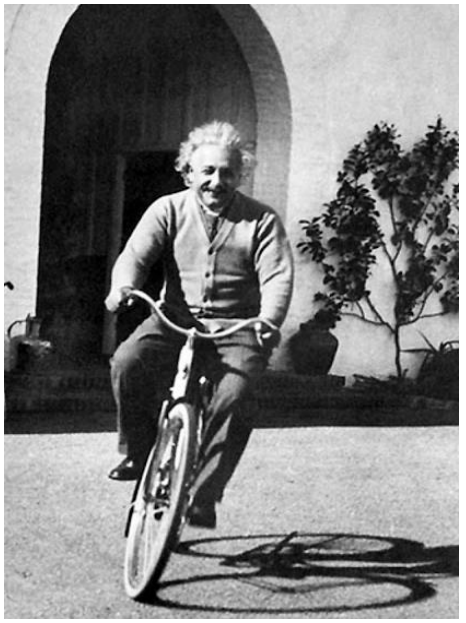






Albert Einstein 1905

Annus Mirabilis

Ευστάθιος Στυλιάρης
Καθηγητής

Τμήμα Φυσικής
ΕΘΝΙΚΟΝ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ ΑΘΗΝΩΝ

29 Μαρτίου 2023

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΗΜΕΡΙΔΑ
ΦΟΙΤΗΤΙΚΟΥ ΣΥΛΛΟΓΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ

Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

- Ένα Σύντομο Χρονοδιάγραμμα της Ζωής του Einstein
  - Παιδικά Χρόνια
  - Η περίοδος της Ελβετίας
  - Μετακόμιση στο Βερολίνο
  - Η περίοδος του Princeton
- Οι Τέσσερεις Δημοσιεύσεις του 1905 (*Annus Mirabilis*)
  - Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο
  - Κίνηση Brown
  - Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας
  - Ισοδυναμία μάζας-ενέργειας
- Επιστημολογική Προσέγγιση της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας
  - Ο δρόμος προς τη σχετικότητα
  - Το πείραμα Michelson-Morley
  - Αντιδράσεις της επιστημονικής κοινότητας

Albert Einstein: Τα παιδικά χρόνια

1879: Γέννηση από τους Hermann και Pauline Einstein στο Ulm της Γερμανίας.
1880: Η οικογένεια Einstein μετακομίζει στο Μόναχο.
1881: Γέννηση της αδελφής του Maja.
1888: Εγγραφή του Einstein στο Γυμνάσιο του Luitpold.
1894: Η οικογένεια μετακομίζει στο Μιλάνο, αλλά ο Einstein παραμένει στο Μόναχο μέχρι το τέλος του έτους για να τελειώσει τις σπουδές του.







Albert Einstein: Τα παιδικά χρόνια

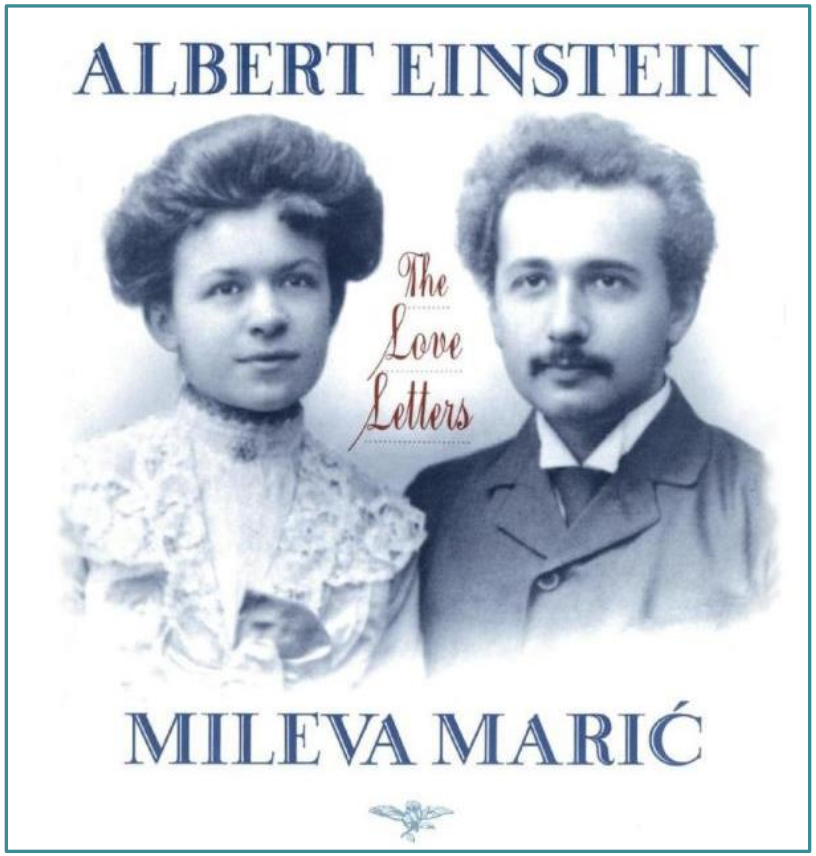
1879: Γέννηση από τους Hermann και Pauline Einstein στο Ulm της Γερμανίας.
1880: Η οικογένεια Einstein μετακομίζει στο Μόναχο.
1881: Γέννηση της αδελφής του Maja.
1888: Εγγραφή του Einstein στο Γυμνάσιο του Luitpold.
1894: Η οικογένεια μετακομίζει στο Μιλάνο, αλλά ο Einstein παραμένει στο Μόναχο μέχρι το τέλος του έτους για να τελειώσει τις σπουδές του.





Albert Einstein: Η περίοδος της Ελβετίας

1896: Τελειώνει το Γυμνάσιο και ξεκινά φοίτηση στο ETH (Eidgenössische Technische Hochschule: Ομοσπονδιακό Πολυτεχνείο) της Ζυρίχης.
1898: Γνωρίζει και συνάπτει σχέση με τη συμφοιτήτριά του Mileva Maric.
1900: Αποφοιτά από το ETH ως καθηγητής μαθηματικών / φυσικής.
1901: Αποκτά την ελβετική υπηκοότητα.
1902: Η Mileva φέρνει στο κόσμο το πρώτο τους παιδί, τη Lieserl.





Albert Einstein: Η περίοδος της Ελβετίας

1902: Τεχνικός εμπειρογνώμονας (3rd class) στο Γραφείο Ευρεσιτεχνιών (Patent Office) της Βέρνης. Θάνατος του πατέρα του στο Μιλάνο.
1903: Ο Einstein και η Mileva παντρεύονται.
1904: Ο πρώτος υιός Hans Albert Einstein γεννιέται.
1905: *Annus Mirabilis*: Μια θαυμαστή χρονιά δημοσιεύσεων!
1906: Αποκτά επίσημα το Διδακτορικό του από το Πανεπιστήμιο της Ζυρίχης.





