

Επιστήμη: τα 10 πιο υπέροχα πειράματα φυσικής που έγιναν ποτέ!

Ο Robert P. Crease, μέλος του τμήματος φιλοσοφίας του Πανεπιστημίου της Νέας Υόρκης στο Stony Brook και ιστορικός στο Εθνικό Εργαστήριο του Brookhaven, είχε ζητήσει σε έναν αριθμό φυσικών επιστημόνων να κατονομάσουν τα πιο υπέροχα πειράματα όλων των εποχών. Με βάση το κείμενο του George Johnson που δημοσιεύτηκε στο New York Times θα δούμε στη συνέχεια τα 10 πειράματα που ήρθαν πρώτα σύμφωνα με την παραπάνω έρευνα.

Το πείραμα της διπλής σχισμής

Ο γάλλος φυσικός Louis de Broglie πρότεινε το 1924 ότι τα ηλεκτρόνια και άλλα τμήματα ύλης, τα οποία μέχρι τότε είχαν αντιμετωπιστεί μόνο ως υλικά σωματίδια, έχουν επίσης ιδιότητες κυμάτων όπως πλάτος και συχνότητα. Αργότερα (το 1927) η κυματική φύση των ηλεκτρονίων επαληθεύτηκε πειραματικά από τους C.J. Davisson και L.H. Germer στη Νέα Υόρκη και από τον G.P. Thomson στο Aberdeen της Σκωτίας.

Για να εξηγήσουν την υπόθεση αυτή οι φυσικοί συχνά χρησιμοποιούσαν ένα νοητικό πείραμα, στο οποίο το πείραμα του Young με τη διπλή σχισμή πραγματοποιείται με τη χρήση μίας δέσμης ηλεκτρονίων αντί για φωτόνια. Μία δέσμη ηλεκτρονίων προσκρούει σε ένα πέτασμα με δύο σχισμές από τις οποίες περνούν τα ηλεκτρόνια και αποτυπώνονται σε μία επιφάνεια πίσω από το πέτασμα. Ακολουθώντας τους νόμους της κβαντομηχανικής η δέσμη των σωματιδίων θα χωριζόταν στα δύο και η σύνθεση των επιμέρους δεσμίδων θα αλληλεπιδρούσε με τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματιστεί το ίδιο σχήμα των φωτεινών και σκοτεινών λωρίδων, όπως γίνεται και με την περίπτωση που το πείραμα εκτελείται με μία φωτεινή δέσμη. Σύμφωνα με ένα άρθρο του Physics World, το 1961 ο Claus Jonsson του Tubingen πραγματοποίησε το πείραμα αυτό σε εργαστήριο.

Το πείραμα του Γαλιλαίου με την πτώση αντικειμένων

Στα τέλη του 1500 υπήρχε η κοινή πεποίθηση ότι τα βαρύτερα αντικείμενα πέφτουν πιο γρήγορα από τα ελαφρύτερα. Το είχε πει και ο Αριστοτέλης άλλωστε. Είναι εντυπωσιακό το πόσα χρόνια πέρασαν μέχρι να βρεθεί κάποιος που να αμφισβητήσει το παλιό αυτό δόγμα που προήλθε από την αρχαία Ελλάδα.

Ο Galileo Galilei που ήταν μαθηματικός στο πανεπιστήμιο της Πίζας, τόλμησε να αμφισβητήσει αυτήν την τόσο κοινή πεποίθηση. Η ιστορία έχει παραμείνει στην παράδοση της επιστήμης ως εξής: λέγεται ότι έριξε δύο διαφορετικού βάρους αντικείμενα από την κορφή του πύργου της Πίζας, δείχνοντας ότι έφτασαν στο έδαφος την ίδια χρονική στιγμή. Η αμφισβήτησή του στον Αριστοτέλη μπορεί να του στοίχισε τη δουλειά του, αλλά έδωσε το μήνυμα ότι αυτό που ορίζει ο κοινός νους μπορεί σε μία επανεξέτασή του να καταρρεύσει.

Το πείραμα του Milikan με τις σταγόνες του λαδιού

Το πείραμα των σταγόνων του λαδιού ήταν η πρώτη άμεση και πειστική μέτρηση του ηλεκτρικού φορτίου ενός ηλεκτρονίου. Έγινε το 1909 από τον αμερικανό φυσικό Robert A. Milikan.

