

Ο επιταχυντής LHC του CERN : Η μηχανή του μέλλοντος για την εξερεύνηση του παρελθόντος

Δρ. Ευστ. Στεφανίδης

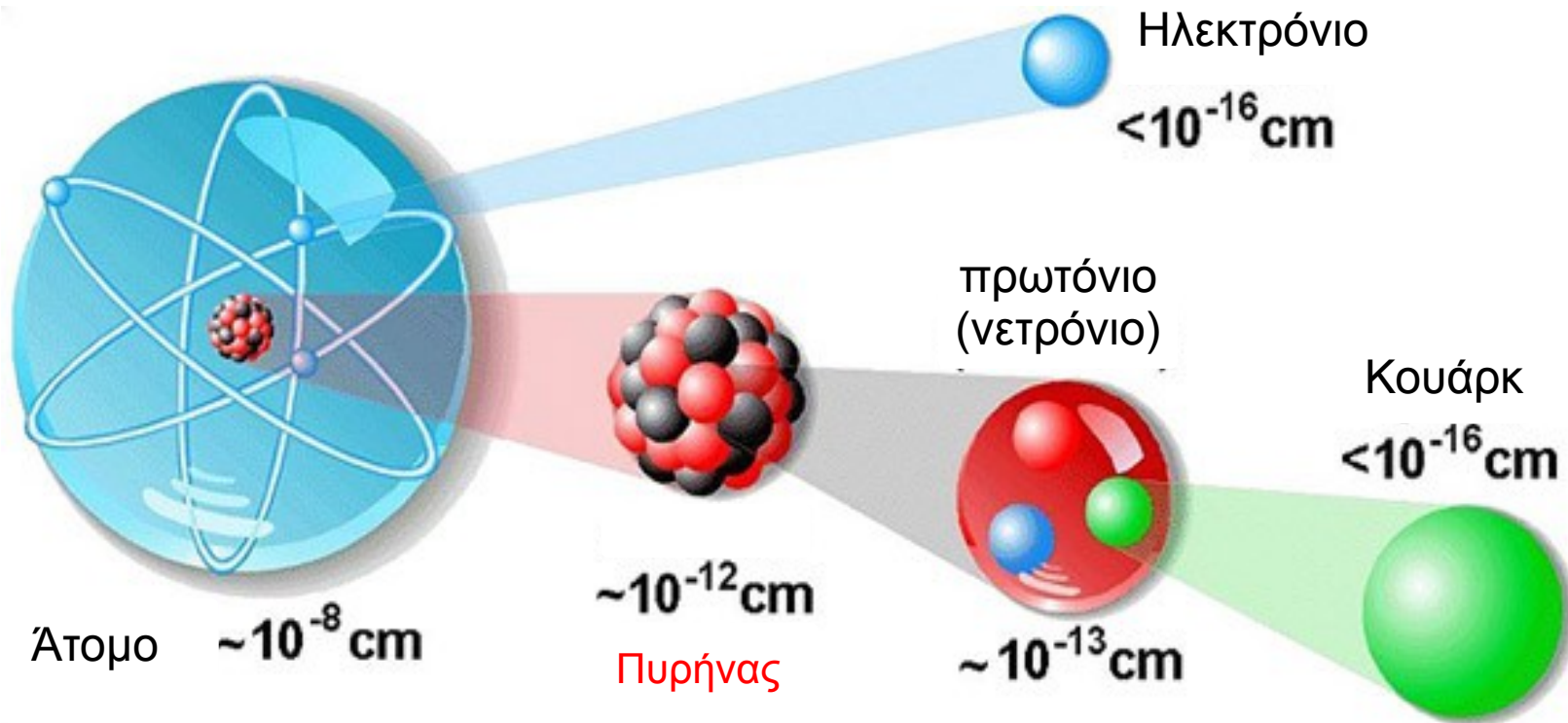
Ημερίδα Επιστήμης και
επαγγελματικού προσανατολισμού

Κιλκίς

Ροή Ομιλίας

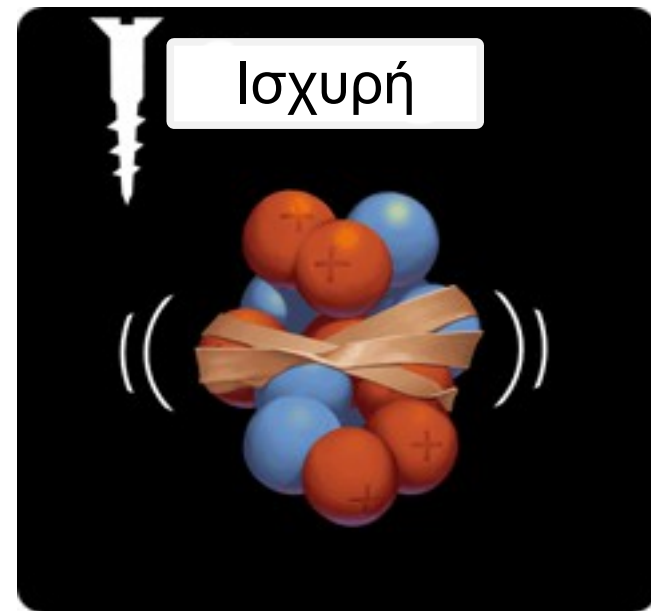
- Εισαγωγή
 - Ο υπο-ατομικός κόσμος
 - Δυνάμεις
- Γιατί χρειαζόμαστε τους επιταχυντές;
 - Ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (LHC)
 - Ο ανιχνευτής ATLAS
- Το Καθιερωμένο Μοντέλο (Standard Model)
 - Το σωματίδιο Higgs
- Φυσική πέρα από το Καθιερωμένο Μοντέλο
 - Υπερσυμμετρία
 - Επιπλέον διαστάσεις
- Τι ώρα είναι;
- Ερωτήσεις - Συζήτηση

Ο υπο-ατομικός κόσμος

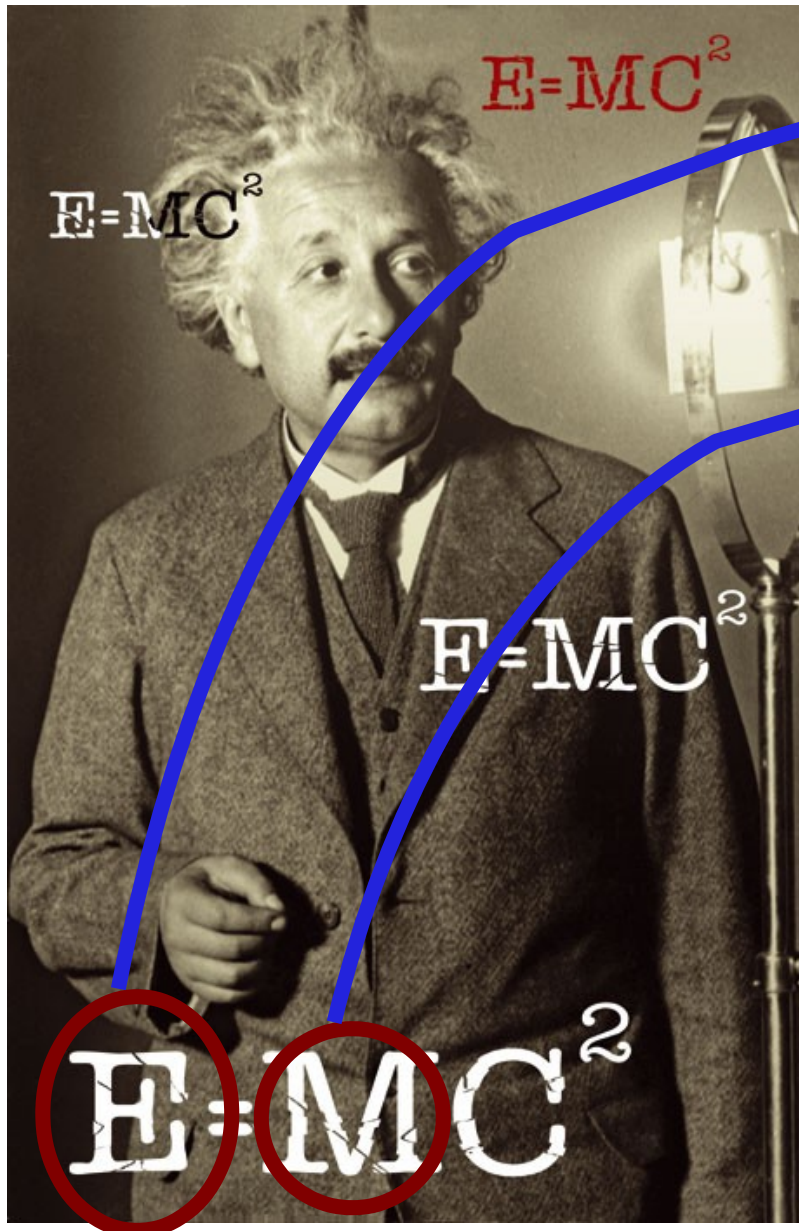


Άτομο: Δημόκριτος – **350 π.Χ**
Ηλεκτρόνιο: Thomson - **1897**
Δομή ατόμου: Rutherford - **1907**
Νετρόνιο: Chadwick - **1932**
Κουάρκ: SLAC - **1968**

