

ΓΕΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ Ι

ΦΥΣ 111

Φθινόπωρο 2020

Διδάσκων:

Φώτης Πτωχός

e-mail: fotis@ucy.ac.cy

Τηλ: 22.89.2837

Γραφείο: B235 – ΘΕΕ02 – Τμήμα Φυσικής –
Πανεπιστημιούπολη

web-page: <http://www2.ucy.ac.cy/~fotis/phy111/phy111.html>

Γενικές Πληροφορίες

- **Ώρες/Αίθουσα διδασκαλίας:**
 - Δευτέρα - Πέμπτη 09:00 – 10:30 αίθουσα: B228
Τετάρτη 09:00 – 10:00 αίθουσα: B228
-  **Φροντιστήρια** 
 - Τετάρτη 13:00 – 14:00
 - Αίθουσα: B229

Απορίες

- Διακόπτεται για απορίες κατά την διάρκεια των διαλέξεων. (είτε αν είστε στην τάξη ή online)
- **Περάστε από το γραφείο:**
Επίσημες ώρες γραφείου: Πέμπτη 13:00-16:00

Περιορισμοί λόγω Covid-19

Διαλέξεις:

Δευτέρα: Φοιτητές με περιττό αριθμό ταυτότητας

Πέμπτη: Φοιτητές με άρτιο αριθμό ταυτότητας

Τετάρτη: Περιπτές/Άρτιες εβδομάδες και αριθμοί ταυτότητας
(1^η εβδομάδα μαθημάτων είναι περιπτή)

Κάθε άτομο που έρχεται στις διαλέξεις/φροντιστήρια υπογράφει για την παρουσία του (υποχρεωτικό)

Όλοι φορούν μάσκες και χρησιμοποιούν αντισηπτικό που βρίσκεται στην είσοδο της αίθουσας

Βιβλιογραφία

- ❑ Πανεπιστημιακή Φυσική – Τόμος Α – Young και Freedman
- ❑ Φυσικής για επιστήμονες και Μηχανικούς - R.A. Serway
(απόδοση στα Ελληνικά).
- ❑ Matter and Interactions – R. Chabay και B. Sherwood
- Τόμοι I (Μηχανική)
- ❑ Τα βιβλία αυτά θα ακολουθηθούν πολύ στενά

- Άλλα βιβλία που μπορούν να φανούν χρήσιμα:
 - Physics I & II - Halliday & Resnick (Εκδ. Πνευματικός)
 - Mechanics, από τη σειρά Berkeley Physics Course, Vol. I
(Μεταφρ. Παν/μιακες εκδ. Ε.Μ.Π.)
 - Physics for Scientists and Engineers – D. Giancoli
- Ανάλογα με τις ανάγκες περισσότερα βοηθήματα
και βιβλιογραφία θα δοθούν στην τάξη

Βαθμολογία

- Η βαθμολογία θα βασιστεί στα ακόλουθα:
 - **10% mini-exams (5-λεπτά) Δευτέρα και Πέμπτη (20 συνολικά)**
 - **15% κατ'οίκον εργασίες (12 συνολικά)**
 - **30% 1 ενδιάμεση (3-ωρες) εξέταση**
 - Η εξέταση θα γίνει την Πέμπτη 22 Οκτώβρη
 - **45% τελική εξέταση – 3-ωρη εξέταση**
- Οι εξετάσεις (πρόοδοι και τελική) είναι **χωρίς** σημειώσεις και βιβλία αλλά σας δίνεται τυπολόγιο.
Κατανόηση εννοιών και όχι αποστήθιση τύπων
- **Τα quizzes** είναι σύντομα προβλήματα που θα απαιτούν απάντηση είτε με μορφή επιλογής από διάφορες απαντήσεις (multiple choice) ή με κάποιους σύντομους υπολογισμούς.
Επιστρέφετε το δικό σας quiz και όχι των φίλων σας
Κατά τη διάρκεια του quiz μπορεί να συνεργαστείτε μεταξύ σας
- Οι απαντήσεις θα στέλνονται με e-mail της φωτογραφίας της κόλλας που θα αναγράφει το όνομα και την απάντησή σας στο phy111@ucy.ac.cy

