

2
Σ
3
8

Ε 2 φ 3 Γ

Α. Σ. ΠΑΠΑΖΗ

ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΤΑΚΤΙΚΟΥ ΒΟΗΘΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΟΥ Ε. Μ. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ

Γ. Ι. ΚΟΣΣΙΔΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Παπαζής (Α. Σ.) - Κοσσιδάς (Γ. Ι.)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΘΕΡΜΟΤΗΣ - ΟΠΤΙΚΗ - ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ

ΤΩΝ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ ΔΙΑ ΤΑΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΤΥΠΟΥ "Α"



222

ΑΘΗΝΑΙ 1965

Ε 2 45 I
Α. Σ. ΠΑΠΑΖΗ
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΤΑΚΤΙΚΟΥ ΒΟΗΘΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΟΥ Ε. Μ. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ

Γ. Ι. ΚΟΣΣΙΔΑ
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Παπαζής (Α. Σ.) - Κοσσιδάς (Γ. Ι.)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - ΘΕΡΜΟΤΗΣ - ΟΠΤΙΚΗ - ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ

ΤΩΝ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ ΔΙΑ ΤΑΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ ΤΥΠΟΥ "Α"

ΑΘΗΝΑΙ 1965



• ΠΟΛΥΓΡΑΦΗΣΕΙΣ ΠΑΠΑΔΗΜΗΡΙΟΥ •

• Αγίου Κωνσταντίνου 3 - Πειραιεύς
• Τηλέφωνον 411.852

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη αποτελεί μια προσπάθεια να παρουσιαστεί ο ρόλος της παιδείας στην κοινωνία, με ιδιαίτερη έμφαση στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η μελέτη βασίζεται σε θεωρητικές και εμπειρικές μελέτες, καθώς και σε προσωπικές εμπειρίες του συγγραφέα. Η μελέτη είναι οργανωμένη σε τρία μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά την εισαγωγή, το δεύτερο μέρος την ανάλυση των δεδομένων, και το τρίτο μέρος τα συμπεράσματα. Η μελέτη είναι γραμμένη σε απλό και κατανοητό ύφος, με στόχο να είναι διαθέσιμη σε όλους τους ενδιαφερόμενους. Η μελέτη είναι η καρδιά της έρευνας και αποτελεί το κεντρικό σημείο της μελέτης. Η μελέτη είναι η βάση της έρευνας και αποτελεί το κεντρικό σημείο της μελέτης. Η μελέτη είναι η βάση της έρευνας και αποτελεί το κεντρικό σημείο της μελέτης.

Μ Ε Ρ Ο Σ Α΄

Μ Η Χ Α Ν Ι Κ Η

Ε Ι Σ Α Γ Ω Γ Η

1.- Φυσικά φαινόμενα - Φυσικά μεγέθη

Φαινόμενα γενικῶς, δυνάμεθα νά ὀνομάσωμεν τὰς διαφόρους μεταβολάς, αἱ ὁποῖαι πραγματοποιοῦνται εἰς τήν φύσιν ὅπως π.χ. ἡ κίνησις ἑνός σώματος, ἡ ζέσις τοῦ ὕδατος, ἡ καύσις τοῦ ἀνθρακος κ.ἄ. Ταῦτα δυνάμεθα νά κατατάξωμεν εἰς δύο κατηγορίας: α) Εἰς τὰ φυσικά φαινόμενα καί β) Εἰς τὰ χημικά φαινόμενα. Τά φυσικά φαινόμενα ἐξετάζει ἡ φυσική, εἶναι δέ ὅλα τὰ φαινόμενα εἰς τὰ ὁποῖα δέν μεταβάλλεται ἡ σύστασις τῶν σωμάτων, ὅπως π.χ. ἡ ρῖφις ἑνός λίθου. Τά χημικά φαινόμενα ἐξετάζει ἡ χημεία καί εἶναι ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα μεταβάλλεται ριζικῶς ἡ σύστασις τῶν σωμάτων, ὅπως π.χ. ἡ καύσις μιᾶς ὀργανικῆς ἐνώσεως.

Διὰ τήν μελέτην τῶν φυσικῶν φαινομένων, ἀπαιτεῖται ἡ προσεκτικὴ παρακολούθησις τούτων, ὡς καί ἡ σκόπιμος ἀναπαραγωγή εἰς τό ἐργαστήριον (πείραμα), ὑπό συνθήκας μάλιστα, εἰ δυνατόν, τὰς αὐτάς αἱ ὁποῖαι ἐπικράτουν κατὰ τήν παρατήρησιν. Ἐπομένως διὰ τοῦ πειράματος προσπαθοῦμεν νά ἀνεύρωμεν τὰς σχέσεις αἱ ὁποῖαι διέπουν καί συνδέουσιν τὰ φυσικά φαινόμενα. Αἱ σχέσεις αὗται ἀποτελοῦν τοὺς φυσικοὺς νόμους.

2.- Μέτρησις φυσικῶν μεγεθῶν.

Ἡ ἔρευνα τῶν φυσικῶν φαινομένων ὡς καί ἡ εὑρεσις τῶν φυσικῶν νόμων ἑνός φυσικοῦ μεγέθους, λαμβάνουν τό-

τε μόνον άξίαν, όταν δυνάμεθα νά κάμωμεν μέτρησιν έπ' αὐτῶν. Ἡ μέτρησις, συνίσταται εἰς τήν σύγκρισιν ἑνός φυσικοῦ μεγέθους πρός ἄλλο ὁμοειδές μέγεθος, τό ὁποῖον κατόπιν συμφωνίας, λαμβάνομεν ὡς μονάδα μετρήσεως. Ὁ ἀριθμός ὁ ὁποῖος προκύπτει ὡς ἀποτέλεσμα τῆς μετρήσεως ὀνομάζεται ἀριθμητική τιμή τοῦ μετρηθέντος μεγέθους. Ἡ ἀριθμητική τιμή καί ἡ μονάδα μετρήσεως, ἀποτελοῦν τό μέτρον τοῦ μετρηθέντος μεγέθους. Οὕτω, διά νά μετρήσωμεν τό μήκος μιᾶς δοκοῦ, συγκρίνομεν τό μήκος αὐτῆς πρός ἕτερον μήκος, τό ὁποῖον λαμβάνομεν ὡς μονάδα μετρήσεως (π.χ. τό μήκος ἑνός μέτρου) καί ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι τό μήκος τῆς δοκοῦ εἶναι 3,2 φορές τῆς μονάδος μετρήσεως. Λέγομεν τότε ὅτι, ὁ ἀριθμός 3,2 εἶναι ἡ ἀριθμητική τιμή τοῦ μήκους τῆς δοκοῦ, λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν ὡς μονάδος τό μέτρον. Συνεπῶς ἡ τιμή 3,2 μέτρα, ἀποτελεῖ τό μέτρον τοῦ μετρηθέντος μεγέθους.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

3.- θεμελιώδεις καί παράγωγοι μονάδες.

Κατά τήν μέτρησιν τῶν διαφόρων φυσικῶν μεγεθῶν, ἐπεδιώχθη ἡ συστηματοποίησης τῶν μονάδων μετρήσεως καί τοῦτο, διά νά ἀποφευχθῇ ὁ τυχόν μέγας ἀριθμός ὁ ὁποῖος θά προέκυπτε ἐκ τῶν διαφόρων αὐθαίρετως λαμβανομένων ὡς μονάδων μετρήσεως. Οὕτω καθιερώθησαν, ἐκ διεθνῶν συνεδρίων, τά συστήματα μονάδων ἐκ τῶν ὁποίων τά ἐπικρατέστερα σήμερον εἶναι:

1ον) Τό Μετρικόν σύστημα μονάδων καί

2ον) Τό Τεχνικόν σύστημα μονάδων.

1ον) Τό μετρικόν σύστημα

Εἰς τοῦτο θεωροῦμεν ὡς θεμελιώδη μεγέθη τό μήκος, τήν μάζαν καί τόν χρόνον. Δυνάμεθα νά τό χαρακτηρίσωμεν ὅτι ἀνήκει εἰς μίαν γενικωτέραν κατηγορίαν ἡ ὁποία καλεῖται L.M.T. (ἐκ τῶν ἀρχικῶν γραμμάτων τῶν λατινικῶν λέξεων (longitudo, Massa, Tempus)).

Τό Μετρικόν σύστημα διαιρεῖται εἰς δύο:

α) Εἰς τό ἀπόλυτον ἢ σύστημα μονάδων C.G.S.

(Centimetre, gramme, second).

Τοῦτο χρησιμοποιεῖ ὡς θεμελιώδεις μονάδας, διά τό μήκος τό ἑκατοστόμετρον (1 cm), διά τήν μάζαν τό γραμμάριον (1 gr) καί διά τόν χρόνον τό δευτερόλεπτον (1 sec).

β) Εἰς τό σύστημα M.K.S ἢ σύστημα Giorgi

Τοῦτο χρησιμοποιεῖ ὡς θεμελιώδεις μονάδας, διά τό μήκος τό μέτρον (1 m), διά τήν μάζαν τό χιλιόγραμμα (1 Kgr) καί διά τόν χρόνον τό δευτερόλεπτον (1 sec).

Παρατηροῦμεν ὅτι τό σύστημα C.G.S. καί τό σύστημα M.K.S. ἔχουν τά αὐτά θεμελιώδη μεγέθη, διαφέρουν ὅμως ὡς πρός τάς μονάδας μήκους καί μάζης, αἱ ὁποῖαι εἰς τό M.K.S. εἶναι πολλαπλάσιαι.

2ον) Τεχνικόν σύστημα (T.Σ.)

Εἰς τοῦτο θεωροῦμεν ὡς θεμελιώδη μεγέθη τό μήκος, τήν δύναμιν καί τόν χρόνον, μέ ἀντιστοίχους μονάδας τό μέτρον (1m) διά τό μήκος, τό χιλιόγραμμα βάρους (1 Kgr)* διά τήν δύναμιν καί τό δευτερόλεπτον (1sec) διά τόν χρόνον. Τοῦτο χαρακτηρίζεται ὡς σύστημα LFT.

Σημείωσις: Σήμερον ἀντί τοῦ συμβόλου (Kgr*) χρησιμοποιεῖται διεθνῶς τό σύμβολον (Kp) (Κιλοπόντ).

4.- Μονάδες διαφόρων φυσικῶν μεγεθῶν.

α) Μονάδες μήκους. Ὡς μονάδα μετρήσεως τοῦ μήκους εἰς τὸ σύστημα C.G.S. λαμβάνεται τὸ 1 ἑκατοστ. (1 cm) τὸ ὁποῖον ἰσοῦται πρὸς τὸ 1/100 τοῦ προτύπου μέτρου.

Ἀπὸ τοῦ ἔτους 1960 τὸ πρότυπον μέτρον ὀρίζεται ἐκ τοῦ μήκους κύματος τῆς πορτοκαλλοχρῶου ραβδώσεως τοῦ στοιχείου κρυπτοῦ 86 καὶ ἰσοῦται:

$$1 \text{ m} = 1650763,73 \text{ μήκη κύματος}$$

Παλαιότερον, τὸ πρότυπον μέτρον ὀρίζετο ὡς τὸ 1/40.000.000 τοῦ μήκους ἑνὸς μεσημβρινοῦ τῆς γῆς.

Εἰς τὸ M.K.S. καὶ T.S. μονάδα μήκους εἶναι τὸ 1m (μέτρον) = 100 cm.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω μονάδων, χρησιμοποιοῦνται καὶ τὰ πολλαπλάσια ἢ ὑποπολλαπλάσια αὐτῶν.

$$1 \text{ Km (χιλιόμετρον)} = 1000 \text{ m} = 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ dm (δεκατόμετρον)} = 1/10 \text{ m} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$1 \text{ mm (χιλιοστόμετρον)} = 1/1000 \text{ m} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$1 \mu \text{ (μικρόν)} = 1/1.000.000 \text{ m} = 10^{-6} \text{ m}$$

Εἰς τὴν Ὀπτικήν καὶ εἰς τὴν Ἀτομικὴν Φυσικὴν χρησιμοποιοῦμεν ὡς μονάδα μήκους τὸ 1 \AA (Ἄνγκστρεμ)

$$1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$$

Εἰς τὴν ναυτιλίαν τὸ 1 ναυτικόν μίλ. = 1852 m

Ἐκ τῆς μονάδος μήκους, λαμβάνομεν ὡς παράγωγον μέγεθος τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας, εἰς μὲν τὸ σύστημα C.G.S. τὸ μὲν 1 cm^2 (τετραγωνικόν ἑκατοστομέτρον)

Εἰς δὲ τὸ M.K.S. καὶ T.S. τὸ

1 m^2 (τετραγωνικόν μέτρον) καὶ τὴν μονάδα ὄγκου, ἀντιστοίχως τὸ 1 cm^3 (κυβικόν ἑκατοστομέτρον) ἢ 1 m^3 (κυβικόν μέτρον).

β) Μονάδες μάζης.

Είς τό σύστημα C.G.S. χρησιμοποιείται τό γραμμάριον μάζης (gr), τό όποϊον ίσοῦται πρός τό 1/1000 τῆς μάζης τοῦ προτύπου χιλιογράμμου, τό όποϊον καί λαμβάνεται ὡς μονάς εἰς τό σύστημα M.K.S. Παλαιότερον, τό πρότυπον χιλιόγραμμον ὀρίζετο ὡς ἡ μάζα ἑνός λίτρου (1000 cm³) ἀπεσταγμένου ὕδατος καί θερμοκρασίας 4^οC. Σήμερον ὀρίζεται, ὡς ἡ μάζα ἑνός κυλίνδρου, κατεσκευασμένου ἐξ ἰριδιούχου λευκοχρύσου, διαμέτρου 39 mm καί ὕψους 39mm.

Ἐκτός τῆς μονάδος gr χρησιμοποιοῦνται τά πολλαπλάσια ἢ ὑποπολλαπλάσια αὐτοῦ.

$$1\text{Kgr} (\text{χιλιόγραμμον}) = 1000 \text{ gr} = 10^3 \text{ gr}$$

$$1 \text{ tn} (\text{τόννος}) = 1000\text{Kgr} = 10^3 \text{ kgr} = 10^6 \text{ gr}$$

$$1\text{mgr} (\text{milligramme}) = 1/1000 \text{ gr} = 10^{-3} \text{ gr}$$

$$1\mu\text{gr} (\text{microgramme ἢ γάμμα}) = 1/1.000.000 = 10^{-6} \text{ gr.}$$

Εἰς τό T.C. λαμβάνομεν ὡς μονάδα μάζης τήν τεχνικήν μονάδα μάζης (T.M.) εἶναι δέ: 1 T.M. = 9,81 Kgr (Μονάς T.M. εἶναι: 1 T.M. = 1 Kgr^{*} m⁻¹ sec²).

γ) Μονάδες δυνάμεως.

Ὡς μονάς δυνάμεως εἰς τό T.C. χρησιμοποιεῖται τό 1 χιλιόγραμμον βάρους (1Kgr^{*}), τό όποϊον ὀρίζεται ὡς ἡ δύναμις μέ τήν όποϊαν ἔλκει ἡ Γῆ, τό πρότυπον χιλιόγραμμον, εἰς τόπον γεωγραφικοῦ πλάτους 45^ο καί εἰς τό ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.

Ἄλλαι μονάδες δυνάμεως εἶναι:

$$1 \text{ gr}^* (\text{γραμμάριον βάρους}) = 1/1000\text{Kgr}^* = 10^{-3} \text{ Kgr}^*$$

$$1 \text{ tn}^* (\text{τόννος βάρους}) = 1000\text{Kgr}^* = 10^3 \text{ Kgr}^*$$

Εἰς τό σύστημα C.G.S. μονάς δυνάμεως εἶναι ἡ

$$1 \text{ dyn} (\delta\acute{\upsilon}\nu\eta) = 1/981 \text{ gr}^*$$

εἰς δέ τό M.K.S. τό 1 Newton (Νιουτον Νt)

$$\text{καί ἰσοῦται: } 1 \text{ Nt} = 1/981 \cdot \text{Kgr}^*$$

δ) Μονάδες χρόνου.

Ὡς μονάς χρόνου καί εἰς τά τρία συστήματα ὤρίσθη τό 1 δευτερόλεπτον (sec) τό ὁποῖον ἰσοῦται πρὸς 1/86400 τῆς μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας (Μέση ἡλιακὴ ἡμέρα καλεῖται ὁ κατά μέσον ὄρον χρόνος ὁ ὁποῖος παρέρχεται μεταξύ δύο διαδοχικῶν μεσουρανήσεων τοῦ Ἡλίου) εἶναι δέ:

$$1 \text{ sec} = 1/24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ μέσ. ἡλιακῆς ἡμέρας ἢ}$$

$$1 \text{ sec} = 1/86400 \text{ μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας.}$$

Πολλαπλάσιαι μονάδες χρόνου εἶναι:

$$1 \text{ min} (\text{λεπτόν}) = 60 \text{ sec}$$

$$1 \text{ h} (\text{ὥρα}) = 60 \text{ min} = 60 \cdot 60 \text{ sec.}$$

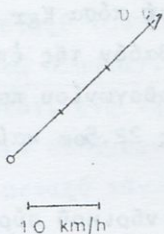
5.- Μονόμετρα καί ἀνυσματικά μεγέθη

Μονόμετρον καλεῖται πᾶν φυσικόν μέγεθος, τό ὁποῖον καθορίζεται τελείως ὅταν εἶναι γνωστή ἡ ἀριθμητική του τιμὴ καί ἡ μονάς μετρήσεως, ὅπως π.χ. ἡ θερμοκρασία (10°C), ἡ μᾶζα (2gr), ὁ χρόνος (3sec), τό ἔργον (50 ἔργια) κ.λ.π.

Ἀνυσματικόν καλεῖται πᾶν φυσικόν μέγεθος, τό ὁποῖον διὰ νά καθορισθῆ, ἀπαιτεῖται νά γνωρίζωμεν α) τό μέτρον (ἀριθμητική τιμὴ καί μονάδα μετρήσεως) β) τὴν διεύθυνσιν καί γ) τὴν φοράν ὅπως π.χ. ἡ δύναμις, ἡ ταχύτης, ἡ ἐπιτάχυνσις κ.λ.π. εἶναι ἀνυσματικά μεγέθη.

Παρίσταται γραφικῶς δι' ἐνός βέλους, τοῦ ὁποῖου τό μῆκος παρέχει τό μέτρον τοῦ θεωρουμένου ἀνυσματικοῦ μεγέθους, τὴν διεύθυνσιν ἢ εὐθεῖα τοῦ ἀνύσματος καί τὴν φοράν ἢ αἰχμὴ τοῦ βέλους.

Ἐάν ἐπί παραδείγματι δεχθῶμεν ὅτι εἰς μῆκος 1cm ἀντιστοιχεῖ ταχύτης 10km/h, τότε ταχύτης 30km/h θά παρίσταται ὑπό ἀνύσματος τριπλασίου (σχ. 1).



σχ. 1

6.- Πυκνότης καὶ εἰδικόν βάρος σώματος.

Ὡς πυκνότητα (ρ) ἑνός σώματος, ὀρίζομεν τό πηλίκον τῆς μάζης (m) τοῦ σώματος διὰ τοῦ ὀγκοῦ (V) αὐτοῦ, ὑποτιθεμένου ὅτι ὁ ὀγκος τοῦ σώματος εἶναι τελείως ὁμοιομόρφως πλήρης ὕλης.

ἦτοι: $\rho = m/V$ (ἐκφράζεται συνήθως εἰς gr/cm^3).

Ὡς εἰδικόν βάρος (ϵ) ἑνός σώματος, ὀρίζομεν τό πηλίκον τοῦ βάρους (B) τοῦ σώματος διὰ τοῦ ὀγκοῦ (V) αὐτοῦ, ὑποτιθεμένου ὅτι ὁ ὀγκος τοῦ σώματος εἶναι τελείως καί ὁμοιομόρφως πλήρης ὕλης ἦτοι: $\epsilon = B/V$ (ἐκφράζεται συνήθως εἰς gr^*/cm^3)

Ἡ πυκνότης καί τό εἰδικόν βάρος ἐκφράζονται διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ, διαφέρουν ὅμως εἰς τὰς μονάδας. ✓

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

- 1.- Νά μετατραποῦν 15m α) εἰς Km β) εἰς cm γ) εἰς mm δ) εἰς μ ε) εἰς \AA .
- 2.- Νά ἐκφραστοῦν εἰς m α) 2 Km β) 30cm γ) 50mm δ) 200 μ ε) 10.000 \AA .

- 3.- Νά μετατραποῦν 3,2 Kgr εἰς γάμμα (μgr).
- 4.- Νά εὔρεθῆ πόσα sec περιέχονται εἰς 1 μῆνα (30 ἡμέραι).
- 5.- Δύναμις 500dyn μέ πόσα Kgr* ἰσοῦται.
- 6.- Νά εὔρεθῆ τό ἔμβαδόν τῆς ἐπιφανείας φύλλου χάρτου, σχήματος ὀρθογωνίου παραλληλογράμμου, τό ὁποῖον ἔχει μήκος 22,5cm καί πλάτος 13,3cm, εἰς cm^2 mm^2 , m^2 .
- 7.- Ἡ διάμετρος κυλινδρικοῦ σύρματος ἰσοῦται πρὸς 2,5 mm καί τό μήκος του πρὸς 10 cm. Νά εὔρεθῆ α) τό ἔμβαδόν τῆς διατομῆς του εἰς cm^2 καί mm^2 β) ὄγκος του εἰς cm^3 καί mm^3
- 8.- Νά εὔρεθῆ ἡ μᾶζα ξυλίνου κύβου, ἀκμῆς 20 cm (ρ ξύλου = $0,8 \text{ gr/cm}^3$).
- 9.- Ἡ διάμετρος σιδηρᾶς σφαίρας εἶναι 25mm. Νά εὔρεθῆ ἡ μᾶζα τῆς. (ρ σιδήρου = $7,8 \text{ gr/cm}^3$).

Μ Η Χ Α Ν Ι Κ Η

7.- Εἰσαγωγή - Περιεχόμενον.

Ἡ μηχανικὴ εἶναι ὁ κλάδος τῆς Φυσικῆς ὁ ὁποῖος ἐξετάζει τάς κινήσεις τῶν σωμάτων τοῦ περιβάλλοντος ἡμᾶς κόσμου ὡς καί τάς δυνάμεις αἱ ὁποῖαι προεκάλεσαν ταύτας.

Εἰς πολλάς περιπτώσεις εἰς τὴν μηχανικὴν, χάριν ἀπλουστεύσεως τῶν πραγμάτων, θεωροῦμεν ὅτι ἓν σῶμα δέν καταλαμβάνει χῶρον ἀλλὰ εἶναι τόσον μικρόν, ὥστε νά δυνάμεθα νά θεωρήσωμεν τοῦτο ὡς ὕλικόν σημεῖον. Εἰς ἄλ-

λας περιπτώσεις, λαμβάνονται υπ' όφιν αί διαστάσεις του σώματος, όποτε θεωρούμεν ότ. αποτελείται από άπειρον τό πλήθος ύλικών σημείων, συνδεδεμένων μεταξύ των τόσον στερεώς, ώστε αί μεταξύ των άποστάσεις νά παραμένουν άμετάβλητοι (στερεά σώματα). Τοϋτο συμβαίνει μόνο κατά προσέγγισιν διότι είς τήν πραγματικότητα τά σώματα υπό τήν επίδρασιν δυνάμεων παραμορφούνται και συνεπώς αί άποστάσεις μεταξύ των ύλικών σημείων δέν παραμένουν άμετάβλητοι.

Είς τά ύγρά και τά άέρια αί δυνάμεις αί όποιαί έξασκούνται μεταξύ των μορίων (ύλικών σημείων) είναι τόσον μικραί, ώστε ταϋτα νά μή συγκρατούνται είς τάς θέσεις των. "Ενεκα δέ τούτου τό σχήμα του σώματος δέν είναι καθωρισμένον άλλ' έξαρτάται έκ των έκάστοτε επικρατούντων έξωτερικών συνθηκών (σχήμα του περιέχοντος δοχείου κ.λ.π.)

Συνεπώς, ή Μηχανική διαιρείται είς τήν Μηχανικήν του ύλικού σημείου, είς τήν Μηχανικήν του στερεού σώματος και είς τήν Μηχανικήν των ρευστών. "Εκαστος κλάδος τούτων υποδιαιρείται είς τρία μέρη: I) Τήν Στατικήν, II) Τήν Κινηματικήν και τήν III) Δυναμικήν.

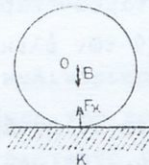
I.-- Η Στατική έξετάζει τάς δυνάμεις και τάς συνθήκας υπό τάς όποίας αϋται ίσορροποϋν. Δύναμις καλείται, τό αίτιον τό όποιον δύναται νά προκαλέση παραμόρφωσιν ή τροποποίησιν τής κινήσεως ενός σώματος. Η δύναμις είναι άνυσματικόν μέγεθος. Παρίσταται συνήθως διά του συμβόλου F (σχ. 2) και μετρείται έκ των άποτελεσμάτων τά όποια προκαλεί (δυναμόμετρα).

Δύο δυνάμεις, έξασκούμεναι επί του αϋτου σημείου

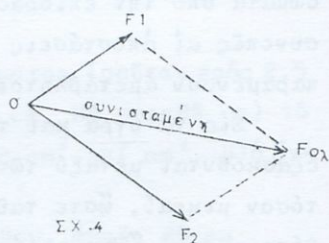
ίσορροπούν, όταν είναι ίσαι και αντίθετοι (σχ. 3). Εάν αι δυνάμεις έξασκοούνται επί του αυτού σημείου και σχηματίζουν γωνίαν μεταξύ των, τότε δύνανται ν' αντικατασταθοούν υπό τρίτης, ή όποία δίδεται από την διαγώνιον του σχηματιζομένου παραλληλογράμμου (σχ. 4).



ΣΧ. 2



ΣΧ. 3



ΣΧ. 4

Η τρίτη δύναμις ονομάζεται συνισταμένη των δύο άλλων δυνάμεων (συνιστώσαι).

Αναλόγως εργαζόμενοι δυνάμεθα νά αναλύσωμεν την συνισταμένην, είς δύο συνιστώσας.

Ίσορροπίαν πολλών δυνάμεων έχομεν, όταν ή συνισταμένη αυτών ίσοϋται μέ μηδέν.

II.- Η κινηματική έξετάζει μόνον τάς κινήσεις, ανεξαρτήτως των δυνάμεων αι όποιαι τάς προκαλούν. Δυνάμεθα νά θεωρήσωμεν ότι έξετάζει τάς έξής κινήσεις.

1) Τήν όμαλήν και εύθύγραμμον κίνησιν. Χρησιμοποιούμενοι τύποι ως και μονάδες:

$$v = \frac{s}{t}$$

v = ταχύτης

s = διάστημα

t = χρόνος

$$\left. \begin{array}{l} \text{Μονάδες} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{C.G.S.} : 1 \frac{\text{cm}}{\text{sec}} \\ \text{M.K.S.} \\ \text{και} \\ \text{T.Σ.} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{C.G.S.} \\ \text{M.K.S.} \\ \text{και} \\ \text{T.Σ.} \end{array}} \right\} : 1 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

2) Τήν ὁμαλῶς μεταβαλλομένην εὐθύγραμμον κίνησιν.
Χρησιμοποιούμενοι τύποι ὡς καὶ μονάδες.

α) Ἐπιτάχυνσις = $\frac{\text{μεταβολή ταχύτητος}}{\text{μεταβολή χρόνου}}$, $\gamma = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Μονάδες} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{C.G.S.} : \gamma = \frac{1 \text{ cm/sec}}{1 \text{ sec}} = 1 \text{ cm/sec}^2 \text{ ἢ } \text{cmsec}^{-2} \\ \text{M.K.S.} \\ \text{και} \\ \text{T.Σ.} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{C.G.S.} \\ \text{M.K.S.} \\ \text{και} \\ \text{T.Σ.} \end{array}} \right\} : \text{m/sec}^2$$

“Όταν λέγωμεν ὅτι ἓν κινητόν ἔχει ἐπιτάχυνσιν $\gamma = 5 \text{ m/sec}^2$ ἐννοοῦμεν ὅτι ἡ ταχύτης του αὐξάνεται κατὰ 5 m/sec εἰς κάθε sec .”

“Όταν ἡ ταχύτης του ἐλαττοῦται μέ τήν πάροδον τοῦ χρόνου, τότε ὀμιλοῦμεν περί ἐπιβραδύνσεως (ἀρνητικῆ ἐπιτάχυνσις).”

β) Εὐθύγραμμος κίνησις μέ σταθεράν ἐπιτάχυνσιν καὶ μέ ἀρχικὴν ταχύτητα.

Χρησιμοποιούμενοι τύποι:

$$v = v_0 + \gamma t \quad (1) \quad \begin{array}{l} \text{ὅπου: } v = \text{τελική ταχύτης} \\ v_0 = \text{ἀρχικὴ ταχύτης} \end{array}$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} \gamma t^2 \quad (2) \quad \begin{array}{l} \gamma = \text{ἐπιτάχυνσις} \\ s = \text{διάστημα} \end{array}$$

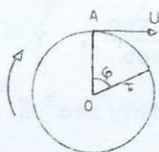
$$s = \frac{v_0^2}{2\gamma} \quad (3) \quad t = \text{χρόνος}$$

Τὰ σημεῖα + ἢ - συμβολίζουν ὁμαλῶς ἐπιταχυνομέ-

νην ή όμαλως έπιβραδυνομένην κίνησην. 'Ο τύπος (3) παρέχει τό διάστημα τό όποϊον διανύει κινητόν μέ έπιβράδυνσιν γ καί άρχικήν ταχύτητα v_0 , μέχρις ότου σταματήσει, καί

3) Τήν όμαλήν κυκλικήν κίνησην.

Χρησιμοποιούμενοι τύποι:



ΣΧ. 5

$$\omega = \varphi/t$$

$$v = \omega \cdot r$$

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

$$T = 1/\nu$$

$$\gamma_n = v^2/r$$

Όπου:

ω = γωνιακή ταχύτης (είς $\frac{\text{άκτινια(rad)}}{\text{sec}}$)

φ = έπίκεντρος γωνία (είς rad)

t = χρόνος ό άπαιτούμενος νά διανυθή ή φ .

T = περίοδος περιφοράς (είς sec)

ν = συχνότης (άριθ. στροφών ανά sec)

γ_n = κεντρομόλος έπιτάχυνσις.

r = άκτίς περιφερείας (σχ. 5).

III.- Η δυναμική έξετάζει τάς δυνάμεις έν σχέσει πρός τάς ύπ'αυτών παραγομένας κινήσεις. Στηρίζεται είς τήν έξίσωσιν $F = m \cdot \gamma$ ήτις άποτελεϊ τόν θεμελιώδη νόμον τής Μηχανικής. 'Ανάλογος έξίσωσις είναι καί ή $B = m \cdot g$. (όπου B = βάρος σώματος, g = έπιτάχυνσις βαρύτητος).

Μονάδες δυνάμεως:

C.G.S. :	{	1 dyn = 1 gr.cm.sec ⁻²
		M.K.S. : 1 Nt = 1 Kgr.m.sec ⁻²
		T.Σ. : 1 Kgr*

Κατά τήν έλευθέραν πτώσιν ή τήν κατακόρυφον βο-

λήν πρὸς τὰ ἄνω σώματος, ἰσχύουν αἱ ἐξισώσεις (1), (2) καὶ (3) τῆς Κινηματικῆς, μετὴν διαφορὰν ὅτι ἀντὶ s θά χρησιμοποιοῦμεν τὸ σύμβολον h καὶ ἀντὶ γ τὸ g .

Περαιτέρω θά ἀσχοληθῶμεν μετὸ μέρος τῆς Δυναμικῆς τὸ ὁποῖον ἐξετάζει τὸ Ἔργον, Ἰσχύον καὶ Ἐνέργειαν.

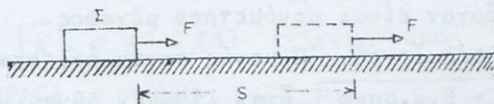
8.- Ἔργον.

Τὸ Ἔργον εἶναι ἓν μηχανικὸν φυσικὸν μέγεθος τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται ὅταν τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς μιᾶς δυνάμεως ὑφίσταται μετατόπισιν π.χ. Ἐργάτης σύρων ἀμάξιον ἢ ἀνυψῶνων βάρους.