Είναι όλα θέμα Δυνάμεων



Γιατί χρειαζόμαστε επιταχυντές;;;



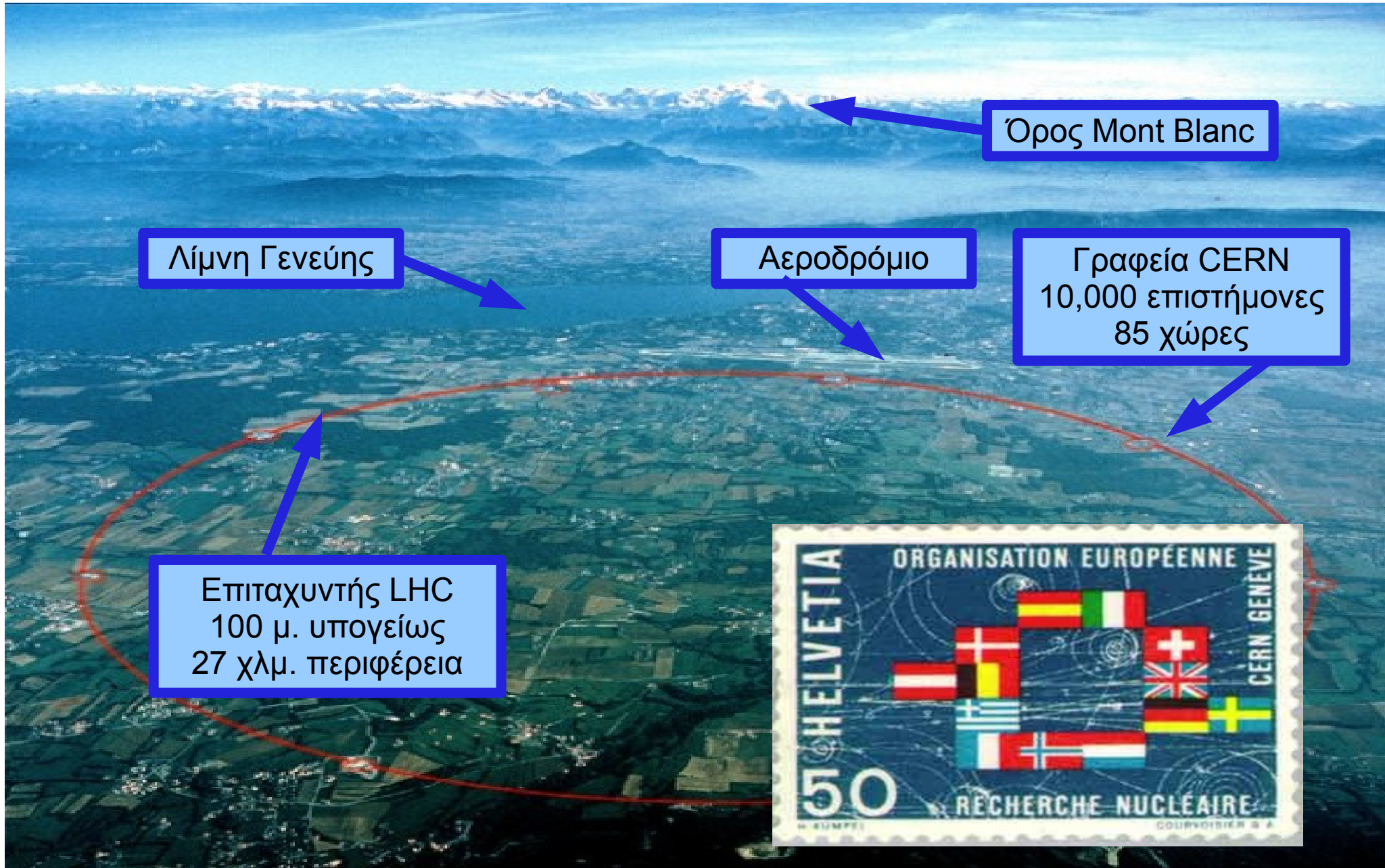
Ενέργεια....

είναι ισοδύναμη με

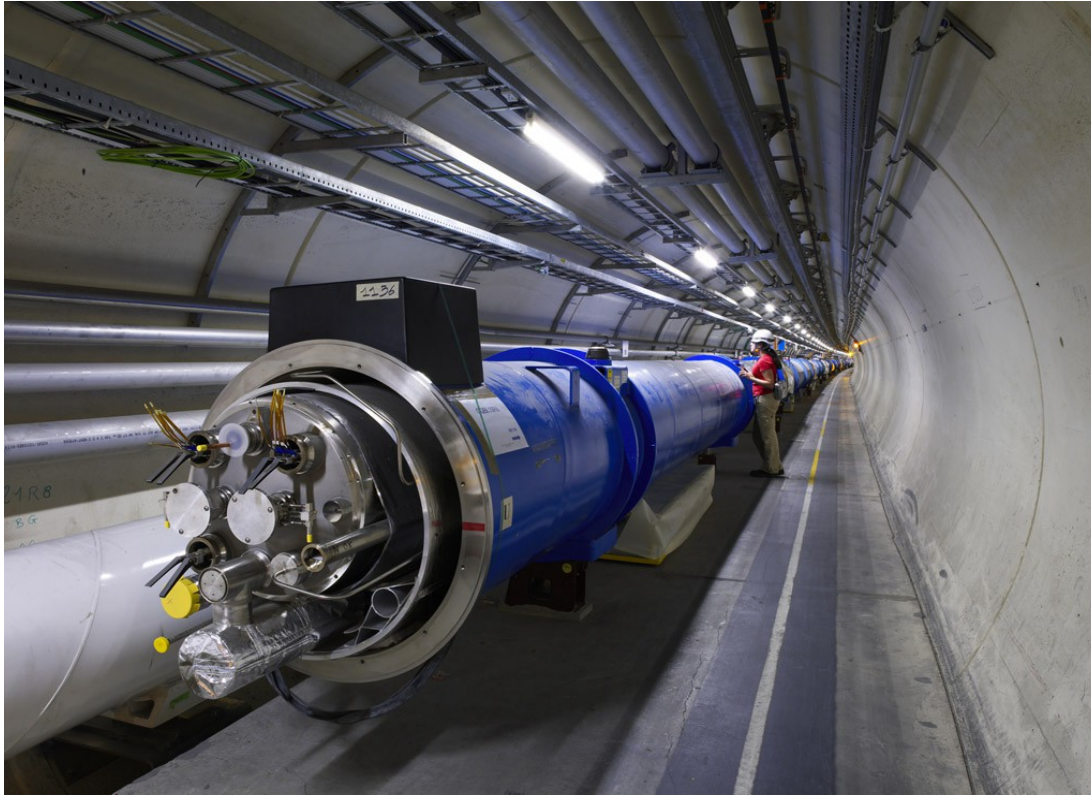
...Μάζα



Ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (LHC)



Ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (LHC)