Ασκήσεις για εξάσκηση

- ❑ Ασκήσεις θα δίνονται κάθε βδομάδα: **την Δευτέρα**
- ❑ Οι λύσεις τους θα ανακοινώνονται **την επόμενη Δευτέρα**
- ❑ Αν υπάρχουν απορίες, οι λύσεις των ασκήσεων θα συζητούνται κατά τη διάλεξη της Τετάρτης και στις ώρες του φροντιστηρίου.
- ❑ Οι ασκήσεις σας δίνονται για εξάσκηση και είναι πολύ αποδοτικό για σας να προσπαθείτε να τις λύσετε μόνοι σας πριν πάρετε τις λύσεις ώστε να συγκρίνετε τα αποτελέσματα
- ❑ Εργασίες και οι λύσεις τους θα βρίσκονται στην αντίστοιχη ιστοσελίδα του μαθήματος:
<http://www2.ucy.ac.cy/~fotis/phy111/Homeworks.html>

Θέματα που θα καλυφθούν στο μάθημα

- ❑ Μονάδες μέτρησης, συστήματα συντεταγμένων.

Κίνηση σε μια και περισσότερες διαστάσεις ταχύτητα, επιτάχυνση, συστήματα αναφοράς.

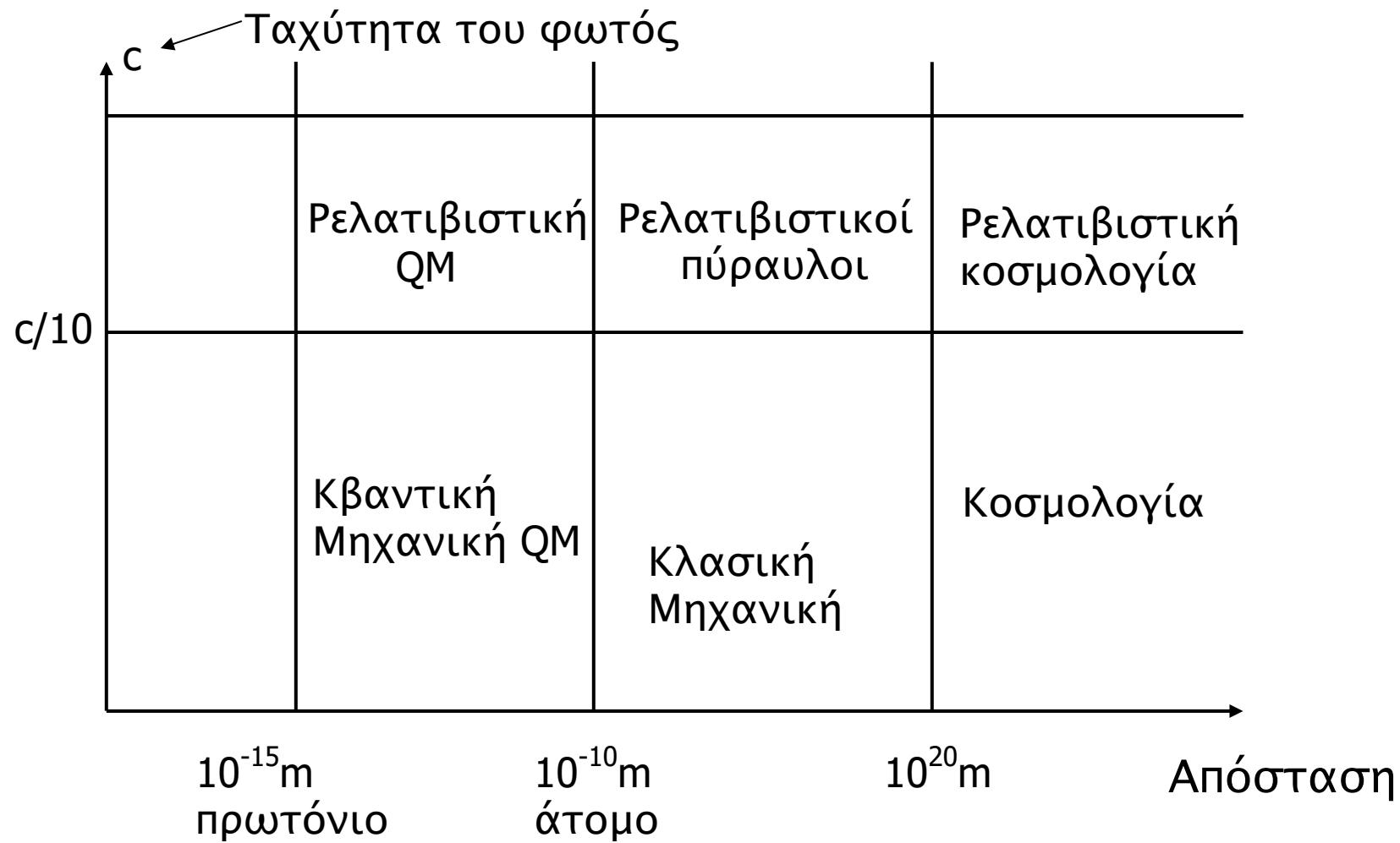
- ❑ Δυνάμεις. Νόμοι του Νεύτωνα
- ❑ Έργο, μηχανική ενέργεια. Ορμή, κέντρο μάζας
- ❑ Ροπή δυνάμεων, στροφορμή, ροπή αδράνειας
- ❑ Ταλαντώσεις
- ❑ Παγκόσμια βαρυτική έλξη και νόμοι του Kepler
- ❑ Μηχανική ρευστών