Θεωροῦμεν σῶμα Σ ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἐπὶ τοῦ σώματος δρᾷ δύναμις F , παράλληλος πρὸς τὸ ἐπίπεδον καὶ μετακινεῖ τὸ σῶμα εἰς ἀπόστασιν s (σχ. 6). Λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις F παράγει ἔργον A , τὸ ὁποῖον ἔχει μέτρον ἴσον πρὸς τὸ γινόμενον τῆς δυνάμεως F ἐπὶ τὸν δρόμον S ἥτοι:

$$A = F \cdot s$$

(1)



σχ. 6

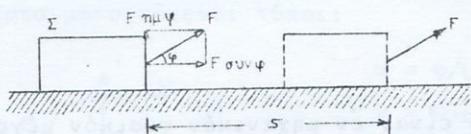
Ἐάν ὅμως ἡ F σχηματίζῃ γωνίαν ϕ (σχ. 7) ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς: Ἀναλύομεν τὴν F εἰς δύο ὀρθογωνίους συνιστώσας, τὴν $F \cos \phi$ καὶ τὴν $F \sin \phi$.

Ἐκ τῶν δύο τούτων συνιστωσῶν, μόνον ἡ $F \cos \phi$ συντελεῖ εἰς τὴν μετατόπισιν τοῦ σώματος καὶ συνεπῶς πα-

ράγει έργον.

Έπομένως:

$$A = F \cdot s \cdot \cos \varphi \quad (2)$$



ΣΧ. 7

Έάν $\varphi = 0^\circ$ τότε $\cos \varphi = 1$ τό δέ έργον δίδεται έκ τής (1).

Έάν $\varphi = 90^\circ$, τότε $\cos \varphi = 0$, άρα $A = 0$.

Έάν $90^\circ < \varphi < 180^\circ$, τότε τό $\cos \varphi < 0$, άρα $A < 0$.

Η φυσική σημασία του $A < 0$ είναι ότι, ή δύναμις αντί νά παράγη έργον καταναλίσκει.

Γενικώς, εάν επί του σώματος ένεργοϋν πολλαί δυνάμεις, τότε τό όλικώς παραγόμενον έργον θά δίδεται έκ του άθροίσματος των έργων των παραγομένων ύφ' εκάστης δυνάμεως. Τοϋτο προφανώς θά ίσοϋται μέ τό έργον τό όποϊον παράγεται ύπό τής συνισταμένης των επί του σώματος έπενεργουσών δυνάμεων.

Τό έργον είναι μονόμετρον μέγεθος.

Μονάδες έργου. Η μονάς έργου όρίζεται έκ του τύπου $A = F \cdot s \cdot \cos \varphi$ όταν λάβωμεν δύναμιν ίσην πρός τήν μονάδα δυνάμεως, διάστημα ίσον πρός τήν μονάδα διαστήματος καί $\varphi = 0$ ήτοι $\cos \varphi = 1$.

α) Σύστημα C.G.S. Έάν $F = 1 \text{ dyn}$, $s = 1 \text{ cm}$, $\cos \varphi = 1$.
Έχομεν: $1 \text{ dyn} \cdot \text{cm} = 1 \text{ erg}$ (έργιον) ή $1 \text{ grcm}^2 \cdot \text{sec}^{-2} = 1 \text{ erg}$

Έπομένως έργιον είναι τό έργον δυνάμεως μιās δύνης με-

ταθετούσης τό σημείον έφαρμογής της, παραλλήλως πρός τήν διεύθυνσίν της, κατά έν έκατοστόμετρον.

β) Σύστημα Μ.Κ.Σ. Είς τουτο χρησιμοποιείται ώς μονάς έργου τό $1 \text{ Nt} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ Joule}$ τό όποϊον ίσοϋται:

$$1 \text{ joule (τζάουλ)} = 10^7 \text{ erg.}$$

Ή μονάς αύτη, χρησιμοποιείται είς τόν Ήλεκτρι- σμόν καί τήν Θερμότητα.

γ) Τ.Σ. Είς τουτο χρησιμοποιείται ώς μονάς έργου τό $\text{Kgr}^* \text{ m}$. (χιλιογραμμόμετρον), τό όποϊον είναι τό έρ- γον δυνάμεως 1 Kgr^* όταν τό σημείον έφαρμογής της ύπο- στη μετατόπισιν 1 m κατά τήν διεύθυνσίν της.

$$\text{ήτοι: } 1 \text{ Kgr}^* 1 \text{ m} = 1 \text{ Kgr}^* \text{ m.}$$

Παράδειγμα: Άνθρωπος έφαρμόζων σταθεράν δύναμιν $F = 10 \text{ Kgr}^*$ μετακινεί (άνευ τριβής) επί του δαπέδου βαρύ άντικείμενον, είς απόστασιν $s = 5 \text{ m}$ κατά τήν ίδίαν διεύθυνσιν τής δυνάμεως. Νά ύπολογισθῆ τό έργον τής δυνάμεως α) είς erg β) είς joule γ) είς $\text{Kgr}^* \text{ m}$.

Λύσις: Ή διεύθυνσις τής δυνάμεως συμπίπτει μέ τήν μετατόπισιν του σημείου έφαρμογής της άρα έχομεν: (ί- δε σχήμα 6).

$$A = F \cdot S \quad (1) \text{ τελικός τύπος}$$

Αντικατάστασις:

α) Σύστημα C.G.S. $F = 10 \text{ Kgr}^* = 10 \cdot 1000 \text{ gr}^* = 10^4 \cdot 981 \text{ dyn}$ ή $F = 981 \cdot 10^4 \text{ dyn}$ καί $s = 5 \text{ m} = 5 \cdot 100 \text{ cm} = 500 \text{ cm}$ ή $s = 500 \text{ cm}$

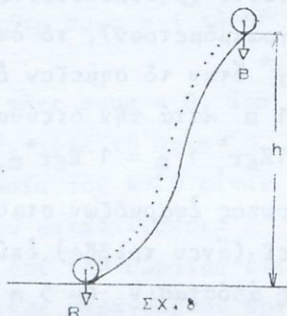
Ήπομένως: $A = 981 \cdot 10^4 \text{ dyn} \cdot 500 \text{ cm} = 4905 \cdot 10^6 \text{ erg}$ ή $A = 4905 \cdot 10^6 \text{ erg.}$

β) Σύστημα Μ.Κ.Σ. Ήπειδή $1 \text{ joule} = 10^7 \text{ erg}$

Έχομεν: $A = 490,5 \text{ joule.}$

γ) Τ.Σ. $A = 10 \text{ Kgr}^* \cdot 5 \text{ m} = 50 \text{ Kgr}^* \text{ m}$ ή $A = 50 \text{ Kgr}^* \text{ m}$

9.- Έργον παραγόμενον κατά τήν πτώσιν ή ανύψωσιν σώματος. Έάν αφήσωμεν έν σώμα βάρους Β νά πέση από τινος σημείου εύρισκομένου είς ύψος h τότε, σύμφωνα μέ τόν όρισμόν, τό βάρος του σώματος παράγει έργον τό όποϊον ίσοϋται: $A = B \cdot h.$ (1)

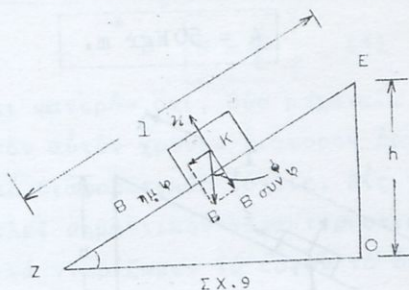


Τό αυτό έργον παράγει τό σώμα, εάν ή κίνησις πραγματοποιήθη άντιθέτως.

Έάν ή μετακίνησις του σώματος δέν γίνεται κατακορύφως, άλλ' ακολουθεϊ οϊανδήποτε τροχιάν (σχ. 8) μέχρις ότου φθάση είς σημείον, τό όποϊον απέχει από έτερον κατακόρυφον απόστασιν h τότε τό έργον τό όποϊον παράγεται δίδεται πάλιν υπό του τύπου $A = B \cdot h.$ Τοϋτο δυνάμεθα νά αποδείξωμεν εάν αφήσωμεν σώμα νά όλισθήση (άνευ τριβής) επί κεκλιμένου έπιπέδου (σχ. 9) γωνίας κλίσεως φ και μήκους l.

Έπί του σώματος Σ' έζασκοϋνται δύο δυνάμεις. Τό βάρος του Β και ή δύναμις F_K υπό του κεκλιμένου έπιπέδου. Αναλύομεν τό Β είς δύο όρθογωνίους συνιστώσας τάς

Βημφ και Βουμφ (ως είς τό σχήμα).



Κατά τόν άξονα τόν κάθετον επί τό κεκλιμένον επίπεδον έχομεν: F_N = Βουμφ και έπομένως ίσορροπίαν. Συνεπώς τό έργον παράγεται μόνον υπό τής συνιστώσης Βημφ. 'Οπότε κατά τήν μετακίνησιν του σώματος κατά τόν δρόμον (EZ) = l έχομεν: $A = B l \eta \mu \varphi$ (2). 'Αλλ'έκ του όρθογωνίου τρίγωνου (ZOE) έχομεν: $(OE) = (EZ) \eta \mu \varphi$ ή $h = l \eta \mu \varphi$ (3). 'Αντικαθιστώντες τήν (3) είς τήν (2) έχομεν:

$$A = B \cdot h.$$

Παράδειγμα: Νά εύρεθῆ τό έργον τό όποϊον παράγεται, κατά τήν άνύψωσιν σώματος βάρους $B = 10 \text{ Kgr}^*$ επί κεκλιμένου επιπέδου μήκους $l = 10 \text{ m}$ και γωνίας κλίσεως $\varphi = 30^\circ$, (ή άνύψωσις πραγματοποιειῖται μέ όμαλήν κίνησιν και άνευ τριβῆς).

Λύσις:

'Επί του σώματος Σ επιδροϋν αι δυνάμεις B, F_N και F (σχ. 10).

Τό έργον $A = B \cdot h$ (4) αλλά $h = l \eta \mu \varphi$ όποτε ή

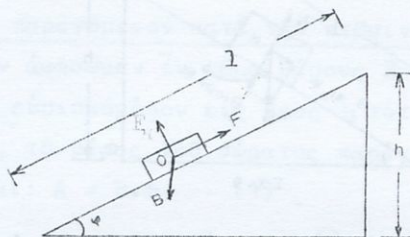
(4) γίνεται: $A = B \cdot l \eta \mu \varphi$ τελικός τύπος αντικατάστασις είς Τ.Σ.

$$B = 10 \text{ Kgr}^*$$
$$l = 10 \text{ m}$$
$$\eta\mu\phi = 0,5$$

$$A = 10 \text{ Kgr}^* \cdot 10 \text{ m} \cdot 0,5$$

ή

$$A = 50 \text{ Kgr}^* \text{ m.}$$



ΣΧ. 10

10.- Ίσχύς. Ως είδομεν, εἰς τόν ὀρισμόν τοῦ φυσικοῦ μεγέθους ἔργον, δέν λαμβάνομεν ὑπ' ὄψιν τήν ἔννοιαν τοῦ χρόνου.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι, σῶμα βάρους 100 Kgr^* μεταφέρεται εἰς ὕψος 10 m ὑπό ἑνός ἐργάτου καί ἔστω ὅτι ἐκτελεῖ οὗτος τήν ἐργασίαν αὐτήν εἰς 5 min . Ὁ ἴδιος ὅμως, καταβάλλων μεγαλύτεραν προσπάθειαν δύναται νά ἐκτελέσῃ τήν ἰδίαν ἐργασίαν εἰς ὀλιγώτερον χρόνον ἢ ἀντιστοίχως ὀλιγώτεραν προσπάθειαν εἰς ἀκόμη μεγαλύτερον χρόνον. Ἄλλ' ὅμως παρατηροῦμεν ὅτι καί εἰς τάς τρεῖς περιπτώσεις, ὁ ἴδιος ἄνθρωπος, παράγει ἔργον $A = 100 \text{ Kgr}^* 10 \text{ m} = 1000 \text{ Kgr}^* \text{ m}$. Λόγω ὅμως τοῦ διαφορετικοῦ χρόνου, κατὰ τόν ὁποῖον παρήχθη τό ἀνωτέρω ἔργον, καθίσταται ἀναγκαῖος ὁ καθορισμός ἑνός φυσικοῦ μεγέθους, τό ὁποῖον νά προσδιορίζῃ τόν ρυθμόν παραγωγῆς τοῦ ἔργου. Τό μέγεθος τοῦτο ὀνομάζεται ἰσχύς καί ὀρίζεται οὕτω:

Ίσχύς N ὀνομάζεται ἕν φυσικόν μέγεθος τό ὁποῖον ἔχει μέτρον ἴσον πρός τό πηλίκον τοῦ ἔργου A τό ὁποῖον

παράγεται εντός χρόνου t , διά του χρόνου τούτου, δηλαδή:

$$N = \frac{A}{t} \quad (1)$$

Είναι φανερόν ότι, δύο μηχαναί, αί όποιαί παράγουν εις τόν αυτόν χρόνον διάφορον έργον, θά έργάζωνται καί υπό διαφορετικάς ίσχεις. Είς τάς μηχανάς, ή ίσχύς άποτελεϊ σημαντικόν χαρακτηριστικόν καθόσον μάς έπιτρέπει νά γνωρίζωμεν τό έργον τό όποϊον παράγει έν τός καθωρισμένου χρόνου, δηλαδή μηχανή έργαζομένη εις δοθέντα χρόνον t παράγει τόσον μεγαλύτερον ποσόν έργου όσον μεγαλυτέρα ή ίσχύς αύτης. . .

Έάν μία μηχανή δέν παράγη ίσα ποσά έργου εις ίσους χρόνους, τότε όμιλουμεν περί μέσης ίσχύος \bar{N} .

Η ίσχύς είναι μονόμετρον μέγεθος.

Μονάδες ίσχύος:

1) Σύστημα C.G.S. Έάν εις τόν τύπον (1) θέσωμεν:

$A = 1 \text{ erg}$ καί $t = 1 \text{ sec}$ λαμβάνομεν ώς μονάδα ίσχύος

$$\frac{1 \text{ erg}}{\text{sec}}$$

2) Σύστημα M.K.S. Όμοίως έάν $A = \text{joule}$ καί $t = 1 \text{ sec}$

λαμβάνομεν: $\frac{1 \text{ joule}}{\text{sec}}$ τό όποϊον καλεϊται Watt (Βάτ).

Πολλαπλάσιον τής μονάδος $1W$ είναι τό $1Kw$ (κιλοβάτ)

$$1Kw = 1000 W.$$

3) Σύστημα T.S. Έάν $A = 1 \text{ Kgr}^* \text{ m}$ καί $t = 1 \text{ sec}$ λαμβάνομεν:

$$1 \frac{\text{Kgr}^* \text{ m}}{\text{sec}}$$

Άλλαι μονάδες ίσχύος. Προκειμένου περί τής ίσχύος μηχανών χρησιμοποιούνται κυρίως αί μονάδες:

α) 1 Ίππος (άτμoίππος) (CV) είναι δέ:

$$1CV = 75 \frac{\text{Kgr}^* \text{ m}}{\text{sec}} = 736 W.$$

β) 1 Βρεταννικός Ίππος (HP) χρησιμοποιούμενος κυρίως εις τας 'Αγγλοσαξωνικάς χώρας:

$$1 \text{ HP} = 76 \frac{\text{Kgr}^* \text{ m}}{\text{sec}} = 746 \text{ w}$$

"Άλλαι μονάδες έργου: Προκειμένου νά υπολογίσωμεν τό έργον μιᾶς μηχανῆς εις τήν πράξιν, εἶναι σκόπιμος ἡ χρῆσις νέων μονάδων έργου, εις τὰς ὁποίας ἀποφεύγεται ἡ μετατροπή τῶν ὥρων εις δευτερόλεπτα. Συνεπῶς, ἐάν εις τήν ἐξίσωσιν $A = Nt$ θέσωμεν $N = 1W$ καί $t = 1h$ θά λάβωμεν $A = 1Wh$ (βατώριον), δηλαδή 1 Wh εἶναι τό έργον τό παραγόμενον ὑπό μηχανῆς ἰσχύος 1W ὅταν λειτουργήσῃ ἐπί 1h καί ἰσοῦται:

$$1Wh = 3600W \cdot \text{sec} = 3600 \text{ joule}.$$

Πολλαπλασία μονάς εἶναι τό Kwh (κιλοβατώριον) τό ὁποῖον ἰσοῦται:

$$1KWh = 1000W \cdot 3600 \text{ sec} = 36 \cdot 10^5 W \cdot \text{sec} = 36 \cdot 10^5 \cdot \text{joule}.$$

Παραδείγματα:

1) Διά νά ἀνυψώσῃ ἕνας μικρός γερανός σῶμα βάρους $B = 200\text{Kgr}^*$ εις ὕψος $h = 10\text{m}$ ἀπαιτεῖται χρόνος $t = 5\text{sec}$. Ποία ἡ ἰσχύς τοῦ γερανοῦ α) εις HP β) εις KW.

Λύσις: Ἐκ τοῦ ὀρισμοῦ τῆς ἰσχύος ἔχομεν: $N = \frac{A}{t}$ (2)

Ἄλλά τό έργον A τό ὁποῖον θά παραγάγῃ ὁ γερανός δίδεται ἐκ τοῦ τύπου: $A = B \cdot h$ (3). Ἀντικαθιστῶντες τήν (3) εις τήν (2) ἔχομεν:

$$N = \frac{B \cdot h}{t} \quad \text{τελικός τύπος.}$$

Ἀντικατάστασις εις Τ.Σ.

$$B = 200\text{Kgr}^* \quad N = \frac{200\text{Kgr}^* \cdot 10\text{m}}{5 \text{ sec}} = 400 \frac{\text{Kgr}^* \text{ m}}{\text{sec}}$$
$$h = 10 \text{ m}$$

$$t = 5 \text{ sec}$$

$$N = 400 \frac{\text{Kgr} \cdot \text{m}}{\text{sec}}$$

$$\text{Γνωρίζομεν ὅτι: } 1 \text{ HP} = 76 \frac{\text{Kgr} \cdot \text{m}}{\text{sec}}$$

$$\text{"Αρα: } N = 5,26 \text{ HP}$$

$$\text{ἢ ἀκόμη: } 1 \text{ HP} = 0,746 \text{ Kw}$$

$$\text{"Αρα: } N = 3,92 \text{ Kw}$$

2) Κινητὴ ἰσχύς $N = 5 \text{ Kw}$ ἐργάζεται ὑπὸ τὴν ἰσχύν ταύτην συνεχῶς ἐπὶ $t = 2 \text{ h}$. Νά ὑπολογισθῇ τὸ ἔργον τὸ ὅποιον παράγει:

α) εἰς erg β) εἰς $\text{Kgr} \cdot \text{m}$.

Λύσις: Ἐν τοῦ τύπου: $N = \frac{A}{t}$ λαμβάνομεν

$$A = Nt \quad \text{τελικὸς τύπος}$$

Ἀντικατάστασις:

α) Σύστημα C.G.S.

$$N = 5 \text{ Kw} = 5000 \frac{\text{joule}}{\text{sec}} = \frac{5 \cdot 10^{10} \text{ erg}}{\text{sec}}$$

$$N = 5 \cdot 10^{10} \frac{\text{erg}}{\text{sec}}$$

$$t = 2 \text{ h} = 2 \cdot 3600 \text{ sec} = 72 \cdot 10^2 \text{ sec}$$

$$t = 72 \cdot 10^2 \text{ sec}$$

$$A = 5 \cdot 10^{10} \frac{\text{erg}}{\text{sec}} \cdot 72 \cdot 10^2 \text{ sec} = 36 \cdot 10^{13} \text{ erg.}$$

$$A = 36 \cdot 10^{13} \text{ erg.}$$

β) Τ.Σ. Γνωρίζομεν ὅτι $76 \frac{\text{Kgr} \cdot \text{m}}{\text{sec}} = 0,746 \text{ Kw}$

$$\text{"Αρα: } N = 5 \text{ Kw} = 509,3 \frac{\text{Kgr} \cdot \text{m}}{\text{sec}}$$

$$t = 72 \cdot 10^2 \text{ sec}$$

$$N = 509,3 \frac{\text{Kgr} \cdot \text{m}}{\text{sec}}$$

$$t = 72 \cdot 10^2 \text{ sec}$$

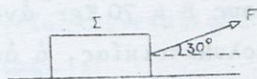
$$A = 509,3 \frac{\text{Kgr} \cdot \text{m}}{\text{sec}} \cdot 72 \cdot 10^2 \text{ sec} = 36,7 \cdot 10^5 \text{ Kgr} \cdot \text{m}$$

$$A = 36,7 \cdot 10^5 \text{ Kgr} \cdot \text{m}$$

A Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

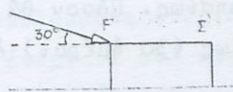
- 1.- Έφαρμόζοντες σταθεράν δύναμιν $F = 10 \text{Kgr}^*$ μετακινούμεν (άνευ τριβής) επί οριζοντίου επίπεδου κατά διεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὸ ἐπίπεδον, σῶμα μάζης $m = 5 \text{Kgr}$ καί εἰς ἀπόστασιν $s = 5 \text{m}$. Ζητεῖται τὸ παραγόμενον ἔργον α) εἰς erg β) εἰς joule γ) εἰς $\text{Kgr}^* \text{m}$.
- 2.- Νά εὑρεθῇ τὸ διάστημα τὸ ὁποῖον θά διανύσῃ (άνευ τριβής) σῶμα, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δυνάμεως $F = 500 \text{dyn}$ καί κατά τὴν διεύθυνσίν της, ὅταν τοῦτο παραγάγῃ ἔργον ἴσον πρὸς $A = 10 \text{Kgr}^* \text{m}$.
- 3.- Νά εὑρεθῇ ἡ δύναμις F , ἡ ὁποία ἐπιδρῶσα ἐπὶ σώματος, παράγει ἔργον $A = 10 \text{Kgr}^* \text{m}$, μεταθέτουσα τοῦτο κατά τὴν διεύθυνσίν της εἰς ἀπόστασιν $s = 50 \text{cm}$.
- 4.- Δύναμις $F = 10 \text{Kgr}^*$ ἐπιδρῶσα ἐπὶ σώματος ἐπὶ χρόνον $t = 5 \text{sec}$, προσδίδει εἰς τοῦτο κίνησιν ὀμαλῶς ἐπιταχυνομένην μὲ ἐπιτάχυνσιν $\gamma = 2 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$. Ἐάν ἡ δύναμις F μετακινεῖ τὸ σῶμα κατά τὴν διεύθυνσίν της, νά εὑρεθῇ τὸ ἔργον τὸ ὁποῖον παράγει τὸ σῶμα α) εἰς erg β) εἰς $\text{Kgr}^* \text{m}$.
- 5.- Ἐπὶ σώματος μάζης $m = 200 \text{Kgr}$ ἐπιδρᾷ δύναμις σταθερά, τοῦτο δὲ μετὰ παρέλευσιν χρόνου $t = 2 \text{min}$ ἀποκτᾷ ταχύτητα $v = 60 \text{Km/h}$ κινούμενον κατά τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως. Νά εὑρεθῇ α) τὸ μέτρον τῆς δυνάμεως F β) τὸ διανυόμενον διάστημα s γ) τὸ ἔργον A τὸ ὁποῖον παράγεται ὑπὸ τοῦ σώματος, ἐντὸς τοῦ χρόνου τούτου.
- 6.- Δύναμις $F = 10 \text{Kgr}^*$ ἐξασκουμένη ἐπὶ σώματος Σ ,

(ώς δεικνύει τό σχήμα) μετακινεί τοῦτο κατά διάστημα $s = 500 \text{ cm}$. Νά εὑρεθῆ τό ἔργον τέ ὁποῖον παράγεται ὑπό τοῦ σώματος.



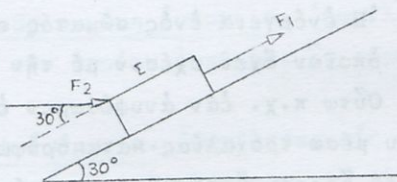
ΣΧΗΜΑ

- 7.- Τό αὐτό πρόβλημα νά λυθῆ ὅταν ἡ δύναμις F ἐνεργῆ ὡς εἰς τό σχήμα.



ΣΧΗΜΑ

- 8.- Δύο δυνάμεις $F_1 = 5 \text{ Kgr}^*$ καί $F_2 = 10 \text{ Kgr}^*$ ἐξασκοῦνται ἐπί τοῦ σώματος Σ (ὡς εἰς τό σχήμα). Νά ὑπολογισθῆ τό συνολικῶς παραγόμενον ἔργον ὅταν τό σῶμα μετακινήθῃ κατά διάστημα $s = 50 \text{ cm}$.



ΣΧΗΜΑ

- 9.- Διά νά ἀνυψῶσθ ἕνας μικρός γερανός σῶμα βάρους $B = 600 \text{ Kgr}$ εἰς ὕψος $h = 15 \text{ m}$ ἀπαιτεῖται χρόνος, $t = 10 \text{ sec}$. Ποία ἡ ἰσχύς τοῦ γερανοῦ α) εἰς HP β) εἰς Kw .
- 10.- Κινητήρ ἰσχύος $N = 10 \text{ Kw}$ ἐργάζεται ὑπό τήν ἰσχύν ταύτην συνεχῶς ἐπί χρόνον $t = 1 \text{ h}$. Νά ὑπολογισθῆ τό παραγόμενον ἔργον α) εἰς erg . β) εἰς $\text{Kgr}^* \text{ m}$.

- 11.- Μηχανή ισχύος $N = 10\text{HP}$ εργάζεται συνεχώς επί $t = 3\text{ h}$. Πόσον έργο παράγει α) είς erg β) είς joule γ) είς $\text{Kgr}^* \text{m}$.
- 12.- Άνθρωπος βάρους $B = 70\text{Kgr}^*$ άνέρχεται τόν 5ον όροφον μιās πολυκατοικίας, ό όποιος εύρίσκεται είς ύψος $h = 20\text{ m}$ είς χρόνον $t = 5\text{min}$. N^* είς HP ή ή ισχύς τού άνθρώπου α) είς HP , β) είς KW
- 13.- Άλεκτρικός κινητήρ ισχύος $N = 100\text{HP}$ εργάζεται επί δίωρον ήμερησίως. Πόσον θά κοστίζη ή λειτουργία του μηνιαίως (30 ήμέραι) εάν τό 1Kwh κοστίζη $0,90\text{ δρχ}$.
- 14.- Είς πόσον χρόνον άνθρωπος βάρους $B = 70\text{Kgr}^*$ θά διανύση άνωφέρειαν, ή όποία απέχει από τό σημεϊον έκκινήσεως $h = 400\text{ m}$, όταν αποδίδη ισχύν $N = 0,25\text{ HP}$.



11.- Ένέργεια. 'Η ενέργεια ενός σώματος είναι έν φυσικόν μέγεθος τό όποϊον έχει σχέσιν μέ τήν ικανότητα παραγωγής έργου. Ούτω π.χ. εάν άνυψώσωμεν έν του έδάφους διά σχοινίου μέσω τροχαλίας κατακορύφως σωμα είς έν ύψος καί είς τό έτερον άκρον του σχοινίου προσδέσωμεν έτερον σωμα, εύρισκόμενον επί του έδάφους, του όποιου τό βάρος είναι κατά τι έλαφρότερον του πρώτου, αφήσωμεν δέ τό πρώτον σωμα έλεύθερον, παρατηρούμεν ότι τουτο κατέρχεται βραδέως ένω τό έτερον άνυφοϋται βραδέως καί είς τό ύψος του προηγούμενου. 'Εν τών δύο τούτων σωμάτων λέγομεν ότι, τό μέν πρώτον σωμα παρήγαγε έργο τό δέ άνυψωθέν δεϋτερον ένέκλεισε ενέργειαν. 'Επομένως ένέργειαν ενός σώματος ονομάζομεν τό έρ-

γον τό ὁποῖον τό σῶμα τοῦτο δύναται νά παραγάγη. Ἡ ἐνέργεια εἶναι ἕν φυσικόν μέγεθος τό ὁποῖον δέν μετρεῖται ἀπολύτως ἀλλά μετροῦνται μόνον αἱ μεταβολαί αὐτῆς. Ἡ μέτρησις τῆς ἐνεργείας γίνεται εἰς μονάδας ἔργου.

Μορφαί ἐνεργείας.

Ἡ ἐνέργεια τήν ὁποίαν ἔχει ἕν σῶμα, ὀφείλεται εἰς διαφορετικά αἷτια. Ἀναλόγως τοῦ αἰτίου λαμβάνει καί τήν ὀνομασίαν ὡς π.χ. α) μηχανική ἐνέργεια β) θερμική ἐνέργεια, γ) ἀκτινοβολουμένη ἐνέργεια, δ) χημική ἐνέργεια, ε) ἠλεκτρική ἐνέργεια στ) πυρηνική ἐνέργεια κ.λ.

α) Μηχανική ἐνέργεια. Ὄφείλεται εἰς τήν μηχανικήν, κατάστασιν ἑνός σώματος. Διακρίνεται εἰς δυναμικήν καί κινητικήν ἐνέργειαν.

β) Θερμική ἐνέργεια. Ὄφείλεται εἰς τήν θερμότητα τήν ὁποίαν περιέχει τό σῶμα. Ὄταν τό σῶμα δύναται νά παραγάγη ἔργον, ἡ θερμότης του ἔλαττοῦται.

γ) Ἀκτινοβολουμένη ἐνέργεια. Ὄφείλεται εἰς τήν ἀκτινοβολίαν τήν ὁποίαν ἐκπέμπει ἕν σῶμα π.χ. ὁ ἥλιος, τό φῶς κ.ἄ.

δ) Χημική ἐνέργεια. Ὄφείλεται εἰς τήν μεταβολήν τῆς χημικῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων.

ε) Ἡλεκτρική ἐνέργεια. Ὄφείλεται εἰς τήν κίνησιν ἠλεκτρικῶν φορτίων.

στ) Πυρηνική ἐνέργεια. Ὄφείλεται εἰς τήν διάσπασιν τῶν πυρήνων τῶν ἀτόμων.

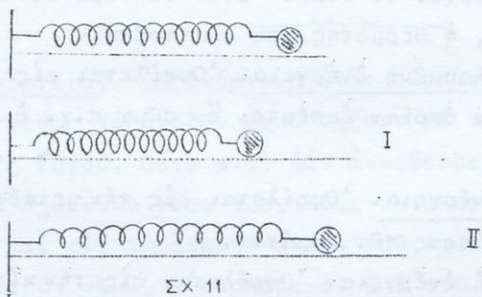
α) Μηχανική ἐνέργεια.

Ι) Δυναμική ἐνέργεια. Θεωροῦμεν ὑδροστρόβιλον ὁ ὁποῖος τίθεται εἰς περιστροφήν, ἔάν ποσότης ὕδατος εὐρισκομένη εἰς ὕψος h προσκρού χ ἐπ' αὐτοῦ. Παρατηροῦ-

μεν ότι ο υδροστρόβιλος κατά την περιστροφή παράγει έργο, το όποιον οφείλεται εις την ενέργειαν του πίπτοντος ύδατος από ύψους h . Η ενέργεια όμως του ύδατος οφείλεται εις την θέσιν του και συγκεκριμένως είναι τόσον μεγαλυτέρα όσον μεγαλύτερον τό ύψος πτώσεως.

Την ενέργειαν ταύτην καλοῦμεν δυναμικήν ενέργειαν.

Δυναμικήν ενέργειαν δέν έχει μόνον έν σώμα λόγω της θέσεως εις την όποιαν εύρίσκεται άλλά δύναται νά έχη και λόγω της καταστάσεώς του. Ούτω τό έλατήριον του σχήματος 11 έχει εις τας θέσεις (I) και (II) δυναμικήν ενέργειαν ή όποία οφείλεται εις την παραμόρφωσίν του.



Η δυναμική ενέργεια οφείλεται εις τας έλκτικιάς δυνάμεις αί όποίαι έχουν αναπτυχθεί και αί όποίαι έκτελοῦν έργον, όταν τό σώμα επανέλθη εις την αρχικήν του κατάστασιν.

Επομένως, δυναμική ενέργεια $E_{δυν}$ ονομάζεται ή ενέργεια την όποιαν έχει έν σώμα λόγω της θέσεως ή της καταστάσεως εις την όποιαν εύρίσκεται.