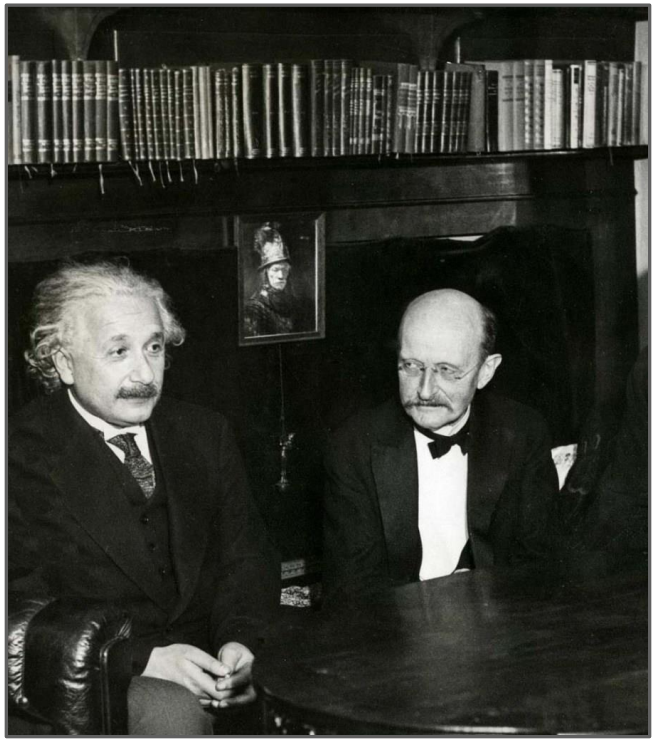
Albert Einstein: Η περίοδος της Ελβετίας

1906: Λέκτορας στο Πανεπιστήμιο της Βέρνης.
1910: Αποκτούν τον δεύτερο υιό Eduard.
1911: Διευθυντής του Ινστιτούτου Θεωρητικής Φυσικής στο γερμανικό Πανεπιστήμιο της Πράγας.
1912: Αποδέχεται τη θέση Καθηγητή Θεωρητικής Φυσικής στο ΕΤΗ της Ζυρίχης.



Albert Einstein: Μετακόμιση στο Βερολίνο

1913: Εκλογή από την Πρωσική Ακαδημία Επιστημών του Βερολίνου.
1914: Άφιξη στο Βερολίνο. Η Mileva ακολουθεί αλλά επιστρέφει με τα παιδιά πίσω στη Ζυρίχη. Συζεί με την εξαδέλφη του Elsa.
1916: Δημοσιεύει τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας ("The Origins of the General Theory of Relativity")
1919: Χωρίζει από τη Mileva και παντρεύεται την Elsa.
1920: Η μητέρα του Pauline πεθαίνει στο Βερολίνο.

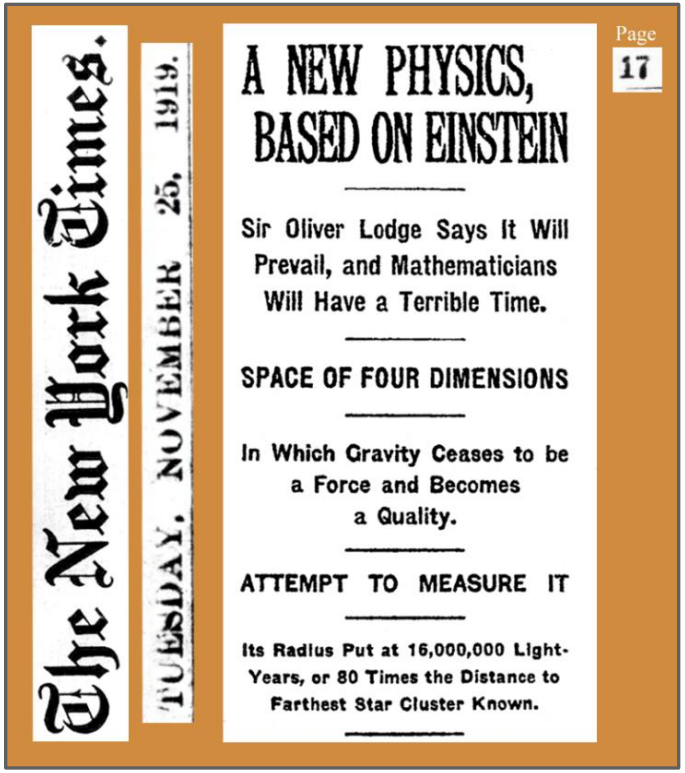




Albert Einstein: Η εποχή του Βερολίνου

1919: Έκλειψη ηλίου της 29ης Μαίου: Επαλήθευση της καμπύλωσης του φωτός από τον Sir Arthur Eddington.
1921: Πρώτη επίσκεψη στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.
1922: Απονομή του Βραβείου Nobel.
1927: 5th Solvay Conference: Αντιπαράθεση με τον Niels Bohr.





The New York Times.

TUESDAY, NOVEMBER 25, 1919.

Page 17

A NEW PHYSICS, BASED ON EINSTEIN

Sir Oliver Lodge Says It Will Prevail, and Mathematicians Will Have a Terrible Time.

SPACE OF FOUR DIMENSIONS

In Which Gravity Ceases to be a Force and Becomes a Quality.

ATTEMPT TO MEASURE IT

Its Radius Put at 16,000,000 Light-Years, or 80 Times the Distance to Farthest Star Cluster Known.

Albert Einstein: Η εποχή του Βερολίνου

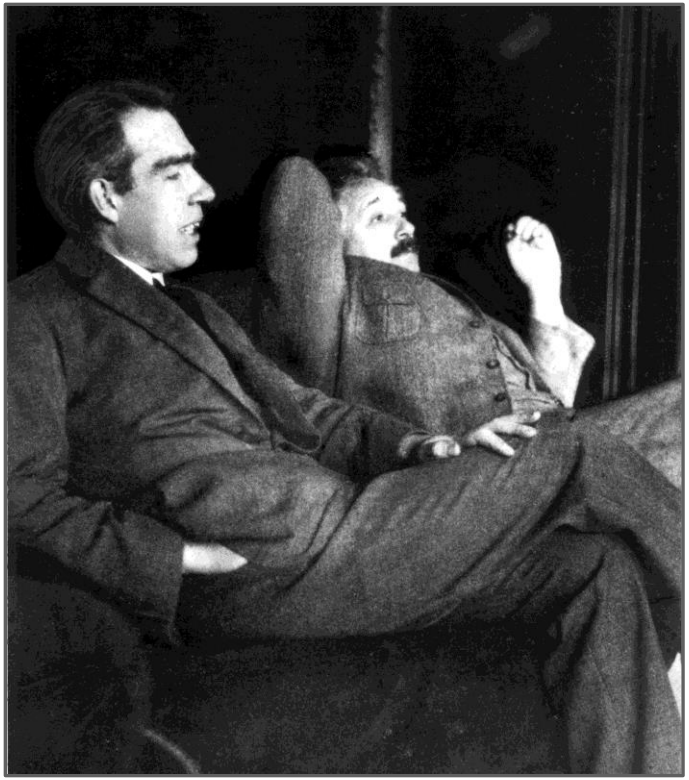
1919: Έκλειψη ηλίου της 29ης Μαίου: Επαλήθευση της καμπύλωσης του φωτός από τον Sir Arthur Eddington.
1921: Πρώτη επίσκεψη στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.
1922: Απονομή του Βραβείου Nobel.
1927: 5th Solvay Conference: Αντιπαράθεση με τον Niels Bohr.

