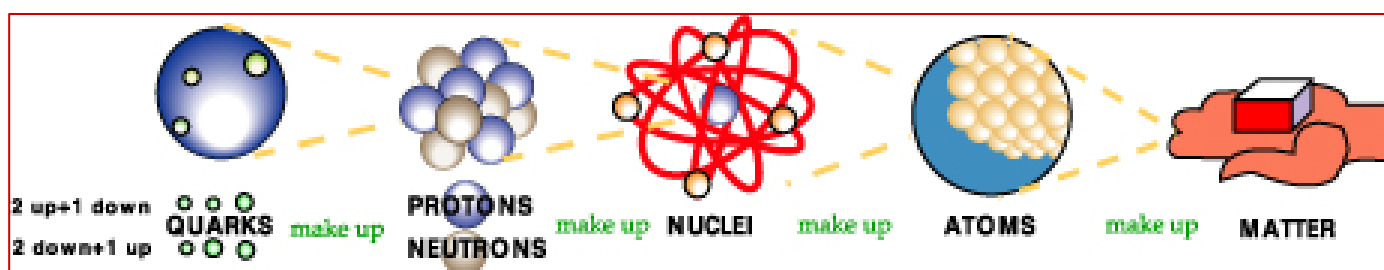


Πυρηνική Φυσική & Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων

Υποχρεωτικό μάθημα για τους
φοιτητές και φοιτήτριες του 5^{ου} εξαμ.
του Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ



Αναστάσιος Λιόλιος
Αναπληρωτής Καθηγητής
του Τομέα Πυρηνικής Φυσικής και
Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ και ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Πρώτη προσέγγιση στα κόσμο του κέντρου των ατόμων, δηλαδή των πυρήνων!

Κλίμακα μεγέθους των ατομικών πυρήνων $\sim 10^{-15}$ m (ενώ των ατόμων $\sim 10^{-10}$ m).

Πρώτη προσέγγιση στα θαυμαστό κόσμο των στοιχειωδών σωματιδίων!

Κλίμακα «μεγέθους» των στοιχειωδών σωματιδίων $\sim 10^{-18}$ m (και κάτω). Καλλίτερα μιλάμε για την εμβέλεια των αλληλεπιδράσεών τους.

ΣΤΟΧΟΙ

Περιγραφή των ατομικών πυρήνων και των φαινομένων τους

- Συγκρότηση, διαστάσεις και μάζα των πυρήνων
- Περαιτέρω χαρακτηριστικά πυρήνων και πυρηνικών δυνάμεων
- Διασπάσεις των πυρήνων και πυρηνικές αντιδράσεις (τίποτε, ή σχεδόν τίποτε, δεν είναι αιώνιο). α , β , γ διάσπαση των πυρήνων. Σχάση. Σύντηξη.

Περιγραφή των στοιχειωδών σωματιδίων και των αλληλεπιδράσεών τους

- Εισαγωγή στα “στοιχειώδη” σωματία: οι δομικοί λίθοι που φτιάχνουν όλα τ' άλλα
- Οι δυνάμεις στη φύση – αλληλεπιδράσεις σωματιδίων, διαγράμματα Feynman
- Συμμετρίες στη φύση, αρχές διατήρησης και χαρακτηριστικά σωματιδίων (κβαντικοί αριθμοί)
- Κινηματική των αλληλεπιδράσεων (αν έχουμε χρόνο)

Ανεπάρκεια της κλασικής φυσικής

Η περιγραφή των υποατομικού κόσμου γίνεται απαραίτητως με την **Κβαντική Φυσική** και την **Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας**.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΤΙΚΑ

Διδασκαλία

3 Τμήματα. 2 διδάσκοντες ανά τμήμα.

Τμήμα Τ2, διδάσκοντες: Α. Λιόλιος & Δ. Σαμψωνίδης

Οι άλλοι συνδιδάσκοντες:

Χ. Ελευθεριάδης, Κ. Κορδάς, Χ. Πετρίδου, Μ. Χαρδάλας

Ασκήσεις, Εργασίες προς ανάπτυξη
(προφορικώς στην αίθουσα με power point).

Εξετάσεις

Γραπτώς. Ενιαία θέματα σε όλους.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

- Με email, τηλέφωνο, ή αυτοπροσώπως
 - Στην ιστοσελίδα του μαθήματος, κάνετε κλικ στον κάθε διδάσκοντα και βρείτε τα σχετικά:
 - <http://www.physics.auth.gr/course/show/125>
 - Σας παρακαλούμε τα email σας να έχουν τίτλο:
 - **Pyriniki-Stoixeiodi 2013-14**
 - για να τα βρίσκουμε εύκολα μέσα στα mailbox μας
- Περνάτε από τα γραφεία μας (1ος όροφος, τομέας Πυρηνικής Φυσικής) για απορίες και ό,τι άλλο θέλετε σχετικό.
 - Καλό είναι να λύνετε τις απορίες σας πριν την τελική εξέταση και όχι μετά :)

Ευχαριστίες στον δρ. Κώστα Κορδά!

ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΑΣ

- Το βιβλίο που σας δίνεται:
 - **W.N. Cottingham and D.A. Greenwood:** Εισαγωγή στην Πυρηνική Φυσική
- Στην ιστοσελίδα του μαθήματος:
 - <http://www.physics.auth.gr/course/show/125>
 - Φετινή χρονιά στο link 2013:
 - http://skiathos.physics.auth.gr/atlas/Nuclear_Physics/
 - 2010 - 2012 στα αντίστοιχα links στην ιστοσελίδα αυτή
 - Εκεί θα βρείτε:
 - διαφάνειες των παραδόσεων
 - σημειώσεις του μαθήματος:
 - Σημειώσεις Πυρηνικής
 - Σημειώσεις για τα Στοιχειώδη Σωματίδια
 - ύλη κωδικοποιημένα

ΑΛΛΑ ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΑ

- «ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ» του Arthur Beisser, μετάφραση Α.Πάκου-Ν.Νικολή, εκδόσεις ΤΥΠΩΘΗΤΩ-ΓΙΩΡΓΟΣ ΔΑΡΔΑΝΟΣ.
Σημείο διανομής: Βιβλιοπωλείο Δαρδανός, Αγίας Θεοδώρας 5, τηλ. 2310 271147
- «ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ» των SERWAY R.A, MOSES C.J., MOYER C.A., μετάφραση Γ. Ζουπάνος, Ε. Λιαροκάπης, Σ. Παπαδόπουλος, Κ. Ράπτης, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
Σημείο διανομής: Κέντρο Βιβλίου, Λασσάνη 3, Τρ,Πε,Πα 17:00-20:00
- «ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ» του R.A.Serway, μετάφραση Λ. Ρεσβάνης, εκδ.Λ. Ρεσβάνης
- «Θεμελιώδης Σύγχρονη Φυσική» του R. Eisberg (εκδ. Πνευματικός).