Διά νά κατανοήσωμεν πλήρως τήν έννοιαν τῆς $E_{δυν}$ θεωροῦμεν σῶμα βάρους B εὐρισκόμενον εἰς ὕψος h ἀπό ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

Διά νά ἀνέλθῃ τό σῶμα εἰς τήν θέσιν ταύτην παράγει ἔργον $B \cdot h$ τό ὁποῖον ἐγκλείει ὑπό μορφήν δυναμικῆς ἐνεργείας.

$$\text{"Αρα: } \boxed{E_{δυν} = B \cdot h} \quad \text{ἢ} \quad \boxed{E_{δυν} = mgh} \quad (1)$$

II) Κινητική ἐνέργεια. Ἐς θεωρήσωμεν βλῆμα μάζης κινούμενον μέ ταχύτητα v . Τοῦτο κατά τήν κίνησίν του συναντᾷ ζύλινον ἐμπόδιον, ἐνσφηνοῦται εἰς αὐτό εἰς ἕν βάθος καί σταματᾷ, μέ ἀποτέλεσμα τήν παραγωγήν ἔργου ἴσου πρός τό ἔργον τό ὁποῖον παρήγαγεν ἡ δύναμις ἡ ὁποία ἐπετάχυνε τό βλῆμα καί τοῦ ἔδωσε ταχύτητα v . Τό ἔργον τοῦτο ὀνομάζεται κινητική ἐνέργεια τοῦ σώματος. Συνεπῶς κινητική ἐνέργεια $E_{κιν}$ ἑνός σώματος καλεῖται ἡ ἐνέργεια τήν ὁποίαν ἔχει ἕν σῶμα λόγω τῆς ταχύτητός του, ἥτοι

$$E_{κιν} = \frac{1}{2} mv^2 \quad (2)$$

Ἀπόδειξις τοῦ τύπου (2). Ἐστω δύναμις F ἡ ὁποία δρά ἐπί σώματος μάζης m ἐπί χρόνον t καί τό μετακινεῖ κατά διάστημα s .

$$\text{Τό ἔργον τῆς δυνάμεως } F \text{ ἴσούται: } A = F \cdot s. \quad (3)$$

Γνωρίζομεν ὅτι:

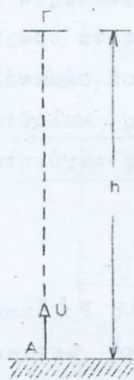
$$\left. \begin{aligned} F &= m \cdot \gamma \\ s &= \frac{1}{2} \gamma t^2 \end{aligned} \right\} \text{ ἀντικαθιστῶντες εἰς τήν (3) ὅπου } F \text{ καί } s \text{ τά ἴσα των, ἔχομεν:}$$

$$A = m \cdot \gamma \cdot \frac{1}{2} \gamma t^2 = \frac{1}{2} m \cdot \gamma^2 t^2 = \frac{1}{2} mv^2 \quad (\text{ἐπειδὴ } v = \gamma t)$$

$$\text{"Αρα: } \boxed{A = \frac{1}{2} mv^2}$$

Τό ἔργον τοῦτο (A) τῆς δυνάμεως (F) καλοῦμεν κινητικήν ἐνέργειαν ($E_{κιν}$).

12.- Θεώρημα τῆς διατηρήσεως τῆς μηχανικῆς ἐνεργείας
 Τό θεώρημα τοῦτο διατυπῶται ὡς ἑξῆς: "Κατά τās μετατροπās τῆς δυναμικῆς ἐνεργείας εἰς κινητικήν καί ἀντιστρόφως, εἰς σύστημα σωμάτων μονωμένον εἰς τό ὅποῖον συμβαίνουν μόνον μηχανικά φαινόμενα, τό ἄθροισμα τῆς δυναμικῆς καί τῆς κινητικῆς ἐνεργείας παραμένει σταθερόν". Μονωμένον καλεῖται σύστημα σωμάτων τό ὅποῖον δέν ἐναλλάσει ἐνέργειαν (ἢ ὕλην) μέ τό περιβάλλον του.



ΕΧ.12

Ἄς θεωρήσωμεν σῶμα μάζης m τό ὅποῖον βάλλεται ἐκ τινος σημείου A, κατακορύφως πρός τά ἄνω μέ ταχύτητα ἔστω v (σχ. 12). Τό σῶμα εἰς τήν θέσιν A ἔχει δυναμικήν ἐνέργειαν μηδέν ($E_{δυν} = 0$), διότι εὑρίσκεται εἰς ὕψος $h = 0$. Ἐφ' ὅσον ὁμως βάλλεται μέ ταχύτητα v ἔχει κινητική ἐνέργειαν ($E_{κιν} = \frac{1}{2} mv^2$). Ἐπομένως εἰς τήν θέσιν A τό σῶμα ἔχει μηχανικήν ἐνέργειαν (M_A) ἡ ὁποία θά δίδεται ὡς ἄθροισμα τῆς δυναμικῆς καί τῆς κινητικῆς ἐνεργείας του ἴτοι:

$$M_A = 0 + \frac{1}{2} mv^2 \quad (1)$$

Ὅταν τό σῶμα φθάσῃ εἰς ἓν σημεῖον Γ (ἀνώτατον σημεῖον τῆς τροχιᾶς) ἡ ταχύτης του μηδενίζεται ($v_Γ = 0$) ἐπομένως καί ἡ κινητική του ἐνέργεια μηδενίζεται ($E_{κιν} = 0$). Ἄλλ' ἐφόσον τοῦτο εὑρίσκεται εἰς ὕψος h , ἔχει δυναμικήν ἐνέργειαν ($E_{δυν} = mgh$) Ἐπομένως εἰς τό ση-

μείον Γ, ή μηχανική ενέργεια (M_{Γ}) του σώματος θά εί-
ναι:

$$M_{\Gamma} = mgh + 0 \quad (2)$$

Θά αποδείξωμεν ότι ή μηχανική ενέργεια του σώ-
ματος είς τήν θέσιν Α, ίσοῦται μέ τήν μηχανικήν ἐνέρ-
γειαν είς τήν θέσιν Γ. Δηλαδή $M_A = M_{\Gamma}$.

Ἀπόδειξις: Ἡ ἐξίσωσις (1) γράφεται, ἐάν ἀντί
του v^2 τεθῆ τό ἴσον του: $v^2 = 2gh$.

$$M_A = 0 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot 2gh = mgh = M_{\Gamma}$$

Ἄρα: $M_A = M_{\Gamma}$

Ἐκ ταύτης παρατηροῦμεν ὅτι τό ἄθροισμα τῆς δυ-
ναμικῆς καί κινητικῆς ἐνεργείας παραμένει σταθερόν. Τό
θεώρημα ἰσχύει καί δι' οἰανδήποτε ἐνδιάμεσον θέσιν του
σώματος μεταξύ Α καί Γ.

Παραδείγματα: 1) Νά ὑπολογισθῆ είς erg, joule καί Kgr* m
ή κινητική ἐνέργεια τήν ὁποίαν ἀποκτᾷ σῶμα βάρους $B =$
 $= 5Kgr$ πίπτον ἀπό ὕψους $h = 10$ m (σχ. 13).

Λύσις: Σύμφωνα μέ τό θεώρημα διατηρήσεως τῆς μηχανι-
κῆς ἐνεργείας ἔχομεν: $(E_{δυν} + E_{κιν})_{\Gamma} = (E_{δυν} + E_{κιν})_A$. (3)

Ἐπειδή $E_{κιν, \Gamma} = 0$ καί $E_{δυν, A} = 0$ ή (3) γρά-
φεται $E_{δυν, \Gamma} = E_{κιν, A}$ ἀλλά $E_{δυν, \Gamma} = mgh$ ἄρα:

$$E_{κιν, A} = mgh \quad \text{ἢ} \quad E_{κιν, A} = Bh \quad \text{τελικός τύπος}$$

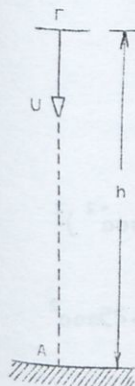
Ἀντικατάστασις: α) Σύστημα Τ.Σ.

$$B = 5Kgr^* \quad \left. \begin{array}{l} \\ h = 10 \text{ m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} E_{κιν, A} = 5Kgr^* \cdot 10 \text{ m} = 50 Kgr^* \text{ m} \\ E_{κιν, A} = 50 Kgr^* \text{ m} \end{array}$$

β) Σύστημα C.G.S.

$$B = 5Kgr^* = 5 \cdot 10^3 \cdot 981 \text{ dyn} \quad \left. \begin{array}{l} \\ h = 10 \text{ m} = 10^3 \text{ cm} \end{array} \right\} \begin{array}{l} E_{κιν, A} = 5 \cdot 981 \cdot 10^3 \text{ dyn} \cdot \\ \cdot 10^3 \text{ cm} = 4905 \cdot 10^6 \text{ erg} \end{array}$$

$$E_{κιν, A} = 4905 \cdot 10^6 \text{ erg}$$



Σχ. 13

γ) Σύστημα Μ.Κ.Σ. 'Επειδή $1 \text{ joule} = 10^7 \text{ erg}$

"Εχομεν: $E_{κιν, A} = 490,5 \text{ joule}$

2) Νά υπολογισθῆ ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τὴν ὁποίαν ἀποκτᾷ σῶμα μάζης $m = 2 \text{ Kgr}$ μετὰ $t = 5 \text{ sec}$ ἀπὸ τῆς στιγμῆς κατὰ τὴν ὁποίαν τοῦτο ἀφέθη ἐλεύθερον ($g = 9,81 \text{ m sec}^{-2}$). (Νά λυθῆ καὶ εἰς τὰ τρία συστήματα).

Λύσις: 'Εκ τοῦ τύπου $E_{κιν} = \frac{1}{2} m v^2$, ἐάν θέσωμεν ὅπου $v = gt$

"Εχομεν: $E_{κιν} = \frac{1}{2} m g^2 t^2$ τελικός τύπος

'Αντικατάστασις: α) Σύστημα C.G.S.

$m = 2 \text{ Kgr} = 2000 \text{ gr}$
 $g = 981 \text{ cm sec}^{-2}$
 $t = 5 \text{ sec}$

$E_{κιν} = \frac{1}{2} \cdot 2000 \text{ gr} \cdot (981 \text{ cm sec}^{-2})^2 \cdot (5 \text{ sec})^2$
ἢ $E_{κιν} = \frac{1}{2} \cdot 2000 \text{ gr} \cdot 981^2 \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-4} \cdot 25 \text{ sec}^2$

καὶ $E_{κιν} = 21,56 \cdot 10^9 \text{ erg}$.

β) Σύστημα Μ.Κ.Σ. 'Επειδή $1 \text{ joule} = 10^7 \text{ erg}$

"Εχομεν: $E_{κιν} = 21,56 \cdot 10^2 \text{ joule}$

γ) Σύστημα Τ.Σ. Γνωρίζω ὅτι:

$$1 \text{ T.M} = 9,81 \text{ Kgr}$$

'Επομένως εἰς τὸν τελικὸν τύπον ἀντικαθιστῶ τὴν μάζαν εἰς Τ.Μ. μάζης.

$$\text{ἦτοι: } m = \frac{2}{9,81} \cdot \text{T.M.} = \frac{2}{9,81} \cdot \text{Kgr}^* \text{ m}^{-1} \text{ sec}^2.$$

$$g = 9,81 \text{ m sec}^{-2}$$

$$t = 5 \text{ sec}$$

καὶ ἔχω: $E_{κιν} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{9,81} \cdot \text{Kgr}^* \text{ m}^{-1} \cdot \text{sec}^2 \cdot (9,81 \text{ m sec}^{-2})^2 \cdot (5 \text{ sec})^2$

ἢ $E_{κιν} = \frac{1}{9,81} \text{ Kgr}^* \text{ m}^{-1} \text{ sec}^2 \cdot 9,81^2 \text{ m}^2 \cdot \text{sec}^{-4} \cdot 25 \text{ sec}^2$

ἢ $E_{κιν} = 245,25 \text{ Kgr}^* \text{ m}$.

3) Νά υπολογισθῆ ἡ ταχύτης πην οποίαν ἀποκτᾶ σῶμα βάρους $B = 5\text{kg}$ * πίπτον ἀπό ὕφους $h = 10\text{ m}$ (Νά λυθῆ διὰ χρησιμοποίησης τοῦ θεωρήματος διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας).
Λύσις: Σύμφωνα μέ τό θεώρημα διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας ἔχομεν:

$$(E_{δυν} + E_{κιν})_{\text{εἰς ὕψους } h} = (E_{δυν} + E_{κιν})_{\text{εἰς ὕψους μηδέν}}$$

$$\eta mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2} mv^2$$

καί $v = \sqrt{2gh}$ τελικός τύπος

* Αντικατάστασις. Σύστημα Τ.Σ.

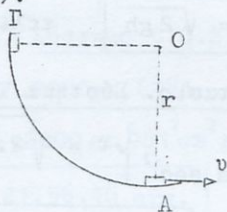
$$\left. \begin{array}{l} h = 10\text{ m} \\ g = 9,81\text{ m sec}^{-2} \end{array} \right\} v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \cdot 10\text{ m}}$$

καί :

$$v = 14 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

- 1.- Δύναμις $F = 30 \text{ dyn}$ ενεργεί επί σώματος μάζης $m = 50 \text{ gr}$ επί χρόνον $t = 5 \text{ sec}$. Νά υπολογισθῆ ἡ κινητική ἐνέργεια τοῦ σώματος.
- 2.- Σῶμα μάζης $m = 20 \text{ gr}$ ὀλισθαίνει ἄνευ τριβῆς ἐπὶ τοῦ τεταρτοκυκλίου τοῦ σχήματος. Ποία ἡ ταχύτης του εἰς τό κατώτερον σημεῖον Α. (Ἐκτὶς τεταρτοκυκλίου $r = 10 \text{ cm}$).



- 3.- Νά εὑρεθῆ ἡ κινητική ἐνέργεια τὴν ὁποῖαν ἀποκτᾷ ἀνά cm σῶμα μάζης $m = 10 \text{ gr}$ κινούμενον μέ σταθεράν ἐπιτάχυνσιν $\gamma = 2 \text{ m sec}^{-2}$.
- 4.- Νά εὑρεθῆ τό μέγιστον ὕφος εἰς τό ὁποῖον θά ἀνέλθῃ κατακορύφως σῶμα μάζης $m = 200 \text{ gr}$, ὅταν βάλῃται μέ κινητικὴν ἐνέργειαν $E_{\text{κιν}} = 2000 \text{ joule}$.
- 5.- Σῶμα μάζης $m = 2 \text{ Kgr}$ βάλλεται ἀπὸ ὕφους h μέ ἀρχικὴν ταχύτητα $v_0 = 5 \text{ m/sec}$ κατακορύφως πρὸς τὰ κάτω. Εἰς ἀπόστασιν $h_1 = 2 \text{ m}$ ἀπὸ τοῦ ἐδάφους τοῦτο ἔχει κινητικὴν ἐνέργειαν $E_{\text{κιν}} = 100 \text{ Kgr}^* \text{ m}$. Ἐκ ποίου ὕφους ἐβλήθη.
- 6.- Εἰς ποῖον ὕφος ἀπὸ τοῦ ἐδάφους ἡ ταχύτης σώματος θά ἔχη ἐλαττωθῆ εἰς τό ἥμισυ τῆς ἀρχικῆς τιμῆς ὅταν τό σῶμα βάλῃται κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω μέ ἀρχικὴν ταχύτητα $v_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

- 7.- Νά εύρεθῆ τό ὕφος h εἰς τό ὅποιον σῶμα μάζης $m = 200 \text{ gr}$ τό ὅποιον βάλλεται μέ ἀρχικήν ταχύτητα $v_0 = 10 \text{ m/sec}$, κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω, ἔχει ταχύτητα ἰσην πρὸς τὰ $0,2$ τῆς ἀρχικῆς.
- 8.- Σφαῖρα μάζης $m = 200 \text{ gr}$ πίπτει ἐλευθέρως ἀπὸ ὕφους $h = 5 \text{ m}$. Ἡ σφαῖρα προσπίπτει ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἀνακλᾶται, ὅποτε τό $1/5$ τῆς ἐνεργείας της μετατρέπεται εἰς θερμότητα. Νά εύρεθῆ τό ὕφος h_1 εἰς τό ὅποιον ἡ σφαῖρα θά ἀνέλθῃ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν.

13.- Ἀρχὴ τῆς ἰσοδυναμίας μάζης καί ἐνεργείας

Κατὰ τὴν θεωρίαν τῆς σχετικότητος, εἰς πᾶσαν ἐνέργειαν E ἀντιστοιχεῖ καί ὠρισμένη μάζα m καί ἀντίστροφως, πᾶσα μάζα εἶναι ἰσοδύναμος πρὸς ἓν ποσόν ἐνεργείας. Ἐπομένως αἱ ἐννοιαὶ, τῆς μάζης καί τῆς ἐνεργείας, εἶναι ταυτόσημοι, διαφέρουν δέ μόνον κατὰ ἓνα συντελεστήν ἀναλογίας, τό τετράγωνον τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός c^2 ($c = 3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$) ἥτοι:

$$E = m \cdot c^2$$

Ἡ ἐξίσωσις αὕτη, ἀποτελεῖ τὴν ἀρχὴν τῆς ἰσοδυναμίας μάζης καί ἐνεργείας π.χ. ἡρεμοῦσα μάζα $m = 1 \text{ gr}$, οἷουδῆποτε σώματος, ἰσοδυναμεῖ μέ ἐνέργειαν:

$$E = 1 \text{ gr} \left(3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}} \right)^2 = 9 \cdot 10^{20} \text{ erg} = 9 \cdot 10^{13} \text{ joule.}$$

Ἐφαρμογὴν τῆς ἐξισώσεως ταύτης ἔχομεν εἰς τὴν ἐκμετάλλευσιν τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας, ἀποδεδειγμένως τὴν ἐνέργειαν τὴν ὁποῖαν ἐγκλείει, ὠρισμένη μάζα τοῦ πυρῆνος ἐνός στοιχείου.

14.- Μεταβολή τῆς μάζης μετά τῆς ταχύτητος

Εἰς ὅλα τὰ μέχρι τοῦδε ἐξετασθέντα προβλήματα, ἐθεωρήσαμεν ὅτι, ἡ μάζα ἑνὸς σώματος εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὴν κινητικὴν αὐτοῦ κατάστασιν, δηλαδή ἡ μάζα ζα παραμένει σταθερά. Ὅπως ὅμως ἐδείχθη ὑπὸ τοῦ Einstein εἰς τὴν θεωρίαν τῆς σχετικότητος, ἡ μάζα ἐξαρτᾶται ἐν τῆς κινητικῆς καταστάσεως τοῦ σώματος καὶ συγκεκριμένως, αὐξάνεται ἀξανομένης τῆς ταχύτητος. Ἐάν καλέσωμεν m_0 τὴν μάζαν τὴν ὁποίαν ἔχει ἓν σῶμα εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ἠρεμίας (μάζα ἠρεμίας) καὶ m τὴν μάζαν αὐτοῦ ὅταν κινῆται μέ ταχύτητα v , μεταξὺ τῶν μεγεθῶν αὐτῶν ὑφίσταται ἡ σχέσις:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (1) \quad (c = \text{ταχύτης φωτός})$$

Ἐάν εἰς τόν τύπον (1) θέσωμεν $v = c$ θά λάβωμεν $m = \infty$ (διότι ὁ παρονομαστής τοῦ κλάσματος μηδενίζεται).

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, ἐφ' ὅσον ἡ ταχύτης ἑνὸς σώματος αὐξάνεται καὶ ἡ μάζα του αὐξάνεται ἀρα ἀπαιτεῖται μεγαλυτέρα δύναμις διὰ τὴν μετάδοσιν εἰς αὐτό ἐπιταχύνσεως. Ἦτοι κατὰ τόν θεμελιώδη νόμον τῆς μηχανικῆς ($F = m \cdot \gamma$), διὰ νά αὐξήσωμεν τὴν ταχύτητα σώματος, τό ὅποσον κινεῖται μέ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός θά πρέπει νά ἐξασκηθῇ ἐπ' αὐτοῦ δύναμις ἴση μέ ἄπειρον. Ἐπομένως καταλήγομεν εἰς τό συμπέρασμα ὅτι εἶναι ἀδύνατον νά κινήθῃ ἓν σῶμα μέ ταχύτητα μεγαλυτέραν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.

Εἰς τὰ συνήθη προβλήματα, ἡ ἐξίσωσις (1) οὐδὲως λαμβάνεται ὑπ' ὄφιν, διότι ἡ αὐξήσις τῆς μάζης εἶ-

ναι πολύ μικρά μή δυναμένη νά προσδιορισθῆ πειραματικῶς. Λαμβάνεται ὅμως ὑπ ὄφιν εἰς τὰς πολύ μεγάλας ταχύτητας, δηλαδή εἰς ἐκείνας αἱ ὁποῖαι πλησιάζουν εἰς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Τοιαύτας ταχύτητας ἐπιτυγχάνομεν διὰ συσκευῶν αἱ ὁποῖαι καλοῦνται "ἐπιταχυνταί", καί αἱ ὁποῖαι εὐρίσκουν ἐφαρμογὰς εἰς τὴν Πυρηνικὴν Φυσικὴν.

ΜΕΡΟΣ Β'

ΘΕΡΜΟΤΗΣ

1.- Θερμότης καί θερμοκρασία

Θερμοκρασία: 'Εάν φέρωμεν εἰς ἐπαφήν διάφορα σώματα μέ τήν χεῖρα μας, δοκιμάζομεν τό αἶσθημα τοῦ θερμοῦ ἢ τοῦ ψυχροῦ. Οὕτω δυνάμεθα νά εἴπωμεν ὅτι ὁ πάγος εἶναι ψυχρός, τό ζέον ὕδωρ θερμόν. Εἴτε πάλιν ἓν σῶμα τό ὁποῖον ἐγγίζομεν, φαίνεται ὅτι εἶναι ἐξ ἴσου θερμόν μέ τήν χεῖραν μας. Εἶναι φανερόν, ὅτι πᾶσαι αἱ ἀνωτέρω διαπιστώσεις συνδέονται στενότατα πρός τήν θερμικήν κατὰστασιν τοῦ σώματος, ἡ ὁποία χαρακτηρίζεται ἀπό ἓνα μέγεθος τό ὁποῖον καλοῦμεν θερμοκρασία τοῦ σώματος. 'Επομένως, ἡ θερμοκρασία ἑνός σώματος ἀποτελεῖ ἓν φυσικόν μέγεθος, βάσει τοῦ ὁποίου δυνάμεθα νά χαρακτηρίζωμεν ποσοτικῶς κατά πόσον ἓν σῶμα εἶναι θερμότερον ἢ ψυχρότερον ἄλλου.

Θερμότης: Αὕτη εἶναι μία μορφή ἐνεργείας, ἣτις ἔχει σχέσιν μέ τήν δυναμικήν καί τήν κινητικήν ἐνέργειαν τῶν ἀτόμων ἢ μορίων ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἡ ὕλη. 'Εάν π.χ. θέσωμεν εἰς θερμικήν ἐπικοινωνίαν ἓν σῶμα πρός ἕτερον ὑψηλοτέρας ἢ χαμηλοτέρας θερμοκρασίας, τότε τήν ἐνέργειαν τήν ὁποίαν δύναται νά παραλάβῃ ἢ νά προσδώσῃ καλοῦμεν θερμότητα.

2.- Θερμόμετρα:

Εἶναι ὄργανα, τῇ βοήθειᾳ τῶν ὁποίων δυνάμεθα νά μετρήσωμεν τήν θερμοκρασίαν τῶν σωμάτων. 'Η λειτουργία

τῶν θερμομέτρων στηρίζεται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι πολλαὶ φυσικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων μεταβάλλονται, ὅταν μεταβάλλεται ἡ θερμοκρασία των π.χ. τὸ μήκος μιᾶς σιδηρᾶς ράβδου, ὁ ὄγκος ἑνὸς ὑγροῦ, ἡ πίεσις ἑνὸς ἀερίου, ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις ἑνὸς ἀγωγοῦ, μεταβάλλονται ὅταν μεταβάλλεται ἡ θερμοκρασία των.

Βάσει τῶν ἀνωτέρω ιδιοτήτων ἐπετεύχθη ἡ κατασκευὴ πολλῶν τύπων θερμομέτρων, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μᾶλλον χρησιμοποιούμενον εἶναι τὸ ὑδραργυρικόν θερμοόμετρον. Ἡ λειτουργία τοῦτου στηρίζεται εἰς τὴν αὔξησιν τοῦ ὄγκου (διαστολὴν) τὴν ὁποίαν ὑφίσταται ὠρισμένη μᾶζα ὑδραργύρου ὅταν αὕτη θερμαίνεται. Ἐπίσης δυνάμεθα ν' ἀναφέρωμεν τὸ ἠλεκτρικόν θερμοόμετρον ἀντιστάσεως, τοῦ ὁποίου ἡ ἀρχὴ λειτουργίας στηρίζεται εἰς τὴν αὔξησιν τῆς ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

Θερμομετρικαὶ κλίμακες: Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὴν θερμοκρασίαν ἑνὸς σώματος διὰ θερμομέτρου, πρέπει ἀπαραιτήτως τοῦτο νὰ φέρῃ βαθμολογημένην κλίμακα.

Διὰ τὴν βαθμολογίαν, ἐκλεγόμεν αὐθαίρετως δύο σταθερὰς θερμοκρασίας. 1) Τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τηκόμενου πάγου καὶ 2) τὴν θερμοκρασίαν ζέσεως τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος. Καὶ τὰς δύο σταθερὰς λαμβάνομεν ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (760 Torr). Οὕτω, λαμβάνομεν διαφόρους θερμομετρικὰς κλίμακας, ἐκ τῶν ὁποίων συνηθέστεραι εἶναι: α) Ἡ κλίμαξ τοῦ Κελσίου ἢ ἑκατονταβάθμιος (0°C ἕως 100°C) β) Ἡ κλίμαξ τοῦ Fahrenheit (32°F ἕως 212°F). γ) Ἡ κλίμαξ Reaumur (0°C ἀντιστοιχοῦν μέ 0°R καὶ 100°C μέ 80°R καὶ δ) Ἡ κλίμαξ Kelvin (0°C ἀν-

τιστοιχοῦν μέ 273°K).

Ἡ ἀναγωγή τῶν μετρήσεων εἰς τὰς θερμομετρικὰς κλίμακας γίνεται δι' ἐφαρμογῆς τοῦ τύπου:

$$\frac{C}{100} = \frac{R}{80} = \frac{F-32}{180}$$

3.- ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ

Ἡ θερμοδομετρία ἐξετάζει τὴν μέτρησιν ποσοτήτων θερμότητος ὡς π.χ. τὸ ποσόν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ νὰ τακῆ ὀρισμένη ποσότης πάγου, ἢ τὸ ποσόν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἐκλύεται κατὰ τὴν καύσιν σώματος. Πολλὰς φορές ἓν σῶμα δύναται ν' ἀπορροφήσῃ θερμότητα, χωρὶς νὰ θερμανθῆ. Τότε ἡ ἐξαφανιζομένη θερμότης μεταπίπτει εἰς ἄλλην μορφήν ἐνεργείας. Γενικῶς, διὰ νὰ θερμάνωμεν σῶμα δοθείσης μᾶζης ἀπὸ μιᾶς θερμοκρασίας εἰς ἑτέραν, ἀπαιτεῖται πάντοτε ὀρισμένη ποσότης θερμότητος. Ἐάν ἡ μᾶζα τοῦ σώματος εἶναι διπλασία, τριπλασία ἢ πολλαπλασία τότε ἀπαιτεῖται καὶ διπλασία, τριπλασία ἢ πολλαπλασία ποσότης θερμότητος.

Μονάδες ποσότητος θερμότητος. Ἡ μονὰς μετρήσεως θερμότητος καλεῖται θερμὶς (calorie) (cal) καὶ ὀρίζεται ὡς ἡ θερμότης ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται διὰ νὰ ἀνυψώσῃ τὴν θερμοκρασίαν 1 gr ὕδατος (ἀπεσταγμένου) κατὰ 1°C (ἀπὸ 14,5°C ἕως 15,5°C). Εἰς τὰς πρακτικὰς ἐφαρμογὰς χρησιμοποιεῖται ἡ χιλιοθερμὶς (Kilocalorie) (Kcal) καὶ εἶναι: 1 Kcal = 1000 cal.

4.- θεμελιώδης ἐξίσωσις τῆς θερμοδομετρίας. Εἰδική θερμότης. Ὄταν ἐπιζητοῦμε τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας ἑνὸς σώματος, εἶναι ἀπαραίτητος ἡ προσφορά εἰς

αυτό θερμότητας. Γενικῶς εἰς ὅλα τὰ σώματα, ὅταν προσφέρεται θερμότης αὐξάνεται ἡ θερμοκρασία των ἐξαιρέσει εἰδικῶν περιπτώσεων, ὅπως κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως ἢ τῆς ζέσεως σώματος, ἡ θερμοκρασία του διατηρεῖται σταθερά. Ἡ θερμιδομετρία στηρίζεται ἐπὶ τῶν ἀκολούθων ἀρχῶν αἱ ὁποῖαι ἐπαληθεύονται πειραματικῶς.

α) τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος (Q) τὸ ὁποῖον ἀπορροφᾷ σῶμα διὰ νὰ θερμανθῇ ἀπὸ θερμοκρασίας θ_1 , εἰς θ_2 ἢ ἀποδίδει ὅταν ψύχεται ἀπὸ θερμοκρασίας θ_2 εἰς θ_1 ; εἶναι ἀνάλογον τῆς μεταβολῆς ($\Delta\theta$) τῆς θερμοκρασίας του ($\theta_2 - \theta_1 = \Delta\theta$).

β) Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀπορροφᾷ σῶμα δι' ὠρισμένην ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας του ἢ ἀποδίδει δι' ὠρισμένην πτώσιν θερμοκρασίας, εἶναι ἀνάλογον τῆς μάζης (m) τοῦ σώματος. Οὕτω π.χ. εἰν διὰ τὴν θέρμανσιν 1kgf ὕδατος ἀπὸ 20°C εἰς 80°C ἀπαιτεῖται ποσὸν θερμότητος Q , διὰ τὴν θέρμανσιν 2kgf ὕδατος ἀπὸ 20°C εἰς 80°C ἀπαιτεῖται $2Q$.

γ) Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀπορροφᾷ σῶμα ὅταν θερμαίνεται ἢ ἀποδίδει ὅταν ψύχεται, δι' ὠρισμένον ἀριθμὸν βαθμῶν, ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ ὕλικου ἐκ τοῦ ὁποίου συνίσταται. Οὕτω π.χ. διὰ νὰ θερμάνωμεν 1kgf ὕδατος ἀπὸ 20°C εἰς 80°C ἀπαιτεῖται μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος ἀπὸ ἐκείνην ἢ ὁποία ἀπαιτεῖται διὰ τὴν θέρμανσιν 1kgf χαλκοῦ ἀπὸ 20°C εἰς 80°C . Τὰ ἀνωτέρω, συνοφίζονται εἰς μίαν ἐξίσωσιν ἢ ὁποία καλεῖται θεμελιώδης ἐξίσωσις τῆς θερμιδομετρίας καὶ εἶναι:

$$Q = c \cdot m \Delta\theta \quad \text{ἢ} \quad Q = c \cdot m (\theta_2 - \theta_1) \quad (1)$$

Ἡ σταθερά c καλεῖται εἰδικὴ θερμότης καὶ ἐξαρ-

τάται ἐκ τοῦ ὑλικοῦ ἐκ τοῦ ὁποίου εἶναι κατασκευασμέ-
νον τό σῶμα.

Μονάς εἰδικῆς θερμότητος. Λύοντες τήν ἐξίσωσιν

(1) ὡς πρός c λαμβάνομεν: $c = \frac{Q}{m(\theta_2 - \theta_1)}$ (2) Ἐάν εἰς

τήν (2) θέσωμεν: $Q = 1 \text{ cal}$, $m = 1 \text{ gr}$, $\theta_2 - \theta_1 = 1 \text{ grad}$

(βαθμός), λαμβάνομεν τήν μονάδα τῆς εἰδικῆς θερμότη-

τος ἢ ὁποία εἶναι: $1 \frac{\text{cal}}{\text{gr} \cdot \text{grad}}$ (1 θερμῖς ἀνά γραμμάριον
καί βαθμόν).

