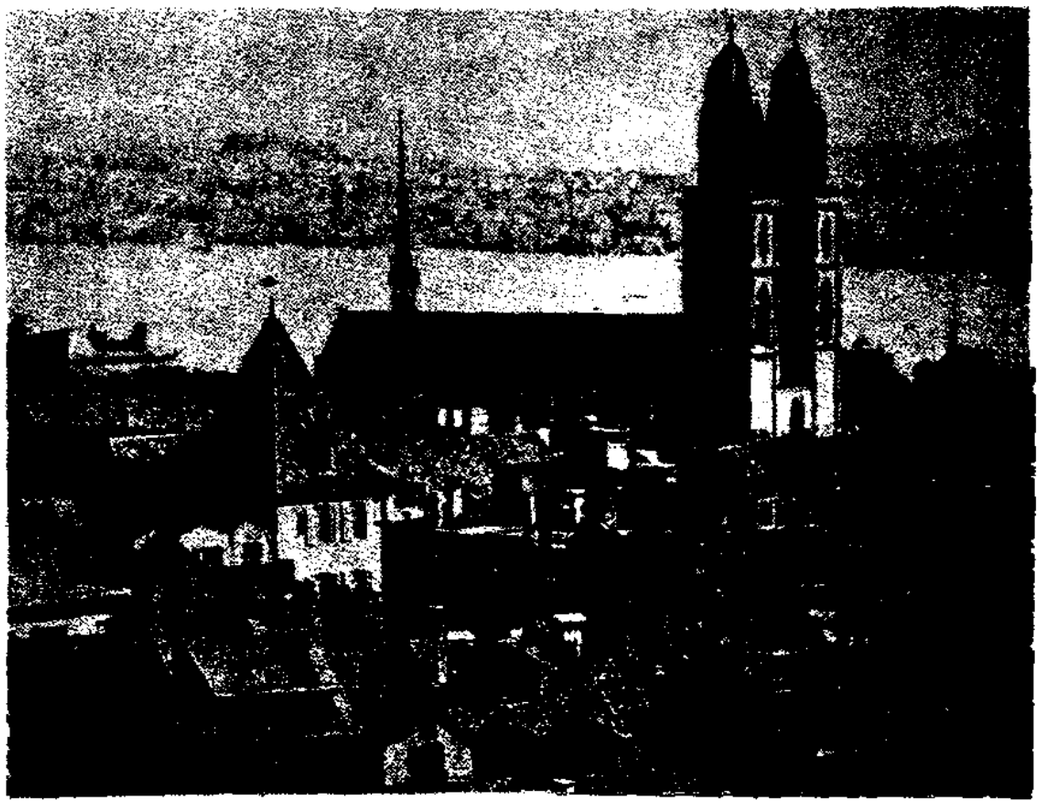
من می‌خواستم به‌چیزهای غیراساسی نپردازم. منتها، تنها مشکل، قضیه امتحانات بود که آن هم درسونیس دوتا بیشتر نیست و از آنها که بگذریم، آدم تقریباً هر کار دلش بخواهد می‌تواند بکند.

... و طبعاً به سرعت با بعضی ازاستادانش درگیر شد.

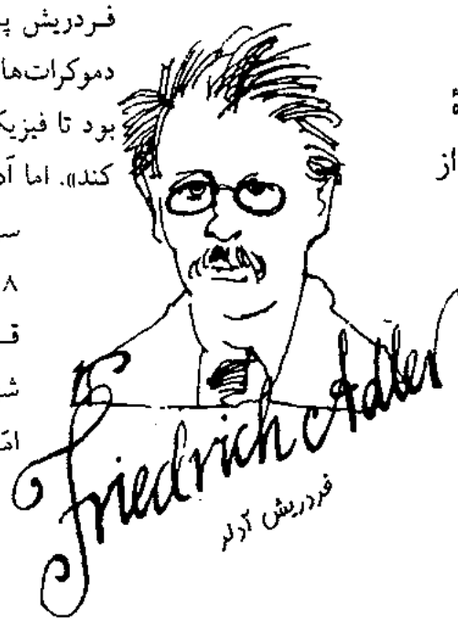
آلبرت ماهی ۱۰۰ فرانک از بستگانش دریافت می‌کرد و از آن مبلغ هر ماه ۲۰ فرانک برای اخذ تابعیت سوئیسی‌اش کنار می‌گذاشت.



دوستان اینشتین در این دوره عبارتند از: میکل‌آنجلو بِسّو، «بهترین نقّاد تمام اروپا»، مارسل گروسمن، کسی که بعدها آلبرت را کمک کرد تا به اولین کار مطمئن خود در دفتر ثبت‌اختراعات سوئیس مشغول‌شود، و میلِوا ماریک ریاضی‌دان اهل صربستان که درسال ۱۹۰۳ آلبرت با او ازدواج کرد. آنها در جو سیاسی زندهٔ زوریخ ایام خوشی را می‌گذرانند.



پناهندگان انقلابی آلمان و روسیه همگی به زوریخ می‌آمدند، از آن جمله الکساندرا کُلُنتای، تروتسکی، رُزا لوکزامبورگ، و بعدها لنین.



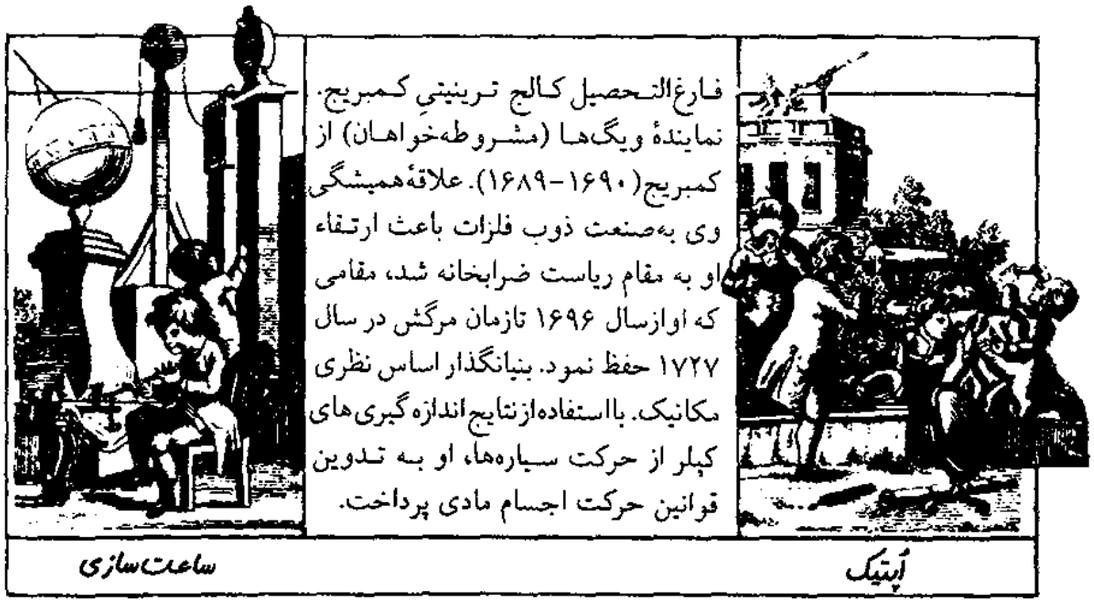
آلبرت مطالبی دربارهٔ سوسیالیسم انقلابی از دوستش، فردریش آدلر، آموخت. آدلر استاد پاره وقت مؤسسه نیز بود.

فردریش پسر ویکتور آدلر، رهبر سوسیال دموکرات‌های اتریشی بود. پدرش اورا فرستاده بود تا فیزیک بخواند و «سیاست را فراموش کند». اما آدلر کماکان به فعالیت در جنبش سوسیالیستی ادامه می‌داد. در سال ۱۹۱۸، آدلر نخست‌وزیر اتریش را به قتل می‌رساند. آلبرت به نفع او شهادت‌می‌دهد. فردریش بخشوده‌شد، امّا دیگر از این کارها دست کشید.

ادغام قوانین مکانیک توسط نیوتن، در طول ۲۰۰ سال گذشته، بر فیزیک استیلا داشته‌است.

Isaac Newton
1642-1727

ایزاک نیوتن ۱۷۲۷-۱۶۴۲



نگرش مکانیک نیوتن به جهان، بخشی از فلسفهٔ قرن ۱۸ و ۱۹ اروپاست و بالعکس.

علی‌رغم شکی که آلبرت نسبت به دید مکانیک به جهان داشت، دستاوردهای آن را تحسین می‌کرد.

در کلیهٔ زمینه‌هایی که به اصول مربوط می‌شد، انعطاف‌ناپذیری تعصب‌آلودی حکمفرما بود. در آغاز خداوند قوانین حرکت نیوتن را با اجرام و نیروهای لازمه آفریده بود.

اما آنچه در قرن ۱۹ بر این اساس به انجام رسید، تحسین هر فرد علاقه‌مندی را برمی‌انگیخت.

مانند بیشتر دانشجویان مبتدی در فیزیک، آلبرت به ویژه قابلیت مکانیک در توضیح رفتار گازها را تحسین می‌کرد. رابطهٔ میان فشار، حجم و حرارت گاز را می‌توان بر پایهٔ این فرض که ذرات گاز پرتابه هایی هستند که جدارهٔ ظرف گاز را زیر ضربه می‌گیرند، استخراج نمود. شمار قابل توجهی از نتایج از این شیوهٔ طرح مسأله به دست آمد: چگونگی وابستگی انرژی گاز به دما، میزان چسبندگی یک گاز، قابلیت انتقال حرارت توسط گاز و سرعت انتشار آن. همچنین از مقایسهٔ این الگو با نتایج آزمایشگاهی بود که نخستین تخمین‌ها از اندازهٔ اتم‌ها به دست آمد.

اما بیش از هرچیز، برق و الکترودینامیک فاراده، مَکسوِل و هرتز توجه او راجلب کرد...

۱

فاراده: حاذق‌ترین فیزیکدان تجربی در قرن ۱۹، پسر یک نعلبند بود.

۲

او ۷ سال دریک صحافی کارکرد تا آن‌که روزی مورد عنایت سِر هَمفری دِیوی واقع شد.

۳

دیوی رئیس مؤسسهٔ سلطنتی در لندن بود. فاراده دستیار دیوی شد ودرسال‌های آغازکارش باید توهین‌های هر روزهٔ سیستم طبقاتی انگلیسی را تحمل می‌کرد. همسر دیوی از غذاخوردن با فاراده بر سر یک میز امتناع می‌کرد و می‌خواست که دیوی نیز چنین کند.

۴

در سال ۱۸۳۲، فاراده اقدام به انتشار کاری تجربی و نظری نمود که راه را برای نظریهٔ الکترومغناطیس مَکسوِل هموار ساخت. کار فاراده در سال‌های بعد، در نتیجهٔ مسمومیت با جیوه و ازدست‌دادن حافظه، متوقف‌ماند.

میکائیل فاراده ۱۸۶۷ ـ ۱۷۹۱

فرزند یک خانوادهٔ سرشناس ادینبورگ. از سال ۱۸۵۷ تا ۱۸۶۴ روی نتایج فاراده و بیان آنها در قالب ریاضی کار کرد

جیمز کلرک مَکسول ۱۸۷۹-۱۸۳۱

James Clerk Maxwell 1831 - 1879

معادلات مکسول نشان داد که نیروهای برقی و مغناطیسی باید با سرعت نور در فضا حرکت کنند.

هاااان... این تصویر فاراده از خطوط نیرو که تمام فضا را طی می‌کند، خوب تصویری است. فکر کنم بتوانم از آن استفاده کنم.

مکسول دیدگاه خود را به زبانی مبهم و متناقض بیان‌کرده بود و همین باعث شد که نتایج کارش در اروپا اقبال نیابد. در سال ۱۸۷۱ من نوشته‌های او را زیر و رو کردم و متوجه شدم که او احتمالاً حق داشته است. بهترین شاگرد خود را گماشتم که به کمک آزمایش نشان بدهد که نیروهای برقی با سرعت نور منتشر می‌شود.

منتشر شدن = پخش شدن، از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر رفتن.

من هِلم هُولتز هستم

بهترین شاگرد هِلم هُولتز...

پسر یک وکیل دادگستری و سناتور هامبورگ. پس از تحصیلات مهندسی، جذب آزمایشگاه هِلم هُولتز در برلین شد. در سال ۱۸۸۶، بعد از ۸ سال کار بر روی نظریهٔ مکسول، او به کمک آزمایش ثابت کرد که نیروی برقی با سرعت نور در فضا منتشر می‌شود.

هاینریش هرتز ۱۸۹۴-۱۸۵۷

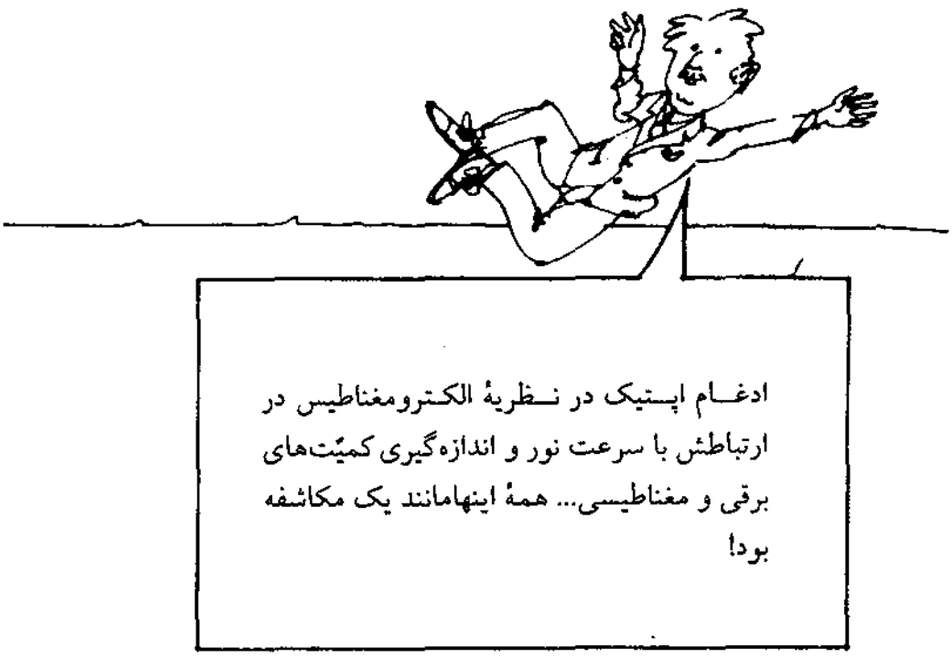
و این مقدمات اختراع رادیو را مهیا کرد

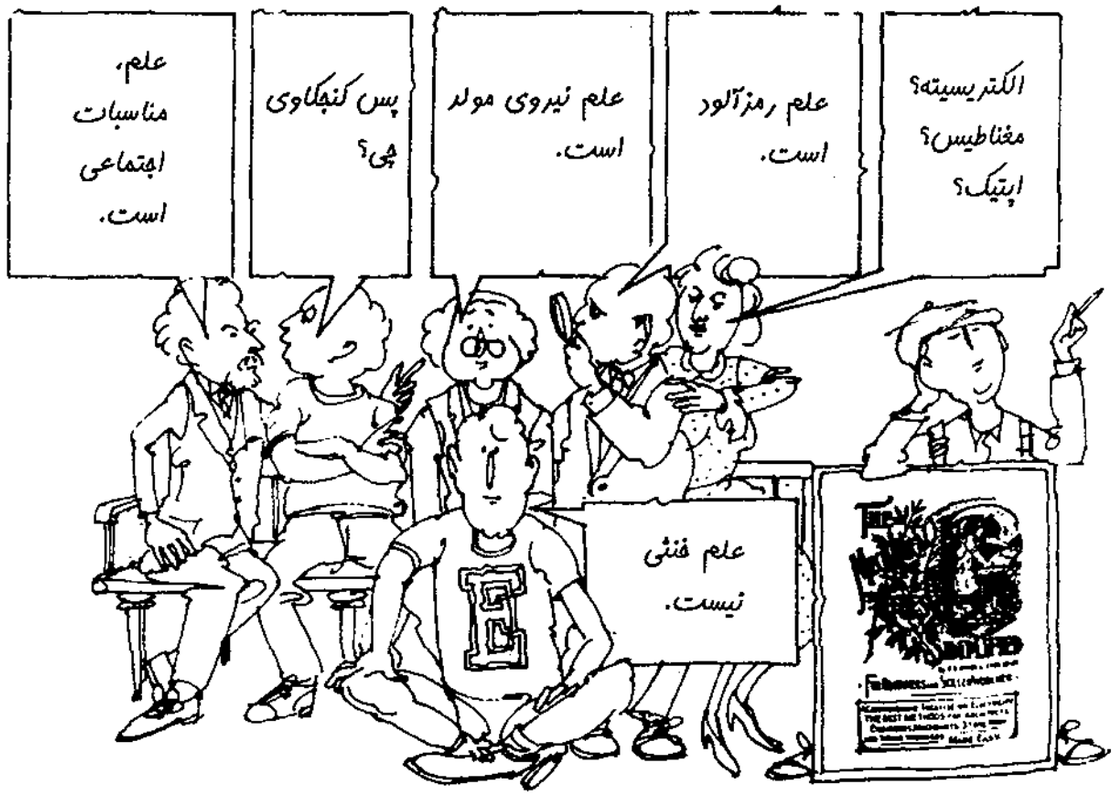
سینیور گولیلمو مارکونی
۱۸۷۴-۱۹۳۷

آزمایش‌های هرتز در سطح وسیعی به اطلاع همگان رسید و الهام بخش **گولیلمو مارکونی** بیست ساله شد. مارکونی با همکاری دوست و همسایه‌اش در بولونیا، پروفسور آوگوستو ریگی، توانست دستگاه‌های ارسال علامت بسازد.

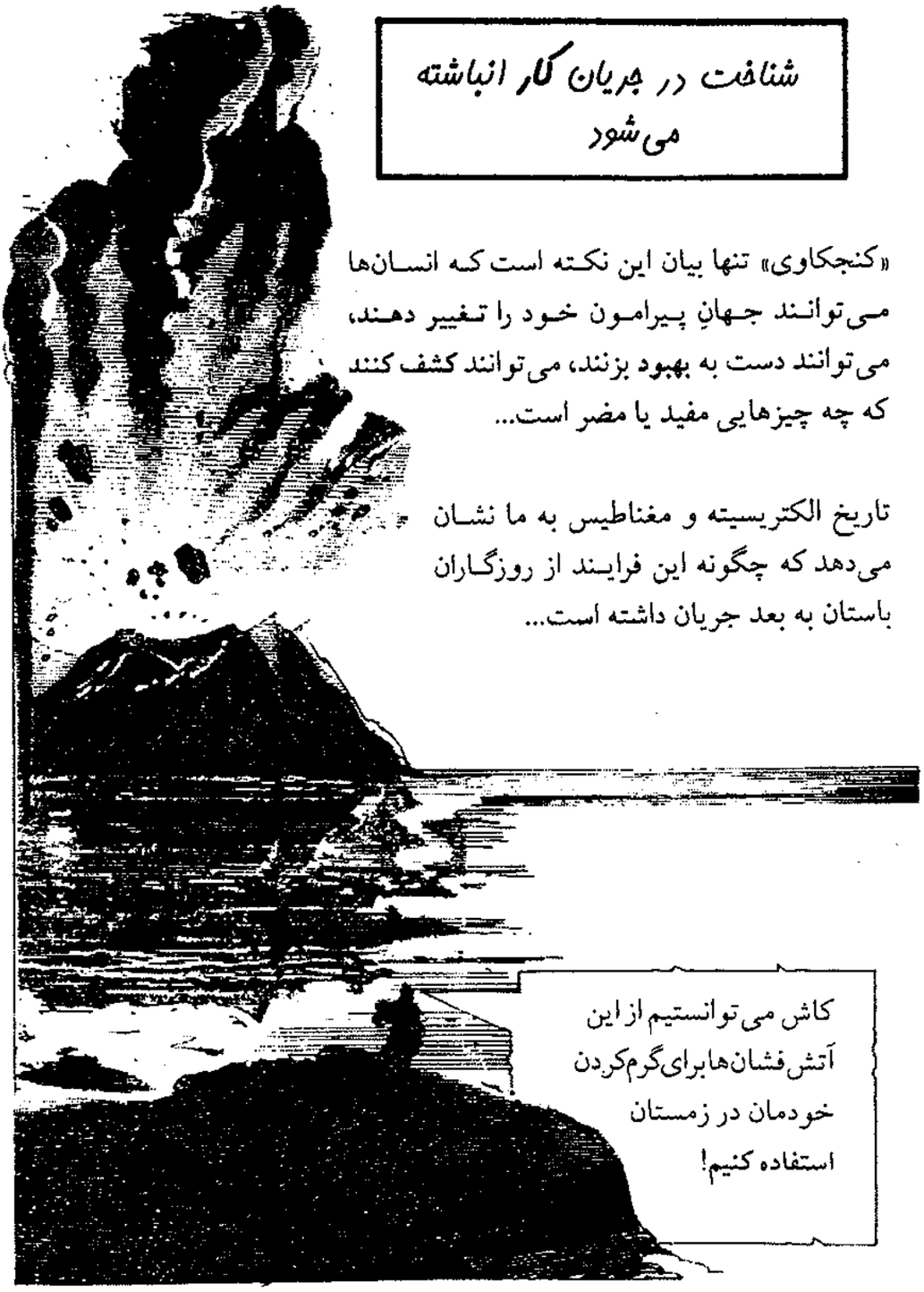
در سال ۱۸۹۶ تلاش کردم به ناوگان دریایی بریتانیا یک اژدر خودرو بفروشم.

آلبرت از این رشته بسیار به شوق آمد.





اما بدون یک **بستر اجتماعی**، چقدر کنجکاوی کودکی آلبرت دربارهٔ مغناطیس می‌توانست به پیش برود؟ بدون **کارِ** سازمان یافتهٔ آدم‌های بسیاری چون فاراده، مکسول، هرتز و دیگران؟



شناخت در جریان کار انباشته می‌شود

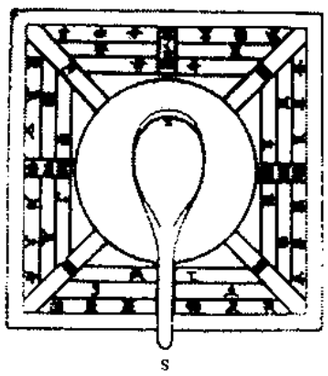
«کنجکاوی» تنها بیان این نکته است که انسان‌ها می‌توانند جهانِ پیرامون خود را تغییر دهند، می‌توانند دست به بهبود بزنند، می‌توانند کشف کنند که چه چیزهایی مفید یا مضر است...

تاریخ الکتریسیته و مغناطیس به ما نشان می‌دهد که چگونه این فرایند از روزگاران باستان به بعد جریان داشته است...

کاش می‌توانستیم از این آتش‌فشان‌ها برای گرم‌کردن خودمان در زمستان استفاده کنیم!

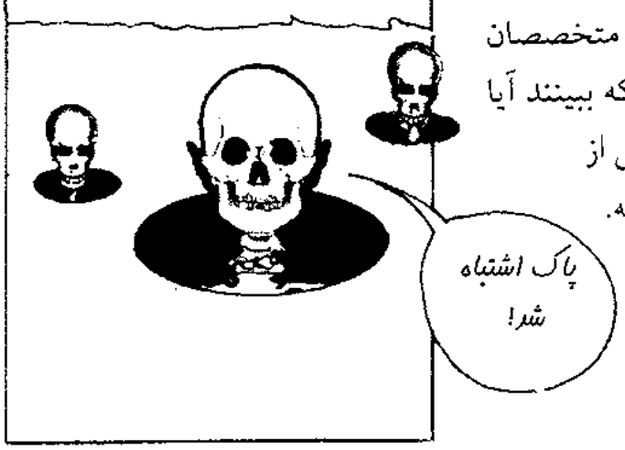
وجود سنگ‌های مغناطیس طبیعی یا آهن‌ربا را چینی‌ها در حوالی ۲۶۰۰ پیش از میلاد گزارش کرده‌اند.

آهن‌رباها، که به آن مَگنِتیت هم می‌گویند، توسط مغناطیس خاص کرهٔ زمین مغناطیسی می‌شوند. مگنتیت یک نوع اکسید آهن است (ترکیب آهن با اکسیژن).



چینی‌ها از آهنربا ابتدا برای مراسم خاکسپاری استفاده می‌کردند و بعدتر بود که آن را در کشتیرانی نیز به کار گرفتند.

در چین رمّال‌هایی بودند که از جمله متخصصان عالم مکتوم بودند. کار آنها این بود که ببینند آیا گور افراد برای ورود آنهابه دنیای پس از مرگ، درست انتخاب شده است یا نه.



حوالی سال ۹۰۰ پیش از میلاد، استفاده از سوزن‌های مغناطیسی برای جهت‌یابی کم‌کم رواج یافت. لوکرِسیوس، در حدود سال ۵۵ پیش از میلاد، در شعری دربارهٔ مغناطیس سروده است:

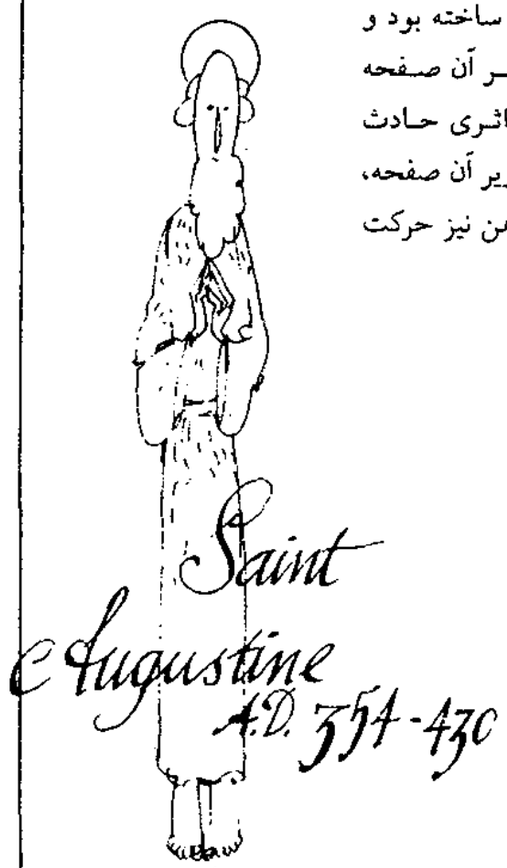
در آغوش آهنربا می‌شتابد هم آهن
چه بالا و پایین چه در کوی و برزن

از دوپروم ناتورا

و اوضاع برای حدود ۱۶۰۰ سال آینده بر همین منوال بود: مغناطیس به درد جهت‌یابی می‌خورد و موضوعی بود برای کنجکاوی و ایام فراغت جماعتی بی‌کار.

«برادرم مرا گفتی که باتاناریوس آهنربایی ساخته بود و آن را در زیر صفحه‌ای نقره‌ای گرفته و بر آن صفحه قطعاتی آهن نهاده. نقرهٔ حائل را هیچ اثری حادث نگردیدی، لیکن، با هر حرکت آهنربا در زیر آن صفحه، به جلو و عقب، به هر سرعت که بود، آهن نیز حرکت نمودی.»

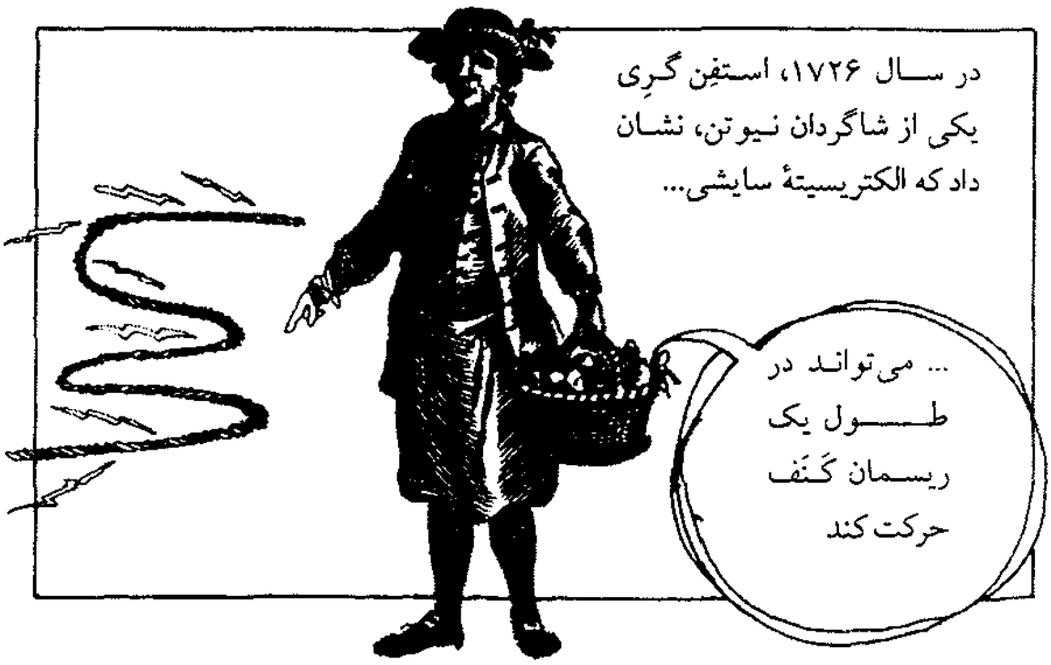
از کتاب
شهر
خدا



سنت آگوستین
۴۳۰ ـ ۳۵۴ میلادی

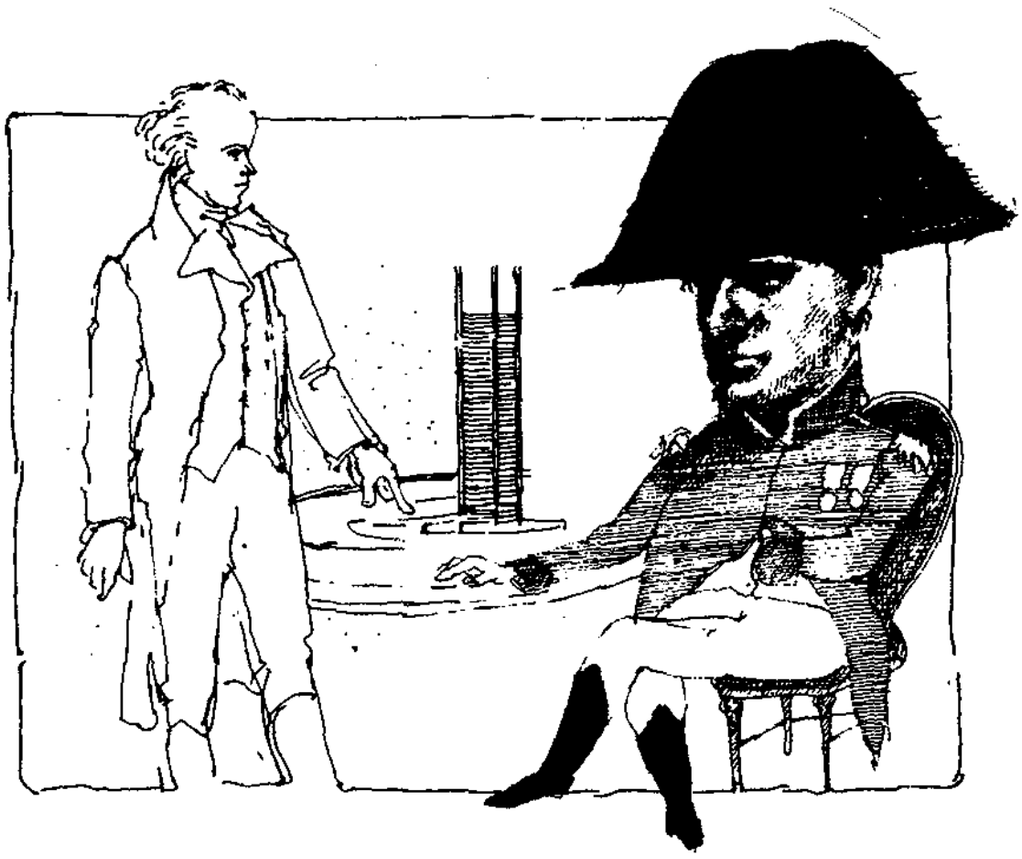
الکتریسیته نیز تاریخ مشابهی دارد.

و برای مدتی بسیار طولانی قضایا در همین حدود متوقف ماند!



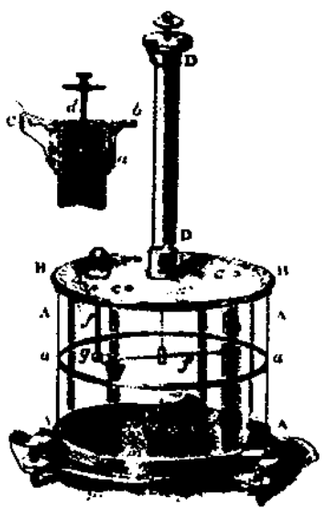
در پایان قرن ۱۸، عده‌ای چون کولُن در فرانسه و گالوانی و وُلتا در ایتالیا، با حمایت کارفرمایان ثروتمند، مشغول کنکاش در پدیدهٔ الکتریسیته بودند.

ولتا باتری‌ای درست کرد که برای نخستین بار یک جریان ثابت ایجاد می‌کرد.



توجه به الکتریسیتهٔ سایشی فروکش کرد و همه به ساختن باتری هجوم بردند چون باتری خیلی بهتر بود.

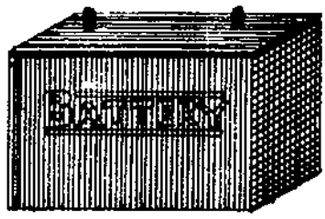
کولن آزمایش‌های متعددی برای اندازه‌گیری نیروی برق انجام داد و نشان داد که برای آن می‌توان فرمولی مشابه فرمول نیوتن برای نیروی جاذبه نوشت.



ترازوی کشش کولن

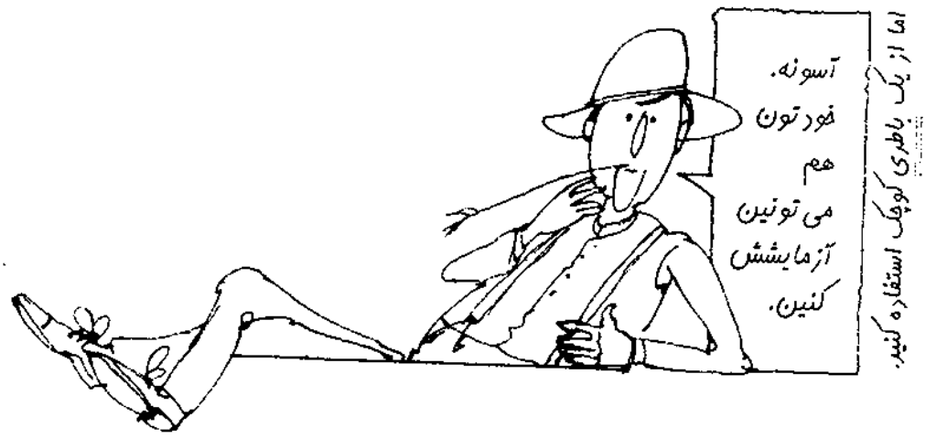
آزمایشگران سعی کردند ببینند آیاارتباطی بین نیروی الکتریکی و مغناطیسی وجود دارد یا نه.

در سال ۱۸۲۰ اورستد یک... .....

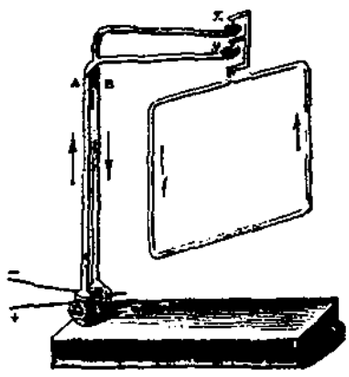


... و یک تکه سیم ... و یک

برداشت و نشان داد که وقتی برق در سیم جاری می‌شود، قطب‌نما از شمال مغناطیسی منحرف می‌شود.

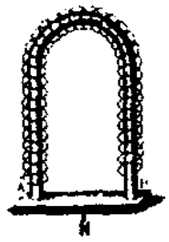


آندره آمپر اندازه‌گیری‌های دقیق‌تری از این نیروی جدید که در نتیجهٔ جریان برق در سیم ایجاد می‌شود، انجام داد.



دستگاه آمپر

کشف آمپر زیبا بود اما کشف اورستد ارزش تجاری داشت. ساخت تلگراف برقی ممکن شد چون می‌شد از نیروی برقی استفاده کرد و سوزن مغناطیسی را به سمتی دیگر منحرف نمود و لذا به این طریق به ارسال پیام پرداخت!



الکترومگنت اولیه

حال که اثبات شد که جریان برق می‌تواند اثرات مغناطیسی ایجاد کند، می‌ماند این که نشان داده شود که مغناطیس هم می‌تواند اثرات برقی داشته باشد.

اثبات این مسئله واقعاً کار مشکلی بود تا بالاخره در سال ۱۸۳۱ فاراده از پسِ آن برآمد.

فاراده بالاخره موفق شد نشان دهد که می‌توان از مغناطیس یک جریان برقی گرفت. (قوهٔ مغناطیسی می‌باید تغییر کند. نیروی ایستا و ساکن مغناطیس نمی‌تواند برق تولید کند)

این کشف یک جور قمار بزرگ و حاصل مقادیر زیادی تلاش دشوار و سخت بود.

۳ اکتبر ۱۸۳۱

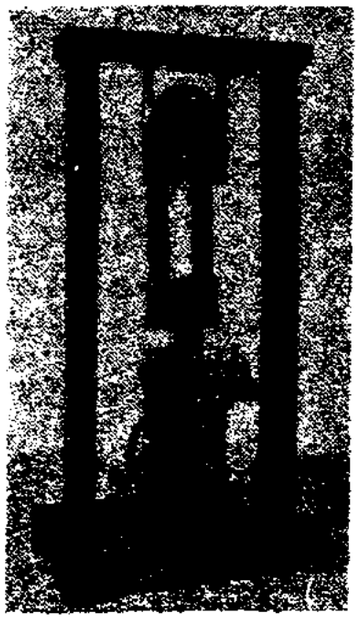
ریچارد عزیز،

من کماکان سرم به الکترومغناطیس گرم است و فکر می‌کنم چیز خوبی گیرم آمده است، اما نمی‌توانم بگویم چی. ممکن است بعد از همهٔ زحماتی که کشیده‌ام، به جای ماهی، بر سر قلابم، یک مشت فنره بالا بکشم.