Θα υποθέσω ότι:

- Έχετε κάποιες γνώσεις φυσικής από το Λύκειο
- Έχετε στοιχειώδεις γνώσεις άλγεβρας,
διανυσμάτων, τριγωνομετρίας αλλά θυμάστε
τι είναι παράγωγος και ολοκλήρωμα

Κλασσική/Νευτώνια Μηχανική



Το σύμπαν είναι κίνηση

- Το σύμπαν είναι κίνηση, όλα σχετίζονται με κίνηση
- Βρίσκουμε την κίνηση ενδιαφέρουσα:
 - Γαλαξίες, αστέρια, πλανήτες όλα κινούνται
 - Ο πίνακας αποτελείται από άτομα τα οποία κινούνται γύρω από μια κατάσταση ισορροπίας
- Από φιλοσοφική άποψη η κίνηση είναι ενδιαφέρουσα

Descartes: «Δώστε μου μάζα και κίνηση και θα φτιάξω το σύμπαν»

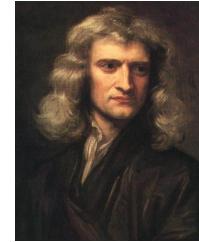
Θα επικεντρώσουμε το ενδιαφέρον μας στην κίνηση
μη σχετικιστικών μαζών (non-relativistic) και
όχι στη δομή της ύλης

$$F = ma$$

- **Εξίσωση αιτίας:** Μεταβολές στην κίνηση είναι εξ' αιτίας κάποιας δύναμης
- Αλλά πως καταλήξαμε σε αυτή την εξίσωση?
 - Παρατήρηση της κίνησης των πλανητών
Tycho Brahe μάζεψε πολλά δεδομένα από παρατηρήσεις
Ο Kepler αργότερα έκανε πολύ επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων αυτών

Βρήκε ότι

 - Οι πλανήτες κινούνται σε ελλειπτικές τροχιές έχοντας τον ήλιο σε μια από της εστίες της έλλειψης
 - Η γραμμή που ενώνει τον ήλιο με ένα πλανήτη σαρώνει ίσες επιφάνειες σε ίσα χρονικά διαστήματα
 - Το τετράγωνο της περιόδου ενός πλανήτη διαιρούμενο με τον κύβο της μέσης απόστασης του από τον ήλιο είναι σταθερό



Η εμφάνιση του Newton

- Ο Newton βλέποντας αυτές τις ανακαλύψεις και ιδέες κατέληξε στη θεωρία ότι υπάρχει μια δύναμη που προκαλεί τις αλλαγές στην κίνηση

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

Δύναμη ανάλογη Απόσταση πλανήτη-ήλιου

Η θεωρία αυτή προέβλεψε πράγματα τα οποία ήδη παρατηρήθηκαν

- Μεταβολή της επιτάχυνσης της βαρύτητας σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος
- Το φαινόμενο των παλιρροιών λόγω της δράσης του ήλιου και της σελήνης
- Οι τροχιές των κομητών μέσα στο ηλιακό σύστημα
- Αργή και σταθερή αλλαγή της διεύθυνσης του άξονα περιστροφής της γης εξαιτίας βαρυτικών ροπών από τον ήλιο και την σελήνη

- Μετά τον Newton, η Θεωρία του συνέχισε να προβλέπει πράγματα που παρατηρήθηκαν πολύ αργότερα
 - 1846 – Ο πλανήτης Ποσειδών
 - 1940 – Ο πλανήτης Πλούτωνμελετώντας τις τροχιές των πλανητών