Το LHC θα επιταχύνει πρωτόνια
σε ενέργειες 7 TeV το καθένα

Συνολική Ενέργεια: 14 TeV

Ταχύτητα: 99.9% ταχ. Φωτός

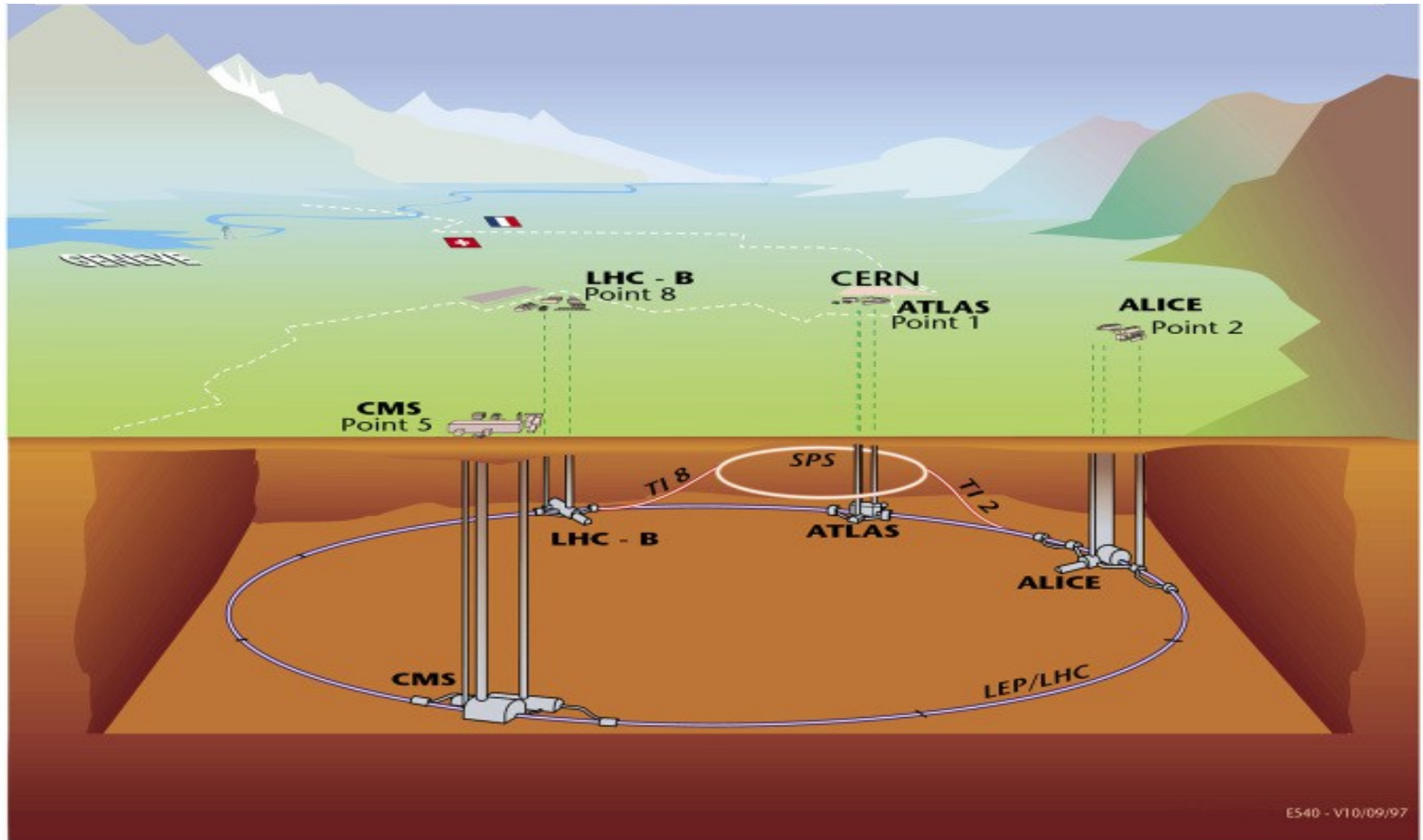
11,000 φορές το γύρω σε 1 δευτ.
11/4/2009



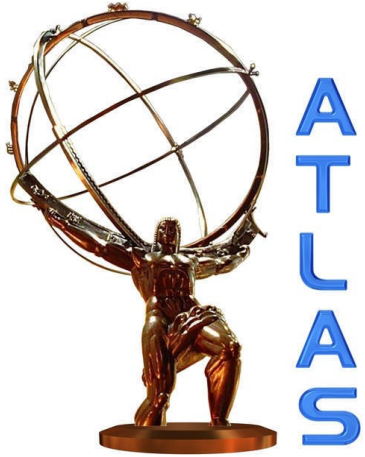
Ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων (LHC)



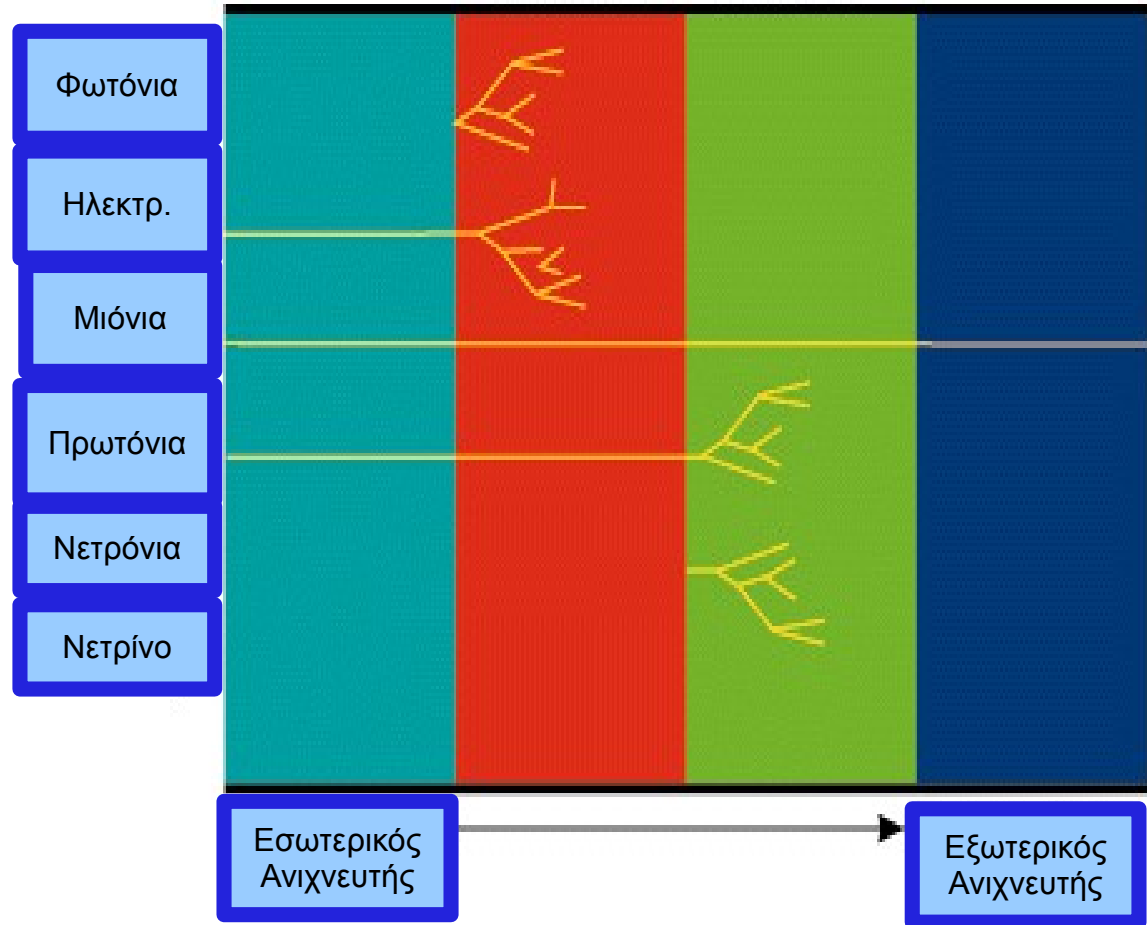
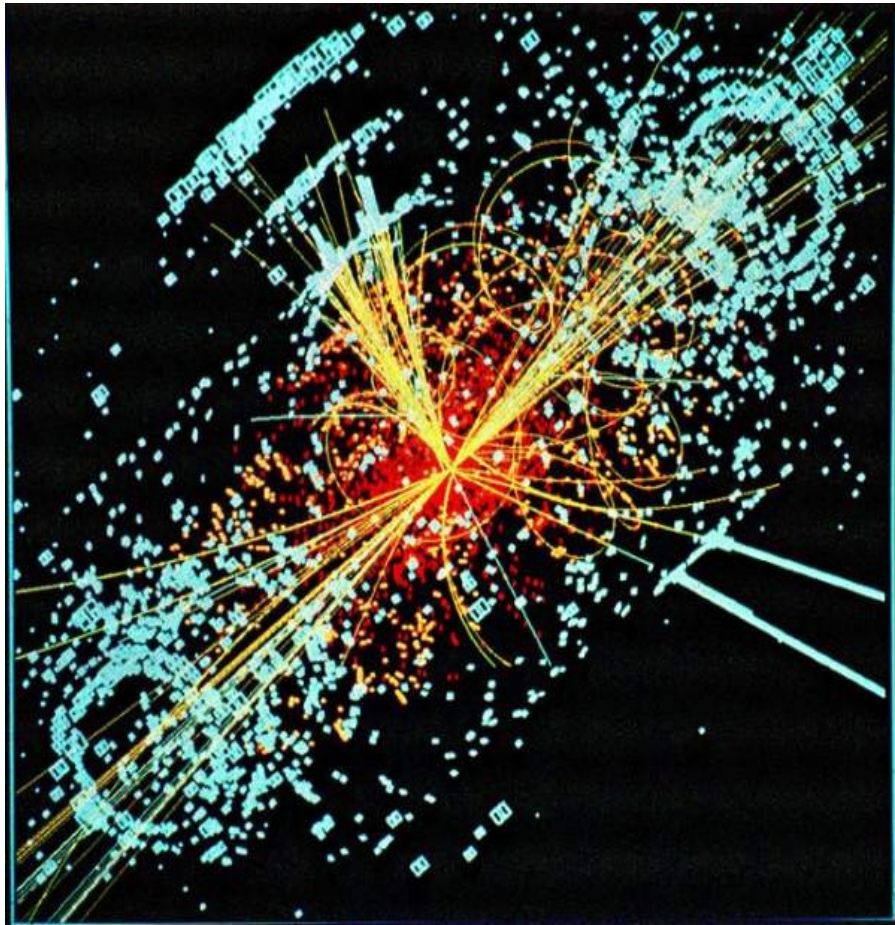
Ψηφιακές μηχανές... υψηλού μεγέθους