دوستدارت، میکائل

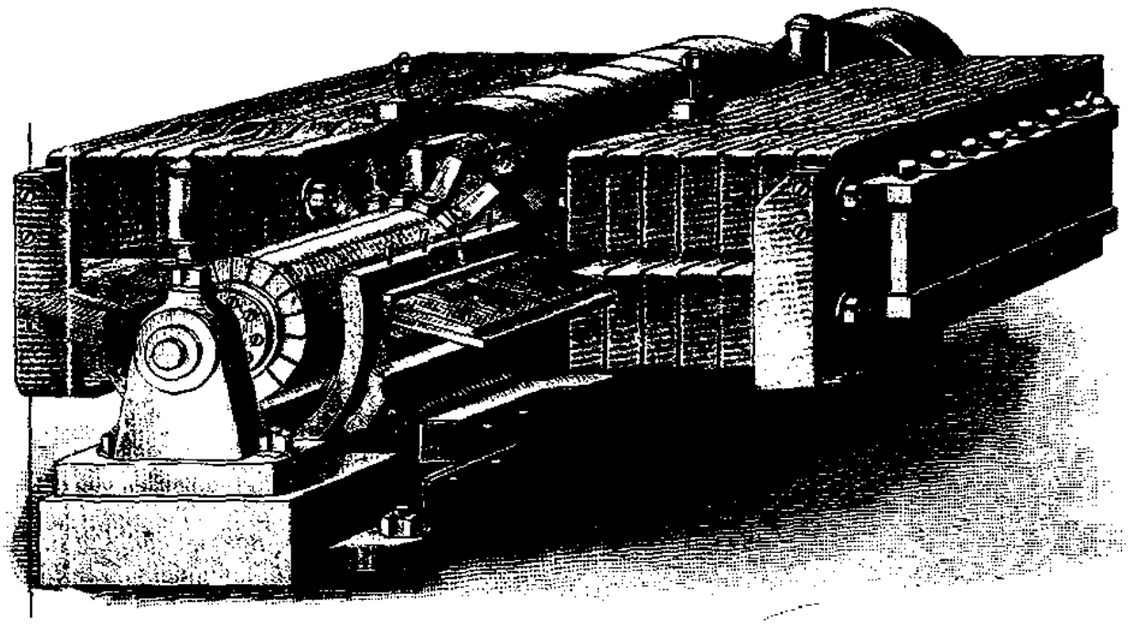
این کشف نشان داد که می‌شود با حرکت مکانیکی آهنربا، جریان الکتریسیته به دست آورد.

تقریباً همه، تحقیق بر روی باتری‌ها را رها کردند و رفتند دنبال ساختن مولد برق.



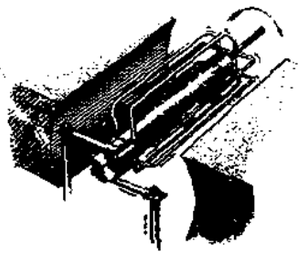
اولین مولد برق مال هیپولیت پیکسی بود... .....

... که هنوز خیلی بااولین دینامی که زیمنس در سال ۱۸۶۷ ساخت، فاصله داشت.

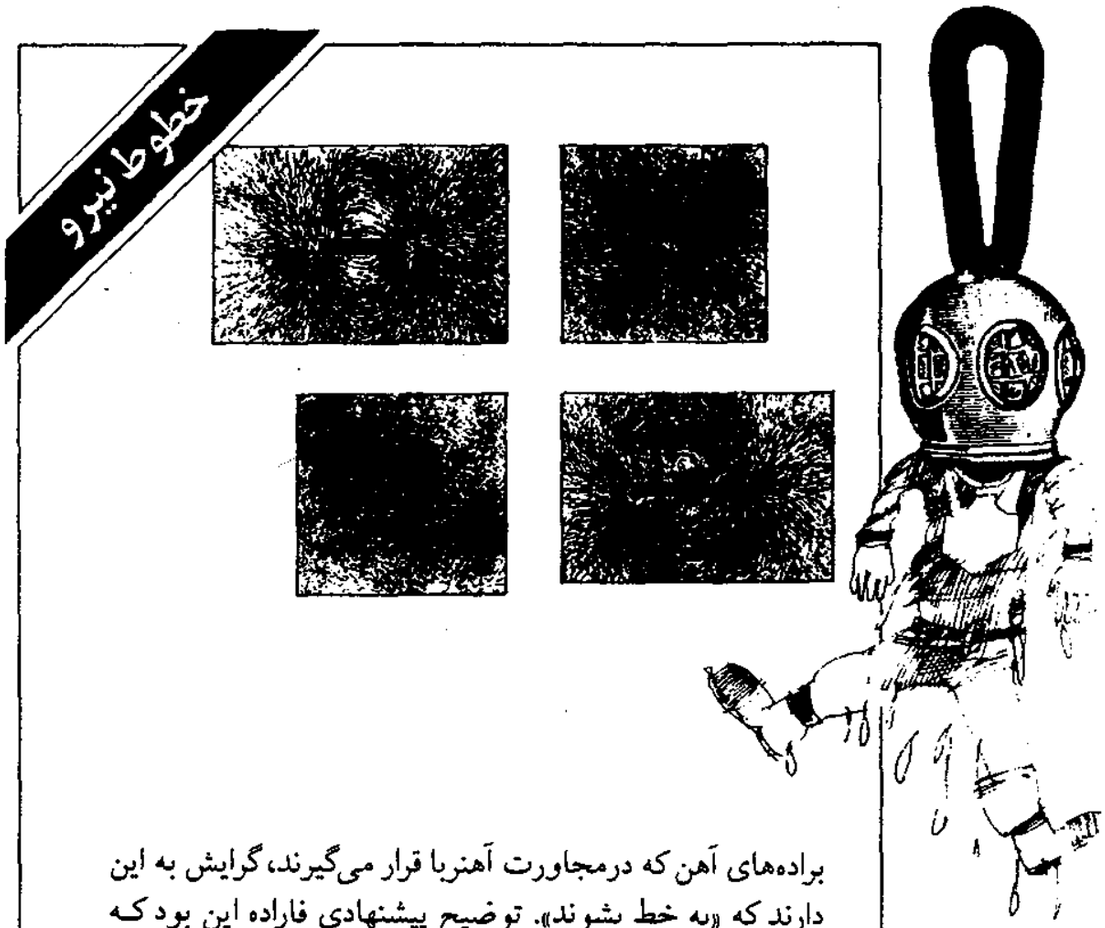


همزمان، مردم شروع کردند به انجام تجربیاتی بر روی موتورهای الکتریکی...

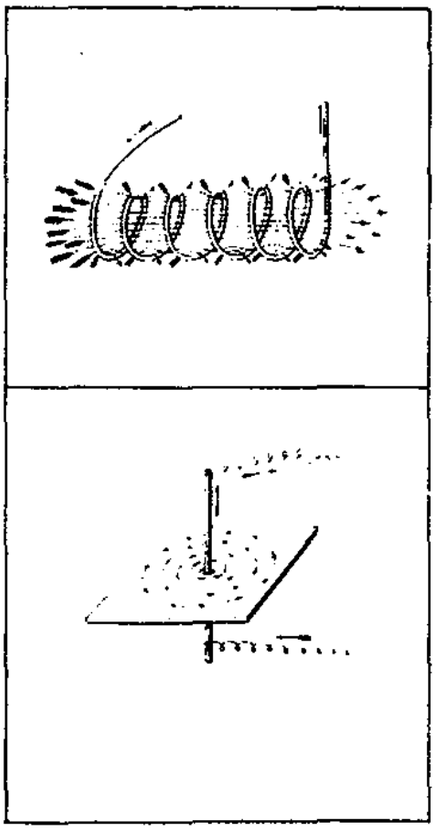
... که بلااستفاده ماند تا زمانی که، بالاخره در سال ۱۸۸۰، توزیع گستردهٔ نیروی برق مقرون به صرفه شد.



اما نکتهٔ کلیدی در داستان ما این است که فاراده چگونه سعی کرد اثری را که مشاهده می‌کرد درک کند.
فاراده یکی از معدود دانشمندان طبقهٔ کارگر بود. پیشینهٔ غنی او در تجربیات عملی در کار آزمایشگاهی بسیار کمکش نمود. همچنین چشم‌انداز کلی او بسیار واقع‌بینانه بود.
به جای تلاش برای تدوین «قوانین» زیبا دربارهٔ نیرو، فاراده کوشید تا پدیده‌ای را که از تعامل یک آهنربا و جریان الکتریکی به وقوع می‌پیوست، تجسم کند. به این ترتیب تصاویری از آنچه اتفاق می‌افتاد را ترسیم کرد.



براده‌های آهن که درمجاورت آهنربا قرار می‌گیرند، گرایش به این دارند که «به خط بشوند». توضیح پیشنهادی فاراده این بود که آهنربا یا سیم حامل جریان، برحسب شکل و قدرت آهنربا یا جریان، خطوط نیرو را به شکلی مشخص از خود بیرون می‌دهند.

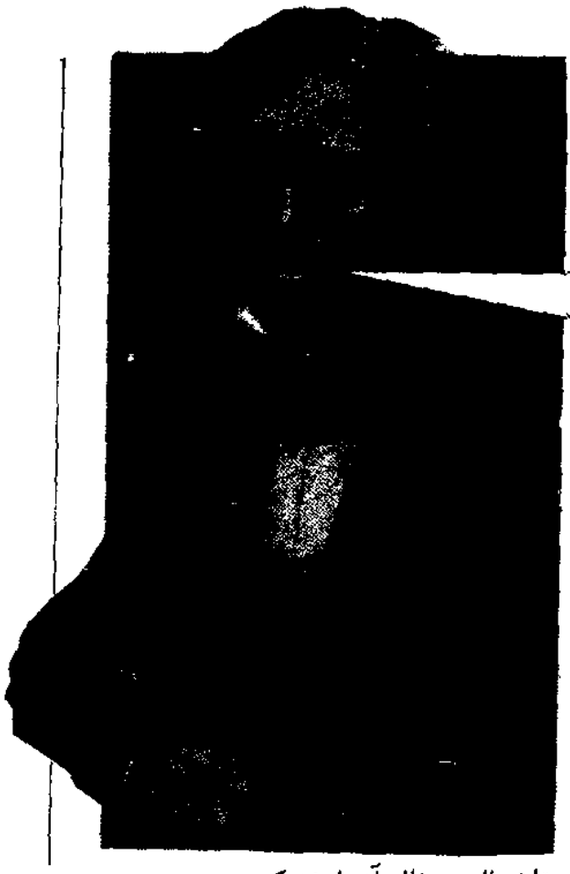


۱ تصاویر فاراده نشان می‌داد که ولتاژ ایجاد شده در یک مدار برابر است با میزانی که خطوط نیرو در داخل مدار تغییر می‌کند.

۲ برای نخستین بار نظریهٔ فیزیکی از نیروهایی که مانند جاذبه با فاصله عمل می‌کنند، دور شد.

۳ حالا فضای بین اجسام به شکل حاملی فعال برای انتقال نیرو دیده می‌شد.

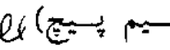
به محض این که فاراده این اثر راکشف کرد از خود پرسید چگونه است که خطوط نیرو از فضا می‌گذرند.

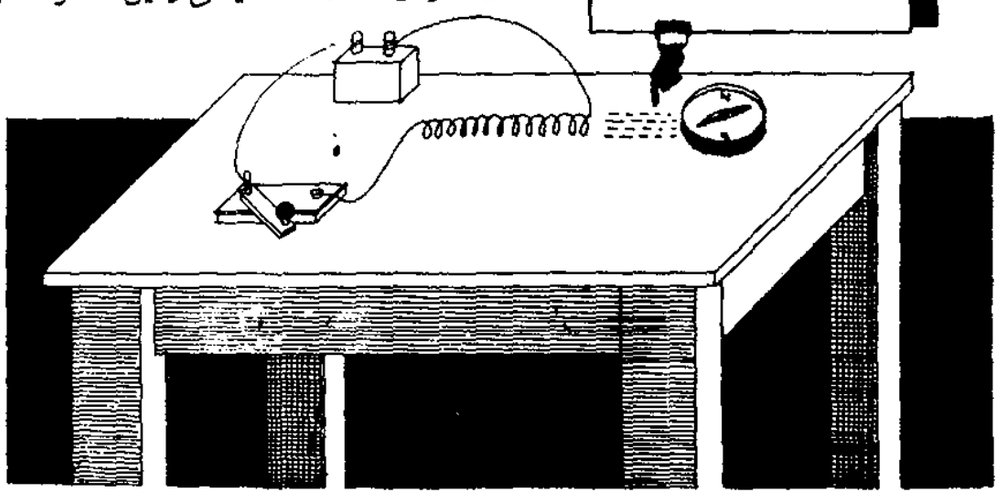


برقی نتایجی که در دو مقالهٔ «تحقیقات تجربی دربارهٔ الکتریسیته» گنجانده‌شده‌است، مرا به این باور رهنمون ساخت که عمل مغناطیسی تدریجی است و نیاز به **زمان** دارد.

وقتی آهنربایی بر آهنربایی دیگر یا قطعهٔ آهنی که در فاصله‌ای از آن قراردارند عمل می‌کند، علت اثرگذارنده **تدریجاً** از اجسام مغناطیسی منشاء می‌گیرد و برای انتشار به **زمان** نیاز دارد.

منشاء علت اثر گذارنده در اینجاست و برای انتشار نیازمند زمان است.

خودتان بااین مثال آزمایش کنید:
وقتی (کلید) بسته‌است،
(سیم پیچ)  باعث
جذب (عقربهٔ قطب‌نما) می‌شود
و آن را از شمال مغناطیسی زمین منحرف می‌کند.



۲۵ سال‌بعد، مَکسوِل استفادهٔ بسیار خوبی از این تصویر کرد. او خطوط نیروی مغناطیسی را میدان مغناطیسی و خطوط نیروی الکتریکی رامیدان الکتریکی نامید. سپس معادلاتی به دست آورد که چگونگی ارتباط این میدان‌ها را نشان می‌داد. این معادلات یک *جایزهٔ فوق‌العاده* هم به مکسول دادند و آن این که به او امکان دادند به این نتیجه برسد که تحت بعضی شرایط، میدان‌ها (خطوط نیرو، اثر مغناطیسی، فرقی نمی‌کنند) می‌توانند در فضا به شکل امواجی با سرعت نور حرکت کنند.

بله. معادلات مکسول به‌این می‌انجامید که نور یک پدیدهٔ الکترو مغناطیسی است، شکلی از نیروی الکتریکی که تا آن زمان به فکر هیچکس نرسیده بود.

حالا دیگر، مطالعهٔ نور می‌بایست بخشی از مطالعات الکترومغناطیس محسوب گردد.

اندازه‌گیری‌های سرعت نور

۱۶۷۰: نیوتن	آنی
۱۶۷۶: او. رومر	۱۴۱,۰۰۰ مایل در ثانیه
۱۷۲۷: جی. برادلی	۱۸۶,۲۳۳ مایل در ثانیه
۱۸۴۹: اچ. فیزو	۱۹۴,۰۰۰ مایل در ثانیه
۱۸۷۵: آ. کُرنو	۱۸۶,۴۰۰ مایل در ثانیه
۱۹۲۶: آ. میکلسون	۱۸۶,۲۸۱ مایل در ثانیه
۱۹۴۱:سی.دی.اندرسون	۱۸۶,۲۶۹ مایل در ثانیه
مقدار امروزی	۱۸۶,۲۷۹ مایل در ثانیه

اما همه کس معادلات مکسول را دوست نداشت. حتی فاراده قدری نسبت به آن حساسیت داشت.

او به مکسول چنین نوشت:

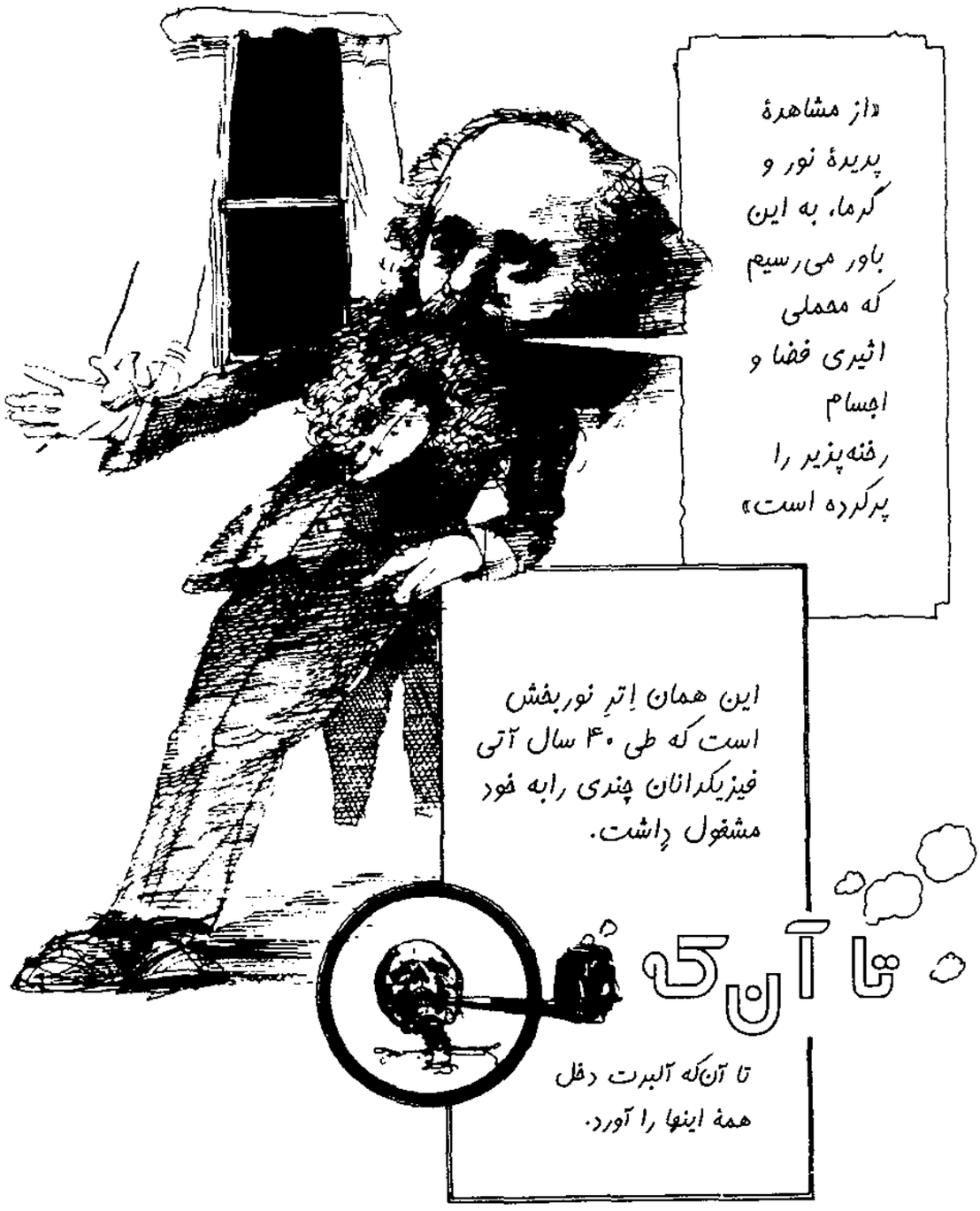
> چیزی هست که خیلی دوست دارم از شما بپرسم. وقتی یک ریاضی‌دان که درگیر مشاهدات آثار و نتایج پدیده‌های فیزیکی است، به نتیجهٔ تحقیقاتش می‌رسد، آیا نمی‌شود آنها را به‌همان کاملی، روشنی و دقتِ فرمول‌های ریاضی اما به‌زبان معمولی بیان کند؟ اگر می‌شود، آیا لطف خیلی عظیمی درحق همچو منی خواهد بود اگر چنین کنید ؟ ــ آنها را از این شکل خط هیروگلیفی که دارند به زبانی ترجمه کنید که ما هم بتوانیم در آزمایش‌های‌مان روی آنها کار کنیم. فکر می‌کنم که شدنی است، چون همواره احساس کرده‌ام که می‌توانید تصویر کاملاً روشنی از نتایج‌تان را به من منتقل کنید. هرچند ممکن است هیچ درک درستی از مراحلی که برای رسیدن به آنها طی شده است دستگیرم نشود، اما نتایجی خواهدبود نه‌فراتر ونه فروتر از حقیقت و با بیانی روشن، به اندازه‌ای که بتوانم دربارهٔ آنها فکر و روی آنها کار کنم. چه خوب می‌شود اگر چینن چیزی ممکن باشد و ریاضی‌دان‌هایی که در این‌باره کار می‌کنند، ضمن این که نتیجهٔ تحقیقات‌شان را به زبان خاص خودشان بیان می‌کنند، آنها را در وضعیتی قابل فهم، مفید و کاربردی، در اختیار ما نیز بگذارند.

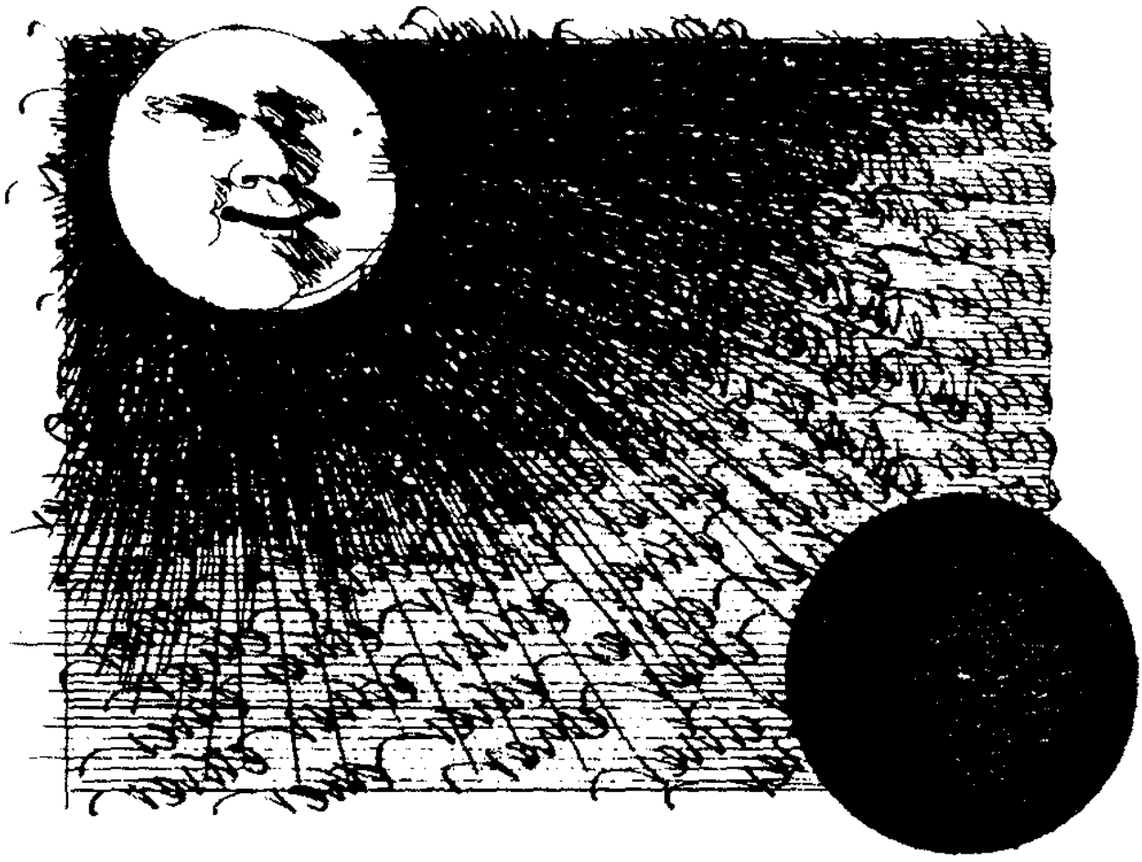
در زمان هلم هولتز، در سال ۱۸۷۱، بود که پس از سروسامان دادن به همهٔ نظریات در حال رقابت، معادلات مکسول به عنوان اولین نامزد تئوری صحیح سربرآورد. آزمایشگاه هلم هولتز به مرکز تحقیقات امواج الکترومغناطیسی و انتشار نور تبدیل شد.

همگی بر این نکته توافق داشتند که نور شکلی از واکنش متقابل الکتریکی و مغناطیسی است .....

..... اما هیچکس نمی‌توانست بفهمد چطور از جایی به جای دیگر حرکت می‌کند!

مکانیسم انتقال نیروهای الکتریکی و مغناطیسی مسألهٔ مبرمی شده بود. همگی بر آن بودند که نوعی محمل (یا ماده) برای پشتیبانی میدان‌ها لازم است.





فرض بر این بود که اتر تمام فضا را پر کرده است.

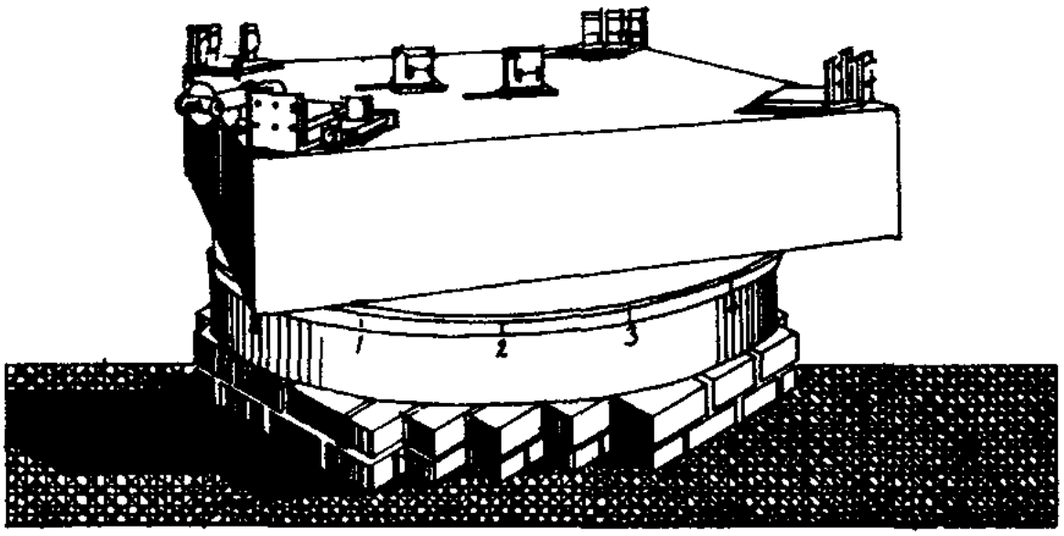
و ویژگی‌های متناقضی دارد:

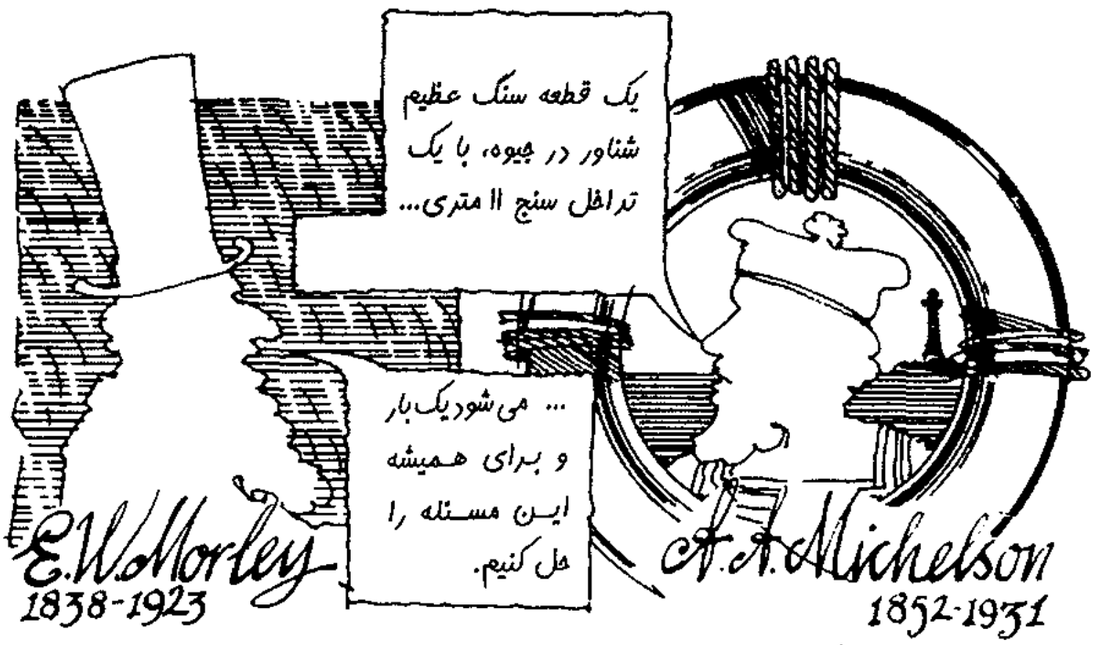
۱ نسبت به اجسام مادی کاملاً رخنه پذیراست، در حالی که

۲ برای پشتیبانی نور می‌باید بسیار صلب باشد.

اما آیا اتر واقعاً وجود داشت؟

در سال ۱۸۸۷، دو آمریکایی، آ. آ. میکلسون و ای. دبلیو. مورلی سعی کردند حرکت زمین از ورای اتر را، به کمک دستگاه بسیار حساسی، تشخیص بدهند.





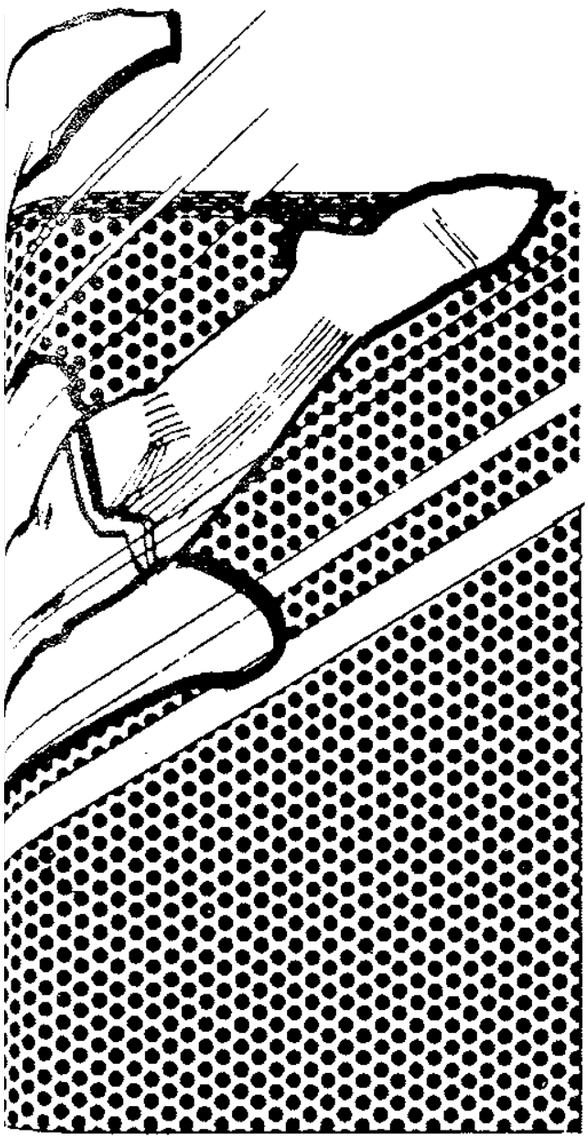
آ. آ. میکلسون
۱۸۵۲-۱۹۳۱

ای. دبلیو. مورلی
۱۸۳۸-۱۹۲۳

در سال‌های ۱۸۸۲-۱۸۸۰ به اروپا سفر کرد و تحقیقات دربارهٔ اتر را در آزمایشگاه هلم‌هولتز آغاز نمود

در بازگشت میکلسون از آلمان، با او آغاز به همکاری کرد.

هیچ اثری پیدا نکردند. حرکت زمین در اتر قابل تشخیص نبود.



... او می‌خواست بفهمد وقتی نور از جایی به جای دیگر منتشر می‌شود (پخش می‌شود)، چه اتفاقی می‌افتد.

او نیز مانند فاراده تصویرهای ساده را ترجیح می‌داد.

به خاطر بیاورید که در کودکی هم آلبرت متعجب بود از این که سوزن قطب‌نما می‌توانست بدون این که چیزی با آن تماس داشته باشد جهت قطب شمال را نشان بدهد.

درنتیجه آلبرت تلاش کرد تصویر کوچکی طرح کند از این که عملکرد نور چگونه است.

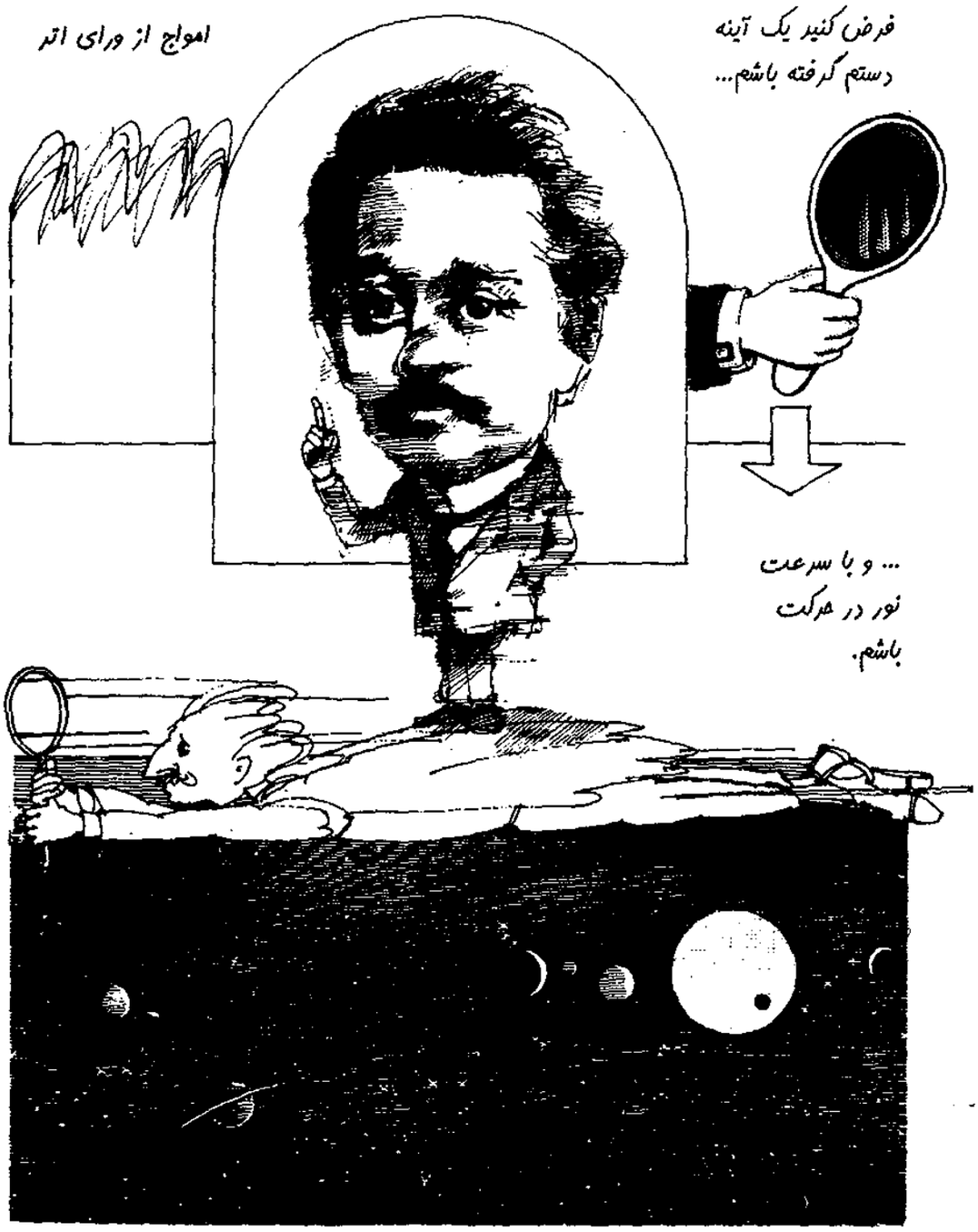
بالاخره آلبرت توانست، با این چشم‌انداز و بعد ازمقادیر زیادی کارِ سخت به همراه دوستانش، رویکرد متفاوتی به مسألهٔ اتر فراهم کند.

البته دقیقاً نمی‌دانیم چه اتفاقی افتاد، چون هر چند آلبرت قادر بود هر استدلالی را، فقط با یک ضربه، خُرد کند، اما خیلی دوست نداشت در این باره حرف بزند.

نه. آلبرت هرگز به این مسئله فکر نکرد که مثل یک نابغه باهاش رفتار کنن. دوست نداشت. در نتیجه از بیان جزئیات چیزهایی که بهش فکر می‌کرد ابا داشت.

و از این گذشته، ... «در علم، ... کار یک فرد آنقدر به فعالیت دانشمندان هم عصر او وابسته است که تقریباً به شکل محصولی غیرشخصی و متعلق به کل نسل او درمی‌آید.»

