

ΤΡΙΜΗΝΙΑΙΑ ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚά Χρονικά

Η ανώτατη εκπαίδευση δεν είναι
μονοπώλιο των Πανεπιστημίων

Υποβολή πρότασης
Αρχιμήδης ΙΙΙ

Το ζήτημα των Κολεγίων
σε 10 αλήθειες

ΙΟΥΛΙΟΣ
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
2009

ΤΕΥΧΟΣ

18



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚά ΧΡΟΝΙΚΑ

Ιδιοκτησία	ΤΕΙ Αθήνας
Εκδότης	Δημήτριος Νίνος Πρόεδρος ΤΕΙ Αθήνας
Διευθυντής	Αντώνιος Καμμάς
Συντακτική Επιτροπή	Δημήτριος Νίνος Μιχαήλ Μπρατάκος Ιωάννης Χάλαρης Απόστολος Παπαποστόλου Γεώργιος Γιαννακόπουλος
Επιμέλεια έκδοσης	Ιφιγένεια Αναστασάκου Ελένη Βαβουράκη Δώρα Φραγκούλη Δανάη Κονδύλη
Καλλιτεχνική Επιμέλεια έκδοσης	Έφη Παναγιωτίδη, efipanpan@yahoo.gr



ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΕΙ ΑΘΗΝΑΣ

Πρόεδρος	Δημήτριος Νίνος
Αντιπρόεδρος	Αντώνιος Καμμάς
Αντιπρόεδρος	Μιχαήλ Μπρατάκος
Αντιπρόεδρος	Ιωάννης Χάλαρης
Διευθύντρια ΣΕΥΠ	Ευαγγελία Πρωτόπαπα
Διευθυντής ΣΤΕΦ	Δημήτριος Βάττης
Διευθυντής ΣΓΤΚΣ	Νικήτας Χιωτίνης
Διευθυντής ΣΔΟ	Γεώργιος Πολυχρονόπουλος
Διευθυντής ΣΤΕΤΡΟΔ	Ιωάννης Τσάκνης
Γενική Γραμματέας	Κωνσταντίνα Μασούρα
Γραμματέας Συμβουλίου	Αφροδίτη Λάσκαρη

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΩΝ

Πρόεδρος ΕΕ&Ε	Μιχαήλ Μπρατάκος
	Αντιπρόεδρος ΤΕΙ-Α
Αντιπρόεδρος	Ιωάννης Τσάκνης
Μέλη ΕΕ&Ε	Ευαγγελία Πρωτόπαπα Γεώργιος Παναγιάρης Δήμος Τριάντης Γεώργιος Γιαννακόπουλος Πέτρος Πουλμέντης
Γραμματέας ΕΕ&Ε	Ιφιγένεια Αναστασάκου

ΤΕΙ Αθήνας
Αγ. Σπυρίδωνος, 122 10 Αιγάλεω
Τηλ.: 210 538 5100
<http://www.teiath.gr> / e-mail: eee@teiath.gr

1

ΣΗΜΕΙΩΜΑ ΤΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ 4

2

- ΘΕΣΜΙΚΑ 7
- Έκτακτη Σύνοδος Προέδρων - Αντιπροέδρων ΤΕΙ
 - 7 ▪ Δελτίο τύπου της Γραμματείας της Συνόδου
 - 9 ▪ Επιστολή της ΟΣΕΠ - ΤΕΙ προς τον Υπουργό Παιδείας
 - 10 ▪ **Μ. Μπρατάκος:** Το ζήτημα των Κολεγίων σε 10 αλήθειες

3

- ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ 17
- **Μεταπτυχιακό** Πρόγραμμα με τίτλο “Υγιεινή και ασφάλεια εργασίας”
 - 19 ▪ **Ι. Χάλαρης:** Ανάπτυξη & αξιοποίηση διαδικτυακής εφαρμογής για την υποβολή ηλεκτρονικής αίτησης και αξιολόγησης υποψηφίων επιστημονικών και εργαστηριακών συνεργατών

4

- ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ - ΟΜΙΛΙΕΣ 24
- **Δ. Νίνος:** Η ανώτατη εκπαίδευση δεν είναι μονοπώλιο των πανεπιστημίων

5

- ΑΡΘΡΑ - ΑΠΟΨΕΙΣ 27
- **Ν. Παταργιάς:** Η γοητεία των κουάρκ: χρώματα και ...αρώματα
 - 34 ▪ **Α. Καμμάς:** Έλληνες - Γραικοί - Ρωμιοί
 - 36 ▪ **Ι. Μπουρής:** Ευημερία και Σύγκρουση: Συγκλίνουσες ή αποκλίνουσες έννοιες;
 - 42 ▪ **Στ. Φραγκόπουλος:** Ο μουσικοσυνθέτης Ludwig van Beethoven
 - 46 ▪ **Α. Κανιάρη:** Μουσεία και νόημα

6

- ΑΦΙΕΡΩΜΑ 50
- Παγκόσμια Ημέρα Νεολαίας

7

- ΕΡΕΥΝΑ - ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΕΣ 53
- **Μ. Παράβα, Μ. Στοϊκίδου:** Φαρμακευτικές & περιβαλλοντικές παρεμβάσεις στην πρόληψη της νόσου Alzheimer

8

- ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΖΩΗ 59
- **Μ. Βενετίκου, Σ. Σκυλοδήμου και Φ. Κοσμά:** Οι κυριότερες τεχνικές εξωσωματικής γονιμοποίησης

9

- ΤΑ ΝΕΑ ΤΟΥ ΤΕΙ 66
- Νέα της Διοίκησης
 - 68 ▪ Νέα από τα Τμήματα
 - 83 ▪ Νέα της Επιτροπής Εκπαίδευσης και Ερευνών
 - 84 ▪ Υποβολή πρότασης Αρχιμήδης ΙΙΙ

10

ΦΟΙΤΗΤΙΚΑ ΝΕΑ 104

11

ΕΠΙΣΤΟΛΕΣ 116

Τα άρθρα που δημοσιεύονται εκφράζουν
προσωπικές απόψεις των αρθρογράφων

5

ΑΡΘΡΑ ΑΠΟΨΕΙΣ

▪ **N. Παταργιάς**

Η γοητεία των κουάρκ: χρώματα και ...αρώματα

▪ **A. Καρμάς**

Έλληνες - Γραικοί - Ρωμιοί

▪ **Δ. Μπουρής**

Ευημερία και Σύγκρουση:

Συγκλίνουσες ή αποκλίνουσες έννοιες;

▪ **Στ. Φραγκόπουλος**

Ο μουσικοσυνθέτης Ludwig van Beethoven

▪ **A. Κανιάρη**

Μουσεία και νόημα

του Ν. Παταργιά*



η γοητεία των κουάρκ:

χρώματα και ...αρώματα

Η υπόθεση ότι η ύλη αποτελείται από μικροσκοπικά, “στοιχειώδη”, “αδιαίρετα” σωματίδια τα «**ά-τομα**», ήταν γνωστή από την Αρχαία Ελλάδα (4^{ος} π.χ. αιώνας Δημόκριτος, Λεύκιππος). Τα “στοιχειώδη” αυτά σωματίδια συνδυάζονται σε πιο περίπλοκους σχηματισμούς, που με τη σειρά τους φτιάχνουν νέες μεγαλύτερες δομές. Η εικόνα που επικρατεί σήμερα για την δομή της ύλης δε διαφέρει πολύ, τουλάχιστον ως προς το φιλοσοφικό της περιεχόμενο, από εκείνη που συνέλαβε ο Δημόκριτος. Μόνο που οι δομικοί λίθοι του υλικού κόσμου δε θεωρούνται πια τα άτομα, όπως για αρκετούς αιώνες επικρατούσε αυτή η άποψη • ούτε τα πρωτόνια και νετρόνια (νουκλεόνια) που, όπως αποκαλύφθηκε αργότερα, συνθέτουν τους πυρήνες των ατόμων.