Συνεπῶς, ὅταν λέγωμεν ὅτι ἡ εἰδική θερμότης τοῦ
ὑδατος $c_{\text{ὔδ}} = 1 \text{ cal} \cdot \text{gr}^{-1} \cdot \text{grad}^{-1}$ ἐννοῦμεν ὅτι, διά νά αὖ-
ξηθῇ ἡ θερμοκρασία 1 gr ὑδατος κατά 1°C πρέπει νά κα-
τανάλωθῇ θερμότης ἴση πρός 1 cal .

Θερμοχωρητικότης: Τό γινόμενον mc τῆς μάζης ἐ-
νός σώματος ἐπί τήν εἰδικήν θερμότητα αὐτοῦ, καλεῖται

θερμοχωρητικότης τοῦ σώματος. Ἐκ τῆς ἐξισώσεως (1),

παρατηροῦμεν ὅτι, ἡ θερμοχωρητικότης σώματος ἰσοῦται

ἀριθμητικῶς πρός τό ποσόν τῆς θερμότητος τό ὁποῖον ἀ-

παιτεῖται διά νά αὖξηθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος

κατά 1°C .

Μονάς θερμοχωρητικότητος: Λύοντες τήν (1) ὡς πρός mc λαμ-

βάνομεν: $mc = \frac{Q}{\theta_2 - \theta_1}$ (3).

Ἐάν θέσωμεν: $Q = 1 \text{ cal}$ καί $\theta_2 - \theta_1 = 1 \text{ grad}$ προκύ-

πτει ἡ μονάς θερμοχωρητικότητος: $1 \frac{\text{cal}}{\text{grad}}$ (θερμῖς ἀνά

βαθμόν). Συνεπῶς, ὅταν λέγωμεν ὅτι ἓν σῶμα ἔχει θερ-

μοχωρητικότητα 500 cal/grad ἐννοοῦμεν ὅτι πρέπει νά

προσφέρωμεν εἰς αὐτό 500 cal ἵνα αὖξηθῇ ἡ θερμοκρασία

του κατά 1°C . Τονίζεται ὅτι, ἡ θερμοχωρητικότης εἶναι

μέγεθος τό ὁποῖον ἀναφέρεται εἰς δεδομένον σῶμα (π.χ.

ἓν δοχεῖον), ἐνῶ ἡ εἰδ. θερμότης ἀναφέρεται εἰς ἓν ὑ-

ύλικόν (π.χ. εἰς τόν χαλκόν). Παράδειγμα:

Νά εὑρεθῆ ποία θερμοκρασία ἀποκαθίσταται ἐάν ἀναμειξωμεν 100 gr ὕδατος θερμοκρασίας 20°C μετὰ 250 gr ὕδατος θερμοκρασίας 50°C.

Λύσις: Ἔχομεν $m_1 = 100 \text{ gr}$ $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$, $m_2 = 250 \text{ gr}$ $\theta_2 = 50^\circ\text{C}$ καὶ $\theta = \eta$ τελικὴ μετὰ τὴν ἀνάμιξιν θερμοκρασία.

Ἐάν $Q_1 =$ τὸ ποσόν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον, μετὰ τὴν ἀνάμιξιν προσλαμβάνει ἡ μάζα m_1 διὰ νά ἀναβιβάσῃ τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἀπὸ θ_1 εἰς θ , ἔχομεν τὴν σχέσιν:

$Q_1 = m_1 c (\theta - \theta_1)$ (4) καὶ ἐάν $Q_2 =$ τὸ ποσόν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀποδίδει ἡ μάζα m_2 διὰ νά ψυχθῆ ἀπὸ θ_2 εἰς θ ἔχομεν:

$Q_2 = m_2 c (\theta_2 - \theta)$ (5). Σύμφωνα μὲ τὸ ἀξίωμα διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας, ἡ θερμότης Q_1 τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ ἡ m_1 ἰσοῦται μὲ τὴν Q_2 τὴν ὁποίαν ἀποδίδει ἡ m_2

ἥτοι: $Q_1 = Q_2$ ἢ $m_1 c (\theta - \theta_1) = m_2 c (\theta_2 - \theta)$.

καὶ $\theta = \frac{m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2}{m_1 + m_2}$

ἀντικαθιστῶ τὰ δεδομένα καὶ ἔχω:

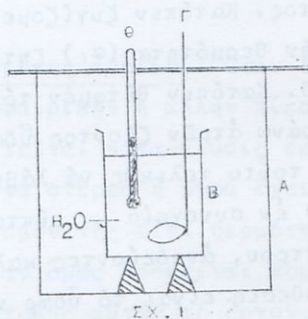
$$\theta = \frac{100\text{gr} \cdot 20^\circ\text{C} + 250\text{gr} \cdot 50^\circ\text{C}}{100\text{gr} + 250\text{gr}} \quad \eta \quad \theta = 41,4^\circ\text{C}$$

ἢ $\theta = 41,4^\circ\text{C}$

5.- Θερμιδόμετρα.

Αἱ μετρήσεις θερμοότητος πραγματοποιοῦνται ἐντός ὀργάνων τὰ ὁποῖα καλοῦνται θερμιδόμετρα. Ὁ ἀπλούστερος τύπος εἶναι τὸ θερμιδόμετρον δι' ὕδατος. Τοῦτο ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ μεταλλικοῦ δοχείου τὸ ὁποῖον πρέπει νά παρουσιάξῃ καλὴν θερμικὴν μόνωσιν, ὥστε αἱ ἀ-

πώλεια θερμότητος εἰς τὸ περιβάλλον νά εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μικρότερα. Εἰς αὐτό ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τίθεται ὕδωρ. Τό σχ. 1 δείχνει ἓν τοιοῦτον θερμοδόμετρον. Τό δοχεῖον Β εἶναι ὀρειχάλκινον μέ λεπτά τοιχώματα καὶ εὐρίσκεται ἐντός ἑτέρου δοχείου Α τοῦ ὁποῖου ἡ ἐξωτερική ἐπιφάνεια εἶναι κατοπτρική. Τό δοχεῖον Β στηρίζεται ἐπὶ τεμαχίου φελλοῦ ὁ ὁποῖος εἶναι δυσθερμαγωγόν σῶμα καὶ τοιουτοτρόπως ἀπομονωμένον θερμικῶς ἀπὸ τὸ περιβάλλον. Ἐντός τοῦ ὕδατος τοῦ θερμοδομέτρου εἶναι βυθισμένον εὐπαθές θερμόμετρον Θ καὶ ὀρειχάλκινος ἀναδευτήρ Γ.



6.- Μέθοδος τῶν μειγμάτων

Ἡ πλέον συνήθης μέθοδος μετρήσεως θερμότητος διὰ θερμοδομέτρου, εἶναι ἡ μέθοδος τῶν μειγμάτων. Ἡ ἀρχή ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζεται εἶναι ἡ ἑξῆς: Ἐάν δύο σώματα τὰ ὁποῖα ἔχουν διάφορον θερμοκρασίαν ἔλθουν εἰς θερμικήν ἐπαφήν, τότε αἱ θερμοκρασίαι τῶν δύο τούτων σωμάτων θά ἐξισωθοῦν, δηλαδή θά μεταβῇ θερμότης ἐκ τοῦ σώματος ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας πρὸς τὸ σῶμα χαμηλο-

τέρας θερμοκρασίας και συνεπώς όσην θερμότητα θα έχη χάσει τό θερμότερον σώμα, τόσην θα έχη κερδίσει τό ψυχρότερον.

Διά τής μεθόδου τών μειγμάτων δυναμέθα νά μετρήσωμεν τήν είδικήν θερμότητα στερεών και ύγρων σωμάτων.

α) Μέτρησις τής είδικής θερμότητος τών στερεών.

Πρός τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν τό θερμιδομέτρον δι' ὕδατος. Ζυγίζομεν ποσότητα ὕδατος και ἔστω (m) ἡ μάζα αὐτῆς. θέτομεν τό ὕδωρ ἐντός τοῦ θερμιδομέτρου και ἔστω (θ) ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ. Ἐστω ἐπίσης (c) ἡ είδ. θερμότης τοῦ ὕδατος. Κατόπιν ζυγίζομεν τό στερεόν τοῦ ὁποίου τήν είδικήν θερμότητα (c_1) ζητοῦμεν και ἔστω (m_1) ἡ μάζα αὐτοῦ. Κατόπιν θέτομεν τό σώμα ἐντός θερμαντήρος και ὑπεράνω ἀτμῶν ζέοντος ὕδατος. ἐπ' ἀριετόν χρόνον, ὥστε τοῦτο τελικῶς νά λάβη τήν θερμοκρασίαν ($\theta_1 = 100^\circ\text{C}$) ἐν συνεχείᾳ ρίπτομεν τό σώμα ἐντός τοῦ θερμιδομέτρου, ἀναδεύοντες καλῶς τό ὕδωρ, (ἀπαραίτητος προϋπόθεσις εἶναι τό ὕδωρ νά μήν ἀλλοιώνει τό σώμα), ὁπότε ἀποκαθίσταται θερμική ἰσορροπία μεταξύ σώματος και ὕδατος τοῦ θερμιδομέτρου ($\theta_{\text{τελ}}$). Τό ποσόν τῆς θερμότητος Q_1 τό ὁποῖον ἔχασε τό σώμα ἰσοῦται: $Q_1 = m_1 c_1 (\theta_1 - \theta_{\text{τελ}})$, τό δέ ποσόν τῆς θερμότητος Q τό ὁποῖον παρελήφθη ὑπό τοῦ ὕδατος: $Q = mc (\theta_{\text{τελ}} - \theta)$

Ἐπειδή $Q = Q_1$ ἔχομεν:

$$m_1 c_1 (\theta_1 - \theta_{\text{τελ}}) = mc (\theta_{\text{τελ}} - \theta) \quad (1)$$

και
$$c_1 = \frac{mc (\theta_{\text{τελ}} - \theta)}{m_1 (\theta_1 - \theta_{\text{τελ}})} \quad (2)$$

Ὁ τύπος οὔτος δέν εἶναι ἀκριβής διότι δέν ἐλή-

φθῆ ὑπ' ὄφιν ἢ θερμότης τῆν ὁποῖαν ἀπορροφεῖ τό δοχεῖον τοῦ θερμιδομέτρου. Ἐάν ληφθῆ ὑπ' ὄφιν, τότε εἰς τό δεύτερον μέλος τῆς ἐξισώσεως (1) πρέπει νά προστεθῆ ἢ παράστασις $M\gamma$ (θελ-θ) ὅπου (M) ἢ μᾶζα τοῦ θερμιδομέτρου καί γ ἢ εἰδική θερμότης τῆς ὕλης τούτου.

β) Μέτρησις τῆς εἰδικῆς θερμότητος τῶν ὑγρῶν. Αὕτη μετρεῖται ὅπως καί εἰς τῆν περίπτωσιν τῶν στερεῶν. Κλείομεν τό πρός μέτρησιν ὑγρόν ἐντός λεπτοτοίχου μεταλλικοῦ δοχείου καί ἐκτελοῦμεν τό πείραμα ὡς εἰς τά στερεά. Εἰς τῆν κατάστρωσιν τῆς ἐξισώσεως δεόν ὅπως ληφθῆ ὑπ' ὄφιν καί ἡ θερμοχωρητικότης τοῦ μεταλλικοῦ δοχείου.

Εἰδική θερμότης ἀερίων. Ὄταν θερμαίνωμεν ἕν σῶμα ὑπό τῆν ἀτμοσφαιρικῆν ἢ ἄλλην πίεσιν, λόγῳ τῆς διαστολῆς του ἀπαιτεῖται κατανάλωσις ἔργου. Ἐπειδή τό ἔργον τοῦτο διά τά στερεά ἢ ὑγρά ἔχει μικράν τιμήν, κατὰ τόν ὑπολογισμόν τῆς εἰδ. θερμότητος δέν λαμβάνεται ὑπ' ὄφιν. Ὄταν ὅμως πρόκειται περί ἀερίων, λόγῳ τῆς μεγάλης διαστολῆς αὐτῶν, τό ἔργον διαστολῆς δέν παραλείπεται. Ἐπομένως διά τά ἀέρια διακρίνομενα) τῆν εἰδικῆν θερμότητα ὑπό σταθεράν πίεσιν (c_p), ὅταν τό ἀέριον θερμαίνεται ὑπό σταθ. πίεσιν καί β) τῆν εἰδικῆν θερμότητα ὑπό σταθ. ὄγκον (c_v), ὅταν τό ἀέριον θερμαίνεται ὑπό σταθερόν ὄγκον. Μεταξύ τῶν δύο εἰδικῶν θερμοτήτων ὑφίσταται ἡ σχέση: $c_p > c_v$. Ἐκ τούτων ἢ c_p δύναται νά μετρηθῆ ἀμέσως διά θερμιδομέτρου, ἐνώ ἢ c_v μετρεῖται διά μετρήσεως τοῦ λόγου $\gamma = c_p/c_v$ ὁ ὁποῖος ἔχει τιμήν πάντοτε μεγαλυτέραν τῆς μονάδος ἐφ' ὅσον εἶναι $c_p > c_v$.

Παράδειγμα: Τεμάχιον ἔκ τινος κράματος μάζης 0,4 Kgr θερμαίνεται εἰς θερμοκρασίαν 100°C καὶ ἐν συνεχείᾳ ρίπτεται ἐντός θερμοδομέτρου τὸ ὁποῖον περιέχει 100 cm³ ὕδατος θερμοκρασίας 15°C. Ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι 40°C. Ποία ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ κράματος.

Λύσις: Ἐστω m_1, c_1, θ_1 ἡ μάζα, ἡ εἶδ. θερμότης καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ κράματος καὶ m, c, θ ἡ μάζα, ἡ εἰδικὴ θερμότης καὶ ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος τοῦ θερμοδομέτρου καὶ $\theta_{\text{τελ}}$ ἡ τελικὴ θερμοκρασία. Δυνάμεθα νὰ γράψωμεν τὴν σχέσιν:

$$m_1 c_1 (\theta_1 - \theta_{\text{τελ}}) = m c (\theta_{\text{τελ}} - \theta)$$

καὶ ἐξ αὐτοῦ: $c_1 = \frac{mc (\theta_{\text{τελ}} - \theta)}{m_1 (\theta_1 - \theta_{\text{τελ}})}$ τελικός τύπος.

ἀντικατάστασις: $c = \frac{100 \text{gr} \cdot 1 \text{cal} \cdot \text{gr}^{-1} \cdot \text{grad}^{-1} \cdot (40 - 15) \text{grad}}{400 \text{gr} \cdot (100 - 40) \text{grad}}$

$$\text{ἢ } c_1 = 0,10 \text{ cal} \cdot \text{gr}^{-1} \cdot \text{grad}^{-1}$$

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

1. - Νὰ εὑρεθῇ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ νὰ ἀνυψώσῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ κατὰ 200°C τεμάχιον χαλκοῦ μάζης 5,5 Kgr. ($c_{\text{Cu}} = 0,09 \text{ cal} \cdot \text{gr}^{-1} \cdot \text{grad}^{-1}$).
2. - Νὰ εὑρεθῇ ἡ θερμοκρασία ἡ ὁποία ἀποκαθίσταται μετὰ τὴν ἀνάμιξιν 200 gr ὕδατος θερμοκρασίας 95°C μετὰ 80 cm³ ὕδατος καὶ θερμοκρασίας 15°C.
3. - Νὰ εὑρεθῇ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται διὰ νὰ μετατραπῇ τεμάχιον πάγου μάζης 10 Kgr καὶ θερμοκρασίας -10°C εἰς πάγον 0°C.
4. - Τεμάχιον ἐξ ὀρειχάνου μάζης 10 Kgr καὶ εἰδικῆς

θερμότητας $0,09 \text{ cal. gr}^{-1} \text{ grad}^{-1}$, θερμαίνεται ἐντός κλιβά-
βανου καί κατόπιν ρίπτεται ἐντός δοχείου περιέχοντος 50
Kgr ὕδατος θερμοκρασίας 25°C . Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδα-
τος ἀνέρχεται εἰς τοὺς 52°C . Ζητεῖται ἡ θερμοκρασία
τοῦ κλιβάνου.

(Συνέχεια ἐπισήσεων εἰς σελ. 55)

7.- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

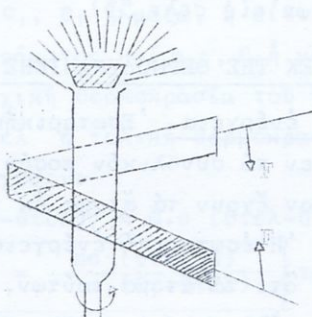
Ἐσωτερική ἐνέργεια. Ἐσωτερικὴν ἐνέργειαν ἑνός
σώματος, καλοῦμεν τὸ συνολικὸν ποσὸν ἐνεργείας πάσης
μορφῆς, τὸ ὁποῖον ἔχουν τὰ ἄτομα ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτε-
λεῖται τὸ σῶμα. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐνέργεια τῶν στερεῶν ὀ-
φείλεται εἰς τὸ ὅτι τὰ ἄτομα τούτων, εὐρισκόμενα εἰς ὀ-
ρισμένας θέσεις πάλλονται διαρκῶς, τῶν ὑγρῶν εἰς τὴν ἄ-
τακτον κίνησιν τῶν μορίων καὶ τῶν ἀερίων εἰς τὴν κινη-
τικὴν ἐνέργειαν ὅλων τῶν μορίων τοῦ ἀερίου.

Ὄταν ἡ θερμοκρασία ἑνός σώματος ἀυξάνεται, ἀυξάνεται καὶ ἡ
ἐσωτερικὴ του ἐνέργεια. Ἐπομένως, ἀντὶ τοῦ ὅρου "ἐσω-
τερικὴ ἐνέργεια" χρησιμοποιεῖται ὁ ὅρος "θερμότης".

8.- Μετατροπὴ τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα. Πρῶτον θερμο- δυναμικὸν ἀξίωμα.

Ἡ μετατροπὴ τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα εἶναι πάρα
πολύ ἀπλή πραγματοποιουμένη καὶ δ' ἀπλῶν μέσων, συναν-
τᾶται δέ εἰς κάθε βῆμα τῆς καθημερινῆς μας ζωῆς. Οὕτω
τὸν χειμῶνα ὅταν τρίβωμεν τὰς χεῖρας μας, μετατρέπομεν
τὸ ἔργον τριβῆς εἰς θερμότητα. Αἱ τροχοπέδαι τῶν αὐτο-
κινήτων θερμαίνονται ὅταν τοῦτο σταματᾷ ἢ τὰ τρύπανα
θερμαίνονται ὅταν τρυπῶμεν μεταλλικὰ ἀντικείμενα. Ἐπί-
σης θέρμανσιν ἔχομεν κατὰ τὴν συμπέσιν ἀερίου. Ἡ θέρ-

μανσις ὀφείλεται εἰς τό ὅτι, τό ἔργον τό ὁποῖον ἐφαρμόζομεν διά νά ἐλαττώσωμεν τόν ὄγκον, γίνεται θερμότης. Χαρακτηριστικόν πείραμα διά τοῦ ὁποῖου δεικνύεται ἡ ἀνάπτυξις θερμότητος διά τριβῆς εἶναι τό ἀκόλουθον (σχ. 2).



ΣΧ. 2

Ἐντός σιδηροῦ σωλήνος θέτομεν ποσότητα αἰθέρος καί ἀφοῦ τόν πωματίσωμεν διά φελοῦ, θέτομεν τόν σωλήνα εἰς περιστροφικήν κίνησιν διά φυγοκεντρικῆς μηχανῆς. Κατόπιν περιβάλλομεν τόν σωλήνα διά δύο ξυλίνων σιαγόνων τάς ὁποίας πιέζομεν, ὥστε νά δημιουργοῦνται σημαντικά δυνάμεις τριβῆς. Ἡ θερμότης ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται λόγω τριβῆς, προκαλεῖ ἀπότομον ἐξαέρωσιν τοῦ αἰθέρος, ἡ δέ πίεσις τῶν ἀτμῶν αὐτοῦ ἐκσφενδονίζει τό πῶμα τοῦ σωλήνος μεθ' ὀρμῆς. Εἰς ὅλα τά ἀνωτέρω φαινόμενα, ἔχομεν κατανάλωσιν τοῦ μηχανικοῦ ἔργου τό ὁποῖον μετατρέπεται διά τριβῆς εἰς θερμότητα.

Ἄλλά καί ὅταν ἐξαφανίζεται ἡ παρεχομένη θερμότης εἰς ἓν σῶμα, τότε ἀναφαίνεται μηχανικόν ἔργον.

Ἐπομένως, σύμφωνα μέ τήν ἀρχήν τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας, δυνάμεθα νά εἴπωμεν ὅτι ἡ ἀναπτυσσομέ-

νη θερμότης (Q) θά ίσοῦται μὲ τὸ καταναλισκόμενον ἔργον (A) ἥτοι: $A = Q$ (1)

Τὴν ἀρχὴν ταύτην διετύπωσεν ὁ Mayer θεωρητικῶς, ἀργότερον δὲ ἄλλοι ἐρευνηταὶ ἐπεβεβαίωσαν πειραματικῶς.

Διατυποῦται ὡς ἑξῆς: "Ὅσάντις θερμότης παράγει μηχανικὸν ἔργον, ἐξαφανίζεται θερμότης ἀνάλογος πρὸς τὸ ἐπιτελευθεῖν ἔργον" ἢ "Ὅσάντις μηχανικὸν ἔργον μετατρέπεται εἰς θερμότητα, αὕτη εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ ἀπανθηθεῖν ἔργον". Ἡ ἀρχὴ αὕτη καλεῖται "πρῶτον θερμοδυναμικὸν ἀξίωμα". Ἐπειδὴ τὸ ἔργον μετρεῖται εἰς μηχανικὰς μονάδας ἔργου, ἡ δὲ θερμότης εἰς θερμίδας, ἡ σχέσηις (1) γράφεται:

$$A = J \cdot Q \quad (2)$$

ὅπου J εἶναι συντελεστὴς ἐξαρτώμενος ἐν τῶν μονάδων ἔργου καὶ θερμότητος καὶ καλεῖται "μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος". Ἐάν ἐμφράσωμεν τὸ ἔργον εἰς $Kgr \cdot m$ καὶ τὴν θερμότητα εἰς kcal, τότε τὸ J ἐμφράζεται εἰς: $Kgr \cdot m / kcal$, ἐνῶ ἐάν τὸ ἔργον εἰς joule καὶ ἡ θερμότης εἰς cal τότε τὸ J ἐμφράζεται εἰς: joule/cal.

Ἡ διὰ διαφόρων μεθόδων μετρηθεῖσα τιμὴ τοῦ J εὐρέθη ἴση: $J = 427 Kgr \cdot m / kcal$ ἢ $J = 4,2 \text{ joule/cal}$

δηλαδή, διὰ νά παραχθῇ θερμότης 1 Kcal ἀπαιτεῖται κατανάλωσις ἔργου $427 Kgr \cdot m$ ἢ 1 Kcal μετατρέπόμενον εἰς ἔργον πρέπει ν' ἀποδώσῃ $427 Kgr \cdot m$ (ἡ δευτέρα περίπτωσις δὲν ἐπαληθεύεται πάντοτε πειραματικῶς). Τὸ πρῶτον θερμοδυναμικὸν ἀξίωμα μᾶς ἀπαγορεύει τὴν κατασκευὴν τοῦ ἀεικινήτου δηλαδή μᾶς λέγει ὅτι "εἶναι ἀδύνατον,

νά κατασκευασθῆ μία μηχανή, ἢ ὁποία νά δύναται νά παραγάγη ἔργον ἐκ τοῦ μηδενός".

Παράδειγμα. Σφαῖρα ἐκ μολύβδου μάζης $m = 10 \text{ gr}$ πίπτει ἀπό ὕψους $h = 100 \text{ m}$ ἐπί ἐπιφανείας ἐκ τσιμέντου. Ἐάν ἡ κινητική ἐνέργεια τῆς σφαίρας μετατρέπεται ἐξ ὀλοκλήρου εἰς θερμότητα, νά εὑρεθῆ ἡ παραγομένη θερμότης.

Λύσις: Γνωρίζομεν ὅτι $A = Q$ (1) ἐπίσης $A = B \cdot h$ (2)
ἄρα $Q = B \cdot h$ τελικός τύπος. Ἀντικατάστασις: $B = 10 \text{ Kgr}^*$, $h = 100 \text{ m}$ καί $J = 427 \text{ Kgr}^* \text{ m/Kcal}$ ἥτοι:

$$Q = \frac{10 \text{ Kgr}^* \cdot 100 \text{ m}}{427 \text{ Kgr}^* \text{ m} \cdot \text{Kcal}^{-1}}$$

$$\text{ἢ } Q = 2,3 \text{ Kcal}$$

A Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

- 1.- Σῶμα μάζης $m = 5 \text{ Kgr}$ πίπτει ἀπό ὕψους $h = 150 \text{ m}$ ἐπί μὴ ἐλαστικοῦ σώματος. Νά εὑρεθῆ πόση θερμότης ἀναπτύσσεται, ἐάν ὀλόκληρος ἡ κινητική ἐνέργεια τοῦ σώματος μεταβάλλεται εἰς θερμότητα.
- 2.- Σιδηρόδρομος βάρους $B = 200 \text{ tn}^*$ ἐκκινεῖ ἐκ τῆς ἡρεμίας καί κινούμενος ἐπί κατηφορικῆς τροχιάς σταματᾷ εἰς σημεῖον τό ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν $h = 150 \text{ m}$ χαμηλότερον. Νά εὑρεθῆ ἡ θερμότης ἢ ὁποία ἀναπτύσσεται εἰς τὰς τροχοπέδας.
- 3.- Βλημα ἐκ μολύβδου μάζης $m_1 = 10 \text{ gr}$ προσπίπτει μετὰ ταχύτητος $v = 200 \text{ m/sec}$ ἐπί ἀκλονήτου μολυβδίνης μάζης $m_2 = 500 \text{ gr}$ πρὸς τὴν ὁποίαν καί ἐνσωματοῦται. Ζητεῖται ἡ ἀνύφωσις τῆς θερμοκρασί-

^ας (c μολύβδου = $0,31 \text{ cal gr}^{-1} \text{ grad}^{-1}$).
* Ἀσκήσις 4 εἰς σελ. 56

9... Μετατροπή της θερμότητας εἰς ἔργον.
Δεύτερον θερμοδυναμικὸν ἀξιῶμα.

Ἡ μετατροπὴ τῆς θερμότητος εἰς ἔργον δὲν ἀποτελεῖ ἄπλοῦν φαινόμενον ὡς ἡ ἀντίστροφος μετατροπὴ. Πρὸς τοῦτο, ἀπαιτοῦνται συσκευαί αἱ ὁποῖαι καλοῦνται θερμικαὶ μηχαναί. Τοιαῦται εἶναι π.χ. αἱ ἀτμομηχαναί, αἱ μηχαναὶ εσωτερικῆς καύσεως κ.ἄ. Διὰ νὰ λειτουργήσῃ ταῦτα τοιαύτη μηχανή, ἀπαιτοῦνται δύο πηγαὶ θερμότητος καλούμεναι "δεξαμεναὶ θερμότητος" α) Μία δεξαμενὴ θερμότητος ὑψηλῆς σχετικῶς θερμοκρασίας (ὡς ὁ λέβης τῆς ἀτμομηχανῆς) καὶ β) Μία δεξαμενὴ θερμότητος χαμηλοτέρας θερμοκρασίας, (ὡς ὁ συμπυκνωτὴς εἰς τὴν ἀτμομηχανήν). Ἐπίσης εἶναι ἀπαραίτητος ἡ ὑπαρξίς σώματος (ὕδατος) τὸ ὁποῖον νὰ παραλαμβάνῃ ἐκ τῆς δεξαμενῆς ἀνωτέρας θερμοκρασίας ἓν ποσὸν θερμότητος, ἐκ τοῦ ὁποῖου μέρος μεταβιβάζεται εἰς τὴν δεξαμενὴν κατωτέρας θερμοκρασίας ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπον μετατρέπεται εἰς ὠφέλιμον ἔργον. Παρατηροῦμεν δηλαδή ὅτι διὰ νὰ λειτουργήσῃ μία θερμικὴ μηχανή, ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀπαιτοῦνται δύο δεξαμεναὶ θερμότητος ἀφ' ἑτέρου, δὲν δυνάμεθα νὰ μετατρέψωμεν ἐξ ὁλοκλήρου τὴν θερμότητα εἰς μηχανικὸν ἔργον παρά μόνον μέρος αὐτῆς. Αἱ ἄνω παρατηρήσεις μᾶς ἄγουν εἰς τὴν διατύπωσιν τοῦ δευτέρου θερμοδυναμικοῦ ἀξιῶματος "Εἶναι ἀδύνατον νὰ κατασκευασθῇ θερμικὴ μηχανή ἢ ὁποία νὰ μετατρέπῃ ἐξ ὁλοκλήρου εἰς ἔργον τὴν προσλαμβανομένην ὑπ' αὐτῆς θερμότητα".

Ἡ θάλασσα ἐγκλείει κολοσσιαῖον ποσὸν θερμότητος. Εἶναι ἀδύνατος ὅμως ἡ κατασκευὴ μηχανῆς ἢ ὁποία νὰ προσλαμβάνῃ θερμότητα ἐκ τῆς θαλάσσης καὶ νὰ τὴν

μετατρέπη εἰς μηχανικόν ἔργον, διότι ἡ θερμοκρασία τῆς θαλάσσης εἶναι σχεδόν ἴση μέ τήν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος.

Θερμοδυναμικός συντελεστής ἀποδόσεως. Διά νά λειτουργήσῃ μία θερμική μηχανή, πρέπει ἀπαραιτήτως νά ἔχωμεν δύο δεξαμενάς θερμότητος, μίαν ὑψηλῆς θερμοκρασίας T_1 καί μίαν χαμηλῆς θερμοκρασίας T_2 . Μέ τήν βοήθειαν ἑνός ἀερίου (ὑδρατμός) ἀπορροφεῖται ἐκ τῆς δεξαμενῆς T_1 ἡ θερμότης Q_1 τῆς ὁποίας μέρος μὲν μετατρέπεται εἰς μηχανικόν ἔργον A , τό ὑπόλοιπον δέ ἀποδίδεται εἰς τήν δεξαμενήν T_2 . Καλοῦμεν θερμοδυναμικόν συντελεστήν ἀποδόσεως η μηχανῆς, τό πηλίκον τοῦ ὑπό τῆς μηχανῆς παραγομένου ἔργου A διά τῆς θερμότητος Q_1 ἡ ὁποία προσεφέρθη εἰς αὐτήν

ἦτοι:

$$\eta = \frac{A}{Q_1}$$

Τό πηλίκον τοῦτο εἶναι πάντοτε μικρότερον τῆς μονάδος διότι δέν μετατρέπεται εἰς ἔργον ὅλη ἡ θερμότης ἀλλά μέρος αὐτῆς.

10.- Ἡ θερμότης ὡς μορφή ἐνεργείας κατωτέρας ποιότητος.

Αἱ διάφοροι μορφαί ἐνεργείας δύνανται νά διαιρεθοῦν εἰς δύο κατηγορίας α) εἰς μορφάς ἐνεργείας ἀνωτέρας ποιότητος (κινητική, δυναμική, ἠλεκτρική ἐνέργεια) ὅταν αὗται δύνανται νά μετατραποῦν ἐξ ὀλοκλήρου εἰς ἄλλας μορφάς ἐνεργείας καί β) εἰς μορφάς ἐνεργείας κατωτέρας ποιότητος (θερμότης) διότι μόνον μικρόν ποσοστόν αὐτῆς δύναται νά μετατραπῇ εἰς μηχανικόν ἔργον.

Ἐκ πειραματικῶν συλλογισμῶν ἀγόμεθα εἰς τό συμ-

πέρασμα ότι όλα αι μορφαί ενεργείας τείνουν αυτόματα
νά μετατραπούν εις θερμότητα και δή της αὐτῆς θερμοκρα-
σίας ἐν τῆς ὁποίας πλέον δέν εἶναι δυνατή ἡ παραγωγή
ὑφελίμου ἔργου. Ἡ ἀνωτέρω διατύπωσις ἀποτελεῖ τήν ἀρ-
χήν τῆς ὑποβαθμίσεως τῆς ενεργείας.