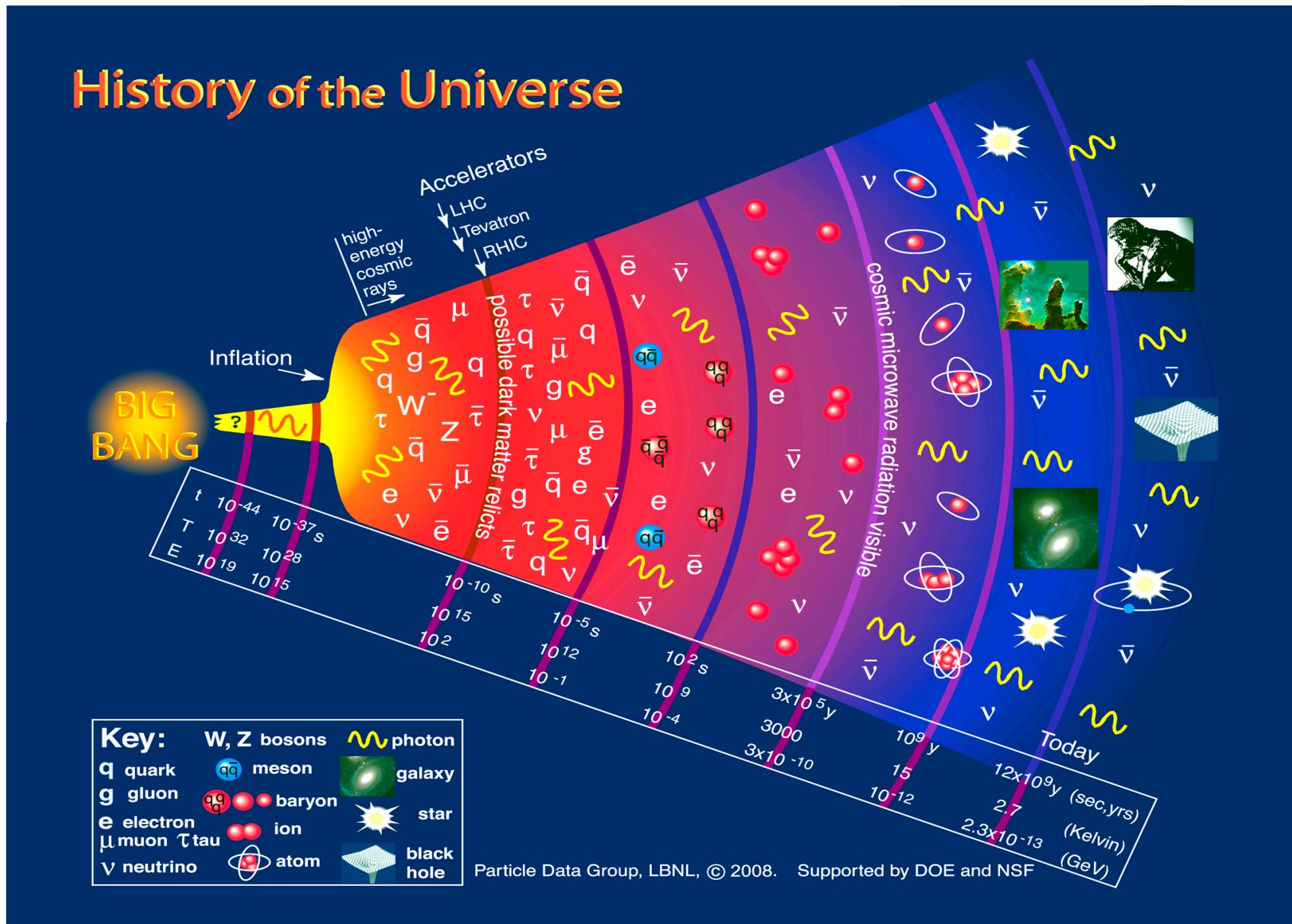
Παρατήρηση → ανάλυση δεδομένων

→ Θεωρία → πρόβλεψη → παρατήρηση
→ ανάλυση δεδομένων →

Αυτό είναι και η βασική ιδιότητα της φυσικής.