Πρόσθετη βιβλιογραφία

- W.E.Burcham & M.Jobes: Nuclear and Particle Physics (Longman, 1995)
- R.A.Serway, C.J.Moses, C.A.Moyer: Σύγχρονη Φυσική (Παν. Εκδ. Κρήτης)
- Arthur Beiser: Concepts of Modern Physics (McGraw Hill, 1995 & 2003) και μεταφρασμένο
- A. Das and T. Ferbel: Introduction to Nuclear and Particle Physics (World Scientific, 2nd Revised Edition 2004)
- B. Povh, K. Rith, Ch. Scholz and F. Zetsche: Particles and Nuclei: An Introduction to the Physical Concepts (Springer, 6th Edition 2008)
- B. Martin: Nuclear and Particle Physics: An Introduction (Wiley, 2nd Edition 2009)
- W. Williams: Nuclear and Particle Physics (Oxford University Press, 1991)
- D.H. Perkins: Εισαγωγή στη Φυσική Υψηλών Ενέργειών, («τυπωθήτω» Γ. Δαρδανός, 1996)
- B. Martin and G. Shaw: Particle Physics (Manchester Physics Series) (Wiley, 3rd Edition (2008)

Εκλαϊκευμένη βιβλιογραφία

- The ideas of Particle Physics, J.E.Dodd (Cambridge)
- Subatomic Physics, H.Frauenfelder,E.Henley (Prentice-Hall,Inc
- The First Three Minutes, Steven Weinberg (και μεταφρασμένο)
- Towards the Theory of Everything, Steven Weinberg
- The Second Creation: Makers of the Revolution in Twentieth-Century Physics, R. P. Greese & C. C. Mann (Rudgers Press)
- The Elegant Universe, Brian Green
- The Fabric of the Cosmos, Brian Green
- From atoms to quarks, James S.Trefil
- Και η αστείρευτη πηγή του internet:
 - wikipedia.com
 - google.com
 - κλπ.

μια ματιά στις όψεις και τα φαινόμενα του κόσμου



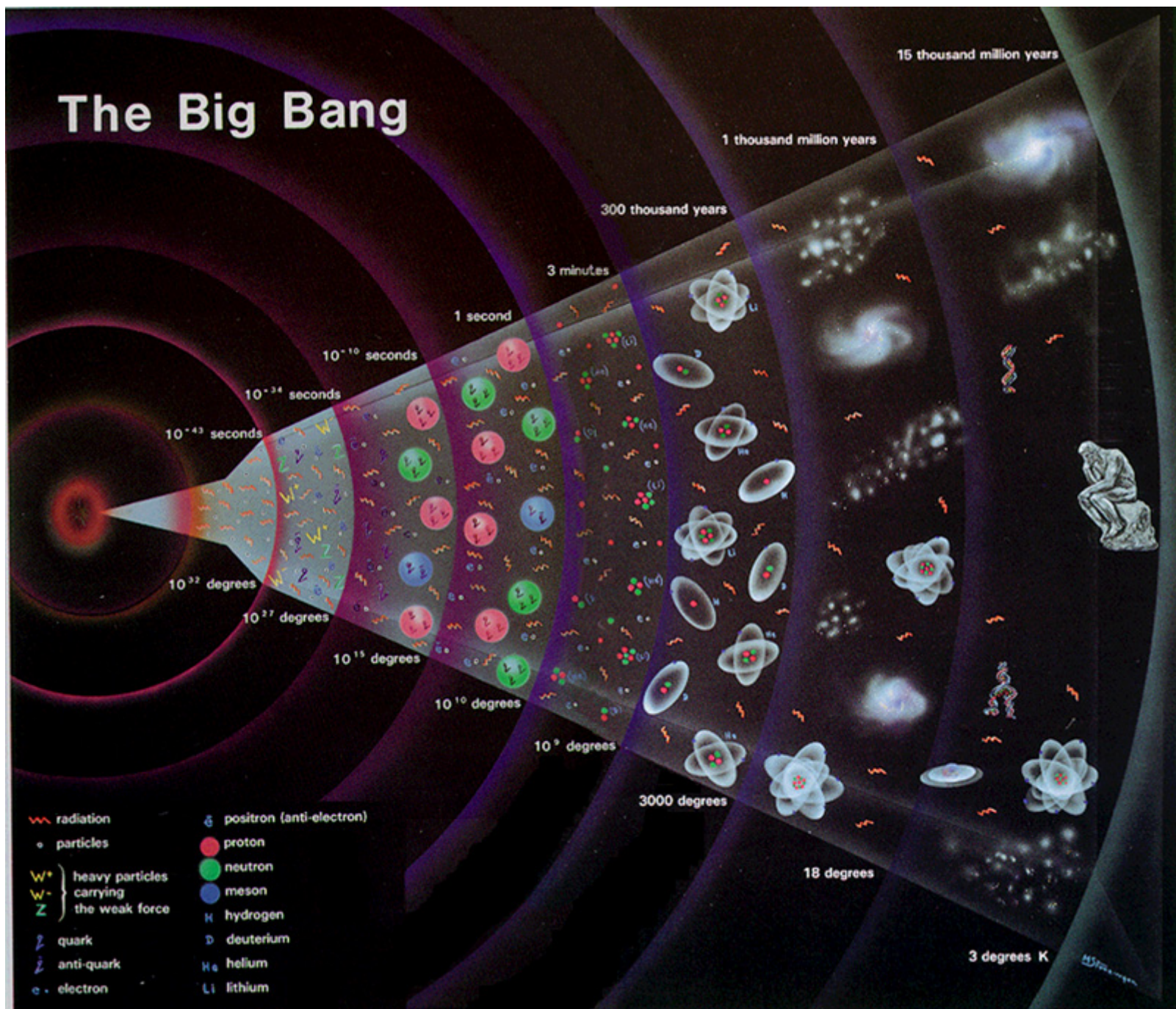
“Αυτός ο κόσμος ο μικρός, ο μέγας”

Οδυσσέας Ελύτης " ΤΟ ΑΞΙΟΝ ΕΣΤΙ "