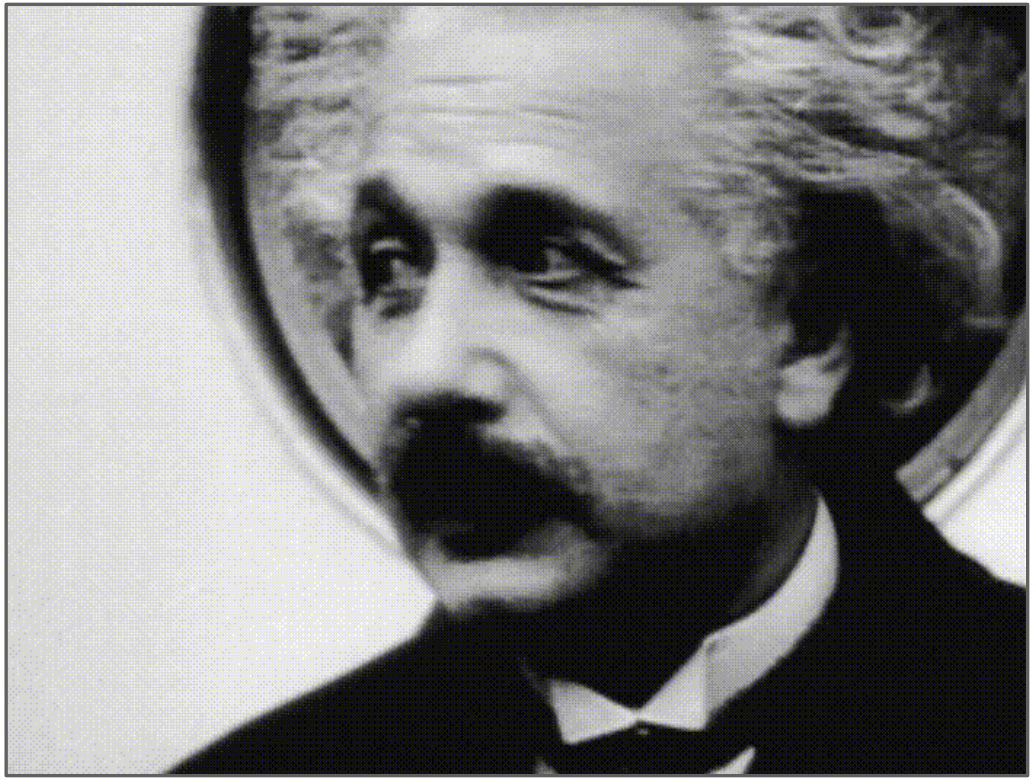




Albert Einstein: Η εποχή του Βερολίνου

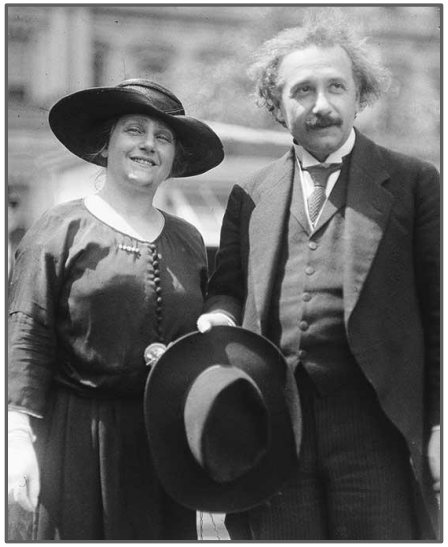
1919: Έκλειψη ηλίου της 29ης Μαίου: Επαλήθευση της καμπύλωσης του φωτός από τον Sir Arthur Eddington.
1921: Πρώτη επίσκεψη στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.
1922: Απονομή του Βραβείου Nobel.
1927: 5th Solvay Conference: Αντιπαράθεση με τον Niels Bohr.



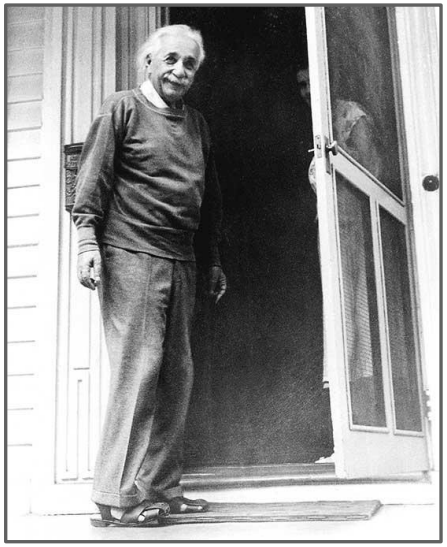


Albert Einstein: Η περίοδος του Princeton

1933: Εγκαταλείπει τη φασιστική Γερμανία και εγκαθίσταται μαζί με την Elsa στο Princeton (Institute for Advanced Study) του New Jersey.
1936: Η Elsa πεθαίνει.
1939: Με την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου στέλνει επιστολή (Einstein-Szilard Letter) προς τον Πρόεδρο των ΗΠΑ Franklin Roosevelt για την υποστήριξη της ατομικής έρευνας και εξοπλισμού.
1949: Η Mileva πεθαίνει.
1955: Θάνατος μετά από ανεύρισμα αορτής.