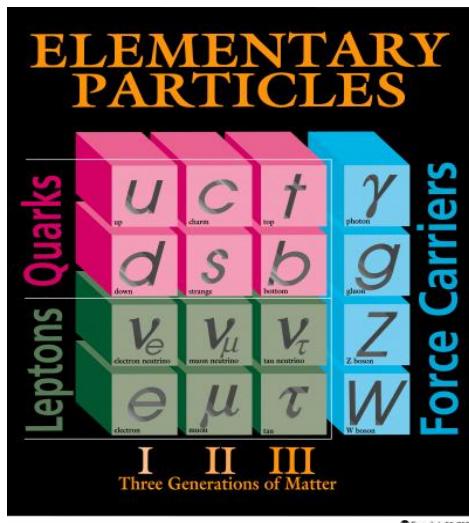
- Οι Θεωρίες στη φυσική αναπτύσσονται είτε με πειραματικές παρατηρήσεις ή επαληθεύονται με σύγκριση των προβλέψεων τους με πειραματικές μετρήσεις.
- Το να μπορέσουμε να σχεδιάσουμε και να πραγματοποιήσουμε κάποιο πείραμα και να κατανοήσουμε τους περιορισμούς που επιβάλει ο σχεδιασμός τους είναι σημαντικό για οποιαδήποτε πειραματική επιστήμη και όχι μόνο για τη φυσική.
- Το να καταλάβουμε τα πειραματικά σφάλματα και πως μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε είναι απαραίτητο αν θέλουμε να συγκρίνουμε θεωρητικά και πειραματικά αποτελέσματα και να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα

Η ιστορία του σύμπαντος



Θεμελιώδεις Δυνάμεις

- Το μάθημα αυτό είναι σχετικά με την βαρύτητα (το μεγαλύτερο μέρος του)
- Η **βαρύτητα** είναι μία από τις 4 γνωστές θεμελιώδεις δυνάμεις
 - Ηλεκτρομαγνητική**
 - Ισχυρή** – αυτή κρατάει τα quarks κοντά και σχηματίζουν το πρωτόνιο
 - Ασθενής** – υπεύθυνη για τις ραδιενεργές διασπάσεις αλλάζει και τη «γεύση» των quarks



Τα 6 quarks: down, up, strange, charm, bottom, top

$$t \rightarrow Wb$$

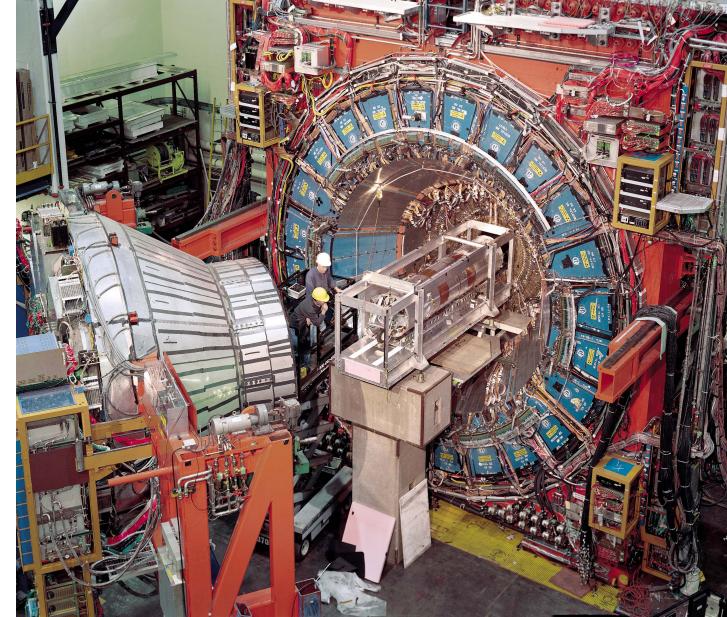
Ανακαλύφθηκε το 1995 στον επιταχυντή Tevatron (συγκρούσεις $p - \bar{p}$) στο Fermilab από τις πειραματικές ομάδες CDF και D0