نکتهٔ معماساز در بحث‌های او با دوستانش این بود که... چه اتفاق می‌افتاد اگر با سرعت نور همراه یک موج نور حرکت می‌کرد؟



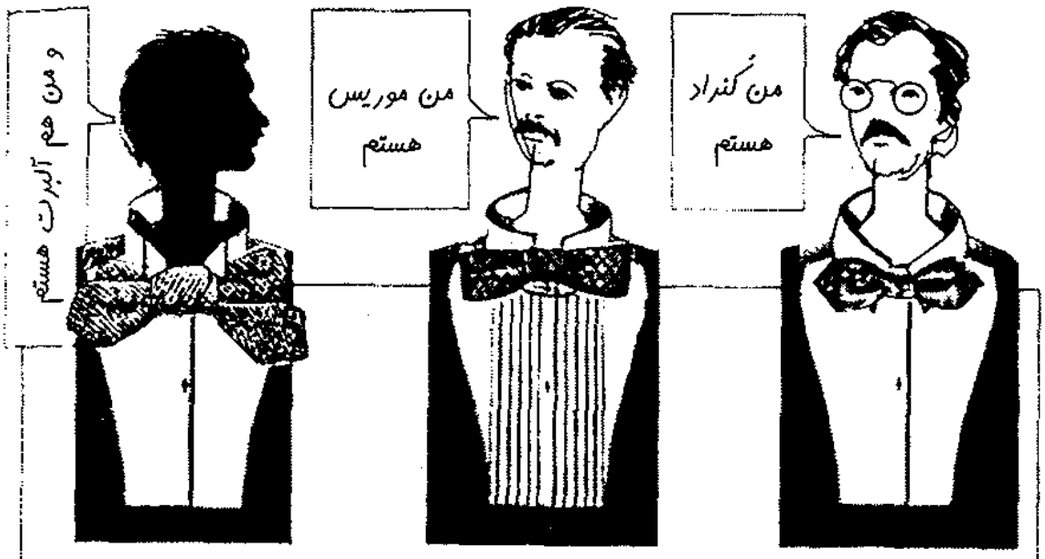
اگر با سرعت نور حرکت کنم، نور صورتم نمی‌تواند به آینه برسد!!
می‌دونید، بهتره برم با بستو در این باره بحث کنم.
بستو؟
یادت که می‌آید، مایک بستو، یکی از دوست‌های آلبرت.

۱
ببین مایک. من باز هم سعی کردم داستان اتر را بفهمم.
بازهم؟ سانحهٔ توی آزمایشگاه برایت کافی نبود؟
خب! این دفعه چیه؟
۲
گوش کن! این فرق دارد. تصور کن داری با سرعت نور حرکت می‌کنی...
۳
بازهم قهوه بیاورم؟
۴
صبر کن ببینم. خیلی خب، فهمیدم.
۵
حالا اگر تو داری با سرعت نور حرکت می‌کنی و آینه هم با سرعت نور حرکت می‌کند، پس نور نمی‌تواند به آینه برسد.
۶
اوهوممم، خب، که چی؟

آلبرت این معما را به مدت ۱۰ سال با دوستانش کاوید، ابتدا در ETH در زوریخ، از ۱۸۹۵ تا ۱۹۰۰، بعد در دفتر ثبت اختراعات سوییس در برن، از ۱۹۰۱ تا ۱۹۰۵.

وقتی آلبرت فارغ‌التحصیل شد، معلم‌هایش در ETH از توصیه و معرفی او برای استخدام سر باز می‌زدند. در نتیجه یک سال را به انجام انواع تدریس‌های عجیب و غریب پرداخت (آلبرت معلم بسیار خوبی بود) تا آن که مارسِل گراسمَن توانست به ضرب مناسبات و آشنایی‌هایش کاری در دفتر ثبت اختراعات سوییس برایش پیدا کند...

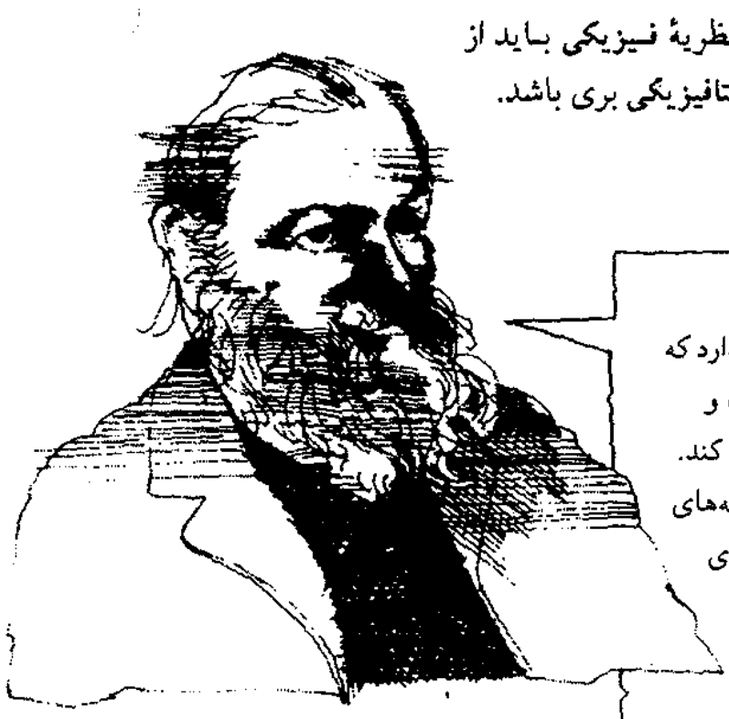
... کاری که برای فارغ‌التحصیلان علوم در آن روزها، شغلی رایج در دستگاه اداری محسوب می‌شد.



در برن، با موریس سولووین و کنراد هابیشت آشنا شد. آنها «آکادمی المپیا» را تشکیل می‌دهند...

... و همراه میلونا ماریک، مارسل کراسمن و مایک بسو، به وَر رفتن با آن معما ادامه داد.
اگر با سرعت نور حرکت کنم، آیا تصویرم در آینه محو می‌شود یا خیر؟

ماخ معتقد بود که یک نظریهٔ **فیزیکی** باید از ساخت و پرداخت‌های **متافیزیکی** بری باشد.



هیچکس صلاحیت ندارد که چیزی را دربارهٔ حرکت و فضای مطلق پیش‌بینی کند. اینها فقط و فقط ساخته‌های اندیشه‌هستند،ساخته‌های صددرصد ذهنی که نمی‌توانند عملاً تجربه شوند.

Ernst Mach 1838-1916

ارنست ماخ ۱۹۱۶ـ۱۸۳۸

ماخ همچنین معتقد بود که یک نظریهٔ فیزیکی باید فقط بر ادراکات حاصل از حواس اولیه بنا شده باشد (باوری که بعدها لنین به عنوان عامل به وجود آورندهٔ اشتباه‌های سیاسی، از آن نام می‌برد). آلبرت از تمایل ماخ استفاده کرد و اندیشه‌های جاری پذیرفته شده در مکانیک را به مبارزه طلبید...

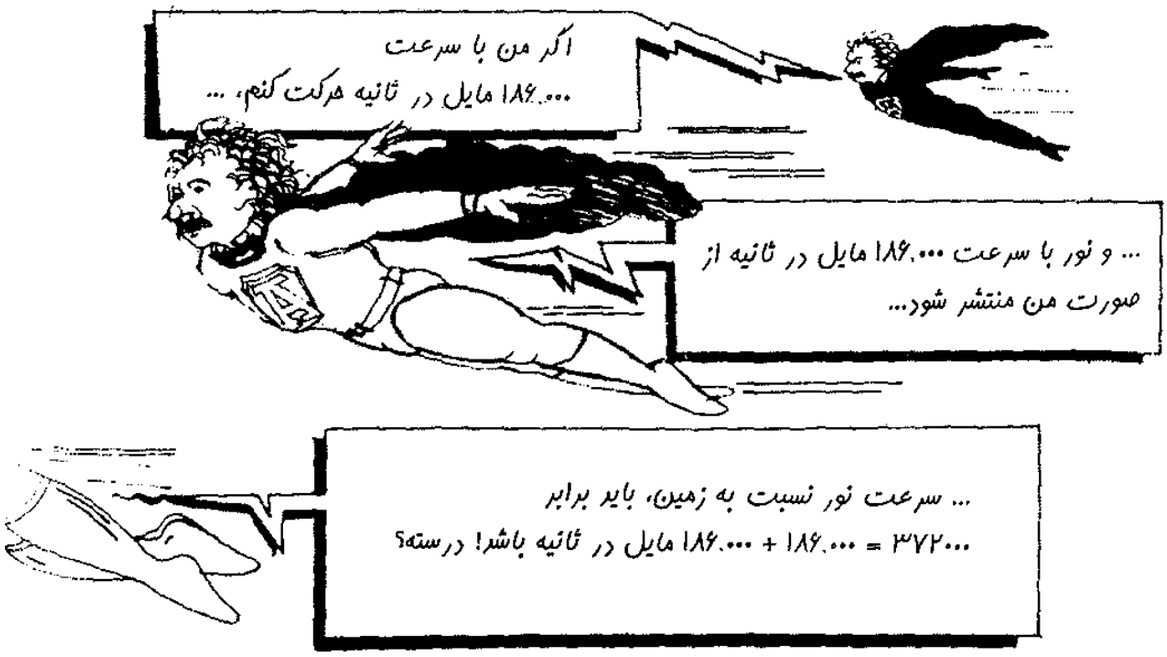
وقتی دانشجو بودم کتاب **علم مکانیک** ماخ تاثیر عمیقی بر من گذاشت.

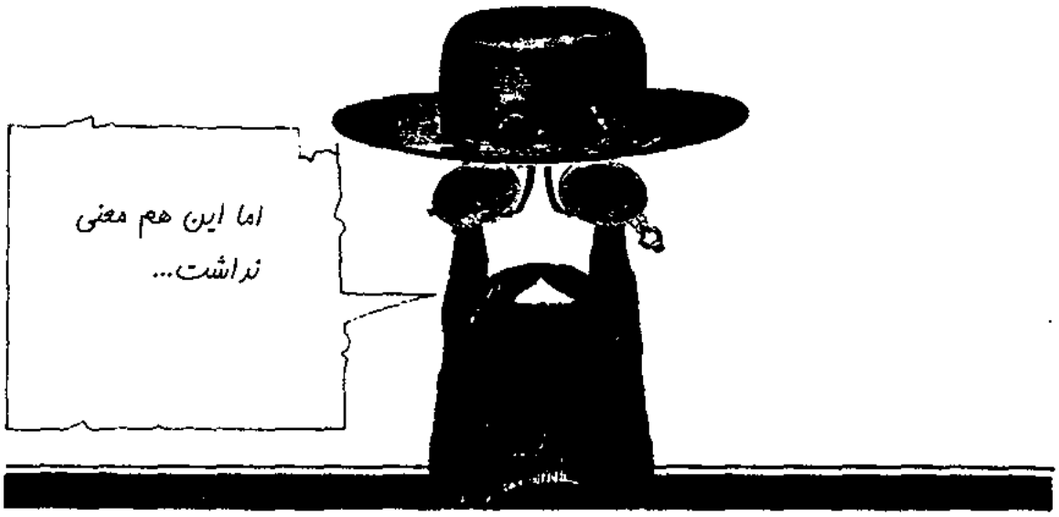
به نظر من عظمت ماخ در شکاکیت خلل‌ناپذیر اوست.

فایدهٔ افکار و اندیشه‌های ماخ این بود که به آلبرت کمک کرد تا وجود اتر را رد کند.

فکر آلبرت این بود...
مهم نیست نور چگونه از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر حرکت می‌کند (یعنی به واسطهٔ اِتِر یا مثلاً مِتِرا!)، به هر حال تصویر من نباید محو بشود.

اما آنوقت، از چشم یک ناظر روی زمین، نور با سرعتی دو برابر سرعت معمولش از چهرهٔ آلبرت منتشر می‌شود!





سرعت امواج فقط به محیط انتشار وابسته بود و نه به منبع انتشار. برای نمونه نظریهٔ امواج می‌گوید که صدای یک قطار در حال حرکت، با سرعتی ثابت و مستقل از سرعت قطار، مسافت را برای رسیدن به ناظر، طی می‌کند. معادلات مکسول نیز همین را برای نور پیش‌بینی می‌کردند. ناظر روی زمین باید سرعت نور منتشر شده از چهرهٔ آلبرت را مستقل از سرعت حرکت آلبرت اندازه بگیرد.

اما اگر ناظر سرعت نور ساطع از چهرهٔ آلبرت را مقداری ثابت و مستقل از سرعت آلبرت اندازه بگیرد، در آن صورت، آلبرت باید بتواند به نور چهره‌اش برسد و تصویرش در آینه نباید محو شود.

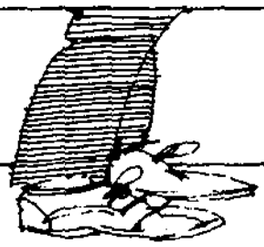
اما اگر تصویرش در آینه نباید محو شود، پس نور باید به طور معمول به سمت آینه حرکت کند و در آن صورت، ناظر روی زمین آن را با سرعتی دو برابر سرعت معمولش می‌بیند. اما اگر ناظر روی زمین... وای!

آلبرت سعی کرد راهی پیدا کند که سرعت
نور برای **هر دو** ناظر ساکن و در حال حرکت،
یکی باشد.

این ماجرا داشت تقریباً به یک بحران عصبی منجر می‌شد...

باید اعتراف کنم که در آن اوایل که نظریهٔ نسبیت خاص داشت در ذهنم شکل می‌گرفت، به‌همه جور اختلالات عصبی دچار می‌شدم. در آن ایام جوانی، پیش می‌آمد که هفته‌ها در یک وضعیت گیجی به سر ببرم، وضعیت آدمی که باید تلاشش را می‌کرد تا بر حالت اعجابی که از برخورد به‌این قبیل پرسش‌ها به آن مبتلا شده بود، فائق بیاید.

نظریهٔ نسبیت راه‌حلی است که آلبرت برای این مسألهٔ ظاهراً غیرممکن ارائه داده است.

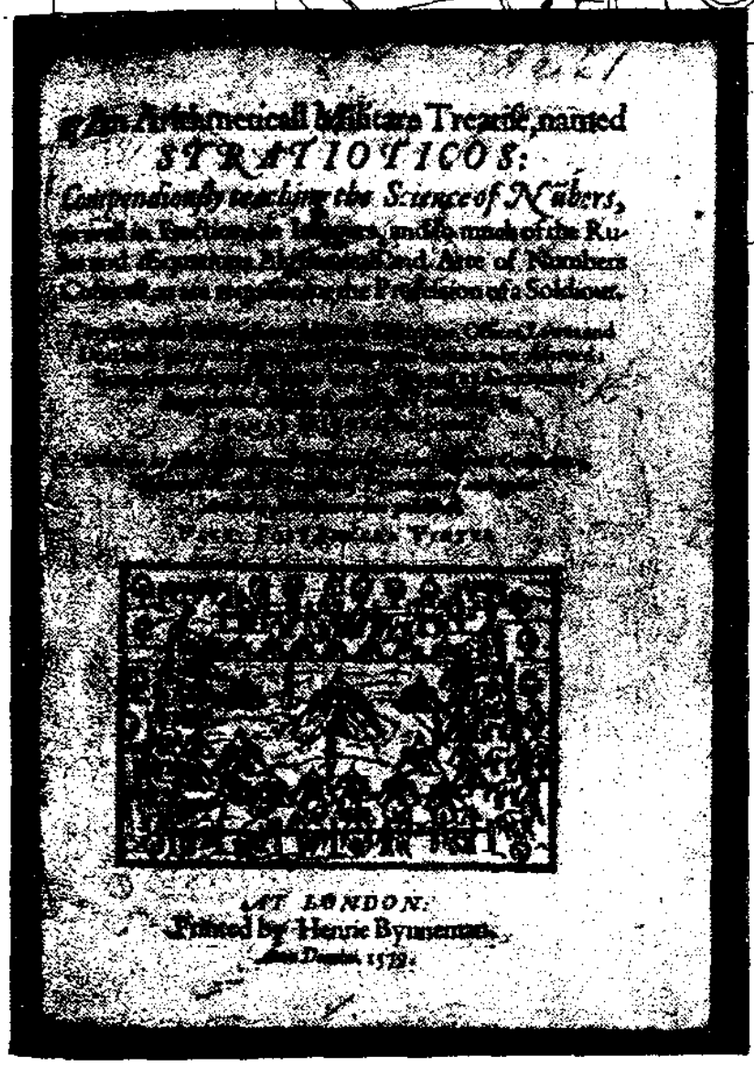


آلبرت برای آن‌که بتواند قدمی به جلو بردارد باید خود را مجاب می‌کرد که، حتی اگر با سرعت نور هم حرکت کند، تصویرش **باید** عادی بماند. به یک **اصل عام** نیاز داشت که اعتماد لازم برای ادامهٔ کار را به او بدهد.

آلبرت یک اصل قدیمی فیزیک را پیدا کرد که تا پیش از آن چندان مفید واقع نشده بود...

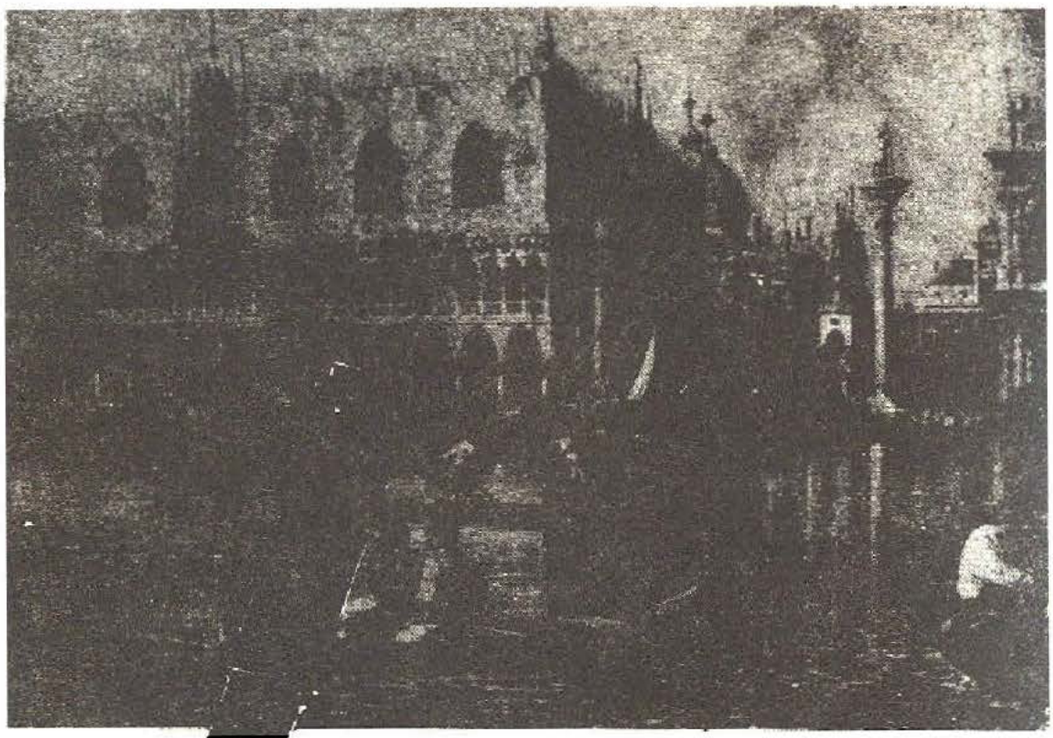
اصل نسبیت

گالیله گرفتاری‌های زیادی با انکیزیسیون پیدا کرد. آزمایش‌های او دربارهٔ حرکت به اصل نسبیت منجر شد.



گالیله در شهر پیزا در ایتالیا، معلم ریاضیات و مهندسی نظامی بود.

گالیله بر روی چیزهای زیادی کار کرد. او اولین تلسکوپ را در ایتالیا ساخت و بلافاصله آن را، در ازای ۱۰۰۰ دوکات و یک منصب مادام‌العمر معلمی، به دوک ونیز فروخت.



من یک تلسکوپ ساخته‌ام، چیزی که به درد هر برنامهٔ دریایی یا زمینی می‌خورد و ثمرهٔ تلاش بی‌اندازه با ارزش من است. با این وسیله می‌توان قایق‌ها و ناوگان دشمن را از فاصلهٔ دورتری از معمول کشف کرد و دست کم دو ساعت پیش از آن که او ما را ببیند، با تشخیص تعداد و کیفیت کشتی‌هایش، برآورد نمود که باید به تعقیب او پرداخت، با او درگیر شد یا از او گریخت...»

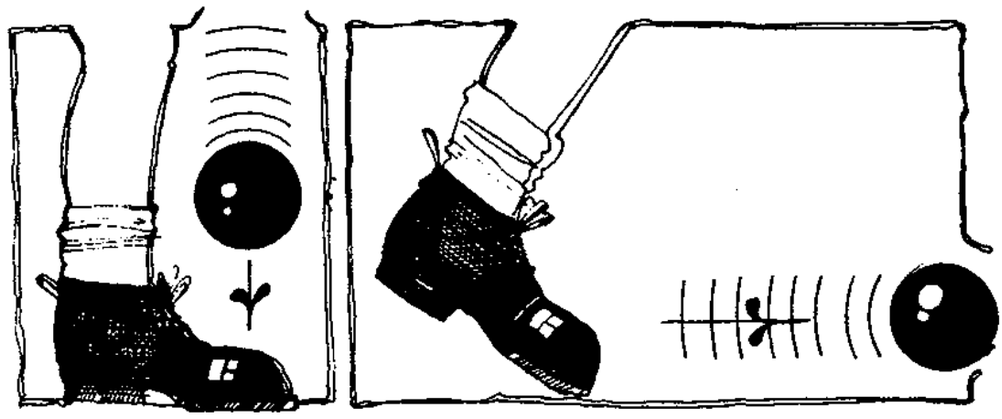
گالیله از تلسکوپ همچنین برای مشاهدهٔ اقمار سیارهٔ ژوپیتر استفاده نمود. از آنجا که مرد عملگرایی بود که به پول هم نیاز داشت، سعی کرد آن را، به عنوان یک ابزار دریانوردی، ابتدا به پادشاه اسپانیا و سپس به مجمع عمومی هلند بفروشد.

علاوه بر آن، به کمک این کشف توانست مردم را متقاعد کند که سیاره‌ها به دور خورشید می‌گشتند.

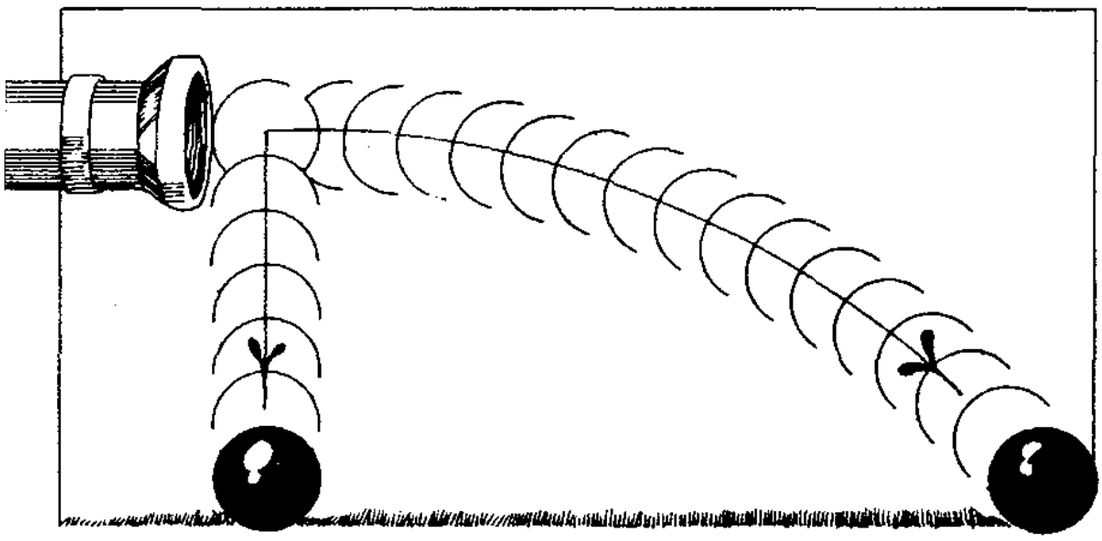
اما موضوع اصلی توجه گالیله حرکت زمین بود...

گالیله کار را از نتایج کار نیکولو تارتالیا از سر گرفت. تارتالیا حدس زده بود که بیشترین بُرد یک توپ وقتی است که زاویه‌اش با افق ۴۵ درجه باشد.

گالیله متوجه شد که حرکت پرتابه‌ها را می‌توان به این شکل تجزیه و تحلیل نمود که حرکت افقی و عمودی آن به‌طور مستقل بررسی شود.



به این ترتیب اگر حرکت‌های افقی و عمودی با هم ترکیب شده‌اند، معنی‌اش این باید باشد که...



گلوله‌ای که از لولهٔ یک توپ کاملاً افقی شلیک شود و گلوله‌ای که همزمان با آن از دهانهٔ توپ فروبیفتد، **همزمان** به زمین می‌رسند!

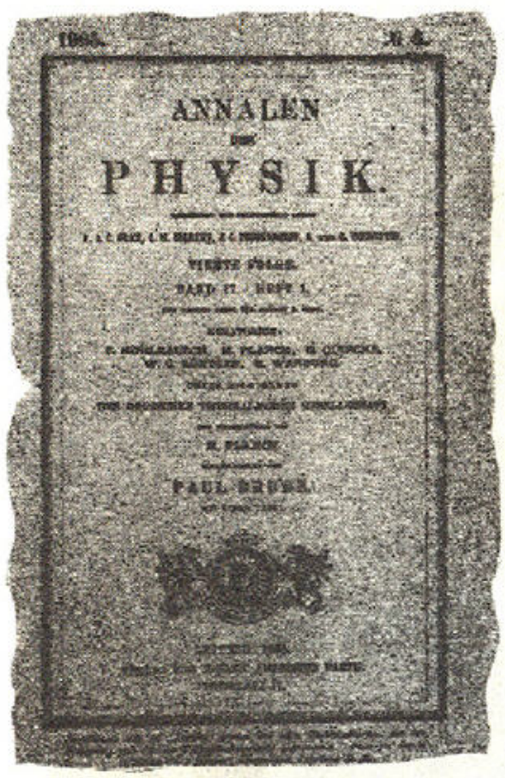
نتیجهٔ عجیبی است!

۱ حرکت افقی به هیچ وجه بر حرکت عمودی اثر نمی‌گذارد؟

۲ وقتی من به آرامی توپ را حرکت می‌دهم، حرکت عمودی گلولهٔ توپ به هیچ وجه تغییر نمی‌کند.

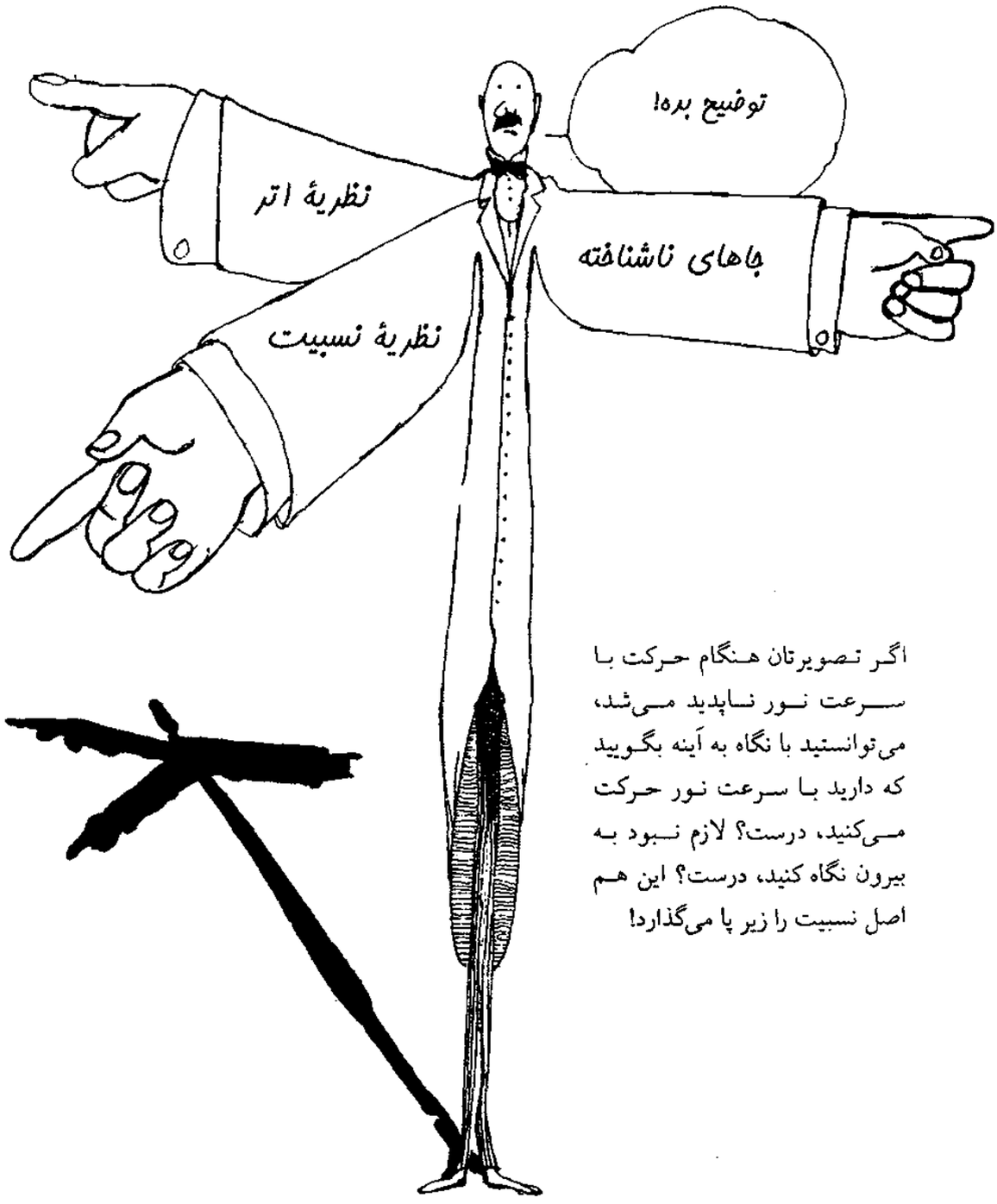
۳ گالیله از بسط این استدلال چنین نتیجه گرفت که نمی‌توان از حرکت عمودی یا از هیچ حرکت دیگری برای تشخیص حرکت افقی استفاده نمود.

اصل نسبیت به نظر بی‌ضرر می‌آید. نفی کردن ایدهٔ سکون مطلق موضوع خیلی مهمی نبود. اما استفاده از آن در مسألهٔ اتر، باعث هموار شدن راه برای مجموعهٔ استدلال‌های مستحکمی شد که تبدیل به نظریهٔ نسبیت شدند.


ANNALEN
DER
PHYSIK.

... و برای بار اول در این مجله چاپ شد.

آلبرت به اتکای اصل نسبیت استدلال کرد که، حتی اگر با سرعت نور هم حرکت کند، باید بتواند تصویرش را به شکل معمولی ببیند.

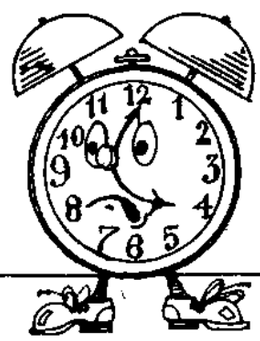


اگر تصویرتان هنگام حرکت با سرعت نور ناپدید می‌شد، می‌توانستید با نگاه به آینه بگویید که دارید با سرعت نور حرکت می‌کنید، درست؟ لازم نبود به بیرون نگاه کنید، درست؟ این هم اصل نسبیت را زیر پا می‌گذارد!

این نیمی از حل مسأله بود. تصویر آلبرت **باید** عادی باشد. اما آیا آلبرت می‌توانست ببیند که نور با سرعت نور نسبت به او از چهره‌اش منتشر می‌شود... در شرایطی که ناظران روی زمین نور منتشره از چهرهٔ او را باسرعت نور نسبت به **خودشان** می‌دیدند؟

چگونه چنین چیزی می‌توانست ممکن باشد؟

*سرعت برابر تقسیم مسافت به زمان است (همانطور که می‌گوییم مایل در ثانیه). آلبرت به این نتیجه رسید که اگر **سرعت** باید ثابت باشد، پس **مسافت** و **زمان** باید **متفاوت** باشند. معنی‌اش این بود که یک چیز مشکوکی در ارتباط با زمان باید وجود داشته باشد.*



شاید ناظر در حال حرکت و ناظر ساکن زمان‌های متفاوتی را مشاهده می‌کردند...

اگر هر دو همان سرعت را برای نور مشاهده می‌کردند.

از آنجا که آلبرت اصلت نسبیت را به عنوان نقطهٔ عزیمت انتخاب کرده بود، به آنجا رسید که، برای جور شدن تمام ماجرا، می‌باید دربارهٔ مفاهیم فضا و زمان دوباره بیندیشد.

این آن شکلی است که نهایتاً آلبرت
قضیه را در مقاله‌اش در **مجلهٔ آنالِن**
در فیزیک در سال ۱۹۰۵ بیان کرد:

دربارهٔ الکترودینامیک اجسامِ درحال حرکت

... تلاش‌های ناموفق به منظور کشف هرگونه حرکت
کرهٔ زمین نسبت به محیط محمل نور

مانند آزمایش میکلسن ـ مورلی

چنین ایجاب می‌کند که پدیده‌های الکترودینامیک

منظورش همان انتشار نور است

مانند پدیده‌های مکانیک هیچ ویژگی‌ای که با ایدهٔ
سکون مطلق در ارتباط باشد، ندارند.

منظورش این است که اصل گالیله باید برای نور هم مانند حرکت معمولی صادق باشد.

ما این حدس را (که آن را در ادامه به اختصار «اصل
نسبیت» خواهیم نامید) به‌سطح یک اصل موضوعه*
ارتقاء می‌دهیم.

* **اصل موضوعه**: یک فرض اولیه و پایه‌ای.

و همچنین اصل موضوعهٔ دیگری را نیز اضافه می‌کنیم،
که تنها در ظاهر با اصل قبلی در تعارض به نظر می‌رسد.

منظورش این است که راهی برای خروج از تناقض پیدا کرده است.

و آن این که در یک فضای خالی، نور همیشه با
سرعت معیّن c حرکت می‌کند که مستقل از وضعیت
حرکتی جسم منتشر کننده است.

منظورش این است که همه‌کس باید سرعت نور را همیشه یک اندازه مشاهده کند.

با همین دو اصل می‌توان به یک نظریهٔ ساده و منسجم برای الکترودینامیک اجسام در حال حرکت دست یافت که بر نظریهٔ مَکسوِل برای اجسام ساکن متکی است.

از آنجا که دیدگاه ما در این جا نیازی به یک «فضای در سکون مطلق» و با خصیصه‌های ویژه ندارد، به میان آوردن یک «اتر نورافشان» نیز غیرضرور خواهد بود...

منظورش این است که یک بار و برای همیشه خودش را از شر اتر خلاص می‌کند. فضا دیگر به «خصیصه‌های ویژه» برای انتقال نور نیازی ندارد.

اما پاره‌ای ایده‌های متعارف دربارهٔ **زمان**، دربارهٔ **مسافت**، دربارهٔ **جرم**، دربارهٔ **سرعت** می‌باید به دور ریخته و جایگزین می‌شد.

استدلال‌های آلبرت بسیار ساده‌اند چون بسیار منطقی هستند. اگر شما دو اصل موضوعه را بپذیرید، آلبرت بهتان دقیقاً نشان خواهد داد چطور می‌شود همه‌چیز را شسته و رفته ثابت کرد.

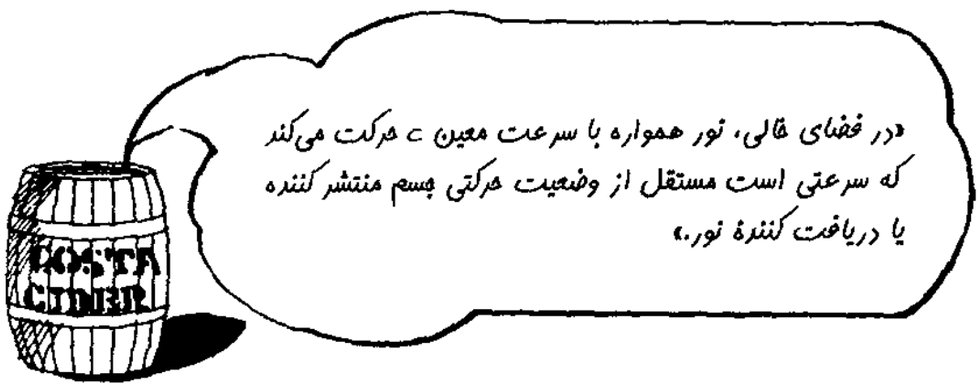
آلبرت از نتیجه خیلی خوشنود بود. به دوستش کنراد هابیشت چنین نوشت...

و اما حالا. آیا می‌دانید چه اتفاقی می‌افتد؟ آلبرت می‌گوید: مهم نیست وقتی شما در حال سکون هستید
نور چگونه منتشر می‌شود...