Χρησιμοποιώντας έναν ψεκαστήρα αρώματος ψέκασε σταγόνες λαδιού μέσα σε έναν διαφανή θάλαμο. Στην κορυφή και στη βάση του θαλάμου υπήρχαν μεταλλικές πλάκες συνδεδεμένες με μπαταρία δημιουργώντας έναν θετικό και έναν αρνητικό πόλο. Εφόσον κάθε σταγονίδιο λάμβανε ένα ελάχιστο φορτίο στατικού ηλεκτρισμού καθώς ταξίδευε στον αέρα, η ταχύτητα της κίνησής του μπορούσε να ελεγχθεί με αλλαγές της τάσης στις δύο πλάκες. Όταν ο χώρος μεταξύ των δύο πλακών ιονίζεται με ακτινοβολία, τα ηλεκτρόνια του αέρα κολλάνε στα σταγονίδια του λαδιού προσδίδοντάς τους αρνητικό φορτίο. Ο Milikan παρατήρησε πολλά σταγονίδια μεταβάλλοντας την τάση και ελέγχοντας το αποτέλεσμα. Μετά από πολλές επαναλήψεις συμπέρανε ότι το φορτίο μπορεί να λάβει μόνο κάποιες συγκεκριμένες τιμές. Οι μικρότερες από τις τιμές αυτές αντιστοιχούν στο φορτίο του ηλεκτρονίου.

Η ανάλυση του φωτός μέσω ενός πρίσματος από τον Νεύτωνα

Ο Isaac Newton γεννήθηκε τη χρονιά που πέθανε ο Γαλιλαίος. Αποφοίτησε από το κολέγιο Trinity του Cambridge το 1665 και στη συνέχεια παρέμεινε κλεισμένος στο σπίτι του για δύο χρόνια μέχρι να περάσει η επιδημία της πανώλης. Όλον αυτόν τον καιρό είχε πολλές ιδέες που τον απασχολούσαν. Σύμφωνα με την κοινή γνώμη της τότε εποχής το λευκό φως ήταν η καθαρότερη μορφή φωτός, ενώ τα διάφορα χρώματά του αποτελούσαν κάποιο είδος αλλαγών που θεωρούσαν ότι είχε υποστεί το φως. Για να ελέγξει την υπόθεση αυτή ο Νεύτωνας κατήυθνε μία ακτίνα ηλιακού φωτός σε ένα πρίσμα και ανακάλυψε ότι αναλύεται σε ένα φάσμα χρωμάτων στον τοίχο. Οι άνθρωποι εκείνης της εποχής γνώριζαν το φαινόμενο του ουράνιου τόξου αλλά το θεωρούσαν ως ενός είδους όμορφη ανωμαλία. Τελικά ο Νεύτωνας κατέληξε ότι τα θεμελιώδη χρώματα του φωτός είναι το κόκκινο, το πορτοκαλί, το κίτρινο, το πράσινο, το μπλε, το λουλακί και το βιολετί, καθώς και οι μεταξύ τους διαβαθμίσεις. Εκείνο που φαινόταν επιφανειακά τόσο απλό όπως μία ακτίνα φωτός, εάν το κοιτούσε κανείς σε μεγαλύτερο βάθος έκρυβε μία θαυμάσια πολυπλοκότητα.

Το πείραμα της συμβολής του φωτός από τον Young

Ο Νεύτωνας δεν είχε στα πάντα δίκιο. Μέσα από μία ποικιλία επιχειρημάτων κατάφερε να εγκαθιδρύσει στο επιστημονικό κατεστημένο την άποψη, ότι η φύση του φωτός είναι σωματιδιακή και όχι κυματική. Το 1803 ο Thomas Young, άγγλος γιατρός και φυσικός, πρότεινε ένα πείραμα. Έκανε μία τρύπα σε ένα παραθυρόφυλλο και το κάλυψε με ένα κομμάτι χαρτόνι στο οποίο είχε σχηματίσει μία μικρή τρύπα και ακολούθως χρησιμοποίησε έναν καθρέφτη για να εκτρέψει την ακτίνα φωτός που έμπαινε από την τρύπα αυτή. Στη συνέχεια πήρε μία λεπτή κάρτα και την τοποθέτησε με την κόψη της στη διαδρομή της ακτίνας, χωρίζοντάς την στα δύο. Το αποτέλεσμα ήταν μία σκιά που παρουσίαζε φωτεινές και σκοτεινές ζώνες, ένα φαινόμενο που θα μπορούσε να εξηγηθεί με την υπόθεση ότι οι δύο φωτεινές δέσμες αλληλεπιδρούσαν σαν κύματα. Οι φωτεινές περιοχές σχηματιζόντουσαν εκεί που οι δύο κορυφές των κυμάτων συνέπιπταν, ενδυναμώνοντας η μία την άλλη, ενώ οι σκοτεινές περιοχές σχηματιζόντουσαν εκεί που η κορυφή του ενός κύματος συναντούσε τη βάση του άλλου με αποτέλεσμα να αλληλοεξουδετερωθούν.