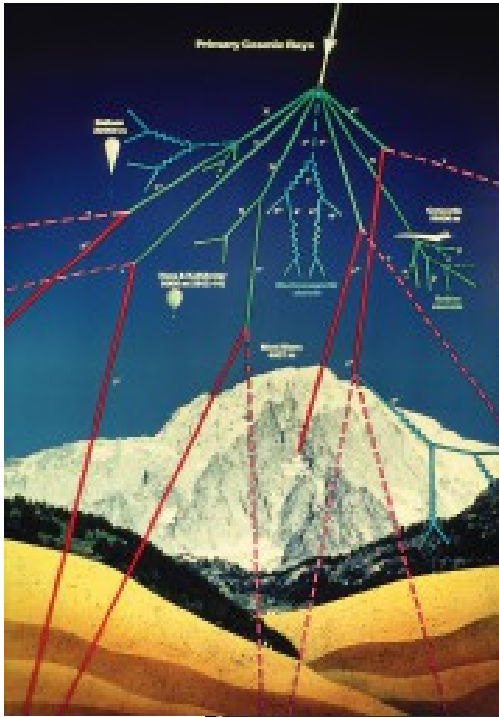
Ανιχνευτές-Τιτάνες: ATLAS



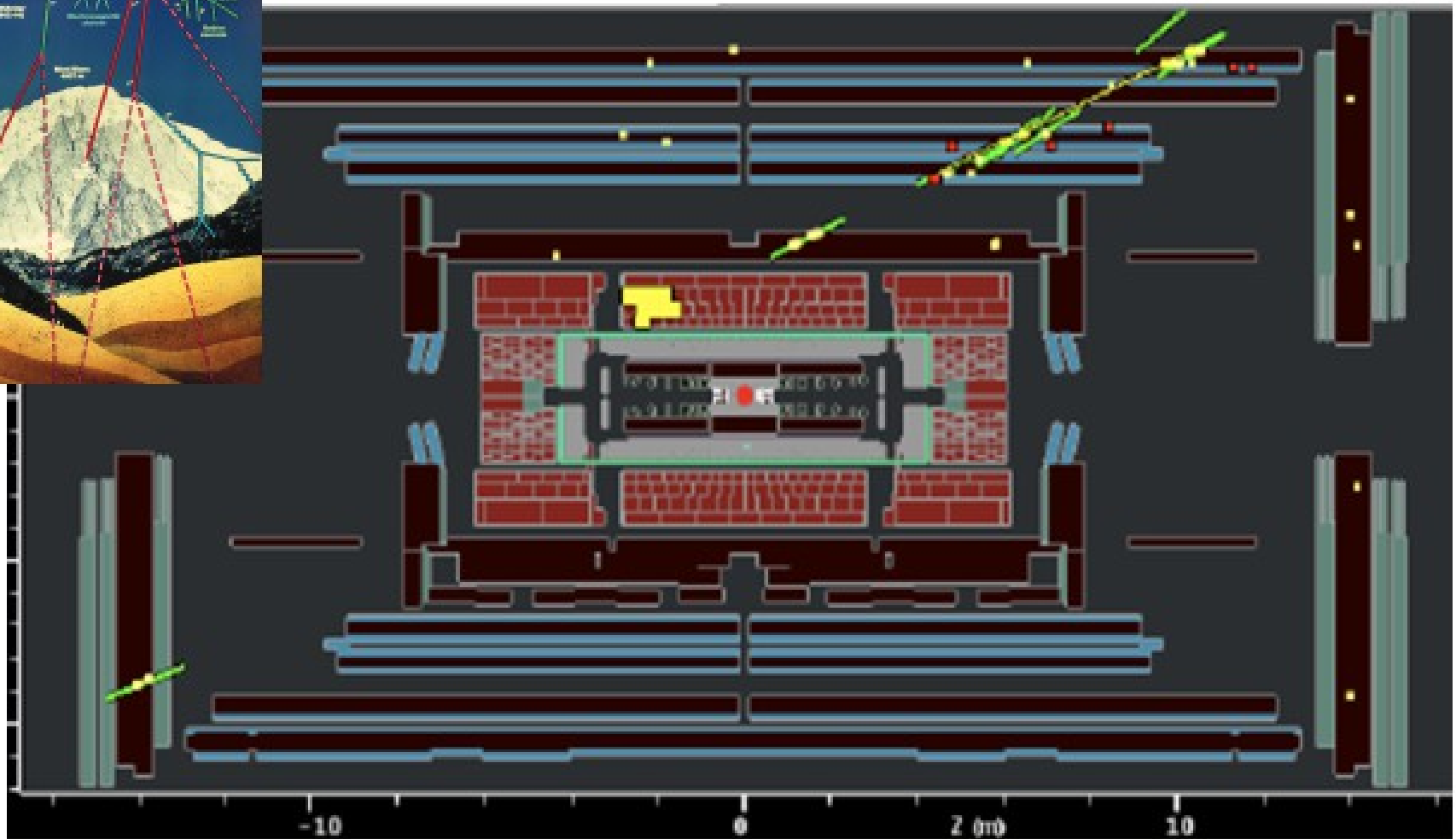
Ψηφιακές μηχανές... υψηλού μεγέθους



Ανιχνευτές-Τιτάνες: ATLAS



Οι πρώτες ανιχνεύσεις
κοσμικής ακτινοβολίας



Το Καθιερωμένο Μοντέλο

$$\mathcal{L}_{\text{SM}} = \mathcal{L}_{\text{Dirac}} + \mathcal{L}_{\text{mass}} + \mathcal{L}_{\text{gauge}} + \mathcal{L}_{\text{gauge}/\psi} . \quad (1)$$