Η μάζα του: $m_{top} \sim 175 \times m_{πρωτονίου}$

Αναπαραγωγή θεμελιώδους φυσικής στο εργαστήριο

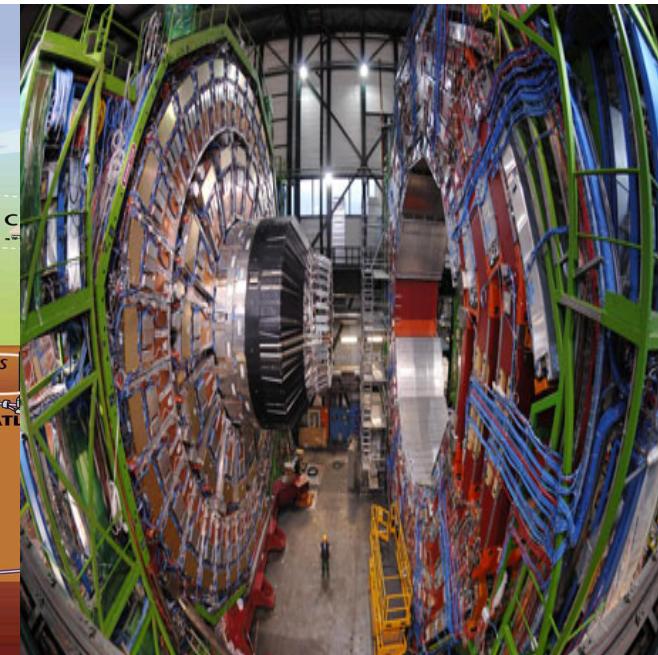
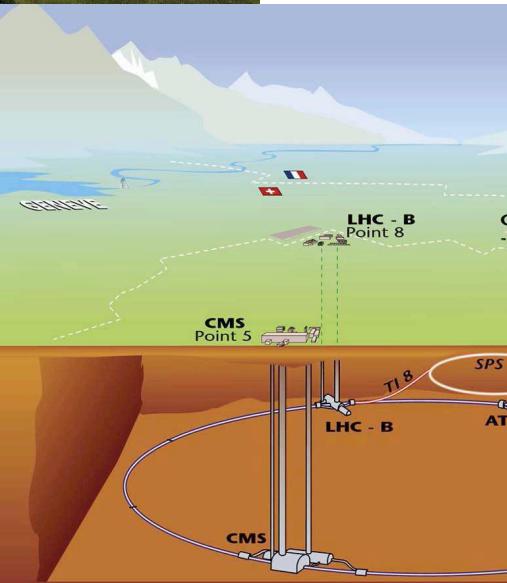
Tevatron – Fermilab : 6.5Km

