

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ

ΤΟΥ Κ. ΓΙΑΝΝΗ ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ

Τὴν Ἡμέραν τῆς Παιδείας (30 Ἰανουαρίου), ἡ Ἀνωτέρα Σχολὴ Βιομηχανικῶν Σπουδῶν ἀποτίει κατ' ἔτος τὸν φόρον τῆς σεβασμοῦ πρὸς τὸ Ἀνθρώπινον Πνεῦμα, δι' ὁμίλιας τιμώσης τοὺς ἀγῶνας τοῦ καὶ τὰς νίκας ἐπὶ τῆς βαρβαρότητος, τοῦ σκότους καὶ τῆς ἀπαιδευσίας. Εἰς τὸ βῆμα ἐφέτος ἀνῆλθεν ὁ Καθηγητὴς τῆς Ἡλεκτροτεχνίας παρὰ τῆ Σχολῆς κ. Γιάννης Γιαννόπουλος, ὅστις ἀνέπτυξε τὰς συγχρόνους ἀντιλήψεις τῆς φυσικῆς περὶ ἀκτινοβολιῶν (θερμικῆς, φωτεινῆς, ραϊντγκεν, κοσμικῆς), κατὰ τρόπον τὸσον ἀπλοποιητικὸν καὶ ἐπαγωγόν, ὥστε κατεγοήτευσε τὸ πολυπληθέστατον ἀκροατήριον τοῦ καὶ κατέδειξε τί εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτύχη ὁ ἐπιστήμων, ὅταν ὄντως ἐπιθυμῇ νὰ καταστήσῃ νοητὰς ἰτάς ἀληθείας τοῦ πνευματικοῦ του τομέως, εἰς κοινὸν ἄλλων ἐπιστημῶν καὶ ἀπασχολήσεων. Τὴν ὁμίλιαν τοῦ κ. Γιαννοπούλου, Ἡ' τῆς σειρᾶς ὁμιλιῶν τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ Ἔτους 1953—1954 τῆς Α.Σ.Β.Σ. παραθέτομεν κατωτέρω.

Ὡς τὰ τέλη τοῦ περασμένου αἰῶνα, ἡ Φυσικὴ, ὅπως ξέρομε, θεωροῦσε, γιὰ τελευταία ὑποδιαίρεση τῆς ὕλης, τὸ ἄτομο.

Ἡ ἔννοια τοῦ ἀτόμου δόθηκε ἀπὸ τὸ Δημόκριτο τὸν Ἀβδηρίτη. Αὐτὸς πρῶτος, πρὶν ἀπὸ 2500 χρόνια, διατύπωσε τὴ θεωρίαν ὅτι ὅλα σ' αὐτὸ τὸν κόσμον, ὄρατὰ καὶ ἀόρατα, ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀπειροελάχιστα σωματίδια, τόσο μικρά, πὸν δὲν μποροῦν πιά νὰ «τμηθοῦν» σὲ μικρότερα κομματάκια καὶ γι' αὐτὸ τὰ ὀνόμασε «ἄτομα», δηλαδὴ ἄτμητα. Κατὰ τὴν περιφημὴ φράση του: «*Νόμῳ, φησί, γλυκῷ, καὶ νόμῳ πικρῶν, νόμῳ θεομόν, νόμῳ ψυχρῶν, νόμῳ χροῖῃ, ἐτεῆ δὲ ἄτομα καὶ κενόν.*» Ἄπερ νομίζεται μὲν εἶναι καὶ δοξάζεται τὰ αἰσθητά, οὐκ ἔστι δὲ κατ' ἀλήθειαν ταῦτα, ἀλλὰ τὰ ἄτομα μόνον καὶ τὸ κενόν».

Ὅταν παρουσιάζεται κάτι τὸ νέο σ' αὐτὸ τὸν κόσμον δὲ δημιουργεῖται τίποτα καινούργιο, παρὰ τὰ ἀθέατα ἄτομα, πὸν βρίσκονται παντοῦ, μαζεύονται σ' ἓνα σμήνος, ὅπως ἀκριβῶς καὶ τὰ περιστέρια ὅταν τὰ ταΐζουμε. Ὅταν κάτι χάνεται, δὲν ἐκμηδενίζεται τίποτα, παρὰ τὰ ἄτομα χωρίζονται ὅπως καὶ τὰ περιστέρια, πού, ἀφοῦ φᾶνε, χάνονται ἐδῶ κι ἐκεῖ.

Ὅταν τὸ μωρὸ μεγαλώνει στὴν κούνια του, στὸ ὕλικό του σῶμα προστίθενται ἄτομα, κι ὅταν ὁ πεθαμένος λιώνει στὸ μνήμα του, τὰ ἄτομα, πὸν εἶχαν σηματίσει τὸ φθαρτό του σῶμα, ξαναγυρίζουν στὴ Μητέρα Γῆ. Ἡ ἀνάπτυξη στὴ φύση εἶναι ἡ ὁμαδοποίησι τῶν ἀτόμων. Ἡ φθορά, ὁ ἀποχωρισμὸς αὐτῶν τῶν ἀτόμων.

Τὰ ἄτομα, σύμφωνα μὲ τὴν ἀτομικὴ θεωρίαν, εἶναι τὰ ὑπερμικροσκοπικά, ἀχώριστα, ἀκατάλυτα καὶ αἰώνια ἀρχικὰ στοιχεῖα τῆς Φύσεως.

Ἡ ἀτομοθεωρία τοῦ Δημόκριτου ἐπιβεβαιώνεται σήμερον καὶ παρουσιάζεται μάλιστα σὲ μιὰ περιλάμπρη ἀναγέννηση. Σ' ἓνα πράγμα, ὅμως, ἔπεσε ἔξω ὁ Δημόκριτος: Τὰ ἄτομα δὲν εἶναι ἄτμητα εἶναι τμητά.

Κατὰ τὴ νεώτατη θεωρίαν, τὴν ὀνομαζόμενὴ «ἠλεκτρονικὴ», κάθε ἄτομο ἀποτελεῖ ὀλόκληρο πλανητικὸ σύστημα. Στὸ κέντρο του αἰωρεῖται ὁ ἥλιος, ὁ πυρή-

νας. Κι ὅπως γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο περιστρέφονται οἱ πλανῆτες, γύρω ἀπὸ τὸν πυρήνα τοῦ ἀτόμου περιστρέφονται, μὲ τὴν ἀφάνταστη ταχύτητα τῶν 2000 χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτο, οἱ πλανῆτες του, τὰ *ἠλεκτρόνια*.

Γιὰ νὰ ἀντιληφθοῦμε πόσο μικρὰ εἶναι αὐτὰ τὰ σωματία ἄς ποῦμε ὅτι ἂν θέλαμε νὰ μετρήσουμε τὰ ἠλεκτρόνια πὸν χωροῦν μέσα σ' ἓνα κυβικὸ χιλιοστόμετρο, μετρώντας 1 000 000 ἠλεκτρόνια στὸ δευτερόλεπτο, θὰ ἔπρεπε ὁ Πανάγαθος νὰ μᾶς χαρίσει ζωὴ 520 833 τρισεκατομμύρια χιλιετηρίδες, γιὰ νὰ μπορέσουμε νὰ τελειώσουμε τὴ μέτρηση. Ἀντιλαμβάνομαστε, τώρα, πὸς καὶ ἡ μάζα, δηλαδὴ τὸ ποσὸ τῆς ὕλης πὸν ἔχουν αὐτὰ τὰ σωματίδια, εἶναι ἀνάλογη μὲ τὸ μέγεθός τους.

Ἡ δύναμη πὸν συγκρατεῖ γύρω στὸν πυρήνα τὰ ἠλεκτρόνια εἶναι, στὴ φύση της, ἠλεκτρικὴ. Ὁ πυρήνας εἶναι φορτισμένος μὲ θετικὸ ἠλεκτρισμό. Τὰ ἠλεκτρόνια, μὲ ἀρνητικὸ. Τὸ κάθε ἠλεκτρόνιο ἀποτελεῖ τὸ «στοιχειῶδες», ὅπως λέγεται, φορτίο ἠλεκτρισμοῦ. Καὶ στὸν κόσμον τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τὰ ἑτερόνυμα ἔλκονται ἐνῶ τὰ ὁμόνυμα ἀπωθοῦνται. Ἔτσι, ὁ θετικὸς φορτισμένος πυρήνας ἔλκει τὰ ἀρνητικὰ φορτισμένα ἠλεκτρόνια. Τὸ «γιατί» δὲν πέφτουν τὰ ἠλεκτρόνια πάνω στὸν πυρήνα μὴ πὸν ἔλκονται ἀπ' αὐτόν, ὀφείλεται στὴν ἴδια αἰτία πὸν κρατᾷ τὸ φεγγάρι μακριὰ ἀπὸ τὸν πλανήτη μας, καίτοι σύμφωνα μὲ τὸν Νευτώνιο νόμον τῆς παγκοσμίου ἑλξεως, ἔλκεται κι αὐτὸ ἀπὸ τὴ Γῆ. Αἰτία λοιπὸν ἡ περιστροφικὴ κίνηση τῶν ἠλεκτρονίων γύρω ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ ἡ φυγόκεντρον δύναμη πὸν ὀφείλεται σ' αὐτήν.

Τὰ ἠλεκτρόνια γύρω ἀπὸ τὸν πυρήνα δὲν περιστρέφονται ὅπως λάχει, ἀλλὰ τὸ καθένα κινεῖται σύμφωνα μὲ ὀρισμένον νόμον, ἀπάνω σὲ καθορισμένη τροχιά. Κάθε τροχιά μπορεῖ νὰ ἔχει ἴδια ἀκτίνα μὲ μιὰν ἄλλη, παρουσιάζει ὅμως διαφορετικὴ κατεύθυνση. Ἔτσι, μποροῦμε νὰ ποῦμε πὸς τὰ ἠλεκτρόνια βρίσκονται ταχτοποιημένα γύρω ἀπὸ τὸν πυρήνα κατὰ στιβάδες ἢ, ἀκριβέστερα, κατὰ στάθμες ἐνεργείας, πὸν ὀνοματίζονται μὲ τὰ γράμματα Κ, L, M, N, O, P, Q, ἐνεργειακὴ στάθμη Κ, ἐνεργειακὴ στάθμη L, κτλ. Ἡ πλησιέστερη πρὸς τὸν πυρήνα εἶναι ἡ ἐνεργειακὴ στάθμη Κ, ἡ πὸν μακρινή, ἡ στάθμη Q.

Στὸ ἄτομον τοῦ ὕδρογονοῦ, πὸν ἀποτελεῖ τὸ πρῶτον στοιχεῖον στὸ περιοδικὸν σύστημα τοῦ Μεντελεγιέφ, γύρω ἀπὸ τὸν πυρήνα περιστρέφεται 1 μονάχα ἠλεκτρόνιο. Ὑστερα ἔρχεται τὸ ἥλιο μὲ 2 ἠλεκτρόνια. Τρίτον εἶναι τὸ λίθιον μὲ 2 ἠλεκτρόνια στὴν ἐνεργειακὴν στάθμη Κ καὶ 1 στὴν L.

Ἔτσι συνεχίζεται ἡ σειρά τῶν στοιχείων καί, τέλος, φτάνομε στὸ 92, πὸν εἶναι τὸ τελευταῖον στοιχεῖον στὴ Φύση, τὸ οὐράνιον, πὸν ἔχει 92 ἠλεκτρόνια - πλανῆτες μοιρασμένα στὶς ἐνεργειακὰς στάθμες μὲ τὸν ἐξῆς τρόπο: 2 στὴν Κ, 8 στὴν L, 18 στὴν M, 32 στὴν N, 18 στὴν O, 13 στὴν P καὶ 1 στὴν Q.