Η βρεφική φωτογραφία του σύμπαντος από το W-MAP

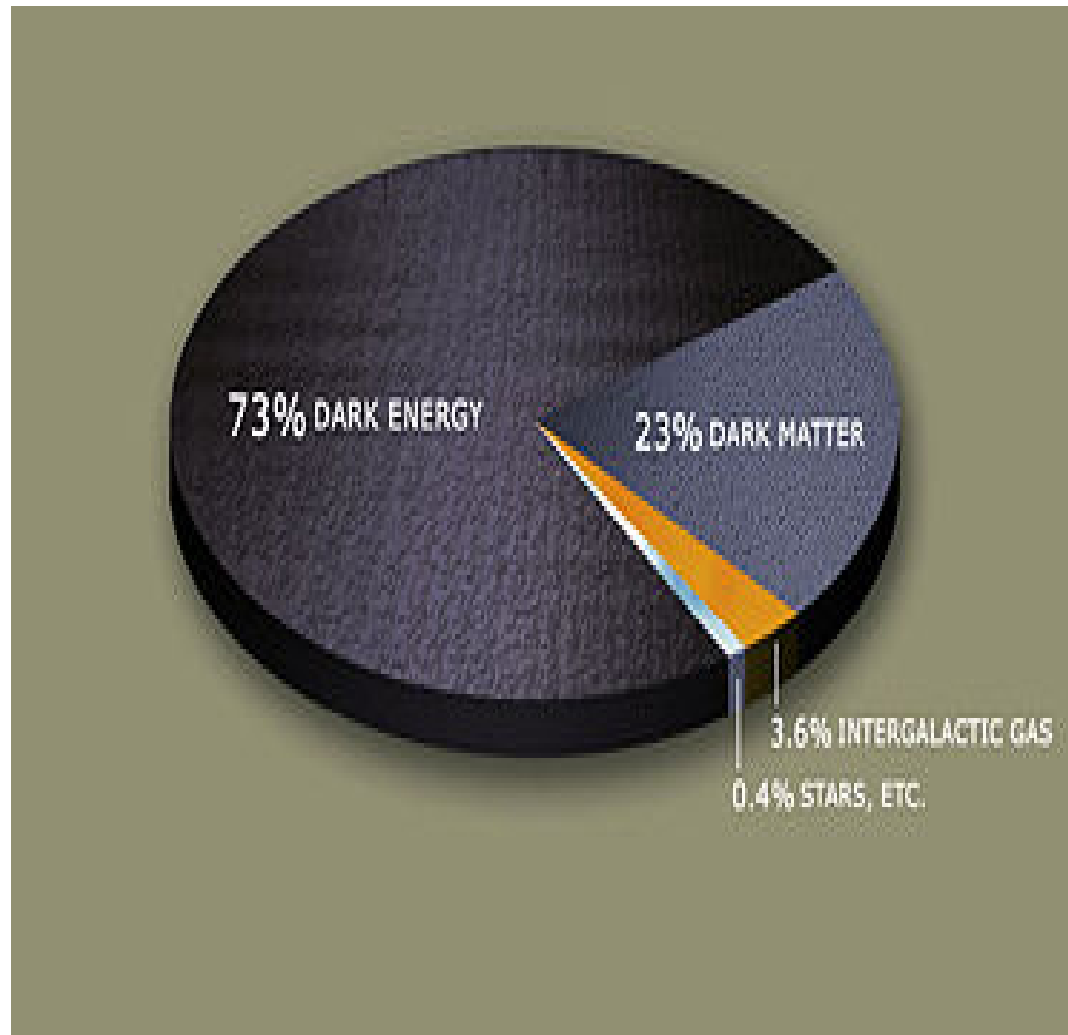


The Big Bang



Φωτεινή ύλη και Σκοτεινή ύλη

- **Φωτεινή ύλη** (luminous matter) είναι η ύλη που παρατηρούμε μέσω του φωτός σε μεγάλη κλίμακα:
Αστέρες, γαλαξίες, . . .
- **Σκοτεινή ύλη** (dark matter) είναι η ύλη που παρατηρούμε έμμεσα, μέσω της βαρυτικής επίδρασης των αστρικών αντικειμένων βάσει των νόμων της βαρύτητας
- Η σκοτεινή ύλη είναι πολύ περισσότερη από τη φωτεινή (100 προς 1).



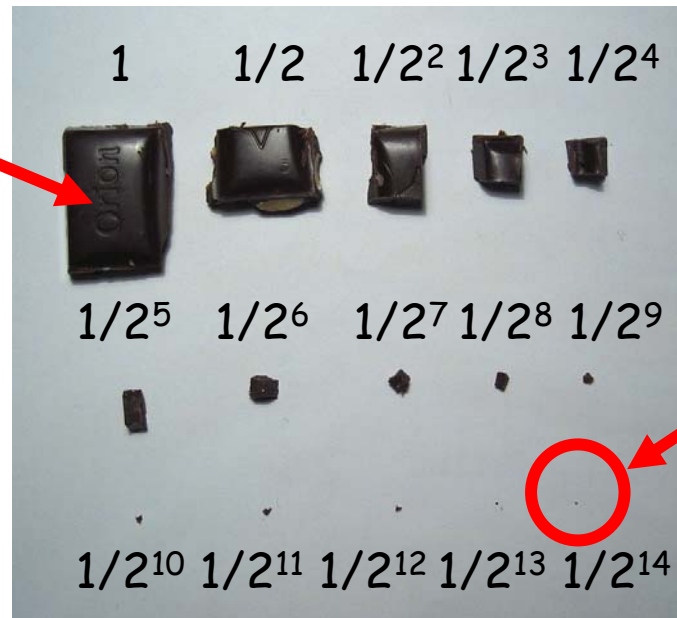
Σκοτεινή ύλη και σκοτεινή ενέργεια

Προσεγγίζοντας τον μικρόκοσμο

$$100 \text{ g} = 10^{-1} \text{ kg}$$



$$100/15 \text{ g}$$



$$\begin{aligned} 100/15 \cdot 1/2^{14} \text{ g} &= \\ &= 4 \cdot 10^{-4} \text{ g} = \\ &= 0.4 \text{ mg} \end{aligned}$$

Σε πόσο μικρό κομμάτι σοκολάτας μπορούμε να φτάσουμε;

Η πορεία συνεχίζεται προς τα μόρια – **άτομα** – πυρήνες – σωματίδια & δυνάμεις

Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων

Μελέτη της ύλης στο πιο θεμελιώδες επίπεδο δομής και αλληλεπιδράσεων των συστατικών της.

Επιστημονικός πεδίο όπου κυριαρχεί η **Θεωρία της Σχετικότητας** και η **Κβαντική Φυσική**.