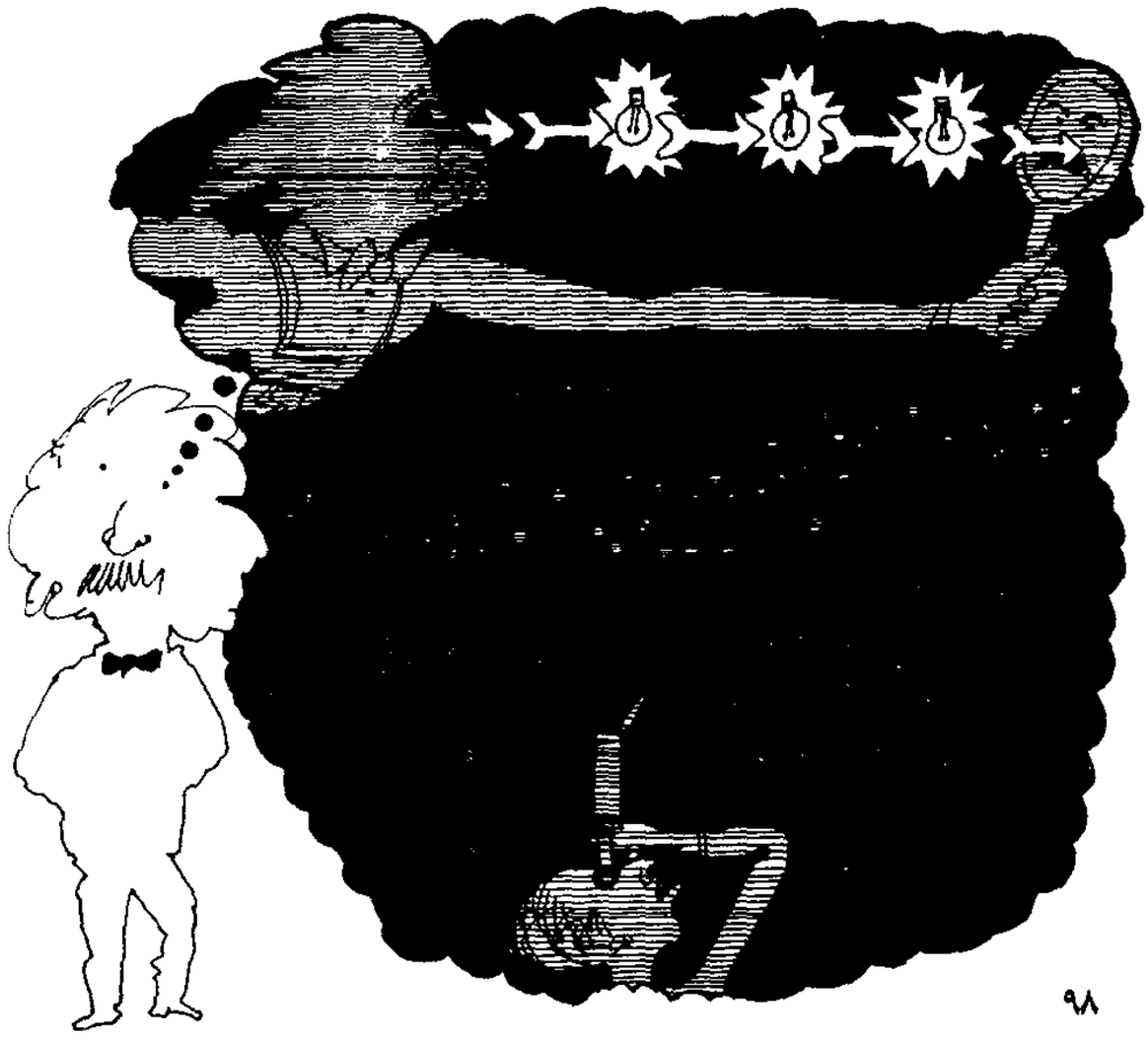
... وقتی حرکت می‌کنید، نور دقیقاً به همان شکل انتشار می‌یابد.

این همان اصل اول آلبرت، اصل نسبیت است.

اما آلبرت چیزهای دیگری هم می‌گوید



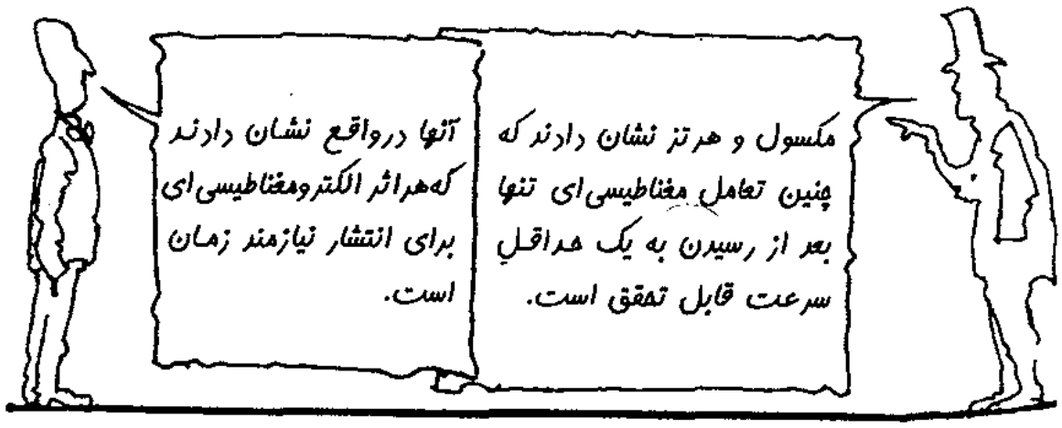
یک ناظر بر روی زمین باید نور را با همان سرعتی ببیند که یک ناظر متحرک. این اصل دوم آلبرت است.

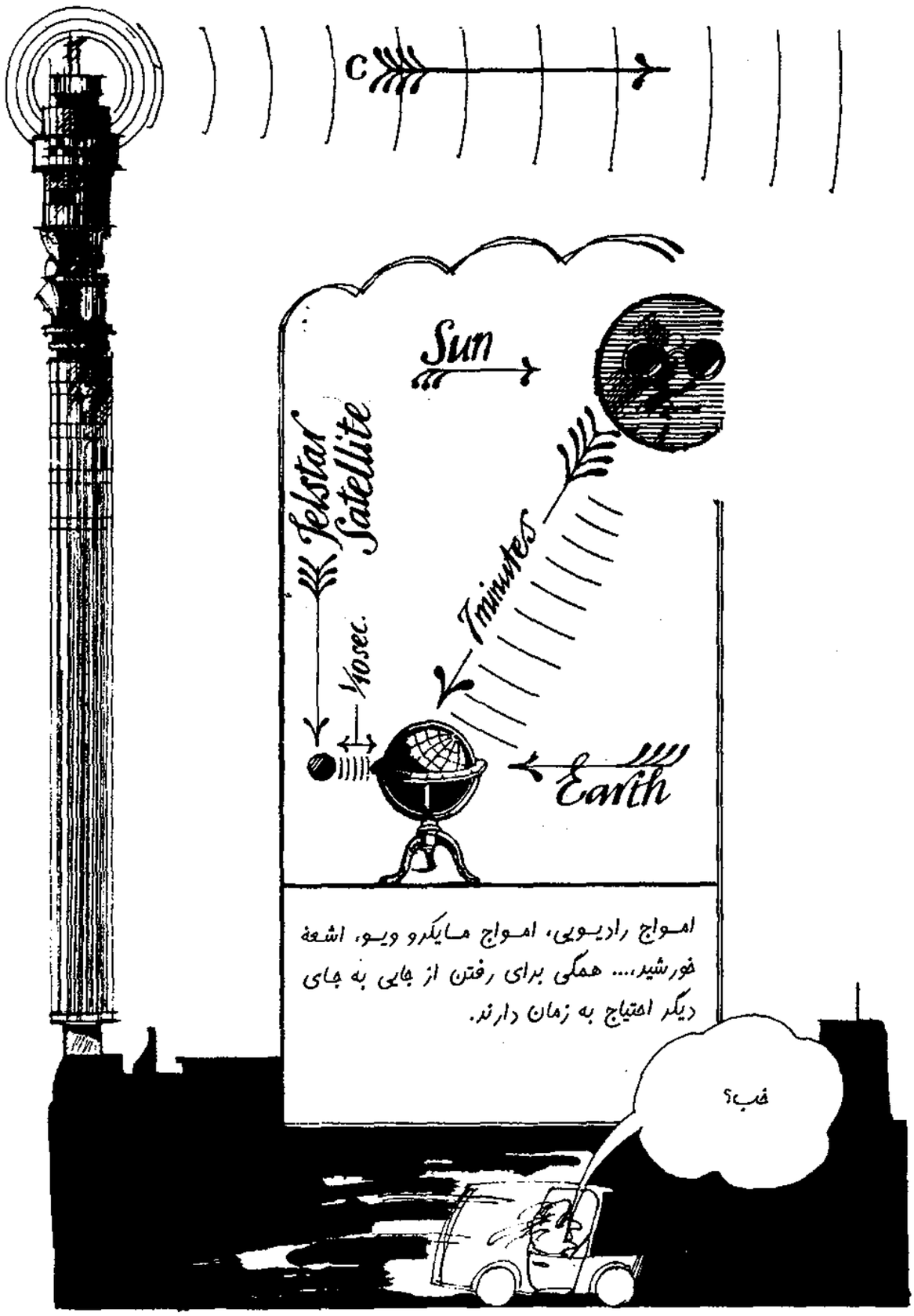


قطب‌نما را که یادتان هست؟

آلبرت در عجب بود که سوزن قطب‌نما چگونه از مغناطیس زمین اثر می‌گیرد.

اثرات مغناطیسی (یا الکتریکی) چگونه از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر منتقل می‌شوند؟



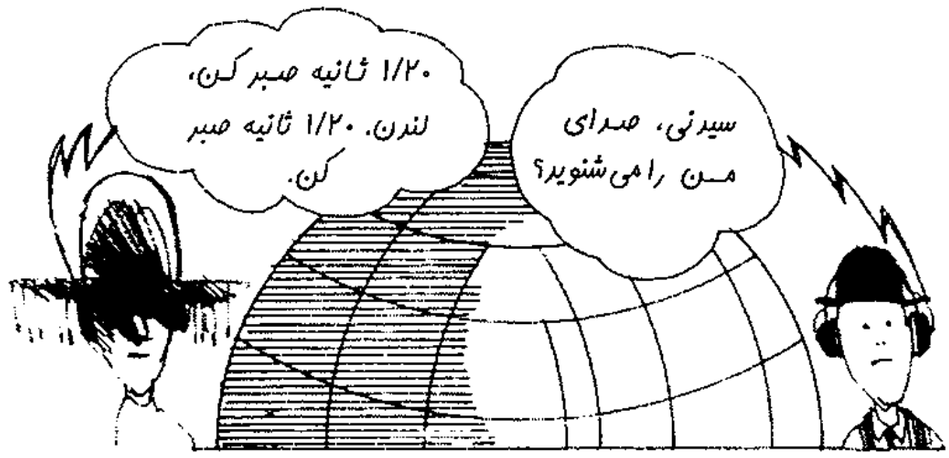

c
Sun
Telstar Satellite
1/10 sec.
7 minutes
Earth
امواج رادیویی، امواج مایکرو ویو، اشعهٔ خورشید،... همگی برای رفتن از جایی به جای دیگر احتیاج به زمان دارند.
خب؟

خب، آلبرت دست به یک استنتاج زد. براساس تجربیات موجود در زمینهٔ الکتریسیته که توسط مکسول و هرتز بیان و آزمایش شده بودند، آلبرت پیشنهاد کرد که **هیچ** اثری در طبیعت آنی نیست.

معنی **فیزیکی** ساده و روشن اصل دوم آلبرت چنین است:

هر اثری برای رفتن از یک محل به محل دیگر به زمان احتیاج دارد.

و اگر هیچ اثری در طبیعت آنی نیست، باید یک سرعت حداکثر ممکن نیز برای تأثیر متقابل وجود داشته باشد.

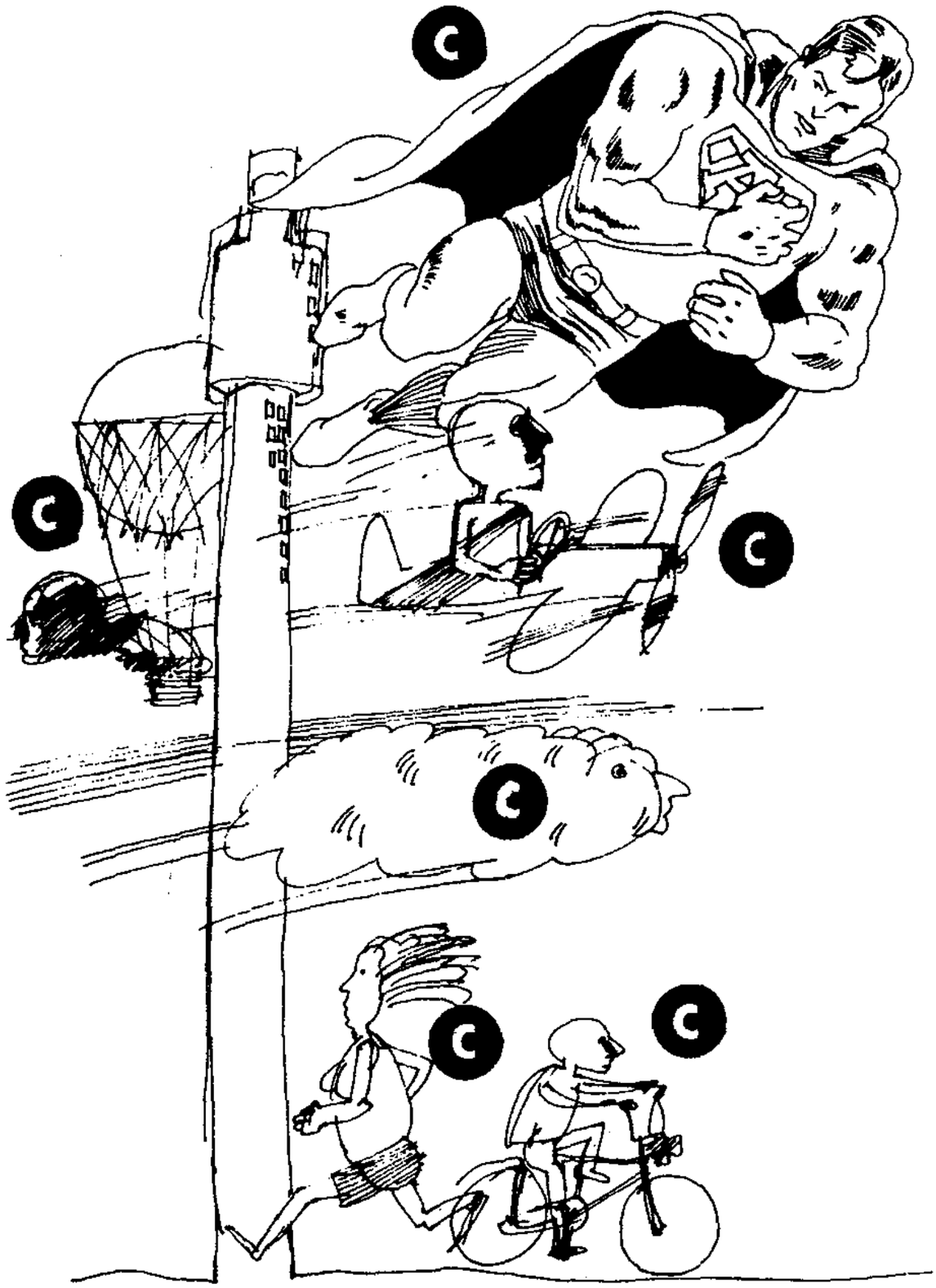


چون این نکته خیلی مهم است تکرار می‌کنیم: اگر در طبیعت هیچ اثر متقابل آنی‌ای وجود ندارد، باید یک سرعت حداکثر ممکن نیز برای تأثیر متقابل وجود داشته باشد.

سرعت انتقال حداکثر در طبیعت، سرعت واکنش‌های الکترومغناطیسی است که همان سرعت نور است!

حال باتوجه به اصل نسبیت،
حداکثر سرعت واکنش باید
برای هر ناظری و مستقل از این‌که
در حرکت باشد یا نه، یکسان باشد.

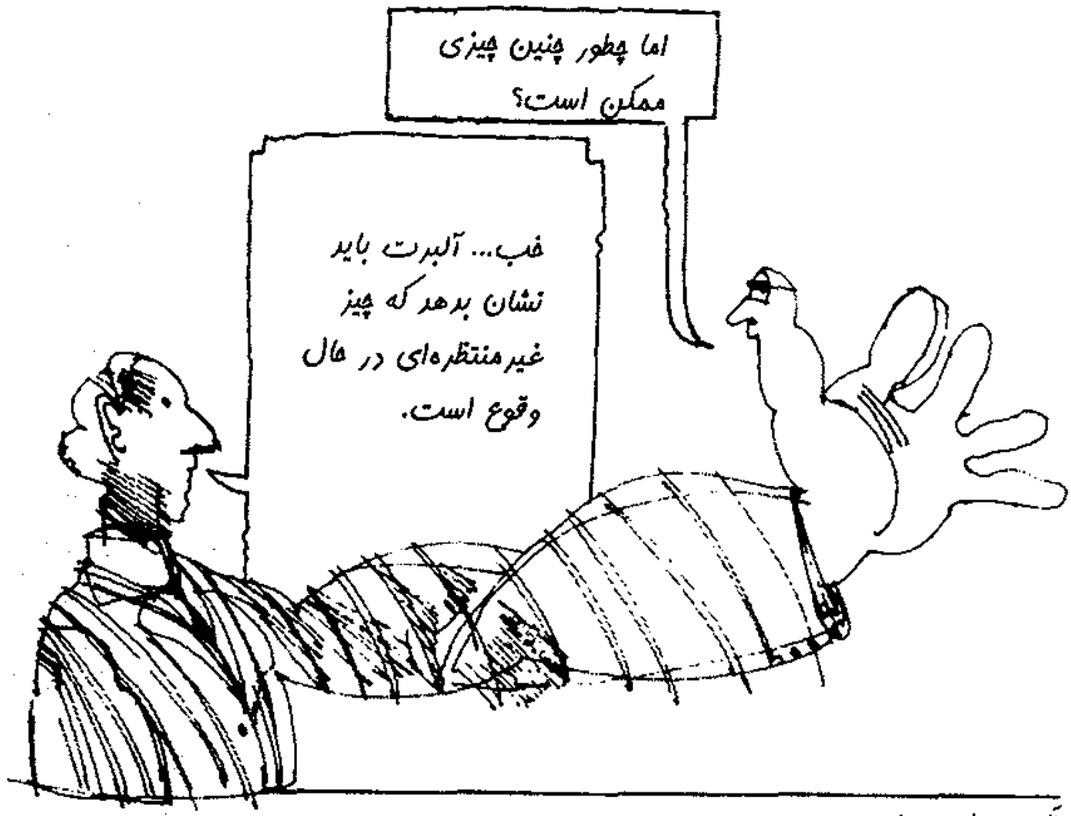
سرعت نور (حداکثر سرعت واکنش)، یک ثابت جهانی است. این اصل دوم آلبرت است.



همه همان سرعت را برای حرکت نور می‌بینند و فرقی نمی‌کند که چگونه در حرکت باشند.

معنی‌اش این است که هیچ‌چیز نمی‌تواند تندتر از سرعت نور حرکت کند.

حداکثر سرعت ممکن یک خصیصهٔ مادّی جهان ماست.



آلبرت باید نشان دهد:

۱ **چگونه همه نور را با همان سرعت (c) می‌بینند.**

و

۲ **چه اتفاقی می‌افتد اگر سعی کنید جسمی را با سرعتی بیش از c به حرکت بیاورید.**

به این منظور آلبرت نشان می‌دهد که:

مفهوم زمان باید تغییر کند.

مفهوم مسافت باید تغییر کند.

مفهوم جرم باید تغییر کند.

به‌این ترتیب موضع آلبرت چنین است:

۱ هیچ واکنش آنی‌ای در طبیعت وجود ندارد.

۲ بنابراین باید یک سرعت حداکثر ممکن وجود داشته باشد.

۳ سرعت حداکثر ممکن، سرعت انتقال واکنش الکترومغناطیسی است.

۴ سرعت انتقال واکنش الکترومغناطیسی، سرعت نور است.

۵ سرعت نور حداکثر سرعت ممکن است.

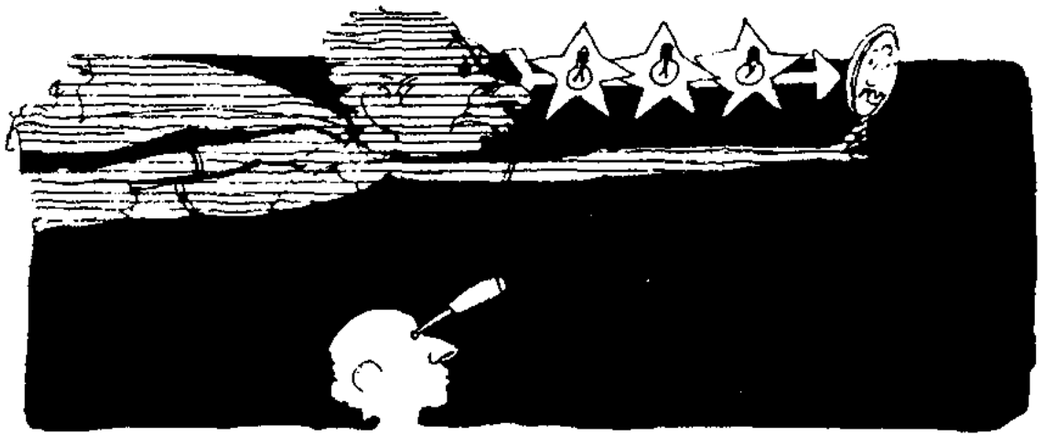
قسمت واقعاً مشکل قضیه این بود که نشان دهد چگونه همه کس نور را با همان سرعت می‌بیند.

ببینیم چطور این کار را کرد.

آلبرت تقریباً به مرز جنون رسید تا دریافت که **زمان** در این بازی دوایِ درد است! زمان بین دو رخداد ضرورتاً برای همهٔ ناظرها یکی نیست!

به یاد بیاورید که سرعت برابر است با مسافت تقسیم بر زمان لازم برای پیمودن آن. به شکل فرمول چنین نوشته می‌شود: $s = \frac{D}{T}$.

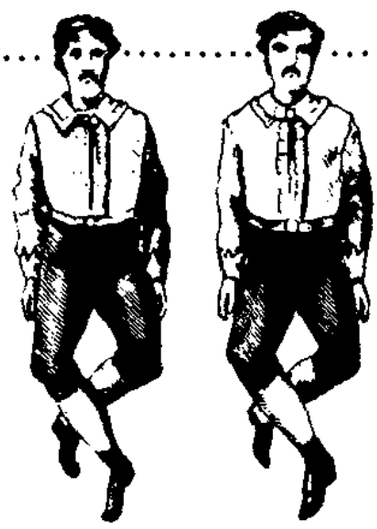
به این ترتیب شخص در حال حرکت، نور را در حال پیمودن یک مسافت D در یک زمان T مشاهده خواهد کرد، چنان که سرعت آن برابر c باشد...



... در حالی که شخص ساکن نور را در حال پیمودن مسافت D **متفاوت** و در زمان T **متفاوتی** خواهد دید به قسمی که او نیز دقیقاً همان سرعت c را اندازه خواهد گرفت.

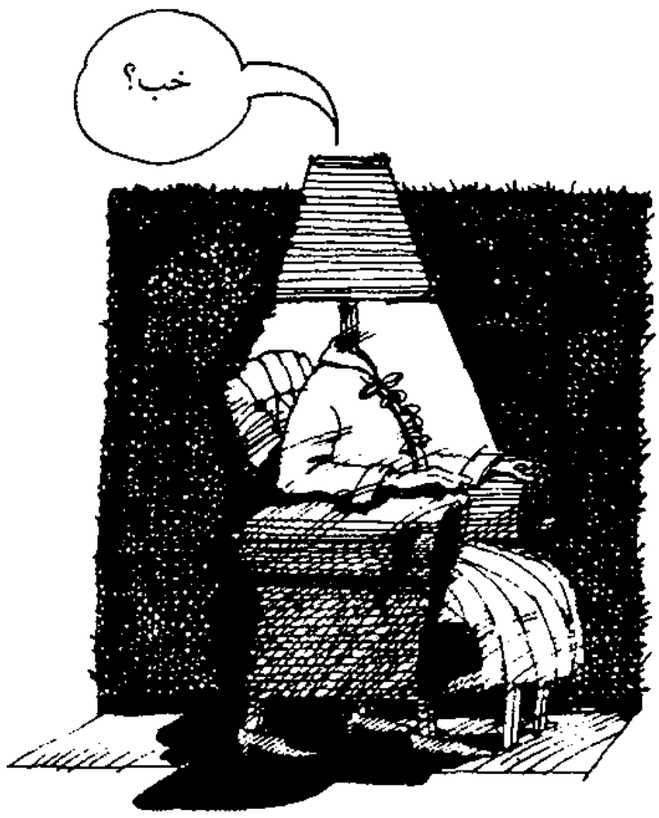
واقعاً زیباست. ببینید آلبرت چگونه پدیدهٔ رخدادهای همزمان را تحلیل کرد.

رخدادهای..... .... همزمان؟



بله. آلبرت می‌گوید که هر اندازه‌گیری زمان، از ایدهٔ رخدادهای همزمان استفاده می‌کند.

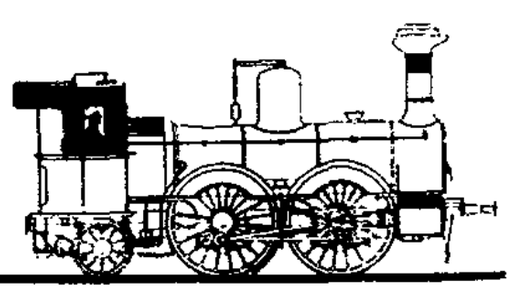
باید دریابیم که کلیهٔ قضاوت‌های ما که در آن زمان نقش بازی می‌کند، همیشه قضاوت‌هایی بر مبنای رخدادهای همزمان هستند. من می‌گویم «قطار ساعت ۷ به اینجا می‌رسد» و منظورم چیزی مانند این است که «رسیدن عقربهٔ کوچکتر ساعت من بر روی عدد ۷ و رسیدن قطار رخدادهای همزمان هستند»



استدلال آلبرت چنین بود که رخدادهای همزمان در یک چارچوب مرجع، ضرورتاً در چارچوب مرجع دیگر همزمان نیستند.

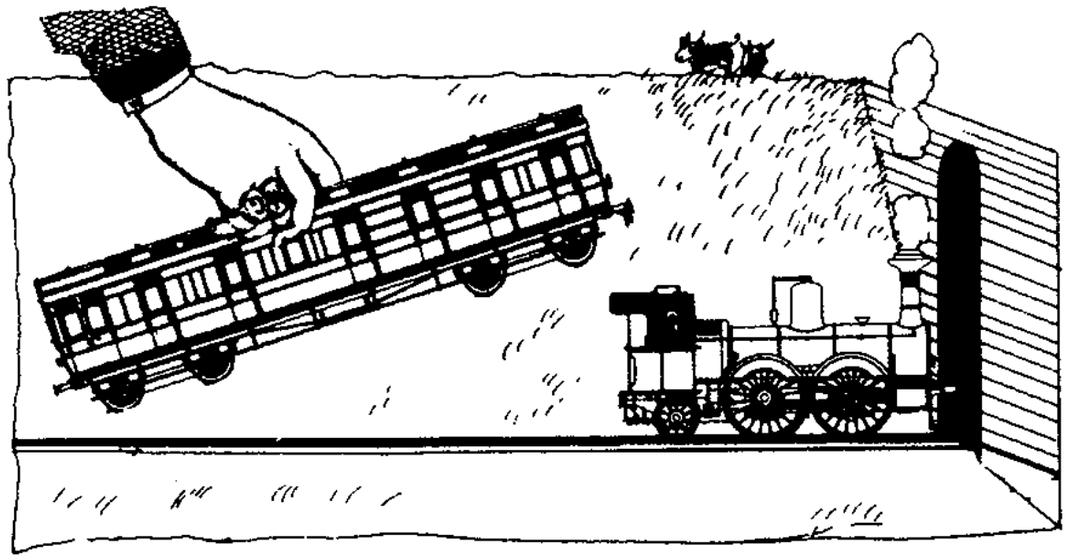
او نام این را **نسبیت همزمانی** گذاشت.

آلبرت پیشنهاد می‌کند که سعی کنیم استدلال او را در قالب یک قطار مجسم کنیم...

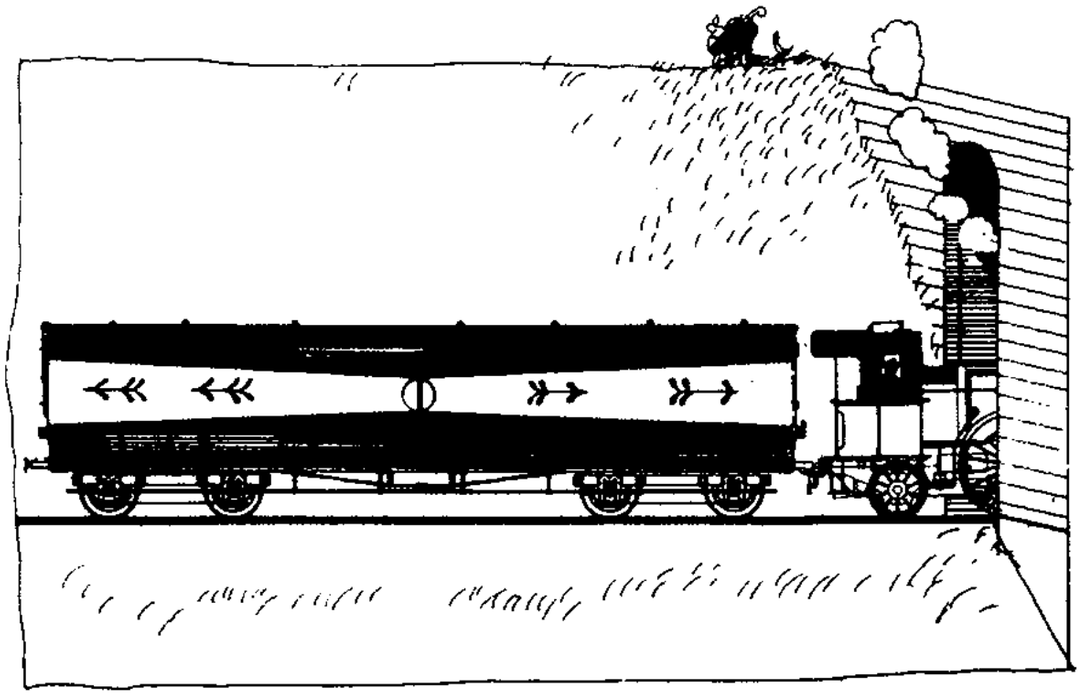


...که نقش چارچوب مرجع متحرک را دارد و حاشیهٔ خط آهن به عنوان چارچوب مرجع ساکن.

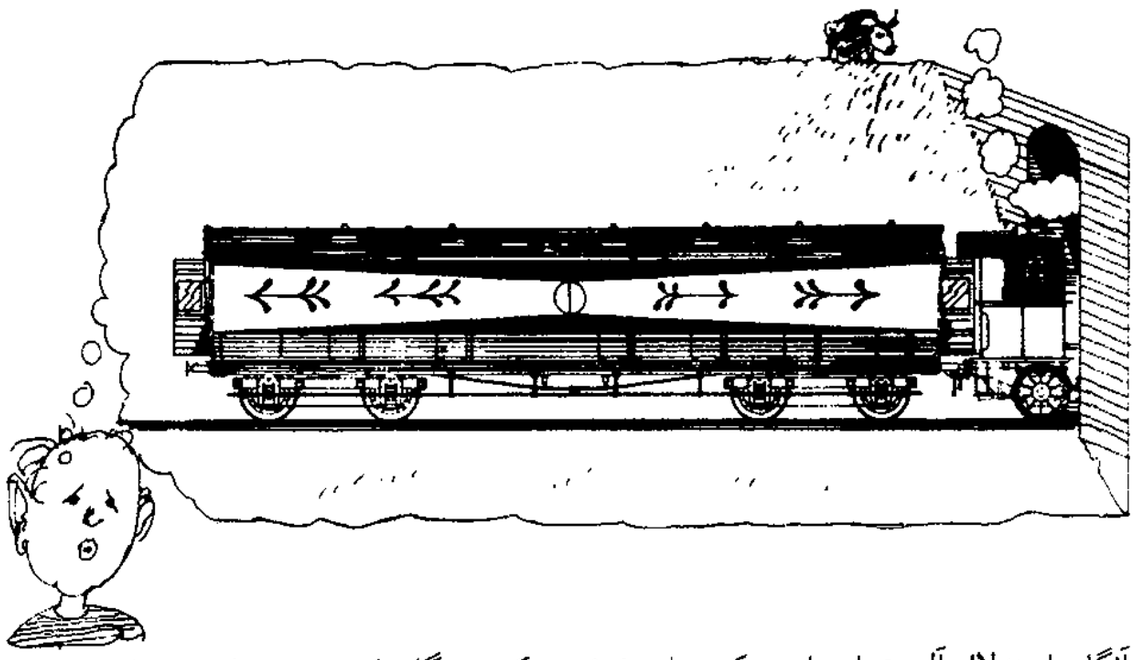
حالا این دو چارچوب را در کنار هم می‌گذاریم و یک واگن مسافری هم به قطار اضافه می‌کنیم.



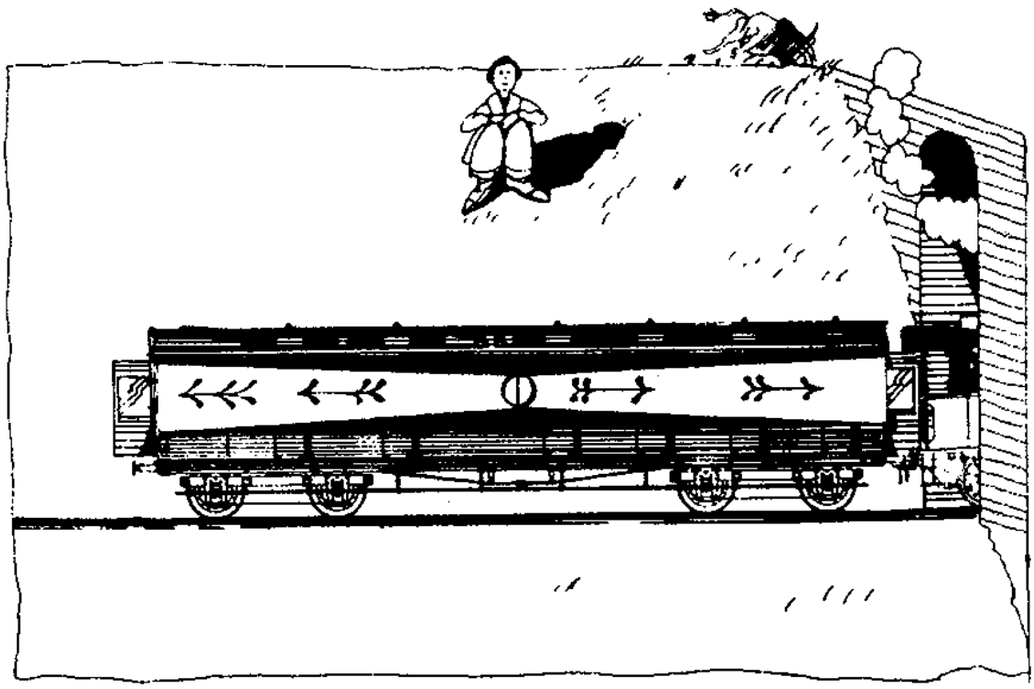
خب. حالا تصور کنید که کسی در نقطهٔ میانی واگن مسافری ایستاده است و وسیله‌ای دارد که می‌تواند همزمان یک شعاع نورانی به سمت جلو و عقب واگن بفرستد.

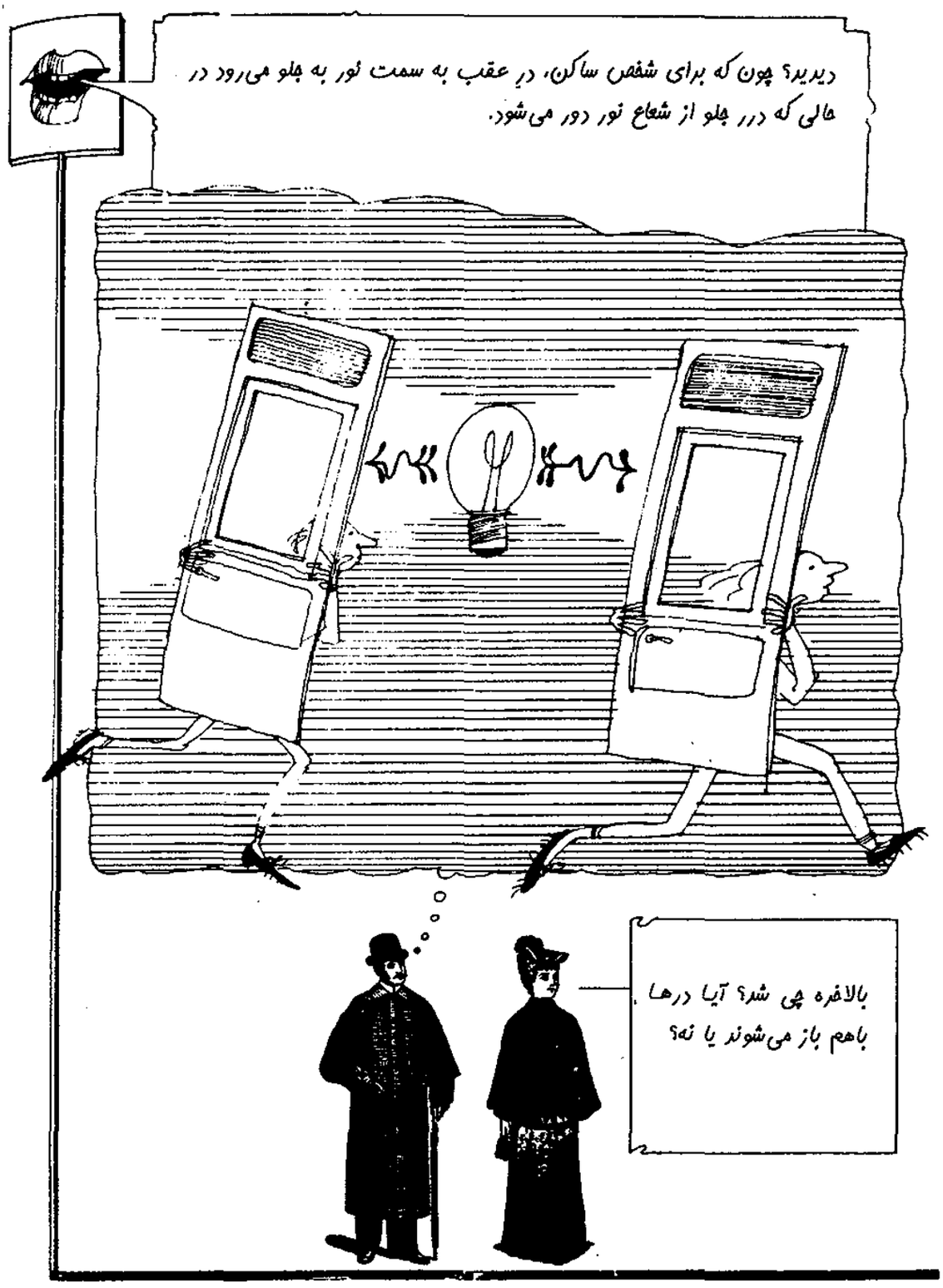


حالا تصور کنید که درهای جلو و عقب واگن چنانند که با دریافت شعاع نور خودبخود باز می‌شوند.