Σε ένα ακόμη βαθύτερο επίπεδο, **η ύλη αποτελείται από κάποια θεμελιώδη αδιαίρετα συστατικά τα κουάρκ (quarks), δηλαδή, τα “ά-τομα”, με την έννοια του Δημόκριτου, είναι τα κουάρκ.**

Το έτος 1964 ο Αμερικανός θεωρητικός φυσικός **Murray Gell-Mann** (Νόμπελ 1969) που εκείνη

την εποχή εργαζόταν στο California Institute of Technology και ο **George Zweig** εργαζόμενος, ανεξάρτητα, την ίδια εποχή στο CERN, **προσπαθώντας να ταξινομήσουν τον μεγάλο αριθμό και ποικιλία αδρονίων** (κατηγορία συνθέτων σωματιδίων που τα συστατικά τους αλληλεπιδρούν μέσω της ισχυρής αλληλεπίδρασης) **υπέθεσαν ότι τα αδρόνια είναι σύνθετα σωματίδια αποτελούμενα από ένα μικρό αριθμό απλούστερων (στοιχειωδών) σωματιδίων, τα οποία ο Gell-Mann ονόμασε κουάρκ.**

Κάθε αδρόνιο συγκροτείται από ένα διαφορετικό συνδυασμό μερικών κουάρκ. Αρχικά χρειαζόνταν μόνο τρία είδη κουάρκ. Μεταγενέστερες ανακαλύψεις κατέστησαν απαραίτητη την εισαγωγή τριών ακόμη ειδών κουάρκ με μεγαλύτερη μάζα. Στη δεκαετία του 1970 η υπόθεση αυτή ενισχύθηκε σημαντικά από τα πειράματα σκέδασης ηλεκτρονίων πάνω σε νουκλεόνια “στην κατ’ εξοχή μη ελαστική περιοχή”, τα οποία πραγματοποιήθηκαν στο Stanford Linear Accelerator Center (SLAC). **Το περίεργο όνομα κουάρκ δόθηκε από τον**

*Ο κ. Ν. Παταργιάς είναι καθηγητής του Γενικού Τμήματος Φυσικής - Χημείας και Τεχνολογίας Υλικών

Gell-Mann από τη φράση “three quarks for Muster Mark” που βρίσκεται στα αινιγματικά ενός χαρακτήρα του Ιρλανδού συγγραφέα James Joyce στο μυθιστόρημα του Finnegans Wake.

Σήμερα είμαστε σχεδόν βέβαιοι ότι υπάρχουν έξι (6) είδη κουάρκ τα οποία ταξινομούνται σε τρεις γενιές (generators):

Πρώτη γενιά τα:

u (up: άνω), **d** (down: κάτω)

Δεύτερη γενιά τα:

s* (strange: παράξενο), **c** (charmed: γοητευτικό)

Τρίτη γενιά τα:

b (beauty: όμορφο ή bottom: χαμηλό),

t (truth: αληθινό ή top: υψηλό).

Από όλα τα πειράματα υψηλών ενεργειών, που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, προκύπτει ότι **τα παραπάνω έξι (6) κουάρκ συμπεριλαμβάνονται στα θεμελιώδη (fundamentals) σωματίδια, δηλαδή, δεν μπορούν να διαιρεθούν σε μικρότερα σωματίδια.** Η συνήθης ύλη συγκροτείται από κουάρκ της πρώτης γενιάς και ηλεκτρόνια. Κάθε είδος κουάρκ έχει, όπως παλαιότερα τα άτομα, διαφορετικές ιδιότητες. **Ανάλογα μάλιστα με τις ιδιότητές του στο κάθε κουάρκ αποδίδεται ένα “άρωμα” ή “γεύση” (flavor).**

Το “άρωμα” αυτό, που βέβαια δεν έχει τίποτε κοινό με το άρωμα των λουλουδιών ή το άρωμα μιας γοητευτικής γυναίκας, **είναι μια ιδιότητα (κβαντικός αριθμός),** η οποία ρυθμίζει τους επιτρεπτούς συνδυασμούς των κουάρκ για το σχηματισμό αδρονίων, π.χ. τρία κουάρκ, τα δύο από τα οποία έχουν το ίδιο άρωμα, συγκροτούν το **πρωτόνιο**. Ένας διαφορετικός συνδυασμός τριών και πάλι κουάρκ συγκροτεί το **νετρόνιο**. **Ο όρος “γεύση” χρησιμοποιείται και για**

τους διαφορετικούς τύπους λεπτονίων (ηλεκτρόνιο, μιονίο, τ).

Το μοντέλο των κουάρκ έχει μειώσει την πολύπλοκη μεγάλη σειρά σωματιδίων σε ένα λογικό αριθμό και είχε επιτυχίες στη πρόβλεψη νέων συνδυασμών κουάρκ, των οποίων η πειραματική διαπίστωση έγινε λίγο αργότερα.

Μια επαναστατική ιδιότητα των κουάρκ είναι **ότι το ηλεκτρικό τους φορτίο θεωρείται ότι δεν είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του στοιχειώδους ηλεκτρικού φορτίου του ηλεκτρονίου, αλλά κλασματικό,** π.χ. τα κουάρκ u, s, d φέρουν, αντίστοιχα, ηλεκτρικά φορτία $+\frac{2}{3}|e|$, $-\frac{1}{3}|e|$ και $-\frac{1}{3}|e|$, όπου $|e|$ η απόλυτος τιμή του στοιχειώδους φορτίου του ηλεκτρονίου.

Τα κουάρκ συνενώνονται μεταξύ τους κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το σωματίδιο που θα προκύψει να έχει συνολικό ηλεκτρικό φορτίο ακέραιο πολλαπλάσιο της τιμής $|e|$ του στοιχειώδους ηλεκτρικού φορτίου του ηλεκτρονίου, π.χ. το πρωτόνιο είναι συνδυασμός δύο κουάρκ u και ένα d, οπότε το ηλεκτρικό φορτίο του είναι: $q = +\frac{2}{3}|e| + \frac{2}{3}|e| - \frac{1}{3}|e| = |e|$.

Να σημειωθεί ότι **με κάθε κουάρκ συσχετίζονται ένα αντικουάρκ που φέρει την ίδια μάζα και το ίδιο σπίν με το κουάρκ και αντίθετους τους άλλους κβαντικούς αριθμούς.**

Οι συνθέσεις όλων των μέχρι σήμερα αδρονίων καθορίζονται από δύο απλούς κανόνες:

- ➔ Τα μεσόνια (κατηγορία αδρονίων) συγκροτούνται από ένα κουάρκ και από ένα αντικουάρκ, π.χ το πιόνιο π^+ συνίσταται ως $u\bar{d}$.
- ➔ Τα βαρυόνια (κατηγορία αδρονίων) αποτελούνται από τρία κουάρκ π.χ. το πρωτόνιο p συνίσταται ως uud, το νετρόνιο n ως udd.