Here,

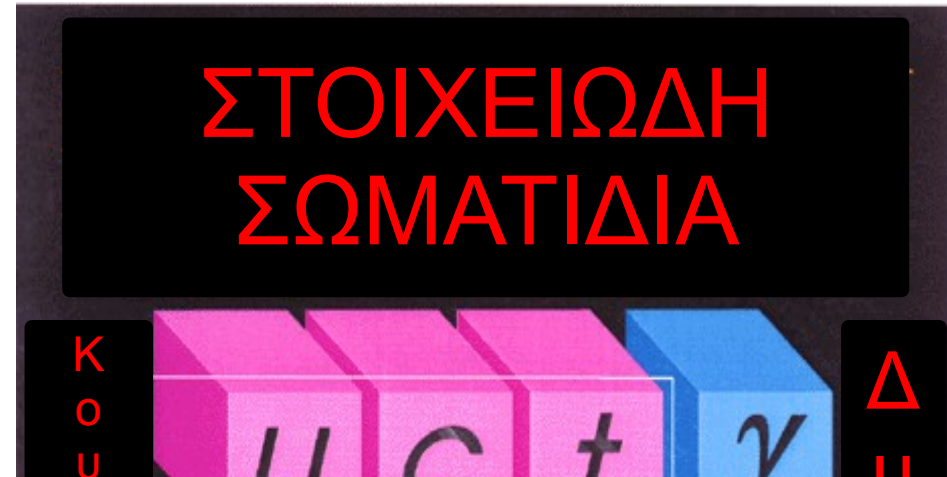
$$\mathcal{L}_{\text{Dirac}} = i\bar{e}_L^i \not{\partial} e_L^i + i\bar{\nu}_L^i \not{\partial} \nu_L^i + i\bar{e}_R^i \not{\partial} e_R^i + i\bar{\nu}_R^i \not{\partial} \nu_R^i + i\bar{d}_L^i \not{\partial} d_L^i + i\bar{u}_R^i \not{\partial} u_R^i + i\bar{d}_R^i \not{\partial} d_R^i ; \quad (2)$$

$$\mathcal{L}_{\text{mass}} = -v \left(\lambda_e^i \bar{e}_L^i e_R^i + \lambda_u^i \bar{u}_L^i u_R^i + \lambda_d^i \bar{d}_L^i d_R^i + \text{h.c.} \right) - M_W^2 W_\mu^+ W^{-\mu} - \frac{M_W^2}{2 \cos^2 \theta_W} Z_\mu Z^\mu ; \quad (3)$$

$$\mathcal{L}_{\text{gauge}} = -\frac{1}{4} (G_{\mu\nu}^a)^2 - \frac{1}{2} W_{\mu\nu}^+ W^{-\mu\nu} - \frac{1}{4} Z_{\mu\nu} Z^{\mu\nu} - \frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + \mathcal{L}_{\text{WZA}} , \quad (4)$$

where

$$\begin{aligned} G_{\mu\nu}^a &= \partial_\mu A_\nu^a - \partial_\nu A_\mu^a - g_3 f^{abc} A_\mu^b A_\nu^c \\ W_{\mu\nu}^\pm &= \partial_\mu W_\nu^\pm - \partial_\nu W_\mu^\pm \\ Z_{\mu\nu} &= \partial_\mu Z_\nu - \partial_\nu Z_\mu \\ F_{\mu\nu} &= \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu , \end{aligned} \quad (5)$$



$$g M W_\mu^+ W^{-\mu} H - 0.5 g C_W^{-2} M Z^0 Z^0_\mu H$$

and

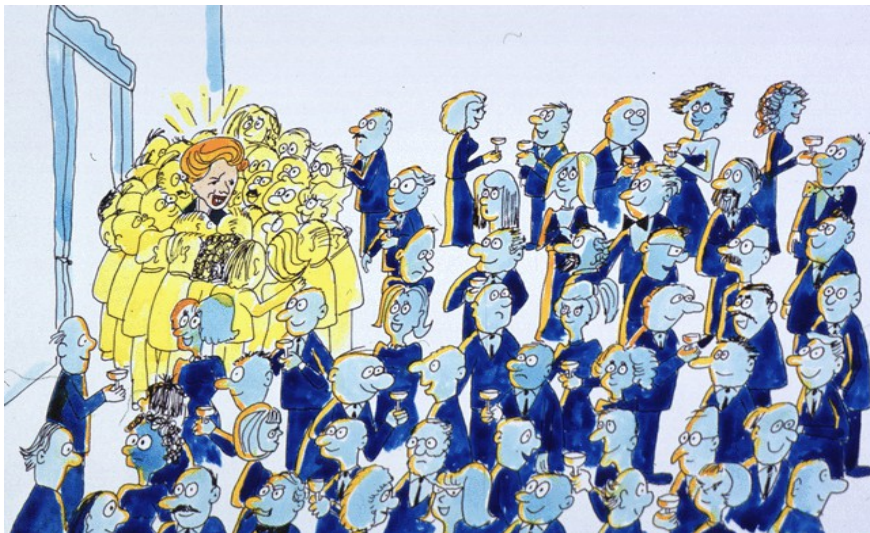
$$\mathcal{L}_{\text{gauge}/\psi} = -g_3 A_\mu^a J_{(3)}^{\mu a} - g_2 (W_\mu^+ J_{W^+}^\mu + W_\mu^- J_{W^-}^\mu + Z_\mu J_Z^\mu) - e A_\mu J_A^\mu , \quad (7)$$

where

$$\begin{aligned} J_{(3)}^{\mu a} &= \bar{u}^i \gamma^\mu T_{(3)}^a u^i + \bar{d}^i \gamma^\mu T_{(3)}^a d^i \\ J_{W^+}^\mu &= \frac{1}{\sqrt{2}} (\bar{\nu}_L^i \gamma^\mu e_L^i + V^{ij} \bar{u}_L^i \gamma^\mu d_L^j) \\ J_{W^-}^\mu &= (J_{W^+}^\mu)^* \\ J_Z^\mu &= \frac{1}{\cos \theta_W} \left[\frac{1}{2} \bar{\nu}_L^i \gamma^\mu \nu_L^i + \left(-\frac{1}{2} + \sin^2 \theta_W \right) \bar{e}_L^i \gamma^\mu e_L^i + (\sin^2 \theta_W) \bar{e}_R^i \gamma^\mu e_R^i \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3} \sin^2 \theta_W \right) \bar{u}_L^i \gamma^\mu u_L^i + \left(-\frac{2}{3} \sin^2 \theta_W \right) \bar{u}_R^i \gamma^\mu u_R^i \right. \\ &\quad \left. + \left(-\frac{1}{2} + \frac{1}{3} \sin^2 \theta_W \right) \bar{d}_L^i \gamma^\mu d_L^i + \left(\frac{1}{3} \sin^2 \theta_W \right) \bar{d}_R^i \gamma^\mu d_R^i \right] \\ J_A^\mu &= (-1) \bar{e}^i \gamma^\mu e^i + \left(\frac{2}{3} \right) \bar{u}^i \gamma^\mu u^i + \left(-\frac{1}{3} \right) \bar{d}^i \gamma^\mu d^i . \end{aligned} \quad (8)$$