Καὶ τώρα ἐρχόμαστε στὸν πυρήνα. Κι αὐτὸς δὲν εἶναι ἀτόμιος, ἀλλὰ κι αὐτὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ σωματία: Ἀπὸ τὰ πρωτόνια κι ἀπὸ τὰ νετρόνια. Αὐτὰ τὰ σωματία, πὸν φέρουν καὶ τὸ γενικὸ ὄνομα «πυρήνια» καὶ μποροῦν νὰ θεωρηθοῦν σὰ γὰ εἶναι ἓνα σωματίον ἀλλὰ σὲ δύο διαφορετικὰς ἐνεργειακὰς καταστάσεις, ἀποτελοῦν καὶ τὴν κύρια μάζα κάθε ἀτόμου, γιατί τὰ ἠλεκτρόνια συγκρινόμενα εἶτε μὲ τὰ πρωτόνια, εἶτε μὲ τὰ νετρόνια ἔχουν μάζα ἀμελητέα. Τὰ πρωτόνια καὶ νετρόνια βρίσκονται σὲ ὀρισμένη ἀναλογία μεταξύ τους μέσα στοὺς πυρήνες. Ἄν ἡ ἀναλογία αὐτὴ ἀλλάξει, ὁ πυρήνας γίνεται ἀσταθής.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν πρωτονίων μᾶς δίνει τὸν *ἀτομικὸν ἀριθμὸν*, σύμφωνα μὲ

τὸν ὁποῖο τὸ στοιχεῖο κατατάσσεται στὸν πίνακα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. Ἀπὸ τὸν ἀριθμὸ τῶν πρωτονίων ἐξαρτᾶται ἡ φύση τοῦ στοιχείου.

Τὸ ἄθροισμα τῶν πρωτονίων καὶ νετρονίων δίνει τὸ μαζικὸ ἀριθμὸ, πὸν καθορίζει τὸ ἀτομικὸ βᾶρος τοῦ στοιχείου.

Τὰ πρωτόνια εἶναι φορτισμένα μὲ θετικὸ ἠλεκτρισμὸ. Τὸ κάθε πρωτόνιο ἔχει πάνω του τὸ στοιχειῶδες φορτίο ἠλεκτρισμοῦ πὸν σ' αὐτὴ τὴν περίπτωσι εἶναι θετικὸ. Τὸ κάθε πρωτόνιο, λοιπόν, ἐξουδετερώνει καὶ ἀπὸ ἓνα ἠλεκτρόνιο. Τὰ πρωτόνια, ἀφοῦ εἶναι ὁμωνύμως ἠλεκτρισμένα, ἔπρεπε νὰ ἀπωθοῦνται μεταξύ τους καὶ ὁ πυρήνας νὰ διασπᾶται. Δὲ συμβαίνει ὁμως κάτι τέτοιο, γιατί τὰ πρωτόνια συνδέονται μὲ τὰ νετρόνια μὲ τὶς λεγόμενες «δυνάμεις ἀνταλλαγῆς». Οἱ δυνάμεις ἀνταλλαγῆς ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν ἀναλογία τῶν πρωτονίων καὶ νετρονίων πὸν ἔχει ὁ πυρήνας. Ἐάν οἱ δυνάμεις ἀνταλλαγῆς εἶναι ἰσχυρότερες ἀπὸ τὶς ἀπωστικὰς δυνάμεις τῶν πρωτονίων, ὁ πυρήνας εἶναι σταθερὸς. Ἐάν, ἀντίθετα, ὑπερτεροῦν οἱ ἀπωστικὰς δυνάμεις τῶν πρωτονίων, ὁ πυρήνας εἶναι ἀσταθής. Ἀποβάλλει σωμάτια. Εἶναι, ὅπως λέμε, «ραδιενεργός». Μπορεῖ ἀκόμα καὶ νὰ διασπαστεῖ.

Τὰ νετρόνια εἶναι οὐδέτερα. Μποροῦμε νὰ ὑποθέσουμε, τελείως χονδρικά, πὸς ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἓνα πρωτόνιο καὶ ἓνα ἠλεκτρόνιο ἀλληλοεξουδετερούμενα. Ἔτσι, μόνο τὸ θετικὸ φορτίο τοῦ συνόλου τῶν πρωτονίων παρουσιάζει ὀλόκληρο ἢ τὸν πυρήνα ἠλεκτρισμένο θετικά. Κι ἐπειδὴ τὸ κάθε ἄτομο στὴν κανονικὴ του κατάστασι ἔχει μὲ τὰ ἠλεκτρόνια τοῦ ἀρνητικὸ φορτίο ἴσο μὲ τὸ θετικὸ φορτίο τῶν πρωτονίων, τὸ ἄτομο παρουσιάζεται στὸν ἔξω κόσμῳ ἠλεκτρικὰ οὐδέτερο.

Προσθαφαίρεσι ἠλεκτρονίων στὸ ἄτομο καταστρέφει τὴν οὐδετερότητά του καὶ ἠλεκτρίζει τὸ ἄτομο ἢ—ἐπιστημονικότερα—ἰονίζει τὸ ἄτομο.

Προσθαφαίρεσι πρωτονίων πραγματοποιεῖ τὸ ὄνειρο τῶν Ἀλχημιστῶν : Προκαλεῖ μεταστοιχείωσι.

Προσθαφαίρεσι, τέλος, νετρονίων, δημιουργεῖ ἰσότοπα, ἀλλάζει, δηλαδή, μόνο τὸ μαζικὸ ἀριθμὸ καὶ ὄχι τὴ φύση τοῦ στοιχείου.

Ἔστερα ἀπ' ὅσα εἶπαμε, δὲ θὰ μᾶς φανεῖ παράξενο ἂν ποῦμε, πὸς τὸ κάθε ὕλικὸ σῶμα σ' αὐτὸ τὸν κόσμῳ ἀποτελεῖται ἀπὸ πρωτόνια, νετρόνια καὶ ἠλεκτρόνια, σὲ ἀκατάπαυσι κίνησι. Καὶ τὸ πῶς σκληρότερο ὕλικὸ ἂν ἐξετάσουμε, θὰ διαπιστώσουμε ὅτι τὸ ὕλικὸ αὐτὸ εἶναι συγκρότημα ἀπὸ δισεκατομμύρια καὶ τρισεκατομμύρια ἀπειροελάχιστους κόσμους πὸν στροβιλίζουνται, ἓνα σύνολο ἀπὸ ὑπερ-μικροσκοπικὰ πρᾶματάκια πὸν κινοῦνται ἰλιγγιωδῶς καὶ πὸν τὰ χωρίζουν τεράστιες, σχετικὰ μὲ τὰ μεγέθη τους, ἀποστάσεις, ἓνα δίχτυ, νὰ ποῦμε, μὲ τεράστιαν κενά, ἓνα «σχεδὸν τίποτα». «Οὐ γὰρ ὕλη ἐστίν, ἀλλ' ὕλης δόξα» ἔλεγε Ἀπολλώνιος ὁ Τυανέας, βλέποντας τὰ γύρω του μὲ τὸ φιλοσοφικὸ του μυαλό. Ὅτι βλέπουμε δὲν εἶναι ὕλη παρὰ ἰδέα τῆς ὕλης.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

Καὶ τώρα στὸ θέμα μας.

Ἐάν κατατάξουμε τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ κύματα, στὰ ὁποῖα ἀνήκουν, ἔξω ἀπὸ τὰ ραδιοφωνικὰ κύματα, τὰ θερμικὰ κύματα, τὰ κύματα τοῦ φωτός, οἱ ἀκτίνες Ραϊντγκεν, οἱ ἀκτίνες γάμμα καὶ ἡ κοσμικὴ ἀκτινοβολία, σύμφωνα μὲ τὴ συχνότητά τους, δηλαδή τὸν ἀριθμὸ τῶν παλμῶν πὸν κάνουν κατὰ 1", καταρτίζουμε μία κλί-

μακα παρόμοια με την κλίμακα του πιάνου. Ἡ κλίμακα ἀρχίζει ἀπὸ κάτω με τὰ μακρὰ κύματα καὶ τελειώνει ἀπάνω με τὰ βραχύτατα.

Ὅταν τὰ κύματα ἀκολουθοῦν ἀργὰ τὸ ἓνα τὸ ἄλλο, ἔχουν δηλαδὴ μικρὴ συχνότητα, ἡ ἀπόσταση μεταξύ τους εἶναι μεγάλη καὶ τὸ κύμα εἶναι μακρὸν. Ἐάν γίνεται τὸ ἀντίθετο, ἂν δηλαδὴ τὸ ἓνα κύμα ἀκολουθεῖ γρήγορα τὸ ἄλλο, ὅποτε ἡ συχνότητά του εἶναι μεγάλη, τότε ἡ ἀπόσταση μεταξύ τῶν κυμάτων εἶναι μικρὴ καὶ τὸ κύμα εἶναι βραχὺ. Βλέπουμε, λοιπόν, πὼς ἡ συχνότητα εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογη πρὸς τὸ μήκος τοῦ κύματος.

Διαθέτουμε διάφορους τρόπους γιὰ νὰ παράγουμε ἠλεκτρομαγνητικὰ κύματα. Ἀνάλογα με τὸν τρόπο λειτουργίας καὶ τὸ μέγεθος τοῦ πομποῦ, τὰ κύματα μποροῦν νὰ ἔρχονται τὸ ἓνα πίσω ἀπὸ τὸ ἄλλο ἀργότερα ἢ ταχύτερα καὶ ἐπομένως νὰ εἶναι μακρὰ ἢ βραχέα. Με τοὺς ραδιοσταθμοὺς στέλνουμε κύματα πού τὸ μήκος τους, ἀρχίζοντας ἀπὸ μέτρα, φτάνει σὲ χιλιόμετρα ὁλόκληρα.

Τὸ ἄτομο ἐκπέμπει, σὰ μικρὸς πομπός, βραχέα κύματα.

Ποῖο εἶναι τὸ μέσο πού διαδίδει τὴ διαταραχὴ τοῦ ἀτόμου με μορφή κυμάτων στὸ γύρω χῶρο δὲν ξέρουμε ἀκόμη. Αὐτὸ τὸ μέσο τὸ ὀνομάζαν πρὶν «αἰθέρα».

Ὅταν ὅμως ὁ Ἀϊνσταϊν προσπάθησε νὰ βρεῖ, ποιὲς ἰδιότητες ἔπρεπε νὰ ἔχει αὐτὸς ὁ αἰθέρας, ὅταν μεταφέρει σὲ παμμέγιστες ἀποστάσεις κύματα με συχνότητα δισεκατομμυρίων παλμῶν καὶ με τὴν ταχύτητα μάλιστα τῶν 300 ἑκατομμυρίων μέτρων κατὰ δευτερόλεπτο, τὰ ἀναγκαῖα μαθηματικὰ μεγέθη δὲν μποροῦσαν νὰ μποῦν σὲ καμιά μορφή. Γι' αὐτὸ ὁ Ἀϊνσταϊν πρότεινε νὰ ἀφήσουν κατὰ μέρος τὴν ἔννοια τοῦ αἰθέρα καὶ νὰ τὴν ἀντικαταστήσουν με τὴν ἔννοια τοῦ πεδίου. «Πεδίο» ὀνομάζουμε τὸ χῶρο μέσα στὸν ὁποῖο κυριαρχεῖ με τὴν ἐνέργειά του ἓνα κομμάτι μάζας.

Γιὰ νὰ καταλάβουμε τί εἶναι ἓνα πεδίο, ἄς ἀνάψουμε ἓνα κερί. Ὅλος ὁ χῶρος πού φωτίζεται ἀπὸ τὸ κερί εἶναι τὸ πεδίο τῆς φλόγας του. Ἡ ἔνταση τοῦ φωτὸς ἢ τοῦ πεδίου μικραίνει με τὴν ἀπόσταση ἀπὸ τὸ κερί κατὰ κανονισμένους τύπους. Ἡ ἔντασή του γίνεται ὄλο καὶ μικρότερη, δὲ φτάνει ὅμως ποτὲ στὸ μηδέν· τὸ πεδίο ξαπλώνεται, θεωρητικὰ, ὡς τὸ ἄπειρο.

Κάθε σῶμα εἶναι ὅπως τὸ ἀναμμένο κερί. Κι ὅταν ἀκόμη δὲ φωτίζει ἢ δὲ ζεσταίνει, περιτριγυρίζεται ἀπὸ ἓνα τέτοιο πεδίο. Σ' αὐτὸ τὸ πεδίο παρουσιάζονται τρεῖς, φαινομενικὰ διαφορετικὲς, πιθανὸν ὅμως ἴδιες, δυνάμεις: Ἡ βαρύτητα, ὁ ἠλεκτρισμὸς καὶ ὁ μαγνητισμὸς. Ἔτσι, μιλοῦμε γιὰ τὸ πεδίο τῆς βαρύτητας, γιὰ τὸ ἠλεκτρικὸ πεδίο καὶ γιὰ τὸ μαγνητικὸ πεδίο. Καὶ ἐπειδὴ ὁ ἠλεκτρισμὸς καὶ ὁ μαγνητισμὸς παρουσιάζονται πάντοτε μαζί σὲ ἀδιαίρετη ἔνωση, ὀνομάζουμε τὸ κοινὸ τους πεδίο, «ἠλεκτρομαγνητικὸ πεδίο».