*Στην ανακάλυψη του κουάρκ **s** είχε μεγάλη συμμετοχή ο Γιάννης Ηλιόπουλος καθηγητής θεωρητικής φυσικής στο Ecole Normale Supérieure, Paris.

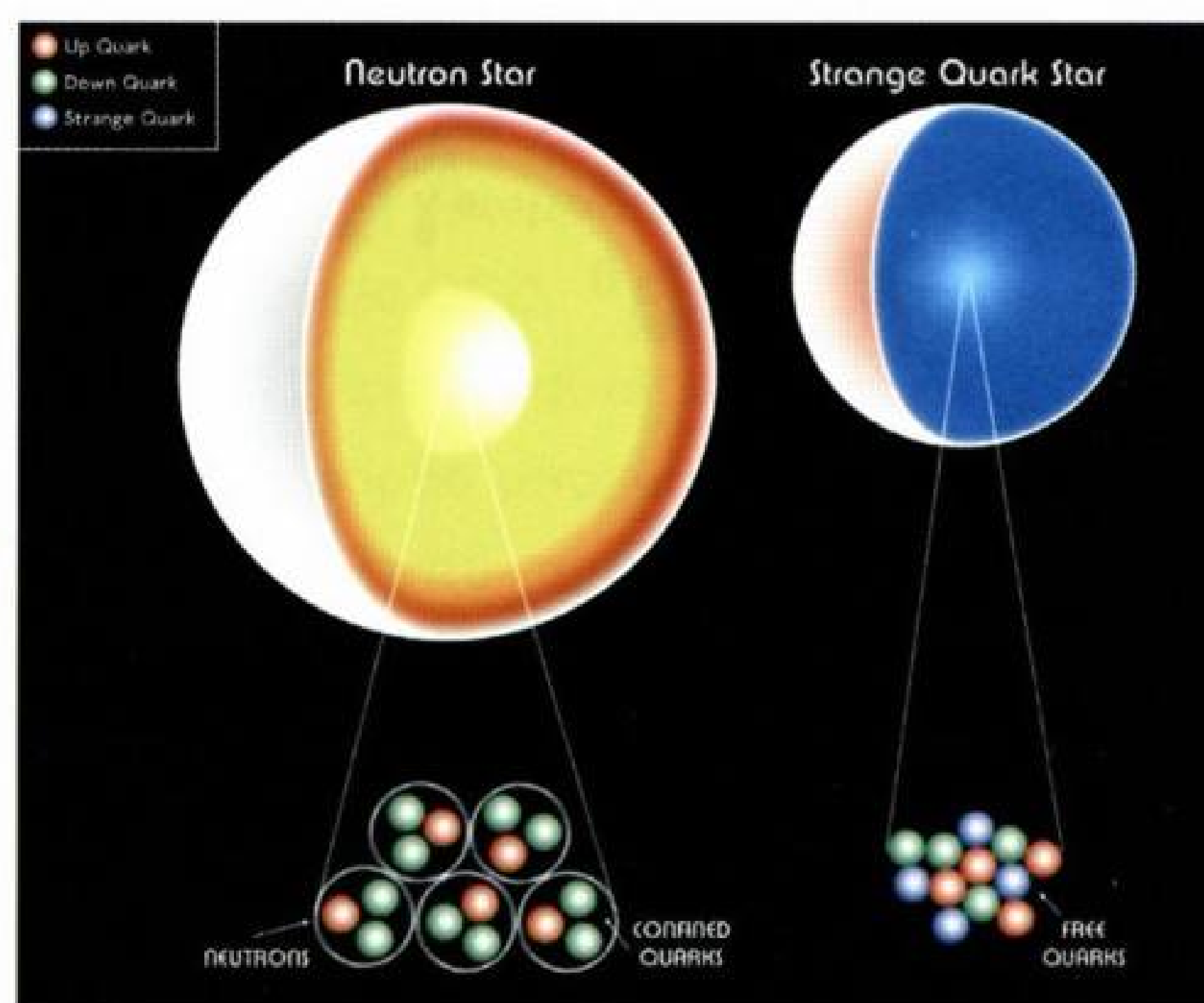
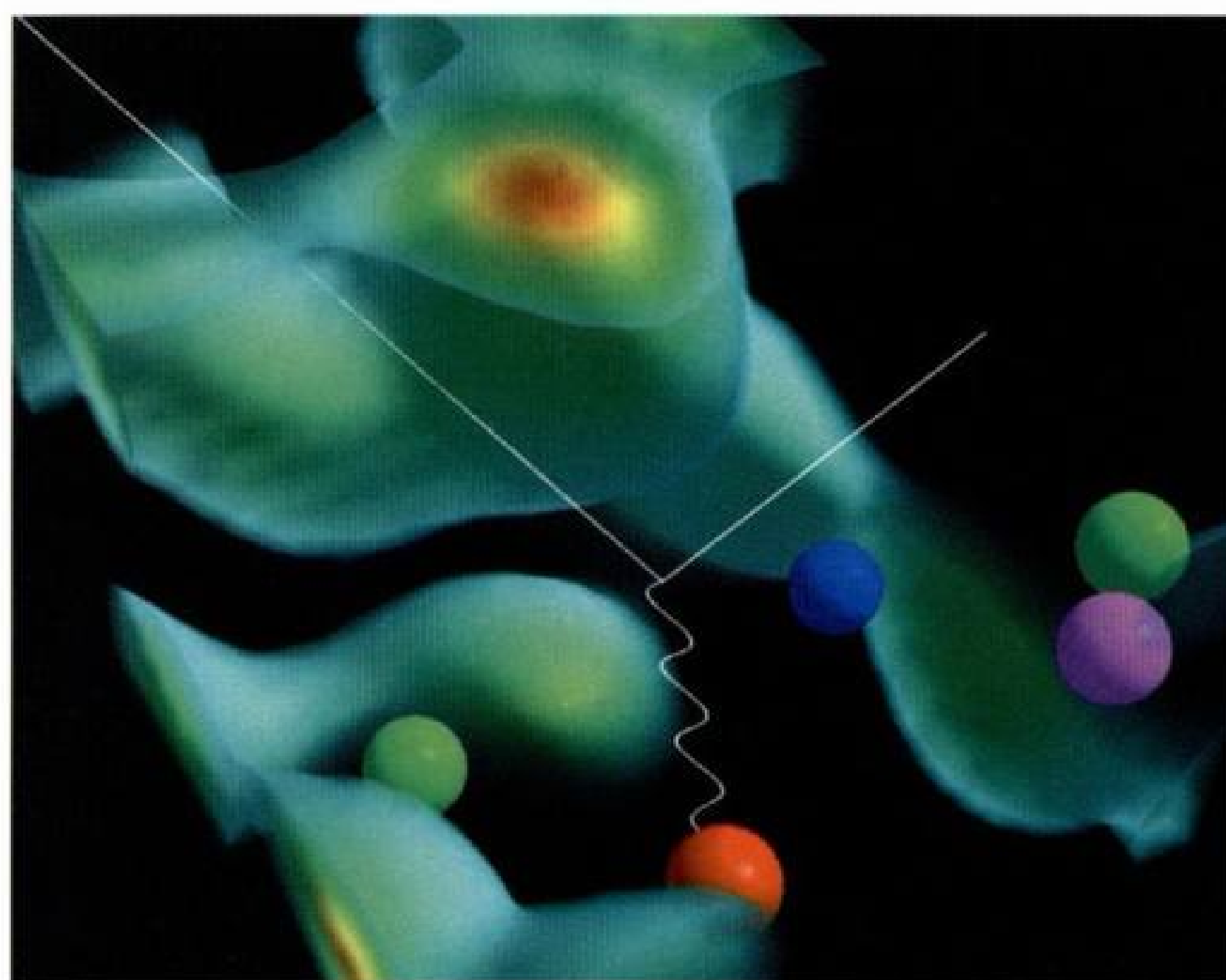
Εκτεταμένες πειραματικά έρευνες (Friedman, Kendall, Taylor, Νόμπελ 1990) επιβεβαιώνουν την ύπαρξη κουάρκ στο εσωτερικό των αδρονίων, **όμως μεμονωμένα (ελεύθερα) κουάρκ δεν έχουν ακόμη ανευρεθεί. Οι φυσικοί πιστεύουν σήμερα ότι τα κουάρκ είναι μονίμως δέσμια μέσα στα συνήθη σωματίδια λόγω μιας ισχυρότατης (πυρηνικής) δύναμης η οποία τα εμποδίζει να διαφύγουν.** Σε πειράματα όπου ακίνητα πρωτόνια βομβαρδίζονται με άλλα σωματίδια, τα οποία έχουν αποκτήσει προηγουμένως τεράστιες ταχύτητες με την βοήθεια επιταχυντών, τα θραύσματα δεν ήταν, όπως θα περίμενε κανείς, κάποια από τα κουάρκ. Ήταν και πάλι σύνθετα σωματίδια της ύλης. Έμοιαζε σαν κάποιος να έβαζε στο στόχο ένα αδιαφανές μπουκάλι, που ωστόσο γνώριζε ότι περιείχε τρεις μπαλίτσες και το αποτέλεσμα της σύγκρουσης ήταν να δημιουργηθούν καινούργια μπουκάλια, τα οποία περιείχαν πάλι κάποιες από τις αρχικές μπαλίτσες!