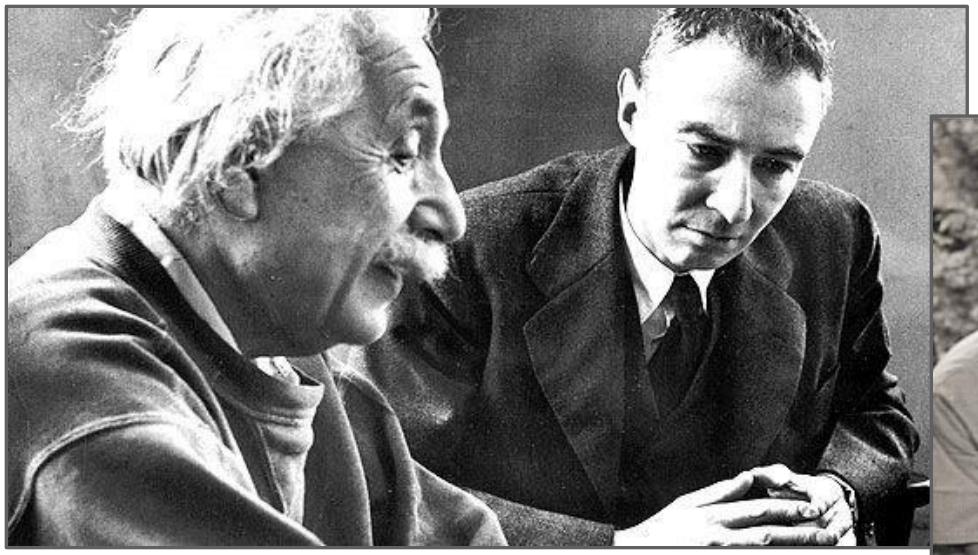


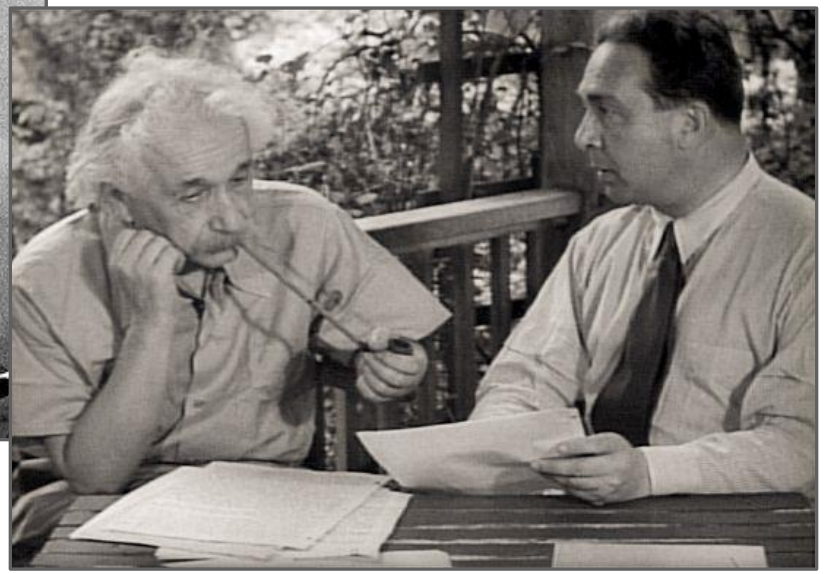




Albert Einstein: Η περίοδος του Princeton

1933: Εγκαταλείπει τη φασιστική Γερμανία και εγκαθίσταται μαζί με την Elsa στο Princeton (Institute for Advanced Study) του New Jersey.
1936: Η Elsa πεθαίνει.
1939: Με την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου στέλνει επιστολή (Einstein-Szilard Letter) προς τον Πρόεδρο των ΗΠΑ Franklin Roosevelt για την υποστήριξη της ατομικής έρευνας και εξοπλισμού.
1949: Η Mileva πεθαίνει.
1955: Θάνατος μετά από ανεύρισμα κοιλιακής αορτής.





Albert Einstein: Η περίοδος του Princeton

The Einstein – Szilard Letter

Albert Einstein
Old Grove Rd.
Nassau Point
Peconic, Long Island

August 2nd, 1939

F.D. Roosevelt,
President of the United States,
White House
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E.Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last four months it has been made probable - through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America - that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium,by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable - though much less certain - that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

The United States has only very poor ores of uranium in moderate quantities. There is some good ore in Canada and the former Czechoslovakia, while the most important source of uranium is Belgian Congo.

In view of this situation you may think it desirable to have some permanent contact maintained between the Administration and the group of physicists working on chain reactions in America. One possible way of achieving this might be for you to entrust with this task a person who has your confidence and who could perhaps serve in an inofficial capacity. His task might comprise the following:

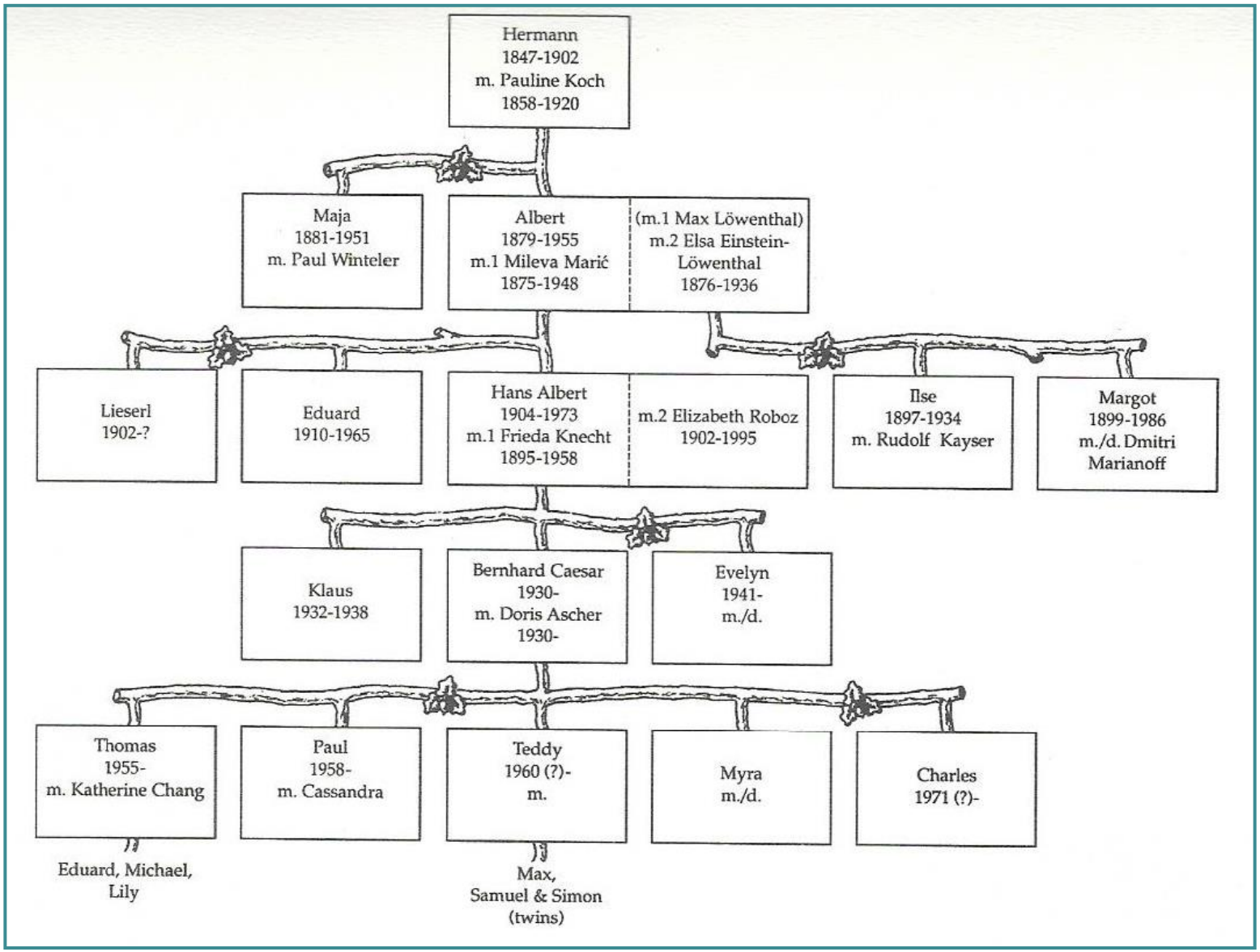
a) to approach Government Departments, keep them informed of the further development, and put forward recommendations for Government action, giving particular attention to the problem of securing a supply of uranium ore for the United States;