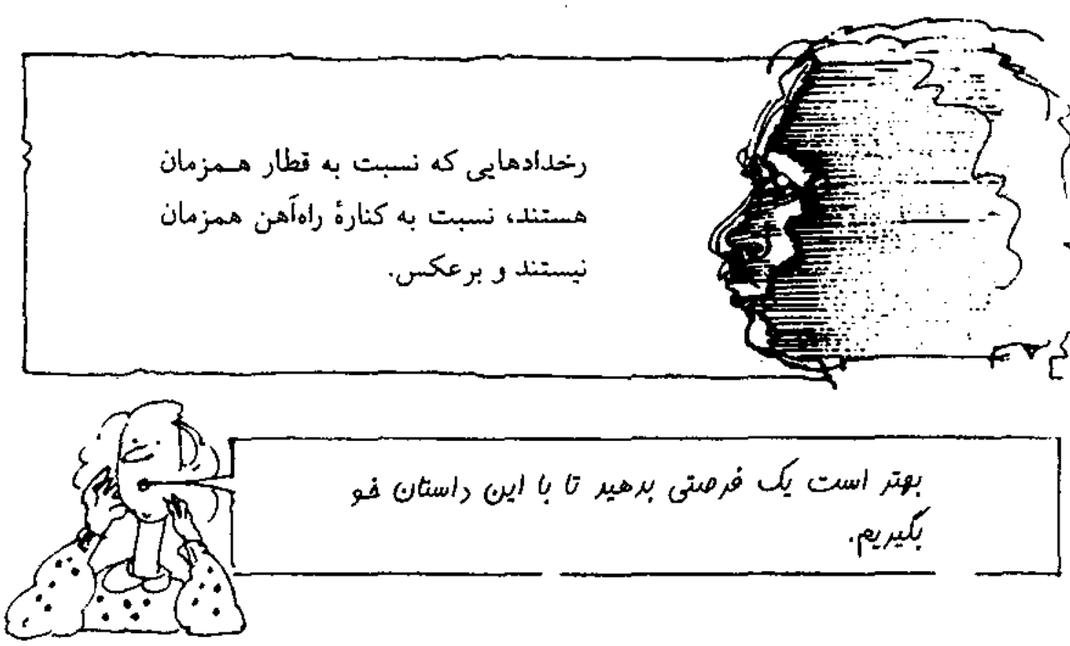


آنگاه، استدلال آلبرت این است که، برای شخصی که دستگاه را در دست دارد، درهای واگن همزمان با هم باز می‌شوند. اما برای شخصی که بر کنارهٔ راه‌آهن قرار دارد، در عقب قبل از در جلو باز می‌شود.



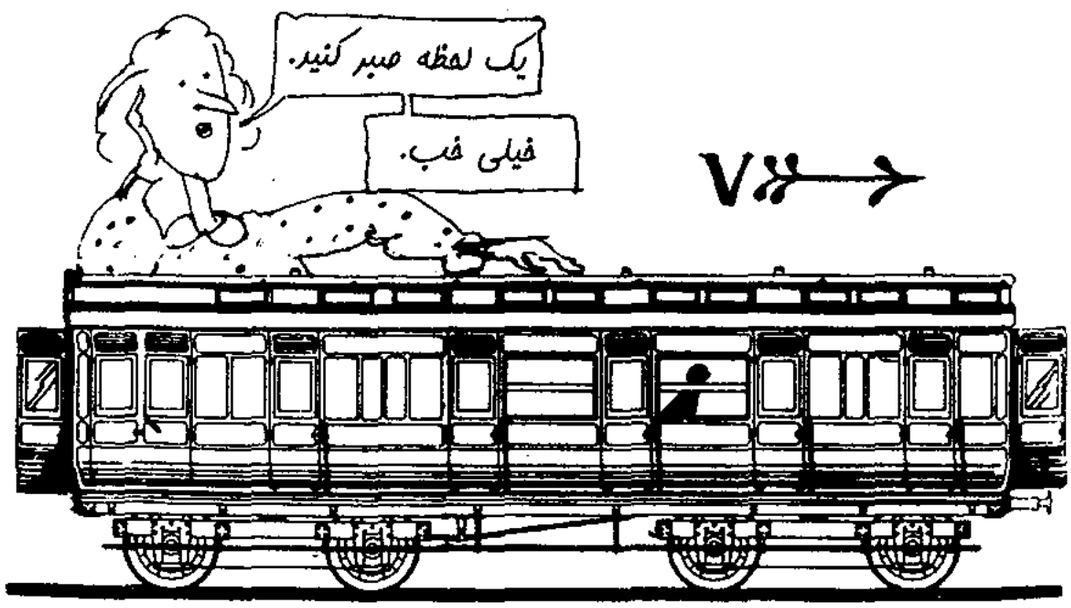

دیدید؟ چون که برای شخص ساکن، در عقب به سمت نور به جلو می‌رود در
حالی که در جلو از شعاع نور دور می‌شود.
بالاخره چی شد؟ آیا درها
باهم باز می‌شوند یا نه؟

مسأله همین است. از آنجا که سرعت نور باید برای هر دو چارچوب مرجع یکی باشد، استدلال آلبرت این است که...



یک مثال متداول را در نظر بگیرید: مسافت پیموده شده.

تصور کنید شخص موردنظر ما از نقطهٔ میانی واگن برمی‌خیزد و می‌رود تا برسد به در جلوی واگن.

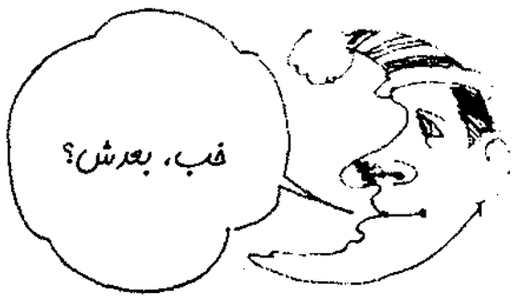


حالا این شخص خیالی ما چه مسافتی را پیموده است؟

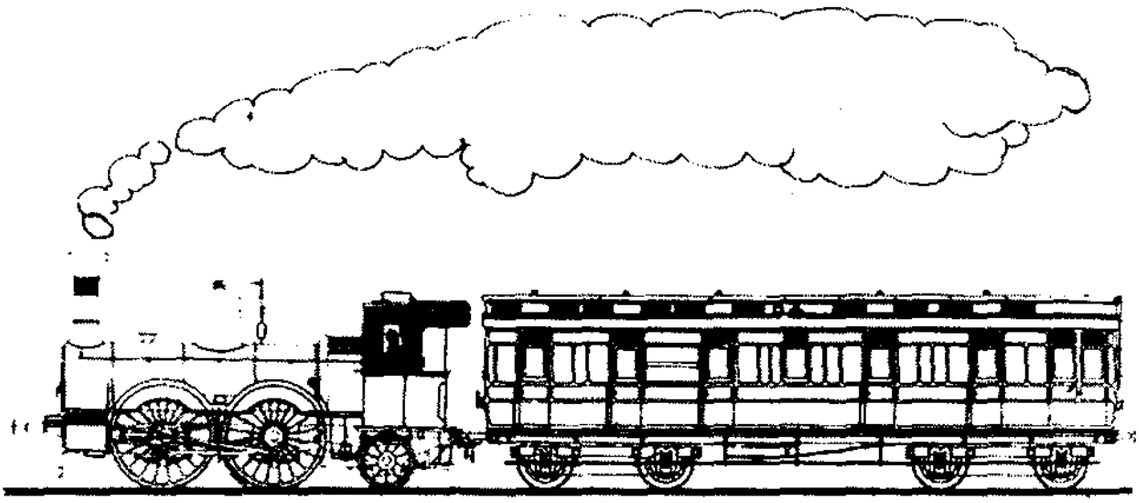
مسافت پیموده شده یک اندازهٔ نسبی است.

همینطور که دیدی، استدلال آلبرت این است که اندازه‌گیری زمان هم نسبی است. برای شخصی که در واگن قرار دارد گشوده شدن درها همزمان هستند و زمان بین باز شدن در جلو و عقب صفر است.
اما برای شخص روی حاشیهٔ راه‌آهن، این زمان صفر نیست و به سرعت حرکت قطار بستگی دارد.

بعد، نسبیت اندازه‌گیری مسافت است.



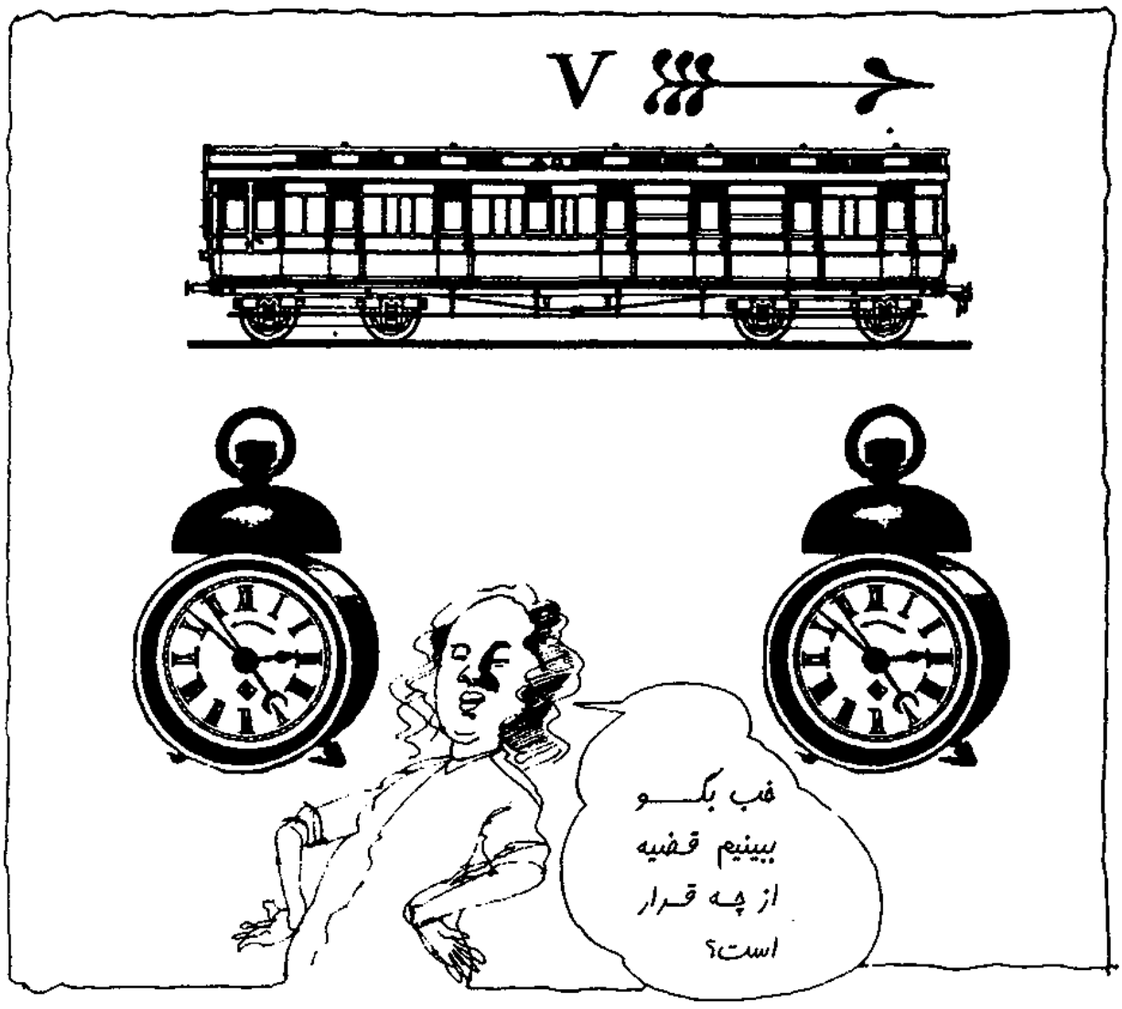
آلبرت می‌پرسد طول واگن چقدر است؟



ناظر داخل قطار طول را به کمک علامت زدن با میلهٔ اندازه‌گیری‌اش می‌سنجد.

(این طولی است که توسط ناظر متحرک اندازه‌گیری شده است.)

اما وقتی فاصله از کنارهٔ راه‌آهن سنجیده شود، داستان متفاوت است.



درست است. استدلال آلبرت این است که برای اندازه‌گیری فاصله از کنارهٔ راه‌آهن، باید نقاط عبور درهای جلو و عقب واگن را، در یک زمان T ، چنانکه از کنارهٔ راه‌آهن دیده می‌شود، روی زمین علامت بزنیم. آنگاه فاصلهٔ این دو نقطه را با یک میلهٔ اندازه‌گیری می‌سنجیم.

(این طولی است که ناظر **ساکن** اندازه‌گیری می‌کند)

آلبرت می‌گوید:

به هیچ وجه معلوم نیست که این اندازه‌گیری با نتیجهٔ اول برابر باشد.

به این ترتیب طول قطار وقتی از کنارهٔ راه‌آهن اندازه گرفته می‌شود ممکن است با طول اندازه‌گیری شده در داخل واگن متفاوت باشد.

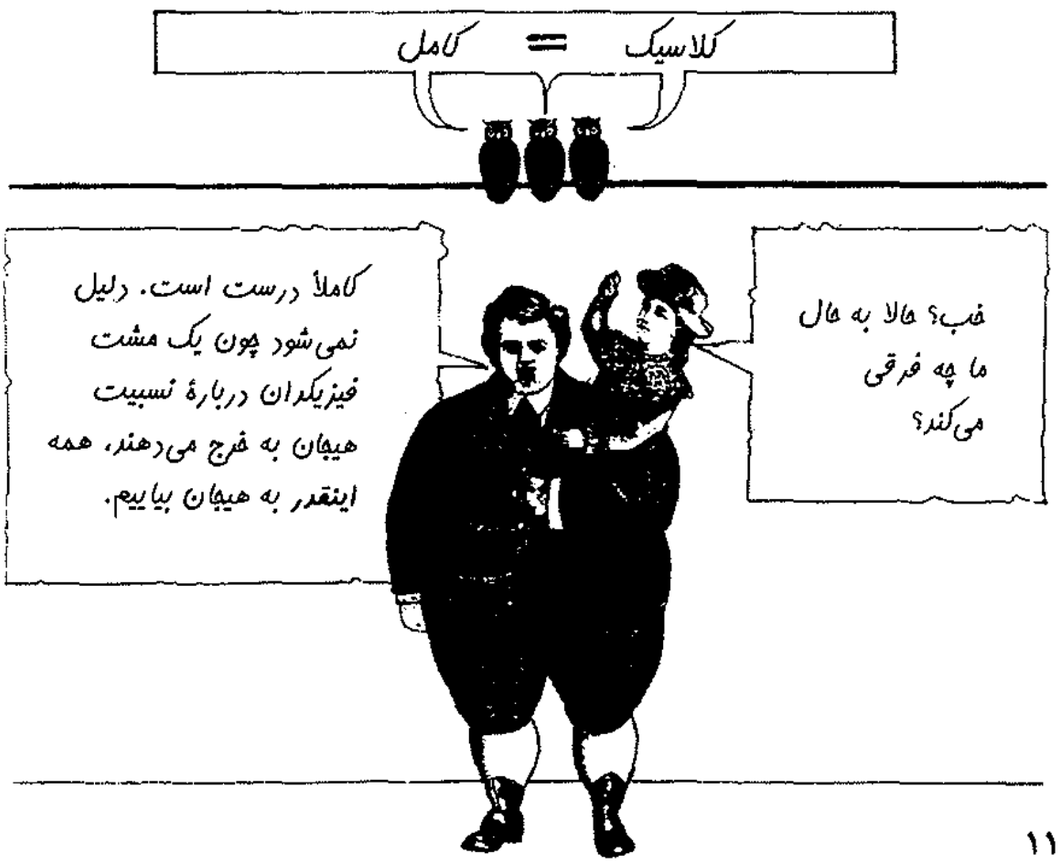
به‌این ترتیب آلبرت دارد زمینه را برای بازبینی تحلیل نیوتن از فضا، زمان و حرکت آماده می‌کند.

نیوتن می‌گوید:
فواصل فضا و زمان مطلق هستند و سرعت نور نسبی است

آلبرت می‌گوید:
سرعت نور مطلق است و فواصل فضا و زمان نسبی هستند.

آلبرت مطلق‌های متافیزیکی نیوتن و ساختار فضا و زمان مطلق را با یک مطلق **مادی** جایگزین می‌کند: در طبیعت هیچ واکنش آنی وجود ندارد.

کار آلبرت دربارهٔ نسبیت بسیار چشمگیر بود چون چارچوب فیزیک کلاسیک را، که در طول ۲۰۰ سال گذشته مورد قبول واقع شده بود، از بنیاد به چالش می‌طلبید.



نظریهٔ نسبیت هیچ ربطی به تولید بمب اتم ندارد. کتابِ **راهنمای ضد ـ اتم** تمام قضیه را شرح می‌دهد. ما هم بعداً در این باره حرف خواهیم زد.

حالا بگذارید ببینیم باقی استدلال آلبرت چه بود.

آلبرت فقط نمی‌گفت که فواصل فضا و زمان باید از نو تعریف شود. او دقیقاً نشان داد که چگونه این کار باید صورت بگیرد.

برنامهٔ آلبرت چنین بود:

۱ با شناخت مکان و زمان یک رخداد نسبت به قطار، مکان و زمان رخدادی را نسبت به کنارهٔ راه‌آهن بیابیم.

چنان‌که

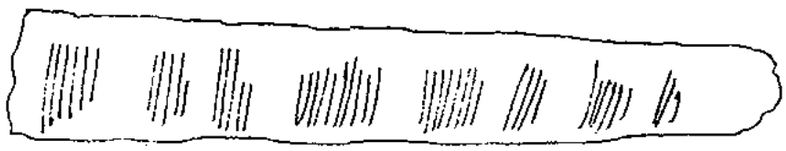
۲ سرعت هر شعاع نور نسبت به **هر دو** محور مختصات (قطار و کنارهٔ راه آهن) برابر با c باشد.

صحبت از اندازه‌گیری فاصله و زمان، صحبت از عدد است. به همین خاطر، آلبرت برای آن که بتواند نتیجه را درست بیان کند، باید از زبان سنتی اعداد استفاده کند.

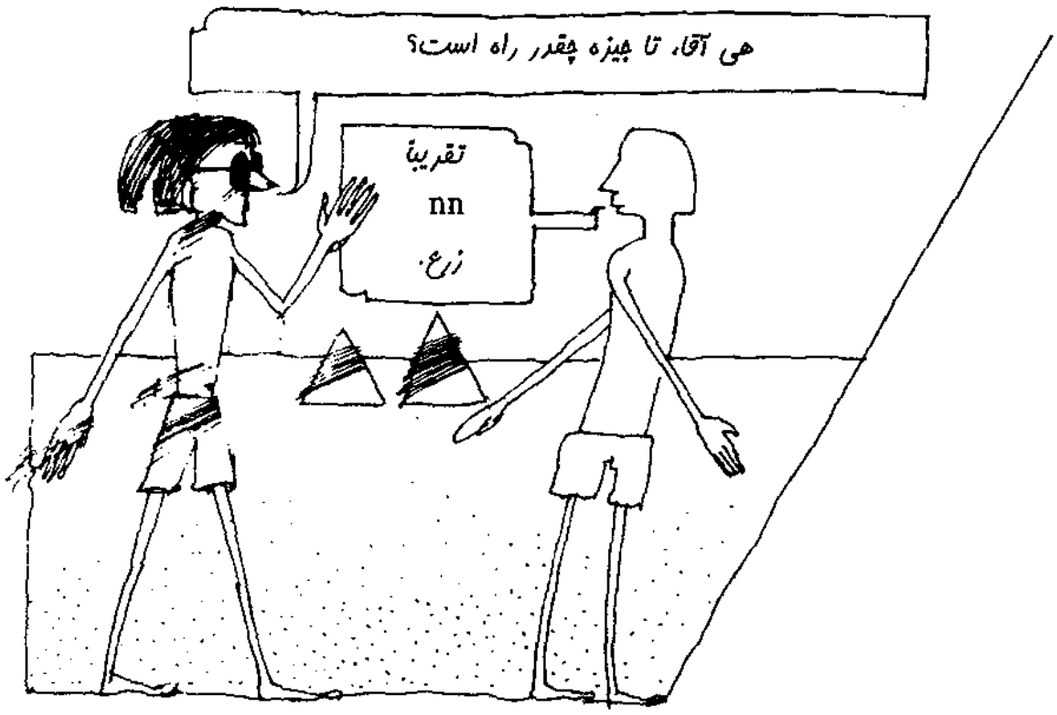
به این ترتیب بهتر است اول نگاهی به ریاضیات بیندازیم تا ببینیم آغاز ماجرا چگونه بود و چگونه به فیزیک مربوط می‌شود.

طبعاً اولین قدم شمارش بود.

قِدمَت چوب خط به ۳۰،۰۰۰ سال پیش از میلاد می‌رسد. در آن زمان از خط انداختن روی استخوان برای این کار استفاده می‌کردند.

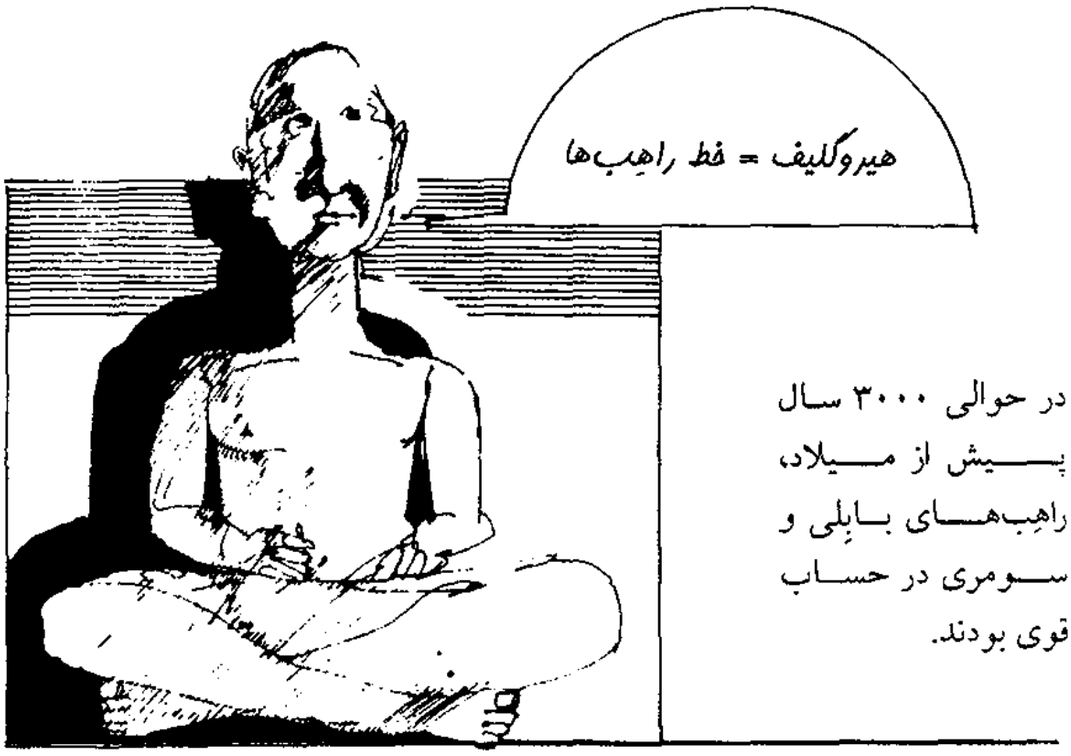


و قدم بزرگ بعدی، اندازه‌گیری بود که همزمان با احداث شهرها به‌طور جدی و واقعی آغاز شد.

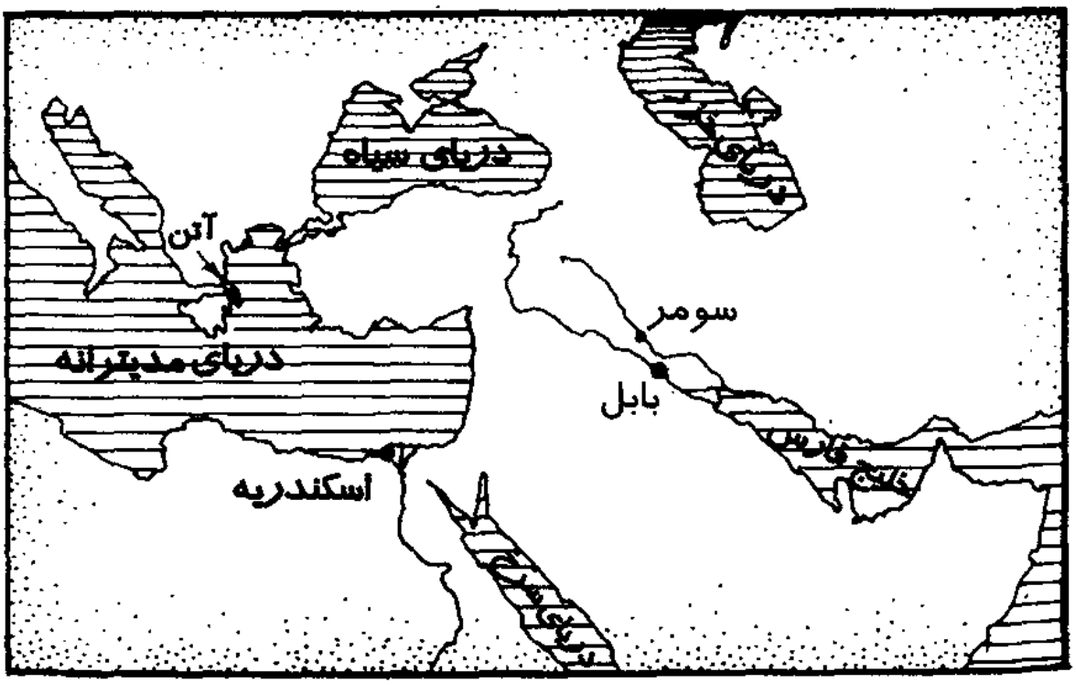


راهِیان حکمران در مصر برای برآورد مالیات‌ها و ادارهٔ دولت، به محاسبهٔ فاصله، سطح، حجم و وزن نیاز داشتند.

برای ثبت کارهایی که می‌کردند لازم داشتند حساب‌هاشان را یادداشت کنند. به این ترتیب نوشتن ارقام قدم بعدی بود و از اینجا بود که رمزآمیز شدن ریاضیات آغاز شد.

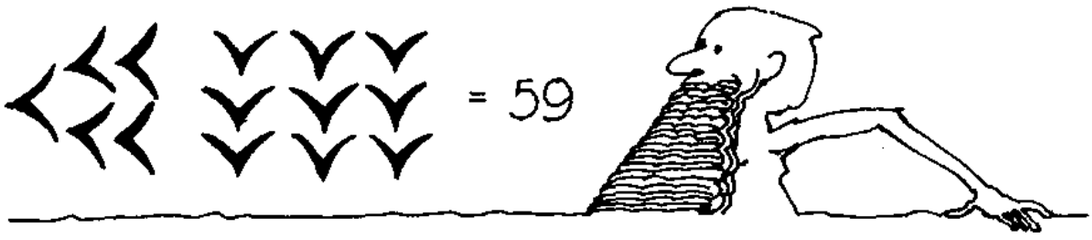


در حوالی ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد، راهب‌های بابلی و سومری در حساب قوی بودند.



در ابتدا اعدادشان را اینطور می‌نوشتند.

به این ترتیب عددی چون ۵۹ باید اینطور نوشته می‌شد



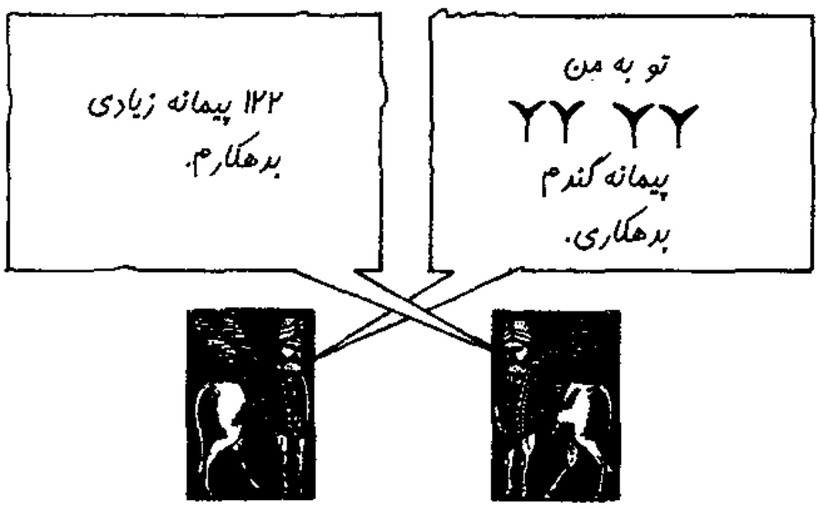
اما بعدها بابِلی‌ها اولین «سیستم جایگاهی» را برای اعداد درست کردند.

آنها از پایهٔ ۶۰ استفاده می‌کردند.

2x60x60 + 2x60 + 2 = 7322

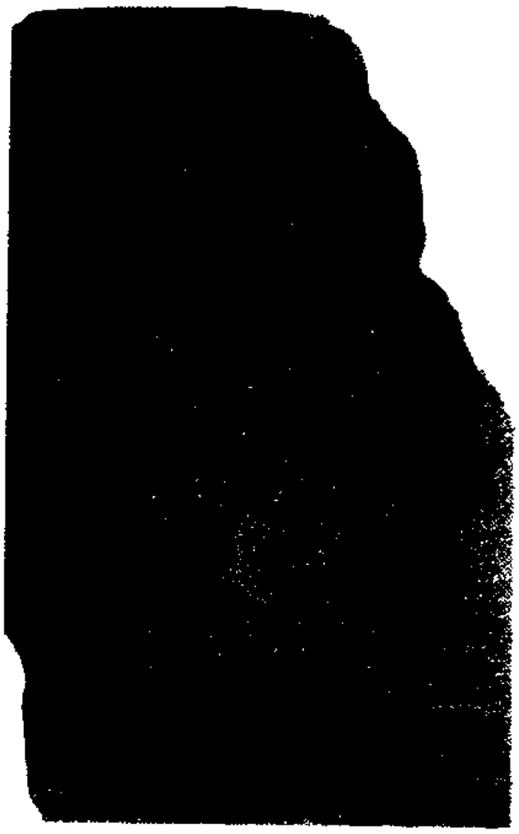
یا : 7322 = 7x(10x10x10) + 3x(10x10) + 2x10 + 2

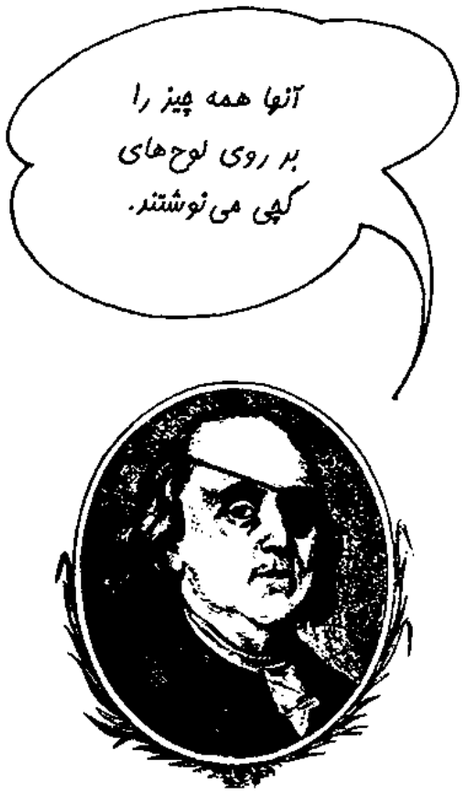
بابِلی‌ها سیستم محاسباتی خوبی داشتند؛ مثل سیستم کنونی ما.



تبحری که قرن‌ها در عزلت و توسط یک گروه از خواص رشد یافته باشد، کم‌کم کسل‌کننده می‌شود. تا حوالی ۱۹۰۰ پیش از میلاد، بابِلی‌ها مقادیر زیادی مسائل کوچک برای تعلیم و سرگرمی خودشان طرح کرده بودند.

این سرآغاز جبر بود.



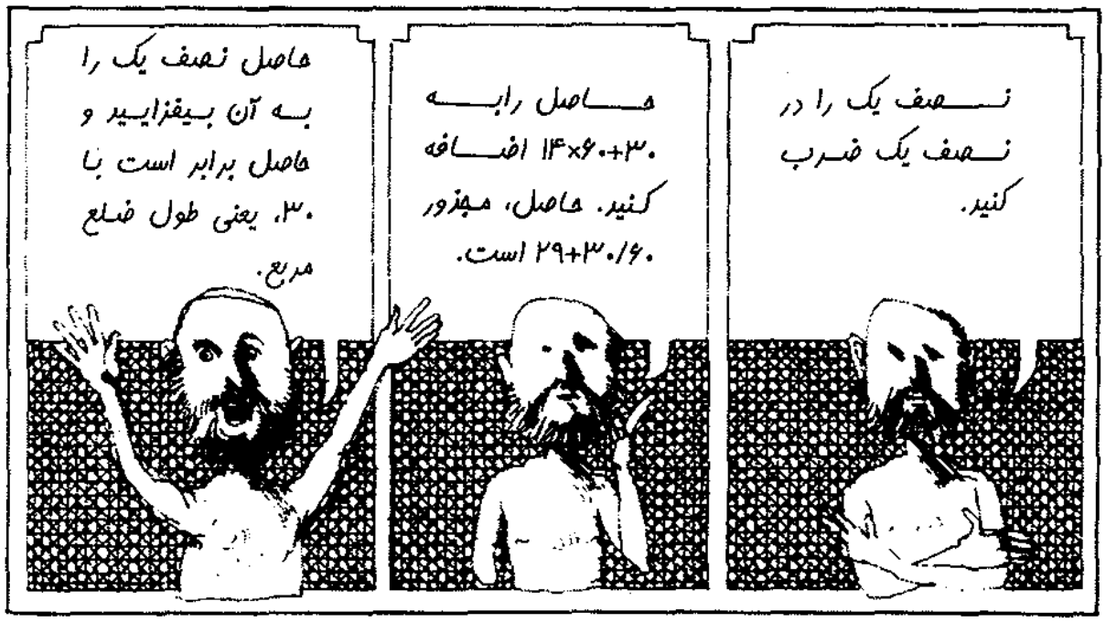


لوح بابلیِ حاوی معادلات جبری،
۱۵۰۰ پیش از میلاد.

البته [جبر بابِلی‌ها] دقیقاً همان چیزی که امروز مورد استفادهٔ ما می‌باشد، نبود. آنها از علامت‌گذاری جبری استفاده نمی‌کردند (این روش علامت‌گذاری با اسلام و بازرگانان هندی به وجود آمد).

بابِلی‌ها یک مسألهٔ انتزاعی طرح کردند...

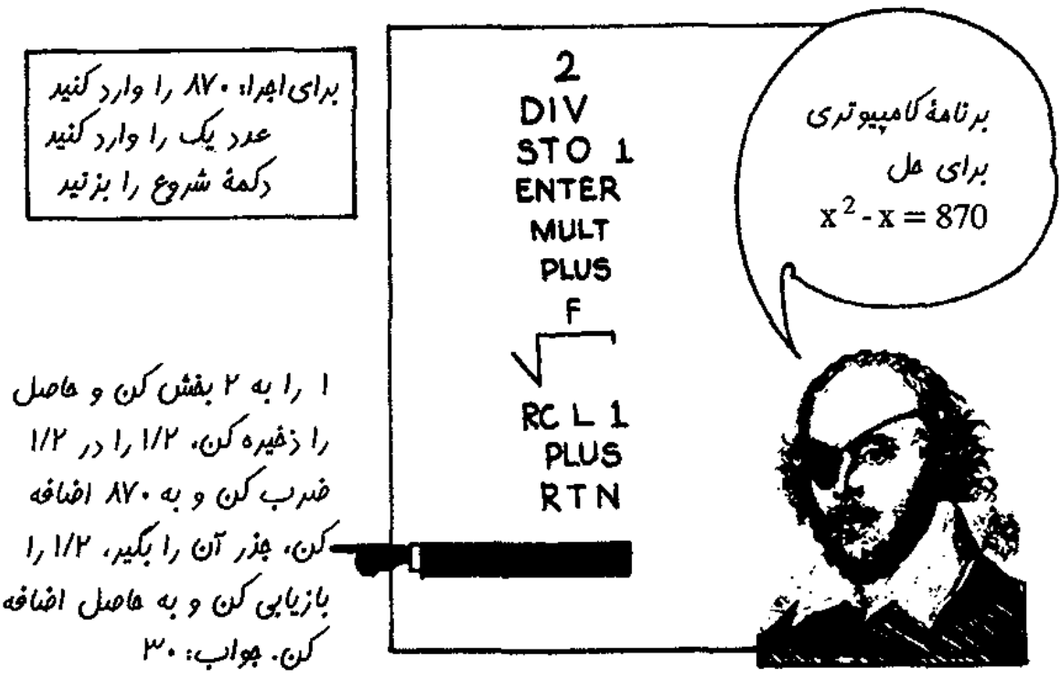
... و مراحل حل آن را ارائه دادند.