Η δύναμη που συγκρατεί τα κουάρκ στο εσωτερικό του πρωτονίου ή του νετρονίου (γενικά αδρονίου) είναι, όπως αναφέρθηκε, εξαιρετικά ισχυρή. Έχει όμως μια ιδιότυπη συμπεριφορά • σε αντίθεση με την ηλεκτρομαγνητική ή την

βαρυτική δύναμη, το μέτρο αυτής της δύναμης αυξάνει όσο μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ των κουάρκ (παρόμοιας συμπεριφοράς με την δύναμη επαναφοράς του ελατηρίου, η οποία καθίσταται μεγαλύτερη, όσο το ελατήριο τεντώνεται περισσότερο).

Έτσι, στο εσωτερικό των αδρονίων (διάμετρος αδρονίου $\sim 10^{-15}\text{m}$), τα κουάρκ κινούνται σχετικά ελεύθερα • αν όμως δοκίμαζε κανείς να τα απελευθερώσει η ελκτική δύναμη ανάμεσά τους, θα ήταν αδύνατο να υπερκινηθεί. Είναι όπως ο φυλακισμένος, που μέσα στο κελί του νιώθει σχετικά ελεύθερος. Αν όμως επιχειρήσει να αποδράσει, υψηλά τείχη και ηλεκτροφόρα καλώδια εμποδίζουν την διαφυγή του.

Η ιδιόμορφη αυτή συμπεριφορά της ισχυρής (πυρηνικής) δύναμης, που το μέτρο της τείνει στο άπειρο όσο αυξάνεται η απόσταση ανάμεσα στα κουάρκ και μηδενίζεται όταν η μεταξύ τους απόσταση μειώνεται καθώς και η φανερή ανεξαρτησία των κουάρκ μεταξύ τους σε πολύ μικρές αποστάσεις ($\sim 10^{-15}\text{m}$) μέσα στα αδρόνια, ονομάζεται **“ασυμπτωτική ελευθερία”** και χαρακτηρίζει τις μη αβελιανές θεωρίες πεδίων, όπως η θεωρία **«χρώματος»** των ισχυρών αλληλεπιδράσεων (Gross, Wilczek, Politzer,

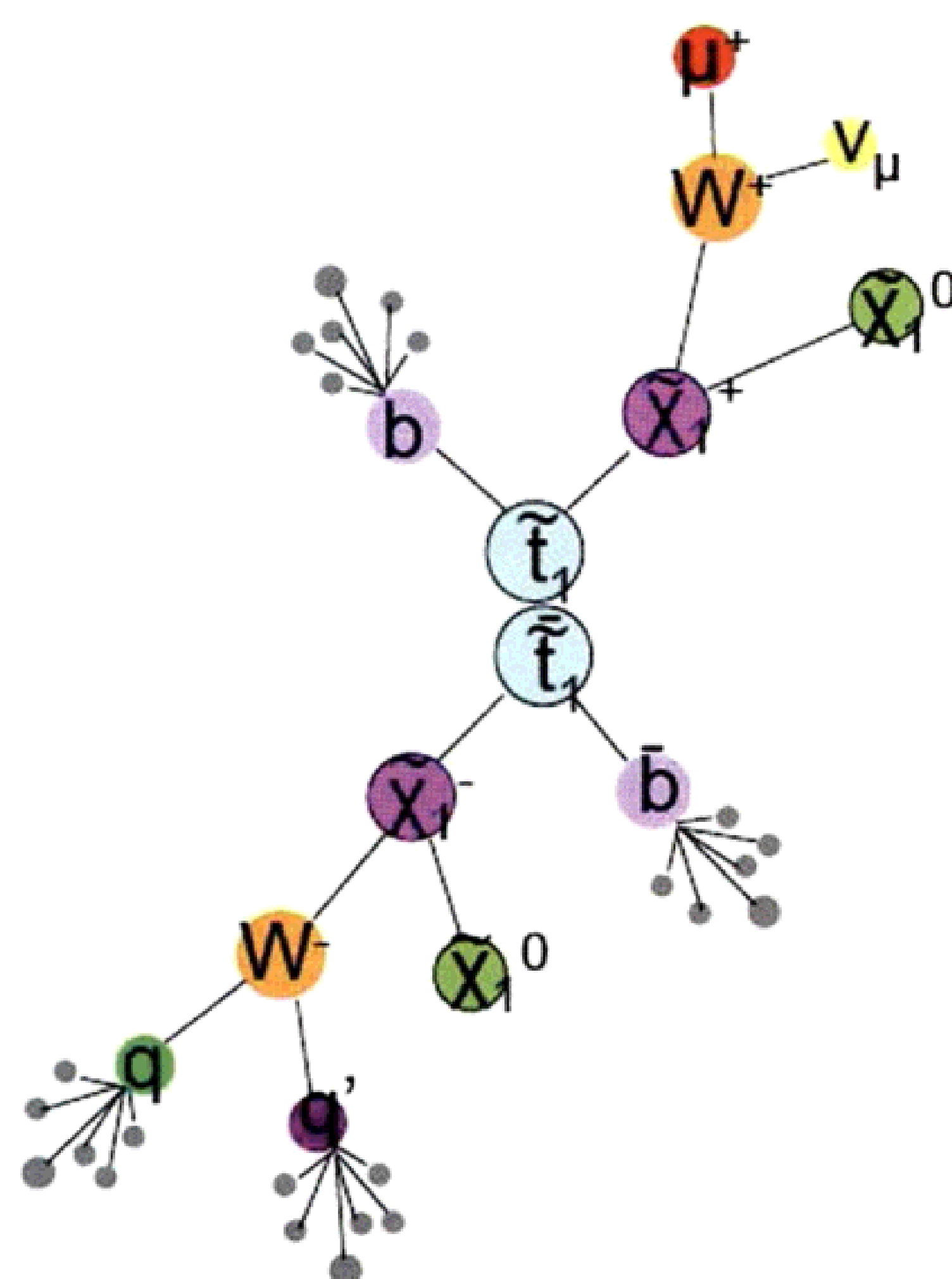


Νόμπελ 2004).