Με το πέρασμα των χρόνων το πείραμα αυτό επαναλήφθηκε με μία κάρτα η οποία είχε δύο τρύπες ώστε να χωρίζει στα δύο τη φωτεινή δέσμη. Αυτά τα επονομαζόμενα 'πειράματα διπλής σχισμής' αποτέλεσαν το πρότυπο για τον καθορισμό της κυματικής κίνησης. Ένα θέμα που έμελλε να αποκτήσει εξέχουσα σημασία τον επόμενο αιώνα, όταν έκανε την εμφάνισή της η κβαντική θεωρία.

Το πείραμα του Cavendish για τη μέτρηση της σταθεράς της βαρύτητας

Το πείραμα αυτό έγινε τη χρονιά 1797-98 από τον άγγλο επιστήμονα Henry Cavendish. Χρησιμοποίησε μια συγκεκριμένη μέθοδο και χρησιμοποίησε τον εξοπλισμό που κατασκεύασε ο συμπατριώτης του γεωλόγος John Michell, ο οποίος πέθανε το 1793. Η πειραματική διάταξη αποτελούνταν από μία ράβδο που ήταν κρεμασμένη ισορροπώντας στο κέντρο της, στις άκρες υπήρχαν δύο μικρά μεταλλικά σφαιρικά βάρη, ενώ σε μικρή απόσταση από αυτά υπήρχαν δύο βαριές σφαίρες από μολύβι. Η έλξη που εφάρμοζαν τα ζεύγη των βαρών μεταξύ τους προκαλούσε μία ελαφριά περιστροφή της ράβδου, μέσω της οποίας μπόρεσε να γίνει ο πρώτος υπολογισμός της τιμής για τη βαρυτική σταθερά G. Το πείραμα αυτό είναι ευρέως γνωστό ως 'το ζύγισμα της Γης', γιατί ο καθορισμός του G επέτρεψε να υπολογιστεί η μάζα της γης.

Ο Ερατοσθένης και η μέτρηση της περιφέρειας της Γης

Στο Ασουάν, περίπου 800 χιλιόμετρα νοτιοανατολικά της Αλεξάνδρειας της Αιγύπτου, οι ηλιακές ακτίνες έπεφταν κάθετα το απόγευμα του θερινού ηλιοστασίου. Ο Ερατοσθένης (γεννήθηκε περίπου το 276 π.Χ.) πρόσεξε ότι την ίδια μέρα και ώρα στην Αλεξάνδρεια, το φως του ηλίου έπεφτε σε γωνία 7 μοιρών από την κατακόρυφο. Υπέθεσε πολύ σωστά ότι η απόσταση του ήλιου ήταν πολύ μεγάλη, ώστε οι ακτίνες του που φτάνουν στη γη καταλήγουν να είναι πρακτικά παράλληλες μεταξύ τους. Υπολογίζοντας την απόσταση μεταξύ του Ασουάν και της Αλεξάνδρειας μπόρεσε να μετρήσει την περιφέρεια της γης. Το ακριβές αποτέλεσμα των μετρήσεών του (που ήταν σε στάδια) είναι αμφίβολο και έτσι δεν είναι σίγουρη η ακρίβειά τους. Θεωρείται ότι ποικίλλει από 0,5 έως 17% σε σχέση με τις μετρήσεις που είναι αποδεκτές από τους σύγχρονους αστρονόμους.

Το πείραμα του Γαλιλαίου με τις σφαίρες που κυλάνε σε κεκλιμένα επίπεδα

Ο Γαλιλαίος συνέχισε να βελτιώνει τις ιδέες του σχετικά με την κίνηση των αντικειμένων. Πήρε μία επιφάνεια με μήκος περίπου 6 μέτρα και πλάτος 25 εκατοστά και σκάλισε στο κέντρο της ένα αυλάκι, όσο το δυνατόν πιο ίσιο και λείο. Το έγειρε ώστε να γίνει κεκλιμένο και άφησε να κυλήσουν μπρούτζινες σφαίρες διανύοντας διάφορες αποστάσεις, μετρώντας την κάθοδό τους με μία κλεψύδρα νερού. Σε κάθε κάθοδο μετρούσε το νερό που είχε τρέξει στην κλεψύδρα, το οποίο αντιστοιχούσε στο χρόνο που χρειάστηκε κάθε σφαίρα για να κυλήσει στην κεκλιμένη επιφάνεια, και σύγκρινε το αποτέλεσμα με την απόσταση που ταξίδευε η σφαίρα.

Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη η ταχύτητα κάθε κυλιόμενης σφαίρας θα έπρεπε να είναι σταθερή και ο διπλασιασμός του χρόνου κύλισης θα σήμαινε και διπλασιασμό του διαστήματος που διάνυσε. Ο Γαλιλαίος με το παραπάνω πείραμα έδειξε ότι το διάστημα είναι ανάλογο του τετραγώνου του χρόνου. Εάν διπλασιαστεί ο χρόνος, η σφαίρα θα διανύσει τετραπλάσια απόσταση. Ο λόγος είναι ότι η σφαίρα επιταχύνεται από τη βαρύτητα.

Η ανακάλυψη του πυρήνα από τον Rutherford

Όταν ο Ernest Rutherford έκανε πειράματα για τη ραδιενέργεια στο πανεπιστήμιο του Manchester του 1911, υπήρχε η πεποίθηση ότι τα άτομα αποτελούνταν από συμπαγείς μάζες με θετικό ηλεκτρικό φορτίο, ενώ στο εσωτερικό τους κυκλοφορούσαν ηλεκτρόνια (το μοντέλο του 'σταφιδόψωμου'). Αλλά όταν αυτός και οι συνεργάτες του εκτόξευσαν μικρά θετικά φορτισμένα σωματίδια (σωματίδια Α) προς ένα λεπτό φύλο χρυσού, με έκπληξη παρατήρησαν ότι ένα μικρό ποσοστό από αυτά αναπήδησε προς τα πίσω. Σαν σφαίρες που αναπηδούν όταν τις εκτοξεύει κανείς προς ένα ζελέ. Ο Rutherford διαπίστωσε ότι στην πραγματικότητα τα άτομα δεν ήταν τόσο συμπαγή όπως πιστευόταν μέχρι τότε. Το μεγαλύτερο μέρος της μάζας θα έπρεπε να είναι συγκεντρωμένο σε έναν μικροσκοπικό πυρήνα, ενώ τα ηλεκτρόνια θα έπρεπε να κυκλοφορούν γύρω από αυτόν. Αν και έχουν υπάρξει τροποποιήσεις του μοντέλου αυτού από την κβαντική θεωρία, η εικόνα αυτή του ατόμου έχει διατηρηθεί μέχρι και σήμερα.

Το εκκρεμές του Φουκώ

Πριν από μερικά χρόνια μία ομάδα επιστημόνων άφησαν να αιωρηθεί ένα εκκρεμές επάνω από το Νότιο Πόλο και παρατήρησαν την κίνησή του, επαναλαμβάνοντας ένα διάσημο πείραμα που είχε γίνει στο Παρίσι το 1851. Χρησιμοποιώντας ένα ασάλινο νήμα με μήκος 67 μέτρα, ο γάλλος επιστήμονας Jean Bernard Leon Foucault άφησε μία σιδερένια σφαίρα βάρους 28 κιλών να αιωρηθεί από τον θόλο του Πάνθεου, κινούμενη μπροστά και πίσω. Για να καταγράψει την κίνησή της, στερέωσε μια μικρή ράβδο στη σφαίρα, η οποία αποτύπωνε την τροχιά του εκκρεμούς σε μία επιφάνεια στρωμένη με άμμο, στο έδαφος κάτω από τη σφαίρα.

Το κοινό παρατηρούσε με έκπληξη το εκκρεμές να κάνει μία κυκλική κίνηση, πράγμα που μπορούσε να διαπιστωθεί από τις ελαφρώς διαφορετικές γραμμές που αποτύπωνε στην άμμο η σφαίρα σε κάθε κίνησή της. Στην πραγματικότητα, η κυκλική κίνηση συνέβαινε στο πάτωμα του Πάνθεου και με αυτόν τον τρόπο ο Φουκώ κατάφερε να δείξει ότι η γη γυρίζει γύρω από τον άξονά της. Στο γεωγραφικό πλάτος που αντιστοιχεί στο Παρίσι, το εκκρεμές συμπλήρωνε έναν πλήρη κύκλο κάθε 30 ώρες, ενώ στο νότιο ημισφαίριο η κίνησή του θα ήταν αντίστροφη από την φορά των δεικτών του ρολογιού. Στον ισημερινό δε θα έκανε καμία κυκλική κίνηση. Στο Νότιο Πόλο η περίοδος μιας πλήρους περιστροφής της τροχιάς του εκκρεμούς διαπιστώθηκε ότι ήταν 24 ώρες.