b) to speed up the experimental work,which is at present being carried on within the limits of the budgets of University laboratories, by providing funds, if such funds be required, through his contacts with private persons who are willing to make contributions for this cause, and perhaps also by obtaining the co-operation of industrial laboratories which have the necessary equipment.

I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from the Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action might perhaps be understood on the ground that the son of the German Under-Secretary of State, von Weizsäcker, is attached to the Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

Yours very truly,
A. Einstein
(Albert Einstein)

Einstein Family Tree



Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

The Olympia Academy (Akademie Olympia)

Η ομάδα ιδρύθηκε το 1902 από τους Einstein, Conrad Habicht και Maurice Solovine. Η ομάδα αυτή των φίλων συστάθηκε για να συζητά και να αναλύει βιβλία στους τομείς της φυσικής και της φιλοσοφίας.



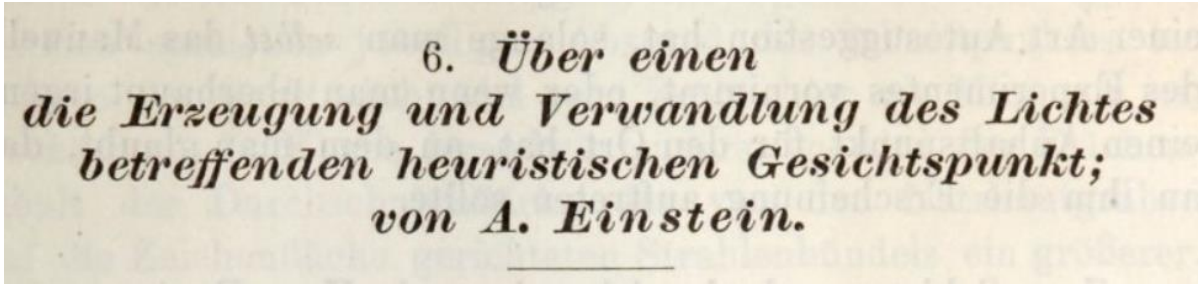
Στην ομάδα αυτή προστέθηκαν αργότερα και άλλα μέλη (Michele Besso, Marcel Grossmann, …)

Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

Η δημοσίευση αυτή αφορά το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, όπου απελευθερώνονται ηλεκτρόνια όταν το φως χτυπά ένα υλικό. Ο Einstein υποστήριξε ότι το φως αποτελείται από «διακριτά πακέτα» σε αντίθεση με την ευρέως αποδεκτή κυματική θεωρία του φωτός. Η άποψη αυτή ενίσχυσε αργότερα τη θεώρηση δυαδικότητας κυμάτων-σωματιδίων στην κβαντική μηχανική.

18 March 1905



6. *Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt;*
von A. Einstein.

Doc. 14

ON A HEURISTIC POINT OF VIEW CONCERNING THE PRODUCTION AND TRANSFORMATION OF LIGHT

by A. Einstein

[*Annalen der Physik* 17 (1905): 132–148]

«Πάνω σε μια Ευρηματική Άποψη σχετικά με την Παραγωγή και τη Μετατροπή του Φωτός»

Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο

According to the assumption to be contemplated here, when a light ray is spreading from a point, the energy is not distributed continuously over ever-increasing spaces, but consists of a finite number of energy quanta that are localized in points in space, move without dividing, and can be absorbed or generated only as a whole.

Αναλογία μεταξύ ακτινοβολίας και ιδανικού αερίου

Ο Einstein εξάγει τη μεταβολή της εντροπίας σε σταθερή θερμοκρασία και ενός ιδανικού αερίου και ακτινοβολίας όταν το καθένα συμπιέζεται από όγκο V_0 σε μικρότερο όγκο V.

$$S - S_0 = \frac{R}{N} \lg \left[\left(\frac{v}{v_0} \right)^{\frac{N}{R}} \frac{E}{\beta \nu} \right]$$

Ένα κβάντο φωτός δίνει όλη του την ενέργεια σε ένα ηλεκτρόνιο.

$E_{max} = h\nu - P$

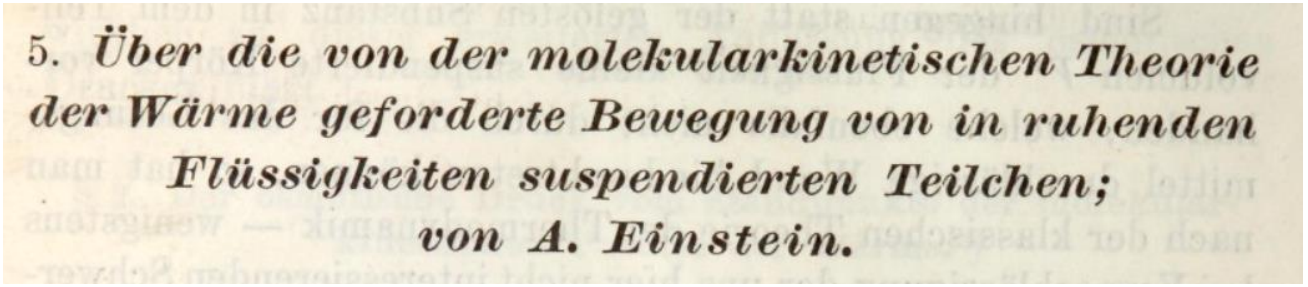
- Γραμμική εξάρτηση του Ε από το ν
- Η κλίση (Ε,ν) είναι μια παγκόσμια σταθερά, ανεξάρτητη του υλικού
- Η κλίση αυτή είναι η σταθερά του Planck του νόμου της ακτινοβολίας

Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

Κίνηση Brown

Η δεύτερη αυτή εργασία εστιάζει στην κίνηση Brown, την ακανόνιστη τυχαία κίνηση των μικροσκοπικών σωματιδίων σε ένα ρευστό καθώς συγκρούονται. Επιβεβαιώνει την ατομική θεωρία, προσφέροντας έναν τρόπο στους επιστήμονες να μετρούν και να παρατηρούν τη συμπεριφορά τους κατά τη διάρκεια των πειραμάτων.