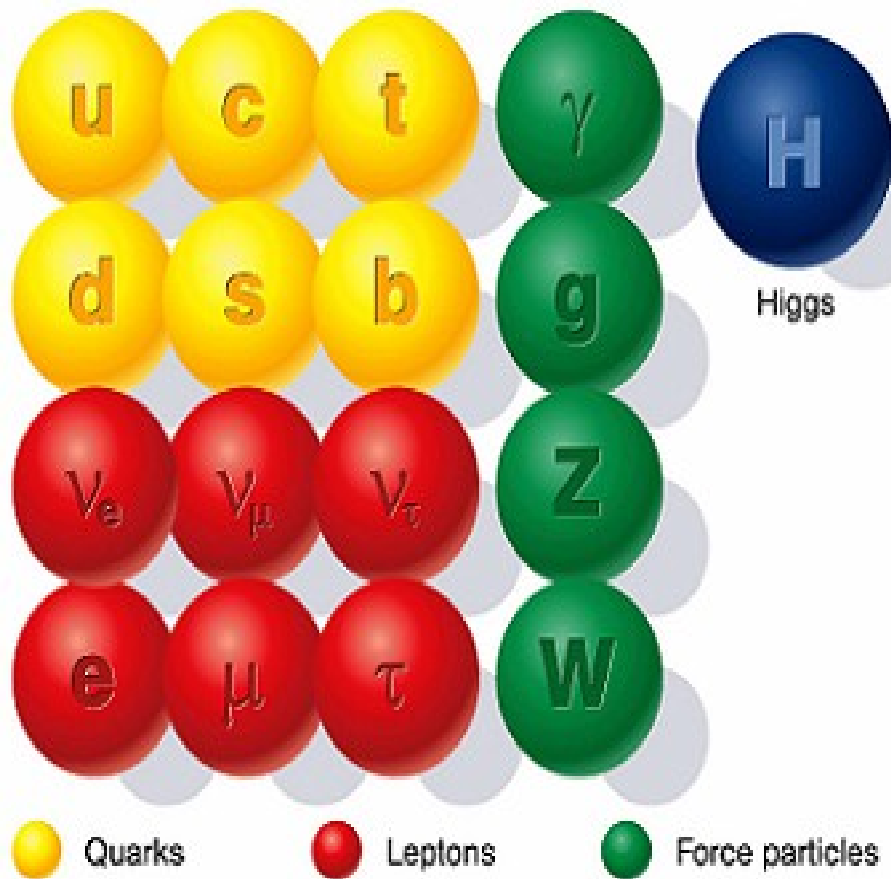


Ο μηχανισμός Higgs

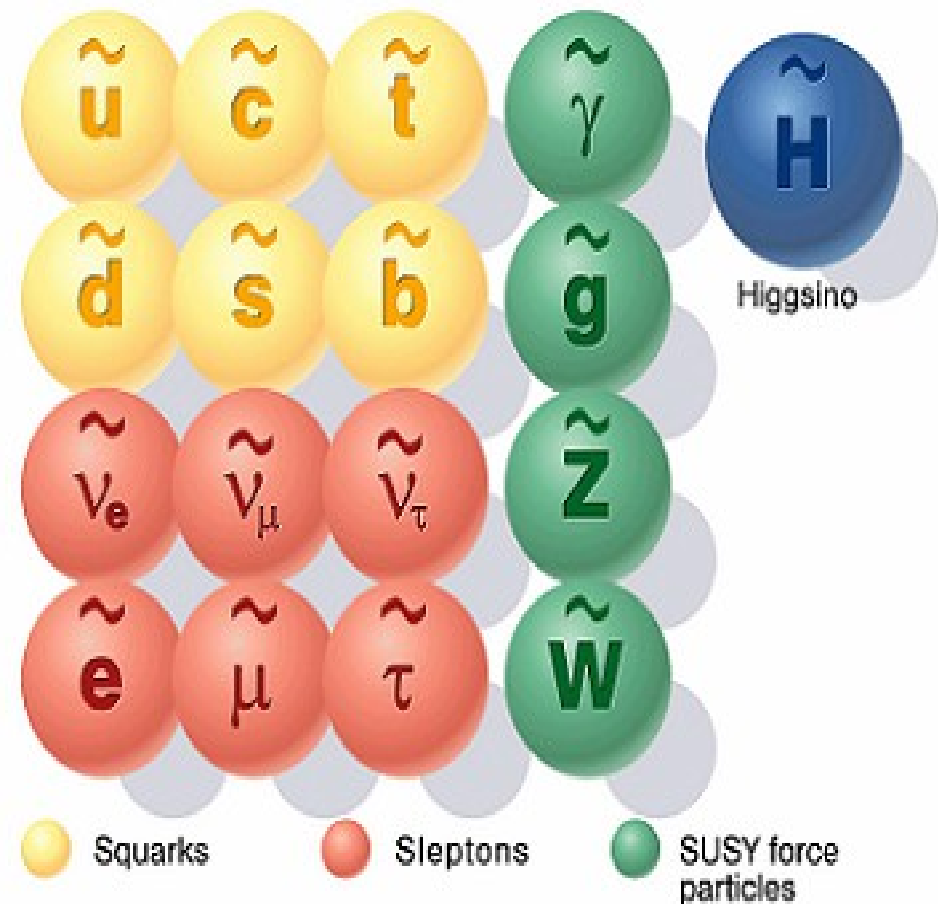


Φυσική πέρα από τα ... καθιερωμένα: Υπερσυμμετρία

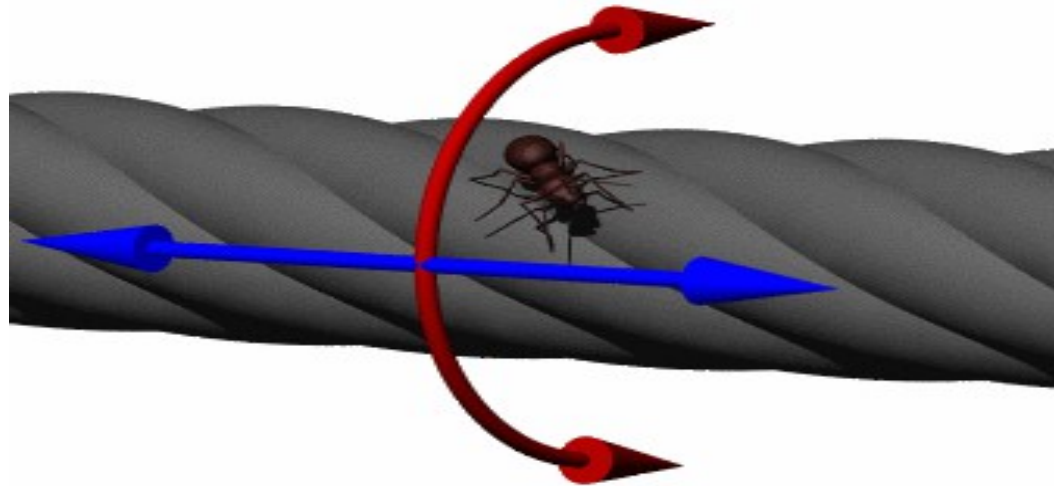
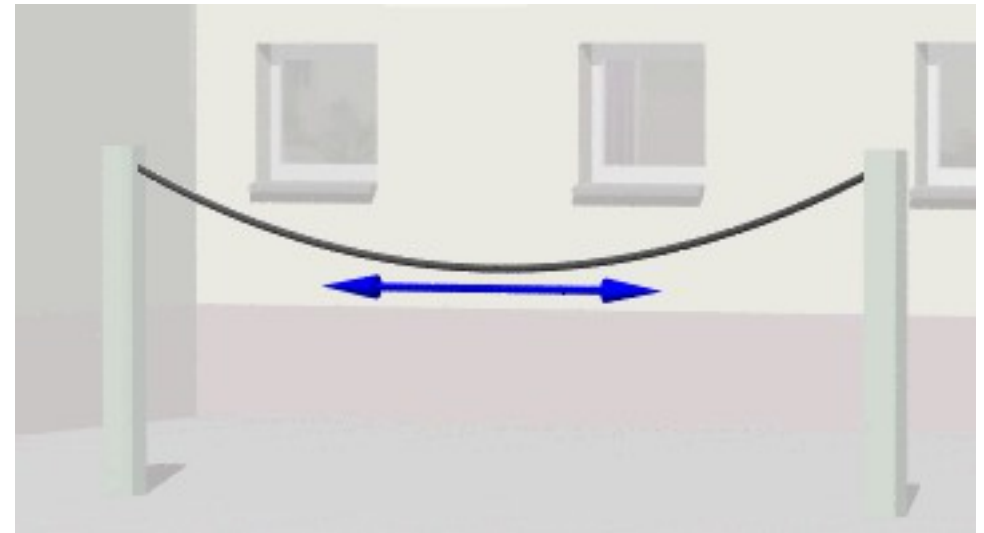
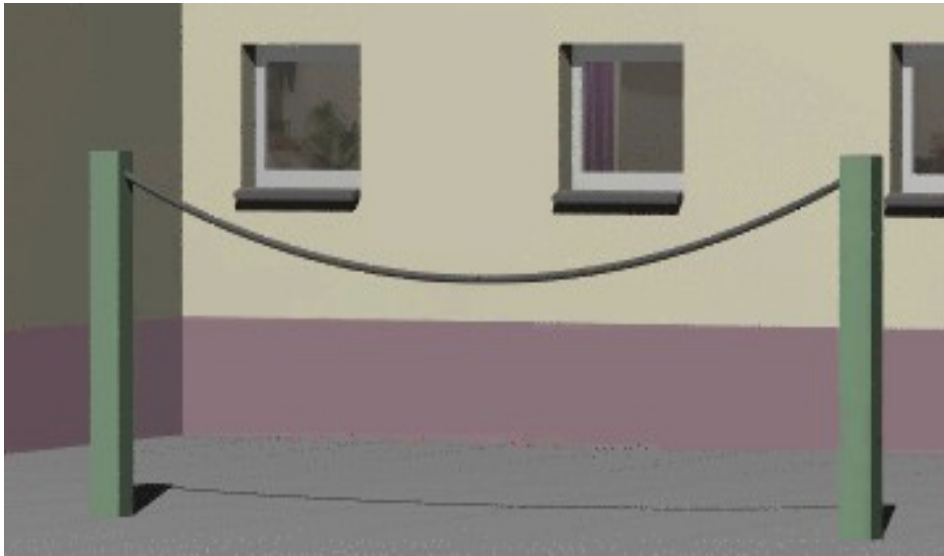
Καθιερωμένο Μοντέλο