Ἐάν ἀλλάξει ἡ θέση καὶ ἡ ὕψη ἑνὸς σώματος, ἀλλάζει φυσικὰ καὶ τὸ πεδίο του. Κι ἓνα ἀκόμη ἠλεκτρόνιο σ' ἓνα ἄτομο ἂν ξεφύγει ἀπὸ τὴ θέση του, παρουσιάζεται μιὰ διαταραχὴ τοῦ πεδίου. Οἱ ἀκτινοβολίες γεννιοῦνται ἀπὸ διαταραχὲς πεδίων πού προκαλοῦνται ἀπὸ μεταβολὲς τῆς θέσεως ἢ τῆς ὕψης τοῦ ἀτόμου. Ἐπειδὴ αὐτὲς οἱ διαταραχὲς σημειώνονται σὰ διακυμάνσεις τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς στατικῆς τοῦ χῶρου καὶ διαδίδονται με μορφή κυμάτων πρὸς ὅλες τὶς κατευθύνσεις, τὶς ὀνομάζουμε ἠλεκτρομαγνητικὰ κύματα ἢ, καλύτερα, ταλαντώσεις.

Οἱ ταλαντώσεις πού παράγονται ἀπὸ τὰ ἄτομα παρουσιάζονται — ἀνάλογα

μέ τη συχνότητά τους—σέ διαφορετικῆς μορφῆς: θερμότητα, φῶς, ἀκτίνες Ραϊντ-γκεν, ἀκτίνες γάμμα. Ἡ θερμότητα καί τὸ φῶς, τὸ φῶς καί οἱ ἀκτίνες γάμμα δὲν διαφέρουν καθόλου στήν οὐσία. Διαφέρουν ἀνάμεσά τους, ὅπως διαφέρουν μεταξύ τους οἱ βαθεῖς, οἱ μέσοι καί οἱ ὑψηλοὶ ἤχοι στή μουσική· δηλαδή στή συχνότητά τους. Ἡ θερμότητα, τὸ φῶς καί οἱ ἀκτίνες γάμμα εἶναι ὁ μπάσος, ὁ βαρύτερος καί ὁ τενόρος, στή μουσική τῆς ἀκτινοβολίας.

Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ἄς δοῦμε τώρα πῶς παράγεται ἡ θερμότητα.

Τὰ μακρύτερα κύματα πού μποροῦν νά ἐκπέμψουν τὰ ἄτομα εἶναι ἐκεῖνα πού παράγουν ὅταν κινοῦνται σάν δλόκληρα ἄτομα ἢ σάν ἐνώσεις ἀτόμων, δηλαδή σὰ μόρια. Αὐτὰ τὰ μακρότατα ἀτομικά κύματα, πού γεννιοῦνται ἀπὸ τὴν κίνηση δλόκληρων ἀτόμων ἢ μορίων, ἀποτελοῦν τὴ θερμότητα.

Δὲ μᾶς εἶναι δύσκολο νά φέρομε διαταραχὴ στὰ ἄτομα ἢ στὰ μόρια ἐνὸς σώματος, νά γεννήσουμε, ἄρα, θερμότητα. Ἄρκει λ.χ. μ' ἓνα σφυρὶ νά χτυπήσουμε ἓνα καρφί. Τὸ καρφί, καθὼς καί τὸ τμῆμα τοῦ σφυριοῦ πού τὸ χτύπησε, ἀμέσως ζεσταίνονται. Ἡ κίνηση τοῦ σφυριοῦ ἐμποδίζεται ἀπὸ τὸ κεφάλι τοῦ καρφιοῦ καί μετατρέπεται ἔτσι σὲ παλμούς τῶν μορίων καί τῶν ἀτόμων. Ἡ διαταραχὴ πού προκαλεῖται μ' αὐτὸ τὸν τρόπο στὰ ἄτομα καί στὰ μόρια διαδίδεται στὸ γύρω χωρὸ μὲ μιὰ ἠλεκτρομαγνητικὴ ταλάντωση, πού μᾶς προκαλεῖ ζέστη. Ἐπομένως, παραγωγὴ θερμότητας μὲ μηχανικὸ τρόπο σημαίνει: *Μετατροπὴ μιᾶς μεγάλης κινήσεως, ὅπως ἡ κίνηση τοῦ σφυριοῦ, σὲ μικρὴ κίνηση τῶν μορίων καί τῶν ἀτόμων.* Ὅταν φρενάρουν οἱ τροχοὶ τοῦ τραίνου, οἱ τροχοὶ καί οἱ σιδηροτροχιῆς καμιά φορὰ σπινθηροβολοῦν. Ὅταν τρίβουμε ἓνα σπέρτο πάνω στὸ κουτί του, ἡ μεγάλη κίνηση τοῦ χεριοῦ μας μετατρέπεται, μὲ τὸ φρενάρισμα τοῦ σπέρτου, σὲ μικρὴ κίνηση τῶν ἀτόμων του, δημιουργεῖται ἐπομένως ζέστη, καί τὸ κεφάλι τοῦ σπέρτου ἀνάβει.

Ἄφοῦ δημιουργήσουμε τὴ φλόγα τοῦ σπέρτου, παίρνομε τὴ συνηθισμένη θερμικὴ ταλάντωση, γιατί τὴ μεταδίνουμε σ' ἓνα καύσιμο ὑλικό, ὅπως εἶναι τὸ ξύλο ἢ τὸ χαρτί. Τὰ καύσιμα ὑλικά εἶναι οὐσίες στὶς ὁποῖες, ὅταν μεταβιβάσουμε μιὰ φορὰ μιὰ κίνηση ἀτόμων ἢ μορίων, ἡ κίνηση αὐτὴ διαδίδεται αὐτομάτως. Ἡ διάδοση αὐτὴ τῆς κινήσεως γίνεται μὲ τὴ βοήθεια τοῦ συντονισμοῦ.

Γνωρίζομε ἀπὸ τὴ Φυσικὴ τί εἶναι συντονισμός. Χτυπάμε μιὰ διαπασῶν καί τὴν ἀφήνομε νά πάλλεται. Κοντὰ τῆς τοποθετοῦμε μιὰν ἄλλη διαπασῶν. Ἐνῶ δὲν πειράζομε καθόλου τὴ δεύτερὴ αὐτὴ διαπασῶν, τὴν ἀκοῦμε σὲ λίγο νά πάλλεται κι αὐτὴ μὲ τὸ ρυθμὸ τῆς πρώτης. Αὐτὴ ἡ αὐτόματα δημιουργούμενη ταλάντωση τῆς δεύτερης διαπασῶν, λέμε ὅτι ὀφείλεται σὲ «συντονισμό».

Τὰ ἄτομα καί τὰ μόρια συμπεριφέρονται ὅπως ἀκριβῶς καί ἡ διαπασῶν. Ἄν βάλουμε μιὰ χύτρα μὲ κρύο νερὸ ἀπάνω στὴ φωτιά, προσάγομε στὸ νερὸ τὴ θερμαντικὴ ἐνέργεια τῆς φωτιᾶς. Τὰ μόρια τοῦ νεροῦ ἀρχίζουν ἀμέσως, στὴν ἀρχὴ λίγα καί ἀργά, ἔπειτα ὅλα καί γρήγορα, νά πάλλονται μὲ τὴν ἐπίδραση τῶν θερμικῶν κυμάτων πού πηγάζουν ἀπὸ τὴ φωτιά, γιατί βρίσκονται σὲ συντονισμό μ' αὐτὰ τὰ κύματα. Τὸ νερὸ, λοιπόν, ζεσταίνεται χάρι σ' αὐτόν. Ἄν στείλομε κύματα κατάλληλου μήκους σ' ἓνα ἄτομο, τὸ ἄτομο ἀρχίζει νά πάλλεται μὲ τὸ ρυθμὸ

αὐτῶν τῶν κυμάτων. «Διεγείρεται», ὅπως λέμε. Τὸ διεγερμένο ἄτομο στέλνει κι αὐτὸ μὲ τὴ σειρά του κύματα τοῦ ἴδιου μήκους καὶ διεγείρει ἄλλα γειτονικά του ἄτομα καὶ ἔτσι ἡ ταλάντωση μεταδίνεται σ' ὅλα τὰ ἄτομα τοῦ σώματος.

Τ Ο Φ Ω Σ

Ἄς ἔλθουμε τώρα στὸ φῶς.

Ὅταν ὑψώνουμε ἓνα σῶμα πάνω ἀπὸ τὸ ἔδαφος, τοῦ προσδίνουμε ἓνα ποσὸ ἐνεργείας. Τὸ σῶμα, λέμε, ὑψώνεται σὲ ὑψηλότερη στάθμη ἐνεργείας. Ὅσο ψηλότερα τὸ σηκώνουμε, τόσο ὑψηλότερη εἶναι καὶ ἡ ἐνεργειακὴ του στάθμη*.

Μὲ τὸν ἴδιο τρόπο συμπεριφέρονται καὶ τὰ ἠλεκτρόνια μέσα στὸ ἄτομο. Ἄν προσδώσουμε σ' αὐτὰ ἐνέργεια, ἀπομακρύνοντάς τα ἀπὸ τὸν πυρήνα, τὰ ὑψώνουμε σὲ ὑψηλότερες στάθμες ἐνεργείας. Τὸ κάθε ἠλεκτρόνιο ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸν πυρήνα ὄχι βαθμιαία παρὰ μὲ ἄλματα, πού ἀκολουθοῦν ὀρισμένους κανόνες καὶ ὀνομάζονται «ἄλματα κβάντα» ἢ «κβαντικά ἄλματα».

Στὴ νέα του θέση τὸ ἠλεκτρόνιο μένει ἓνα κλάσμα μονάχα τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου. Ὅπως ἡ πέτρα πού ρίχνουμε ψηλὰ ξαναγυρίζει ἀμέσως στὴ γῆ, ἔτσι καὶ τὸ ἠλεκτρόνιο ἐπιστρέφει στὴν ἀρχικὴ του στάθμη, γιατί αὐτὴ τὸ ἀναζητᾷ. Ἡλεκτρόνιο λοιπὸν τῆς τρίτης π.χ. στάθμης πού ἀνυψώνεται στὴν τέταρτη στάθμη, ξαναπέφτει στὴν τρίτη. Ἄν τὸ ἴδιο ἠλεκτρόνιο δὲν μπόρεσε νὰ γυρίσει στὴ θέση του, ἄλλο ἠλεκτρόνιο ἀπ' αὐτὴν τὴν ὑψηλότερη τέταρτη στάθμη θὰ κατακρημνισθεῖ στὴ χαμηλότερη τρίτη στάθμη, γιὰ νὰ γεμίσει τὸ κενὸ πού δημιουργήθηκε σ' αὐτὴν ἀπὸ τὸ πῆδημα τοῦ προηγούμενου ἠλεκτρονίου.

Ἄν ἠλεκτρόνιο τῆς πρώτης στάθμης ἀναγκασθεῖ νὰ ἀνυψωθεῖ στὴ δεύτερη στάθμη καὶ δὲν γυρίσει πίσω, ἄλλο ἠλεκτρόνιο ἀπ' αὐτὴν τὴ δεύτερη στάθμη, θὰ πάει στὴν πρώτη.

Γιὰ νὰ ρίξουμε μιὰ πέτρα ψηλά, τῆς δίνουμε ὀρισμένη ἐνέργεια, πού εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο μεγαλύτερο εἶναι τὸ ὕψος ὅπου φτάνει ἡ πέτρα. Ἡ πέτρα, ὅταν πέφτει στὸ ἔδαφος, μᾶς ἐπιστρέφει τὴν ἐνέργεια πού τῆς δώσαμε. Ἡ κίνησή της, πού κόβεται στὸ ἔδαφος καὶ τελειώνει ἐκεῖ, μετατρέπεται σὲ παλμούς τῶν ἀτόμων της καὶ τῶν ἀτόμων τοῦ σημείου ὅπου χτύπησε. Ἐτσι, καὶ τὸ σημεῖο αὐτὸ καὶ ἡ πέτρα ζεσταίνονται. Δημιουργοῦνται δηλαδή, ἀμέσως, ἀτομικὰ κύματα : θερμομικὰ κύματα. Ὅταν τὸ ἠλεκτρόνιο, πού ἀναγκάστηκε νὰ ἀνυψωθεῖ σὲ ψηλότερη στάθμη, ἐπιστρέφει στὴν ἀρχικὴ του, μᾶς ἐπιστρέφει μὲ ἀκτινοβολία καὶ τὴν ἐνέργεια πού τοῦ δώσαμε γιὰ νὰ τὸ ὑψώσουμε στὴν ψηλότερη στάθμη. Ἡ ἐνέργεια πού ἐκπέμπεται μὲ μορφή ἀκτινοβολίας, ἐκπέμπεται, κατὰ τὸν Planck, κατὰ στοιχειώδη ποσά, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται «φωτόνια».