Πραγματοποιείται με πειράματα **αλληλεπίδρασης σωματιδίων**

σε μικρές αποστάσεις

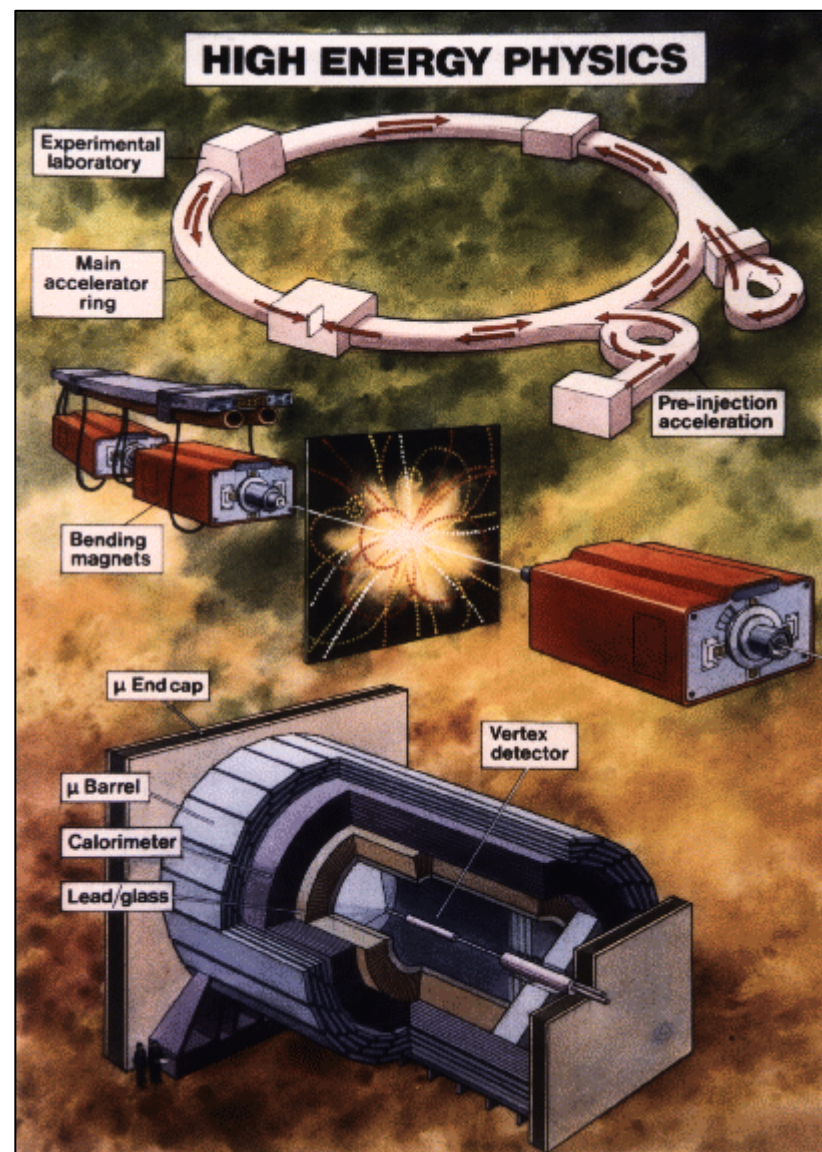
σε υψηλές πυκνότητες

σε υψηλές ενέργειες.

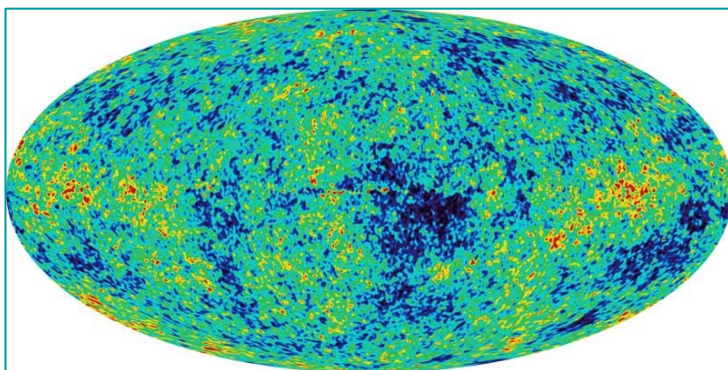
Πειράματα μεγάλου μεγέθους, διάρκειας, πολυπλοκότητας και κόστους.

Συνεισφορά από μερικές δεκάδες, εκατοντάδες ή και χιλιάδες ερευνητές πολλών πανεπιστημίων και ινστιτούτων απ' όλο τον κόσμο.

Δημιουργία μεγάλων διεθνών πειραματικών κέντρων με **επιταχυντές** και **ανιχνευτές** σωματιδίων, π.χ. το **CERN**.