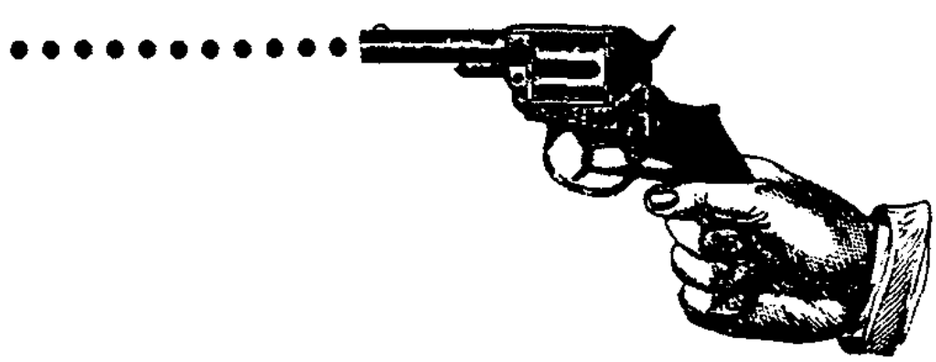
ما امروزه این مسأله را اینطور می‌نویسیم.

$$x^2 - x = 870 \rightarrow x = \frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 870} = 30$$

واقعاً چندان تفاوتی بین این دو وجود ندارد. درواقع ما امروزه، با رایانه‌های جدید، معادله‌ها را با همین روشِ قدم به قدم که اول بار توسط بابلی‌ها ابداع شد، حل می‌کنیم.

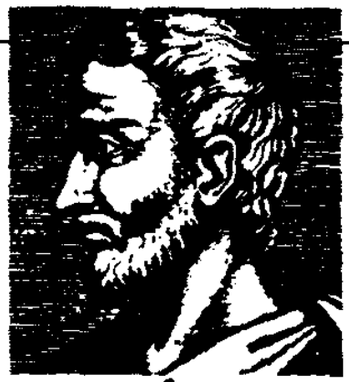


از اینجا جهش بزرگی به سوی یونانی‌ها می‌کنیم که آورندهٔ ایدهٔ جدیدی بودند.



اثبات

بعضی‌ها می‌گویند که سیستم قضایی یونان بود که راه را هموار کرد.



گفته می‌شود که فیثاغورث نتایج به‌دست آمده توسط مصری‌ها، بابلی‌ها و چینی‌ها را گرفته و (با شاگردانش) سعی کرده است آنها را اثبات کند.

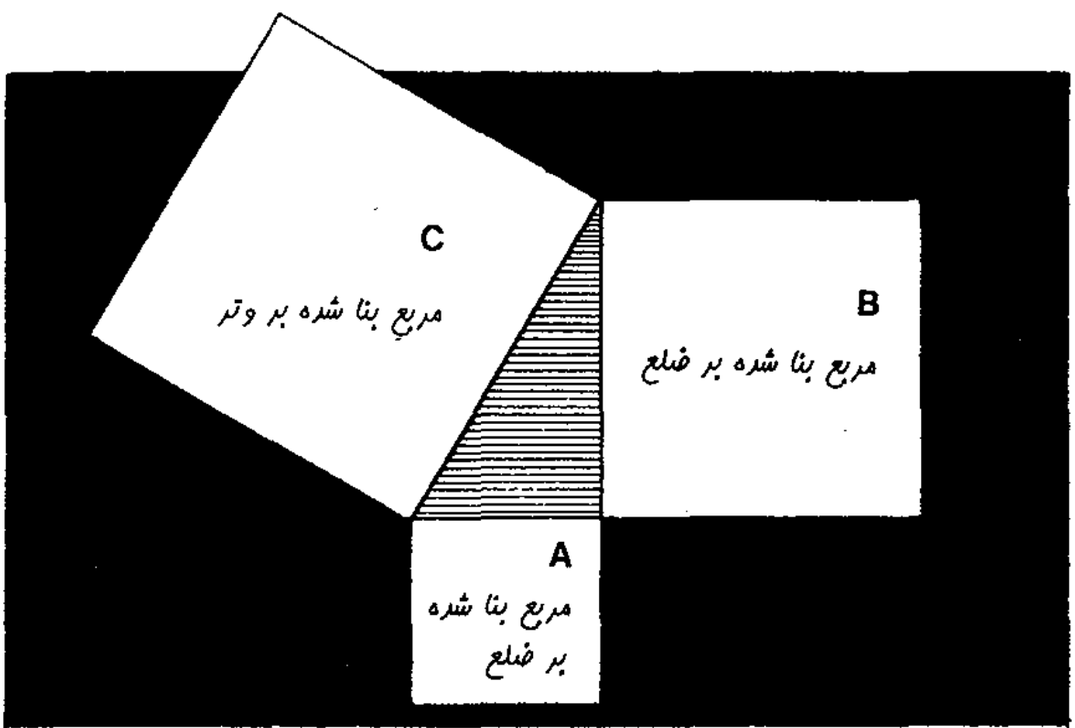
Pythagoras
582-c507 B.C.

فیثاغورث
۵۸۲-۵۰۷ پیش از میلاد

صوفی، ریاضی‌دان و صحنه‌گردان

یک نمونهٔ معروف همان قضیهٔ فیثاغورث است.

دوران دبستان که یادتان هست؟



مربع وتر برابر جمع مربع‌های دو ضلع دیگر است

امروزه ما این قضیه را اینطور می‌نویسیم: $C^2=A^2+B^2$

... و منظورمان این است که: طول ضلع C را در خودش ضرب کنید. حاصل برابر مساحت مربع بنا شده بر ضلع C است. همین کار را برای مربع‌های A و B بکنید.

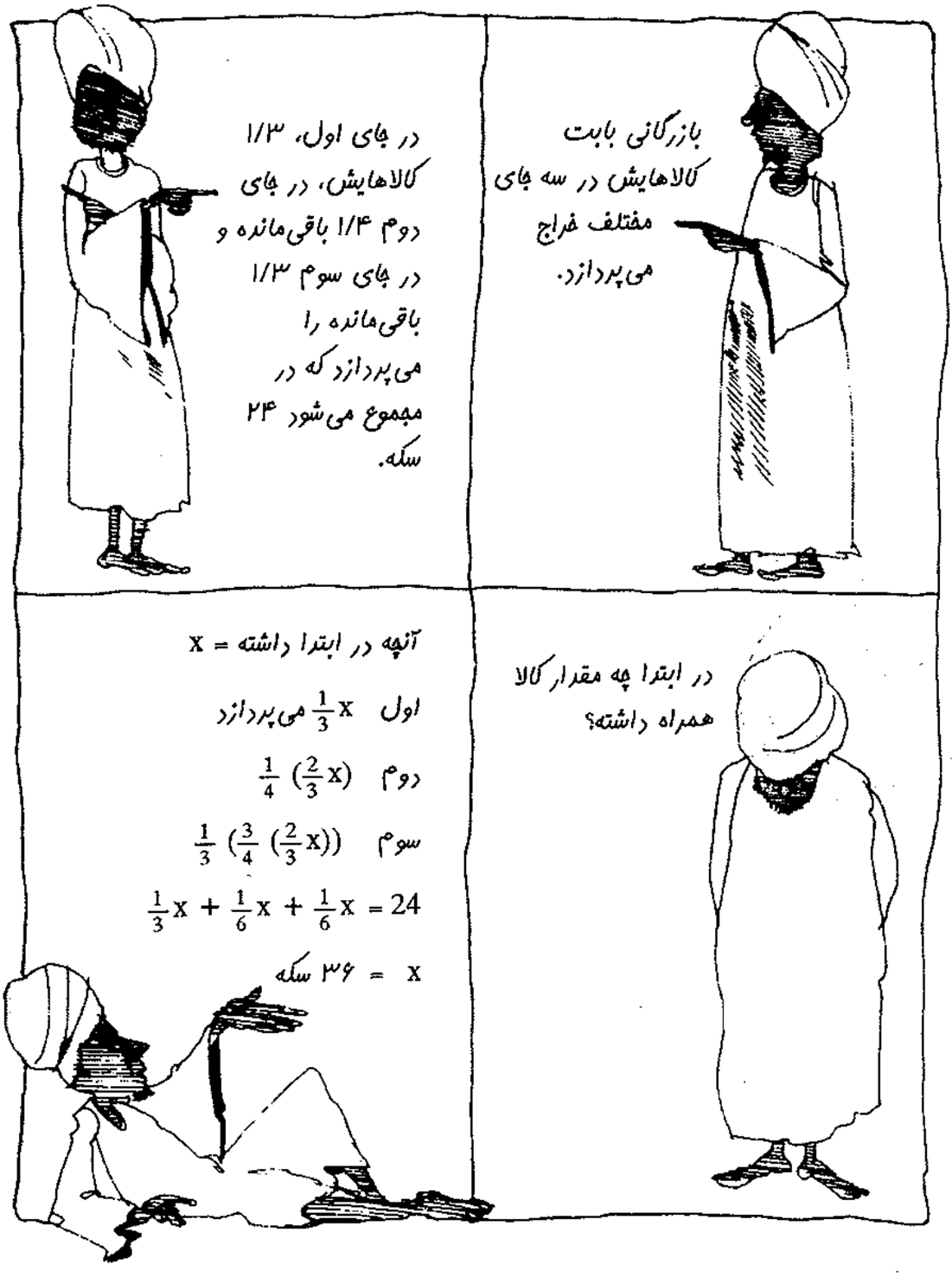
حال داریم $C^2=A^2+B^2$ که بیان جبری همان قضیه است.

این را به‌خاطر بسپارید، آلبرت بعدها از آن استفاده خواهد کرد.

به‌هر تقدیر، ریاضیات یونان به افلاطون رسید.

ریاضی‌دانان یونانی قرن‌ها تلاش کردند تا یک زاویه را تنها به کمک پرگار و خط‌کِش به سه بخش کنند...

آریابهاتا، ۴۷۰ میلادی، تمام روش‌های هندی برای ضرب، تقسیم **اعداد بزرگ و جبری** را که امروزه از آن استفاده می‌کنیم به رشتهٔ تحریر درآورد. هندی‌ها نیز مـانند بـابِلی‌ها تمرین‌هایی برای تبحر در محاسبهٔ مالیات‌ها، بدهی و سود طرح کردند.



در همان هنگام، اروپای قرون وسطا در مبارزات عصر ایمان غوطه‌ور بود تا آن که...

حال دیگر برای ستاره‌شناسی، کشتی‌رانی، اسلحه‌سازی، کشتی‌سازی، مهندسی سیالات و فن‌آوری ساختمان، به ریاضیات کارآمد نیاز بود.

چنین بود که این چیزها به وجود آمد:

علامت‌گذاری جبری	ویِتا (Vieta) در ۱۵۸۰
اعداد دهدهی	استوینوس (Stevinus) در ۱۵۸۵
لگاریتم	نِپِر (Napier) در ۱۶۱۴
خط‌کش محاسبه	گونتر (Gunter) در ۱۶۲۰
هندسهٔ تحلیلی	دکارت (Descartes) در ۱۶۳۷
ماشین جمع	پاسکال (Pascal) در ۱۶۴۲
جبر	نیوتن (Newton) در ۱۶۶۵
جبر	لایبنیتس (Leibniz) ۱۶۸۴

البته تاریخ مفصلی از شمار متعددی صوفی وجود دارد که خیلی تحت تأثیر ذکاوت خودشان قرار گرفته بودند...

فیثاغورث: «ای عدد آسمانی، رحمتت بر ما باد که تو خدایان و انسان‌ها را آفریدی. عددی که ریشه و منشاءِ آفرینش مستمر ابدی هستی.»

افلاطون: «خدا همواره هندسه‌پردازی می‌کند»

گالیله: «کتاب جهان به زبان ریاضی نگاشته شده است. بدون این زبان انسان در هزارتوی تاریکی به بیهودگی سرگردان می‌گشت.»

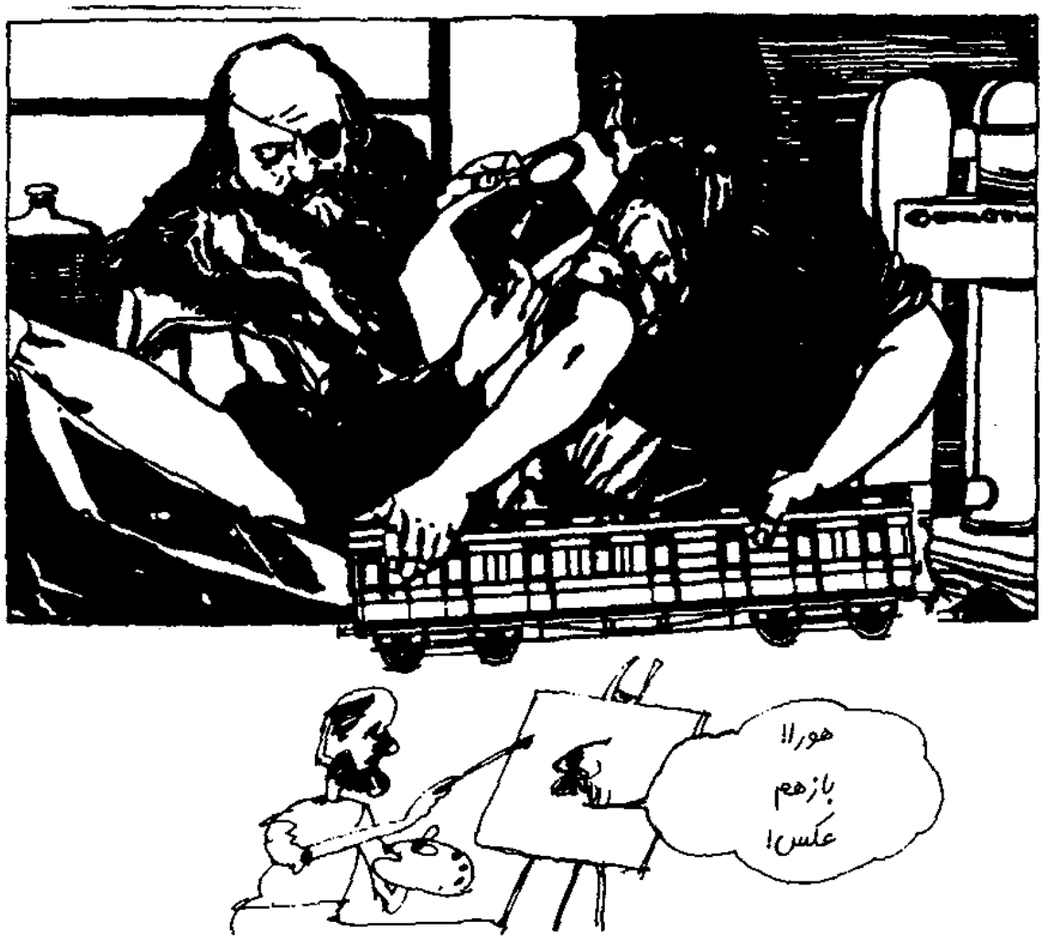
هِرتز: «انسان را از این احساس گریزی نیست که گویی این فرمول‌های ریاضی دارای موجودیت و آگاهی مستقل از ما هستند، این که آنها از ما داناتر هستند و حتی از یابندگان‌شان داناترند و این که بیش از آنچه ابتدا در آنها نهاده‌ایم به ما باز می‌دهند.»

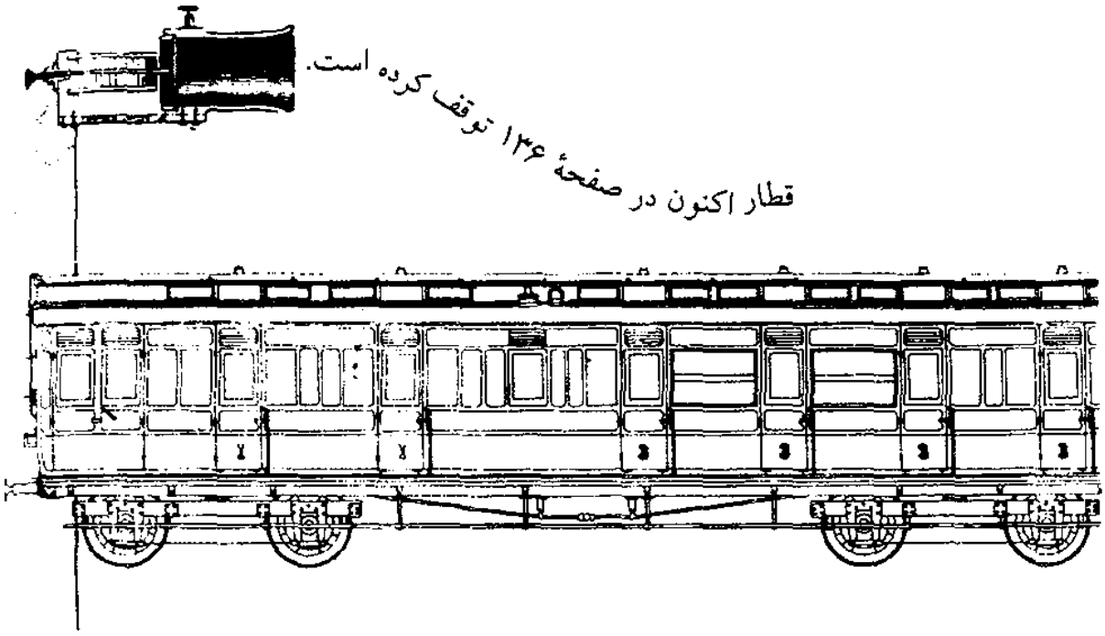
هی... از وقتی ریاضی‌دان‌ها مشغول نسبیت شده‌اند، من خودم هم دیگر چیزی از آن نمی‌فهمم!

اما در واقعیت، ریاضیات فقط یک زبان است که توسط انسان‌ها برای تشریح اندازه‌ها و کمیت‌ها و مناسبات بین چیزهای قابل اندازه‌گیری اختراع شده است.

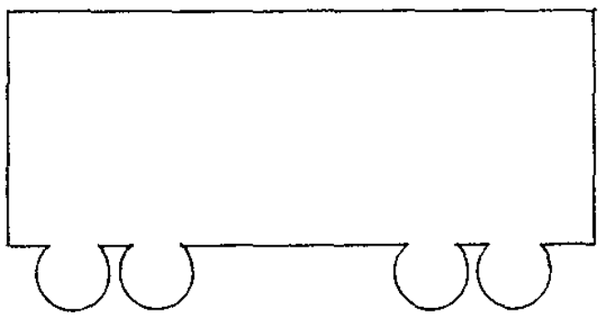
آلبرت هم درست به همین نحو بود که از ریاضیات استفاده کرد... برای بیان رابطهٔ میان زمان و مکان یک رخداد نسبت به کنارهٔ راه‌آهن، وقتی که زمان و مکان آن را نسبت به قطار می‌شناسیم.

خب حالا بریم سر واگن مسافری‌مان!

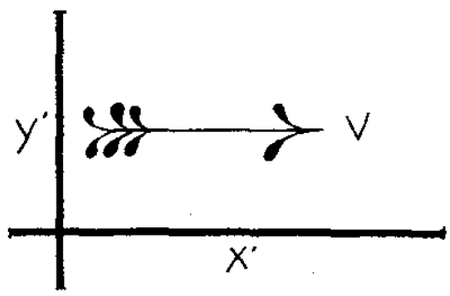




شکل و شمایل این واگن قدری پیچیده است. می‌توانیم یک چیز ساده‌تر را در نظر بگیریم؟



این بهتر است. می‌دانید! اصلاً می‌توانیم واگن را به کل کنار بگذاریم و فقط یک چارچوب مرجع متحرک را بکشیم. با این چطورید؟



x′ مسافت در امتداد افقی واگن را نشان می‌دهد

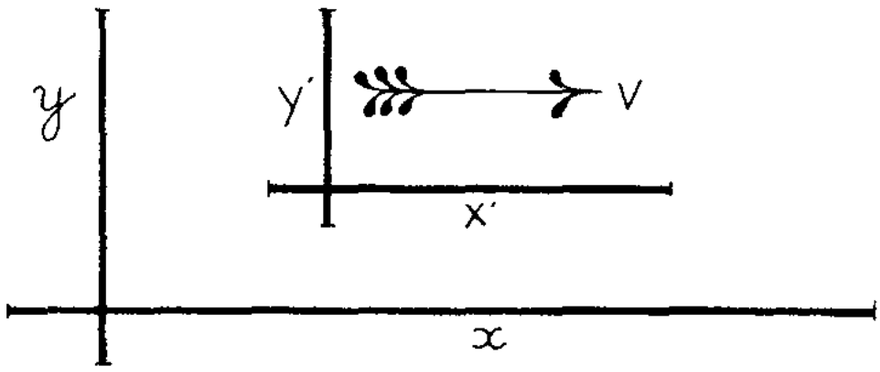
y′ مسافت در امتداد عمودی واگن را نشان می‌دهد

v سرعت چارچوب متحرک است

این ساده‌تر شد. حالا یک چارچوب مرجع x´y´ داریم.

و یک چارچوب مرجع ساکن xy

x مسافت در امتداد افقی کنارهٔ راه‌آهن را نشان می‌دهد.
y مسافت در امتداد عمودی کنارهٔ راه‌آهن را نشان می‌دهد.



این دو محور مربوط به واگن و کنارهٔ راه‌آهن هستند در محور مختصات متحرک یک رخداد را با مختصات x´y´ و زمان t´ نشان می‌دهیم و همان رخداد در چارچوب ساکن را با مختصات xy و زمان t.

حال، آلبرت، با استفاده از جبر، چنین استدلال می‌کند که رابطهٔ بین مختصات این دو رخداد در دو سیستم به شکل زیر است.

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$y' = y$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

سیستم معادلات صفحهٔ ۱۳۷ به نام
من شناخته شده است.

H.e A. Lorentz 1853-1928

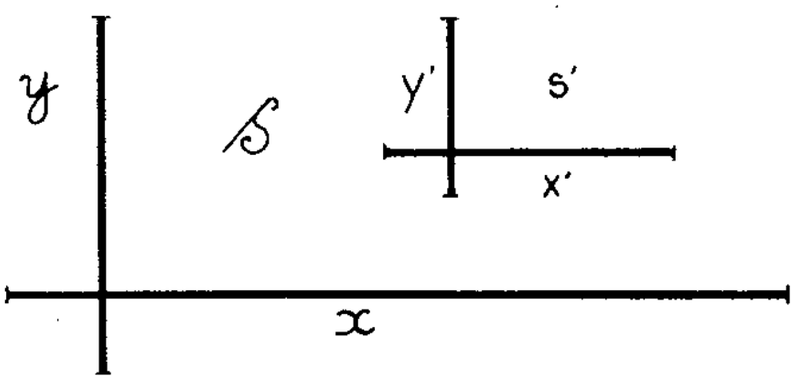
اچ.آ.لورنتز ۱۸۵۳-۱۹۲۸

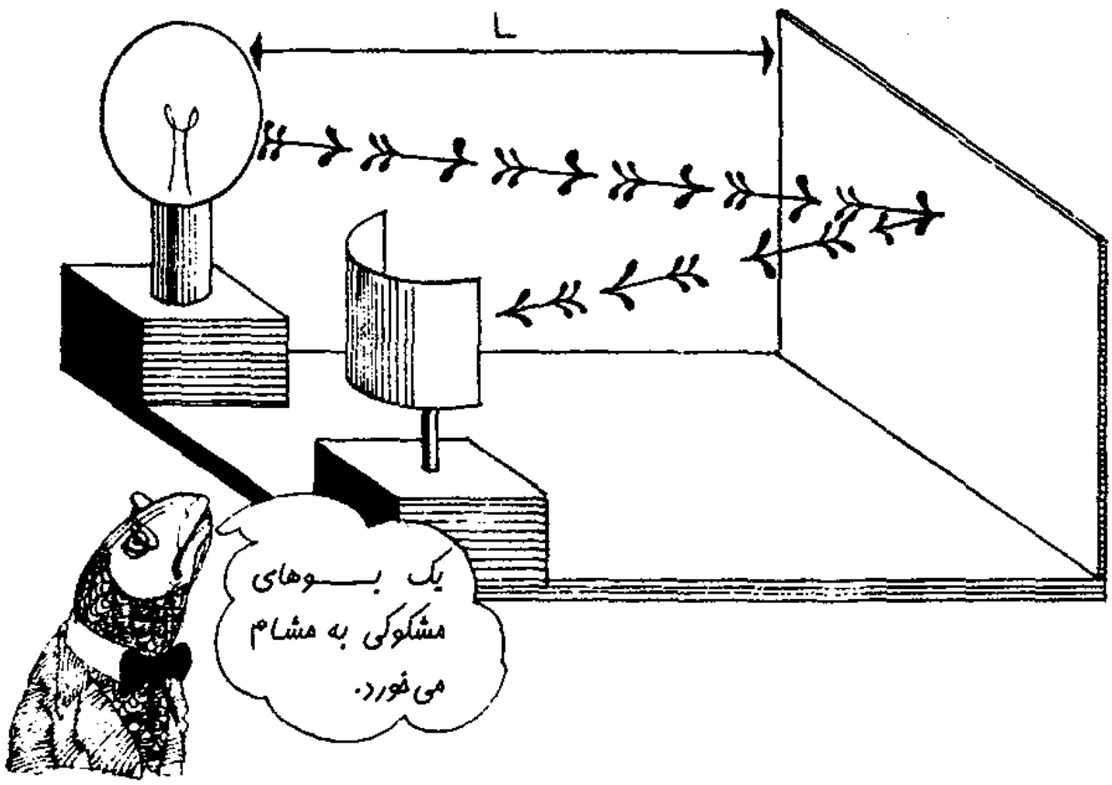
دانشمند هلندی در رشتهٔ فیزیک نظری، کاشف تبدیل لورنتز، لورنتز در ضمن سیاستمداری ارشد و دوست اینشتین بود.

خب. حالا باید نشان دهیم که چه اتفاقی دارد می‌افتد...

تصور کنید که هر دو چارچوب در حال سکون هستند (واضح است که منظورمان «نسبت به هم» است).

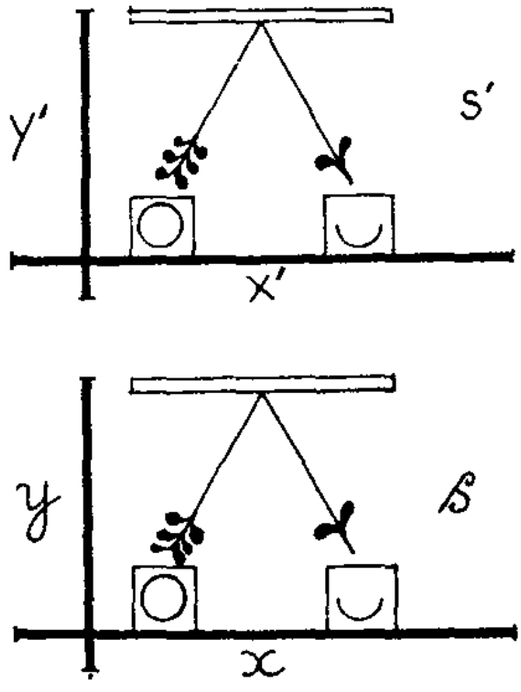
و یک ساعت نوری خاص و یکسان (طراحی شده توسط فیزیکدان آمریکایی ر.پ. فینمن) در هر سیستم داریم.



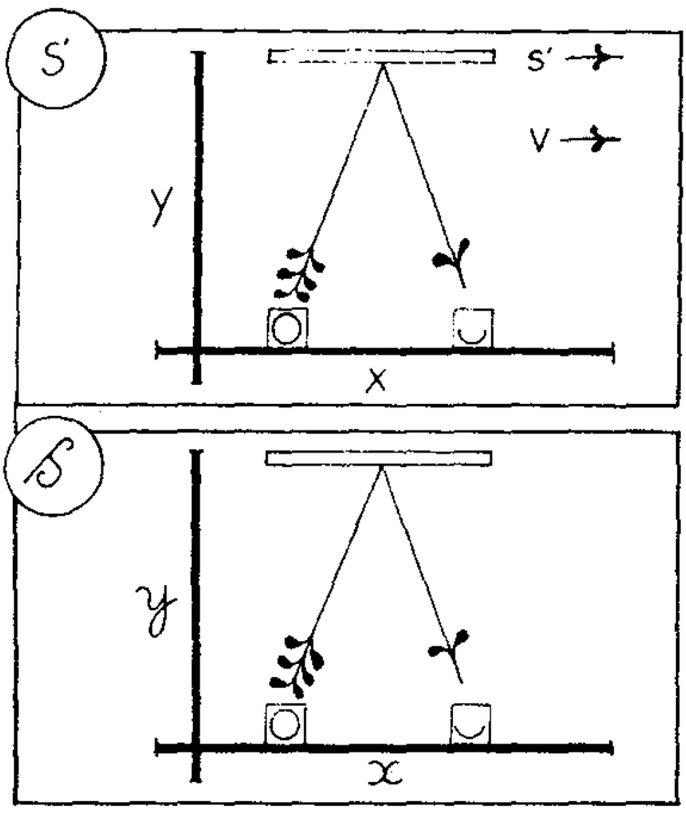


حباب چراغ علائم منظم نوری ساطع می‌کند که پس از برخورد به آینه بازتابیده می‌شود و شمارشگر با دریافت آن تق! تق! تق! می‌کند.

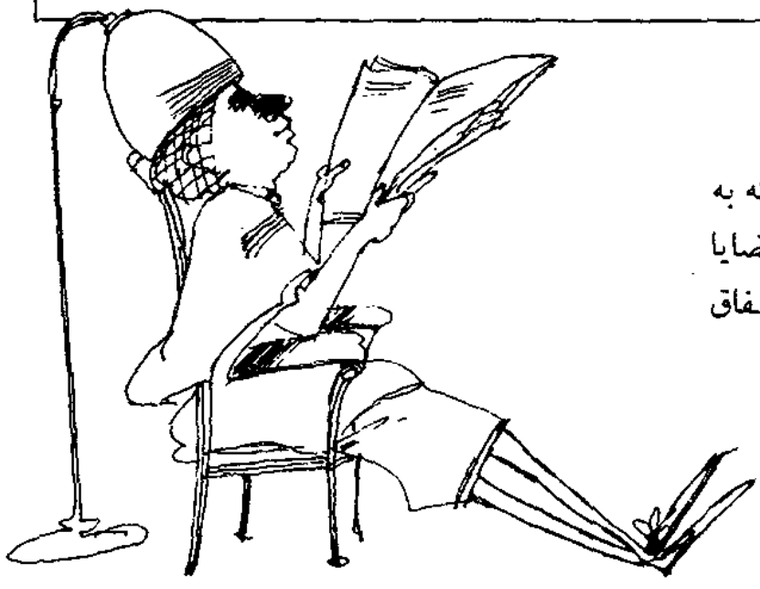
حال تصور می‌کنیم که سیستم S´ با سرعت V به نسبت سیستم S به حرکت درمی‌آید.



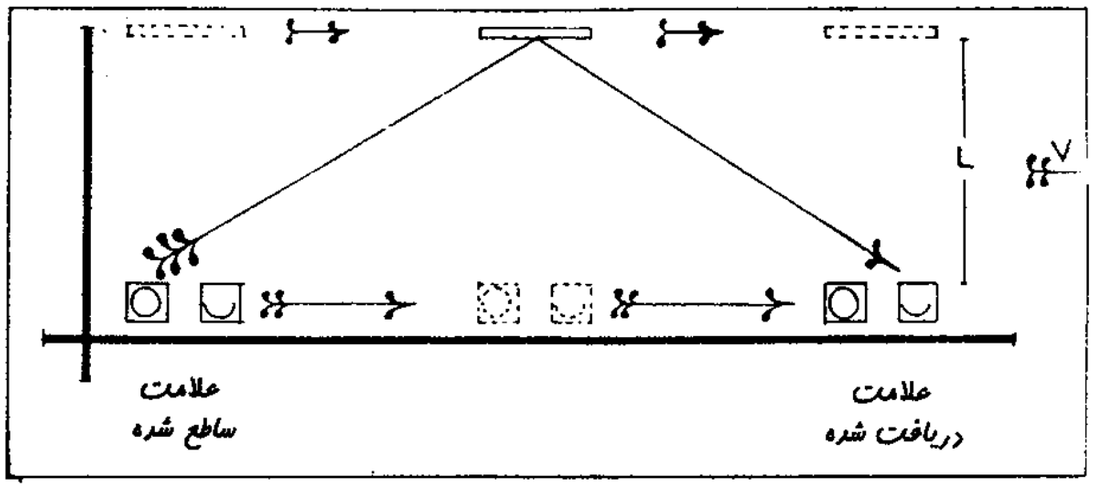
از دید ناظری که در سیستم S´ قرار داشته باشد، ساعتش عیناً مثل قبل کار می‌کند.



در غیر این‌صورت اصل نسبیت نقض می‌شود. اگر ساعت او در حرکت تغییر کند، او می‌تواند بگوید که از آن تغییر متوجه حرکت شده است.



اما از دید ناظر ساکن که به ساعت S´ می‌نگرد، قضایا کاملاً جور دیگری اتفاق می‌افتد.



چارچوب مرجع متحرک S' از دید ناظر سیستم s.

آلبرت می‌گوید که سرعت نور برای همهٔ ناظرها یکی است. به این ترتیب ناظر از دید ساکن فاصلهٔ زمانی بین هر یک از تَقّه‌های ساعت متحرک از فاصلهٔ زمانی تَقّه‌های ساعت ساکن طولانی‌تری است. چراکه نور از دید ناظر ساکن باید مسیر طولانی‌تری را طی کند. پس آلبرت چنین نتیجه می‌گیرد که ساعت متحرک کندتر از ساعت ساکن کار می‌کند!

و از تفاوت این دو می‌توانیم فرمولی را نتیجه بگیریم.

بر اعصابتان مسلط باشید.

الف آهسته پیش بروید

ب کاغذ و مداد بردارید

پ از یک دوستتان خواهش کنید همراهی‌تان کند!

عبارات اصلی:

V = سرعت چارچوب متحرک

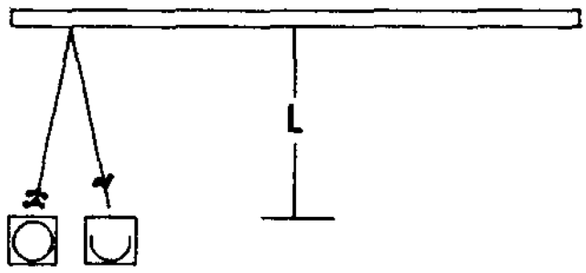
t' = زمان بین تَقّه‌ها در چارچوب متحرک

t = زمان بین تَقّه‌ها در چارچوب ساکن

C = سرعت نور

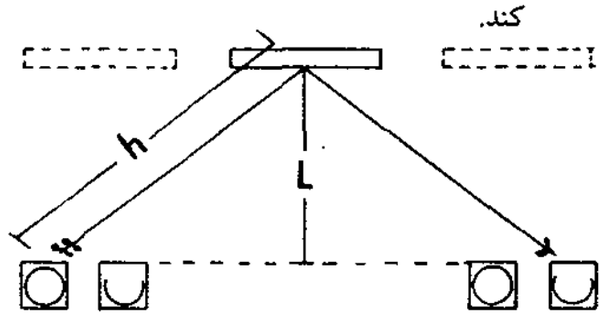
۱ زمان بین تَقّه‌ها در چارچوب متحرک، t'، برابر زمانی است که نور برای رسیدن به آینه لازم دارد، یعنی L/c ، به اضافهٔ زمان بازگشت آن، یعنی L/c .

$$t' = \frac{2L}{C}$$

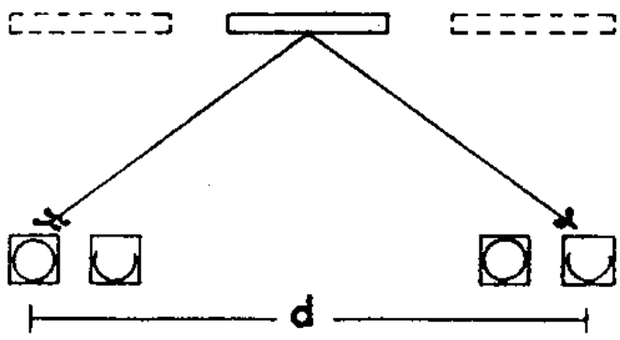


۲ اما زمان بین تَقّه‌ها در چارچوب ساکن، یعنی t ، برابر زمانی است که نور مسیر مثلثی h را باید طی کند.

$$t = \frac{h}{c} + \frac{h}{c} = 2\frac{h}{c}$$

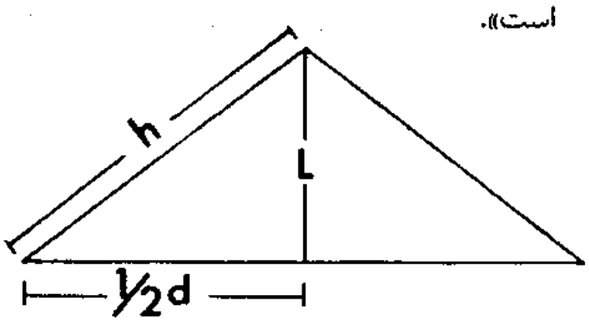


۳ از طرفی، در زمان t چارچوب متحرک مسیر d را طی کرده است و $d = vt$.



۴ حال می‌توانیم از قضیهٔ ۱۵۰۰ سالهٔ فیثاغورث (صفحهٔ ۱۲۹) استفاده کنیم. یادتان می‌آید؟ «مربع وتر برابر جمع مربع‌های دو ضلع دیگر است».

$$h^2 = \left(\frac{1}{2}d\right)^2 + L^2$$



۵ اما دیدیم که:

h به **t** وابسته است: $t = \frac{2h}{c}$ یا $h = \frac{ct}{2}$

d به **t** وابسته است: $d = vt$ یا $\frac{1}{2}d = \frac{1}{2}vt$

L به **t´** وابسته است: $t' = \frac{2L}{c}$ یا $L = \frac{ct'}{2}$

۶ به این ترتیب با جایگزینی در نتیجهٔ قبلی $\left(h^2 = \left(\frac{1}{2}d\right)^2 + L^2\right)$ می‌توان چنین نوشت:

$$\left(\frac{ct}{2}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}vt\right)^2 + \left(\frac{ct'}{2}\right)^2$$

و t را چنین به دست می‌آوریم:

$$t = \frac{t'}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

حالا بگذارید این نتیجه را با یک مثال آزمایش کنیم.