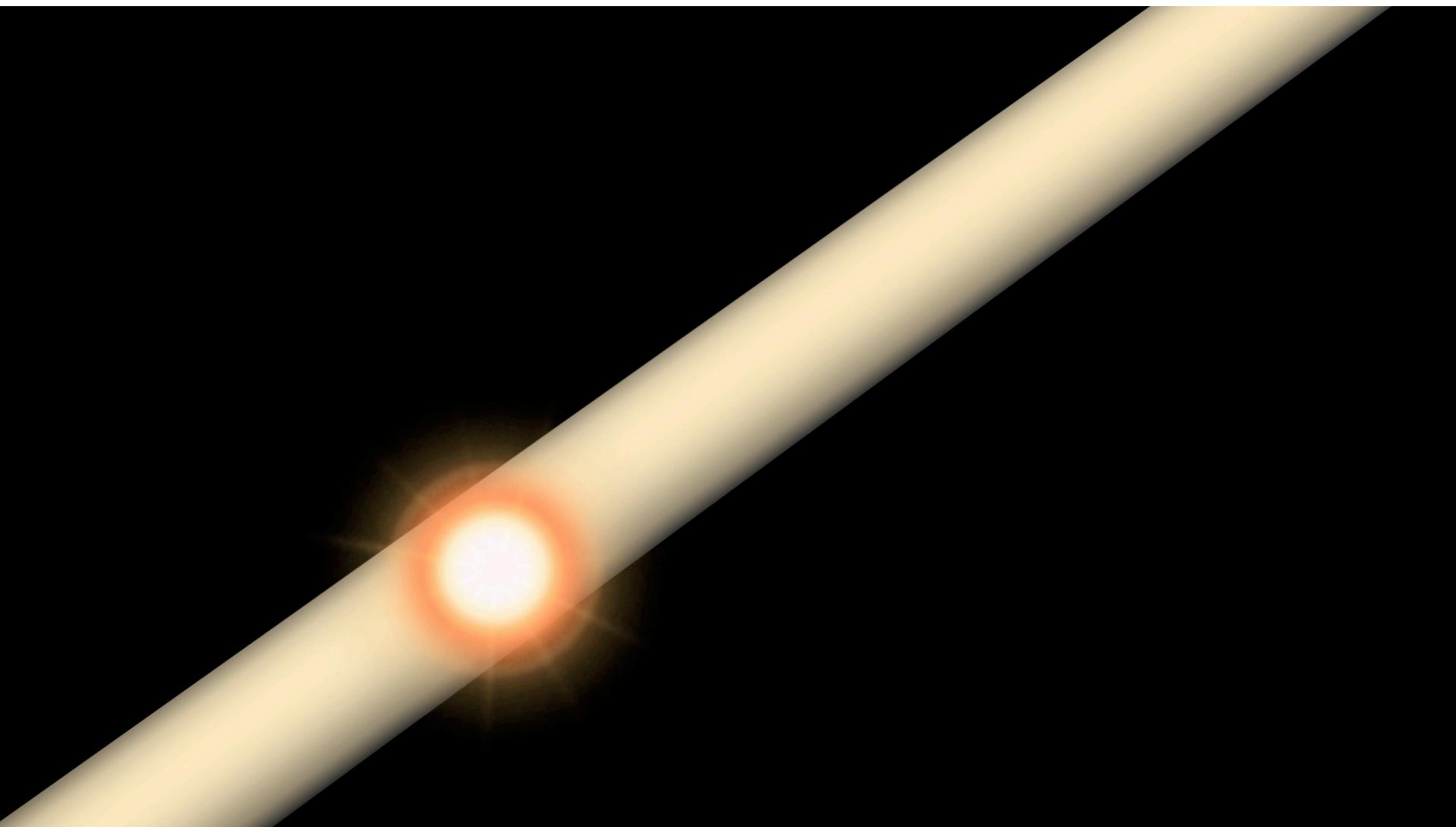
$E \sim 2 \text{ TeV}$



LHC - CERN 27Km

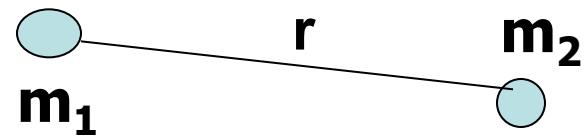
$E \sim 14 \text{ TeV}$





- Η βαρύτητα είναι η μόνη δύναμη που δεν γνωρίζουμε την συμπεριφορά της σε μικρές αποστάσεις
 - Δεν υπάρχει μια κβαντική θεωρία για την βαρύτητα
 - Η θεωρία των χορδών (string theory) είναι μια καλή αλλά μη πειραματικά επαληθεύσιμη θεωρία
- Στην πραγματικότητα δεν μπορούμε να ανιχνεύσουμε την βαρύτητα σε μικρές αποστάσεις

$$F_{\text{βαρυτητα}} \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



- Αν η μάζα m_1 βρεθεί πολύ κοντά στην m_2 οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις υπερισχύουν κατά πολλές δεκάδες τάξεις μεγέθους.

Μονάδες μέτρησης

- Θα χρησιμοποιούμε το SI σύστημα μέτρησης μονάδων
Οι διαστάσεις τους συμβολίζονται ως ακολούθως

μήκος [L] μέτρα (m)

χρόνος [T] sec (s)

μάζα [m] Χιλιόγραμμα (Kgr)

➤ Όλες οι εξισώσεις πρέπει να είναι διαστασιακά σωστές

$$x = \frac{1}{2}at^2 \quad \left. \begin{array}{l} x: \text{απόσταση m} \\ \alpha: \text{επιτάχυνση m/s}^2 \\ t: \text{χρόνος s} \end{array} \right\} \rightarrow \left. \begin{array}{l} [L] \\ [L]/[T]^2 \\ [T] \end{array} \right\} \rightarrow [L] = \frac{[L]}{[T]^2} [T]^2$$

Περίοδος εκκρεμούς: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ή $T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{l}}$

Σωστό



$$[T] = \frac{[L]^{\frac{1}{2}}}{[L]^{\frac{1}{2}}} [T]$$



Λάθος

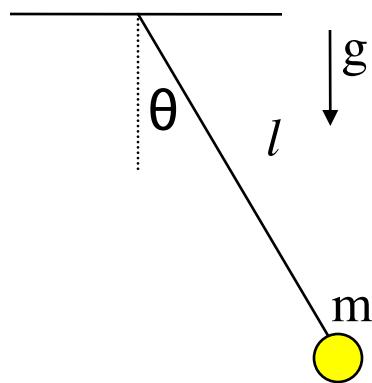


g επιτάχυνση

Διαστασιακή ανάλυση

- Είπαμε ότι χρησιμοποιώντας τις μονάδες μέτρησης μπορούμε να δούμε (α) αν το αποτέλεσμα που έχουμε είναι σωστό και (β) να βρούμε την απάντηση πριν καν λύσουμε το πρόβλημα
- Σα κανόνας, (ιδιαίτερα σε πολύπλοκες καταστάσεις) μπορεί να χρειαστεί να γράψουμε ένα γενικό γινόμενο των δεδομένων ποσοτήτων υψωμένες σε τυχαίους εκθέτες (π.χ. m^a , l^b , g^c) και μετά να γράψουμε τις μονάδες αυτού του γινομένου σα συνάρτηση των εκθετών a, b, c .
- Καταλήγουμε σε ένα σύστημα εξισώσεων η λύση του οποίου δίνει το τρόπο που συνδέονται οι ποσότητες μεταξύ τους.