Ἡ ἀκτινοβολία ἢ δημιουργούμενη ἀπὸ τὰ ἠλεκτρόνια, πού εἶναι πολὺ μικρότερα ἀπὸ ἓνα ὀλόκληρο ἄτομο, εἶναι φυσικὰ ἀνάλογη μὲ τὸ μέγεθος τῶν ἠλεκτρονίων, ἄρα πολὺ βραχύτερη ἀπὸ τὴ θερμοκὴ ἀκτινοβολία πού δημιουργεῖται

* Αὐτό, βέβαια, στὴν περιοχὴ πού ἐπικρατεῖ τὸ πεδίο βαρύτητας τῆς Γῆς καὶ γενικά ἔως ἐκεῖ πού ἡ ἐπίδραση τοῦ πεδίου ἄλλων ἀστρῶν ἀπάνω στό, μικρὸ σχετικὰ μὲ τὴ γῆ, σῶμα πού σηκώνουμε, μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ, ἐξαιτίας τῆς ἀσημαντότητάς της, μηδενική.

Όταν πάλλονται όλόκληρα άτομα. Τὰ κύματα πού δημιουργεῖ εἶναι, γιὰ νὰ ἐκφραστοῦμε μὲ στρογγυλὸ ἀριθμὸ, 1000 φορές περίπου βραχύτερα ἀπὸ τὰ θερμοκινῆ κύματα. Τὰ συλλαμβάνουμε μὲ τὰ μάτια μας εἶναι τὸ φῶς.

Τὸ φῶς, ἐπομένως, εἶναι ἠλεκτρομαγνητικὲς ταλαντώσεις μεσαίου μήκους κύματος, πού γεννιοῦνται ἀπὸ τὰ άτομα, ὅταν τὰ ἠλεκτρονία τους, πέφτοντας ἀπὸ ψηλότερες στάθμες στὶς ἀρχικὲς τους, μᾶς ἐπιστρέφουν τὴν ἐνέργεια πού τοὺς δώσαμε γιὰ νὰ τὰ ἀνυψώσουμε ψηλότερα.

Ἄν δώσουμε στὰ άτομα μικρὴ ἐνέργεια, ἀνυψώνονται ἀπὸ τὶς ἀρχικὲς τους στάθμες μονάχα τὰ ἠλεκτρονία πού βρίσκονται μακριὰ ἀπὸ τὸν πυρήνα. Γιατὶ αὐτὰ μόνο μποροῦν μὲ λίγη βοήθεια νὰ υπερνικήσουν τὴν ἐλκτικὴ του δύναμη. Ἡ Φυσικὴ, ὁμως, μᾶς διδάσκει ὅτι ὅσο δίνουμε, τόσο παίρνουμε. Μικρὴ ἢ ἐνέργεια πού δώσαμε στὸ άτομο; Μικρὴ καὶ ἡ ἐνέργεια πού θὰ μᾶς ἐπιστρέψει μὲ τὰ ἀκτινοβολούμενα φωτόνια.

Οἱ ἔξωτερικὲς στάθμες τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι ἀπομακρυσμένες, ἢ μιὰ ἀπὸ τὴν ἄλλη, περισσότερο ἀπ' ὅσο εἶναι οἱ ἐσωτερικὲς. Τὸ ἴδιο παρατηροῦμε καὶ στὸ ἠλιακὸ μας σύστημα: Οἱ τροχιᾶς τῶν ἔξωτερικῶν πλανητῶν εἶναι ἀπομακρυσμένες, ἢ μιὰ ἀπὸ τὴν ἄλλη, περισσότερο ἀπ' ὅσο εἶναι οἱ τροχιᾶς τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν.

Όταν λοιπὸν ἓνα ἠλεκτρόνιο ἐπιστρέφει ἀπὸ μιὰ ἔξωτερικὴ στάθμη σὲ μιὰν ἄλλη ἐσώτερη, διατρέχει μιὰ, σχετικὰ μὲ τὸ μέγεθός του, μεγάλη ἀπόσταση. Ἄναφαίνεται λοιπὸν μιὰ μακρὰ μὲν ταλάντωση, δηλαδὴ ταλάντωση μὲ μεγάλο μῆκος κύματος, πλὴν φτωχὴ σὲ ἐνέργεια. Ἡ ἐνέργεια αὕτη εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογη πρὸς τὴν ἀπόσταση ἀπὸ τὸν πυρήνα, γιὰτὶ μὲ τὴν ἀπόσταση ἔξασθενίζει ἡ ἐλκτικὴ δύναμη τοῦ πυρήνα.

Όσο μακρύτερα βρίσκονται τὰ ἠλεκτρονία ἀπὸ τὸν πυρήνα, τόσο μακρύτερο τὸ ἄλλα τους, τόσο μακρύτερο ἐπίσης τὸ δημιουργούμενο κύμα, τόσο μικρότερη ὁμως καὶ ἡ ἐνέργεια τοῦ φωτονίου. Ὅσο κοντύτερα βρίσκονται πρὸς τὸν πυρήνα, τόσο βραχύτερο τὸ ἄλλα καὶ τὸ κύμα τους, τόσο πλουσιότερο ὁμως σὲ ἐνέργεια, καὶ τὸ φωτόνιό τους.

Ἐπομένως: Ἐξωτερικὰ ἄλλα μακρὰ καὶ ἀσθενικὰ προκαλοῦν μακρὰ κύματα μὲ φωτόνια μικρῆς ἐνεργείας. Ἐσωτερικὰ ἄλλα βραχεὰ καὶ ἰσχυρὰ, δημιουργοῦν βραχεὰ κύματα μὲ ἰσχυρὰ φωτόνια.

Τὰ μακρὰ κύματα στὴν περιοχὴ τῆς φωτεινῆς ἀκτινοβολίας μᾶς δίνουν τὸ ἐρυθρὸ φῶς. Ἄν ζεσταίνουμε ἓνα σῶμα πού ἀντέχει, ἄς φαντασθοῦμε, σὲ πολὺ ὑψηλὲς θερμοκρασίαις, μᾶς παρουσιάζεται πρῶτα σκοτεινὸ ἐρυθρὸ. Ὅσο ἰσχυρότερα τὸ ζεσταίνουμε, ὅσο δηλαδὴ περισσότερη ἐνέργεια τοῦ προσάγουμε, τόσο περισσότερα ἀπὸ τὰ πλησιέστερα πρὸς τὸν πυρήνα, καὶ ἐπομένως ἰσχυρότερα ἐνωμένα μ' αὐτόν, ἠλεκτρονία ἀνυψώνουμε σὲ ὑψηλότερες στάθμες, τόσο βραχύτερα καὶ πλουσιότερα σὲ ἐνέργεια εἶναι τὰ ἄλλα καὶ τὰ κύματα πού ἐκπέμπει τὸ διεγειρόμενο άτομο. Ἐπειτα ἀπὸ τὸ ἐρυθρὸ, παρουσιάζονται τὰ ἄλλα χρώματα τοῦ φάσματος: Πορτοκαλλόχροο, κίτρινο, πράσινο, κυανὸ, βαθυκυανὸ καί, τέλος, ἰώδες.

Όταν βλέπουμε τὸ σῶμα νὰ μᾶς στέλνει ἐρυθρὸ φῶς, στὰ μεγάλα ἀτομὰ του πιδοῦν τὰ ἠλεκτρονία πού βρίσκονται στὶς ἐξώτερες στάθμες. Ὅταν τὸ φῶς γίνεται κυανωπὸ μετέχουν ἠλεκτρονία καὶ τῆς τρίτης ἀκόμη στάθμης. Τὰ βραχύ-

τερα κύματα, πού δίνουν τὸ ἰώδες χροῶμα, καὶ τὰ πιό βραχύτερα ἀκόμη πού γεννοῦν τὴν ἀόρατη γιά μᾶς ὑπεριώδη ἀκτινοβολία, γεννιοῦνται μόνον ὅταν ὁ χορὸς τῶν ἠλεκτρονίων, πού ἀρχίζει ἀπ' ἔξω, φτάσει στὴν ἐσώτατη στάθμη.

Τὰ ἄτομα εἶναι μικρά. Οἱ ἀκτίνες πού ἔχουν οἱ στάθμες τῶν ἠλεκτρονίων ἀπειρελάχιστες: ἑκατομμυριοστὰ τοῦ χιλιοστομέτρου. Τὰ ἄλλα γίνονται μὲ τὴν ταχύτητα τῶν κεραυνῶν. Τὸ κάθε ἄλλα δὲ διαρκεῖ περισσότερο ἀπὸ κλάσμα τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου. Ὅταν βλέπουμε ἐρυθρὸ φῶς, τὰ μάτια μας τὰ προσβάλλουν 400 τρισεκατομμύρια κύματα στὸ δευτερόλεπτο.

Ὅταν φαίνεται τὸ ἰώδες, ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν τῶν κυμάτων σχεδὸν διπλασιάζεται, γιὰ καὶ τὸ μῆκος τους εἶναι μισὸ περίπου ἀπὸ τὸ μῆκος κύματος τοῦ ἐρυθροῦ φωτός. Ἔτσι καὶ ἡ ἐνέργεια πού μᾶς δίνει τὸ ἰώδες εἶναι σχεδὸν διπλάσια ἀπὸ τὴν ἐνέργεια πού μᾶς δίνει τὸ ἐρυθρὸ φῶς.

Μ' αὐτὸ τὸν τρόπο λοιπὸν γεννιέται τὸ φῶς, ὅποια μέθοδο κι ἂν ἀκολουθήσουμε γιά τὴν παραγωγή του. Ἀπὸ τὴν ὀλότελα πρωτόγονη τοῦ προῖστορικῶ ἀνθρώπου, πού τρίβοντας τυχαῖα δυὸ ξερὰ ξύλα μεταξύ τους δημιούργησε τὴν πρώτη φωτιά, ἄρα καὶ τὸ πρῶτο φῶς πού παρήγαγε χέρια ἀνθρώπου, ὡς τὴν πιό σύγχρονη, πού ἐφαρμόζεται στοὺς σωληνὸς ἀερίων, τὸ ἴδιο γίνεται, σὲ τελευταία ἀνάλυση: προσάγουμε στὰ ἄτομα τῆς ὕλης τόση ἐνέργεια, ὥστε νὰ ἀρχίσουν τὰ ἄλλα κβάντα τῶν ἠλεκτρονίων. Τὰ ὑπόλοιπα συντελοῦνται αὐτομάτως.

Τὸ φῶς εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ μεγαλύτερα μυστήρια τῆς φύσεως. Ὅποιος ἔμαθε νὰ σκέπτεται καὶ νὰ αἰσθάνεται, συγκινεῖται βαθύτατα ὅταν θελήσει νὰ ἀναλογισθεῖ τί γίνεται τὴ στιγμή πού τὸν λούζει τὸ φῶς τοῦ ἡλίου. Ἐκατοντάδες τρισεκατομμύρια κυμάτων μᾶς πλημμυρίζουν στὸ δευτερόλεπτο καὶ διαθέτουμε ὄργανα, τὰ μάτια μας, πού συλλαμβάνουν αὐτὲς τὶς ταλαντώσεις· καὶ ὄχι μονάχα αὐτὸ παρὰ καὶ μὲ τὴ βοήθεια τῶν χρωμάτων μποροῦμε καὶ τὶς μετροῦμε καὶ ξεχωρίζουμε τὰ 420 ἀπὸ τὰ 440 τρισεκατομμύρια τῶν ταλαντώσεων, πού μᾶς προσβάλλουν κάθε δευτερόλεπτο.