Η ύπαρξη “ασυμπτωτικής ελευθερίας” σημαίνει ότι τα κουάρκ μέσα στα αδρόνια συμπεριφέρονται, σε υψηλές ενέργειες, όπως τα ελεύθερα μη αλληλοεπιδρώντα σωματίδια. Η παράδοση συμπεριφορά των κουάρκ, που παραμένουν φυλακισμένα στη πυρηνική ύλη, όσο και η περιγραφή των ισχυρών αλληλεπιδράσεών τους, αποτέλεσαν πραγματική πρόκληση για τους θεωρητικούς φυσικούς.

Οι επιστήμονες διαθέτουν ήδη ένα σπουδαίο εργαλείο, την **κβαντική ηλεκτροδυναμική** (QED), που με κομψότητα αλλά και μεγάλη ακρίβεια περιγράφει τις ηλεκτρομαγνητικές αλληλοεπιδράσεις (δυνάμεις) μεταξύ φορτισμένων σωματιδίων.

Η περιγραφή των ηλεκτρομαγνητικών αλληλεπιδράσεων με την βοήθεια της κβαντικής ηλεκτροδυναμικής έχει επαληθευθεί σε μια τεράστια περιοχή της κλίμακας από 10^{-18}m έως 10^8m .

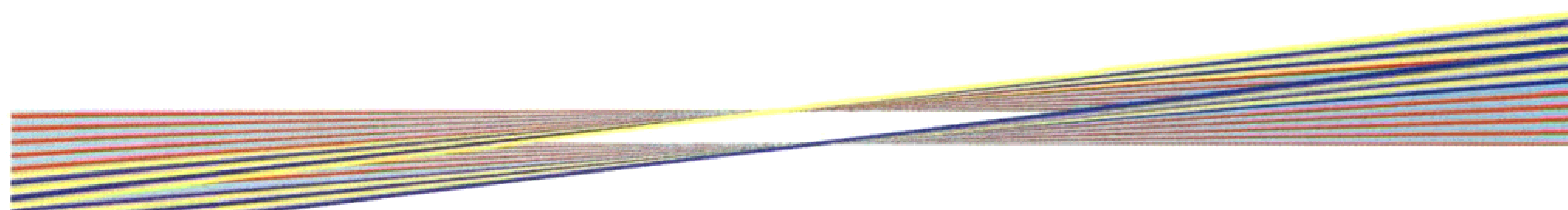


In this analysis, stop squarks decay into bottom quarks and charginos. The charginos then decay into W bosons and neutralinos. The neutralinos escape the detector undetected. Thus an event in which a stop squark decays looks very much like one in which a top quark decays, making a data sample enriched in top quark decays an ideal one in which to search for stop squarks.

Τα περίφημα διαγράμματα **Feynmann** και ο μαθηματικός φορμαλισμός τους εξέφρασαν μια βασική ιδέα: **ότι ανάμεσα στα φορτισμένα σωματίδια της ύλης (π.χ. ηλεκτρόνια) υπήρχε μια συνεχής ανταλλαγή φωτονίων.**

Στην απλή περίπτωση της αλληλεπίδρασης δύο ηλεκτρονίων ένα μόνο φωτόνιο δρα ως φορέας (μεσολαβητής) της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης μεταξύ των δύο ηλεκτρονίων. Το φωτόνιο αυτό μεταφέρει ενέργεια και ορμή από το ένα ηλεκτρόνιο στο άλλο κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασης των δύο ηλεκτρονίων. Τα φωτόνια αυτά ονομάζονται **“εικονικά” (virtuals)** γιατί είναι αδύνατο να ανιχνευθούν και αυτό διότι το φωτόνιο απορροφάται από το δεύτερο ηλεκτρόνιο σχεδόν αμέσως μόλις εκπεμπφθεί από το πρώτο και αντίστροφα. Η διαρκής αυτή εκπομπή και απορρόφηση φωτονίων δημιουργεί την **ηλεκτρομαγνητική δύναμη (αλληλεπίδραση)** που είναι υπεύθυνη για τον σχηματισμό των **ατόμων και μορίων**. Για τη θεωρητική, επομένως, διεύρυνση της συμπεριφοράς των κουάρκ και της ισχυρής δύναμης που τα συγκρατεί μέσα στα αδρόνια, είναι λογικό ότι αναζητήθηκαν πρότυπα ανάλογα με εκείνα της κβαντικής ηλεκτροδυναμικής. Σε αναλογία λοιπόν με τα “εικονικά” φωτόνια οι φυσικοί υπέθεσαν ότι ο κόσμος των κουάρκ επικοινωνεί και συνεχεται με κάποια ειδικά σωματίδια-φορείς. Αυτά τα σωματίδια, επειδή ακριβώς “συγκολλούν” τα κουάρκ μεταξύ τους, ονομάστηκαν **γλοιόνια ή γκλουόνια (gluons, glue=κόλλα, ελληνικά γλοιός)**, στερούνται μάζας και κινούνται με την ταχύτητα του φωτός. Τα γλοιόνια δεν μπορούν να παρατηρηθούν άμεσα, αφού δεν μπορούν να υπάρχουν ως ελεύθερα σωματίδια. Εντούτοις, έχουν βρεθεί σε πειράματα ισχυρές έμμεσες αποδείξεις για την ύπαρξη γλοιονίων.

Ενώ λοιπόν στην ανταλλαγή των «εικονικών» φωτονίων μεταξύ των φορτισμένων σωματιδίων οφείλεται η δημιουργία της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης, με παρόμοιο τρόπο, η ανταλλαγή



των γλοιονίων μεταξύ των κουάρκ αποτελεί την γενεσιουργό αιτία της ισχυρότατης δύναμης που κυριαρχεί στον ατομικό πυρήνα.

Επιπρόσθετα αναφέρουμε ότι η ασθενής (πυρηνική) δύναμη διαδίδεται μέσω των πειραματικά επιβεβαιωμένων **μποζονίων** $W^\pm$ ΚΑΙ Z^0 (CERN 1983) και η βαρυτική δύναμη μέσω των (υποθετικών) **βαρυτονίων**.

Η ιδιότυπη όμως συμπεριφορά της ισχυρής (πυρηνικής) δύναμης η οποία, σε αντίθεση με την ηλεκτρομαγνητική και την βαρυτική, αυξάνεται όσο μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ των κουάρκ, απαιτούσε πρόσθετες ιδιότητες για να περιγραφεί. Αυτό άλλωστε επέβαλε και η “ασυμπτωτική ελευθερία”. Έτσι εκτός από το “άρωμα” οι φυσικοί για να ερμηνεύσουν τα πειραματικά αποτελέσματα, υπέθεσαν ότι μια ακόμη ενδιαφέρουσα ιδιότητα χαρακτηρίζει κάθε είδος κουάρκ: **το χρώμα (color)**.

Τα “χρώματα” των κουάρκ δεν έχουν βέβαια καμμία σχέση με τα χρώματα του ορατού φωτός. Έχουν, απλά, αντίστοιχο ρόλο με τα ηλεκτρικά φορτία, τα θετικά ή αρνητικά του ηλεκτρομαγνητισμού. Κάθε κουάρκ διαθέτει λοιπόν και το χρώμα του. Συνήθεις (συμβατικές) επιλογές είναι: **κόκκινο (R), πράσινο (G) και κυανούν (B)** που το καθένα αντιστοιχεί σε ένα χρωματικό κβαντικό αριθμό. Σε μια αυστηρή μαθηματική γλώσσα λέμε ότι το χρώμα έχει σχέση με μια μαθηματική δομή γνωστή ως “ομάδα $SU(3)$ ”. **Φυσικά τα αντικουάρκ φέρουν αντι-χρώματα (συμπληρωματικά)**, αντίστοιχα, αντι-κόκκινο ($\bar{R}$), αντι-πράσινο ($\bar{G}$), αντι-κυανούν ($\bar{B}$).

Η συνύπαρξη και των τριών χρωμάτων (ή και των τριών αντι-χρωμάτων) δίνει λευκό, δηλαδή, χρωματική ουδετερότητα (**color neutral**). Επίσης η συνύπαρξη ενός χρώματος και του αντίστοιχου αντι-χρώματος δίνει πάλι λευκό. Το καθένα από τα γλοιόνια φέρει ένα χρώμα και ένα αντι-χρώμα.

Το κουάρκ λέγεται ότι φέρει ένα φορτίο χρώματος (color charge), κατ’ αναλογία με το ηλεκτρικό φορτίο. Το φορτίο χρώματος εισήχθη ως θεμελιώδης ιδιότητα από τους Greenburg, Han και Nambu.

Η ισχυρή (πυρηνική) δύναμη μεταξύ των κουάρκ ονομάζεται συνήθως **δύναμη χρώματος (color force)**. Η νέα ιδιότητα του χρώματος αυξάνει τον αριθμό των κουάρκ κατά ένα συντελεστή τρία (3), οπότε υπάρχουν δέκα οκτώ (18) ξεχωριστά κουάρκ που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το χρώμα. **Έτσι κάθε κουάρκ χαρακτηρίζεται από το ζεύγος (άρωμα, χρώμα).**

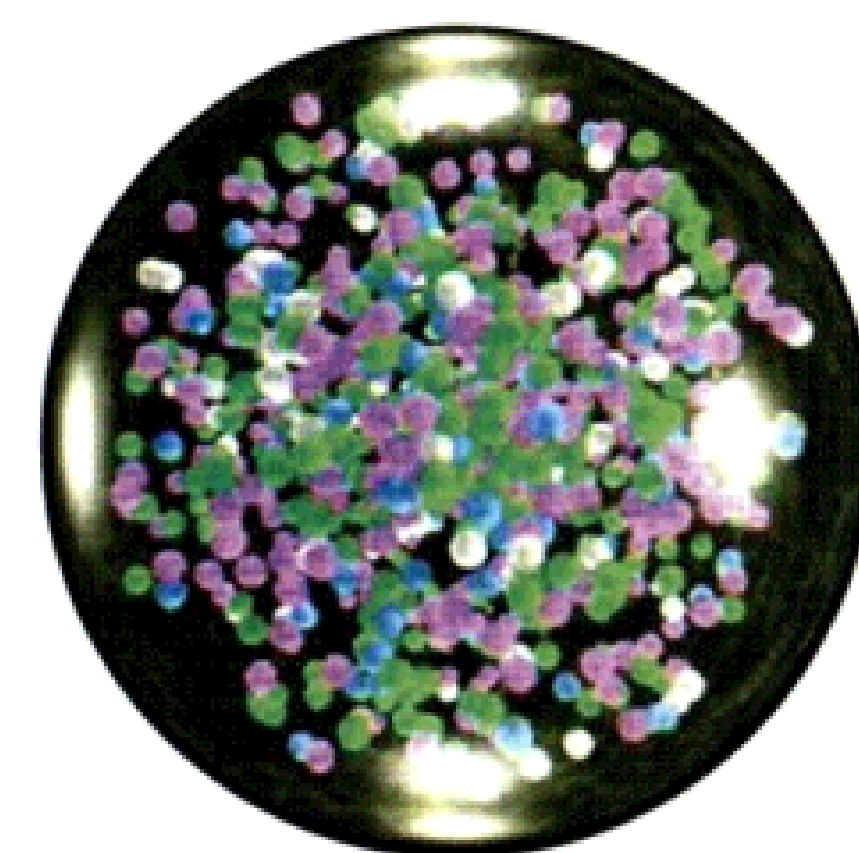
Το έτος 1972 διαμορφώθηκε μια κβαντική θεωρία πεδίου για τις ισχυρές αλληλεπιδράσεις. Αυτή η θεωρία των κουάρκ και γλοιονίων, που σήμερα αποτελεί μέρος του **καθιερωμένου προτύπου***, είναι παρόμοια ως προς τη μαθηματική δομή με την κβαντική ηλεκτροδυναμική και ονομάζεται **κβαντική χρωμοδυναμική** ή με τη διεθνή συντομογραφία QCD.

Επειδή τα γλοιόνια αυτά καθαυτά μεταφέρουν χρωματικό φορτίο μπορούν να αλληλεπιδρούν κατευθείαν μεταξύ τους. Αυτή η δυνατότητα δεν παρέχεται στην κβαντική ηλεκτροδυναμική όπου οι φορείς (φωτόνια) των ηλεκτρομαγνη-

*Μια θεωρία που επιχειρεί να περιγράψει όλη την ύλη και όλες τις δυνάμεις του σύμπαντος (εκτός της βαρύτητας).



Murray Gell-Mann



τικών αλληλεπιδράσεων στερούνται ηλεκτρικού φορτίου. Λόγω του χρώματος φορτίου, τα κουάρκ έλκονται μεταξύ τους και σχηματίζουν σύνθετα σωμάτια (αδρόνια). Όταν ένα κουάρκ εκπέμπει ή απορροφά ένα γλοιόνιο αλλάζει το χρώμα του, π.χ. ένα μπλε κουάρκ, το οποίο εκπέμπει ένα μπλε - αντικόκκινο γλοιόνιο, μπορεί να γίνει κόκκινο κουάρκ, ενώ το κόκκινο κουάρκ, που απορροφά αυτό το γλοιόνιο, γίνεται χρώματος μπλε.

Η φύση, ωστόσο, μοιάζει να έχει αχρωματοψία, δηλαδή, δεν αναγνωρίζει χρωματισμένα αδρόνια, διαφορετικά το χρώμα θα ήταν μια αναγκαία και μετρήσιμη ιδιότητα των αδρονίων. Είναι προφανές ότι μόνο **“άχρωμες”** δέσμιες καταστάσεις επιτρέπονται και αντιστοιχούν σε σωματίδια που ανιχνεύονται πειραματικά. Το πρωτόνιο, για παράδειγμα, όπως μια υπερβολικά φιλάρεσκη γυναίκα εκτός από δύο αρώματα (u,d) φέρει τρία είδη χρωμάτων (RGB). Ο συνδυασμός των χρωμάτων είναι τέτοιος που - δείγμα πραγματικής κομψότητας - το σύνολο είναι χρωματικά ουδέτερο.