فضانوردی در یک موشک با سرعت ۰/۸ برابر سرعت نور نسبت به زمین سفر می‌کند. وقتی ۳۰ سال در موشک او سپری بشود، چند سال بر روی زمین سپری شده است؟

t' زمان سپری‌شده در موشک = ۳۰ سال

v سرعت موشک = ۰/۸c

با فرمول اینشتین داریم

$$t = \frac{30 \text{ سال}}{\sqrt{1 - \frac{(.8c)^2}{c^2}}} = \frac{30 \text{ سال}}{\sqrt{1 - \frac{.64c^2}{c^2}}} = \frac{30 \text{ سال}}{\sqrt{1 - .64}}$$

or

$$t = \frac{30 \text{ سال}}{\sqrt{.36}} = \frac{30 \text{ سال}}{.6} =$$

۵۰ سال بر روی زمین سپری شده است

حال یک لحظه تامل کنید ببینید آیا دلتان می‌خواهد یک بار دیگر بخوانیدش.

نتیجه‌گیری اینشتین این است که...

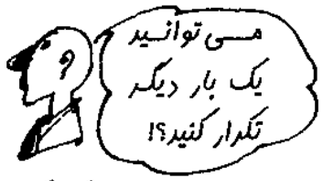
«از دید S چنین است که ساعت با سرعت V در حرکت است؛ بنابراین زمان بین تقه‌ها یک ثانیه نیست بلکه $\frac{1}{\sqrt{1-V^2/c^2}}$ ثانیه‌است، که قدری طولانی‌تر است.

یکی از نتایج حرکت این است که زمان کندتر از حالت سکون می‌گذرد»

هه! هه!
این که
مسخره است.

خب، خودتان خواستید دربارهٔ نسبیت بدانید، نه؟

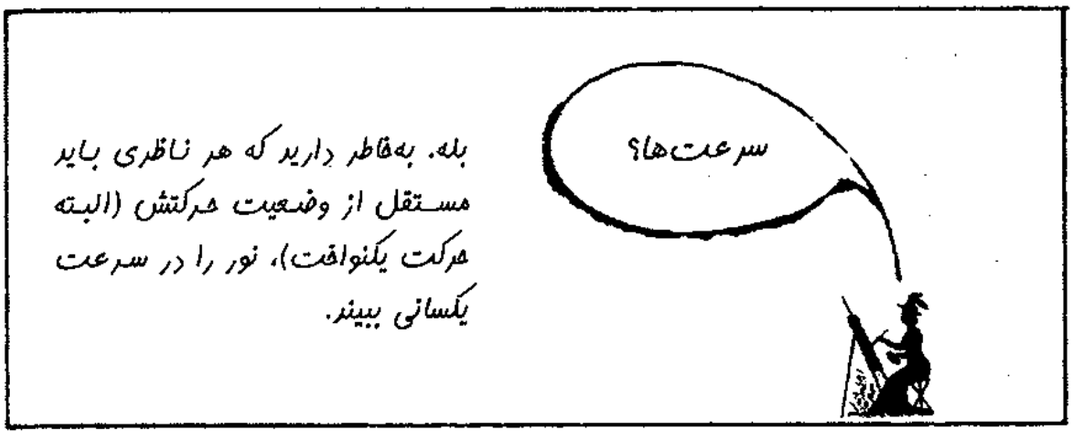
کاری که اینشتین کرد این بود که تجسمی از جهان را در شرایطی که اشیا با سرعت‌های نزدیک به نور حرکت می‌کنند، به دست دهد. این تصویر آنقدر از تجربهٔ روزمره دور است که مقادیری کار لازم است تا بتوانیم آن را به نظر بیاوریم.



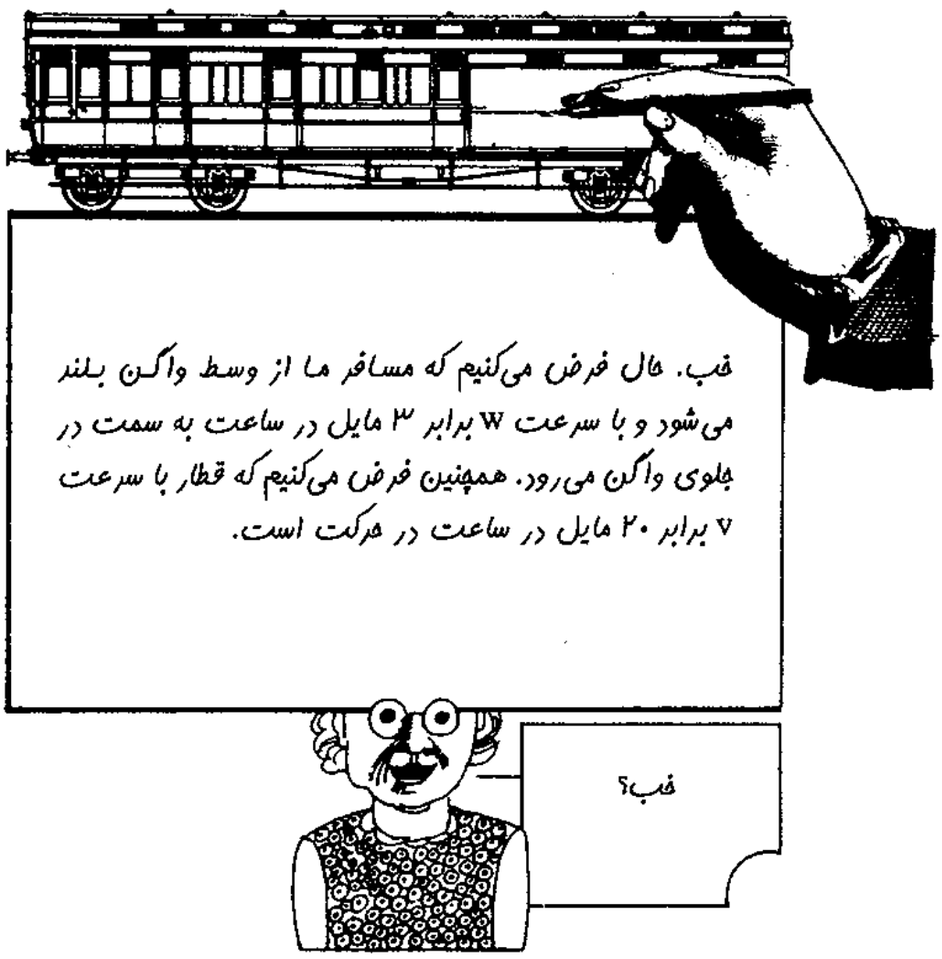
می‌توانید
یک بار دیگر
تکرار کنید؟!

اما به‌خاطر بیاورید که در نتیجهٔ اشتیاق به درک چگونگی انتشار امواج الکتریکی و مغناطیس بود که آلبرت به این تصویر رسید. او متوجه شد که فضای جدیدی که معادلات مَکسوِل برای تجربه فراهم آورده بود، نیازمند تغییرات عمیقی در اندیشه‌های استوار بر فضای تجربی قوانین نیوتن بود.

حال فقط می‌ماند نشان دهیم که سرعت‌ها چگونه با این تصاویر جور در می‌آید.



بگذارید دوباره واگن مسافری را بیاوریم.

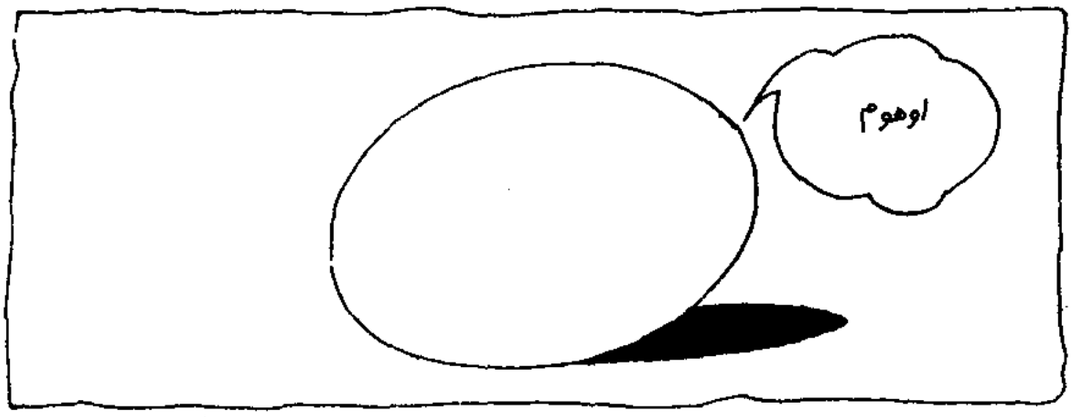


خب، حالا مسافر ما نسبت به کنارهٔ راه‌آهن با چه سرعتی در حرکت است.

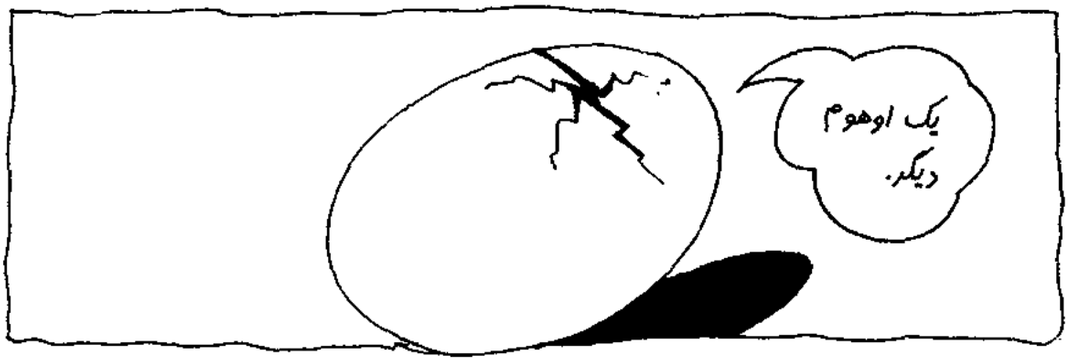
(تقریباً) درست است. اما آلبرت می‌گوید که سرعت و زمان در قطار و بر کنارهٔ راه‌آهن یکی نیستند.

خب اگر بخواهیم نسبیت را در نظر بگیریم باید خیلی دقیق باشیم. در حقیقت وقتی می‌گوییم که شخصی با سرعت ۳ مایل در ساعت به نسبت قطار حرکت می‌کند، منظورمان این است که او مسافت x تا در جلوی واگن را در زمان t طی می‌کند و x و t در قطار اندازه‌گیری شده‌اند، درست است؟

و می‌دانیم که مسافت‌ها و زمان‌های اندازه‌گیری شده در قطار همان‌هایی نیستند که از کنارهٔ راه‌آهن اندازه‌گیری می‌شود، درست است؟

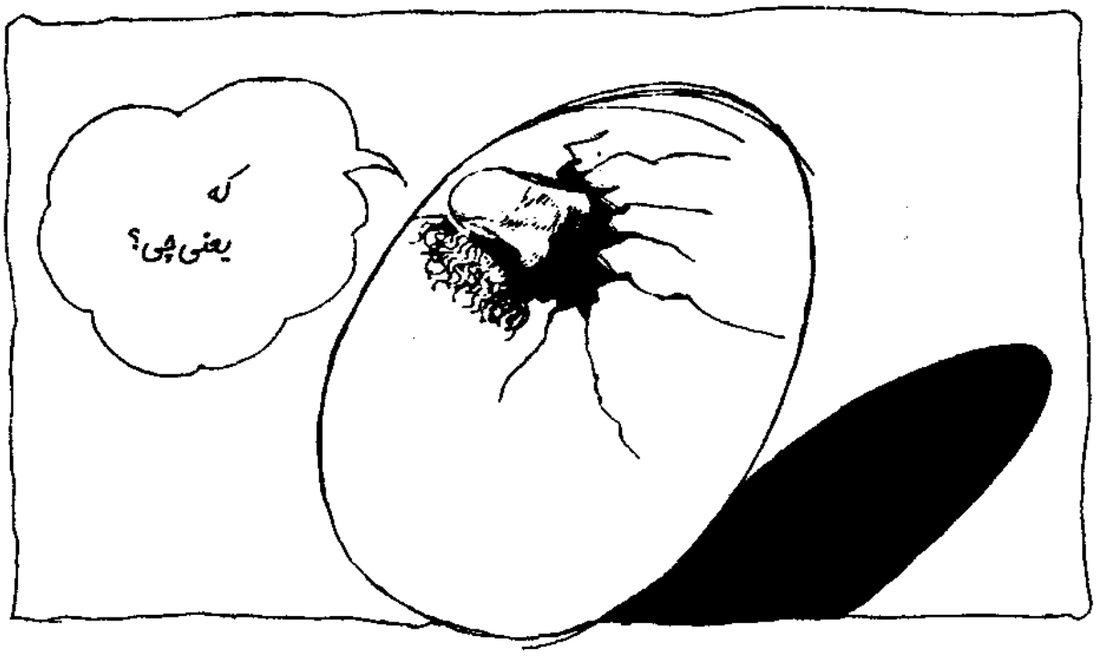


پس کاری که باید بکنیم این است که x' و t' اندازه‌گیری شده در قطار را به x و t اندازه‌گیری شده بر کنارهٔ راه آهن تبدیل کنیم.



با انجام این محاسبات آلبرت نشان داد که سرعت مسافر از دید ناظر ایستاده بر کنارهٔ راه‌آهن برابر است با:

$$U = \frac{V + W}{1 + \frac{VW}{C^2}}$$

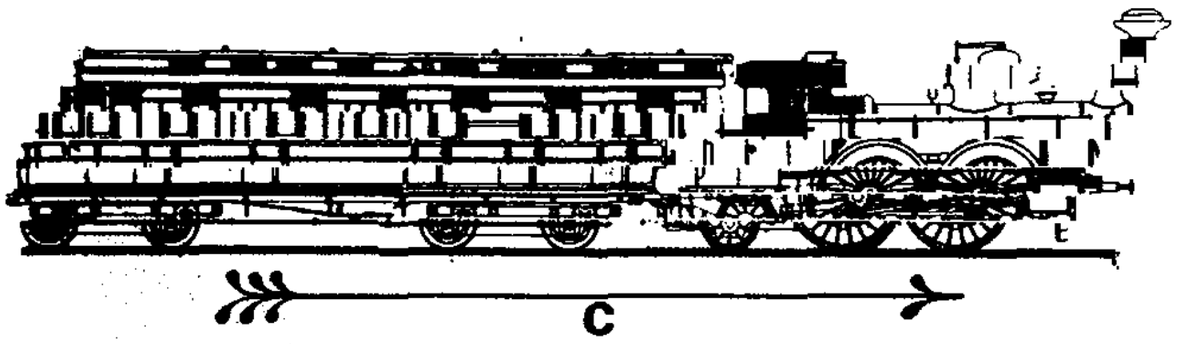


یعنی که سرعت مسافر به نسبت زمین قدری با ۳+۲۰ مایل در ساعت متفاوت است.

$$U = \frac{20 \text{ مایل در ساعت} + 3 \text{ مایل در ساعت}}{1 + \frac{20 \times 3}{(\text{سرعت نور})^2}}$$

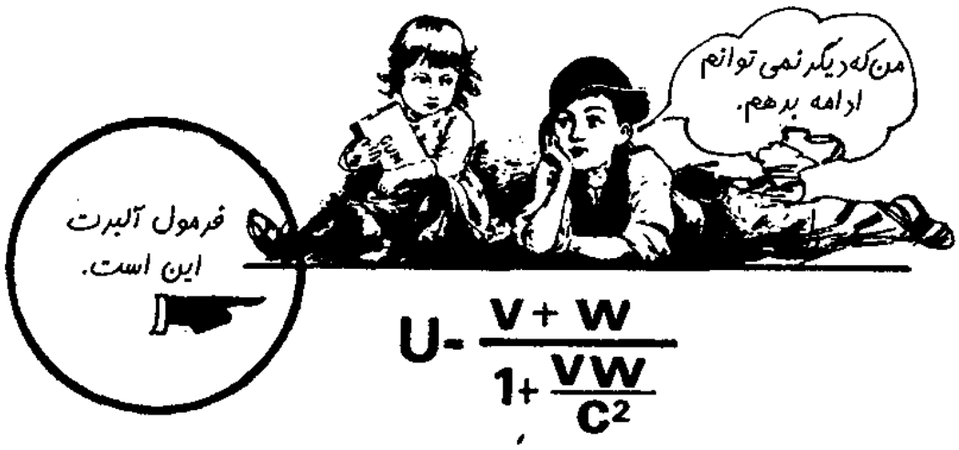
حال باتوجه به این که سرعت نور بسیار زیاد است، ۱۸۶.۰۰۰ مایل در ساعت، این تفاوت معمولاً بسیار کوچک است.

اما بگذارید وقتی قطار با سرعت نور حرکت می‌کند فرمول را آزمایش کنیم.



حال تصور کنیم که مسافر ما یک شعاع نور به سمت در جلوی واگن بفرستد.

سرعت نور نسبت به زمین و به استناد فرمول آلبرت چقدر است؟



$$U = \frac{V + W}{1 + \frac{VW}{C^2}}$$

در این حالت V سرعت قطار = C

و W = سرعت شعاع نور به نسبت قطار = C

بنابراین U ، سرعت شعاع نور نسبت به زمین، برابر است با

$$U = \frac{C+C}{1+\frac{C \cdot C}{C^2}} = \frac{2C}{2} = C!$$

فرمول زیبایی است. آلبرت نشان داد که تغییرات پیشنهادی او در فواصل‌زمانی و مکانی به‌فرمول جدیدی‌برای جمع سرعت‌ها انجامیده است. فرمول جدید بیانگر این واقعیت جدید است که هیچ اثری در طبیعت آنی نیست و هیچ‌چیز نمی‌تواند سریع‌تر از نور حرکت کند.

[redacted]

نگران نشوید. بین فیزیکدان‌ها مثلی رایج است که می‌گوید: «شما هرگز نمی‌توانید یک نظریهٔ جدید را واقعاً بفهمید. فقط بهش عادت می‌کنید.»

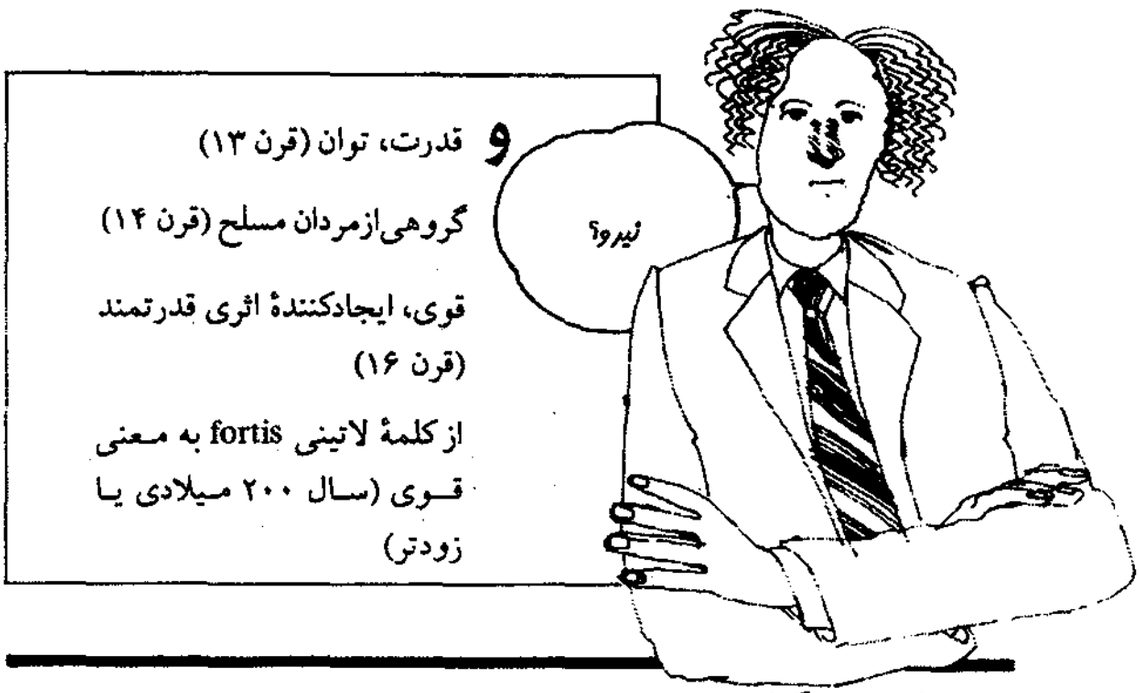
[redacted]

درک، مبتنی بر تجربه است و گردآوری تجربه در خصوص چیزهایی که با سرعت نزدیک به نور در حرکت هستند، دشوار است (مگر آن که بر روی ذره‌های سریع مشغول به کار باشید).

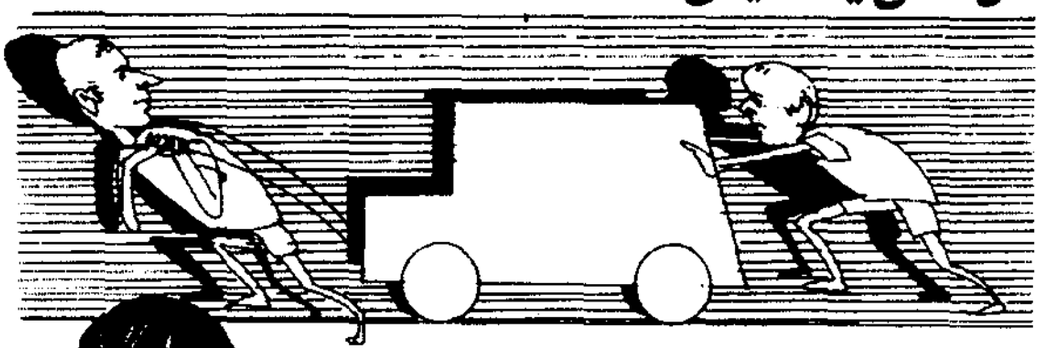
[redacted]

آلبرت باید حالا نشان دهد که اگر سرعت جسمی از سرعت نور بیشتر بشود، چه اتفاقی می‌افتد. استدلال آلبرت چنین است:

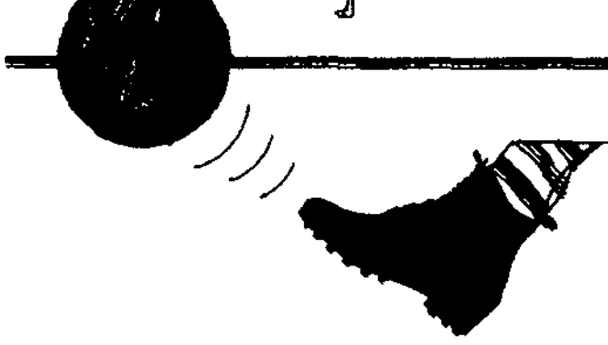
برای آن که شیئی را به حرکت درآورید باید به آن نیرو وارد کنید.



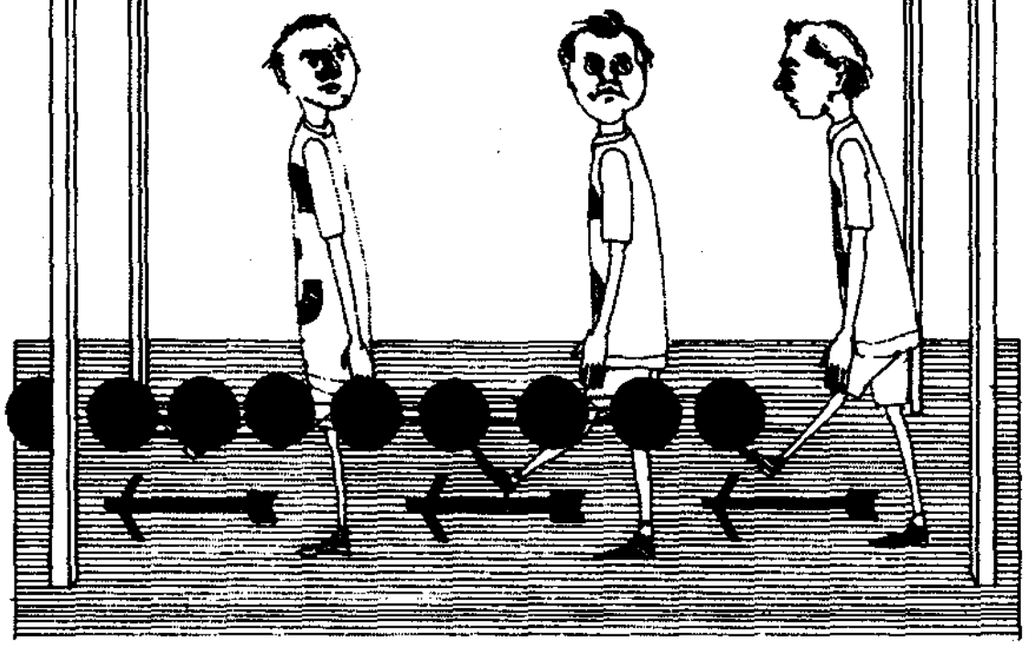
هل دادن یا کشیدن



یا لگد



برای آن‌که شیئی را واقعاً به سرعت به حرکت دربیاورید باید به‌آن «ضربه»های زیادی واردکنید یا به‌طور یکنواخت آن را، مثلاً، توسط یک موتور به جلو هل دهید.



مشکلات عملی زیادی برای وارد آوردن نیروی زیاد و یکنواخت به یک شییء وجود دارد. مقاومت هوا.

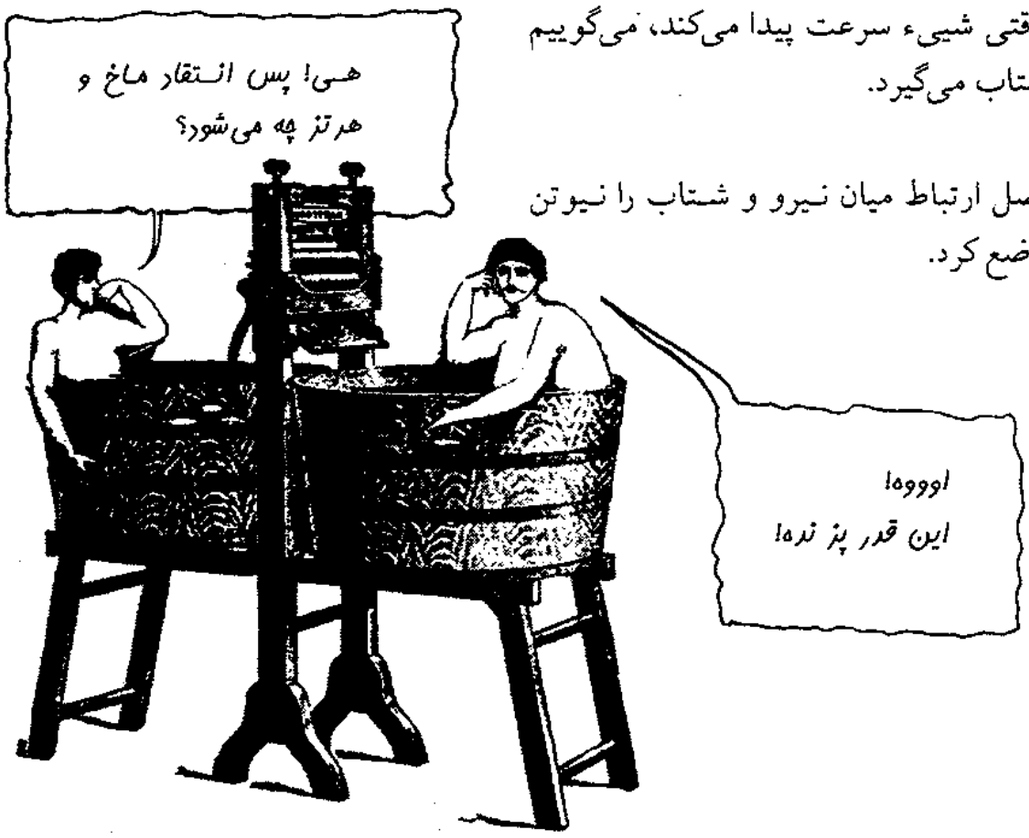
از کارافتادگی مکانیکی.

تمام کردن سوخت.

اما آلبرت نگران مشکل عمیق‌تری است. اگر در طبیعت هیچ تأثیر متقابلی آنی نباشد و اگر سرعت نور بیشترین سرعتی باشد که جسمی بتواند با آن حرکت کند، دقیقاً چه اتفاقی می‌افتد وقتی سرعت شیء به سرعت نور نزدیک می‌شود؟

وقتی شییء سرعت پیدا می‌کند، می‌گوییم شتاب می‌گیرد.

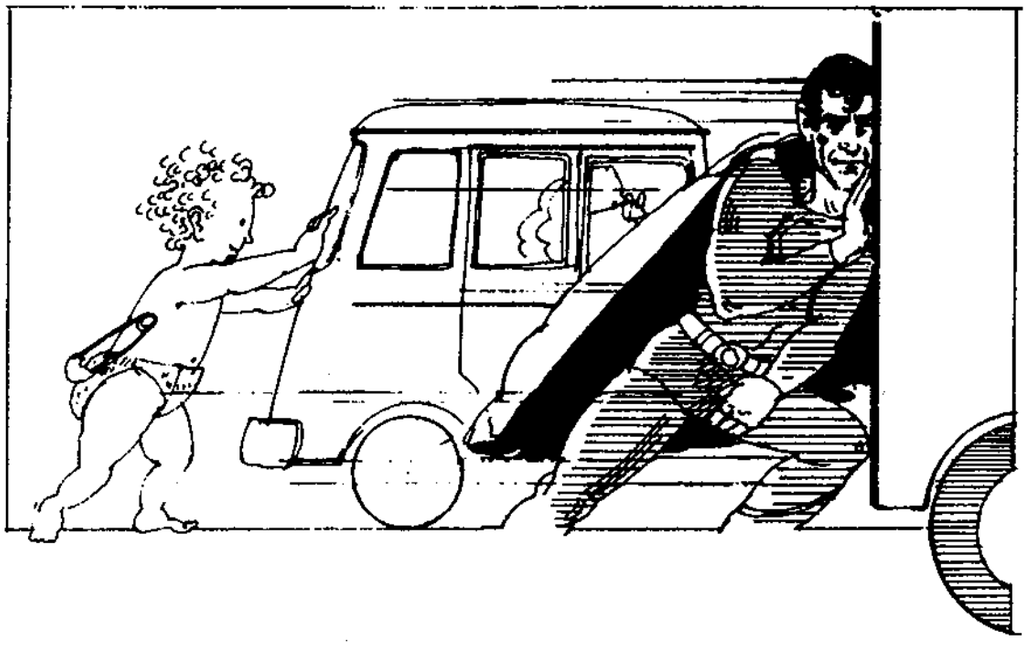
اصل ارتباط میان نیرو و شتاب را نیوتن وضع کرد.



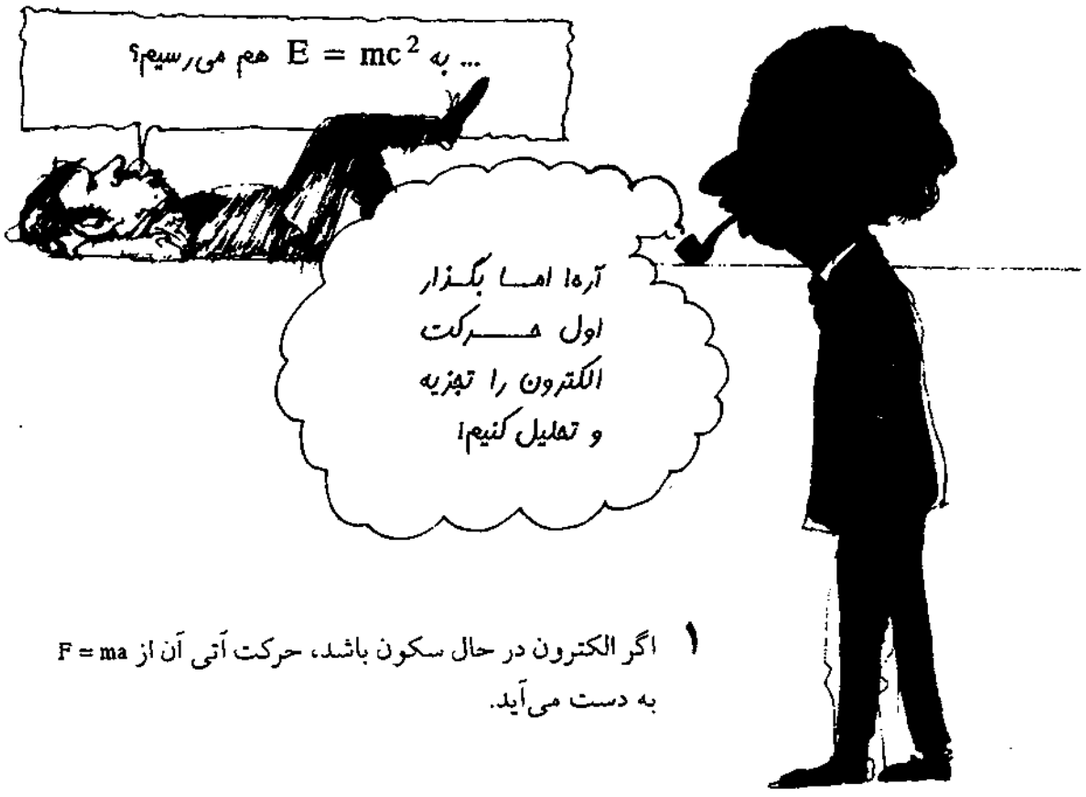
نیوتن گفت $F = ma$ یا $a = F/m$. شتاب a با نیروی واردهٔ F، نسبت مستقیم و با جرم شییء، m (که اینرسی یا لختی هم نامیده می‌شود)، نسبت معکوس دارد.

هر قدر نیرو بیشتر باشد، شییء سریع‌تر سرعت می‌گیرد. هر قدر جرم یا اینرسی بیشتر باشد، سخت‌تر می‌توان به شییء سرعت داد.

حرکت دادن یک ماشین سبک آسان‌تر از یک کامیون سنگین است.



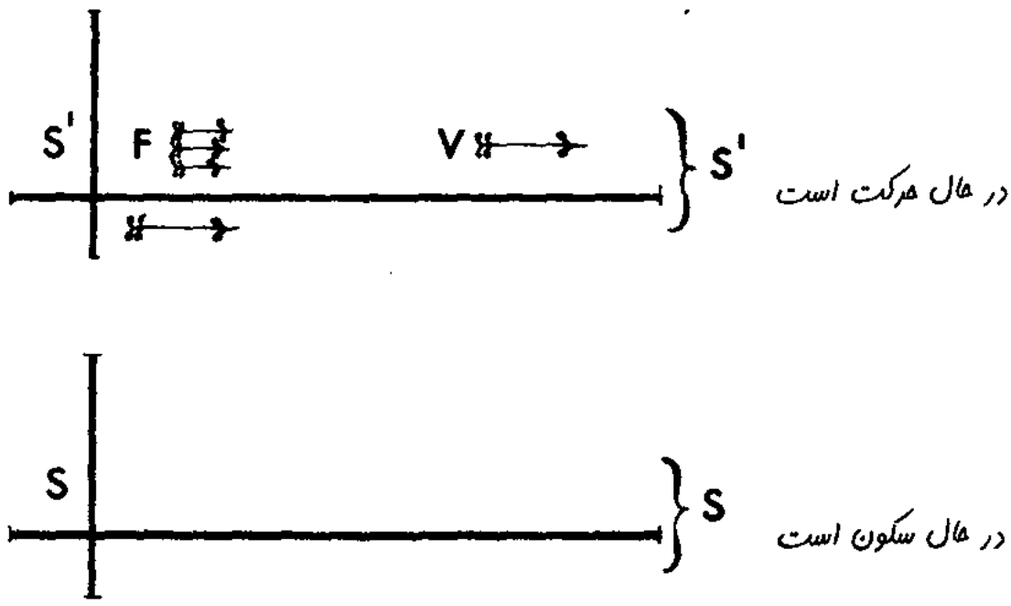
به مفهوم جرم یا اینرسی هم به زودی برمی‌گردیم.



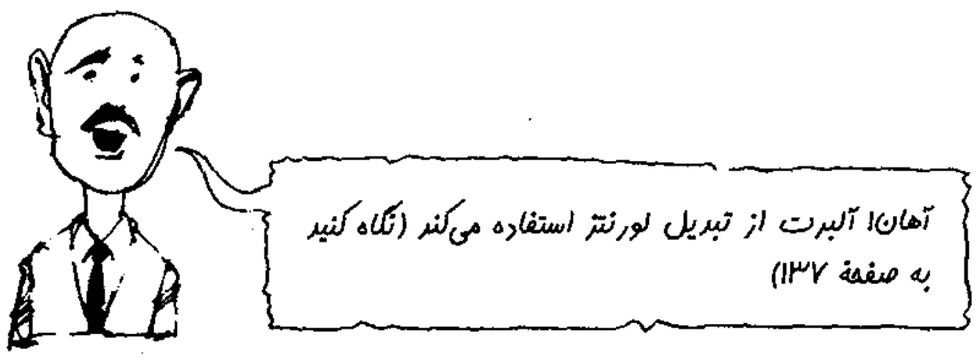
۱ اگر الکترون در حال سکون باشد، حرکت آتی آن از $F = ma$ به دست می‌آید.

۲ **اما اگر فرض کنیم که الکترون خودش سرعتی برابر V داشته باشد، چی؟**

در آن صورت الکترون نسبت به چارچوب مرجعی چون S´ در حال سکون است و S´ نسبت به S با سرعت V در حرکت است.