11 May 1905



5. *Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen;*
von A. Einstein.

Doc. 16

ON THE MOVEMENT OF SMALL PARTICLES SUSPENDED IN STATIONARY LIQUIDS REQUIRED BY THE MOLECULAR-KINETIC THEORY OF HEAT

by A. Einstein

[*Annalen der Physik* 17 (1905): 549-560]

«Σχετικά με την Κίνηση Μικρών Σωματιδίων που αιωρούνται σε Ακίνητα Υγρά όπως απαιτεί η Μοριακή-Κινητική Θεωρία της Θερμότητας»

Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

Κίνηση Brown

It will be shown in this paper that according to molecular – kinetic theory of heat, bodies of a microscopically visible size suspended in liquids must, as a result of thermal molecular motion, perform motions of such magnitude that they can easily be detected by a microscope. It is possible that the motions to be discussed here are identical with the so-called "Brownian molecular motion".

Διαφορική Εξίσωση Διάχυσης

Μέση Μετατόπιση

$$\frac{\partial f}{\partial t} = D\,\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \quad \Longrightarrow \quad \lambda_x = \sqrt{\overline{x^2}} = \sqrt{2Dt}$$

§5. *Formula for the mean displacement of suspended particles. A new method of determining the true size of atoms*

$$D = \frac{RT}{N}\,\frac{1}{6\pi kP} \quad \Longrightarrow \quad \lambda_x = \sqrt{t}\cdot\sqrt{\frac{RT}{N}\,\frac{1}{3\pi kP}}$$

Conversely, the relation found can be used for the determination of N. We obtain

$$N = \frac{t}{\lambda_x^2}\cdot\frac{RT}{3\pi kP}\ .$$

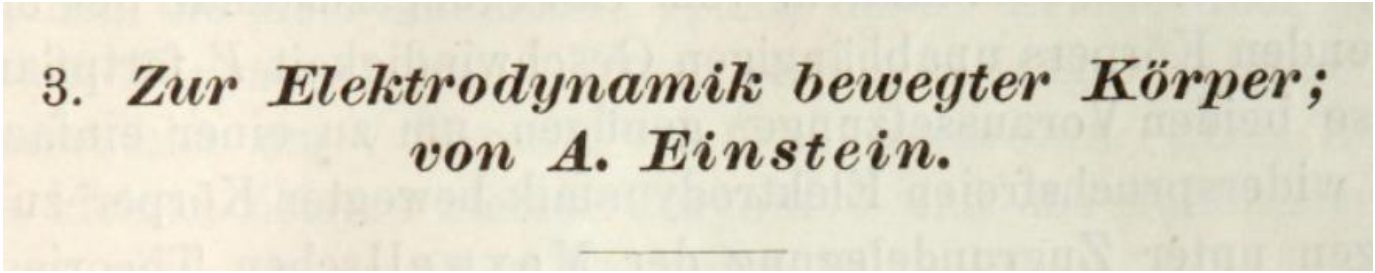
Let us hope that a researcher will soon succeed in solving the problem posed here, which is of such importance in the theory of heat!

Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας

Εδώ ο Einstein υποστηρίζει ότι η ταχύτητα του φωτός είναι σταθερή και όχι σχετική με τον παρατηρητή. *«...το φως διαδίδεται πάντα στον κενό χώρο με μια καθορισμένη ταχύτητα c που είναι ανεξάρτητη από την κατάσταση κίνησης του σώματος που εκπέμπει»*. Η Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας προβλέπει επίσης το τι συμβαίνει στα σώματα όταν ταξιδεύουν κοντά στην ταχύτητα του φωτός (συστολή του μήκους και διαστολή του χρόνου).

30 June 1905



3. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper;*
von A. Einstein.

Doc. 23
ON THE ELECTRODYNAMICS OF MOVING BODIES
by A. Einstein
[*Annalen der Physik* 17 (1905): 891-921]

«Επί της Ηλεκτροδυναμικής Κινουμένων Σωμάτων»

Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας

It is known that Maxwell's electrodynamics -as usually understood at the present time- when applied to moving bodies, leads to asymmetries which do not appear to be inherent in the phenomena. Take, for example, the reciprocal electrodynamic action of a magnet and a conductor. The observable phenomenon here depends only on the relative motion of the conductor and the magnet, whereas the customary view draws a sharp distinction between the two cases in which either the one or the other of these bodies is in motion.

$$\tau = \varphi(v)\beta\left[t - \frac{v}{V^2}x\right],$$

$$\xi = \varphi(v)\beta(x - vt),$$

$$\eta = \varphi(v)y,$$

$$\zeta = \varphi(v)z,$$

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \left[\frac{v}{V}\right]^2}}$$

- *The laws by which the states of physical systems undergo change are not affected, whether these changes of state be referred to the one or the other of two systems of co-ordinates in uniform translatory motion.*
- *Any ray of light moves in the "stationary" system of co-ordinates with the determined velocity c, whether the ray be emitted by a stationary or by a moving body.*

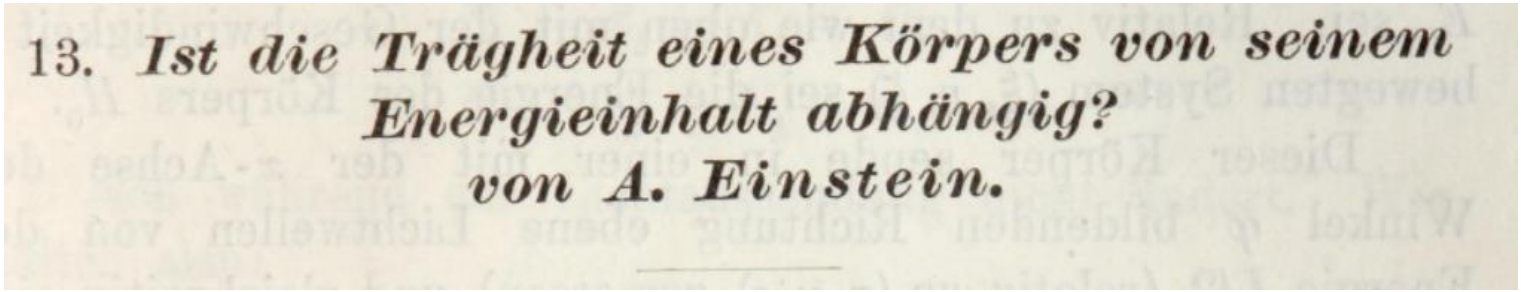
In conclusion, let me note that my friend and colleague M. Besso steadfastly stood by me in my work on the problem here discussed, and that I am indebted to him for many a valuable suggestion.

Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

Ισοδυναμία μάζας-ενέργειας

Η εργασία αυτή που αναφέρεται στο ισοδύναμο μάζας-ενέργειας μας έδωσε την αναμφισβήτητα πιο διάσημη εξίσωση στην ιστορία: $E=mc^2$. Μια μικρή μάζα ισοδυναμεί με μια τεράστια ποσότητα ενέργειας, η οποία θα μπορούσε δυνητικά να απελευθερωθεί. Η πειραματική επιβεβαίωση ήρθε μερικά χρόνια μετά με το πυρηνικό φαινόμενο της σχάσης (πυρηνικοί αντιδραστήρες, πυρηνικές βόμβες).

27 September 1905



13. *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?*
von A. Einstein.

Doc. 24

DOES THE INERTIA OF A BODY DEPEND UPON ITS ENERGY CONTENT?

by A. Einstein

[*Annalen der Physik* 18 (1905): 639-641]

«Εξαρτάται η Αδράνεια ενός Σώματος από το Ενεργειακό του Περιεχόμενο;»

Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

Ισοδυναμία μάζας-ενέργειας

The results of an electrodynamic investigation published by me recently in this journal lead to a very interesting conclusion, which shall be derived here.

$$\ell^* = \ell \frac{1 - \frac{v}{V}\cos\varphi}{\sqrt{1 - \left[\frac{v}{V}\right]^2}} \qquad K_0 - K_1 = L\left\{\frac{1}{\sqrt{1 - \left[\frac{v}{V}\right]^2}} - 1\right\}$$

$$K_0 - K_1 = \frac{L}{V^2}\frac{v^2}{2}$$

Perhaps it will prove possible to test this theory using bodies whose energy content is variable to a high degree (e.g., salts of radium).

If the theory agrees with the facts, then radiation transmits inertia between emitting and absorbing bodies.

Ο Δρόμος προς τη Σχετικότητα

Ο Προβληματισμός και οι Εμπειρίες

"A new idea comes suddenly and in a rather intuitive way, but intuition is nothing but the outcome of earlier intellectual experience."

Μια νέα ιδέα έρχεται ξαφνικά και με έναν μάλλον ενστικτώδη τρόπο, όμως η διαίσθηση δεν είναι τίποτε άλλο παρά το αποτέλεσμα μιας προηγούμενης πνευματικής εμπειρίας.

- Βαθιά κατανόηση και γνώση της Θεωρητικής Φυσικής
- Ικανότητά του να οπτικοποιεί πειράματα σκέψης (Gedankenexperimente)
- Εκπαίδευση στο Aarau (Jost Winteler)
- Φιλοσοφικές αρχές από τον Hume και τον Mach (Εμπειριοκριτισμός)
- Σκεπτικισμός για πράγματα που δεν μπορούσαν να παρατηρηθούν
- Έμφυτη επαναστατική τάση του να αμφισβητεί την εξουσία

Einstein – His Life and Universe, Walter Isaacson

Ο Δρόμος προς τη Σχετικότητα

Ο Προβληματισμός και οι Εμπειρίες

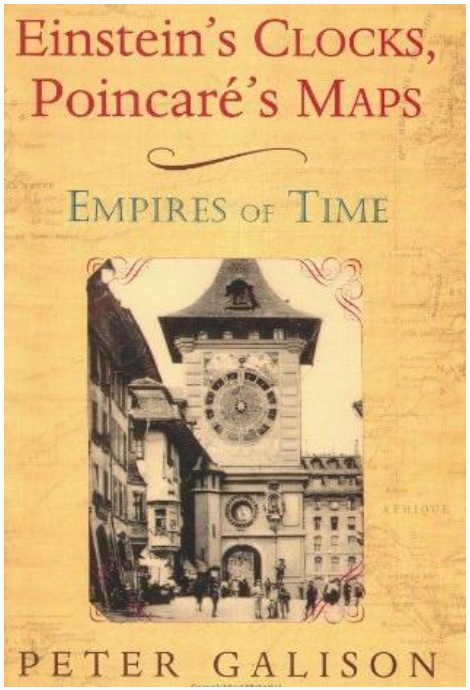
Ενίσχυση της ικανότητά του να απεικονίζει φυσικές καταστάσεις και να εντοπίζει τον πυρήνα των φυσικών εννοιών.

Το τεχνολογικό υπόβαθρο της ζωής του: Βοηθώντας τον θείο του Jakob να τελειοποιήσει τα κινούμενα πηνία και τους μαγνήτες σε μια γεννήτρια.





Η Εργασία στο γραφείο διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας που πλημμύριζε από αιτήσεις για νέες μεθόδους συντονισμού ρολογιών. Η Ευρώπη χρησιμοποιούσε ηλεκτρικά σήματα για να συγχρονίσει τα ρολόγια.



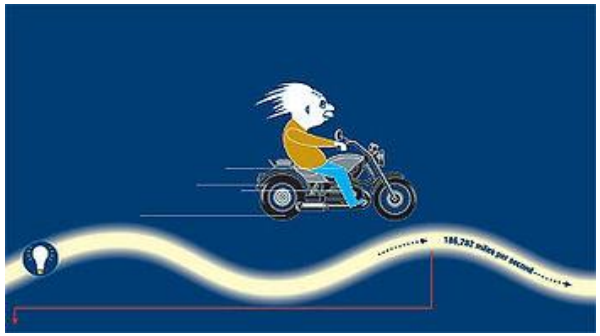
Ο Δρόμος προς τη Σχετικότητα

Ο Προβληματισμός και οι Εμπειρίες

Aarau Gedankenexperiment / Παράδοξο

Πώς θα ήταν να οδηγείς με την ταχύτητα του φωτός δίπλα σε μια δέσμη φωτός;

(Ηλικία 16 ετών - τον προβλημάτισε για τα επόμενα δέκα χρόνια!)



If I pursue a beam of light with the velocity c (velocity of light in a vacuum), I should observe such a beam of light as an electromagnetic field at rest though spatially oscillating. There seems to be no such thing, however, neither on the basis of experience nor according to Maxwell's equations.