5.- Ἐντός θερμιδομέτρου τό ὁποῖον περιέχει 500 gr ὕδα-
τος θερμοκρασίας $13,5^{\circ}\text{C}$ εἰσάγεται τεμάχιον 250 gr
νικελίου, θερμοκρασίας 100°C ὅποτε ἡ θερμοκρασία
ἡ ὁποία ἀποκαθίσταται εἶναι 18°C . Νά ὑπολογισθῆ ἡ
εἰδική θερμότης τοῦ νικελίου (θερμοχωρητικότης θερ-
μότης θερμιδομέτρου 26 cal/grad)

6.- Νά ὑπολογισθῆ ἡ εἰδική θερμότης τεμαχίου κασιτέ-
ρου μάζης 50 gr ἡ ὅποια φερομένη εἰς θερμοκρασίαν
 100°C ρίπτεται ἐντός 100 gr ὕδατος θερμοκρασίας 18°C
Ἡ μετά τήν ρίψιν τοῦ κασιτέρου ἀποκαθισταμένη
θερμοκρασία εἶναι 22°C .

7.- Θερμιδόμετρον θερμοχωρητικότητος $3,05 \text{ cal/grad}$ πε-
ριέχει 50 gr ἐλαίου θερμοκρασίας 15°C . Ἐντός τού-
του θέτομεν τεμάχιον χαλκοῦ μάζης 50 gr καί θερμο-
κρασίας 100°C ὅποτε ἀποκαθίσταται θερμοκρασία 25°C
Ζητεῖται ἡ εἰδ. θερμότης τοῦ ἐλαίου.

- 4.- Έντός θερμοδομέτρου μάζης 50 gr και είδ. θερμότητας $0,09 \text{ cal.gr}^{-1} \text{ grad}^{-1}$ υπάρχον πετρέλαιον θερμοκρασίας 18°C . Έντός του πετρελαίου βυθίζεται ηλεκτρική αντίσταση ισχύος 100 watt και μετά χρόνον 10min ή θερμοκρασία του πετρελαίου ανέρχεται εις τούτο 60°C . Ζητείται ή τιμή του μηχανικού ισοδυναμού της θερμότητας (είδ. θερμότης πετρελαίου $C_{\text{πετρ}} = 1,51 \text{ cal.gr}^{-1} \text{ grad}^{-1}$)

ΜΕΡΟΣ Γ΄

Ο Π Τ Ι Κ Η

Είσαγωγή: Ὀπτική εἶναι τό κεφάλαιον τῆς Φυσικῆς τό ὁποῖον ἀσχολεῖται μέ τό φῶς καί τούς νόμους πού διέπουν τήν διάδοσίν του. Μέ τήν λέξιν φῶς ἐννοοῦμεν τήν μορφήν τῆς ἐνεργείας πού ἐμπέμπεται ὑπό διαφόρων σωμάτων (ὑπό ὀρισμένας καταστάσεις θερμοκρασίας) καί ἐρεθίζει τό αἰσθητήριον τῆς ὀράσεως δίδοντας εἰς ἡμᾶς τήν αἴσθησιν τῆς ὀράσεως. Τό κεφάλαιον τῆς ὀπτικῆς διαιρεῖται εἰς δύο κυρίως μέρη.

I.- Εἰς τήν Γεωμετρικήν ὀπτικήν, ἡ ὁποία παραδέχεται τήν ὑπαρξιν τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος καί τήν εὐθύγραμμον διάδοσιν τοῦ φωτός.

II.- Εἰς τήν Φυσιικήν ὀπτικήν, ἡ ὁποία ἐξετάζει τήν φύσιν τοῦ φωτός καί τά φαινόμενα τά ὁποία προκύπτουν ἐκ τῆς φύσεως ταύτης.

1.- Γεωμετρική ὀπτική.

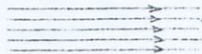
Ἡ ἰκανότης ἢ μή, τήν ὁποίαν παρέχουν τά διάφορα σώματα εἰς τήν διόδον τοῦ φωτός, διά μέσου τῆς μάξης των, καλεῖται διαφάνεια. Ἡ διαφάνεια ἐξαρτᾶται ἀπό τό πάχος τῶν σωμάτων, ἀπό τήν φύσιν των, ὡς καί ἀπό τήν συχνότητα τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας. Ὅλα τά σώματα ὑπό πολύ μικρόν πάχος γίνονται διαφανῆ. Διαιροῦνται ἀναλόγως τῆς διαφανείας των. α) εἰς διαφανῆ: διαφανῆ καλοῦνται τά σώματα τά ὁποῖα ἀφήνουν τό φῶς νά διέλθῃ διά μέσου τῆς μάξης των. β) εἰς ἀδιαφανῆ ἢ σμι-

ερά: καλούνται τὰ σώματα τὰ ὅποια δέν ἀφήνουν τό φῶς νά διέλθῃ διὰ μέσου τῆς μάζης των. γ) εἰς ἡμιδιαφανῆ: καλούνται τὰ σώματα τὰ ὅποια ἀφήνουν τό φῶς νά διέλθῃ διὰ μέσου τῆς μάζης των, ἀλλά δέν ἀφήνουν νά διακρίνωμεν τὰ ὅπισθεν εὐρισκόμενα ἀντικείμενα.

Σημειακὴν φωτεινὴν πηγὴν καλοῦμεν κάθε πηγὴν τῆς ὁποίας αἱ διαστάσεις της δύνανται νά ἀγνοηθοῦν ὡς μὴ ἐπηρεάζουσαν τὸ φαινόμενον ἢ εἶναι μικραὶ ὡς ἓν σημεῖον.

2.- Εὐθύγραμμος διάδοσις τοῦ φωτός

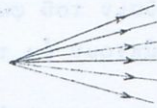
Ἡ εὐθύγραμμος διάδοσις τοῦ φωτός παραδέχεται τὴν ὕπαρξιν τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος. Φωτεινὴ ἀκτίς καλεῖται ἢ εὐθεῖα γραμμὴ κατὰ τὴν ὁποίαν διαδίδεται τό φῶς, σύνολον δέ ἀκτίνων πού ἐκκινοῦν ἐκ τῆς φωτεινῆς πηγῆς, ἀποτελοῦν φωτεινὴν δέσμη. Αὕτη δύναται νά εἶναι, α) παράλληλος, β) συγκλίνουσα πρὸς ἓν σημεῖον, γ) ἀποκλίνουσα σχ. 1, 2, 3.



ΣΧ. 1



ΣΧ. 2



ΣΧ. 3

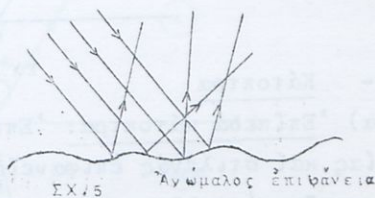
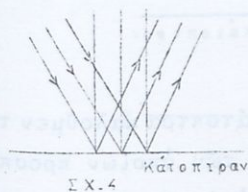
Ἡ ἔννοια τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος εἶναι ὑποθετικὴ, διότι ἐπιχειρώντας νά ἀπομονώσωμεν μίαν φωτεινὴν ἀκτίνα, θά παρατηρήσωμεν φαινόμενα (παραθλάσεως κ.λ.π.) τὰ ὅποια θά ἐμφανίζωνται μόνον ὅταν τό φῶς εἶναι κῦμα.

3.- Ἀνάκλασις τοῦ φωτός

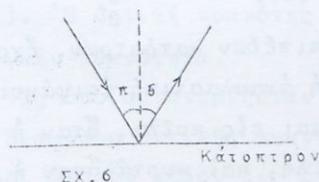
Ὅταν φωτεινὴ ἐνέργεια προσπίπτει ἐπὶ ἐπιφανείας μέρος αὐτῆς ἐκπέμπεται πρὸς ἄλλην διεύθυνσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἀνάκλασις. Καί ἐάν μὲν ἢ ἐπι-

φάνεια είναι λεία και φιλινή, έχουμε την κανονική ανάκλασιν· ἄλλως τὴν διάχυτον.

Κατὰ τὴν κανονικὴν ἀνὰκλασιν ὁλόκληρος ἡ ἐκπεπομένη ἐνέργεια διευθύνεται πρὸς ὄρισμένην κατεύθυνσιν (σχ. 4). Κατὰ δὲ τὴν διάχυτον, ἡ δέσμη προσπίπτουσα ἐπὶ ἀνωμάλου ἐπιφανείας δὲν ἀνακλάται πρὸς ὄρισμένην διεύθυνσιν (σχ. 5).



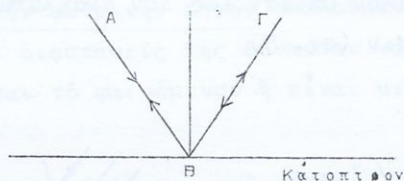
Κατὰ τὴν ἐξέτασιν τοῦ φαινομένου τῆς ἀνακλάσεως, πειραματικῶς καὶ θεωρητικῶς εὗρέθη ὅτι αὕτη διέπεται ἀπὸ τοὺς ἐξῆς νόμους: α) Ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς κεῖνται ἐπὶ ἑνὸς ἐπιπέδου τὸ ὁποῖον εἶναι κάθετον εἰς τὴν ἀνακλαστικὴν ἐπιφάνειαν. β) Ἡ γωνία προσπτώσεως (δηλ. ἡ γωνία πού σχηματίζει ἡ προσπίπτουσα μὲ τὴν κάθετον εἰς τὸ σημεῖον προσπτώσεως), ἴσουται μὲ τὴν γωνίαν ἀνακλάσεως. (σχ. 6).



4.- Ἀρχὴ τῆς ἀντιστρόφου πορείας τοῦ φωτός.

Ἐάν ἐπὶ ἑνὸς κατόπτρου προσπίπτῃ ἀκτὶς AB αὕτη θὰ ἀνακλασθῇ κατὰ τοὺς νόμους τῆς ἀνακλάσεως, ἔστω ΒΓ

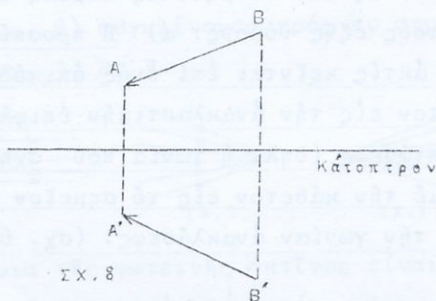
ή ανακλωμένη ακτίς. Εάν κατά τήν διεύθυνσιν ΓΒ ρίψω-
μεν μίαν φωτεινήν ακτίνα, αύτη ανακλωμένη, θά ακολου-
θήσῃ τήν διεύθυνσιν τῆς ΒΑ. Ἡ ἀρχή αὐτή ἰσχύει εἰς ὅ-
λα τά φαινόμενα τῆς Γεωμετρικῆς ὀπτικῆς (σχ. 7).



ΣΧ. 7

5.- Κάτοπτρα

α) Ἐπίπεδα κάτοπτρα: Ἐπίπεδα κάτοπτρα καλοῦμεν τὰς
λειάς καί στιλπνάς ἐπιφάνειας, ἐπὶ τῶν ὁποίων προσπί-
πτον φῶς, ἀνακλᾶται κανονικῶς. Τά ἐπίπεδα κάτοπτρα δί-
δουν εἰδῶλα φανταστικά, ἴσα καί μὴ ἐφαρμόζοντα (σχ. 8)



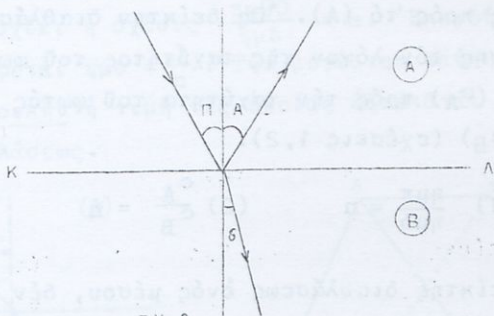
ΣΧ. 8

β) Ἐκτός τῶν ἐπιπέδων κατόπτρων, ἔχομεν & τὰ σφαι-
ρικά, τῶν ὁποίων ἡ ἀνακλαστικὴ ἐπιφάνεια εἶναι τμήμα
σφαίρας. Διαιροῦνται εἰς κοίλα, ὅταν ἡ ἀνακλαστικὴ ἐ-
πιφάνεια εἶναι κοίλη, καί κυρτά ὅταν ἡ ἀνακλαστικὴ ἐ-
πιφάνεια εἶναι κυρτή.

6.- Διάθλασις τοῦ φωτός

1) Ὁρισμοί. Διάθλασις καλεῖται ἡ θλάσις τήν ὁποίαν

ύφίσταται δέσμη ακτίνων μονοχρόου φωτός κατά τήν μετάβασιν από έν μέσον είς έτερον διαφόρου όπτικης πυκνότητος. Κατά τήν μετάβασιν όπτικης ακτίνος έν τοϋ μέσου (Α) είς τό μέσον (Β), αύτη ύφίσταται θλάσιν, καί πλησιάζει πρός τήν κάθετον ή άπομακρύνεται, έφ' όσον τό μέσον (Β) είναι όπτικώς πυκνότερον. τοϋ μέσου (Α) ή άραιότερον (σχ. 9).



ΣΧ. 9

Είς τήν διαχωριστικήν έπιφάνειαν, τό φως δέν ύφίσταται μόνον διάθλασιν (σχ. 9) αλλά μέρος αύτοϋ διαθλάται καί μέρος ανακλάται.

2) Έν μέσον (Β) λέγεται όπτικώς πυκνότερον, ένός άλλου μέσου (Α), όταν ή ταχύτης διαδόσεως τοϋ φωτός είς τό μέσον (Β) είναι μικροτέρα της ταχύτητος διαδόσεως τοϋ φωτός είς τό μέσον (Α). Η όπτική πυκνότης δέν συμπίπτει πάντα μέ τήν μηχανικήν πυκνότητα.

3) Η άρχή επί της οποίας στηρίζεται ή διάδοσις τοϋ φωτός είς μέσα διαφόρου όπτικης πυκνότητος είναι ότι, τό φως μεταβαίνει από έν μέσον είς έτερον διά τοϋ συντομωτέρου χρονικώς δρόμου.

4) Νόμοι τῆς διαθλάσεως

Οἱ νόμοι αὐτοὶ ἐξήχθησαν κατόπιν πειραματικῆς μελέτης τοῦ φαινομένου τῆς διαθλάσεως. α) Ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ διαθλωμένη ἀκτίς κεῖνται ἐπὶ ἐνός ἐπιπέδου καθέτου πρὸς τὴν διαθλαστικὴν ἐπιφάνειαν. β) Τὸ πηλίκον τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως εἶναι σταθερόν διὰ δύο διάφορα μέσα. Τὸ σταθερόν αὐτὸ πηλίκον καλεῖται δείκτης διαθλάσεως τοῦ μέσου (B) ὡς πρὸς τὸ (A). Ὡς δείκτην διαθλάσεως, ὀρίζομεν ἐπίσης τὸν λόγον τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός εἰς τὸ μέσον (A) (c_A) πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός εἰς τὸ μέσον (B) (c_B) (σχέσεις 1, 2).

$$(1) \frac{\eta_{\mu\pi}}{\eta_{\mu\delta}} = n \quad (2) \frac{c_A}{c_B} = n$$

Ὁ δείκτης διαθλάσεως ἑνός μέσου, δέν ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ αὐτὸ τοῦτο τὸ μέσον ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸ μέσον ὡς πρὸς τὸ ὁποῖον ὑπολογίζεται, ἔνεκα δέ τούτου διακρίνεται εἰς ἀπόλυτον καὶ σχετικόν δείκτην διαθλάσεως.

Καλοῦμεν σχετικόν δείκτην διαθλάσεως τοῦ μέσου (B) ὡς πρὸς τὸ μέσον (A) καὶ τὸν συμβολίζομεν μέ n_B^A , τὸν λόγον τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός εἰς τὸ μέσον (A) ὡς πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός εἰς τὸ μέσον (B).

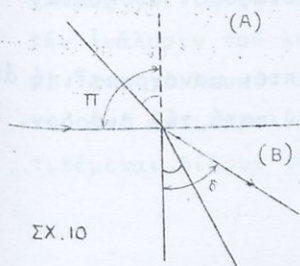
Ἀπόλυτος δείκτης διαθλάσεως ἑνός μέσου (B) καλεῖται ὁ λόγος τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός εἰς τὸ κενόν ($c_{κεν}$) πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός εἰς τὸ μέσον (B) (c_B)

$$\text{Σχέσεις: } \frac{c_{κεν}}{c_B} = n \text{ ἀπόλυτος}$$

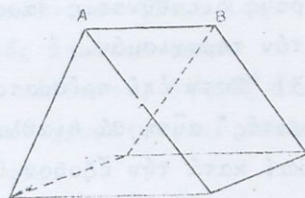
Ὁ ἀπόλυτος δείκτης διαθλάσεως ἑνός ὕλικου μεταβάλλεται μέ τὸ χρῶμα τοῦ φωτός καὶ τὴν θερμοκρασί

αν. Ὁ δείκτης διαλάσεως αὐξάνει ὅσον προχωροῦμεν ἀπὸ τὸ ἐρυθρὸν πρὸς τὸ ἰώδες χρῶμα.

5) Ὀρική γωνία. Ὅπως εἶδομεν ἀνωτέρω, ὅταν αὐξάνεται ἡ γωνία προσπτώσεως π , αὐξάνεται ἀντιστοιχῶς καὶ ἡ γωνία διαθλάσεως δ , οὕτως ὥστε τὸ πηλίκον τῶν ἡμιτόνων τῶν νά παραμένει σταθερὸν. Ἡ μέγιστη τιμὴ τῆν ὁποίαν δύναται νά λάβῃ ἡ γωνία προσπτώσεως εἶναι 90° . Εἰς αὐτὴν ἀντιστοιχεῖ ἡ μέγιστη γωνία διαθλάσεως δ (σχ. 10) διὰ τῆν ὁποίαν ἰσχύει ἡ σχέση $\frac{\eta\mu 90}{\eta\mu\delta} = n$. Ἐπειδὴ $\eta\mu 90 = 1$ ἡ σχέση γράφεται $\eta\mu\delta = \frac{1}{n}$. Τῆν μέγιστην ταύτην γωνίαν δ καλοῦμεν ὀρικήν ἢ τιμὴ τῆς ὁποίας ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ δείκτη διαθλάσεως.



ΣΧ. 10



ΣΧ. 11

Ἡ ὀρική γωνία (κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀντιστροφῆς πορείας τοῦ φωτός) παριστᾷ τὴν μέγιστην τιμὴν τῆς γωνίας ὑπὸ τῆν ὁποίαν, προσπίπτον τὸ φῶς ἐκ τοῦ μέσου (B) πρὸς τὸ (A), δύναται νά ἀναδυθῇ. Ὑπὸ μεγαλύτεραν δέ γωνίαν προσπτώσεως δέν ἀναδύεται ἀλλὰ ὑφίσταται ὀλικὴν ἀνάκλασιν.

7.- Πρίσματα.

1) Καλοῦμεν εἰς τὴν ὀπτικήν πρῖσμα, ἰσότροπον, ὁμογενές καὶ διαφανές μέσον, περιοριζόμενον μεταξύ δύο μὴ παραλλήλων ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν. (σχ. 11).

Ἡ δίεδρος γωνία, ἡ σχηματιζομένη ὑπὸ δύο μὴ

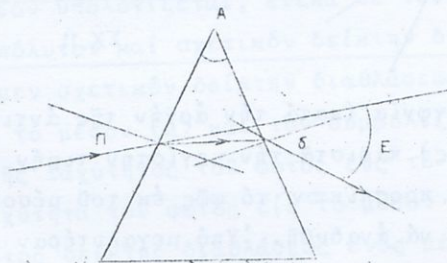
παραλλήλων ἐδρῶν, καλεῖται διαθλαστική ἢ θλαστική γωνία τοῦ πρίσματος, ἢ δὲ εὐθεῖα AB, (τομή τῶν ἐδρῶν), ἀκμή τοῦ πρίσματος.

Κάθε τομή, κάθετος πρὸς ἀκμήν τοῦ πρίσματος, καλεῖται κυρία τομή τοῦ πρίσματος.

2) Ἰσότροπον μέσον, καλεῖται κάθε μέσον τό ὁποῖον παρουσιάζει τὰς αὐτάς ιδιότητες, πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις π.χ. τεμάχιον βουτύρου, κηροῦ.

Ὁμογενές καλεῖται ἓν σῶμα, τό ὁποῖον ἔχει τήν αὐτήν σύστασιν καθ' ὅλην τήν μάζαν του. Ἐν σῶμα ὁμογενές, δέν εἶναι πάντα ἰσότροπον π.χ. Ἐνῶ ἓν βιβλίον εἶναι ὁμογενές, εἶναι ἀνισότροπον, διότι κατά διαφόρους διευθύνσεις παρουσιάζει διάφορον δυσκολίαν εἰς τόν τεμαχισμόν.

3) Ἐστω ἐπί πρίσματος προσπίπτει μονοχρωματική ἀντίφωτος· αὕτη θά διαθλασθῇ τόσον κατά τήν εἴσοδον, ὅσον καί κατά τήν ἔξοδον (σχ. 12).



σχ. 12

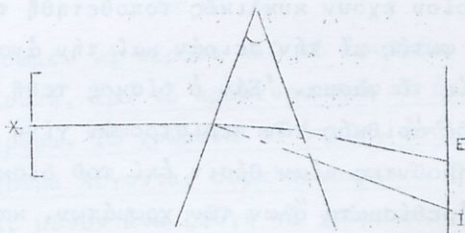
Ἡ γωνία Ε τήν ὁποίαν σχηματίζει ἡ προσπίπτουσα μέ τήν ἀναδυομένην λέγεται γωνία ἐκτροπῆς. Ἡ γωνία ἐκτροπῆς ἑνός πρίσματος δέν εἶναι σταθερά, ἀλλά μεταβάλλεται. α) Μετά τῆς γωνίας προσπτώσεως. β) Μετά τοῦ δείκτου διαθλάσεως. γ) Μετά τῆς διαθλαστικῆς γωνίας

τοῦ πρίσματος.

8.- Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.

1) Ἐάν ἐπί πρίσματος ρίψωμεν δέσμη λευκοῦ φωτός (δηλ. φῶς τό ὁποῖον λαμβάνομεν ἀπό ἕν σῶμα εὐρισκόμενον εἰς κατάστασιν λευκοπυρώσεως) θά παρατηρήσωμεν ὅτι τό φῶς, ὄχι μόνον ἐκτρέπεται, ἀλλά μᾶς δίδει μίαν συνεχῆ ἐγχρωμον ταινίαν ἢ ὁποῖα ἀρχίζει ἀπό τό ἐρυθρόν χρώμα καί φθάνει ἕως τό ἰώδες. Τά χρώματα αὐτά διαδέχονται τό ἕνα τό ἄλλο κατά τήν σειράν· ἐρυθρόν, πορτοκαλλόχρουν, κίτρινον, πράσινον, κυανοῦν, βαθύ κυανοῦν καί ἰώδες. Τό φαινόμενον τῆς διασπάσεως τοῦ λευκοῦ φωτός ὑπό πρίσματος καλεῖται ἀνάλυσις, ἢ δέ ἐγχρωμος ταινία τήν ὁποίαν λαμβάνομεν φάσμα (σχ. 13). Μέ τήν ἀνάλυσιν τοῦ λευκοῦ φωτός ἀποδεικνύεται

α) Ὅτι τό λευκόν φῶς εἶναι σύνθετον, δηλαδή ἀποτελεῖται ἀπό ἀκτινοβολίες διαφόρων χρωμάτων, αἱ ὁποῖαι συντιθέμεναι δίδουν τό λευκόν φῶς.

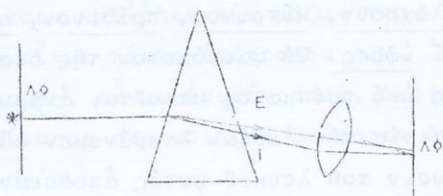


ΣΧ.13

β) Ὅτι ὁ δείκτης διαθλάσεως τῆς ὕλης εἶναι διαφορετικός διά τά διάφορα χρώματα, δι' ὅ καί τό φῶς ὑφίσταται τήν ἀνάλυσιν.

2) 'Ανασύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός

'Εάν ἐπὶ ἑνὸς πρίσματος ρίψωμεν δέσμη λευκοῦ φωτός, αὕτη θά ἀναλυθῆ. 'Εάν τὸ προκύπτον ἐκ τῆς ἀναλύσεως φάσμα τὸ συγκεντρώσωμεν ἐπὶ ἑνὸς σημείου πετάσματος θά παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ σημεῖον αὐτὸ εἶναι λευκόν. 'Η συγκέντρωσις τῶν φωτεινῶν ταινιῶν, δύναται νὰ γίνη ἢ διὰ συγκλίνοντος φακοῦ ἢ διὰ πρίσματος-φακοῦ.



Σχ. 14

'Η ἀνασύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός, δύναται νὰ ἐπιδειχθῆ καὶ διὰ τοῦ δίσκου τοῦ Νεύτωνος. 'Ενὸς δίσκου ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἔχουν κυκλικῶς τοποθετηθῆ τὰ χρώματα τοῦ λευκοῦ φωτός μέ τὴν σειρὰν καὶ τὴν ἀναλογίαν πού ὑπάρχουν εἰς τὸ φάσμα. 'Εάν ὁ δίσκος τεθῆ εἰς περιστροφὴν ὁ δὲ ἀριθμὸς τῶν περιστροφῶν γίνη 12στρ / sec τότε παρατηροῦντες μίαν θέσιν ἐπὶ τοῦ δίσκου, θά δεχώμεθα τὰ ἐρεθίσματα ὅλων τῶν χρωμάτων, κατὰ τὴν διάρκειαν $1/12$ τοῦ δευτερολέπτου. 'Επειδὴ ὁ ὀφθαλμὸς μας ἔχει τὴν ἰκανότητα νὰ διατηρῆ τὸ ἐρέθισμα ἐπὶ $1/12$ τοῦ δευτερολέπτου, θά ὑπάρχουν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν μας τὰ ἐρεθίσματα ὅλων τῶν χρωμάτων, ἡμεῖς ὅμως θά ἔχωμεν τὴν αἰσθησιν τοῦ λευκοῦ φωτός.

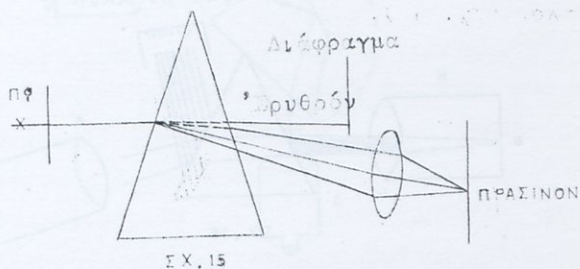
3) Κάθε χρῶμα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλοῦν καὶ δέν δύνα-

ται νά ἀναλυθῆ σέ ἀπλούστερα.

Ἐάν λάβωμεν ἓν χρώμα, ἐκ τοῦ φάσματος τοῦ λευκοῦ φωτός καί τὸ ἀναγκάσωμεν νά διέλθῃ διὰ πρίσματος θά παρατηρήσωμεν ὅτι, ἐκτρέπεται ἀλλὰ δέν ἀναλύεται.

4) Συμπληρωματικά χρώματα:

Δέσμη λευκοῦ φωτός προσπίπτουσα ἐπὶ πρίσματος δίδει μίαν ἑγχρωμον ταινίαν. Ἐάν μὲ διάφραγμα ἀφαιρέσωμεν ἐκ τοῦ φάσματος τὴν ἐρυθρὰν περιοχὴν, τὰς δὲ ἄλλας τὰς συγκεντρώσωμεν διὰ φακοῦ ἐπὶ σημείου πετάσματος, θά παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ κηλὶς δέν ἔχει χρώμα λευκόν, ἀλλὰ πράσινον (σχ. 15).

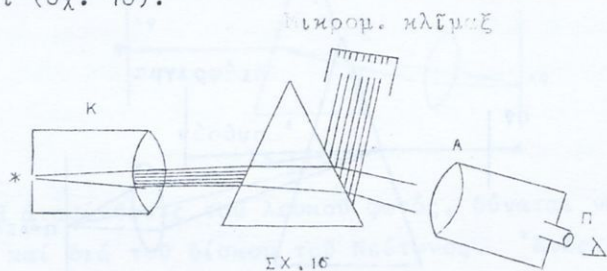


Ἐάν ἀφήσωμεν νά περάσῃ καί τὸ ἐρυθρόν τότε ἡ κηλὶς θά γίνῃ λευκή, ἄρα τὸ πράσινον καί τὸ ἐρυθρόν δίδουν λευκόν χρώμα. Τὰ χρώματα τὰ ὁποῖα, ἀνά ζεύγη δίδουν λευκόν χρώμα λέγονται συμπληρωματικά, συμπληρωματικά δέν εἶναι μόνον ἀνά ζεύγη τὰ χρώματα, ἀλλὰ κάθε ἓν χρώμα εἶναι συμπληρωματικόν τοῦ χρώματος τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νά λάβωμεν, ἐάν ἀναμίξωμεν τὰ ὑπόλοιπα χρώματα τοῦ φάσματος.

9.- Φασματοσκόπιον - Φασματογράφος.

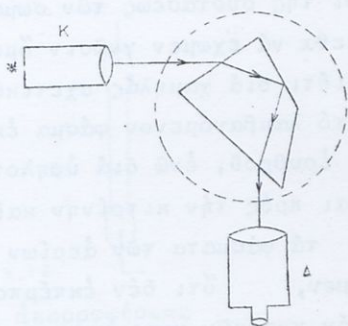
Διὰ τὴν ἐξέτασιν τῶν φασμάτων τῶν διαφόρων ἀκτι-

νοβολιῶν, ὡς καί τῶν ἀλλοιώσεων αὐτῶν χρησιμοποιοῦμεν ὄργανα τά ὁποῖα ὀνομάζονται φασματοσκόπια. Τό φασματοσκόπιον ἀποτελεῖται ἀπό ἓν πρίσμα τό ὁποῖον εἶναι τοποθετημένον ἐπί ὀριζεντίου τραπέζης. Πρός τήν μίαν πλευράν τοῦ πρίσματος ὑπάρχει σωλήν, ὀνομαζόμενος κατευθυντήρ Κ. Ὁ κατευθυντήρ εἶναι μεταλλικός σωλήν ὁ ὁποῖος, εἰς τό ἓν ἄκρον του φέρει σχισμῆν, δυναμένη νά ἐλαττοῦται δι' εἰδικοῦ κοχλίου, εἰς δέ τό ἄλλον ἄκρον φακόν τοποθετημένον εἰς θέσιν ὥστε ἡ ἔστιά του νά συμπίπτῃ μέ τήν σχισμῆν καί αἱ ἐξερχόμεναι ἀκτῖνες νά εἶναι παράλληλοι (σχ. 16).



Πρός τήν ἄλλην πλευράν τοῦ πρίσματος, ὑπάρχει διόπτρα παρατηρήσεως ἀποτελουμένη ἀπό τόν ἀντικειμενικόν φακόν Α καί τόν προσοφθάλμιον Π. Πρός τήν πλευράν τῆς διόπτρας ὑπάρχει καί τρίτος σωλήν ὁ ὁποῖος φέρει κλίμακα μικρομετρική. Ἡ μικρομετρική κλίμαξ φωτιζομένη ἀνακλᾷ τό φῶς· τό ἐξ ἀνακλάσεως προσπίπτει ἐπί τῆς ἔδρας τοῦ πρίσματος ὑπό γωνίαν μεγαλυτέραν τῆς ὀριμῆς καί ἀνακλῶμενον εἰσέρχεται εἰς τήν διόπτραν παρατηρήσεως. Κατ' αὐτόν τόν τρόπον παρατηροῦμεν τό φάσμα καί τήν κλίμακα συγχρόνως, δυνάμενοι νά προσδιορίσωμεν τάς θέσεις διαφόρων ἐναλλαγῶν τοῦ φάσματος. Ἐάν τό προσοφθάλμιον σύ-

στημα αντικατασταθῆ διὰ σκοτεινοῦ θαλάμου φωτογραφικῆς μηχανῆς, λαμβάνομεν τόν φασματογράφον. Σήμερον, ἀντί τοῦ ἀνωτέρω χρησιμοποιεῖται τό φασματοσκόπιον σταθερῆς ἐκτροπῆς. Τό φασματοσκόπιον τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπό πρίσμα εἰδικοῦ σχήματος, τό ὁποῖον ἔχει τήν ἰδιότητα νά σχηματίζη σταθεράν γωνίαν μεταξύ προσπιπτούσης ἀκτῖνος καί ἐξερχομένης, μάλιστα δέ 90° , δι' ὅ οἱ ἄξονες τοῦ κατευθυντήρος καί διόπτρας εἶναι σταθεροί καί κάθετοί (σχ.17)



10.- Φάσματα

ΣΧ.17

Ἐν σῶμα θερμαινόμενον ἐκπέμπει ἐνέργειαν πρὸς τό περιβάλλον, τό μέγεθος τῆς ὁποίας ἐξαρτᾶται ἀπό τή θερμοκρασίαν. Ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος αὐξάνεται ἡ ἐκπεμπομένη ἐνέργεια μετατοπίζεται ἀπό τό ἐρυθρόν χρῶμα πρὸς τό ἰώδες. Ἐξετάζοντες διὰ πρίσματος τήν ἐκπεμπομένην ἐνέργειαν ὑπό τινος σώματος, δυνάμεθα νά λάβωμε γνῶσιν, τόσον διὰ τήν θερμοκρασίαν του, ὅσον καί διὰ τήν σύστασιν τοῦ σώματος.