Τὰ ἄλλα τῶν ἠλεκτρονίων δὲν εἶναι τόσο ἀπλά, ὅπως τὰ περιγράψαμε. Οἱ στάθμες τους εἶναι πολύπλοκες. Ἡ ἀπόστασή τους ἀπὸ τὸν πυρήνα δὲν εἶναι ἀμετάβλητη, ἀλλὰ μὲ τὴν προσαγωγή ἐνεργείας γίνεται μεγαλύτερη καὶ παρουσιάζει ἐναλλαγές. Γι' αὐτὸ, ἡ ἐπιστημονικὴ παρακολούθηση τῶν ἠλεκτρονικῶν ἰσχυρῶν εἶναι ἓνα θέμα πολὺ δύσκολο, πού δὲν μπορεῖ νὰ ἐξηγηθεῖ μὲ εἰκόνας, ἀλλὰ μὲ τὸν μαθηματικὸ μονάχα λογισμό.

ΑΚΤΙΝΕΣ ROENTGEN

Φτάνομε, τώρα, στὶς ἀκτίνες Ραϊντγκεν.

Ὅσο μεγαλύτερο εἶναι ἓνα ἄτομο, τόσο μεγαλύτερος εἶναι ὄχι μονάχα ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων του ἀλλὰ καὶ ὁ πυρήνας του· καὶ μὲ τὸ μέγεθος τοῦ πυρήνα αὐξάνει, φυσικά, καὶ ἡ ἐλκτικὴ του δύναμη. Ἡ αὐξηση τῆς πυρηνικῆς δυνάμεως εἶναι περίπου ἀνάλογη πρὸς τὸν ἀριθμὸ τῶν ἠλεκτρονίων. Ἔτσι, στὸ ἀλουμίνιο, πού τὰ ἠλεκτρόνια του εἶναι 13, τὰ ἐσωτερικὰ του ἠλεκτρόνια εἶναι 13 περίπου φορὲς ἰσχυρότερα ἐνωμένα στὸν πυρήνα, παρὰ τὸ μοναδικὸ ἠλεκτρόνιο στὸ ἄτομο τοῦ ὕδρογόνου.

Στὸ σίδηρο, μὲ τὰ 26 ἠλεκτρόνια, ἡ συνδετικὴ δύναμη εἶναι δυὸ περίπου

φορὲς ἰσχυρότερη ἀπ' ὅσο εἶναι στὸ ἀλουμίνιο. Ἐπομένως, δὲν εἶναι δύσκολο νὰ ἀποσπᾶσουμε ἀπὸ τὶς τροχιῆς τοὺς ἠλεκτρόνια πὸν ἀνήκουν στὰ μικρὰ ἄτομα τῆς πρώτης δωδεκάδας τῶν στοιχείων τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. Ὅσο, ὅμως, ἀνεβαίνουμε στὸ περιοδικὸ σύστημα, τόσο μεγαλύτερα γίνονται τὰ ἄτομα καὶ τόσο μεγαλύτερη δύναμη πρέπει νὰ καταβάλουμε γιὰ νὰ ἀποσπᾶσουμε ἠλεκτρόνια. Μὲ τὴν ἐνέργεια, ὅμως, πὸν πρέπει νὰ χρησιμοποιήσουμε γιὰ νὰ ἀνυψώσουμε τὰ ἠλεκτρόνια σὲ ὑψηλότερες στάθμες, αὐξάνει φυσικὰ καὶ ἡ ἐνέργεια πὸν μᾶς ἐπιστρέφουν ὅταν γυροῦν στὶς ἀρχικῆς τοὺς στάθμες, αὐξάνει, δηλαδή, καὶ ἡ ἐνέργεια τῶν φωτονίων πὸν παίρνουμε.

Γιὰ νὰ πάρουμε, λοιπὸν, ἀκτινοβολία πλούσια σὲ ἐνέργεια, δηλαδή ἀκτινοβολία μὲ πολὺ βραχὺ μῆκος κύματος, πρέπει νὰ δώσουμε τόσο μεγάλη ἐνέργεια στὰ μεγάλα ἄτομα, ὥστε τὰ ἠλεκτρόνιά τους νὰ ἀφήσουν τὶς ἐσωτερικῆς στάθμες καὶ νὰ πηδήσουν σὲ ὑψηλότερες. Γι' ἀνταπόδοση, παίρνουμε τότε βραχύτερες ταλαντώσεις πολὺ ὑψηλῆς συχνότητος καί, ἀντιστοίχως, ὑψηλῆς ἐνεργείας.

Τὸ κλασικὸ μὴχάνημα παραγωγῆς βραχυτάτων ταλαντώσεων εἶναι ἡ λυχνία ἀκτίνων Ραϊντγκεν. Σ' αὐτή, βομβαρδίζουμε μὲ ἠλεκτρόνια μιὰ πλάκα ἀπὸ πλατίνια ἢ βολφράμιο. Τὸ ἄτομο τῆς πλατίνιας ἔχει 78 ἠλεκτρόνια καὶ τὸ ἄτομο τοῦ βολφράμιου 74. Εἶναι ἄρα καὶ τὰ δυὸ μεγάλα ἄτομα. Μὲ τὸ βομβαρδισμὸ πὸν παθαίνει ἡ πλάκα, τὰ ἠλεκτρόνια τῶν ἀτόμων τῆς διεγείρονται σὲ τέτοιο βαθμὸ, ὥστε πηδοῦν ἀπὸ τὶς ἐσωτερικῆς τοὺς στάθμες σὲ ὑψηλότερες καί, γυρνώντας πάλι στὶς θέσεις τους, μᾶς παράγουν βραχύτατες ταλαντώσεις, 10 000 φορὲς βραχύτερες ἀπὸ τὶς ταλαντώσεις πὸν προκαλοῦν τὸ φῶς. Εἶναι αὐτῆς πὸν μᾶς δίνουν τὸ «γραμμικὸ, λεγόμενον, φάσμα» τῶν ἀκτίνων Ραϊντγκεν. Ἐκτὸς ἀπὸ τὸ «γραμμικὸ» ἔχουμε καὶ τὸ συνεχῆ φάσμα, πὸν οφείλεται στὴ μείωση τῆς ταχύτητος πὸν παθαίνουν τὰ ἠλεκτρόνια ὅταν χτυποῦν ἀπάνω στὴν πλάκα.

Οἱ ἀκτίνες Ραϊντγκεν προκαλοῦν μεγάλο ἐνδιαφέρον, μὲ τὴν ιδιότητα πὸν παρουσιάζουν νὰ διαπεροῦν ἐλαφρὰ ὑλικά, ὅπως τὰ ροῦχα, τὸ ξύλο, τὸ δῆμα, καθὼς ἐπίσης καὶ τοὺς ἰστούς τοῦ ἀνθρώπινου σώματος. Κάθε μορφωμένος γνωρίζει σήμερα τί εἶναι μιὰ ἀκτινογραφία. Λίγοι, ὅμως, γνωρίζουν γιατί οἱ ἀκτίνες αὐτῆς μᾶς παρουσιάζουν τὶς σκιῆς τῶν ὀστέων ἢ τῶν μεταλλικῶν ἀντικειμένων πὸν βρίσκονται τυχὸν μέσα στὸ σῶμα μας.

Ἡ ἐνέργεια τῶν ἀκτίνων Ραϊντγκεν εἶναι ἀρκετὰ ἰσχυρὴ γιὰ νὰ μπορεῖ νὰ διαπερνᾷ τοὺς ἐλαφροὺς ἰστούς, ἀλλὰ καὶ πολὺ ἀδύνατη γιὰ νὰ διεισδύει σὲ σκληρὰ πράγματα. Οἱ μαλακοὶ ἰστοὶ τοῦ ἀνθρώπινου σώματος, τὸ δῆμα, οἱ μῦς, τὸ αἷμα, τὰ ἔντερα, ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἐνώσεις μικρῶν καὶ ἐλαφρῶν ἀτόμων, ἀπὸ μέρη ἀπαρτιζόμενα ἀπὸ ἄτομα ὑδρογόνου (1), ἀνθρακος (6), ἀζώτου (7), ὀξυγόνου (8). Τὰ ἄτομα αὐτὰ εὐκόλα συντονίζονται καὶ ταλαντοῦνται. Τὰ ὀστά ὅμως περιέχουν σὲ μεγάλες ποσότητες τὰ βαρῖα ἄτομα τοῦ φωσφόρου μὲ 15 ἠλεκτρόνια καὶ τοῦ ἀσβεστίου μὲ 20 ἠλεκτρόνια καὶ ὁ χυλὸς, μὲ τὸν ὁποῖο μᾶς γεμίζουν οἱ ἀκτινολόγοι τὸ στομάχι γιὰ νὰ μᾶς ἀκτινοσκοπήσουν, ἀποτελεῖται ἀπὸ βῆριον πὸν ἔχει 56 ἠλεκτρόνια ἢ βισμούθιο μὲ τὰ 83 ἠλεκτρόνιά του. Αὐτὰ τὰ μεγάλα καὶ βαρῖα ἄτομα δὲν μποροῦν νὰ ταλαντωθοῦν μὲ τὸν ἴδιο ρυθμὸ, δὲν μποροῦν νὰ συντονισθοῦν, καὶ γι' αὐτὸ παρουσιάζεται ἡ εἰκόνα τους σὰ σκιά.

Στὸν ἀτομικὸ, ὅμως, ἐρευνητὴ δὲν ἐνδιαφέρουν καὶ τόσο οἱ πρακτικῆς ἐφαρ-

μογές τῶν ἀνακαλύψεών του. Γι' αὐτὸν ἔχει σημασία τὸ γεγονός, ὅτι οἱ ἀκτίνες Ραϊντγκεν προέρχονται ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴν περιοχὴ τῶν μεγάλων ἀτόμων. Τὰ ἄλλα πού κάνουν τὰ ἠλεκτρόνια τῶν μικρῶν ἀτόμων καὶ τὰ ἠλεκτρόνια τῶν ἐξωτερικῶν περιοχῶν τῶν μεγάλων ἀτόμων, εἶναι μεγάλα ἄλλα καὶ φτωχὰ σὲ ἐνέργεια, εὐκόλα ἄρα διαταράσσονται. Τὰ ἄλλα ὅμως κοντὰ στὸν πυρήνα ἐνὸς μεγάλου ἀτόμου γίνονται μὲ ἐξαιρετικὴ ἀκρίβεια. Ὅχι, λοιπόν, μὲ τὸ ὁρατὸ φῶς παρὰ μὲ τὶς ἀόρατες ἀκτίνες Ραϊντγκεν κατόρθωσε ὁ ἀτομοφυσικὸς νὰ γνωρίσει τοὺς νόμους τῶν κβαντικῶν ἀλμάτων καὶ τὴν ἐναλλαγὴ τῶν ἐνεργειακῶν βαθμίδων καὶ νὰ ξεκαθαρίσει ἔτσι μὲ τὴ βοήθειά τους τὴ δομὴ τοῦ ἀτόμου καὶ τὴ συμπεριφορὰ τῶν ἠλεκτρονίων. Οἱ ἀκτίνες Ραϊντγκεν δὲ φώτισαν μόνο τὰ ὑλικά ἀπάνω στὰ ὁποῖα πέφτανε, ἀλλὰ, καὶ αὐτὸ εἶναι τὸ σπουδαιότερο, τὴν ἴδια τὴν ὕλη ἀπὸ τὴν ὁποῖα ἦταν κανωμένα.

ΟΙ ΑΚΤΙΝΕΣ ΓΑΜΜΑ

Καὶ τώρα οἱ ἀκτίνες γάμμα.

Τὰ μακρὰ θερμικά κύματα—ἐκατοστὰ τοῦ χιλιοστομέτρου—δημιουργοῦνται ὅπως εἶπαμε ἀπὸ τὴν κίνηση ὀλοκλήρων ἀτόμων. Τὰ μεσαῖα φωτεινὰ κύματα—χιλίες φορές βραχύτερα ἀπὸ τὰ θερμικά—ἀπὸ τὰ ἄλλα τῶν ἠλεκτρονίων ἀνάμεσα στὶς ἐξωτερικὲς καὶ μεσαῖες στάθμες τοῦ ἀτόμου. Οἱ ἀκτίνες Ραϊντγκεν μαλακὲς ἢ σκληρὲς—1000 ὡς 10 000 φορές βραχύτερες ἀπὸ τὰ φωτεινὰ κύματα—γεννιοῦνται ἀπὸ τὰ ἄλλα τῶν ἠλεκτρονίων πού βρισκονται στὶς ἐσωτερικὲς στάθμες τῶν μεγάλων ἀτόμων, ὅπως εἶναι τὰ ἄτομα τῆς πλατίνας καὶ τοῦ βορφαμίου.