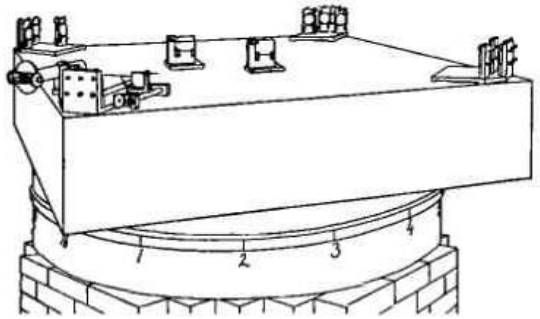
From the very beginning it appeared to me intuitively clear that, judged from the standpoint of such an observer, everything would have to happen according to the same laws as for an observer who, relative to the earth, was at rest.

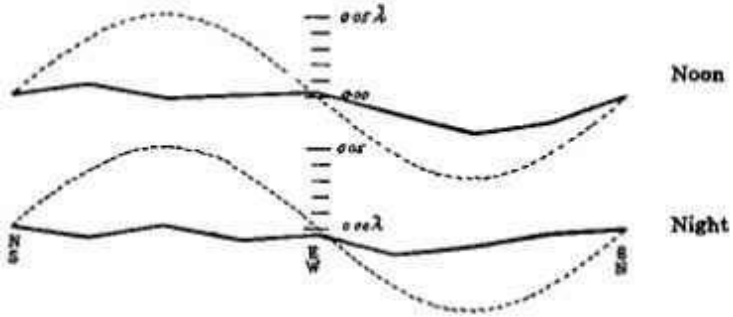
Ο Δρόμος προς τη Σχετικότητα

"Induction and Deduction in Physics"

Η απλούστερη εικόνα που μπορεί να σχηματίσει κανείς για τη δημιουργία μιας εμπειρικής επιστήμης είναι σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές μιας επαγωγικής μεθόδου. Τα επιμέρους γεγονότα επιλέγονται και ομαδοποιούνται έτσι ώστε οι νόμοι που τα συνδέουν να γίνονται εμφανείς.

Γνώριζε ο Einstein τα αποτελέσματα του πειράματος Michelson-Morley;





1922 - Kyoto (Japan): "Michelson's failure to detect an ether was the first path that led me to what we call the principle of special relativity."

1931 – Pasadena: (Toast honoring Michelson) "You uncovered an insidious defect in the ether theory of light, as it then existed, and stimulated the ideas of Lorentz and Fitzgerald, out of which the Special Theory of Relativity developed."

1952 – to R. Shankland: At first he said he had read of Michelson-Morley only after 1905, then he said he had read about it in Lorentz's book before 1905, and finally he added, "I guess I just took it for granted that it was true."

Ο Δρόμος προς τη Σχετικότητα

Τα δύο αξιώματα

Now Einstein had two postulates:
"the principle of relativity" and this new one, which he called "the light postulate."

Αρχές Μαΐου του 1905

Ο Einstein είχε ασπαστεί την αρχή της σχετικότητας και την ανήγαγε σε αξίωμα. Έπειτα, είχε υιοθετήσει ως αξίωμα ότι η ταχύτητα του φωτός ήταν ανεξάρτητη από την κίνηση της πηγής του. Και μπερδεύτηκε με το προφανές δίλημμα ότι ένας παρατηρητής έβλεπε διαφορετική ταχύτητα φωτός ανάλογα με τη σχετική του κίνηση ως προς την πηγή.

"In view of this dilemma, there appears to be nothing else to do than to abandon either the principle of relativity or the simple law of the propagation of light."

«Εν όψει αυτού του διλήμματος, δεν φαίνεται να υπάρχει τίποτα άλλο να κάνουμε από το να απορρίψουμε είτε την αρχή της σχετικότητας είτε τον απλό νόμο της διάδοσης του φωτός.»

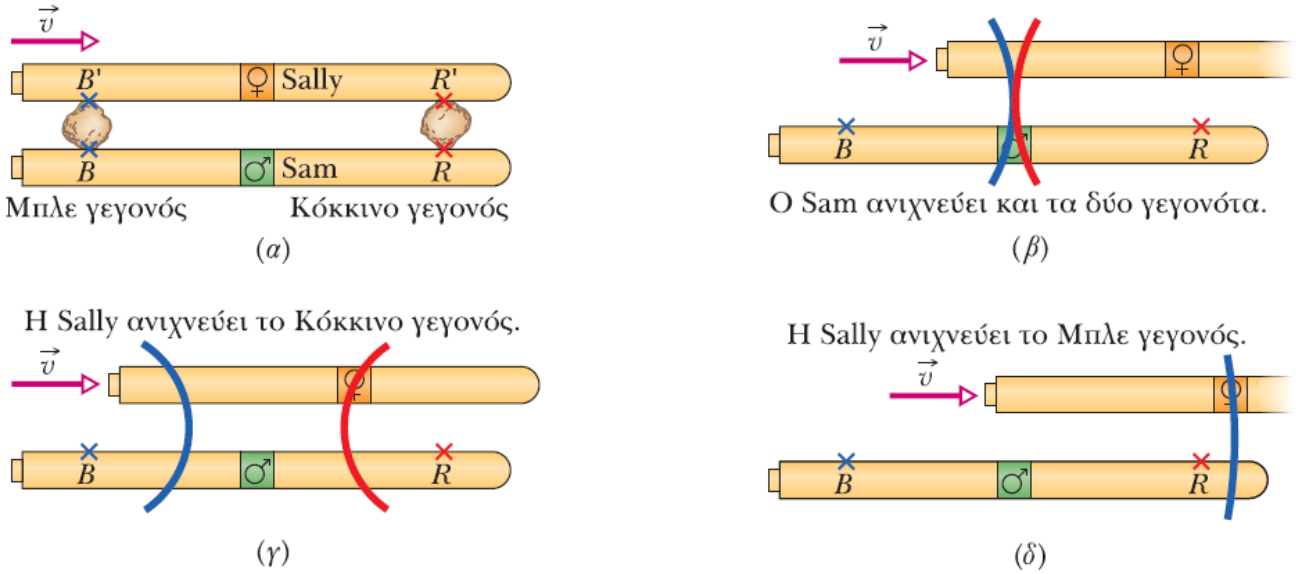
Ο Δρόμος προς τη Σχετικότητα

Η λύση

Einstein to Besso: *"I'm going to give it up."*
Next Day: *"I suddenly understood the key to the problem. Thank you. I've completely solved the problem."*

Τι ήταν λοιπόν αυτό που βρήκε καθώς μιλούσε με τον Besso;
«Η ανάλυση της έννοιας του χρόνου ήταν η λύση μου», είπε ο Einstein.
«Ο χρόνος δεν μπορεί να οριστεί απόλυτα και υπάρχει μια άρρηκτη σχέση μεταξύ του χρόνου και της ταχύτητας του σήματος».

Η Σχετικότητα του Ταυτόχρονου



Albert Einstein 1905: *Annus Mirabilis*

Subtle is the Lord, but malicious He is not…

Ο Θεός είναι πανούργος, όχι όμως και κακόβουλος...