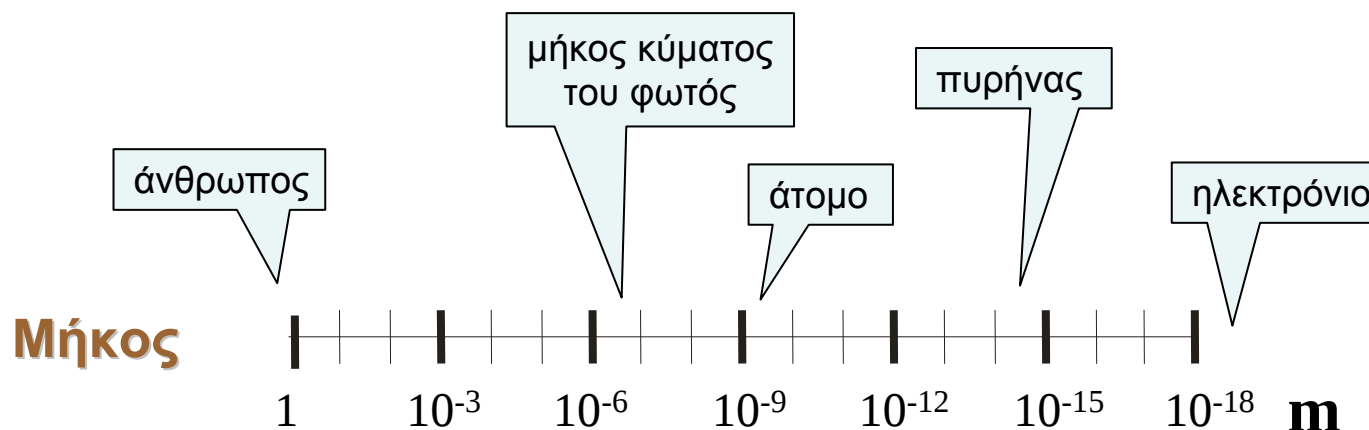


δομή του κόσμου και κλίμακες μεγεθών

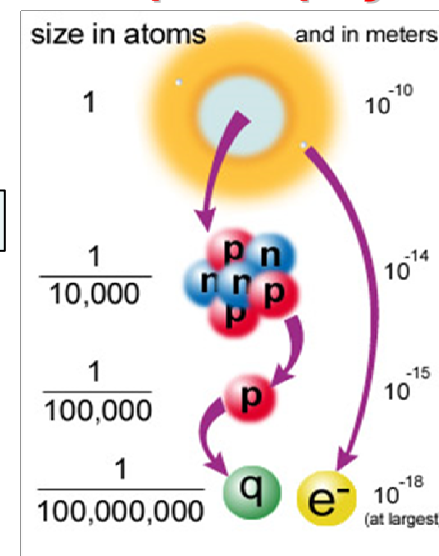


Το ορατό σύμπαν

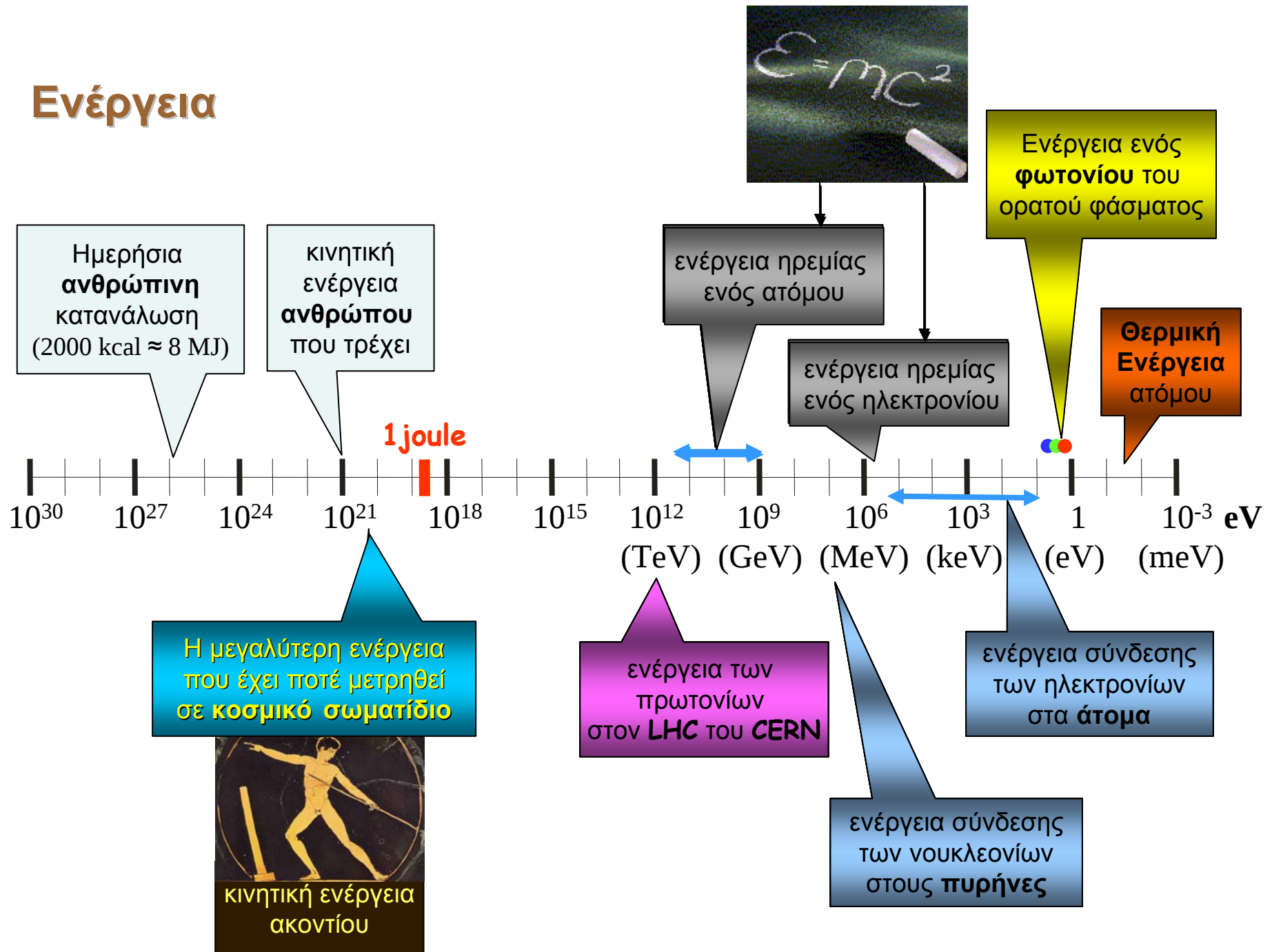
Η μεγαλύτερη κλίμακα του κόσμου:
13,7 δισ. έτη φωτός $\approx 10^{26}$ m



Μικρόκοσμος



Ενέργεια



Μονάδες μεγεθών - συμβολισμοί

Οι πολύ μεγάλοι και πολύ μικροί αριθμοί που απαιτούνται για την περιγραφή του μικρόκοσμου και του μακρόκοσμου, κάνουν αναγκαία την εισαγωγή νέων μονάδων και νέων συμβόλων – προθέματα μονάδων.

Για τα φαινόμενα του μικρόκοσμου, η χρησιμοποιούμενη μονάδα ενέργειας είναι το ηλεκτρόνιο-βολτ (electron-volt) με σύμβολο το eV.