Τά φάσματα γενικῶς δυνάμεθα νά τά διαιρέσωμεν εἰς δύο κυρίως κατηγορίας:

A.- Φάσματα έκπομπής, καλοῦνται τὰ φάσματα τὰ ὅποια λαμβάνομεν ὅταν μεταξύ φωτεινῆς πηγῆς καί πρίσματος ἀναλύσεως δέν παρεμβάλλεται ἀπορροφητικόν μέσον. Ἐξετάζοντες τὰ φάσματα τῶν στερεῶν καί ὑγρῶν εἰς ὑψηλῆς θερμοκρασίαν παρατηροῦμεν ὅτι εἶναι συνεχῆ χωρίς καμμίαν διακοπήν. Οὕτω λαμβάνομεν τὰ χρώματα κατὰ σειράν, ἔρυθρόν, πορτοκαλόχρουν, κίτρινον, πράσινον, κυανοῦν, βαθύ κυανοῦν καί ἰώδες. Ἐπειδή τὰ στερεά καί τὰ ὑγρά ἐκπέμπουν φάσματα συνεχῆ δέν δυνάμεθα νά ἐξαγάγωμεν συμπεράσματα περί τῆς συστάσεως τῶν σωμάτων τὰ ὅποια ἐκπέμπουν, δυνάμεθα νά ἔχωμεν γινῶσιν ὅμως διὰ τήν θερμοκρασίαν των. Διότι διὰ χαμηλᾶς σχετικῶς θερμοκρασίας τῶν σωμάτων, τό λαμβανόμενον φάσμα ἐκτείνεται εἰς τήν περιοχὴν τοῦ ἔρυθροῦ, ἐνῶ διὰ ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας, ἐπεκτείνεται πρός τήν κίτρινην καί ἰώδη περιοχὴν. Ὅσον ἀφορᾷ τὰ φάσματα τῶν ἀερίων ὑπό χαμηλὴν πίεσιν παρατηροῦμεν, ὅτι δέν ἐκπέμπουν φάσματα συνεχῆ, ἀλλά ἀριθμὸν γραμμῶν χαρακτηριστικῶν τῶν ἀερίων. Διὰ νά ἀναγκάσωμεν ἓν ἀέριον νά ἀκτινοβολήσῃ ἐγκλείομεν τοῦτο εἰς σωλῆνα ὑπό χαμηλὴν πίεσιν, εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὁποίου ἔχωμεν συντήξει δύο ἤλεκτρόδια. Ἐάν εἰς τὰ ἤλεκτρόδια ἐφαρμόσωμεν ὑψηλὴν τάσιν δημιουργεῖται ἤλεκτρικὴ ἐκκένωσις καί διαγειρόμενον τό ἀέριον ἀκτινοβολεῖ. Ὁ σωλῆν αὐτός καλεῖται σωλῆν Geissler. (σχ. 18). Ἐάν τό σῶμα εἶναι στερεόν διὰ νά λάβωμεν τό φάσμα τῶν ἀτμῶν του δυνάμεθα νά τό θέσωμεν εἰς λύχνον φωταερίου ἢ εἰς βολταιϊκόν τόξον. Ἐξαιμιζόμενον λαμβάνομεν τό φάσμα τῶν ἀτμῶν του. Εἰς αὐτό ὀφείλεται τό κίτρινον χρῶμα τῆς φλογός τοῦ φωταερίου ὅταν θέσωμεν

μεταλλικόν Na. Ὡς εἶδομεν τὰ ἀέρια ὑπὸ χαμηλῆν πίεσιν δίδουν χαρακτηριστικόν ἀριθμὸν γραμμῶν, καὶ ὡς ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου αὐξηθῆ, τότε αἱ γραμμαὶ τοῦ φάσματος πλατύ- νονται καὶ τέλος ἐνούμεναι δίδουν φάσματα συνεχῆ. Αὐ- το ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι τὰ ἀέρια ὑπὸ ὑψηλῆν πίεσιν εὐ- ρίσκονται σέ μοριακὴν κατάστασιν.

Ἐπειδὴ ἕκαστον ἀέριον ἐκπέμπει φάσμα γραμμικόν, χαρακτηριστικόν τοῦ ἀερίου, δυνάμεθα ἐξετάζοντες τὸ φά- σμα του νὰ γνωρίζωμεν τὸ ἐκπέμπον ἀέριον.



Fig. 18

B. - Φάσματα ἀπορροφίσεως

Καλοῦνται τὰ φάσματα τὰ ὁποῖα λαμβάνομεν ὅταν με- ταξὺ πηγῆς λευκοῦ φωτός καὶ πρίσματος ἀναλύσεως θέσω- μεν διάφορα μέσα ἀπορροφίσεως. Διὰ νὰ λάβωμεν φάσμα ἀ- πορροφίσεως τοποθετοῦμεν πηγὴν λευκοῦ φωτός πρό τῆς σχισμῆς καὶ λαμβάνομεν ἓν συνεχές φάσμα. Ἐάν μεταξὺ πρίσματος καὶ κατευθυντήρος τοποθετήσωμεν τὸ ἀπορ- ροφούν μέσον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἐπὶ τοῦ συνεχοῦς φά- σματος θὰ λείπουν ὀρισμένοι γραμμαὶ ἢ περιοχαί. Ἐάν τὸ ἀπορροφούν μέσον εἶναι ἔγχρωμον στερεόν ἢ ὑγρὸν παρα- τηροῦμεν ὅτι ἀπὸ τὸ φάσμα ἐλλεῖπει ὀλόκληρος περιοχὴ. Ἐάν πάλιν τὸ μέσον εἶναι πρασίνη πλάξ ἐπὶ τοῦ πετάσματος θὰ ἐμφανισθῆ μόνον ἡ πρασίνη περιοχὴ. Ἐάν δὲ θέσωμεν διάλυ-

μα έρυθροῦ χρώματος επί τοῦ πετάσματος θά ἐμφανισθῆ ἡ ἐρυθρά περιοχὴ. Ἄρα τὰ ἔγχρωμα στερεά καὶ ὑγρά ἀπορροφοῦν ὅλας τὰς περιοχὰς τοῦ φάσματος πλὴν ἐκείνων μέ τὰς ὁποίας φαίνονται κηρωσμένα. Διὰ νὰ ἐξειιάσωμεν τὴν ἀπορρόφησιν τῶν ἀερίων τοποθετοῦμεν μεταξύ πηγῆς λευκοῦ φωτός καὶ πρίσματος ἀναλύσεως ἀέριον ἢ ἀτμούς. Τό ἀέριον τίθεται ἐντός σωλῆνος Geissler, ὑπὸ χαμηλὴν πίεσιν.

Διὰ νὰ πάρωμεν ἀτμούς στερεοῦ π.χ. $ClNa$ τοποθετοῦμεν τό $ClNa$ εἰς φλόγα φωταερίου, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φλόγα τοῦ φωταερίου χρωματίζεται κίτρινη, τοποθετουμένη δέ ὡς ἄνωτέρω ἀπορροφᾷ δύο γραμμὰς εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ κίτρινου χρώματος καὶ μάλιστα ἐκείνας τὰς ὁποίας ἐξέπεμπεν ὅταν ἦτο πηγὴ φωτός. Ἐνάλογα παρατηροῦμεν καὶ διὰ τὰ ἀέρια. Ἄρα, τὰ ἀέρια καὶ οἱ ἀτμοὶ ἀπορροφοῦν ὑπὸ χαμηλὴν πίεσιν καὶ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τὰς χαρακτηριστικὰς τῶν γραμμὰς τὰς ὁποίας ἔδιδον ὅταν ἦσαν πηγαί φωτός. Ὁ νόμος αὐτός διετυπώθη ὑπὸ τοῦ Kirchhoff καὶ λέγεται ἀντιστροφή τῶν φασματικῶν γραμμῶν.

11.- Φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις

Ὡς εἶδομεν τὰ γραμμικά φάσματα ἐκπομπῆς ἢ ἀπορροφήσεως εἶναι χαρακτηριστικὰ τῶν ἀερίων πού τὰ ἐκπέμπουν ἢ ἀπορροφοῦν.

Ἄρα δυνάμεθα ἐξετάζοντες τό φάσμα ἐκπομπῆς ἢ ἀπορροφήσεως ἀτμῶν ἢ ἀερίων νὰ καθωρίσωμεν τὰ χημικά στοιχεῖα ἀπό τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται. Ἡ ἀνάλυσις αὕτη καλεῖται φασματοσκοπικὴ καὶ μᾶς παρέχει τὴν ἰκανότητα, νὰ διαπιστώσωμεν ἀκόμη καὶ ἕχνη ἑνός ἀερίου εἰς μίγμα. Κατ' αὐτόν τόν τρόπον ἀνεκαλύφθη τό ἀέριον ἥλιον εἰς τὴν

χρωμόσφαιραν ὡς καὶ ἄλλα πού ἀπαντῶνται εἰς τὴν Φύσιν

12.- Ἡλιακὸν Φάσμα

Ἐξετάζοντες τὸ φάσμα τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, παρατηροῦμεν ὅτι εἶναι μίᾳ συνεχῆς φωτεινῆ ταινία ἐπὶ τῆς ὁποίας ὑπάρχει ἓνα πλῆθος σκοτεινῶν γραμμῶν. Ἐξ οὗ συμπεραίνομεν ὅτι εἶναι φάσμα ἀπορροφῆσεως. Τὸ φάσμα τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἐμελετήθη πρῶτον ὑπὸ τοῦ Fraunhofer ὁ ὁποῖος ἐχαρακτήρισεν τὰς σκοτεινάς γραμμάς διὰ τῶν ἀρχικῶν τοῦ Λατινικοῦ ἀλφαβήτου. Ἡ ἐμφάνισις τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ὀφείλεται εἰς τὴν ἀπορρόφησιν πού ὑφίστανται αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου διερχόμεναι διὰ τῆς χρωμόσφαιρας. Διότι ἡ χρωμόσφαιρα εἶναι ἀέριον χαμηλῆς πίεσεως καὶ ὑψηλῆς θερμοκρασίας. Ἐξετάζοντες τὰς σκοτεινάς γραμμάς καὶ συγκρίνοντες μέ τὰ φάσματα ἀπορροφῆσεως τῶν διαφόρων στοιχείων, δυνάμεθα νά εὔρωμεν τὴν σύστασιν τῆς χρωμόσφαιρας.

Τὴν σύστασιν τῆς χρωμόσφαιρας δυνάμεθα ὁμοίως νά εὔρωμεν λαμβάνοντες τὸ φάσμα ἐκπομπῆς τῆς κατὰ τὴν ὀλικὴν ἔκλειψιν τοῦ ἡλίου. Τότε ἡ Σελήνη παρεμβαλλομένη, ἀφαιρεῖ τὸ φῶς τῆς φωτοσφαιρας καὶ μᾶς ἐπιτρέπει νά ἐξετάσωμεν τὸν φωτεινὸν δακτύλιον τοῦ περιβλήματος τοῦ ἡλίου (τῆς χρωμόσφαιρας). Τὸ λαμβανόμενον φάσμα τῆς χρωμόσφαιρας εἶναι γραμμικὸν μέ φωτεινάς γραμμάς ἀκριβῶς εἰς τὰς θέσεις τῶν σκοτεινῶν γραμμῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος.

Ἐκτός τῆς ἀπορροφῆσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, τῆς ὀφειλομένης εἰς τὴν χρωμόσφαιραν ὑφίσταται καὶ μίαν ἀπορρόφησιν κατὰ τὴν δίοδον διὰ τῆς ἀτμοσφαιρας τῆς γῆς (διότι μόνον τὸ κενόν δέν ἀπορροφᾷ τὸ φῶς). Λόγω ἀπορ-

σχηματίζεται ή προβλεπομένη φωτεινή γραμμή, αλλά ή ό-
πή συμπεριφέρεται ώς φωτεινόν σημείον έκπέμπον φώς
πρός όλας τάς διευθύνσεις. 'Η διάφορος συμπεριφορά, ά-
ναλόγως τών περιπτώσεων, ώθησεν κατά διαφόρους έποχά-
τούς έρευνητάς είς τήν εξέτασιν τής μορφής τής έκπε-
πομένης ένεργείας υπό ένός σώματος εύρισκομένου είς
κατάστασιν λευκοπυρώσεως.

1) Πρώτη θεωρία διατυπωθεΐσα διά τήν φύσιν του φωτός
είναι ή θεωρία τής έκπομπής του Νεύτωνα. Αυτη διευτυπώ-
θη τόν 17ον αΐωνα και παραδέχεται ότι ή έκπεμπομένη έ-
νεργεια, υπό σώματος εύρισκομένου είς ύψηλήν θερμοκρα-
σίαν είναι σωματίδια άβαρη κινούμενα εύθυγράμμως μέ
τήν ταχύτητα του φωτός $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec. Τά σωματίδια δι-
απερνούν κάθε διαφανές μέσον, εισερχόμενα είς τόν όφ-
θαλμόν μας έρεθίζουν τό όπτικόν νεύρον, δίδοντας εί-
ήμας τήν αΐσθησιν τής όράσεως.

'Η θεωρία τής έκπομπής έξηγεί τά φαινόμενα τής
σκιάς, άνακλάσεως, άδυνατεί όμως νά έξηγήση τό φαινό-
μενον τής διαθλάσεως καταλήγουσα είς τό συμπέρασμα ό-
τι ή ταχύτης του φωτός θά πρέπει νά είναι μεγαλυτέρα
είς τά πυκνότερα μέσα και ούχι μικροτέρα. 'Ομοίως μή
δυναμένη νά έξηγήση τήν περιθλασιν και συμβολήν κατέ-
πεσεν.

2.- Θεωρία κυμάνσεων

Μετά τόν Νεύτωνα ό Huggens και άργότερον ό FRES-
NEL διευτύπωσαν τήν θεωρίαν τών κυμάνσεων στηριζόμε-
νοι είς τό φαινόμενον τής συμβολής και περιθλάσεως.
Κατά τήν θεωρίαν αυτήν τό φώς είναι κϋμα όμοιον μέ έ-

κεῖνο πού δημιουργεῖται ἐπί μιᾶς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος ὅταν ρίψωμεν ἓνα λίθον. Μὲ τὴν θεωρίαν τῆς κυματικῆς ὑφῆς τοῦ φωτός ἐξηγοῦνται ὅλα τὰ φαινόμενα.

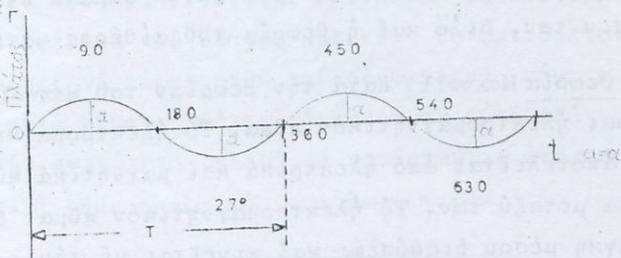
Διὰ τὴν καλυτέραν κατανόησιν τῆς κυματικῆς ὑφῆς τοῦ φωτός εἶναι ἀπαραίτητος ἡ γνῶσις τῶν ἐννοιῶν τοῦ κύματος.

Σημείωσις: Περί κυμάτων.

Ἐάν ἐπί μιᾶς ἡρεμούσης ἐπιφανείας ὕδατος ρίψωμεν ἓν σῶμα ἢ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος θά διαταραχθῆ, ἡ δέ διαταραχή θά διαδίδεται ὑπό μορφήν κύκλων πέριξ τῆς πηγῆς ἀπό μορίου εἰς μόριον ὕδατος. Ἡ διαταραχή δέν διαδίδεται διὰ μεταφορᾶς τῆς ὕλης. Ἡ διαταραχή ἢ ὁποῖα δημιουργεῖται εἰς ἓν μέσον καὶ διαδίδεται ἀπό μορίου εἰς μόριον τοῦ μέσου, καλεῖται γενικῶς κῦμα. Τὰ κύματα τὰ διακρίνομεν εἰς διαμήκη καὶ ἐγκάρσια. Διαμήκη καλοῦνται τὰ κύματα κατὰ τὴν διάδοσιν τῶν ὁποίων τὰ μόρια τοῦ μέσου κινοῦνται κατὰ τὴν διεύθυνσιν διαδόσεως ὡς πυκνώματα καὶ ἀραιώματα ἐμφανιζόμενα εἰς τὰ ἀέρια καὶ ἐντός τῆς μάζης τῶν ὑγρῶν. Ἐγκάρσια κλοῦνται τὰ κύματα τὰ ὁποῖα κατὰ τὴν διάδοσιν τῶν τὰ μόρια τῆς ὕλης πάλλονται καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν διαδόσεως. Δημιουργοῦνται εἰς τὰ στερεὰ καὶ εἰς τὰς ἐπιφανείας τῶν ὑγρῶν. Ταχύτης διάδοσεως καλεῖται ἡ ταχύτης μὲ τὴν ὁποίαν διαδίδεται ἢ διαταραχή εἰς τό μέσον. Ὄταν ἡ πηγὴ διαταραχῆς ἔχει ἡμιτονικὴν μορφήν, τότε καὶ τό παραγόμενον κῦμα εἶναι ἡμιτονοειδές. Κάθε ἡμιτονοειδές κῦμα περισταται δι' ἡμιτονοειδοῦς καμπύλης (σχ. 19).

Περίοδος κυμάνσεως καλεῖται ὁ χρόνος ἐπαναλήψεως τοῦ φαινομένου (T). Εἰς χρόνον μιᾶς περιόδου τό κῦμα δι-

αδίδεται κατά μίαν απόστασιν λ , ἡ ἀπόστασις αὕτη καλεῖται μῆκος κύματος. Τό μῆκος κύματος δύναται νά ὀρισθῆ ὡς ἡ ἀπόστασις μεταξύ δύο σημείων ἐπί τῆς ἡμιτονοειδοῦς καμπύλης τά ὁποῖα ἀπέχουν κατά 360° .



ΣΧ . 19

Συχνότης μιᾶς κυμάνσεως καλεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐπαναλήψεων τοῦ φαινομένου εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου (ν). Ἐάν διαιρέσωμεν τὸ μῆκος κύματος λ διὰ τῆς περιόδου λαμβάνομεν τὴν ταχύτητα διαδόσεως $\nu = \frac{\lambda}{T}$ ἢ ἐπειδὴ $T = \frac{1}{\nu}$ ἔχομεν $\nu = \lambda\nu$. Ἐνῶ τὰ διαμήκη εἶναι πυκνώματα καὶ ἀραιώματα, τὰ ἐγκάρσια εἶναι κοιλώματα καὶ ἐξάρσεις.

Τὴν ἐποχὴν πού διευτυπώθη ἡ θεωρία τῶν κυμάνσεων, ἦσαν γνωστὰ μόνον τὰ ὑλικά κύματα, ἄρα τὸ φῶς θά ἔπρεπε νά διαδίδεται μόνον ἐντός τῆς ὕλης, κατ'αὐτὸν δέ τὸν τρόπον δέν θά ἦρχετο ἀπὸ τὸν ἥλιον διανύοντας τὸν μεσοαστρικὸν χῶρον ὁ ὁποῖος εἶναι κενός.

Πρὸ τῆς ἀδυναμίας ὁ Huggons νά ἐξηγήσῃ τὴν διάδοσιν τοῦ φωτός διὰ τοῦ κενοῦ, διετύπωσεν τὴν θεωρίαν τοῦ αἰθέρος. Ὁ ἀστρικός χῶρος καὶ τὸ κενόν καταλαμβάνεται ἀπὸ ἓν ἀέριον καλούμενον αἶθέρα, τὸ ὁποῖον παλλόμενον διαδίδει τὸ φῶς. Ἡ συχνότης τοῦ φωτός εἶναι

πάρα πολύ μεγάλη και διά νά πάλλεται ό αίθήρ μέ τόση μεγάλη συχνότητα πρέπει νά ἔχη ὑπερελαστικές ιδιότητες. Ἐπειδή ἡ ἔλαστικότης ἑνός μέσου ἐξαρτᾶται ἀπό τήν πυκνότητα ἔπρεπε ό αίθήρ νά ἔχη πολύ μεγάλην πυκνότητα και νά ἐμποδίζη τά οὐράνια σώματα εἰς τήν κίνησιν των, δι'ό και ἡ θεωρία τοῦ αίθέρος κατέπεσεν.

3) Θεωρία Maxwell Κατά τήν θεωρίαν τοῦ Maxwell τό φῶς εἶναι ἠλεκτρομαγνητικόν κύμα. Τό ἠλεκτρομαγνητικόν κύμα ἀποτελεῖται ἀπό ἠλεκτρικά και μαγνητικά κύματα κάθιστα μεταξύ των. Τό ἠλεκτρομαγνητικόν κύμα δέν ἔχει ἀνάγκη μέσου διαδόσεως και κινεῖται μέ τήν ταχύτητα $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec εἰς τό κενόν.

15.- Συμβολή τοῦ φωτός

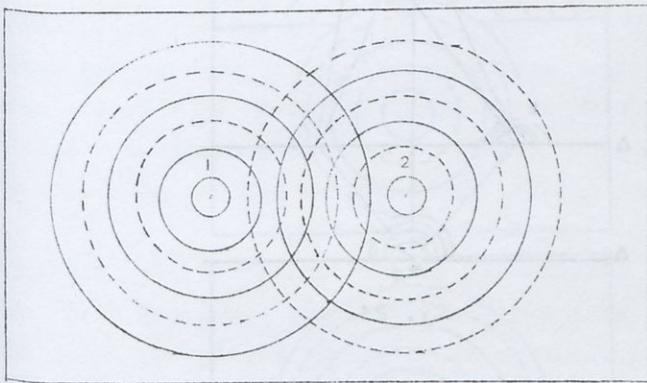
Μέ τόν ὄρον συμβολή ἐννοοῦμεν τό συνιστάμενον ἀποτελεσμα δύο διαταραχῶν εἰς ἓν και τό αὐτό μέσον. Διά τήν καλυτέραν γνῶσιν τοῦ φαινομένου πραγματοποιοῦμεν, τό φαινόμενον τῆς συμβολῆς εἰς ἓν ὑδάτινον μέσον. Πρός τοῦτο ρίπτομεν ἐπί ἡρεμούσης ἐπιφανείας ὕδατος 2 σφαιρας τοῦ αὐτοῦ βάρους, σχήματος & ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὕφους.

Ἐπειδή αἱ σφαῖραι θά ἔχουν τήν αὐτήν ἐνέργειαν αἱ δημιουργούμεναι κυμάνσεις θά ἔχουν τό αὐτό πλάτος και μήκος κύματος.

Δύο πηγαί πού παράγουν κυμάνσεις τοῦ αὐτοῦ πλάτους και μήκους κύματος λέγονται σύμφωνοι.

Αἱ δύο ὑδάτινοι πηγαί εἶναι σύμφωνοί 1 & 2 (Σχ. 20) & τά κύματά των παρίστανται ἐπί τοῦ χάρτου, τά μέν κολώματα διά διακεκομένων αἱ δέ ἐξάρσεις διά συνεχῶν γραμμῶν. Τά κύματα διαδιδόμενα ἐπί τῆς ἐπιφανείας τοῦ

Ύδατος ἔρχονται εἰς συμβολήν. Εἰς τὰ σημεῖα ὅπου ἐξάρσεις τῶν δύο πηγῶν συμβάλλουν ἐκεῖ τό ὕψος τῆς ἐξάρσεως αὐξάνει, ἐνῶ ἐκεῖ ὅπου συμβάλλουν δύο κοιλώματα τό βάθος αὐξάνει. Εἰς ἐκεῖνα ὅμως τὰ σημεῖα ὅπου συμβάλη μία ἐξάρσις καί ἓν κοιλώμα ἐπέρχεται ἀμοιβαία ἐξουδετέρωσις καί ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος ἡρεμεῖ. Τό φαινόμενον τοῦτο θά πρέπει νά παρατηρηθῆ καί σέ φωτεινά κύματα. Τά φωτεινά αὐτά κύματα πρέπει νά ἔχουν τό αὐτό πλάτος καί τήν αὐτήν συχνότητα δηλαδή νά προέρχονται ἀπό συμφωνες πηγές. Ἡ δημιουργία δύο συμφώνων πηγῶν



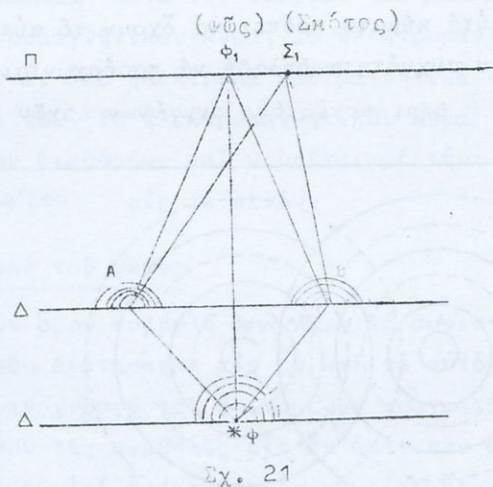
ΣΧ. 20

εἰς τήν ὀπτικήν εἶναι πολύ δύσκολον (ἀδύνατον) διά τοῦτο τό φαινόμενον συμβολῆς ἐπραγματοποιήθη ὑπό τοῦ YOUNG ἀλλά μέ φῶς προερχόμενον ἐκ μιᾶς πηγῆς (σχ. 21)

Ἔλαβεν μονοχρωματική πηγῆ, Φ πρό διαφράγματος Δ.

Ὅπισθεν αὐτοῦ ἔθεσε δεῦτερον διάφραγμα μέ δύο ὀπτάς (Α, Β) πολύ μικρᾶς διαμέτρου συμμετρικάς ὡς πρός τήν ὀπὴν τοῦ πρώτου. Ἀπό τὰς ὀπᾶς Α, Β ἐξέρχεται φῶς τοῦ αὐτοῦ μήκους κύματος καί τοῦ αὐτοῦ πλάτους. Τό ἐξερχόμενον φῶς

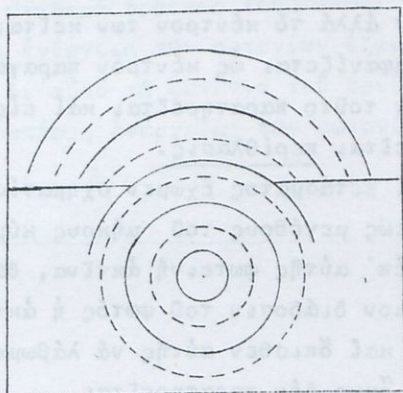
ἐκ τῶν (A, B) ὁπῶν προσπίπτει ἐπὶ τοῦ πετάσματος Π
 εἰς τὴν θέσιν τοῦ πετάσματος Φ_1 , φθάνει τὸ φῶς ἀφοῦ
 διανύσῃ τὸν αὐτὸν δρόμον, ἄρα ἐὰν διὰ μίαν χρονικὴν
 στιγμὴν φθάνει ὡς ἕξαρσις τὸ φῶς ἐκ τοῦ A, τὸ αὐτὸ θά
 συμβαίη καὶ διὰ τὸ φῶς ἐκ τοῦ B με ἀποτέλεσμα νά ἔ-
 χωμεν ἐνίσχυσιν δηλ. ἰσχυρὸν φωτισμὸν.



εἰς τὴν θέσιν Σ_1 αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες διανύουν
 ἀνίσους δρόμους. Ἐὰν ἡ διαφορά δρόμου $|A\Sigma_1 - B\Sigma_1| = \frac{\lambda}{2}$
 τότε ἐνῶ τὸ φῶς ἐκ τοῦ A φθάνει ὡς ἕξαρσις ἐκ τοῦ B
 θά φθάνῃ ὡς κόιλωμα καὶ συμβάλλοντα ἀμοιβαίως θά ἔ-
 ξουδετερωθοῦν. Ἔτσι ἐπὶ τοῦ πετάσματος καὶ εἰς τὰ
 σημεῖα ὅπου ἡ διαφορά δρόμου εἶναι περιττὸν πολλαπλά-
 σιον τοῦ $\frac{\lambda}{2}$ ἐκεῖ αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες ἀμοιβαίως θά ἔ-
 ξουδετεροῦνται με ἀποτέλεσμα νά ἐμφανίζωνται κροσσοί
 σκοτεινοὶ καὶ φωτεινοὶ ἐναλλάξ.

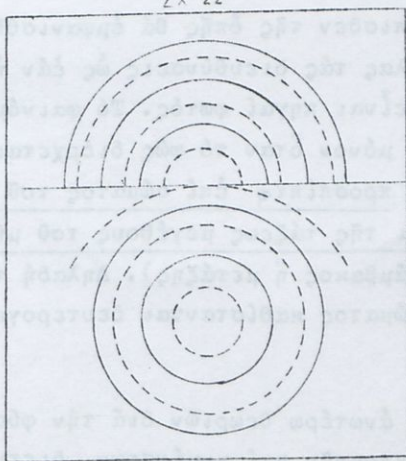
16.- Παράθλασις ἢ περίθλασις τοῦ φωτός

Διὰ τὴν κατανόησιν τοῦ φαινομένου τῆς περιθλάσεως περιγράφομεν τὸ φαινόμενον μὲ ὑδάτινα κύματα σχηματιζόμενα ἐπὶ ἐπιφανείας ὕδατος (σχ. 22). Ἐάν ἐπὶ ἐπιφανείας ὕδατος ρίψωμεν λίθον θά σχηματισθοῦν κυκλικῶς κύματα.



Διάφραγμα

ΣΧ. 22



Διάφραγμα

ΣΧ. 23

Παρεμβάλλοντες ἓν διάφραγμα μεγάλου ἀνοίγματος (σχ.22) θά παρατηρήσωμεν ὅτι τὰ κύματα θά διέλθουν διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος, οἱ δέ κύκλοι των θά εἶναι ὁμόκεντροι πρὸς τοὺς κύκλους τῶν ἀρχικῶν κυμάτων.

Ἐάν ὅμως περιορίσωμεν τὸ ἀνοίγμα τοῦ διαφράγματος ἀρκετὰ θά παρατηρήσωμεν ὅτι οἱ κύκλοι τῶν κυμάνσεων ὀπισθεν τῆς ὀπῆς δέν εἶναι ὁμόκεντροι μέ τοὺς ἀρχικούς (σχ. 23) ἀλλά τὸ κέντρον των κεῖται ἐπὶ τῆς ὀπῆς, δηλ. ἡ ὀπή ἐμφανίζεται ὡς κέντρον παραγωγῆς κυμάνσεων. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηρεῖται καί εἰς τὰ φωτεινά κύματα καί καλεῖται περίθλασις.

Ἐάν ἐπὶ πετάσματος ἔχωμεν σχηματίσει πολὺ μικρὰν ὀπὴν τῆς τάξεως μεγέθους τοῦ μήκους κύματος τοῦ φωτός καί ρίψωμεν ἐπ' αὐτῆς φωτεινὴ ἀκτίνα, θά πρέπει κατὰ τὴν εὐθύγραμμον διάδοσιν τοῦ φωτός ἡ ἀκτίς νά διέλθῃ διὰ τῆς ὀπῆς καί ὀπισθεν αὐτῆς νά λάβωμεν μίαν φωτεινὴ γραμμὴ; αὐτὸ ὅμως δέν παρατηρεῖται.