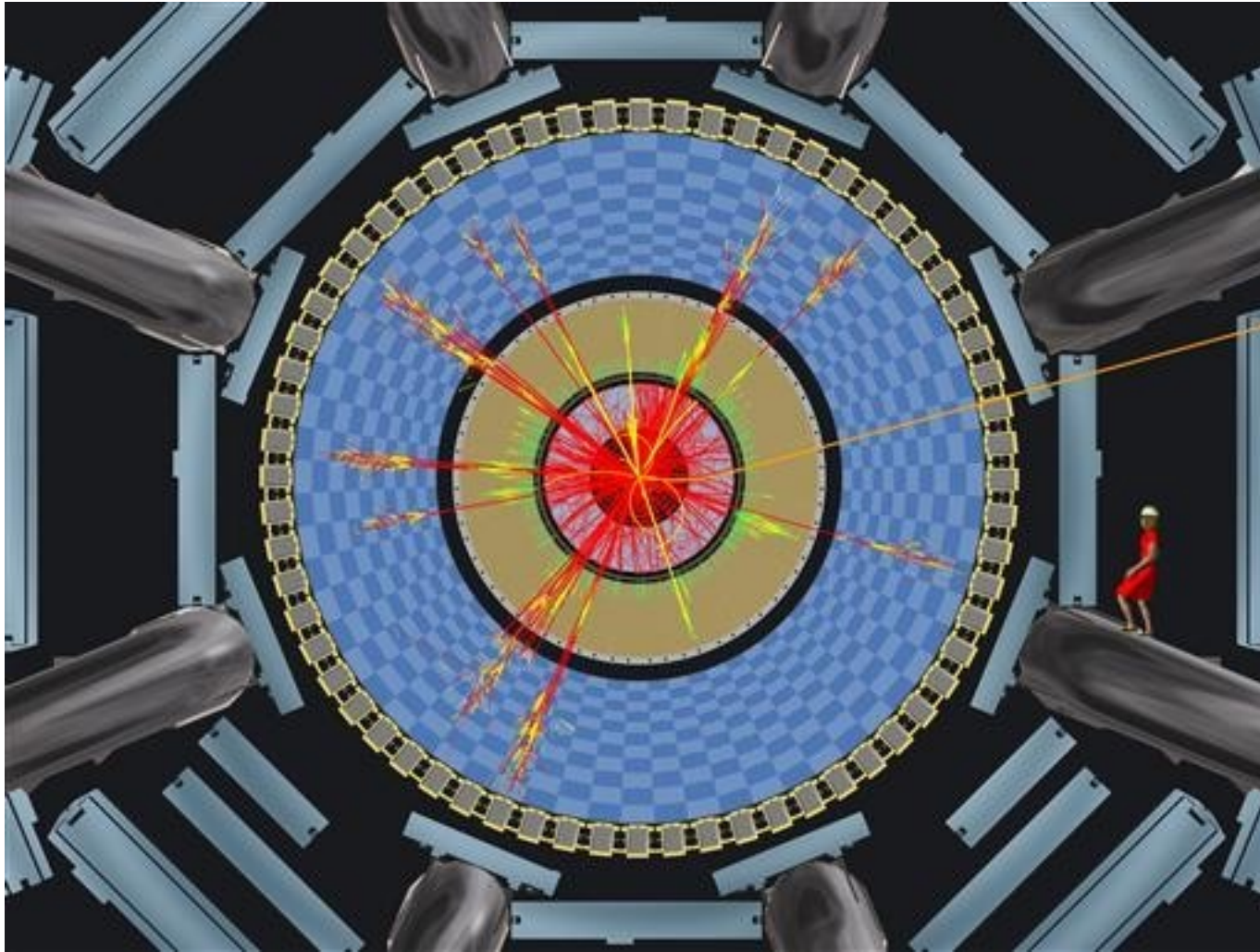
Υπερσυμμετρικό Μοντέλο



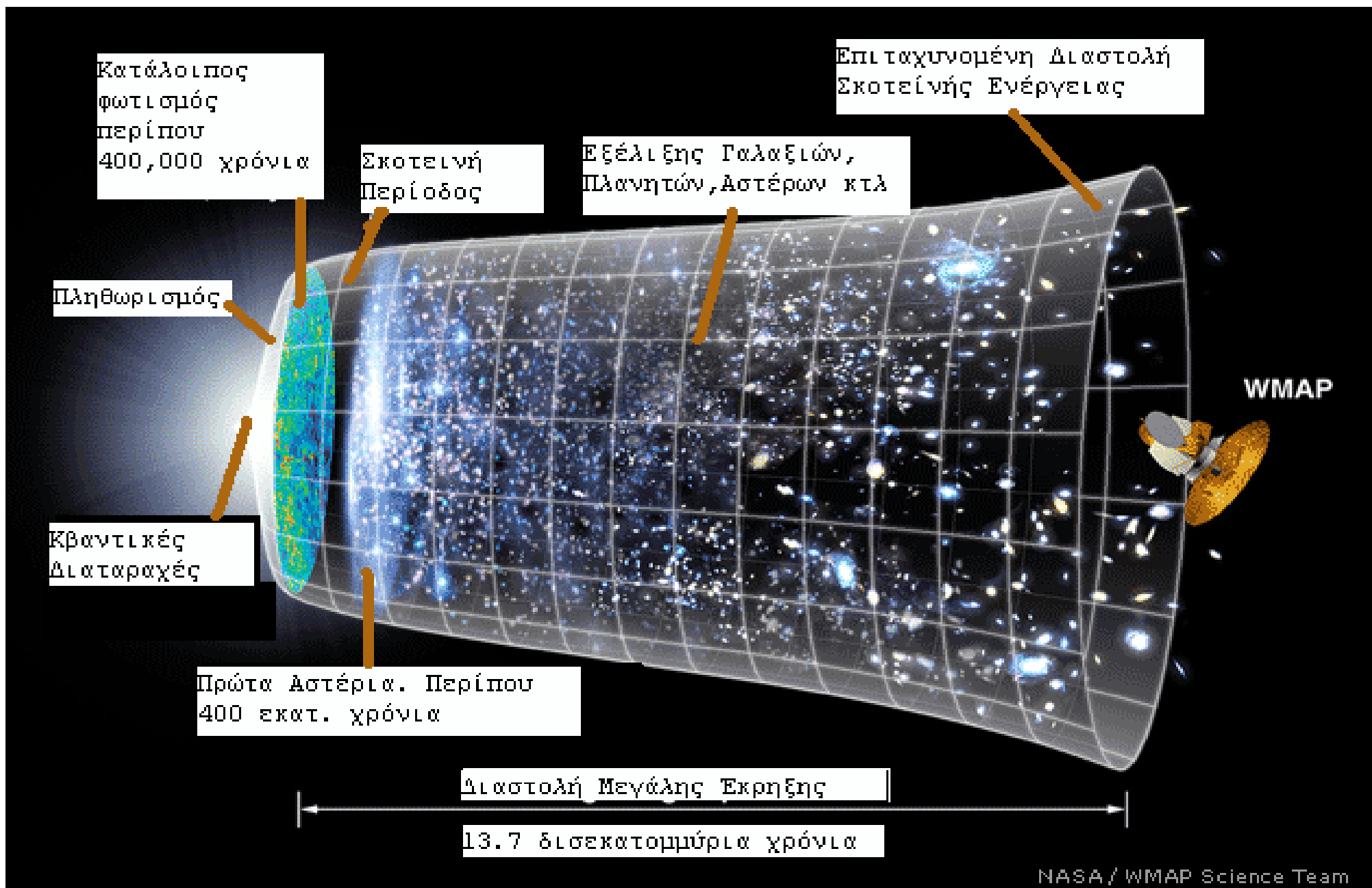
Φυσική πέρα από τα ... καθιερωμένα: Επιπλέον διαστάσεις