Ἄν τώρα προκαλέσουμε διαταραχὴ μέσα στὸν ἴδιο πυρήνα, παρουσιάζονται νέες ταλαντώσεις, 10 000 φορές βραχύτερες ἀπὸ τὶς ἀκτίνες Ραϊντγκεν καὶ ἐπομένως πλουσιώτερες σὲ ἐνέργεια, οἱ ἀκτίνες γάμμα. Εἶναι αὐτὲς πού ἀρχίσαμε νὰ ὀνομάζουμε σήμερα, ἀφοῦ ἀποκαλύφθηκε ἡ πηγὴ τους, «πυρηνικὲς» ἀκτίνες.

Ἄς παρακολουθήσουμε ὅμως μιὰ διαταραχὴ σ' ἓναν πυρήνα γιὰ νὰ ἀντιληφθοῦμε πῶς γεννιέται ἡ ἀκτινοβολία γάμμα.

Ἐνας πυρήνας οὐρανίου 235 (92 πρωτόνια, 143 νετρόνια) βομβαρδίζεται μὲ ἓνα νετρόνιο. Ὁ πυρήνας γίνεται οὐράνιο 236, ἓνα ἀσταθῆστατο ἰσότοπο τοῦ οὐρανίου καὶ γι' αὐτὸ διασπάται λ.χ. σὲ ξένο μὲ 86 νετρόνια καὶ στρόντιο μὲ 56 νετρόνια, ἐλευθερώνοντας καὶ δύο νετρόνια, ἱκανὰ νὰ διασπάσουν ἄλλους πυρήνες οὐρανίου 235.

Τὰ δύο στοιχεῖα πού προκύπτουν ἀπὸ τὴ διάσπαση εἶναι παραφορτωμένα μὲ νετρόνια. Ὁ πυρήνας τοῦ ξένου δὲν πρέπει νὰ ἔχη 86, ἀλλὰ μόνο 78 νετρόνια καὶ ὁ πυρήνας τοῦ στρόντιου ὄχι 56, ἀλλὰ μονάχα 50. Ἀρχίζει λοιπόν μιὰ πυρηνικὴ διεργασία. Οἱ πυρῆνες ἀπαλλάσσονται ἀπὸ τὸ φορτικὸ πλεόνασμα, μετατρέποντας νετρόνια σὲ πρωτόνια. Τὸ νετρόνιο ἐλευθερῶνει τὸ ἀρνητικὸ του φορτίο, πού παρουσιάζεται στὸν ἔξω κόσμον ὡς ἠλεκτρόνιο, καί, φορτισμένο τώρα μόνο θετικά, πλουτίζει τὸν πυρήνα μὲ ἓνα πρωτόνιο. Ἀνυψώνεται, ἐπομένως, στὴν κλίμακα τῶν στοιχείων κατὰ μιὰ βαθμίδα. Ἀπὸ ξένο γίνεται καίσιον, ἔπειτα βάριο, ἔπειτα λανθάνιον καὶ τέλος δημήτριον. Τώρα ἐπιτυγχάνεται ἡ κανονικὴ ἀναλογία μεταξύ πρωτονίων καὶ νετρονίων. Κατὰ τὸν ἴδιο τρόπο, ἀπὸ τὸν παραφορτωμένο

πυρήνα τοῦ στροντίου παίρνουμε τελικὰ τὸν ἰσορροπημένο πυρήνα τοῦ νιοβίου, ἀφοῦ παρουσιαστοῦν ἐνδιάμεσα τὸ ὕτριο καὶ τὸ ζιρκόνιο.

Καθ' ὅλην αὐτὴ τὴ διεργασία, ποὺ διαρκεῖ κλάσματα τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ, καὶ δισεκατομμυριοστοῦ ἀκόμη τοῦ δευτερολέπτου, δημιουργοῦνται καὶ ἀκτίνες γάμμα. Κάθε μεταβολὴ ἔσα στοὺς πυρήνες ἀκολουθεῖται πάντοτε καὶ ἀπὸ τὶς ἀκτίνες αὐτές.

Ἄπ' ὅλα αὐτὰ συνάγεται πὸς κάθε πυρήνα δὲν εἶναι ἓνα συμπαγὲς ὑλικὸ κατασκευάσμα, ἀλλὰ ἓνα δυναμικὸ πλάσμα ποὺ μοιάζει μᾶλλον μὲ ἓναν ζωντανὸ ὄργανισμό παρά μὲ μιὰ ἄψυχη πέτρα. Ἡ ὀργανικὴ διαρρυθμίσθησις ποὺ γίνεται γιὰ νὰ φτάσει ἀπὸ τὴν ἀσταθία στὴ σταθερότητα εἶναι μιὰ ὥραία καὶ λογικὰ διεξαγομένη διεργασία, ποὺ μᾶς ἀποκαλύπτει τί γίνεται στὴ ζωὴ τοῦ πυρηνικοῦ κόσμου.

Οἱ ἀκτίνες γάμμα, ἐπειδὴ ἡ ἐνέργεια εἶναι ἀνάλογη μὲ τὴ συχνότητα, ἔχουν πολὺ μεγάλη ἐνέργεια καὶ φέρουν σὲ συντονισμό ὄχι μονάχα ἐλαφρὰ ἄτομα, ὅπως κάνουν οἱ ἀκτίνες Ραϊντγκεν, παρά καὶ μεγάλα βαρῖα ἄτομα. Διαπερνοῦν, λοιπόν, ὄχι μόνο τὸ κρέας καὶ τὸ αἷμα, ἀλλὰ καὶ τὰ κόκαλα, τοὺς πέτρινους τοίχους τοῦ σπιτιοῦ μας, καὶ τὰ τοιχώματα τῶν χαλύβδινων κουτιῶν, ὅπου φυλάγουμε τὰ παρασκευάσματα τοῦ ραδίου. Μόνο τὸ μεγαλύτερο καὶ βαρύτερο ἀπὸ τὰ σταθερὰ ἄτομα, τὸ ἄτομο τοῦ μολύβδου μὲ τὰ 82 ἠλεκτρονία του, ἀντιστέκεται στὴν ἐπίδραση τῶν ἀκτίνων γάμμα καὶ ἀπορροφᾷ τὴν ἐνέργειά τους. Γι' αὐτὸ, τὰ παρασκευάσματα ποὺ ἀκτινοβολοῦν τέτοιες ἀκτίνες, τὰ «ραδιενεργὰ» λεγόμενα, τὰ μεταφέρουν μέσα σὲ μολύβδινα κουτιά. Γιὰ τὸν ἴδιο ἐπίσης λόγο θεωροῦνται μὲ μολύβδινες πλάκες τὶς ἀτομικὲς στήλες.

Οἱ ἀκτίνες γάμμα, ἐπειδὴ προκαλοῦν τὴν ταλάντωσις ὅλων τῶν ἀτόμων ἐκτὸς τῶν ἀτόμων τοῦ μολύβδου, δὲν γνωρίζουν κανένα ἐμπόδιο. Ἀκτινοβολοῦν ἀπὸ τὴν ὀροφὴ τοῦ ἐργαστηρίου πρὸς τὰ ἀνώτερα πατώματα τοῦ σπιτιοῦ, μέσα ἀπὸ τοὺς τοίχους ἔξω στὸ δρόμο καὶ μποροῦν νὰ φτάσουν, ἔστω καὶ μὲ μικρὴ ἔνταση, 1 000 καὶ 1 500 μέτρα μακριὰ ἀπὸ τὴ θέση τῆς πηγῆς τους, καταστρέφοντας παντοῦ τὴ ζωὴ. Οἱ ἀκτίνες γάμμα εἶναι οἱ πιὸ ἐπικίνδυνες ἀπ' ὅλες τὶς ἄλλες ἀκτίνες, ὄχι γιατί εἶναι βραχυτάτες, πλουσιώτατα ἄρα σὲ ἐνέργεια τὰ φωτόνιά τους, παρά γιατί μεταξὺ τοῦ μήκους ποὺ ἔχει τὸ κύμα τους καὶ τῆς ἐπιδράσεώς του ὑπάρχουν καθορισμένες σχέσεις.

Γιὰ τὸ νερὸ καὶ τὸν ἀέρα ἰσχύει ὁ κανόνας, ὅτι τὰ κύματά τους τότε μόνον ἐπενεργοῦν σ' ἓνα ἀντικείμενο ἰσχυρότερα, ὅταν τὸ μήκος τους εἶναι ἔξ ἴσου μὲ τὸ μήκος τοῦ ἀντικείμενου ποὺ προσβάλλουν. Στὸν κόσμον, ὅμως, τῶν ἀτόμων ἰσχύει ἄλλος κανόνας: Οἱ ταλαντώσεις ἐπενεργοῦν ἰσχυρότατα, ἂν εἶναι 1000 περίπου φορές βραχύτερες ἀπὸ τὶς ὁμάδες ἀτόμων ἢ ἀπὸ τὸ ἄτομο ποὺ προσβάλλουν. Οἱ ἀκτίνες γάμμα εἶναι γιὰ τὴ ζωὴ ὀλέθριες, γιατί τὸ μήκος ποὺ ἔχει τὸ κύμα τους εἶναι ἴσο περίπου μὲ τὸ 1/1000 τῆς διαμέτρου τῶν ἀτόμων τῶν ζωντανῶν ἰσθῶν. Ἔτσι, αὐτὰ τὰ ἄτομα ἀποχτοῦν ἔντονη παλμικὴ κίνησις καὶ μὲ τὴ σειρὰ τους παράγουν μιὰ δευτερεύουσα ἀκτινοβολία, ποὺ δὲν εἶναι τίποτα ἄλλο, ἀφοῦ προέρχεται ἀπὸ κίνησις ὀλόκληρων ἀτόμων, ἀπὸ καυστικὰ θερμοκινῆτα. Ἄπ' αὐτὴ καὶ μὲ αὐτὸ τὸν τρόπο δημιουργοῦμενη δευτερεύουσα τοπικὴ θερμότητα, βράζουν καὶ πηξοῦν οἱ ἰστοὶ στὸ ἐσωτερικὸ τοῦ σώματος, ὅπως ἀκριβῶς καὶ τὸ

αὐγὸ στὸ ζεματιστὸ νερό. Ἐξ αἰτίας τῶν ἐπιδράσεων αὐτῶν χρησιμοποιοῦν σήμερα καὶ παρασκευάσματα ἀπὸ διάφορες ἐνώσεις ραδίου γιὰ τὴν κατάκαυση τῶν ὄγκων τοῦ καρκίνου καὶ γιὰ τὴ νέκρωση τῶν κυττάρων τοῦ σπέρματος (στείρωση). Χρησιμοποιοῦντας, ἐπίσης, ἔξασθενημένες ἀκτίνες γάμμα μποροῦν σήμερα καὶ διαγεύρουν ἀσθενικὰ κύτταρα καὶ τὰ ἐπαναφέρουν ἔτσι στὴν κανονικὴ λειτουργία τους Ἐπειδὴ οἱ ἀκτίνες γάμμα παρουσιάζονται ἐκεῖ ὅπου διαταράσσονται ἀτομικοὶ πυρῆνες, ὅλες οἱ ἐργασίες σὲ τέτοιους πυρῆνες εἶναι ἐπικίνδυνες καὶ γίνονται μὲ ὅλες τὶς δυνατὲς προφυλάξεις. Οἱ ἀκτίνες γάμμα εἶναι αὐτὲς ποὺ ἀναγκάζουν τοὺς τεχνικοὺς νὰ περιφράζον τὶς ἀτομικὲς στήλες μὲ χοντροὺς τοίχους ἀπὸ μπετόν, ἀπὸ νερό, χάλυβα καὶ μόλυβδο καὶ νὰ κάνουν ὅλες τὶς ἐργασίες ἀπὸ μακριά, μὲ κατάλληλα μηχανήματα. Τὰ πρῶτα θύματα τῆς πυρηνικῆς ἐποχῆς, ποὺ ἄρχισε τὰ τελευταῖα χρόνια, δὲν ἦσαν οἱ δυστυχησμένοι ἐκείνοι κάτοικοι τῆς Χιροσίμα καὶ τοῦ Ναγκασάκι, ποὺ θυσιάστηκαν γιὰ νὰ τελειώσει ἓνας ἀνθρωποκτόνος πόλεμος. Τὰ πρῶτα θύματα ἦσαν οἱ ἄλτροῦιστὲς ἐκείνοι ἐπιστήμονες, ποὺ στὰ πρῶτα χρόνια τῶν ἐρευνῶν τους γιὰ τὴν ἀκτινοβολία Ραϊντγκεν καὶ τοῦ ραδίου, μὴ ὄντας ἀκόμη κατατοπισμένοι στοὺς κινδύνους ποὺ διέτρεχαν, ἔπαθαν ἀθεράπευτα ἐγκαύματα ἀπὸ τὶς ἀκτίνες γάμμα καὶ ὑπέκυψαν στὶς κρυφὲς ἀσθένειες τοῦ αἵματος καὶ τῆς λέμφου.