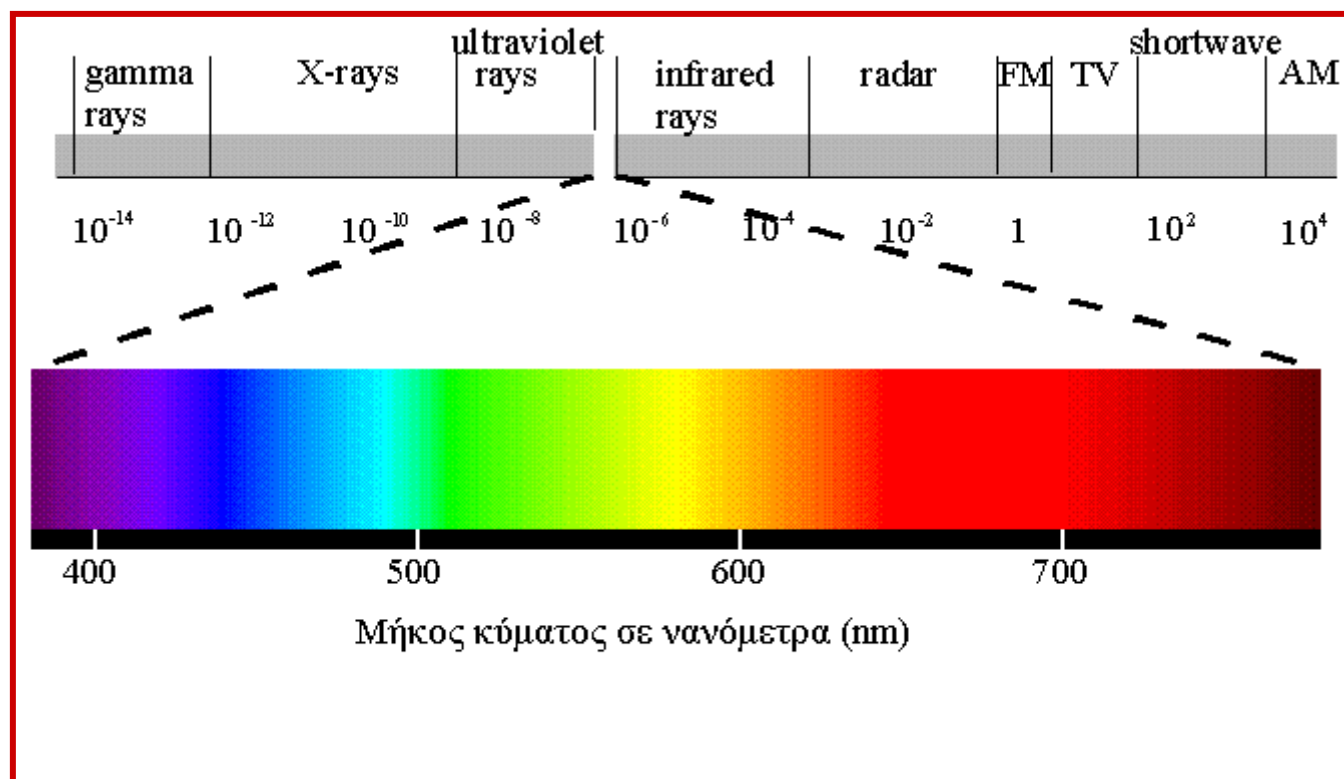
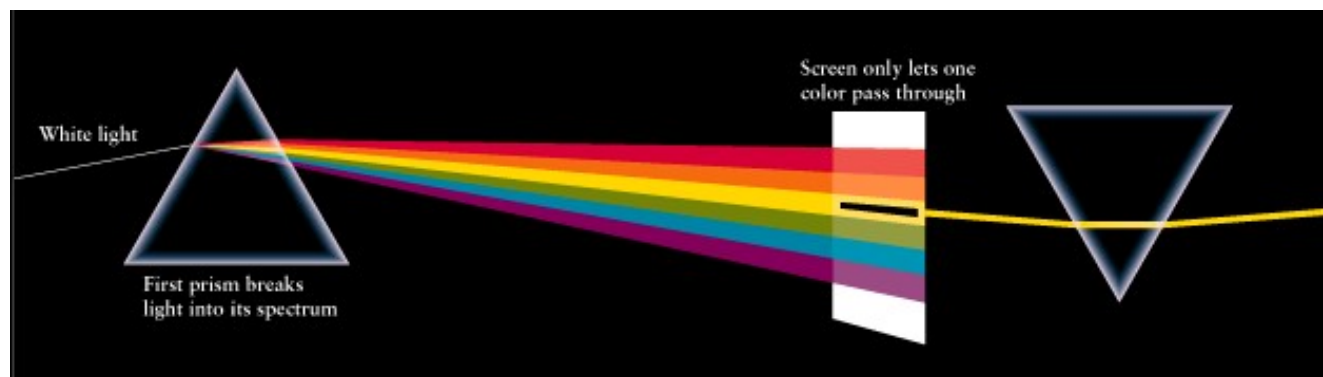
$$1 \text{ eV} \approx 1.6 \times 10^{-19} \text{ Joule}$$

Μονάδες μεγεθών - συμβολισμοί

Οι πολύ μεγάλοι και πολύ μικροί αριθμοί που απαιτούνται για την περιγραφή του μικρόκοσμου και του μακρόκοσμου, κάνουν αναγκαία την εισαγωγή νέων μονάδων και νέων συμβόλων – **προθέματα μονάδων**.

10^{18}	10^{15}	10^{12}	10^9	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
E	P	T	G	M	k		m	μ	n	p	f
exa	peta	terra	giga	mega	kilo		mili	micro	nano	pico	femto

Φώς και ηλεκτρομαγνητικά κύματα



1900: η Διεθνής Έκθεση των Παρισίων



Αρχές του 20^{ου} αιώνα

Έτος 1900

- Πραγματοποιείται η μεγάλη **Διεθνής Έκθεση των Παρισίων** (25 Απριλίου – 12 Νοεμβρίου). 50 εκατομμύρια επισκέπτες! Εντυπωσιακά εκθέματα: κινηματογράφος, ανελκυστήρας, τηλέγραφος και η μηχανή Diesel μεταξύ αυτών! Καταπληκτικά νέα μηχανικά έργα, όπως ο Πύργος του Eiffel ύψους 330 μέτρων! Ξεκινά η πρώτη γραμμή Μετρό.
- Στη Νότια Αφρική μαίνεται ο **πόλεμος των Μπόερς** (εναντίον των Βρετανικής Αυτοκρατορίας)
- Σε Αυστρία, Βέλγιο και Γερμανία εκτεταμένες **ταραχές από απεργούς ανθρακωρύχους** που απαιτούν καθιέρωση του οκτάωρου και αύξηση μισθών.
- Στη Γερμανία **οι γυναίκες ζητούν το δικαίωμα** να συμμετέχουν στις εισαγωγικές εξετάσεις για τα πανεπιστήμια.
- Ο πληθυσμός της γης στα **1,65 δισεκατομμύρια**.
- Ο David Hilbert ανακοινώνει στο **Διεθνές Συνέδριο Μαθηματικών** στο Παρίσι, την περίφημη λίστα του με τα 23 άλυτα προβλήματα που αποτελούν πρόκληση για τους μαθηματικούς του νέου αιώνα. Σήμερα, έχουν λυθεί πλήρως τα 10 και έχουν λυθεί μερικώς τα 7.
- **Η γέννηση της κβαντικής Φυσικής**. Ο Max Planck ανακοινώνει ότι η υπόθεση για κβάντωση της ενέργειας της ΗΜ-ακτινοβολίας $E=hn$ μπορεί να ερμηνεύσει το φάσμα του μέλανος σώματος.
- Ο Henri Becquerel έχει ανακαλύψει 4 χρόνια πριν, μια **νέα άγνωστη διεισδυτική ακτινοβολία**, την οποία ονόμασε **ραδιενέργεια**, η οποία εκπέμπεται αυθορμήτως από κάποια ορυκτά.