الکترون نسبت به S´ شتابی برابر a = F/m دارد (زیرا الکترون نسبت به S´ در حال سکون است)



درست است. آلبرت می‌داند چگونه با علم به مکان و زمان یک رخداد نسبت به قطار S´، می‌توان مکان و زمان آن را نسبت به کنارهٔ راه‌آهن S به دست آورد.

رخداد، در این حالت، شتاب الکترون است.

آنچه اتفاق می‌افتد به شرح زیر است:

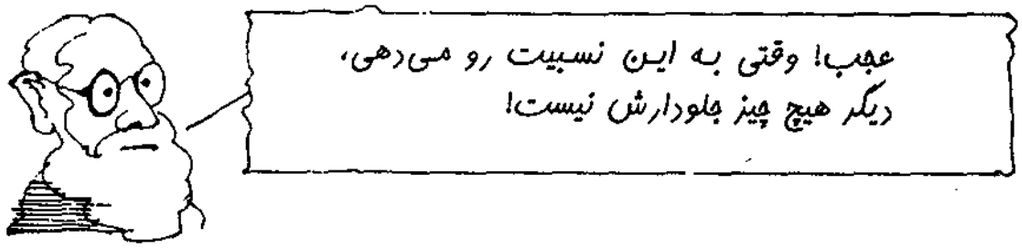
۱ الکترون به علت نیرو سریع‌تر حرکت می‌کند

اما

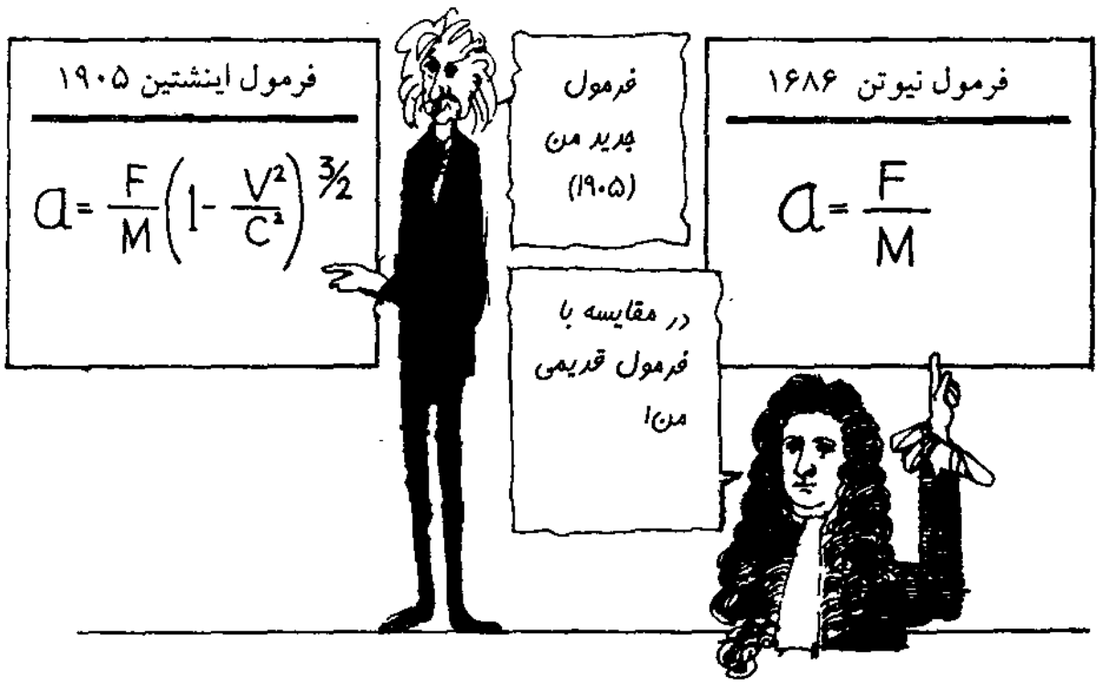
۲ در چارچوبی که الکترون در حال سکون است، زمانی که طی آن نیرو عمل می‌کند، نسبت به چارچوب در حال سکون، کوچک‌تر و کوچک‌تر می‌شود (یادتان که هست: ساعت‌های درحال حرکت آهسته‌تر کار می‌کند)

بنابراین

۳ در چارچوبی که الکترون در حال سکون است، هر چه نیرو در زمان کوتاه‌تری عمل کند، سرعت الکترون به‌سرعت نور نزدیک‌تر می‌شود. اما از دید ناظر روی زمین، الکترون به زحمت فرصت رانده شدن پیدا می‌کند.



آلبرت این فرایند را به کمک فرمول جدیدی بیان می‌کند:



یک بـار دیگـر، فـرمول جـدید واقـعیت جدیدی را بـیان مـی‌کند: در طـبیعت هـیچ تأثـیر مـتقابلی لحـظه‌ای نـیست. هـیچ‌چیز نمی‌تواند تندتر از نور حرکت کند.

فرمول آلبرت نشان می‌دهد که وقتی $v=c$، $a=0$! در نتیجه حتی اگر بتوانید به هل دادن ادامـه بـدهید، الکـترون سـرعت بـیشتری نمی‌گیرد.

معنایش «**نسبتاً**» صریح و روشن است.

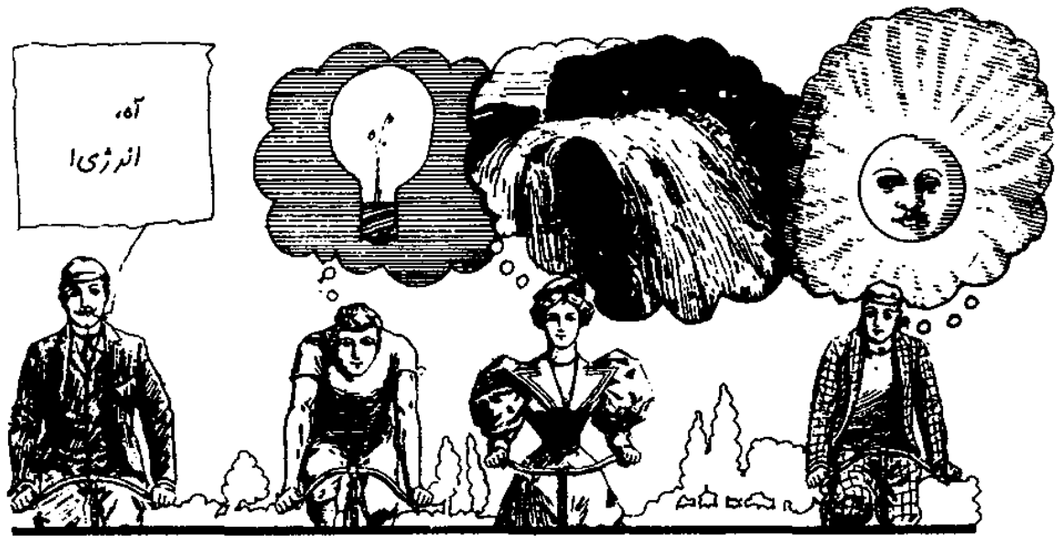
۱

اگر شما به شیئی نیرو وارد کنید و آن را به جلو هل بدهید و آن شیء به زحمت بر سرعتش افزوده شود، می‌گویید که اینرسی زیادی دارد!

۲

همچنین اگر سرعت الکترون به سرعت نور نزدیک شود، به نظر خواهـد رسـید کـه سـنگین و سنگین‌تر می‌شود چون افزایش سرعت آن دشوار و دشوارتر می‌شود.

حالا آلبرت می‌خواهد نشان بدهد چگونه سرعت الکترون با انرژی آن مرتبط است.



تعریف انرژی نیز به قوانین نیوتن باز می‌گردد.

۱ وقتی نیروی F بر جسمی به جرم m در طول مسافتی به طول d وارد می‌آید، می‌گویند به اندازهٔ W کار انجام شده است.

۲ مقدار کار برابر $W = Fd$ قرار داده می‌شود.

۳ با استفاده از $F = ma$ می‌توان نشان داد که کاری که با فرمول $W = Fd$ تعریف شده است، دقیقاً برابر است با $1/2\ mv^2$

۴ عبارت $1/2\ mv^2$ نیز نامی دارد. به آن می‌گویند. **انرژی جنبشی** یا **سینتیک** جسم.

۵ هر چه کارِ (Fd) بیشتری صرف هُل دادن جسم بکنید، انرژی جنبشی ($1/2\ mv^2$) بیشتری می‌گیرد.

اینجاست که آلبرت می‌گوید «وایستا ببینم!». ما کار ($W = Fd$) صرف می‌کنیم اما سرعت جسم به این شکل اضافه نمی‌شود. چرا؟ چون حالا

$$F = \frac{ma}{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}}$$

همه‌اش یک بازی نامگذاری است که به کمک $F = ma$ انجام می‌شود!

به این ترتیب تغییرات آلبرت به فرمول جدیدی می‌انجامد.
حالا کار برابر است با

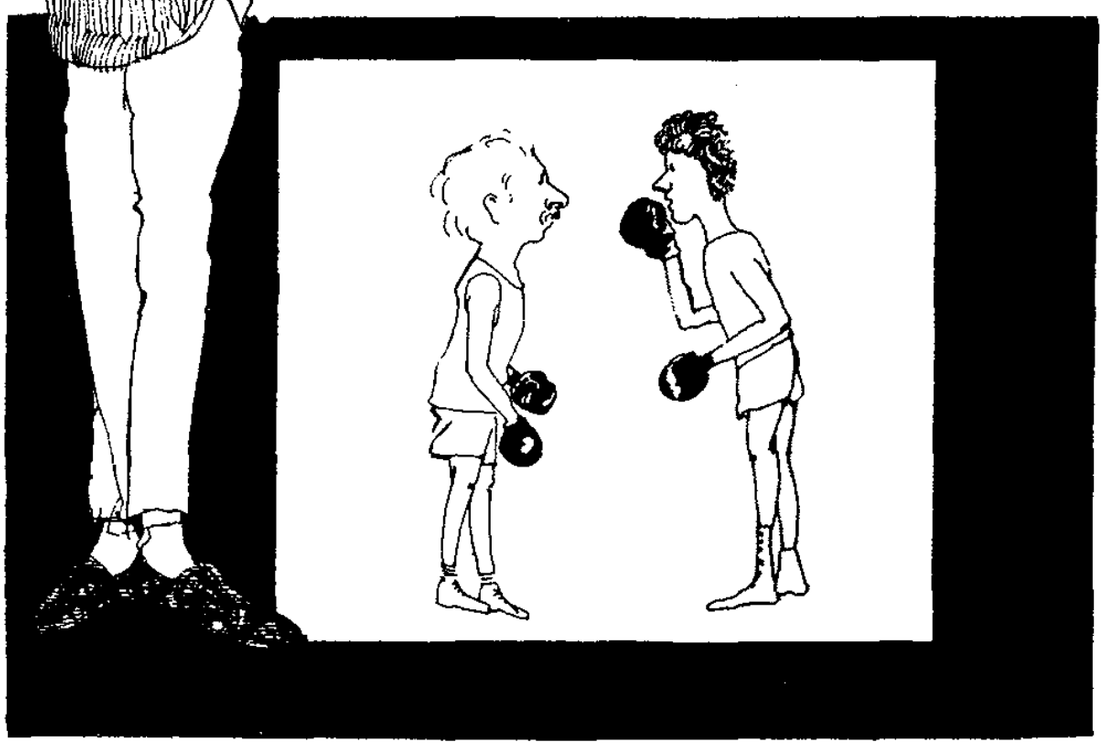
$$W = \frac{1}{2}mv^2$$

فرمول نیوتن

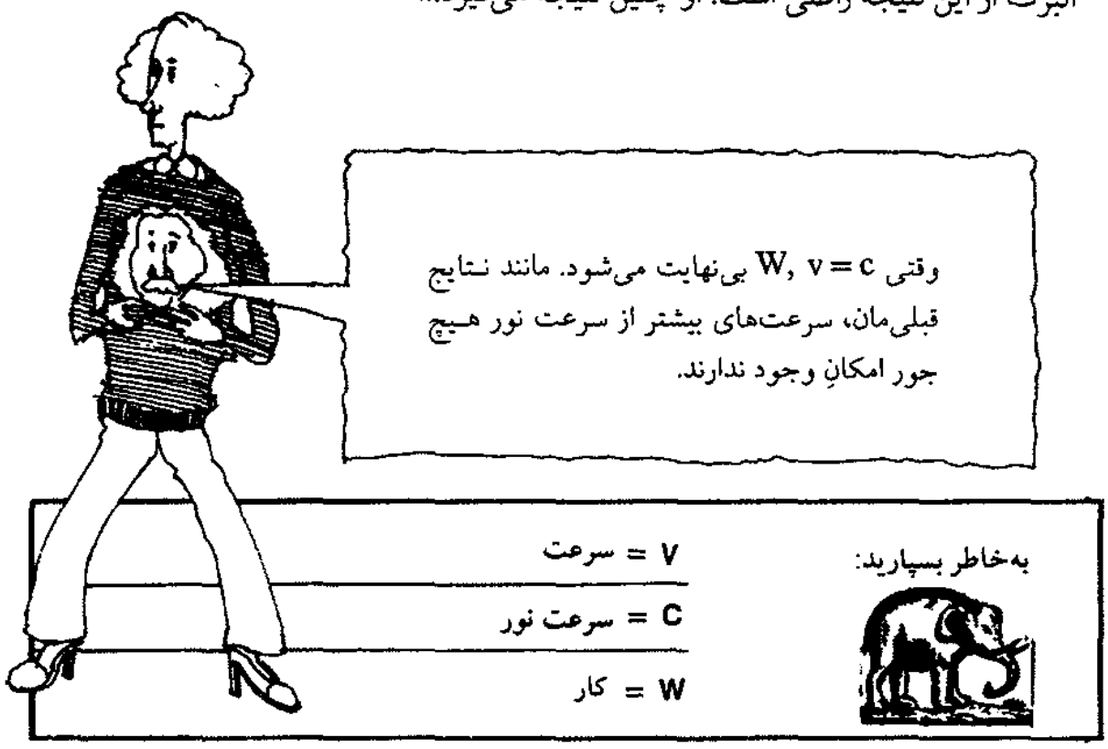
به جایِ

$$W = \frac{MC^2}{\left(1-\frac{V^2}{C^2}\right)^{1/2}} - MC^2$$

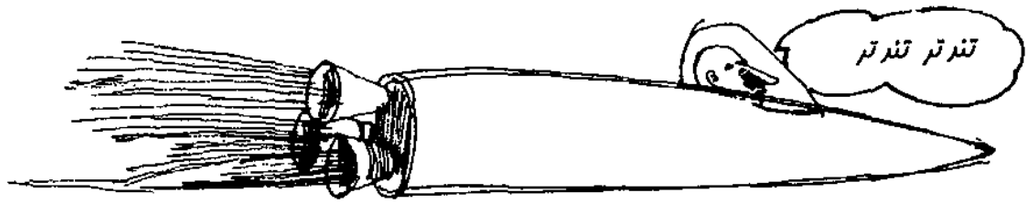
فرمول اینشتین



آلبرت از این نتیجه راضی است. او چنین نتیجه می‌گیرد...



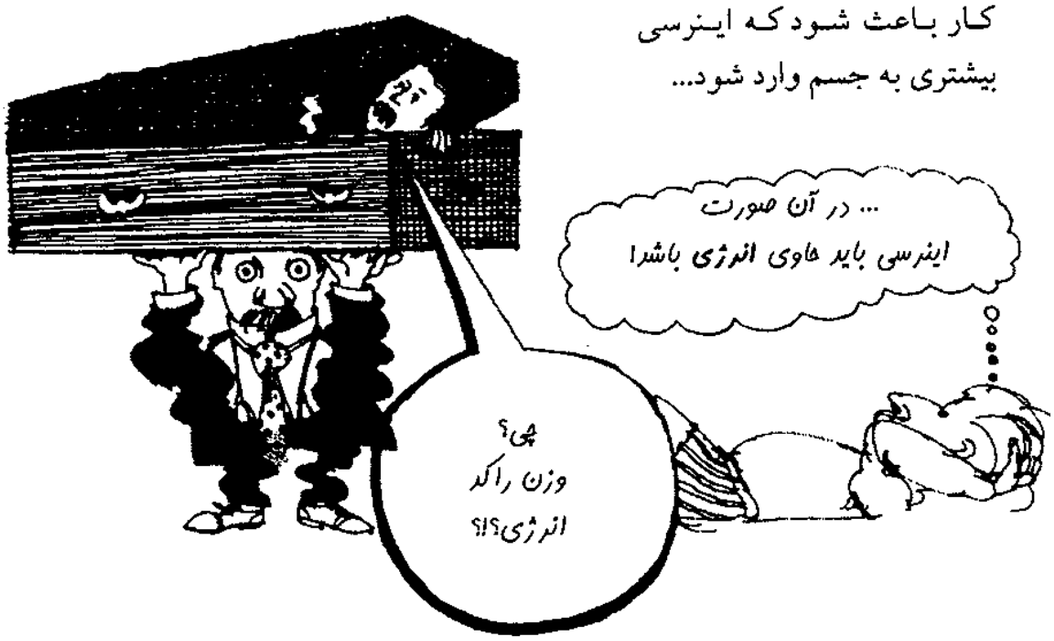
آلبرت می‌گوید همچنان که به جسمی انرژی بیشتر و بیشتر می‌دهید...



... به جای آن که باعث تندتر و تندتر رفتن آن بشود، آن را سنگین‌تر و سنگین‌تر می‌کند!

به این ترتیب حتی اگر به موشکی 1,000,000,000,0 واحد نیرو وارد کنید،
0,000,000,000,000,000,000,000,0
0,000,000,000,000,000,000,000,000,0 00,000,000,000,000
کماکان آهسته‌تر از نور حرکت خواهد کرد!

اما این تمام ماجرا نیست. اگر کار باعث شود که اینرسی بیشتری به جسم وارد شود...



بله. آلبرت می‌گوید که ما نیاز به تعریف جدیدی از انرژی داریم. تعریف نیوتنی قدیم (انرژی جنبشی = $1/2\ mv^2$) فقط برای سرعت‌های بسیار کمتر از سرعت نور مناسب است.

بنابراین

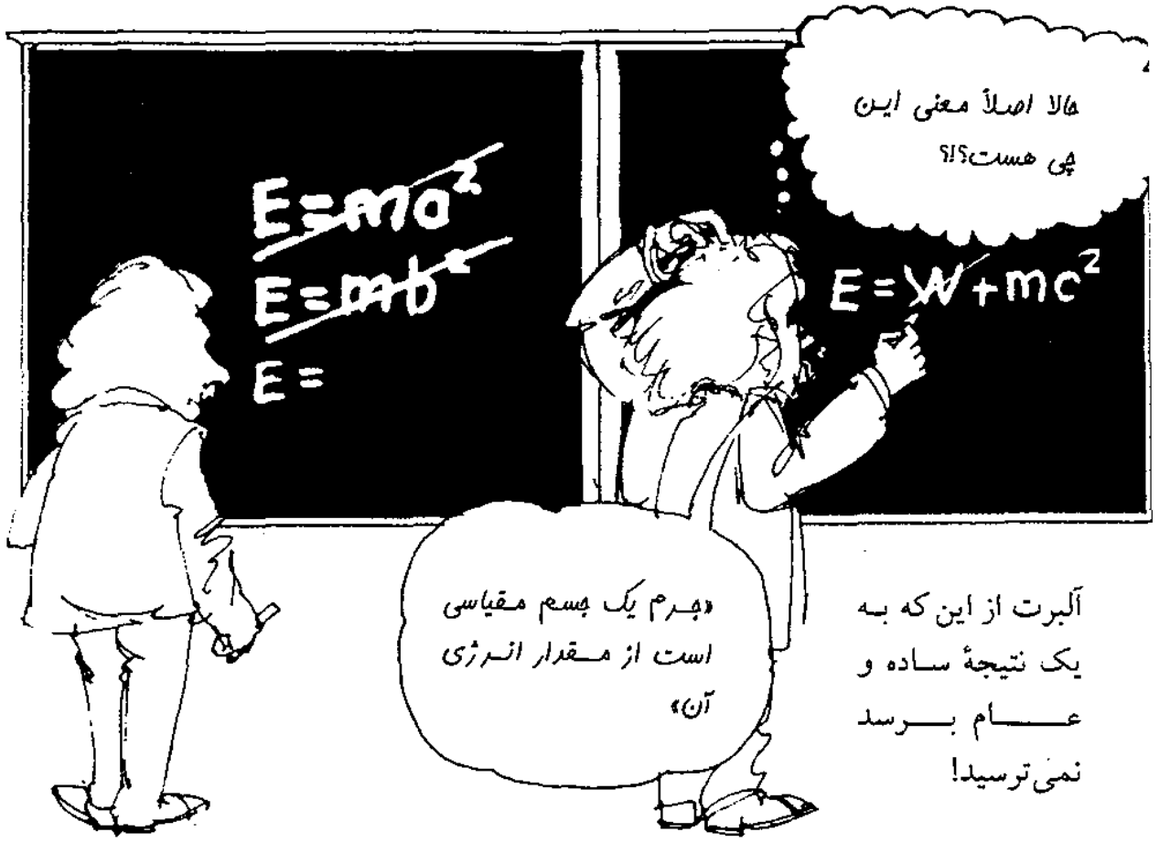
۱	آلبرت نشان داده است (صفحهٔ ۱۶۱) که کار برابر است با $\frac{mc2}{(1-V2/c2)^{1/2}} - mc2$
۲	سپس پیشنهاد می‌کند که کمیت $\frac{mc2}{(1-V2/c2)^{1/2}}$ را انرژی الکترون، E ، بنامیم.
۳	با این تعریف فرمول آلبرت به این شکل درمی‌آید $E=W+MC2$

آنچه آلبرت می‌گوید این است که... حتی اگر $W = O$ باشد، یعنی
اگر هیچ کاری هم صرف نکنید، الکترون کماکان دارای انرژی‌ای است برابر

$E=MC^2$!

معروفترین
معادلهٔ قرن
بیستم.

به این شکل هم نه... بیشتر به این شکل:



آلبرت از این که به یک نتیجهٔ ساده و عام برسد نمی‌ترسید!

و برای آنکه نشان دهد چطور چنین چیزی ممکن است، در سال ۱۹۰۵ یک مقالهٔ کوتاه سه صفحه‌ای نوشت به نام...

آیا اینرسی یک جسم به مقدار انرژی آن بستگی دارد؟

[redacted]

استدلال آلبرت در این مقاله یک **اثبات** نیست.

شما نمی‌توانید یک تعریف را به اثبات برسانید. فقط می‌توانید نشان دهید که آن تعریف معتبر است.

پس بی‌آن که بخواهیم خودمان را با فرمول گیج کنیم، ببینیم «آلبرت کبیر» منظورش چیست:

۱ تعریف قدیم کار $(W = Fd)$ ، همراه با

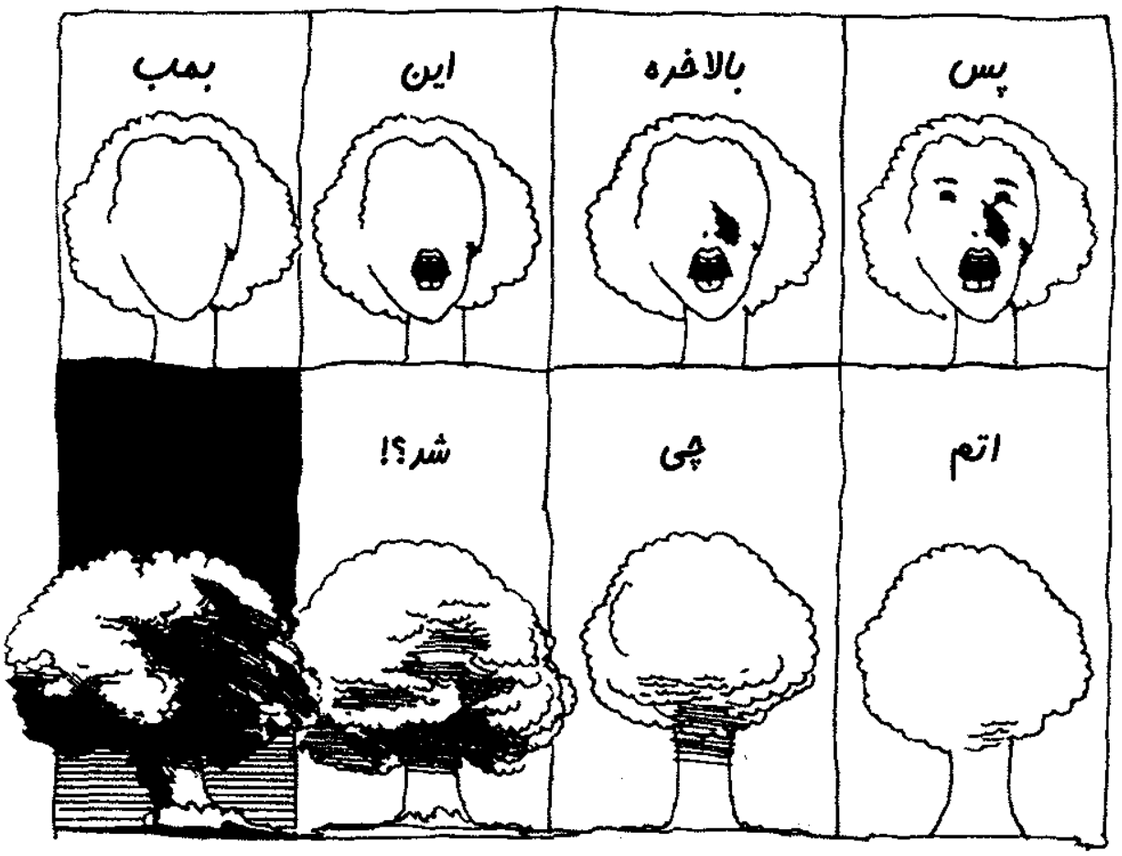
۲ این واقعیت جدید که هیچ چیز نمی‌تواند سریع‌تر از نور حرکت کند، یا $F = \frac{ma}{(1-v^2/c^2)^{3/2}}$ معنی‌اش این است که

۳ کار باعث می‌شود جسم سنگین‌تر بشود. پس

۴ کار به اینرسی جسم می‌افزاید و در نتیجه اینرسی حاوی انرژی است. برای **مشخص‌تر شدن** این معنا...

۵ رابطهٔ انرژی و اینرسی چنین است $E=mc^2$

۶ اما به خاطر داشته باشید... **هیچکس** واقعاً نمی‌داند اینرسی چیست یا چرا جسم در ابتدا اینرسی دارد!



آلبرت فقط گفت که انرژی اینرسی دارد و اینرسی انرژی.

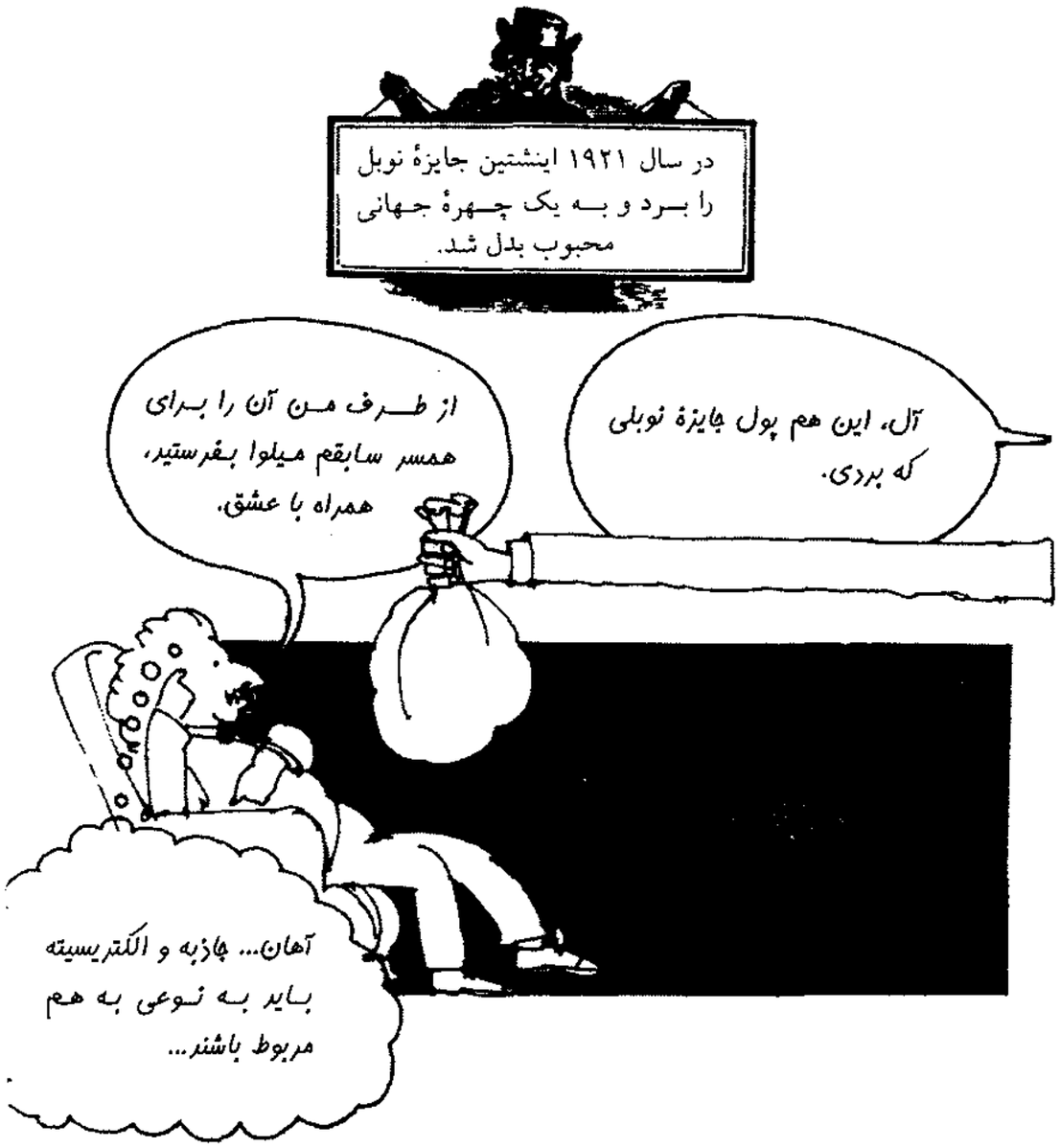
او چیزی دربارهٔ این نگفت که چگونه این انرژی را باید بیرون کشید.

$E = MC^2$، برخلاف تصور بعضی‌ها، فرمول بمب اتم نیست. به خاطر بیاورید که آلبرت نسبیت را در سال ۱۹۰۵ مطرح کرد. پروژهٔ بمب اتم در سال ۱۹۳۹ آغاز شد. فیزیک هسته‌ای حاصل کار دیگرانی چون ژولیوت کوری، انریکو فرمی و لئو زیلارد بود.

در سال ۱۹۳۴ زیلارد ایدهٔ «واکنش زنجیره‌ای» را پیش کشید.

در تاریخ ۲ اوت ۱۹۳۹، زیلارد نامهٔ معروفی به پرزیدنت روزولت نوشت که اینشتین نیز آن را امضا کرد. به‌طور خلاصه در این نامه گفته شده بود که: انرژی هسته‌ای موجود است. دانشمندان آلمان نازی هم مشغول کار بر روی آن هستند. واضح است که این یک سلاح استراتژیک تعیین‌کننده است. رییس جمهور باید تصمیم بگیرد که با آن چه باید کرد.

بعدها وقتی بمب اتمی در هیروشیما منفجر شد، آلبرت گفت: «اگر می‌دانستم آنها چنین خواهند کرد، می‌رفتم کفاش می‌شدم!»



آلبرت کارهای اساسی دیگری را در فیزیک از خود برجای گذاشت. نظریهٔ نسبیت عام (۱۹۱۶)، نظریهٔ نسبیت جدیدی بود از جاذبه که جایگزین نظریهٔ قدیمی نیوتن شد. و آلبرت همچنین یکی از چهره‌های مرکزی بحث‌های رایج حول نظریهٔ کوانتیک بود، نظریهٔ جدیدی دربارهٔ الکترون.

پرسشگری مادی‌گرایانهٔ اینشتین، نسل جوانتر محققان را تشویق کرد که بخش‌های **بیشتری** از فیزیک کلاسیک نیوتنی را کنار بگذارند.

این محققان حتی تا آنجا پیش رفتند که قوانین علت و معلول را نیز کنار گذاشتند. (فحوای کلام‌شان این بود که وقتی به الکترونی ضربه‌ای وارد می‌کنید نمی‌توانید به حتم بگویید کجا خواهد رفت. فقط می‌توانید بگویید احتمالاً کجا خواهد رفت.)

آلبرت این را هیچ تأیید نمی‌کرد.

نیلز بور

فیزیکدان هلندی و بنیانگذار «مکتب کپنهاگ» نظریهٔ کوانتوم.

اینشتین، تا زمان مرگش، در سال ۱۹۵۵، به فعالیت‌های مختلفی مشغول بود: مبارزه علیه مک‌کارتیسم، همکاری با برتراند راسل برای خلع‌سلاح و کماکان درگیر این‌که چگونه می‌توان جاذبه و الکتریسیته را یکی کرد. ممکن است هنوز شدنی باشد!

آلبرت یک فرد رادیکال و یهودی بود. او هرگز دیدگاه سیاسی خود و آگاهی خود را از این‌که به یک اقلیت تعلق دارد که روزگاری تحت ستم قرارگرفتند، از دست نداد.

نوشتهٔ زیر دربارهٔ سوسیالیسم، بخشی از یک تحلیل مفصل‌تر است که در سال ۱۹۴۹ در مجلهٔ آمریکایی مانتلی ریویو منتشر شد...

چرا سوسیالیسم؟

دو اصل عمده شرایط فائق در یک سیستم مبتنی بر مالکیت خصوصی سرمایه را توصیف می‌کند: اول این که ابزار تولید (سرمایه) در تملک خصوصی است و مالکان آن بنا به میل خود از آن استفاده می‌کنند و دوم این که قرارداد کار، قراردادی آزاد است. البته به این معنی چیزی به عنوان جامعهٔ سرمایه‌داری **ناب** وجود ندارد. این نکته بالاخص قابل ذکر است که کارگران، از طریق مبارزات سیاسی تلخ و طولانی، موفق شده‌اند، شکل کم و بیش اصلاح‌شده‌ای از «قرارداد آزادانهٔ کار» را، برای برخی از اقشار کارگری، به دست آورند. اما در مجموع، اقتصاد امروزی تفاوت چندانی با سرمایه‌داری «ناب» ندارد. تولید برای سود انجام می‌گیرد، نه برای استفاده..هیچ تضمینی وجود ندارد که تمام آنها که قادر و مایل به کارکردن هستند، همیشه بتوانند کار پیدا کنند؛ همواره «ارتشی از بیکاران» وجود خواهد داشت. کارگر همواره در هراس از دست دادن شغلش است. پیشرفت فن‌آوری، به جای آسان‌تر کردن کار برای همگان، غالباً منجر به بیکاری بیشتر می‌شود. انگیزهٔ سود، همراه با رقابت میان سرمایه‌داران، عامل بی‌ثباتی در انباشت و استفاده از سرمایه می‌شود و کسادی روزبه‌روز جدی‌تر را سبب می‌گردد. رقابت بدون حد و حصر باعث اتلاف عظیم نیروی کار و اختلال آگاهی اجتماعی افراد می‌شود.

این اختلال، به نظر من بدترین بلای سرمایه‌داری است. تمام نظام آموزشی ما از این بلا رنج می‌برد. رفتار رقابتی مفرط در ذهن دانشجو حک می‌شود و او را وامی‌دارد تا موفقیت در مال اندوزی را، به عنوان تدراک آیندهٔ شغلی خود، ستایش نماید.

من اطمینان دارم که تنها یک راه وجود دارد که بشود این مصایب وخیم را حذف کرد و آن از طریق برقراری یک اقتصاد سوسیالیستی است همراه با نظام آموزشی‌ای که در جهت اهداف اجتماعی تبیین شده باشد.

از مجموعهٔ

قدم اول

کانت
قدم اول
نویسنده: کریستوفر وارنت ـ طراح: آندرزکلیموفسکی
ترجمهٔ: حمید رضا آیات

سارتر
قدم اول
نویسنده: فیلیپ تادی ـ طراح: هاوارد رید
ترجمهٔ رویه معادی

والتر بنیامین
قدم اول
نویسنده: هاوارد کی گیل ـ الکس کول ـ طراح: آندرزکلیموفسکی
مترجم: یدالله مطلبی

بودا
قدم اول
نویسنده: جین هوپ ـ طراح: بوردین وان لون
ترجمهٔ علی کاشفی پور

● از این مجموعه منتشر خواهد شد:

اینترنت
مغز و ذهن
جامعه‌شناسی
کینز
لوی اشتراوس
روشنگری
و...

پس از سیر کوتاهی در بابل، یعنی محل تولد ریاضیات و سپس سفری در تاریخ علم فیزیک، کتاب حاضر خواننده را به بازبینی دومین انقلاب صنعتی که به واسطهٔ کشف الکتریسیته، مغناطیس و تکنولوژی های لازم برای مهار کردن آنها به وقوع پیوست، دعوت می کند. برای رسیدن به کشف مهم اینشتین در مورد رابطهٔ انرژی و جرم که مبنای شناخته شده ترین معادلهٔ قرن بیستم یعنی $E=MC^2$ است، خوانندهٔ با آراء افرادی چون گالیله، فاراده و نیوتون آشنا می شود. از مطالعهٔ این کتاب از جمله می توان آموخت که چرا ممکن نیست جسمی تندتر از سرعت نور حرکت کند.

این قدم اول در عین حال شرحی است از زندگی و آراء اجتماعی انسانی که در یکی از پر تلاطم ترین دوره های تاریخ بشریت زندگی کرد و همواره در کنار فعالیت های علمی اش سعی در فهم و درک و یافتن راه حل هایی داشت برای مسائل تلخ و نگران کننده ای که همراه با پیشرفت علم، سرنوشت بشر را در قرن بیستم میلادی رقم زدند.

ISBN: 964-6578-24-1 شابک: ۱-۲۴-۶۵۷۸-۹۶۴