Οἱ ἀσθένειες τοῦ αἵματος καὶ τῆς λέμφου προκαλοῦνται, γιὰτὶ ὁ μυελὸς τῶν ὀστέων καὶ οἱ λεμφαδένες περιέχουν ἀναπαραγωγικὰ κύτταρα ἐξαιρετικὰ εὐαίσθητα στὶς ἀκτίνες Ραϊντγκεν καὶ γάμμα, ποὺ ἀρρωσταίνουν πολὺ πρὶν ἀπὸ τὰ ἄλλα ὄργανα τοῦ σώματός μας. Ἔτσι, παρουσιάζονται ἡ ἀσθένεια τοῦ αἵματος καὶ οἱ βαρύτερες ἀπλαστικὲς ἀναιμίες. Σήμερα, μὲ τὴν πείρα ποὺ ἔχουν ἀποκτήσει οἱ εἰδικοὶ καὶ τὶς προφυλάξεις ποὺ παίρνουν, οἱ καταστροφικὲς αὐτὲς ἐπιδράσεις, σὲ ὅσους ἐργάζονται στὰ ἀτομικὰ ἐργοστάσια καὶ στὰ ἐργαστήρια ἀκτίνων γάμμα, ἔχουν περιοριστεῖ πολὺ.

Η ΚΟΣΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Ἄς δοῦμε, τέλος, τί εἶναι ἡ κοσμικὴ ἀκτινοβολία.

Πολυάριθμες παρατηρήσεις ἀπέδειξαν ὅτι ἀπὸ τὸ ἀχανὲς ἐκτοξεύονται ἐναντίον τῆς γῆς μας σωμάτια μὲ πολὺ ὑψηλὴ ἐνέργεια, ποὺ προσβάλλουν τὰ ἄτομα τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμόσφαιρας καὶ ἔτσι τὰ ἠλεκτρίζουν ἢ, ὅπως συνηθέστερα λέμε, τὰ ἰονίζουν.

Αὐτὰ τὰ σωμάτια δὲν εἶναι ἀκτίνες, ὅπως μπορεῖ νὰ μᾶς παραπλανήσει τὸ ὄνομα «κοσμικὴ ἀκτινοβολία», ἀλλὰ σωμάτια μὲ ὑλικὴ τὴν ὑπόστασή τους καὶ, πιθανότατα, τὰ πρωταρχικὰ συστατικὰ τοῦ ἀτομικοῦ πυρῆνα, τὰ πρωτόνια. Τὰ πρωτόνια αὐτὰ φτάνουν στὴ γῆ μας μὲ ταχύτητα ποὺ τόσο πολὺ ξεπερνᾷ ὅλες τὶς ἄλλες ταχύτητες ποὺ σημειώθηκαν στὴ φύση, ὥστε νὰ μὴ μποροῦμε νὰ ὑποθέσουμε ἀπὸ ποὺ ἐκτοξεύονται.

Τὸ ἡλιακὸ φῶς ἔχει, ὅταν φτάνει στὴ γῆ, μιὰ ἐνέργεια 2,5 ἠλεκτρονιοβόλτ¹⁾. Τὰ κοσμικὰ πρωτόνια μᾶς βομβαρδίζουν μὲ ἐνέργεια 10 τετράκις ἑκατομμύρια (10¹⁶) καὶ πιθανὸν μάλιστα μὲ 100 τετράκις ἑκατομμύρια (10¹⁷) ἠλεκτρονιο-

1) 1 eV = 1,6 × 10⁻¹² ἔργια.

βόλτ. Σ' ὁλόκληρο τὸν γαλαξία δὲν ὑπάρχει πηγὴ ἐνεργείας, πὺν νὰ μπορούμε νὰ πούμε ὅτι αὐτὴ ἀποτελεῖ τὸ τηλεβόλο τῶν οὐράνιων αὐτῶν πρωτονίων. Μόνο τὰ νέα ἄστρα, τῆς τάξεως τῶν super - πονα, πὺν προέρονται πιθανότατα ἀπὸ ἀτομικὲς ἐκρήξεις ὁλοκλήρων ἡλίων, μπορούν νὰ λογαριαστοῦν γιὰ πιθανὲς πηγὲς αὐτῶν τῶν βλημάτων. Τὰ super - πονα ὅμως εἶναι σπάνια. Πού, λοιπόν, βρίσκειται στὰ βάθη τοῦ σύμπαντος τὸ υπερτηλεβόλο αὐτὸ, πὺν μπορεί καὶ ἐκτοξεύει πρωτόνια μὲ ἐνέργεια 10 τετράκις ἑκατομμυρίων ἡλεκτρονιοβόλτ ;

Πολλὲς ἀποδείξεις, καὶ ὁ μαθηματικὸς λογισμὸς, πείθουν σήμερα τοὺς εἰδικούς, ὅτι ὁ ἀστρικός μας κόσμος γεννήθηκε πρὶν ἀπὸ 4 ὡς 5 χιλιάδες ἑκατομμύρια χρόνια. Τὶς ὠραιότερες σκέψεις γιὰ τὴ δημιουργία τοῦ σύμπαντος τὶς διέτυπωσε στὸ 1927 ὁ Βέλγος Abbé Le Maitre. Ὁ ἀστρικός μας κόσμος εἶναι, κατὰ τὸν Abbé Le Maitre, τὸ ἀποτέλεσμα μιᾶς ἐκρήξεως πὺν ἔγινε πρὶν ἀπὸ 4,5 χιλιάδες ἑκατομμύρια χρόνια. Τότε ἐξερράγη ἕνα σύννεφο ἀπὸ πρωτόνια, πὺν βρισκονταν σὲ μιὰν ὀρισμένη βαθμίδα συμπυκνώσεως, καὶ ἡ πύρινη δίνη αὐτῆς τῆς ἐκρήξεως δημιούργησε 100 περίπου ἑκατομμύρια γαλαξίες μὲ τοὺς ἡλίους τους. Τὰ κοσμικά, λοιπόν, πρωτόνια πὺν βομβαρδίζουν τὴ γῆ μας, πιθανὸν νὰ εἶναι ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα πὺν δὲν πιάστηκαν ἀκόμη ἀπὸ τὰ ἄστρα. Ἀπὸ τὴ σκόνη, νὰ πούμε, τῆς πρωταρχικῆς ἐκείνης ἐκρήξεως.

Ἰκανοποιητικὴ εἶναι, ἐπίσης, καὶ ἡ ἀκόλουθη ἐξήγηση: Τὰ πρωτόνια προέρονται ἀπὸ τὸν ἥλιο καὶ τὰ παρόμοια τοῦ ἄστρα. Τὸ ἡλεκτρομαγνητικὸ πεδίου πὺν περιβάλλει τὸν ἥλιο ἀλλάζει συνεχῶς τὴν ἔντασή του. Δὲν ἡσυχάζει οὔτε 30 δευτερόλεπτα. Οἱ περισσότερες διακυμάνσεις τοῦ πεδίου αὐτοῦ γίνονται σὲ χρονιδιαστάματα δευτερολέπτου ἢ κλάσματος τοῦ δευτερολέπτου. Μπορεῖ, λοιπόν, μὲ καὶ διαστήματα δευτερολέπτου ἢ κλάσματος τοῦ δευτερολέπτου. Μπορεῖ, λοιπόν, μὲ καὶ αὐτὲς τὶς κρούσεις νὰ βγαίνουν πρωτόνια ἀπὸ τὴν ἡλιακὴ σφαῖρα, πιθανὸν καὶ ἀπὸ τῆς ἡλιακῆς κηλίδας, πὺν νὰ ἐπιταχύνονται τόσο πολὺ, ὥστε νὰ μᾶς προσβάλλουν μὲ τόση τεράστια ἐνέργεια.

Τί γίνεται, ὅμως, ὅταν αὐτὰ τὰ ἐκτοξευόμενα ἀπὸ τὸ ἄπειρο πρωτόνια μπουῖν στὴν ἀτμόσφαιρά μας; Συγκρούονται μὲ τοὺς πυρῆνες τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμόσφαιρας, τοὺς διασπῶν καὶ ἐλευθερώνουν ἡλεκτρόνια. Τὰ ἡλεκτρόνια αὐτά, ὅταν διαπεροῦν μὲ τὴ σειρά τους τὸ σύστημα ἑνὸς ἀτόμου, φρενάρονται ἀπὸ τὸν πυρῆνα του. Κάθε κίνηση, ὅμως, πὺν φρενάζεται μᾶς παρουσιάζεται, ὅπως γνωρίζουμε πιά, ὡς ἀκτινοβολία. Ἔτσι, τὸ ἡλεκτρόνιο, πὺν ἐκτοξεύεται κατὰ τὴν ἐκρήξη ἑνὸς ἀτομικοῦ πυρῆνα, ἂν τύχει καὶ φρεναριστῆ ἀπὸ πυρῆνες γειτονικῶν ἀτόμων, παράγει μιὰ ἀκτινοβολία. Καὶ ἐπειδὴ ἡ ἐνέργεια μὲ τὴν ὁποία ἐκτοξεύεται κατὰ τὴν πυρηνικὴ ἐκρήξη εἶναι ἐξαιρετικὰ μεγάλη, καὶ ἡ ἐνέργεια πὺν μᾶς ἐπιστρέφει κατὰ τὸ φρενάρισμά του εἶναι ἐπίσης μεγίστη. Ἀναφαίνεται τότε μιὰ ταλάντωση, πὺν εἶναι ἡ βραχύτερη ἀπ' ὅσες παρατηρήθηκαν στὴ φύση, πολλὰ ἑκατομμύρια φορὲς βραχύτερη ἀπὸ τὴν ἀκτινοβολία πὺν παράγει τὸ φῶς. Ὅσο ὅμως βραχύτερη εἶναι μιὰ ἀκτινοβολία, τόσο ὑψηλότερη εἶναι καὶ ἡ ἐνέργεια πὺν ἔχει τὸ φωτόνιό της. Ἡ ἐνέργεια τοῦ ἐμφανιζόμενου φωτονίου εἶναι πολὺ ὑψηλὴ καὶ πολὺ συγκεντρωμένη. Αὐτὸ τὸ ἐξαιρετικὰ «σκληρό», ὅπως τὸ ὀνομάζουμε, φωτόνιο συναντᾶ στὸ συνωστισμό τῶν ἀτόμων τῆς ἀτμόσφαιρας μιὰ μεγάλη ἀντίσταση καὶ φρενάζεται καὶ αὐτὸ μὲ τὴ σειρά του. Τὸ φωτόνιο, ὅμως, δὲν ἐπιβραδύνεται. Γι' αὐτὸ ἰσχύει ὁ νόμος «ἢ ὅλα ἢ τίποτα». Μπορεῖ νὰ πάλλεται μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ἢ καθόλου. Μέσος ὅρος δὲν ὑπάρχει. Τὸ φωτόνιο πὺν φρενάζεται στὸ δρό-

μο του εξαφανίζεται και μετατρέπει την ενέργειά του σε μάζα. Από την ενέργεια γεννιέται ύλη. Στη θέση του εξαφανισθέντος φωτονίου παρουσιάζονται δύο ηλεκτρόνια, ένα ζευγος δίδυμα.

Τὸ ἕνα εἶναι ἠλεκτρόνιο μὲ ἀρνητικὸ φορτίο, ἕνα συνηθισμένο, λοιπὸν, ἠλεκτρόνιο. Τὸ ἄλλο ἔχει θετικὸ φορτίο, γι' αὐτὸ ὀνομάζεται καὶ «ποζιτρόνιο».