Φυσική πέρα από τα ... καθιερωμένα: Μαύρες Τρύπες



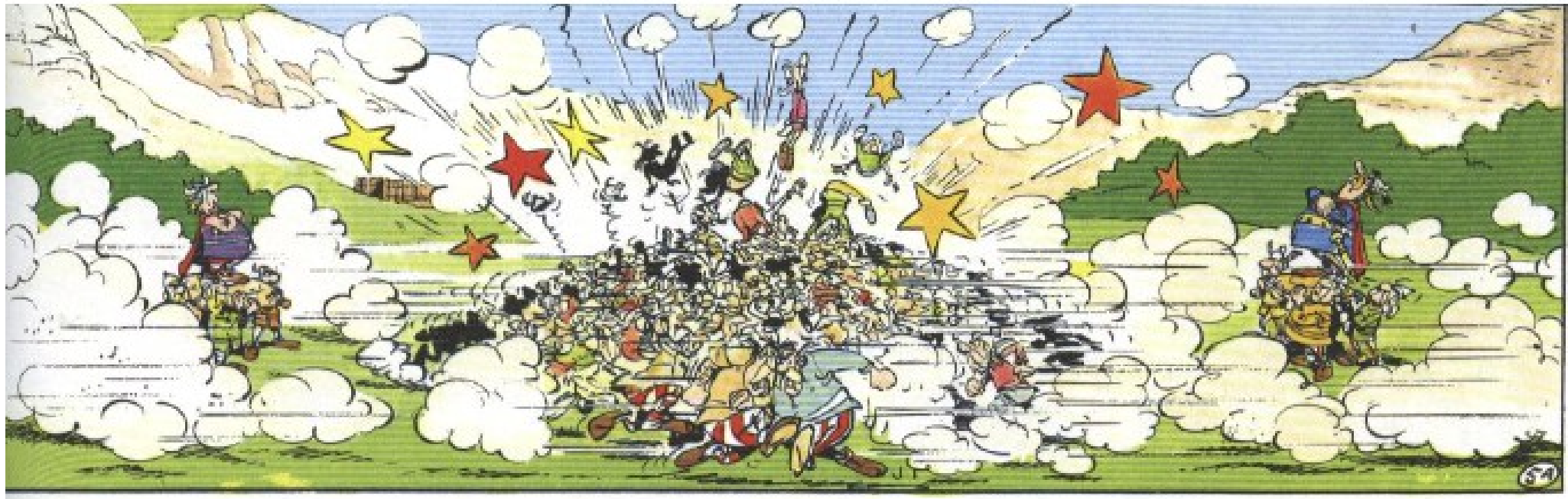
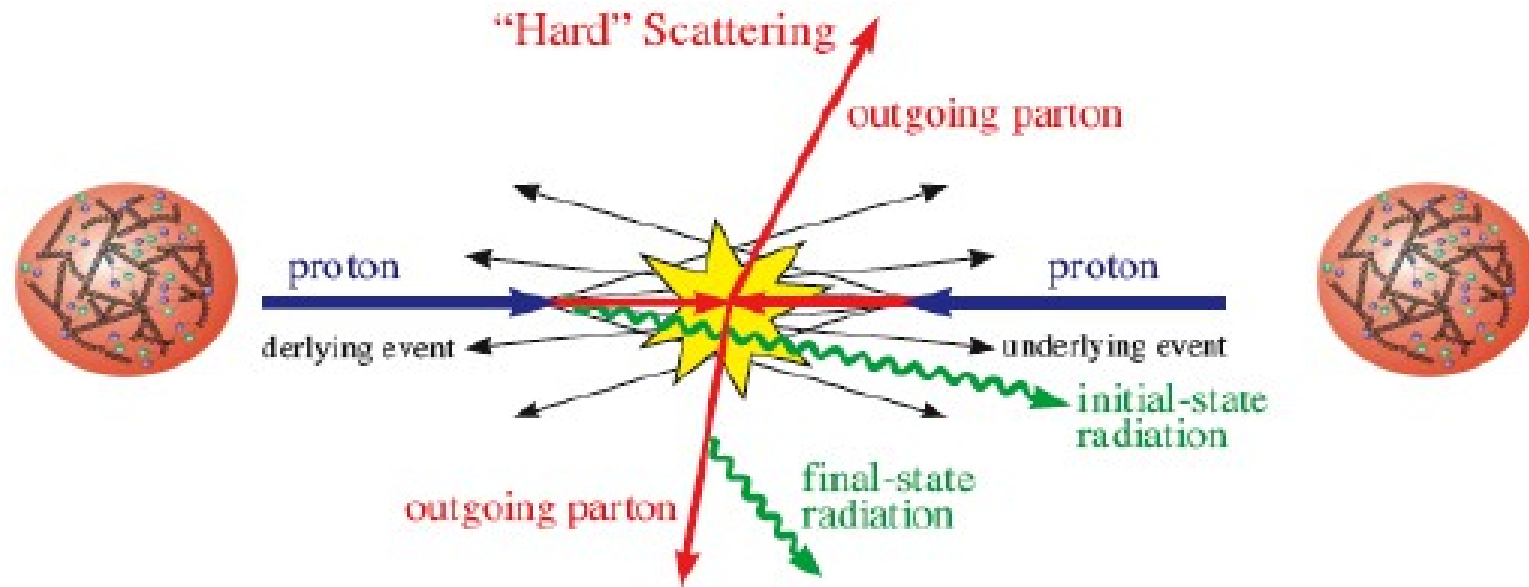
Τι ώρα είναι;



“Εάν κάποιος υποστηρίζει πως μπορεί να μιλάει ή να σκέπτεται για την κβαντική φυσική χωρίς να νιώθει ζαλάδα στο τέλος, τότε σημαίνει πως δεν έχει καταλάβει τίποτα”.

Niels Bohr

Έτοιμοι για δράση



Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του LHC

- ◇ Τέλη Σεπτεμβρίου 2009: Επιτάχυνση δεσμών πρωτονίων
- ◇ Τέλη Οκτωβρίου 2009: Σύγκρουση δεσμών πρωτονίων (χαμηλές ενέργειες)
- ◇ Διακοπή Χριστουγέννων
- ◇ Ιανουάριος 2010: Σύγκρουση δεσμών πρωτονίων (υψηλές ενέργειες)
- ◇ Σεπτεμβρίου 2010: Ανακοινώσεις αρχικών μετρήσεων

LHC και περιβάλλον.

- ◇ Ραδιενέργεια λόγω περιβάλλοντος: 2400 μSv ανά έτος
- ◇ Σε μία πτήση Λονδίνο-Λος Άντζελες: 100 μSv
- ◇ Από τη λειτουργία του LHC: λιγότερο από 10 μSv ανά έτος
- ◇ Καταναλισκόμενη ισχύς LHC : 120 MW όσο όλο το καντόνι της Γενεύης.

Χαρακτηριστικά του LHC

- ◇ 100 μ. υπογείως
- ◇ 27 χλμ. περιφέρεια
- ◇ 11,000 περιστροφές πακέτου πρωτονίων ανά δευτερόλεπτο
- ◇ 40 εκατ. συγκρούσεις ανά δευτερόλεπτο
- ◇ 6,700 υπεραγώγιμοι μαγνήτες.
- ◇ -271 βαθμοί Κελσίου εσωτερική θερμοκρασία
- ◇ Αναμενόμενο κόστος: περίπου 6.4 δισεκατομύρια Ευρώ.
(σ.σ κόστος Αερολιμένα Αθηνών: 2.1 δισεκατομύρια Ευρώ.)

Επιστήμη και Θεολογία

- ◇ Αθεϊστές: “όσο πιο πολύ κατανοητό γίνεται το σύμπαν, τόσο πιο πολύ μοίζει χωρίς νόημα”.
- ◇ Σκεπτικιστές: “Μόνο ο χρόνος θα δείξει την ορθότητα των θεωριών μας”.
- ◇ Πλατωνιστές: “Νέος αφαιρετικός κόσμος πέρα από τον δικό μας”.
- ◇ Πιστοί: “Αν θέλεις να καταλάβεις τη σημασία των πραγμάτων, πρέπει να πας πέρα από την επιστήμη”.
- ◇ Πανθεϊστές: “Μπορείς να αποκαλέσεις ολόκληρο το Σύμπαν Θεό”.