Παράδειγμα διαστασιακής ανάλυσης



Ποια είναι η συχνότητα του εκκρεμούς

$$\omega = 2\pi\nu = 2\pi/T$$

Οι διαστασιακές ποσότητες που δίνονται:

- (α) η μάζα $m = [M]$
- (β) το μήκος $l = [L]$
- (γ) η επιτάχυνση $g = [L/T^2]$

Χρειαζόμαστε μια σχέση που να έχει διάσταση $1/\text{χρόνου}$ ή $1/T$

Γράφουμε:

$$m^a l^b g^c = t^{-1}$$

$$\text{Αντικαθιστώντας τις μονάδες } [M]^a [L]^b \left[\frac{L}{T^2} \right]^c = [T]^{-1}$$

$\left. \begin{array}{l} a=0 \\ b+c=0 \\ -2c=-1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} a=0 \\ b=-1/2 \\ c=1/2 \end{array}$

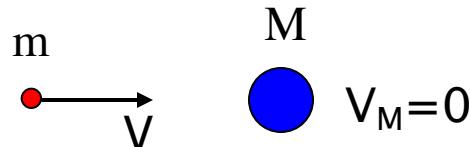
Άρα η συχνότητα του εκκρεμούς είναι

$$\omega = f(\theta) \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Σταθερά αναλογίας

Εξέταση οριακών συνθηκών

Πολλές φορές η διαίσθησή σας (για οριακές περιπτώσεις) μπορεί να σας βοηθήσει να δείτε αν η απάντηση σε κάποιο πρόβλημα είναι η σωστή έστω και αν δεν μπορείτε να εξετάσετε την γενική περίπτωση:



Έστω ότι έχουμε την ελαστική σύγκρουση δύο μαζών m και M σε 1-Δ. Η m αρχικά κινείται με ταχύτητα V ενώ η M είναι ακίνητη.

Θα δούμε αργότερα ότι οι ταχύτητες των μαζών μετά τη σύγκρουση δίνονται από:

$$V'_m = \left(\frac{m - M}{m + M} \right) V \quad \text{και} \quad V'_M = \left(\frac{2m}{m + M} \right) V$$

Προσέξτε ότι η απάντηση είναι της μορφής: $V \times f\left(\frac{m}{M}\right)$

Οριακές συνθήκες:

$m=M$ $V'_m = 0$ και $V'_M = V$ Γνωστή περίπτωση από μπιλιάρδο

$m << M$ $V'_m \approx -V$ και $V'_M \approx 0$ Γνωστή περίπτωση τοίχου ($M >> m$)

$m >> M$ $V'_m \approx V$ και $V'_M \approx 2V$ Απρόσμενο αποτέλεσμα!!??

Επισκόπηση

Θα μελετήσουμε την κίνηση σωμάτων και πώς οι αλληλεπιδράσεις τους με άλλα σώματα επηρεάζουν τη κίνηση αυτή

Η μελέτη αυτή στηρίζεται σε μετρημένο αριθμό **θεμελιωδών αρχών** που συσχετίζουν **αιτία και αποτέλεσμα** και διέπουν όλους τους τομείς της φυσικής από τον μικρόκοσμο έως τον μακρόκοσμο

Οι αρχές με τις οποίες θα ασχοληθούμε στο μάθημα αυτό είναι:

Η αρχή της ορμής

Η αρχή της ενέργειας

Η αρχή της στροφορμής

Με βάση τις αρχές αυτές και τα μοντέλα που περιγράφουν πως είναι φτιαγμένη η ύλη μπορούμε να κάνουμε διάφορες προβλέψεις για το πως συμπεριφέρεται ο κόσμος γύρω μας

Σημαντικό ωστόσο να χρησιμοποιήσουμε την κατάλληλη γλώσσα για να περιγράψουμε συγκεκριμένα και ακριβώς τον τρόπο που εφαρμόζονται οι αρχές αυτές

Οι προβλέψεις μας για το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης σωμάτων μεταξύ τους στηρίζονται σε κάποια μεγέθη:

ποιά η θέση των σωμάτων, πόσο γρήγορα κινούνται, ποιά η κατεύθυνση κίνησης