Ηλεκτρικά φορτία και ηλεκτροσκόπια



Με ένα καλό και βαθμονομημένο ηλεκτροσκόπιο μπορείτε να αποθηκεύετε ηλεκτρικά φορτία και να τα μετράτε.

Δυστυχώς όμως και το καλλίτερο ηλεκτροσκόπιο χάνει σιγά-σιγά το φορτίο του. Γιατί;

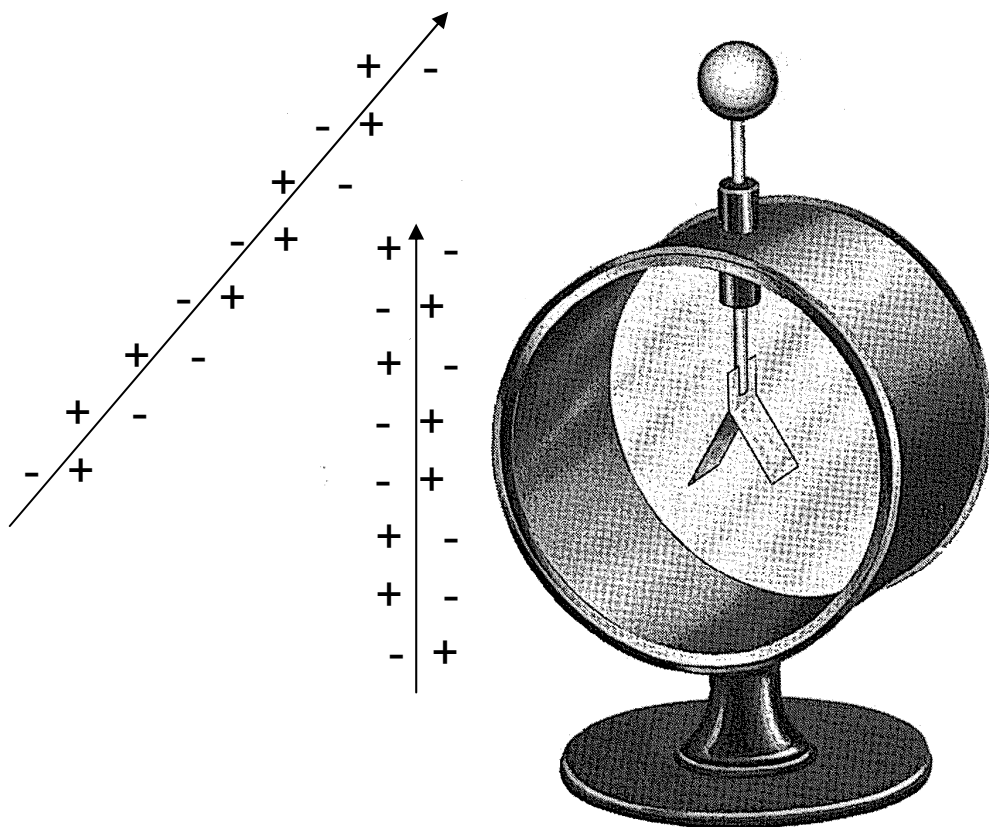


Charles de Coulomb

Η εκφόρτιση των ηλεκτροσκοπίων συμβαίνει επειδή **ο αέρας είναι πάντα ιονισμένος**

[Ref] C.A. de Coulomb: 1785, *Troisieme memoire sur l'Electricite et le Magnetisme*

Οι μετρήσεις με απλό ηλεκτροσκόπιο δίνουν τυπική τιμή $6 \cdot 10^6$ ζεύγη ανά m^3



Γιατί συμβαίνει αυτό;
Διότι υπάρχει πάντα κάποια
ακτινοβολία.

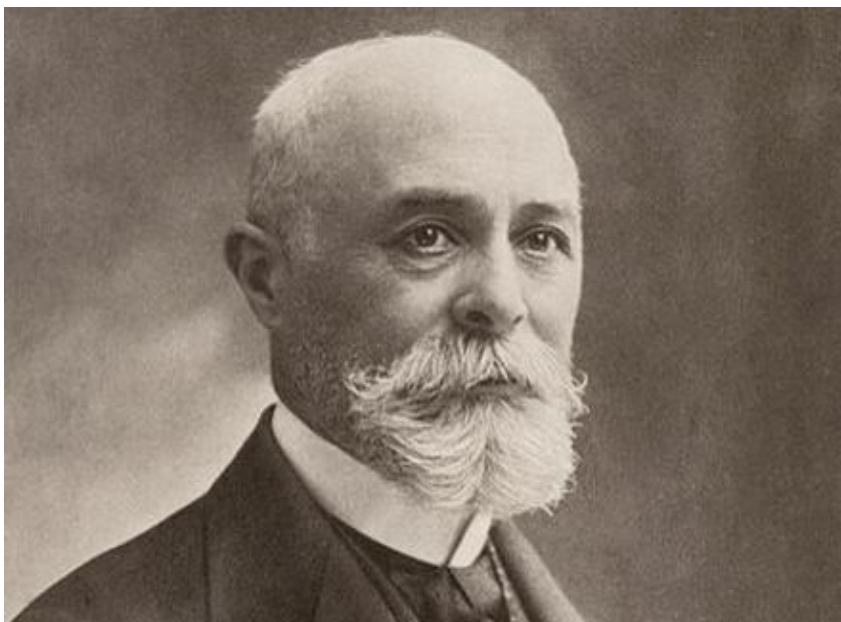
Rutherford: Ο ιονισμός του αέρα
οφείλεται στη φυσική ραδιενέργεια
υλικών της γης.



Ernest Rutherford

Ραδιενέργεια και Becquerel

Ο Ανρί Μπεκερέλ ήταν Γάλλος φυσικός.
Βραβεύθηκε με το Βραβείο Νόμπελ
Φυσικής το 1903 για την ανακάλυψη της
Ραδιενέργειας.



Antoine Henri **Becquerel**
(15 December 1852 – 25 August 1908)

Το **1896**, ενώ ο Μπεκερέλ ερευνούσε τον φθορισμό σε άλατα ουρανίου, **ανακάλυψε τυχαία την ραδιενέργεια**. Ο Μπεκερέλ παρατήρησε πως μια φωτογραφική πλάκα μαύριζε αν ήταν δίπλα σε ουρανιούχο σκεύασμα (θειικό ουρανυλιοκάλιο) ακόμα και αν αυτά βρισκόταν στο σκοτάδι. Έτσι ανακάλυψε πως το υλικό αυτό εξέπεμπε αυθόρμητα κάποια ακτινοβολία (radiation), φαινόμενο που ονομάστηκε **ραδιενέργεια (radioactivity)**.