Τὸ ἀρνητικὸ ἠλεκτρόνιο εἶναι κάτι πραγματικὸ, κάτι ἀληθινό. Τὸ θετικὸ ἠλεκτρόνιο, τὸ ποζιτρόνιο ὅπως τὸ εἶπαμε, εἶναι κάτι σὰ μήτρα τοῦ πραγματικοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρονίου. Εἶναι μιὰ τρύπα στὸ σύμπαν, πὸν ἐμφανίζεται ἐκεῖ ὅπου σχηματίζεται ἕνα πραγματικὸ ἠλεκτρόνιο. Τρύπα ὁμοία μὲ τὴν τρύπα πὸν σχηματίζει ἡ πέτρα ὅταν βυθίζεται στὸ νερὸ. Ὅπως ἡ τρύπα στὸ νερὸ, ἔτσι καὶ ἡ τρύπα στὸ σύμπαν εξαφανίζεται τόσο γρήγορα, ὅσο γρήγορα γεννήθηκε. Καὶ ἐπειδὴ στὸν κόσμον τῶν ἀτόμων ὅλα γίνονται μὲ ἀφάνταστη ταχύτητα, τὸ ποζιτρόνιο ἐνώνεται πάλι μ' ἕνα ἠλεκτρόνιο καὶ εξαφανίζεται σὲ κλάσμα τοῦ τρισεκατομμυριοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου, δημιουργώντας φωτόνιο.

Κατὰ τὴν ὑλοποίηση ὅμως τοῦ φωτονίου δὲ γεννιοῦνται μόνο δίδυμα ἠλεκτρόνια, ἀλλὰ καὶ πέντε ὡς δέκα νέα σωματίδια, τὰ ὀνομαζόμενα «μεσόνια», μὲ διαφορετικὰ φορτία τὸ καθένα, θετικά, ἀρνητικά ἢ οὐδέτερα καὶ μὲ διαφορετικὰ βάρη, 88, 220, 330 φορές βαρύτερα ἀπὸ τὸ ἠλεκτρόνιο. Μερικὰ ἀπ' αὐτὰ εἶναι βραχύβια καὶ μερικὰ μακρόβια. Τὰ βραχύβια ζοῦν ἕνα ἑκατοντάκις ἑκατομμυριοστὸ τοῦ δευτερολέπτου. Τὰ μακρόβια, μισὸ ἑκατομμυριοστὸ τοῦ δευτερολέπτου. Τί γίνεται ὅμως μὲ αὐτὰ; Καὶ αὐτὰ φρενάρονται καὶ μὲ τὸ φρενάρισμά τους γεννοῦν ταλαντώσεις. Ἐπειδὴ, ὅμως, καὶ τὰ μεσόνια πετοῦν πολὺ γρήγορα, σχεδὸν μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, τὸ φρενάρισμα τους εἶναι πολὺ ἰσχυρὸ καὶ ἡ δημιουργούμενη ταλάντωση ἀποτελεῖ ἐπίσης φωτόνιο. Καὶ ἀπὸ τὸ εξαφανιζόμενο, ὅμως, ζευγος ἠλεκτρονίου - ποζιτρονίου, γεννιέται, ὅπως εἶδαμε, ἄλλο ἕνα φωτόνιο. Τὰ νέα αὐτὰ φωτόνια, πὸν δημιουργοῦνται μ' αὐτὸ τὸν τρόπο, φρενάρονται καὶ αὐτὰ μὲ τὴν σειρά τους, μεταμορφώνονται ἐπομένως πάλι σὲ δίδυμα ἠλεκτρόνια, κοντὰ στὰ δίδυμα παρουσιάζονται πάλι πέντε ὡς δέκα μεσόνια, εξαφανίζονται καὶ αὐτὰ καὶ ἡ ἐνέργειά τους γίνεται πάλι φωτόνια καὶ ἔτσι τὸ παιχνίδι αὐτὸ ἐπαναλαμβάνεται πολλὰς φορές. Τὰ φωτόνια δημιουργοῦν ἠλεκτρόνια καὶ μεσόνια. Ἀπὸ τὴν ἐνέργεια δηλαδὴ παίρνουμε ὕλη. Τὰ ἠλεκτρόνια καὶ μεσόνια ὅταν εξαφανίζονται δημιουργοῦν φωτόνια. Ἀπὸ τὴν ὕλη δηλαδὴ κερδίζουμε πάλι ἐνέργεια.

Ἐπειδὴ ἀπὸ κάθε φωτόνιο γεννιοῦνται δυὸ ἠλεκτρόνια, ἕνα ἀρνητικὸ καὶ ἕνα θετικὸ, καὶ περισσότερα μεσόνια, ἡ διεργασία τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας ἐκπλώνεται ὅσο πάει καὶ περισσότερο. Φυσικά, ἡ ἐνέργεια τῶν φωτονίων καὶ τῶν ἠλεκτρονίων καὶ μεσονίων πὸν γεννιοῦνται ἀπὸ τὰ πρωτόνια ἀδυνατίζει ἀπὸ γενεὰ σὲ γενεὰ. Ἡ παρουσία τοῦ παπποῦ, πὸν μᾶς ἦρθε ἀπὸ τὸ ἄπειρο μὲ μορφὴ πρωτονίου, μοιράζεται στὰ ἐγγόνια, καὶ ὅσο περισσότερα ἐγγόνια μετέχουν στὴν κληρονομιά τόσο μικρότερο εἶναι καὶ τὸ μερίδιό τους. Τὸ ἄθροισμα τῆς ἐνεργείας καὶ τῆς μάζας ὅλων τῶν ἐγγονίων εἶναι, φυσικά, πάντοτε ἴσο μὲ τὴν ἐνέργεια καὶ τὴ μάζα τοῦ πρωτονίου πὸν μᾶς ἔρχεται ἀπὸ τὸ ἄπειρο. Ὅταν ἡ μπόρα τῶν ἀπογόνων αὐτοῦ τοῦ πρωτονίου, δηλαδὴ τῶν μεσονίων καὶ ἠλεκτρονίων, καταφθάνει στὸ ἔδαφος, σκορπίζεται σὲ ἐπιφάνεια 100 περίπου τετραγωνικῶν μέτρων, μὲ ἀναλογία 75% μεσόνια καὶ 25% ἠλεκτρόνια. Ἡ ἐνέργειά τους εἶναι ἀρκετὰ ἐκα-

τομύρια φορές ασθενέστερη ἀπὸ τὴν ἐνέργεια τοῦ πρωτονίου, ἀλλὰ καὶ πάλι 1000 περίπου ἑκατομύρια φορές ἰσχυρότερη ἀπὸ τὴν ἐνέργεια τοῦ φωτός. Εἶναι τόσο ἰσχυρή, ὥστε τὰ ἐκτοξευόμενα μεσόνια καὶ ἠλεκτρόνια περνοῦν ὅλες τὶς στέγες καὶ τὰ πατώματα τῶν σπιτιῶν μας καὶ φυσικὰ καὶ τὰ σώματα τῶν ἀνθρώπων ποὺ κατοικοῦν σ' αὐτά. Καὶ αὐτὴν τὴ στιγμή πού μιλοῦμε γι' αὐτά, μεσόνια καὶ ἠλεκτρόνια τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας — μερικὲς δωδεκάδες κατὰ δευτερόλεπτο — μπαίνουν μέσα στὰ κεφάλια μας, διαπερνοῦν τὸν ἐγκέφαλο μας, τὴν καρδιά μας, τὸ αἷμα μας, περνοῦν ἀπὸ τὰ παπούτσια μας καὶ φτάνουν κάτω στὴ γῆ. Ἀπὸ παρατηρήσεις ποὺ ἔγιναν σὲ ὄρυχεῖα, διαπιστώθηκε ὅτι ὁ συρμός αὐτὸς τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας φτάνει μέσα ἀπὸ ἀνθρακοφόρα κοιτάσματα σὲ βάθος καὶ 300 ἀκόμη μέτρων κάτω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους.

Ὁ καθ' ὅλη τὴ ζωὴ μας βομβαρδισμός ἀπὸ τὴν κοσμικὴ ἀκτινοβολία, ποὺ ἀρχίζει ἀπὸ τὴ στιγμή πού εἴμαστε ἀκόμη ἔμβρυα στὰ σπλάχνα τῆς μάνας μας καὶ μᾶς διαπερᾶ κι ὅταν ἀκόμη ταφοῦμε, φαίνεται πὼς δὲν μᾶς βλάπτει. Καὶ ναὶ μὲν μπορεῖ νὰ καταστρέφονται μερικοὶ ἀτομικοὶ πυρῆνες μέσα στὸ σῶμα μας, αὐτὸ ὅμως δὲν εἶναι τίποτα προστὰ στὸν ἀπειρο ἄριθμὸ τῶν ἀνεπαφῶν ἀτόμων ποὺ εἰσάγονται στὸν ὄργανισμό μας μὲ τὴν τροφὴ καὶ τὴν ἀναπνοή. Τί σημαίνουν 1000 κατεστραμμένα άτομα σ' ἓναν ὄργανισμό, ὅταν αὐτὸς διαθέτει 10 ὀκτάκις ἑκατομύρια περίπου άτομα; Ὅταν λοιπὸν ἀκοῦμε πὼς βρισκόμαστε ἐφ' ὄρου ζωῆς κάτω ἀπὸ τοὺς καταγισμούς τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων, μποροῦμε νὰ κοιμόμαστε ἤσυχα ὅπως κάναμε καὶ πρὶν, ὅταν δὲν ξέραμε τίποτα ἀπὸ τὴν κοσμικὴ ἀκτινοβολία.

Ἡ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

Μὲ ὅλα ὅμως αὐτὰ πλουτίσαμε τὸ νοῦ μας μὲ κάτι τὸ θαυμαστὸ καὶ ἄγνωστο ὡς τώρα. Ὅταν, ξαπλωμένοι στὸ κρεβάτι μας, σκεπτόμαστε ὅτι σὲ κάθε δευτερόλεπτο μᾶς βομβαρδίζουν μερικὲς δωδεκάδες ἠλεκτρονίων καὶ μεσοκόμηνων, ποὺ κατάγονται ἀπὸ κοσμικὰ πρωτόνια, προερχόμενα ἀπὸ τὰ βάθη τοῦ σύμπαντος, καὶ ποὺ κατὰ τὸ ταξίδι τους μέσα ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα ἀλλάζουν πολλὰς φορές μορφή, κι ἀπὸ ὕλη γίνονται ἐνέργεια κι ἀπὸ ἐνέργεια ὕλη, ἀποδείχεται ὀλοφάνερα πὺ ἀ μέγιστη ἀποκάλυψη τῆς ἐποχῆς μας: Ὅτι δὲν ὑπάρχει διαφορὰ μεταξὺ ἐνεργείας καὶ ὕλης καὶ πὼς οἱ δυνὸ αὐτὲς ἔννοιες εἶναι μία καὶ ἀδιάρρητη ἔννοια. Ἡ ὕλη εἶναι συμπυκνωμένη καὶ ὁρατὴ ἐνέργεια καὶ ἡ ἐνέργεια εἶναι ἡ καταλήγουσα σὲ ἀφάνεια καὶ ἡ παλλόμενη μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ὕλη. Τὸ σύμπαν εἶναι ἓνα. Τὸ *Ens Unum*, ὁ μονισμός τοῦ Spinoza.

Ἡ διαπίστωση αὐτὴ εἶναι ἡ μεγάλη κατάκτηση τῆς ἐποχῆς μας στὸ γνωσιολογικὸ πεδίο καὶ κλείνει τὸν κύκλο πού ἀνοίξε ὁ Lavoisier στὴ σύγχρονη γνῶση μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης καὶ μεγέθυναν ἢ μεγαλοφνῆς διαίσθηση τοῦ Carnot καὶ τὰ πειράματα τοῦ Mayer, ποὺ διαπίστωσαν τὴν ἀθανασία τῆς ἐνεργείας. Ὁ δυϊσμός ὕλης καὶ ἐνεργείας, ποὺ κυβέρνησε τὴν ἐπιστημονικὴ σκέψη καθ' ὅλη τὴ διάρκεια τοῦ 19ου αἰώνα, μὴλο πού ὀδήγησε σὲ γόνιμες σκέψεις, ἀποτελοῦσε ἓνα φραγμὸ γιὰ τὴν παραπέρα πρόοδο τῆς ἐπιστημονικῆς ἀναζητήσεως. Ἡ ἀπαλλαγὴ ἀπὸ τὸ φραγμὸ αὐτὸν εἶναι ἡ νίκη τῶν σοφῶν τοῦ αἰώνα μας.