Επομένως **“χρωματιστές”** καταστάσεις ή απλά κουάρκ τα οποία φέρουν χρώμα είναι αδύνατο να υπάρξουν και να ανιχνευθούν, παρόλο που έχουν έμμεσα αναπτυχθεί μέθοδοι για να πιστο-

ποιήσουν την ύπαρξή τους. Η χρωματική δύναμη μεταξύ των κουάρκ έχει παρόμοια συμπεριφορά με την ηλεκτρική δύναμη μεταξύ των ηλεκτρικών φορτίων, δηλαδή, τα ίδια (ομώνυμα) χρώματα απωθούνται και τα διαφορετικά (ετερώνυμα) έλκονται. Έτσι δύο κόκκινα κουάρκ απωθούνται, αλλά ένα κόκκινο κουάρκ έλκεται από ένα αντι-κόκκινο αντικουάρκ. Επίσης, διαφορετικά χρωματισμένα κουάρκ έλκονται μεταξύ τους, αλλά με μικρότερη ένταση από ότι τα **“αντίθετα”** χρώματα των κουάρκ και αντικουάρκ.

Η κβαντική χρωμοδυναμική, λόγω των χρωματικών φορτίων, φέρεται ότι έχει οκτώ φορείς (γλοιόνια) των ισχυρών αλληλεπιδράσεων έναντι του μοναδικού φορέα (εικονικού φωτονίου) που έχει η κβαντική ηλεκτροδυναμική. Αν και η κβαντική χρωμοδυναμική φαίνεται ότι δίνει πειστικές ερμηνείες για τη συμπεριφορά των κουάρκ μέσα στα αδρόνια και έχει προβλέψει ορισμένα φαινόμενα τα οποία παρατηρούνται σε πειράματα υψηλών ενεργειών, δεν έχει εξηγήσει επαρκώς το μέρος της αλληλεπίδρασης (δύναμης) μεταξύ των κουάρκ, που οδηγεί στις **δυνάμεις αδρονίου - αδρονίου**.

Μετά από τη διατύπωση του μοντέλου των κουάρκ έγινε αντιληπτό ότι μερικά γνωστά σωμάτια προέκυψαν από τέτοιους συνδυασμούς

κουάρκ ώστε, όπως ήταν αρχικά διατυπωμένο το αρχικό μοντέλο, παραβιάζονταν η **απαγορευτική αρχή του Pauli**.

Σημειώνουμε ότι τα κουάρκ έχουν σπιν $h/2$, δηλαδή, είναι **φερμιόνια** (υπακούουν στην στατιστική Fermi-Dirac) και υπόκεινται στην **απαγορευτική αρχή του Pauli**. π.χ. το αδρόνιο Δ^{++} συγκροτείται από τρία ίδια κουάρκ u με παράλληλα σπιν, συμβολικά, $\Delta^{++} (u\uparrow u\uparrow u\uparrow)$ τα οποία του δίνουν συνολικό σπιν $(1/2+1/2+1/2) \hbar = 3/2 \hbar$. Για να αρθεί το αδιέξοδο που έθετε η απαγορευτική αρχή του Pauli, δηλαδή, ότι δύο ή περισσότερα φερμιόνια δεν μπορούν να βρίσκονται στην ίδια κβαντική κατάσταση, διατυπώθηκε η πρόταση ότι τα κουάρκ φέρουν χρώμα (ένα ακόμη βαθμό ελευθερίας ή κβαντικό αριθμό) και επομένως τα τρία κουάρκ u που συγκροτούν το σωματίδιο Δ^{++} διαφέρουν μεταξύ τους (ως προς το χρώμα) και συνεπώς δεν είναι ίδια, δηλαδή, κάθε κουάρκ μπορεί να χαρακτηρίζεται από ένα διαφορετικό χρώμα κόκκινο, πράσινο, μπλε. Συνεπώς δεν παραβιάζεται η απαγορευτική αρχή του Pauli.

Μολονότι η έννοια του χρώματος στα κουάρκ πρωτοδιατυπώθηκε για να “λύσει” το πρόβλημα της φαινομενικής παραβίασης της απαγορευτικής αρχής του Pauli, απεδείχθηκε ότι έχει θεμελιώδη σημασία.

Έτσι με την εισαγωγή της έννοιας του χρώματος για τα κουάρκ, υπολογίστηκε, θεωρητικά, η ορθή τιμή του χρόνου μέσης ζωής του μεσονίου π^0 . Συγκεκριμένα, από μετρήσεις που έγιναν βρέθηκε ότι ο χρόνος μέσης ζωής του μεσονίου π^0 είναι $8,7 \times 10^{-17}s$. Οι θεωρητικοί υπολογισμοί οι οποίοι έγιναν μόλις διατυπώθηκε το πρότυπο

των κουάρκ (και πριν εισαχθεί ακόμη η έννοια του φορτίου χρώματος), προέβλεπαν χρόνο μέσης ζωής για το π^0 $78,3 \times 10^{-17}s$, δηλαδή, υπήρχε ασυμφωνία μεταξύ θεωρίας και πειράματος κατά έναν παράγοντα 9.

Με την εισαγωγή του φορτίου χρώματος οι υπολογισμοί έδειξαν ότι ο χρόνος μέσης ζωής εξαρτάται από τον αριθμό χρωμάτων και μάλιστα όσα περισσότερα χρώματα αποδίδονται σε ένα σωματίο τόσο πιο γρήγορα διασπάται αυτό.

Συγκεκριμένα, όταν έχουμε τρία χρώματα (περίπτωση του σωματιδίου π^0) ο χρόνος μέσης ζωής ελαττώνεται κατά ένα παράγοντα $3^2=9$, από ό,τι χωρίς κανένα χρώμα. Αυτό σημαίνει ότι η θεωρητική πρόβλεψη για το χρόνο μέσης ζωής του σωματιδίου π^0 γίνεται $78,3 \times 10^{-17}/9s = 8,7 \times 10^{-17}s$, δηλαδή, συμφωνεί με την πειραματική τιμή.