Τα πειράματα σχετικά με την αυθόρμητη αυτή εκπομπή ακτινοβολίας συνεχίστηκαν από τον ζεύγος **Πιερ και Μαρία Κιουρί**. Για την ανακάλυψη της ραδιενέργειας βραβεύτηκαν και οι τρεις με το βραβείο **Νόμπελ Φυσικής το 1903**.

Η **μονάδα μέτρησης ραδιενέργειας** στο SI (1 **Bq** = 1 dps), πήρε το όνομά του.

Μαρία Κιουρί



Maria Curie

7 Νοεμβρίου, 1867 – 4 Ιουλίου 1934

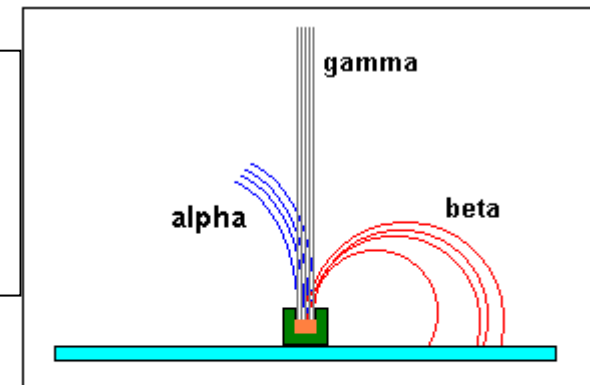
Pierre Curie

15 May 1859 – 19 April 1906

Νόμπελ Φυσικής (1903)

Η **Μαρία Κιουρί** ήταν πολωνικής καταγωγής. Σε συνεργασία με το σύζυγό της, **Πιερ Κιουρί**, ανακάλυψε το **ράδιο** και μελέτησε τα φαινόμενα της ραδιενέργειας. Ανακάλυψε επίσης το **πολώνιο** και υπήρξε η πρώτη γυναίκα που έγινε Καθηγήτρια στο πανεπιστήμιο της Σορβόνης, ενώ τιμήθηκε δυο φορές με το **Βραβείο Νόμπελ** για τη Φυσική (1903) και τη Χημεία (1911). Όντας η πιο φημισμένη γυναίκα επιστήμων της εποχής της, ήταν γνωστή επίσης και ως **Μαντάμ Κιουρί**.

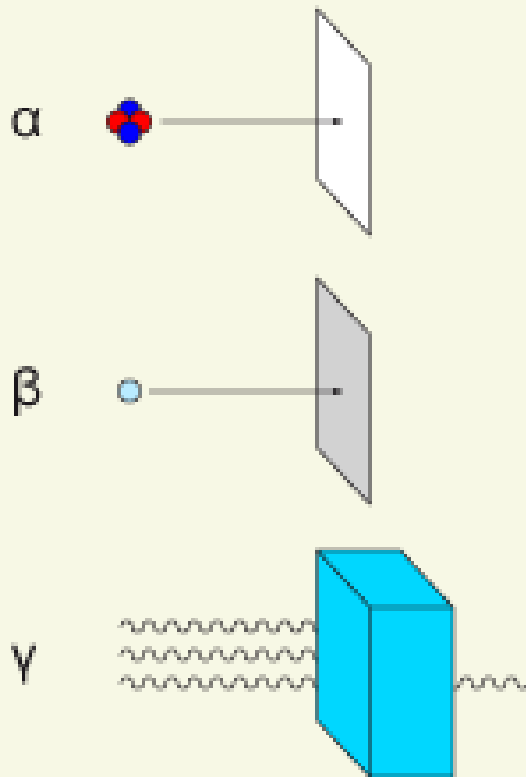
Η “α, β, γ” για τους μαθητές της ραδιενέργειας και της Πυρηνικής Φυσικής!



Alpha, beta and gamma radiation can be deflected by using magnetic field. Alpha and beta particles have contrary charges - they undergo deflection in opposite directions. Gamma rays don't transfer any charge - they don't undergo deflection.

Λέγοντας “ραδιενέργεια” εννοούμε σωματίδια και κβάντα φωτός

Ionising Radiation



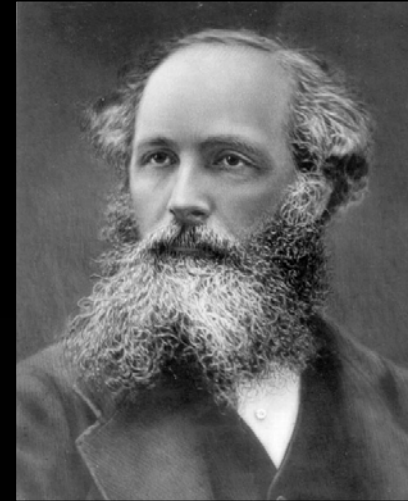
Π.χ. η ακτινοβολία των
ραδιενεργών υλικών
αποτελείται από

ακτινοβολία α ,
ακτινοβολία β ,
ακτινοβολία γ .

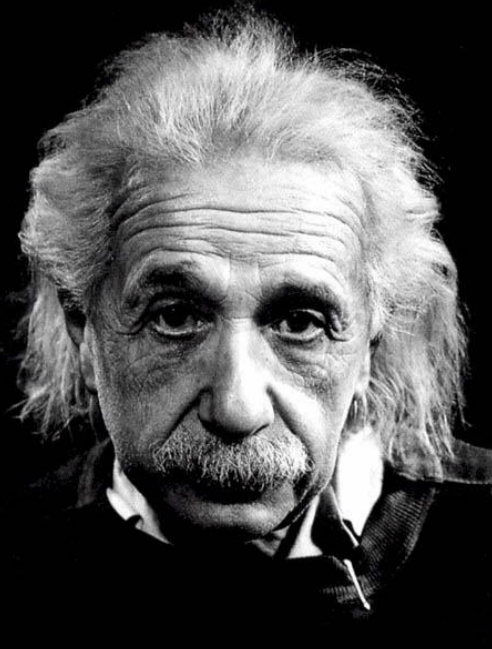
Σχετικότητα



Αρχή της Σχετικότητας
Henri Poincaré



Θεωρία του ΗλεκτροΜαγνητισμού
James Clerk Maxwell



Ειδική & Γενική Θεωρία της Σχετικότητας
Albert Einstein

Το άρθρο του Einstein (1905) για την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας