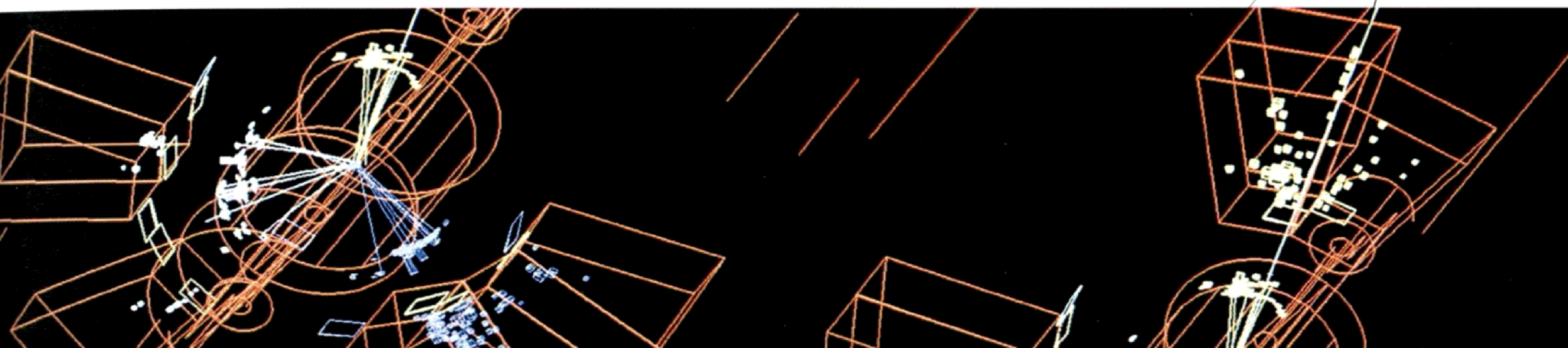
Στο σημείο αυτό είναι πιθανόν να διερωτηθεί κανείς αν οι ανακαλύψεις αυτές, δηλαδή, καινούρια σωματίδια με συστατικά τα κουάρκ, θα τελειώσουν ποτέ.

Πόσοι “δομικοί λίθοι” της ύλης υπάρχουν ;

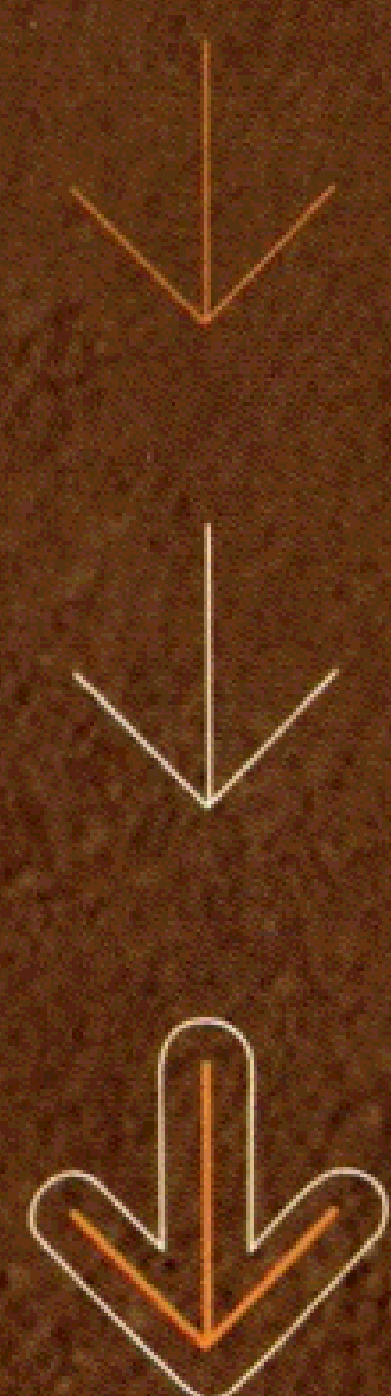
Με βάση τα σημερινά δεδομένα οι επιστήμονες πιστεύουν ότι τα θεμελιώδη σωματίδια “δομικοί λίθοι” στη φύση είναι: **τα έξι (6) κουάρκ, τα έξι (6) λεπτόνια και τα αντισωματίδια αυτών**.

Αν πράγματι τα παραπάνω σωματίδια είναι τα έσχατα συστατικά της ύλης, θα μπορούσαμε να διατυπώσουμε μια τελική θεωρία για τη δομή της ύλης, όπως ο ίδιος ο Αϊνστάιν οραματίστηκε.

Κατά την άποψη πολλών φυσικών, το τέλος του δρόμου φαίνεται, αλλά δεν μπορεί να μαντέψει κανείς πόσος χρόνος θα χρειαστεί για να φτάσουμε σε αυτόν τον στόχο. ☑





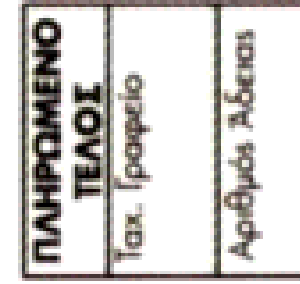
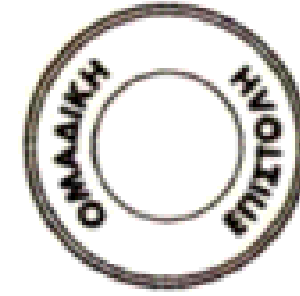
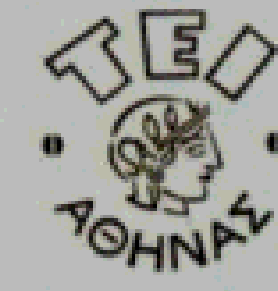
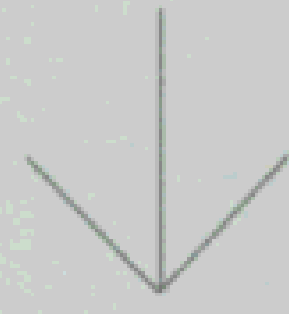
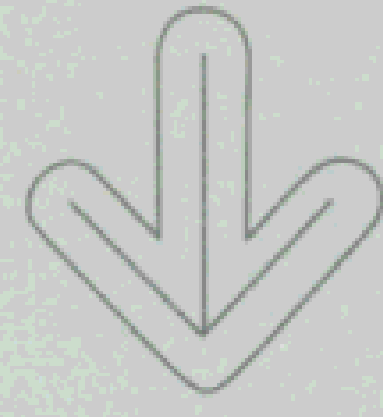


Δημοσίευση άρθρων

Γίνονται δεκτά άρθρα που πραγματεύονται επίκαιρα ζητήματα στο χώρο της εκπαίδευσης ή και θέματα γενικότερου ενδιαφέροντος. Τα κείμενα πρέπει να αποστέλλονται με e-mail, σε μορφή Word, ενώ οι φωτογραφίες που τα συνοδεύουν πρέπει να είναι σε ηλεκτρονική μορφή σε υψηλή ανάλυση. Η βιβλιογραφία, αν υπάρχει, παρατίθεται μόνο με τη μορφή υποσημειώσεων. Τα άρθρα, τα οποία μπορεί να είναι πρωτότυπα ή αναδημοσιεύσεις, δεν επιτρέπεται κατά κανόνα να υπερβαίνουν τις 2.000 λέξεις.

Για να δημοσιευτεί ένα κείμενο, πρέπει να εγκριθεί από την Συντακτική Επιτροπή. Η μερική ή ολική αναπαραγωγή κειμένων του περιοδικού επιτρέπεται μόνο με την άδεια του Εκδότη.

Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να επικοινωνούν με την κα Ι. Αναστασάκου, τηλ.: 210 5385174, Fax: 210 5385852, e-mail: eee@teiath.gr

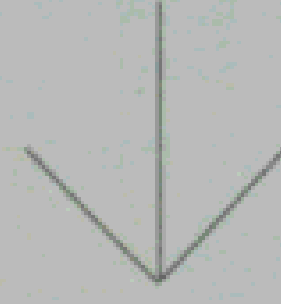


Αγ. Σπυριδωνος, 122 10 Αιγάλεω

Τηλ.: 210 538 5100, fax: 210 591 1590

e-mail: info@teiath.gr, webmaster@teiath.gr

ISSN 1791-7247



www.teiath.gr