Ὄπισθεν τῆς ὀπῆς θά ἐμφανισθῇ φῶς διαδιδόμενον πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις ὡς ἐάν ἡ ὀπή ἢ τὰ σημεῖα τῆς νά εἶναι πηγαί φωτός. Τὸ φαινόμενον τοῦτο δέν παρατηρεῖται μόνον ὅταν τὸ φῶς διέρχεται δι' ὀπῆς ἀλλά καί ὅταν φῶς προσπίπτῃ ἐπὶ σώματος τοῦ ὁποίου αἱ διαστάσεις εἶναι τῆς τάξεως μεγέθους τοῦ μήκους κύματος, (π.χ. ἕνεσ βάμβακος ἢ μετάξης). Δηλαδή τῆς σημεῖα τῆς ὀπῆς ἢ τοῦ σώματος καθίστανται δευτερογενεῖς πηγαί φωτός.

17.- Ἐκ τῶν ἀνωτέρω θεωριῶν διὰ τὴν φύσιν τοῦ φωτός, δηλαδή τῆς ἐκπομπῆς καί κυμάνσεων, διετυπώθη θεωρία ὑπὸ τοῦ planck ἡ ὁποία συμβιβάζει τὴν διάφορον συμπερι-

φοράν εἰς τόν μακρόκοσμον (τὴν εὐθύγραμμον διάδοσιν) καί μικρόκοσμον (ὅτι τὸ φῶς εἶναι κύμα). Ἡ θεωρία αὕτη δέχεται ὅτι τὰ κύματα τὰ ὁποῖα ἐκπέμπονται ὑπὸ φωτεινῆς πηγῆς δέν εἶναι συνεχῆ ἀλλά ἀσυνεχῆ, παρουσιάζοντα σωματιακὴν ὑφὴν καί κυματικὴν.

Τὰ σωματίδια ταῦτα ὠνομάσθησαν φωτόνια ἢ δέ ἐνέργεια των εἶναι $E = h\nu$ ὅπου ν ἡ συχνότης τοῦ κύματος καί h ἡ σταθερά δράσεως τοῦ Planck.

Ἐπειδὴ ἡ ἐνέργεια τῶν φωτονίων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα δι' αὐτὸ τὰ φωτόνια τοῦ ἐρυθροῦ χρώματος εἶναι μικροτέρας ἐνεργείας τῶν φωτονίων τοῦ ἰώδους.

... (mirrored text) ...

... (mirrored text) ...

... (mirrored text) ...

... (mirrored text) ...

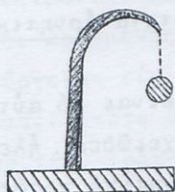
... (mirrored text) ...

ΜΕΡΟΣ Δ΄

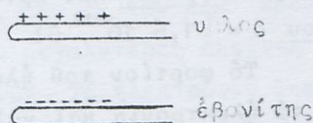
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

1.- Φύσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ στοιχειῶδες ἠλεκτρικόν φορτίον.

Λαμβάνομεν ράβδον στηριζομένην (σχ. 1) ἐπί βάσεως καὶ εἰς τὸ ἄκρον τῆς ἔχομεν ἀναρτήσει διὰ νήματος μετάξης, σφαιρίδιον ἐξ ἐντεριῶνῆς (φύχας). Λαμβάνομεν ὑαλίνην ράβδον καὶ ἀφοῦ προστρέψωμεν αὐτήν ἐπί μαλλίνου ὑφάσματος τὴν πλησιάζομεν εἰς τὸ σφαιρίδιον θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ὑαλίνη ράβδος θὰ ἔλθῃ τὸ σφαιρίδιον, θὰ συμβαίη δέ τοῦτο ἕως ὅτου ἔλθῃ εἰς ἐπαφήν, κατόπιν ὅμως θὰ ἀπωθῆ τὸ σφαιρίδιον.



Σκ. 1



Ἐάν λάβωμεν ράβδον ἀπὸ ἐβονίτην καὶ τὴν προστρέψωμεν εἰς τὸ μάλλινον ὑφάσμα, τὴν πλησιάσωμεν δὲ εἰς τὸ ἀπωθούμενον ἀπὸ τὴν ὑαλίνην ράβδον σφαιρίδιον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αὕτη θὰ τὸ ἔλθῃ. Τὰ ἀνωτέρω μᾶς ὀδηγοῦν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι αἱ ράβδοι τριβόμεναι ἐπί

του ύφασματος άπέκτησαν ώρισμένες ιδιότητες τάς όποίας ονομάζομεν ήλεκτρικάς. Είς τό άνωτέρω πείραμα παρατηρούμεν ότι αί συμπεριφοραί τών δύο ράβδων είναι αντίθετοι. "Αρα υπάρχουν δύο είδών ήλεκτρικαί ιδιότητες. Όταν έν σώμα έχη τήν ιδιότητα νά έλκη τό σφαιρίδιον λέγομεν ότι είναι ήλεκτρικώς φορτισμένον επειδή δέ υπάρχουν δύο είδών ήλεκτρικαί ιδιότητες, έχομεν δύο είδών ήλεκτρικά φορτία. Έκείνα τά όποια έμφανίζονται επί τής ύαλίνης ράβδου καί ονομάζονται θετικά (+) καί εκείνα τά όποια έμφανίζονται επί τής ράβδου από του έβονίτου καί λέγονται άρνητικά (-).

Η διάφορος συμπεριφορά κατά τήν τριβήν τών δύο ράβδων εξηγείται άν λάβωμεν υπ'όψιν τήν σύστασιν του άτόμου. Είς τό κεφάλαιον τής άτομικής φυσικής θά γνωρίσωμεν ότι ή ύλη συγκροτεΐται από άτομα. Κάθε άτομον άποτελεΐται από τόν πυρήνα καί τά περίξ αυτού περιφερόμενα ήλεκτρόνια.

α) Τό ήλεκτρόνιον είναι σωματίδιον τό όποϊον έχει ώρισμένην μάζαν καί ώρισμένην ποσότητα άρνητικοϋ φορτίου $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Cb}$

Τό φορτίον του ήλεκτρονίου, είναι τό αυτό δι'όλα τά ήλεκτρόνια καί καλεΐται στοιχειώδες ήλεκτρικόν φορτίον, διότι είναι ή έλαχίστη άρνητική ποσότης φορτίου ή όποία δύναται νά ύπάρξη.

β) Αντιθέτως από τό ήλεκτρόνιον ύπάρχει είς τό κέντρον παντός άτόμου έν σωματίδιον θετικώς φορτισμένον καλούμενον πυρήν, άποτελεΐται δέ από μικρότερα καλούμενα πρωτόνια. Έκαστον πρωτόνιον φέρει φορτίον ίσον μέ τό φορτίον του ήλεκτρονίου, αλλά αντιθέτου σημείου

ή δέ μάζα των εἶναι πολύ μεγαλύτερα τῆς μάζης τῶν ἠλεκτρονίων $m_p = 1836,2 m_e$

γ) Ἐκτός τοῦ πρωτονίου καί ἠλεκτρονίου ὑπάρχουν σωμάτια ο' δέτερα καλούμενα νετρόνια. Εἰς τὴν οὐδέτεραν κατάσταση τὰ ἅτομα ἔχουν τόσα ἠλεκτρόνια, ὅσα καί πρωτόνια, κατ' αὐτόν τόν τρόπον τὰ φορτία τοῦ πυρήνος ἐξουδετεροῦνται ἀπὸ τὰ ἀντίθετα φορτία τῶν ἠλεκτρονίων. Ἐάν εἰς ἓν ἅτομον προστεθῇ ἓν ἠλεκτρόνιον τότε θά πλεονάζη τό φορτίον τῶν ἠλεκτρονίων καί τό ἅτομον θά ἐμφανίζεται ἀρνητικῶς φορτισμένον (ἀνιόν) ἄν δέ ἀφαιρεθῇ θά πλεονάζη τό φορτίον τοῦ πυρήνος καί τό ἅτομον θά ἐμφανίζεται θετικῶς φορτισμένον (κατιόν).

2.- Ἐξήγησις τῆς φορτίσεως τῶν σωμάτων διὰ τριβῆς, ἐπαφῆς καί ἐξ ἐπιδράσεως.

Κατά τὴν τριβὴν τῆς ὑαλίνης ράβδου ἐπὶ τοῦ μαλλίνου ὑφάσματος, παρατηρήσαμεν ὅτι ἡ ράβδος ἐφορτίσθη θετικῶς. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τό ὅτι τὰ ἅτομα τῆς ὑάλου ἔχασαν ἠλεκτρόνια. Πᾶν ἠλεκτρόνιον συγκρατεῖται ὑπὸ τοῦ πυρήνος δι' ὠρισμένης ἐνεργείας, ἔάν ἐκ τῶν ἔξω προσφέρωμεν ἐνέργειαν εἰς ἠλεκτρόνιον μεγαλύτερας ἐκείνης πού τό συγκρατεῖ, τότε θά ἀπομακρυνθῇ. Τὰ ἠλεκτρόνια ἀπεσπᾶσθησαν ἀπὸ τὴν ράβδον διότι, τό ἔργον πού ἀπαιτεῖται διὰ νά ἀποσπασθῇ ἓν ἠλεκτρόνιον ἀπὸ τό μάλλινον ὑφασμα εἶναι μεγαλύτερον τοῦ ἔργου πού ἀπαιτεῖται γιὰ νά ἀποσπασθῇ τῆς ὑάλου. Τό ἀντίθετον συμβαίνει εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ἐβονίου. Ἐπίσης ὅταν ἡ φορτισμένη ράβδος ἦλθεν εἰς ἐπαφὴν μέ τό σφαιρίδιον ἔδωκεν εἰς τό σφαιρίδιον ἠλεκτρικά φορτία καί ἐφορτίσθη ὁμωνύμως. Ἄρα ἡ

φόρτισις δι' έπαφής ή διά τριβής γίνεται διά μεταφοράς ήλεκτρικῶν φορτίων, από τό έν εἰς τό ἄλλο σῶμα. Εἰς τήν περίπτωσιν κατά τήν ὁποίαν τό σφαιρίδιον εἶναι ἀφόρτιστον καί πλησιάσωμεν τήν φορτισμένην ράβδον, θά παρατηρήσωμεν ὅτι θά τό ἔλκη, τοῦτο ὀφείλεται εἰς τήν ἐπίδρασιν τῶν φορτίων τῆς ράβδου ἐπί τοῦ σφαιριδίου καί τήν ἐμφάνισιν ἐπ' αὐτοῦ, φορτίων ἀντιθέτου σημείου διά τῶν ὁποίων καί τό ἔλκει. Ἡ φόρτισις αὐτοῦ τοῦ εἴδους λέγεται φόρτισις ἐξ ἐπιδράσεως καί διατηρεῖται ἐφ' ὅσον ἐπιδρᾷ τό φορτισμένον σῶμα. Κατά τήν φόρτισιν αὐτήν δέν ἔχομεν μεταφοράν ήλεκτρικῶν φορτίων.

3.- Καλοί καί κακοί ἄγωγοί.

Ἐάν ἀντί ράβδου ἐξ ὑάλου λάβωμεν μεταλλικήν καί κρατοῦντες αὐτήν διά τῆς χειρός μας τρίψωμεν ἐπί μαλίνου ὑφάσματος θά παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ράβδος δέν ἔλκει τό σφαιρίδιον. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τό ὅτι τά σχηματιζόμενα φορτία ἐπί τῆς ράβδου, φεύγουν διά μέσου τῆς χειρός μας πρός τήν γῆν. Εἰς τήν περίπτωσιν τῆς ὑάλου, τά φορτία παραμένουν εἰς τήν θέσιν ὅπου ἐσχηματίσθησαν.

Δι' ὅ καί τά σῶματα τά χωρίζομεν α) Εἰς ἐκεῖνα πού ἐπιτρέπουν εἰς τ' φορτία νά κινουῦνται διά μέσου τῆς μάξης των καί καλοῦνται καλοί ἄγωγοί ή ἄγωγοί. β) Εἰς ἐκεῖνα τά ὁποῖα δέν ἐπιτρέπουν εἰς τά φορτία νά κινουῦνται διά μέσου τῆς μάξης των καί καλοῦνται κακοί ἄγωγοί ή μονωταί. γ) Εἰς μίαν ἐνδιάμεσον κατηγορίαν τοῦς ήμιαγωγούς.

4.- Μονάς ηλεκτρικού φορτίου νόμος Coulomb

’Ονομάζομεν ηλεκτρικόν φορτίον καί τό παριστάνομεν μέ Q κάθε φορτίον τό όποϊον φέρει έν φορτισμένον σῶμα. ’Ως είδομεν είς τό παράδειγμα τῆς ύαλίνης σφαιράς ή ράβδος άπωθοῦσε τό φορτισμένον όμωνύμως σφαιρίδιον ένῶ ή ράβδος τοῦ έ β ο ν ί τ ο υ εϊλλκε τοῦτο. Αί δυνάμεις πού έμφανίζονται μεταξύ φορτισμένων σωματιδίων έμελετήθησαν υπό τοῦ Coulomb διατυπώσαντος τούς νόμους: α) Τά όμωνύμα φορτία άπωθοῦνται καί τά έτερώνυμα έλκονται. β) ’Η δύναμις έλξεως ή άπώσεως είναι ανάλογος τοῦ γινομένου τῶν φορτίων Q_1, Q_2 καί άντιστρόφως ανάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς άποστάσεως.

$$(1) F = \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \frac{1}{\epsilon}$$

’Ο συντελεστής ϵ καλεϊται διηλεκτρική σταθερά καί ή τιμή της έξαρτᾶται έκ τοῦ μέσου έντός τοῦ όποϊου εύρίσκονται τά φορτισμένα σώματα. ’Η μικροτέρα τιμή τῆν όποϊαν δύναται νά λάβη είναι είς τό κενόν ($\epsilon = 1$).

γ) Μονάδες ηλεκτρικού φορτίου:

’Ηλεκτροστατική μονάς (1 Η.Σ.Μ. φορτίου) ’Ο νόμος τοῦ Coulomb μάς παρέχει τήν δυνατότητα νά όρίσωμεν τήν μονάδα ηλεκτρικού φορτίου. 1 ΗΣΜ είναι τό φορτίον έκείνο τό όποϊον τιθέμενον είς άπόστασιν ενός cm από άλλο ίσον του, είς τό κενόν, άσκει δύναμιν έλξεως ή άπώσεως μιάς δύνης. ’Η οὔτω όρισθεϊσα μονάς φορτίου άνῆκει είς τό σύστημα C.G.S. ’Εκτός αὐτῆς ύπάρχει, ή πρακτική μονάς φορτίου ή όποία όνομάζεται Coulomb καί ίσοῦται μέ $3 \cdot 10^9$ Η.Σ.Η.- φορτίου.

’Εκ τῶν άνωτέρω ώρίσθησαν δύο συστήματα μονάδων

α) Τό ήλεκτροστατικόν σύστημα (Η.Σ.Μ.), τό όποϊον χρησιμοποιεῖ ὡς θεμελιώδη μεγέθη τά gr., cm, sec καί τήν 1 Η.Σ.Μ.-φορτίου. β) Τό πρακτικόν σύστημα μονάδων, τό όποϊον χρησιμοποιεῖ ὡς θεμελιώδη μεγέθη τά Kgr, m, sec καί μονάδα φορτίου τό Coulomb.

5.- Ἐφαρμογή. Ἐστω ἐντός πετρελαίου δύο φορτία $Q_1 = +20$ Η.Σ.Μ.-φορτίου, $Q_2 = +10$ Η.Σ.Μ. φορτίου. Ζητεῖται ἡ δύναμις ἀπόσεως ἔάν ἡ ἀπόστασις των εἶναι 5 cm καί ἡ διηλεκτρική σταθερά τοῦ πετρελαίου $\epsilon = 4$.

$$F = \frac{1}{\epsilon} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{20 \times 10 \text{ Η.Σ.Μ.}^2 \Phi}{25 \text{ cm}^2} \frac{1}{4} = 2 \text{ dyn}$$

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

1.+ Τρία φορτία $Q_1 = +10$ Η Σ Μ, $Q_2 = +20$ Η Σ Μ καί $Q_3 = -30$ Η.Σ.Μ.Φ. εὐρίσκονται στερεῶς τοποθετημένα ἐπί τῶν κορυφῶν ἰσοπλεύρου τριγώνου πλευρᾶς 5 cm Ζητεῖται ἡ δύναμις ἡ ἀσκουμένη ἐπί τοῦ φορτίου Q_3 .

2.- Δύο φορτία $Q_1 = +100$ Η Σ Μ.Φ καί $Q_2 = +50$ Η Σ Μ.Φ εὐρίσκονται εἰς ἀπόστασιν 10cm. Ζητεῖται εἰς ποίαν θέσιν πρέπει νά τεθῆ ἡ μονάς θετικοῦ φορτίου διά νά ἰσορροπῆ.

6.- Ἐρμηνεία τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος (ροή ἠλεκτρονίων)

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμπεραίνομεν ὅτι ἓν σῶμα εἶναι φορτισμένον ὅταν ἔχη ἔλλειψιν ἢ πληθῶραν ἠλεκτρονίων.

Ἐστω δύο φορτισμένα σώματα (Α) καί (Β) (σχ. 2). Τό (Α) θετικῶς καί τό (Β) ἀρνητικῶς. Ἐάν δι' ἀγωγῶ

συνδέσωμεν τὰ σώματα, ἤλεκτρονία ἀπὸ τὸ ἀρνητικῶς φορτισμένον σῶμα θὰ κινηθοῦν πρὸς τὸ θετικῶς.



ΣΧ. 2

Τὴν ροὴν αὐτὴν τῶν ἤλεκτρονίων ὀνομάζομεν ἤλεκτρικὸν ρεῦμα. Πρὸ ὀλίγων ἐτῶν ἐπίστευον ὅτι τὸ ἤλεκτρικὸν ρεῦμα κινεῖται ἀπὸ τὸ θετικῶς φορτισμένον σῶμα πρὸς τὸ ἀρνητικῶς. Ἡ φορὰ αὕτη καλεῖται συμβατική, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν πραγματικὴν ἢ ὁποῖα λαμβάνει χώραν ἀπὸ τὸ ἀρνητικῶς φορτισμένον σῶμα πρὸς τὸ θετικῶς. Ἄρα ἤλεκτρικὸν ρεῦμα εἶναι κίνησις ἤλεκτρονίων.

7.- Ἔντασις ἤλεκτρικοῦ ρεύματος.

Εἶδομεν ὅτι τὸ ἤλεκτρικὸν ρεῦμα εἶναι κίνησις ἤλεκτρονίων. Εἰς τὰς περισσοτέρας περιπτώσεις δὲν ἐνδιαφέρει μόνον ἡ ὀλική ποσότης τοῦ διερχομένου ἤλεκτρικοῦ ρεύματος, ἀλλὰ ἡ ποσότης τῶν ἀνά μονάδα χρόνου διατινοῦ διατομῆς τοῦ ἀγωγοῦ διερχομένων ἤλεκτρικῶν φορ-

τίων. Ἐάν διὰ τινος διατομῆς, ἑνός σύρματος διαρρεομένου ὑπό ρεύματος, ἐντός χρόνου t διέρχεται ἠλεκτρικόν φορτίον Q , τότε ὀνομάζομεν έντασιν ρεύματος καί τό παριστάνομεν μέ I τό πηλίκον.

$$(2) \quad I = \frac{Q}{t}$$

Ἡ έντασις ρεύματος κατά μήκος ρευματοφόρου ἄγωγοῦ εἶναι ἡ αὐτή, ἐκτός ἔάν κατά μήκος τοῦ ἄγωγοῦ προστίθενται ἢ ἀφαιροῦνται ἠλεκτρικά φορτία.

Μονάδες έντάσεως ρεύματος

α) Ἐάν ὡς μονάδα φορτίου λάβωμεν $I \text{ HEM}$ - φορτίου καί ὡς χρόνον 1 sec τότε μονάς έντάσεως εἰς τό σύστημα C.G.S. $I = \frac{1 \text{ H.}\Sigma.\text{M. φορ.}}{1 \text{ sec}} = 1 \text{ H.}\Sigma.\text{M. έντάσεως}$

β) Εἰς τό τεχνικόν σύστημα μονάς φορτίου εἶναι τό Coulomb καί μονάς χρόνου τό sec.

Ἄρα μονάς έντάσεως $I = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ sec}} = \underline{1 \text{ Ampere}}$

Ἐκτός τῆς μονάδος Ampere χρησιμοποιοῦμε καί τά ὑποπολλαπλάσια τῆς, ὡς

$$1 \text{ m A} = 10^{-3} \text{ Ampere} \quad 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ Ampere}$$

Διά τήν μέτρησιν τῆς έντάσεως ρεύματος χρησιμοποιοῦμεν ὄργανα καλούμενα, ἄμπερόμετρα. Τά ἄμπερόμετρα παρεμβάλλονται ἐν σειρᾷ εἰς τό κύκλωμα. Διά τήν μέτρησιν ἀσθενῶν ρευμάτων χρησιμοποιοῦμεν εὐαίσθητα ἄμπερόμετρα καλούμενα Γαλβανόμετρα.

8.- Ἀποτελέσματα ἠλεκτρικοῦ ρεύματος

Μέ τόν ὄρον ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύμα-

τος έννοοῦμεν τὰς μεταβολάς ὡς καί τὰς ἀλλοιώσεις τὰς ὁποίας ἐπιφέρει τοῦτο διερχόμενον διά στερεῶν ὑγρῶν καί ἀερίων.

α) Τό ἤλεκτρικόν ρεῦμα διαρρέον ἐν μετάλλινον σύρμα τό θερμαίνει. Τό φαινόμενον τοῦτο, χρησιμοποιεῖται διά τήν θέρμανσιν. Ἄρα τό ἤλεκτρικόν ρεῦμα ἔχει θερμαντικὴν ἱκανότητα.

β) Ἐάν στηρίζωμεν μίαν μαγνητικὴν βελόνην διά τοῦ κέντρου βάρους της, αὕτη ὑπό τήν ἐπίδρασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῆς γῆς θά προσανατολισθῆ. Ἐάν πλησίον αὐτῆς θέσωμεν ἀγωγόν καί διαβιβάσωμεν δι' αὐτοῦ ἤλεκτρικόν ρεῦμα, θά παρατηρήσωμεν, ὅτι μόλις διέλθῃ τό ἤλεκτρικόν ρεῦμα ὁ προσανατολισμός τῆς βελόνης ἀλλάζει. Διακόπτοντες δέ τό ρεῦμα θά ἐπ'ἀνέλθῃ ἡ βελὼνῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν της θέσιν. Ἄρα τό ἤλεκτρικόν ρεῦμα δημιουργεῖ πεδίου καί ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἢ ἔχει μαγνητικὰς ἰδιότητας.

γ) Τό ἤλεκτρικόν ρεῦμα προκαλεῖ χημικὰς ἀλλοιώσεις. Ἐάν εἰς δοχεῖον περιέχον ὕδωρ, θέσωμεν ὀξύ, βάσιν ἢ ἄλας καί ἐν συνεχείᾳ διά δύο ἤλεκτροδίων διαβιβάσωμεν ρεῦμα θά παρατηρήσωμεν ὅτι τό διάλυμα ὑφίσταται ἀποσύνθεσιν (ἤλεκτρόλυσιν).

δ) Τό ἤλεκτρικόν ρεῦμα διερχόμενον διά τῶν σωμάτων τῶν ὀργανισμῶν, προκαλεῖ κυτταρικὰς ἀλλοιώσεις (ἤλεκτροπληξία).

ε) Ἐάν εἰς ἀέριον σωλῆνα περιέχοντα ἀέριον ὑπό χαμηλὴν πίεσιν, ἐφαρμόσωμεν ὑψηλὴν τάσιν θά παρατηρήσωμεν ὅτι τό ἀέριον φωτοβολεῖ.

9.- Πηγαί ηλεκτρικού ρεύματος

Ὡς ἀνωτέρω εἶδομεν διὰ νά δημιουργηθῆ ἡλεκτρικόν ρεῦμα πρέπει νά ὑπάρχουν δύο σώματα τό ἕνα θετικῶς τό ἄλλο ἀρνητικῶς φορτισμένα. Σύστημα δύο ἀντιθέτως φορτισμένων σωμάτων ἀποτελεῖ ἡλεκτρικήν πηγὴν. Ἡλεκτρικὰς πηγὰς ἔχομεν τριῶν εἰδῶν κυρίως:

α) Τὰς γεννητρίας αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται διὰ τόν ἡλεκτροφωτισμόν πόλεων, κινήσεως ἐργοστασίων κ.λ.π. Αἱ γεννήτριαι μετατρέπουν μηχανικὴν ἢ χημικὴν ἐνέργειαν καύσεως εἰς ἡλεκτρικὴν.

β) Ἡλεκτρικά στοιχεῖα. Τὰ ἡλεκτρικά στοιχεῖα στηρίζονται εἰς ἓν φυσικοχημικόν φαινόμενον, τό ὁποῖον ἐμφανίζεται εἰς τὰ σημεῖα ἐπαφῆς ἡλεκτρολύτου καί μεταλλοῦ (π.χ. στήλαι φανοῦ τσέπης).

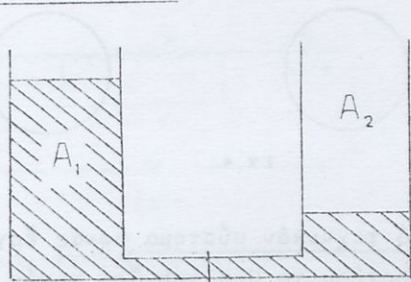
γ) Οἱ συσσωρευταί. Οἱ συσσωρευταί εἶναι δευτερογενεῖς πηγαί ἐντός τῶν ὁποίων ἀποθηκεύεται ἡλεκτρικόν φορτίον ὑπό μορφήν χημικῆς ἐνεργείας. Ἡ ἐναποθήκευσις συμβαίνει κατὰ τήν φόρτισιν. Κατὰ τήν ἐκφόρτισιν ἀντιστρέφεται ἡ πορεία τῆς ἀντιδράσεως καί λαμβάνομεν τό ρεῦμα ἐκφόρτισεως. Ἄρα οἱ συσσωρευταί πρέπει νά φορτισθοῦν γιά νά ἔχουν τήν ἰκανότητα νά δώσουν ἡλεκτρικόν φορτίον (ἀποθήκαι ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας).

10.- Διαφορά δυναμικοῦ ἢ ἡλεκτρική τάσις

Ἐπειδή ἡ ἐννοια τῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως εἶναι δύσκολον νά γίνῃ κατανοητή, χρησιμοποιοῦμεν ἓν μηχανικόν ἀνάλογον.

Θεωροῦμεν δύο δοχεῖα τά ὁποῖα συνδέονται διὰ σωλήνος φέροντος εἰς τό μέσον στρόφιγγα. Ἐάν τό ἓν δο-

χειών τό γεμίσωμεν μέ ὕδωρ καί ἐν συνεχείᾳ ἀνοίξωμεν τήν στρόφιγγα θά παρατηρήσωμεν ὅτι, τό ὕδωρ θά κινήθῃ ἀπό τό δοχεῖον A_1 εἰς τό A_2 (σχ. 3), ἕως ὅτου αἱ ἐπιφανεία τοῦ ὕδατος ἔλθουν εἰς τό αὐτό ὕψος. Ἡ αἰτία τῆς μετακινήσεως τοῦ ὕδατος εἶναι ἡ διαφορά πίεσεως, τό δέ ἀποτέλεσμα ἡ ροή τοῦ ὕδατος.



ΣΧ. 3

Ὅπως εἰς τήν ροήν τοῦ ὕδατος ὑπάρχει ἡ αἰτία, δηλαδή ἡ διαφορά πίεσεως, κατ'ἀντιστοιχίαν εἰς τήν ροήν τῶν ἠλεκτρονίων πρέπει νά ὑπάρχη τό αἷτιον εἰς τό ὁποῖον ὀφείλεται ἡ κίνησις τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων. Τό αἷτιον τοῦτο καλεῖται ἠλεκτρική τάσις ἢ διαφορά δυναμικοῦ. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω τό αἷτιον εἶναι ἡ τάσις καί τό ἀποτέλεσμα τό ἠλεκτρικόν ρεῦμα.

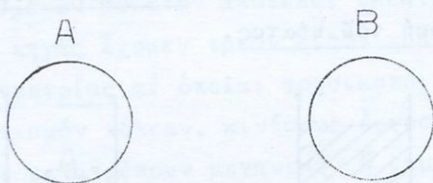
Δυναμικός ὀρισμός τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ

Ἐστω δύο φορτισμένα σωμάτια A καί B (σχ. 4). Ὄριζομεν διαφοράν δυναμικοῦ καί τό παριστάμενον μέ U , τό πηλίκον τοῦ ἔργου τό ὅπου πράξει ἡ μετακλίσις κατά τήν μεταφοράν τῆς θετικῆς μονάδος φορτίου ἀπό τό A εἰς τό B διά τοῦ φορτίου τούτου δηλ. δῆ:

$$(3) \cdot U_a^b = \frac{A_a^b}{Q}$$

Μονάδες δυναμικού. Εἰς τὸ ἠλεκτροστατικὸν σύστημα μονάδων (Η.Σ.Μ.) μονάς ἔργου εἶναι τὸ erg μονάς φορτίου 1 Η Σ Μ - φορτίου ἄρα μονάς διαφορᾶς δυναμικοῦ.

$$U = \frac{1 \text{ erg}}{1 \text{ Η Σ Μ φορ}} = 1 \text{ Η.Σ.Μ. δυναμ.}$$



εχ. 4

Εἰς τὸ τεχνικὸν σύστημα μονάς ἔργου εἶναι τὸ Joule μονάς φορτίου τὸ Coulomb ἄρα μονάς δυναμικοῦ $U = \frac{\text{joule}}{\text{Cb}} = \text{Volt}$

Ἐπομένως ἡ διαφορά δυναμικοῦ μεταξύ δύο σημείων εἶναι 1 Volt όταν μεταφέρνται 1 Coulomb φορτίον ἀπὸ τὸ ἓν σημεῖον εἰς τὸ ἄλλο καταναλισκόμεν ἢ λαμβάνομεν ἔργον ἴσον πρὸς 1 joule.

Ἐκτός τοῦ Volt ἔχουμεν τὰ πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια

$$1 \text{ KV} = 10^3 \text{ Volt} \quad 1 \text{ Mv} = 10^6 \text{ volt}$$

$$1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ Volt} \quad 1 \mu\text{V} = 10^{-6} \text{ Volt}$$

Σχέσεις μεταξύ Η Σ Μ -δυναμικοῦ καὶ Volt.

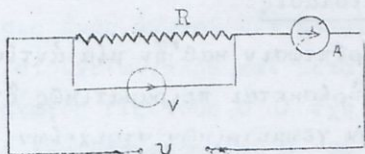
$$1 \text{ Volt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ Coulomb}} = \frac{10^7 \text{ erg}}{3 \cdot 10^9 \text{ Η Σ Μ-φορ}} = \frac{1 \text{ erg}}{300 \text{ Η Σ Μ φ}}$$

$$\text{ἄρα } 1 \text{ Volt} = \frac{1}{300} \text{ Η Σ Μ-δυναμικοῦ}$$

Ἡ μέτρησις τῆς τάσεως γίνεται δι' εἰδικῶν ὀργάνων καλουμένων βολτομέτρων τὰ ὅποια τοποθετοῦνται κατὰ διακλάδωσιν ἐν παραλλήλῳ).

11.- Νόμος του Ohm

Ὡς εἶδομεν τό ἠλεκτριόν ρεύμα εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς τάσεως. Μεταξύ τοῦ αἰτίου (τῆς τάσεως) καί τοῦ ἀποτελέσματος (τοῦ ρεύματος) ὑπάρχει ποσοτική σχέσις. Ἡ ποσοτική σχέσις ἐμελετήθη ὑπό τοῦ Ohm δι' ὃ φέρει καί τό ὄνομά του.



ΣΧ. 5

Εἰς τά ἄκρα ἀγωγοῦ ἐφαρμόζομεν μίαν τάσιν U καί μετρώμεν τήν ἔντασιν τοῦ διερχομένου ρεύματος I_1 (σχ. 5). Ἐάν διπλασιάσωμεν ἢ τριπλασιάσωμεν τήν τάσιν θά παρατηρήσωμεν ὅτι καί ἡ ἔντασις διπλασιάζεται ἢ τριπλασιάζεται. Τό σταθερόν πηλίκον τῆς ἐφαρμοζομένης τάσεως διά τῆς ἔντασεως τοῦ ρεύματος καλεῖται ἀντίστασις τοῦ ἀγωγοῦ καί δίδεται ἀπό τήν σχέσιν: $R = \frac{U}{I}$ 4)

Ἡ ἀντίστασις ἑνός ἀγωγοῦ χαρακτηρίζει τήν δυσκολίαν κινήσεως τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων διά μέσου τῆς μάζης του.

Ὁ νόμος τοῦ Ohm δύναται νά γραφῆ ὡς $U = RI$, ἄρα ἀντίστασις ἑνός ἀγωγοῦ καλεῖται ὁ συντελεστής ὁ συνδέων τήν τάσιν U μέ τήν ἔντασιν I .

Μονάς ἀντιστάσεως. Πρακτική μονάς ἀντιστάσεως εἶναι τό Ohm Ἐνας ἀγωγός θά ἔχη ἀντίστασιν 1 Ohm ὅταν ὑπό τάσιν 1 Volt διαρρέεται ὑπό ρεύματος ἑνός Ampere

Ἐντός τῆς μονάδος Ohm διά πρακτικᾶς ἐφαρμογᾶς χρησιμοποιοῦμεν τὰ πολλαπλάσια καί ὑποπολλαπλάσια αὐτῆς.

$$1 \text{ K}\Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 \text{ m}\Omega = 10^{-3} \Omega$$

$$1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega,$$

$$1 \mu\Omega = 10^{-6} \Omega$$

12.- Εἰδική ἀντίστασις

Εἰς τὴν περίπτωσιν καθ' ἣν μία ἀντίστασις ἔχει μορφήν σύρματος, εὐρίσκεται πειραματικῶς ὅτι, αὕτη μεταβάλλεται μετὰ τῶν γεωμετρικῶν στοιχείων τοῦ σύρματος. Μετρῶντες τὴν ἀντίστασιν ἑνὸς ἀγωγοῦ σταθερᾶς διατομῆς ἐν συνεχείᾳ διπλασιάζοντες τὸ μήκος παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀντίστασις διπλασιάζεται. Ἀντιστρόφως, μετρῶντες τὴν ἀντίστασιν ἑνὸς ἀγωγοῦ σταθεροῦ μήκους καί διπλασιάζοντες τὴν διατομὴν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀντίστασις ἐλαττοῦται εἰς τὸ ἥμισυ. Ἄρα ἡ ἀντίστασις ἑνὸς ἀγωγοῦ εἶναι ἀνάλογος τοῦ μήκους καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς διατομῆς S . Ἐντός τῶν γεωμετρικῶν στοιχείων, ἡ ἀντίστασις ἑνὸς ἀγωγοῦ ἐξαρτᾶται καί ἐκ τοῦ ὕλικου. Ὁ συντελεστὴς αὗτός εἶναι χαρακτηριστικὸς διὰ πᾶν ὑλικόν καὶ καλεῖται εἰδική ἀντίστασις παρίσταται δέ μέ τὸ ρ .

Ἄρα (5) $R = \rho \frac{l}{S}$

Μονάδες εἰδικῆς ἀντιστάσεως. Ἐὰν τὴν ἀνωτέρω σχέσιν $R = \rho \frac{l}{S}$ λύσωμεν ὡς πρὸς ρ θὰ λάβωμεν $\rho = \frac{RS}{l}$ θέτοντες $R = 1 \Omega$, $S = 1 \text{ m}^2$, $l = 1 \text{ m}$ λαμβάνομεν τὴν πρακτικὴν μονάδα εἰδικῆς ἀντιστάσεως $\rho = \frac{1\Omega \cdot 1\text{m}^2}{1\text{m}} = 1\Omega \cdot \text{m}$.

Δηλαδή εἰς τὸ πρακτικόν σύστημα, μονάς εἰδικῆς ἀντιστάσεως ἑνὸς ὑλικοῦ εἶναι ἡ ἀντίστασις πού παρουσιάζει

κύβος άκμής ενός μέτρου έιν τοῦ ὕλινου αὐτοῦ. Συνήθως χρησιμοποιεῖται ὡς μονάδα εἰδικῆς ἀντιστάσεως ἢ ἀντίστασις τήν ὁποίαν παρουσιάζει κύβος άκμής ενός cm ἐν τοῦ ὕλινου καί ἐμφράζεται εἰς Ω cm

13.- Μεταβολή τῆς ἀντιστάσεως μετά τῆς θερμοκρασίας

Ἡ ἀντίστασις ενός ἀγωγοῦ δέν μεταβάλλεται μετά τῶν γεωμετρικῶν στοιχείων, ἀλλά καί μετά τῆς θερμοκρασίας. Ἐάν εἰς ἀγωγός εἰς τοῦς 0°C ἔχη ἀντίστασιν R_0 ἢ ἀντίστασις εἰς τήν θερμοκρασίαν θ θά λάβῃ τήν τιμήν

$$(6) R_{\theta} = R_0 (1 + \alpha\theta)$$

ὅπου θ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀγωγοῦ α δέ συντελεστής χαρακτηριστικὸς διὰ κάθε ὕλινόν καλούμενος θερμικός συντελεστής ἀντιστάσεως οὗτος ἐμφράζει τήν μεταβολήν τῆς ἀντιστάσεως ὅταν ἡ θερμοκρασία μεταβληθῇ κατά 1°C

$$(7) \alpha = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{\theta}$$

Ἐάν $\alpha > 0$ τότε ἔχομεν αὐξῆσιν τῆς ἀντιστάσεως μετά τῆς θερμοκρασίας. Ἐάν $\alpha = 0$ δέν μεταβάλλεται μετά τῆς θερμοκρασίας. Ἐάν δέ $\alpha < 0$ ἐλαττοῦται μετά τῆς θερμοκρασίας.

14.- Ἐφαρμογαί.

A) Ἡλεκτρικόν φορτίον 360 Ck διέρχεται διὰ τινος ἀγωγοῦ εἰς χρόνον 2 sec Ζητεῖται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος.

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{360 \text{ Ck}}{120 \text{ sec}} = 3 \text{ A}$$

B) Ζητεῖται ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἡ ὁποία διαρρέει ἀγωγόν ἀντιστάσεως 75 Ω . Ἐάν εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ἐφαρμοσμεν τάσιν 225 Volt

$$I = \frac{U}{R} = \frac{125 \text{ V}}{75 \Omega} = 3 \text{ A}$$

Γ) Ποία είναι η αντίστασις σύρματος εκ χρωμονικελίνης μήκους 3,2 m και διαμέτρου 1 mm εάν η ειδική αντίστασις εκ χρωμονικελίνης $\rho = 100 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ cm}$.

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad \rho = 100 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ cm}, \quad l = 320 \text{ cm}$$
$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14(0,1 \text{ cm})^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2}{4}$$

$$\text{Άρα } R = 100 \cdot 10^{-6} \text{ cm} \frac{320 \text{ cm}}{3,14 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2} = \frac{32 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2 \times 4}{3,14 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2}$$
$$= \frac{128 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 10^{-2}} = \frac{128^4}{3,14} \cdot 10^{-1} = 3,07 \Omega$$

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

- 1.- Εάν εις τὰ ἄκρα ἀγωγού ἐφαρμόσωμεν τάσιν 90 Volt διέρχεται διὰ ἀγωγού ἔντασις $I = 600 \text{ mA}$. Ποία εἶναι ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀγωγού.
- 2.- Τό μήκος νήματος βολφραμίου εἶναι 8 cm εἰς 20° C ἡ δέ εἰδική ἀντίστασις τοῦ βολφραμίου εἰς 20° C εἶναι $5 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ cm}$.
Νά ὑπολογισθῇ ἡ ἀντίστασις τοῦ νήματος εάν ἡ διάμετρος του εἶναι 0,016 mm.
- 3.- Τηλεγραφική γραμμὴ ἔχει $\rho = 0,2 \mu\Omega \text{ cm}$ καὶ διάμετρον $d = 0,3 \text{ mm}$. Πόση εἶναι ἡ κατὰ χιλιόμετρον ἀντίστασις τῆς γραμμῆς.
- 4.- Εάν εις τὰ ἄκρα σύρματος μήκους 150 cm ἐφαρμόσωμεν τάσιν 10 Volt καὶ διέρχεται ρεῦμα 2 Ampere ζητεῖται ἡ εἰδική ἀντίστασις. (Γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ διάμετρος τοῦ σύρματος $d = 0,2 \text{ mm}$)

- 5.- 'Εάν εις τὰ ἄκρα σύρματος ἐφαρμόσωμεν τάσιν 50 volt διέρχεται δεφορτίον 600 Cb ἀνά min. Ζητεῖται τὸ μῆκος τοῦ νήματος γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ διάμετρος $d = 0,3 \text{ mm}$ καὶ $\rho = 0,2 \mu\Omega \text{ cm}$.
- 6.- 'Αγωγὸς ἀντιστάσεως 50 Ω παρουσιάζει αὐξήσιν ἀντιστάσεως κατὰ 7,6 Ω ὅταν ἡ θερμοκρασία του αὐξηθῇ ἀπὸ 20°C εἰς 60°C. Ποῖος ὁ θερμικὸς συντελεστής ἀντιστάσεως.

15.- 'Ενέργεια τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Νόμος

Joule

'Ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα θερμαίνει τὸν ἀγωγὸν διὰ τοῦ ὁποῖου διέρχεται. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς θερμικὴν ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν. Ὁ Joule εὔρε πειραματικῶς ὅτι ἡ καταναλισκομένη ἐνέργεια εἰς ἀγωγὸν διαρρεόμενον ὑπὸ ρεύματος I , εἶθεται ἐκ τῆς τύπης $A = I^2 R t$ εἶναι δέ:

α) ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος τοῦ διαρρέοντος τὸν ἀγωγόν

β) ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως R τοῦ ἀγωγοῦ, καὶ

γ) ἀνάλογος τοῦ χρόνου ἢ $A = I^2 R t$ Νόμος Joule ἢ σχέσις αὐτὴ λημβάνει πολλὰ μέρη ἐν συνδυασμῶ μετὰ τὸν νόμον τοῦ Ohm. 'Εάν ἀντικαταστήσωμεν $R = \frac{U}{I}$ ἢ $I = \frac{U}{R}$ θά ἔχωμεν $A = \frac{U}{I} I^2 t = UI t$

καὶ (9) $A = R \frac{U^2}{R^2} t = \frac{U^2}{R} t$

'Ἡ ἀνωτέρω ἐνέργεια ἐκφράζεται εἰς Joule (1 Joule = 10^7 erg) ὅταν ἡ τάσις ἐκφράζεται εἰς Volt ἡ ἔντασις εἰς Ampere ἡ ἀντίστασις εἰς Ohm καὶ ὁ χρόνος εἰς sec.

18.- Εφαρμογαι του νόμου του Joule

A.- Ηλεκτρική λυχνία λειτουργεί υπό τάσιν 220 Volt και έχει ισχύν 60 Watt. Ζητείται η αντίστασις της ως και τό διαρρέον αυτήν ρεύμα.

Λύσις:

$$\text{Η ισχύς } N = UI \text{ άρα } I = \frac{N}{U} = \frac{60}{220} \text{ V} = 0,27 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0,27} = 815 \Omega$$

2) Ηλεκτρικόν σίδηρον είναι ισχύος 800 W. Πόση είναι η δαπάνη διά τήν λειτουργίαν αυτού επί δύο ώρας εάν τό KWh τιμάται 1,5 δραχ.

Λύσις: Τό σίδηρον εργαζόμενον επί δύο ώρας καταναλί-σκει $A = Nt = 800 \text{ watt} \cdot 2 \text{ h} = 1600 \text{ watt} \cdot \text{h} = 1,6 \text{ KWh}$

Επειδή τό KWh τιμάται 1,5 δραχ. τά 1,6 KWh τιμώνται $1,6 \times 1,5 = 2,4 \text{ δραχ.}$

A Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

1.- Πόσον είναι τό έκλυόμενον ποσόν θερμότητος υπό ρεύματος έντάσεως 10 A εις άγωγόν αντίστασεως 50 Ω επί μίαν ώραν.

2.- Αΐθουσα φωτίζεται από 12 λαμπήρες τών 60 watt έκαστος. Πόσον κοστίζει μηνιαίως ό φωτισμός της αίθούσης εάν η ήμερησία εργασία αυτών είναι 5h και η τιμή 2 δραχ. κατά KWh.

3.- Διά νά θερμάνωμεν 2 λίτρα ύδατος έντός 10 λεπτών και από θερμοκρασίαν 10°C εις 100°C βυθίζομεν σύρμα διά του οποίου διαβιβάζομεν ρεύμα υπό τάσιν 220 volt. Πόση πρέπει νά είναι η αντίστασις του.

- 4.- 'Η παροχή μιᾶς ὑδατοπτώσεως εἶναι 10 m^3 ὕδατος ἀνά λεπτόν. 'Εάν τό ὕψος αὐτῆς εἶναι 8 καί ὁ συντελεστῆς ἀποδόσεως $\eta = 80\%$ πόσας θερμίδας λαμβάνομεν ἀνά 24ωρον.

19.- 'Εφαρμογαί τῆς θερμότητος Joule

'Εκ τῶν πολλῶν ἐφαρμογῶν τοῦ νόμου τοῦ Joule θά ἀναφέρωμεν τὰς σπουδαιότερας.

α) Λαμπτήρ πυρακτώσεως. Οὗτος ἀποτελεῖται εἴτε ἐξ ὑαλίνου ἀεροκένου κώδωνος, εἴτε περιέχοντος ἀδρανῆς ἀέριου, ἐντός τοῦ ὁποίου ὑπάρχει νῆμα ἐκ βολφράμιου. Τό βολφράμιον χρησιμοποιεῖται λόγω τοῦ ὑψηλοῦ σημείου τήξεως. Τό νῆμα τοῦτο θερμαίνεται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν διὰ διελεύσεως ἡλεκτρικ. ρεύματος ἐκπέμπει φῶς.

β) 'Ασφάλεια. Εἰς τὴν θερμότητα Joule στηρίζεται ἡ λειτουργία τῶν τηχομένων ἀσφαλειῶν. Αἱ ἀσφάλεια παρεμβάλλονται εἰς τὰ δίκτυα διὰ νά προστατεύσουν τὰς συσκευὰς αἱ ὁποῖαι εἶναι συνδεδεμέναι εἰς τὰ δίκτυα. 'Εάν π.χ. εἰς μίαν χρονικὴν στιγμήν διέλθῃ διὰ τοῦ δικτύου ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως ἀναπτύσσει ἐπὶ τῆς ἀσφαλείας ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ τήκεται. Κατ' αὐτόν τόν τρόπον προστατεύονται αἱ συσκευαὶ ἀπὸ ἰσχυρὰ ρεύματα.

γ) 'Ηλεκτρικόν τόξον. Αὐτό σχηματίζεται εἰς τὰ ἄκρα 2 ράβδων ἐξ ἀνθρακος μέ ἐξωτερικὴν ἐπιπέφυτον χαλκοῦ. Φέρομεν τὰς δύο ράβδους εἰς ἐπαφήν καὶ ἐφαρμύζομεν μίαν τάσιν 50-60 Volt. 'Εάν ἀπομακρύνωμεν τὰς ράβδους ὀλίγα χιλιοστά, μεταξύ αὐτῶν σχηματίζεται ἰσχυρόν φωτεινόν τόξον, ἡ θερμοκρασία τοῦ ὁποίου ἀνέρχεται περίπου εἰς 3500°C . 'Η ἐντασις τοῦ ρεύματος τοῦ διερχο-

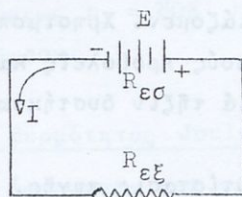
μένου διά τοῦ τόξου ἀνέρχεται περίπου εἰς τὰ 70 Amperes. Παρατηροῦμεν δέ ὅτι οἱ ράβδοι φθείρονται, περισσότερο δέ ἢ θετική, δι' ὃ πρέπει δι' εἰδικοῦ συστήματος νά τὰς πλησιάζομεν. Χρησιμοποιεῖται τό τόξον εἰς τούς ἀντιαεροπορικούς προβολεῖς καί προβολεῖς κινηματογράφων ὡς καί διά τῆξιν δυστήκτων μετάλλων.

20.- Ἐσωτερική ἀντίστασις πηγῆς, ἠλεκτρεγερτική δύναμις

Γνωρίζομεν ὅτι κάθε πηγὴ ἔχει δύο πόλους, ἓνα θετικόν (ἔλλεψις ἠλεκτρονίων) καί ἓνα ἀρνητικόν (πληθῶρα ἠλεκτρονίων). Ἐάν δι' ἀγωγοῦ συνδέσωμεν τούς δύο πόλους πηγῆς, ἠλεκτρόνια θά κινηθοῦν ἀπό τόν ἀρνητικόν πρὸς τόν θετικόν πόλον δίδον εἰς ἡμᾶς ὠφέλιμον ἔργον. Μετά ἐλάχιστον χρόνον τὰ ἠλεκτρόνια τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου θά ἔχουν ἐξουδετερώσει τὰ θετικά φορτία ἢ δέ ροὴ τῶν ἠλεκτρονίων θά ἐλλατῶθῃ (σημαντικά). Διὰ νά μή συμβῇ ἐλάττωσις ρεύματος ἡ πηγὴ καταναλίσκουσα ἔργον μεταφέρει φορτία ἀπό τόν θετικόν πόλον εἰς τὴν ἀρνητικόν, κατ' αὐτόν δέ τόν τρόπον διατηρεῖται σταθερά ἡ ροή. Κάθε πηγὴ κατὰ τὴν μεταφορὰν τῶν ἠλεκτρονίων ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου εἰς τόν ἀρνητικόν συναντᾷ ἀντίστασιν ἢ ὁποία καλεῖται ἔσωτερική ἀντίστασις R_{es} . Ἄρα εἰς κάθε κλειστόν κύκλωμα ὑπάρχουν δύο ἀντιστάσεις:

- α) Ἡ ἐξωτερική ($R_{eξ}$) ἀντίστασις, ἢ τιμὴ τῆς ὁποίας εἶναι μεταβλητὴ καί τοποθετεῖται διὰ νά λάβωμεν ὠφέλιμον ἔργον καί
- β) Ἡ ἐσωτερική (R_{es}) τῆς ὁποίας ἡ τιμὴ εἶναι σταθερά καί χαρακτηριστικὴ τῆς πηγῆς. Τό ἔργον τό καταναλισκόμενον ὑπ' τῆς R_{es} παριστᾷ τὰς ἀπωλείας ἐνεργείας ἐν-

τός της πηγής (αποτέλεσμα αυτής είναι ότι μία γεννήτρια έργοζομένη θερμαίνεται) (σχ. 6).



σχ. σ

Είς ένα κλειστόν κύκλωμα τό ρεύμα διερχόμενον διά της έξωτερικής αντίστασεως ύφίσταται μίαν πτώσιν τάσεως $U_{εξ} = R_{εξ}I$ (ανάλογον πρός τήν πτώσιν πίεσεως τήν όποίαν ύφίσταται ή ροή ύδατος διά μέσου σωλήνος μέ στένωσιν). Η πτώσις αυτή τάσεως καλεΐται έξωτερική. Έκτός της έξωτερικής πτώσεως τάσεως τό ήλεκτρικόν ρεύμα διερχόμενον διά της $R_{εσ}$ ύφίσταται μίαν πτώσιν τάσεως $U_{εσ} = R_{εσ}I$. Τόσον ή έξωτερική πτώσις τάσεως όσον καί ή έσωτερική παράγονται υπό της πηγής. Τό άθροισμα των καλεΐται ήλεκτρεγερτική δύναμις της πηγής, άρα (11) $E = R_{εσ}I + R_{εξ}I = I(R_{εξ} + R_{εσ})$.

Έάν λύσωμεν τήν σχέσιν ώς πρός I θά λάβωμεν:

$I = \frac{E}{R_{εξ} + R_{εσ}}$ ή σχέσις αυτή μάς παρέχει τήν έντασιν του ρεύματος είς κλειστόν κύκλωμα καί άποτελεΐ τόν νόμον του Ohm είς πλήρες κύκλωμα.

21.- Έφαρμογαί.

1. Έάν ή έσωτερική αντίστασις πηγής είναι 15Ω , ή έξωτερική 75Ω ή δέ έντασις του διερχομένου διά του κυκλώματος ρεύματος $2,5$ A. Ζητείται ή ήλεκτρεγερτική, δύναμις της πηγής.

Λύσεις: 'Η ηλεκτρεγερτική δύναμις δίδεται

$$E = U_{εσ} + U_{εξ} = I(R_{εξ} + R_{εσ}) \quad \text{ντικαθίσταται:}$$

$$E = 2,5 \text{ A} (75\Omega + 15\Omega) = 2,5 \text{ A} (90\Omega)$$

Άρα $E = 225 \text{ Volt}$

1. 'Εάν η έξωτερική αντίστασις ενός κλειστοῦ κυκλώματος εἶναι 220Ω ἡ δὲ ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις E τῆς πηγῆς 110V ἡ δὲ ἔντασις τοῦ διερχομένου ρεύματος 400 mA . Ζητεῖται ἡ ἔσωτερικὴ ἀντίστασις τῆς πηγῆς.

Λύσεις: 'Ο νόμος τοῦ Ohm σὲ πλῆρες κύκλωμα

$$I = \frac{E}{R_{εσ} + R_{εξ}} \quad (R_{εσ} + R_{εξ}) I = E$$

$$R_{εσ} I = E - R_{εξ} I$$

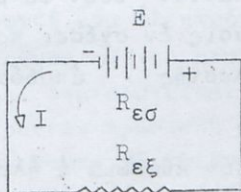
$$R_{εσ} = \frac{E - R_{εξ} I}{I}$$

$$R_{εσ} = \frac{110\text{V} - 220\Omega \cdot 0,4 \text{ A}}{0,4 \text{ A}}$$

$$R_{εσ} = \frac{(110 - 88)\text{V}}{0,4 \text{ A}} = \frac{22}{0,4} \Omega = 55 \Omega$$

22.- 'Ενέργεια καὶ ἰσχύς παρεχομένη ὑπὸ πηγῆς συνεχῆς τάσεως.

"Ἐστω κλειστόν κύκλωμα (σχ. 7) διαρρέομενον ὑπὸ ρεύματος ἔντασεως I .



Σχ. 7

Τό ρεύμα διερχόμενον διά τῆς ἔξωτερικῆς ἀντιστάσεως ὑφίσταται μίαν πῶσιν τάσεως $U_{εξ} = R_{εξ}I$ ἀποδίδων συγχρόνως ἐνέργειαν κατά τόν νόμον τοῦ Joule $A_{εξ} = R_{εξ}I^2 t$ ἡ ὁποία ἀντιπροσωπεύει τήν ὠφέλιμον ἐνέργειαν διά τήν ὁποίαν ἡ πηγὴ χρησιμοποιοεῖται. Ὁμοίως διερχόμενον διά τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως ὑφίσταται

πῶσιν τάσεως $U_{εσ} = R_{εσ}I$ ἀποδίδων συγχρόνως ἐνέργειαν $A_{εσ} = R_{εσ}I^2 t$ ἡ ὁποία ἀντιπροσωπεύει τήν ἀπώλειαν ἐν τὸς τῆς πηγῆς.

Ἄρα ἡ ἐνέργεια ἡ παρεχομένη ὑπὸ τῆς πηγῆς εἶναι (12) $A_{ολ} = A_{εσ} + A_{εξ} = R_{εξ}I^2 t + R_{εσ}I^2 t$

καί (13) $A_{ολ} = I (R_{εξ}I + R_{εσ}I) = t I E \cdot t$

Ἄρα ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια ἡ παρεχομένη ὑπὸ πηγῆς ἰσοῦται μέ τό γινόμενον τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐπὶ τήν ἔντασιν καί ἐπὶ τόν χρόνον. Ἡ δὲ ὀλικὴ ἰσχὺς

$$(14) N_{ολ} = \frac{A_{ολ}}{t} = \frac{E I t}{t} = E I$$

Ἐπειδὴ ὀλόκληρος ἡ παραγομένη ὑπὸ τῆς πηγῆς ἐνέργεια δέν εἶναι ὠφέλιμος, δυνάμεθα νά ὀρίσωμεν καί συντελεστήν ἀποδόσεως.

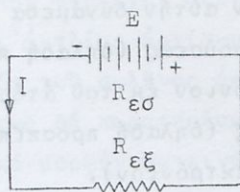
$$(15) \eta = \frac{A_{ωφ}}{A_{ολ}} = \frac{R_{εξ}I^2 t}{(R_{εξ} + R_{εσ})I^2 t} = \frac{R_{εξ}}{R_{εξ} + R_{εσ}}$$

Ἄρα ὁ συντελεστής ἀποδόσεως εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς τάσεως τῆς πηγῆς καί ἐξαρτᾶται ἀπὸ τήν ἐσωτερικὴν καί ἐξωτερικὴν ἀντίστασιν. Ὅσον δὲ μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις ἐν σχέσει πρὸς τήν ἐσωτερικὴν τόσον καί ὁ συντελεστής ἀποδόσεως εἶναι μεγαλύτερος.

Ἐφαρμογαί:

1. Εἰς κλειστόν κύκλωμα ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῆς πηγῆς εἶναι 240 Volt ἡ δὲ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις $R_{εσ} = 20\Omega$. Ἐάν τό ἐξωτερικόν κύκλωμα περιλαμβάνη,

ἀντίστασιν 80Ω ζητείται: α) ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἢ ὁποῖα διαρρέει τὸ κύκλωμα, β) ἡ εἰς τὴν ἐσωτερικὴν καὶ ἐξωτερικὴν ἀντίστασιν καταναλισκομένη ἰσχύς καὶ ἡ ὀλική, γ) ὁ συντελεστὴς ἀποδόσεως τοῦ κυκλώματος (σχ. 8).



σχ. 8

Λύσις: Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος δίδεται ἀπὸ τὸν νόμο τοῦ Ω εἰς πλῆρες κύκλωμα.

$$\alpha) I = \frac{E}{R_{\sigma\lambda}} = \frac{240\text{ V}}{100\Omega} = 2,4\text{ A}$$

$$\beta) \begin{cases} N_{\epsilon\xi} = R_{\epsilon\xi} I^2 = 80\ \Omega \cdot 2,4^2\ \text{A}^2 = 460,8\ \text{W} \\ N_{\epsilon\sigma} = R_{\epsilon\sigma} I^2 = 20\ \Omega \cdot 2,4^2\ \text{A}^2 = 115,2\ \text{W} \end{cases}$$

$$\gamma) \eta = \frac{N_{\epsilon\xi}}{N_{\sigma\lambda}} = \frac{460,8}{576} \approx 80\%$$

23.- Περὶ ἰονισμού

Πρὶν ἐξετάσωμεν τὸ κεφάλαιον τῆς ἀγωγιμότητος τῶν ἀερίων, ὑπενθυμίζομεν τὸν τρόπον παραγωγῆς ἰόντων. Κάθε ἄτομον συγκρατεῖ τὰ ἠλεκτρόνια διὰ δυνάμεων Coulomb. Ἐὰν ἀπὸ ἑνὸς ἄτομον ἐκδιωχθῇ ἓνα ἠλεκτρόνιον τότε πλεονάζει τὸ φορτίον τοῦ πυρήνος καὶ τὸ ἄτομον ἐμφανίζεται θετικῶς φορτισμένον, δηλ. δημιουργεῖται ἓν θετικόν ἰόν. Ἐὰν τὸ ἀποσπασθέν ἠλεκτρόνιον προστεθῇ εἰς ἓνα ἄλλο ἄτομον τότε εἰς τὸ ἄτομον τοῦτο θά πλεονάζῃ τὸ ἀρνητικὸ φορτίον καὶ θά δημιουργηθῇ ἓνα ἀρνητικόν ἰόν.

Διά νά δημιουργηθῆ ἰονισμός εἰς ἓν ἀέριον πρέπει νά δοθῆ ἐνέργεια εἰς τὰ ἠλεκτρόνια τῶν ἀτόμων τοῦ αερίου μεγαλύτερα αὐτῆς μέ τήν ὁποίαν τὰ ἄτομα συγκρατοῦν τὰ ἠλεκτρόνια.

Τήν ἐνέργειαν αὐτήν δυνάμεθα κυρίως νά τήν προσφέρωμεν: α) διά κρούσεως (δηλαδή προσπίπτον σωματίον, νά ἀποσπάσῃ ἠλεκτρόνιον ἐκ τοῦ ἀτόμου), β) δι' ἀπορροφήσεως ἀκτινοβολίας (δηλαδή προσπίπτον φωτόνιον ἐπί ἀτόμου νά ἐξγάγῃ ἠλεκτρόνιον).

24.- Ἀγωγιμότης ἀερίων.

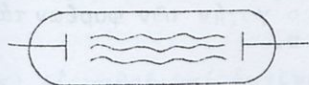
Γενικά: Τά ἀέρια εἰς τήν συνήθη κατάστασιν πίεσεως καί θερμοκρασίας εἶναι κακοί ἀγωγοί τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Διά νά καταστοῦν τά ἀέρια ἀγωγιμα, πρέπει νά εὑρεθοῦν ἐντός αὐτοῦ φορεῖς ἠλεκτρισμοῦ, δηλαδή φορτισμένα σωματίδια. Οἱ φορεῖς αὐτοί δυνατόν νά προέλθουν εἴτε δι' ἐπιδράσεως ἐξωτερικοῦ αἰτίου ὅτε εχθρὸν μή αὐτοτελεῖ ἀγωγιμότητα, εἴτε ἀνεξαρτήτως ἐξωτερικῶν αἰτίων, ὅποτε οἱ φορεῖς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ παράγονται κατά τήν διάρκειαν τοῦ φαινομένου τῆς ἀγωγιμότητος. Τότε ἡ ἀγωγιμότης λέγεται αὐτοτελεῖς. Ἀνεξαρτήτως τοῦ τρόπου παραγωγῆς, οἱ φορεῖς εἶναι ἴοντα θετικά ἢ ἠλεκτρόνια.

25.- Ἀγωγιμότης ἀερίων ὑπὸ χαμηλῆν πίεσιν (αὐτοτελεῖς).

Κατά τήν ἀγωγιμότητα αὐτήν τῶν ἀερίων ἡ δίοδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος συνοδεύεται συνήθως ὑπὸ ἐκπομπῆς φωτός, ὅποτε ὀμιλοῦμεν περί ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων (σχ. 9).

Διά τήν παρακολούθησιν τοῦ φαινομένου τῆς ἐκκε-

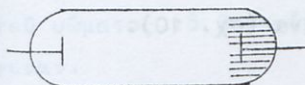
νώσεως ἐντός ἀερίου λαμβάνομεν ὑάλινον σωλήνα εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὁποίου ἔχομεν συντήξει δύο ἠλεκτροδία. Τὰ ἠλεκτροδία τὰ συνδέομεν μέ τούς πόλους πηγῆς μερικῶν χιλιάδων Volt. Ὁ σωλήν περιέχει ἀέριον ὑπό ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν. Ἐάν δι' ἀντλίας ἀρχίσωμεν νά ἐλαττώσωμεν τήν πίεσιν τοῦ ἐντός τοῦ σωλήνος ἀερίου, τότε ἀπό τινος τιμῆς τῆς πιέσεως θά παρατηρήσωμεν φωτεινὴν ἠλεκτρικὴν ἐκκένωσιν ὑπό μορφήν φωτεινῶν γραμμῶν μεταξύ τῶν δύο ἠλεκτροδίων.



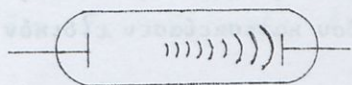
(α)



(β)



(δ)



(γ)

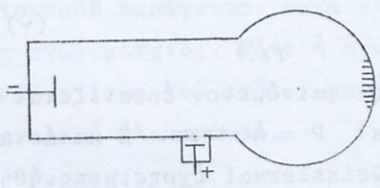
εχ. 9

Τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον ἐμφανίζεται εἰς μίαν πίεσιν ἀέρος (σχ. α) $P = 40 \text{ torr}$. Ἡ κατάσταση αὕτη ἐμελετήθη ὑπό τοῦ Geissler καὶ ἐχρησιμοποιήθη διὰ τὴν ἐξέτασιν τῶν φασμάτων ἐκπομπῆς τῶν ἀερίων. Ἐάν ἡ πίεσις ἐλαττωθῇ ἀκόμη περισσότερο αἱ φωτειναὶ γραμμαὶ διαπλατύνονται σχηματίζουσαι μίαν φωτεινὴν στήλην, ἡ ὁποία καλύπτει σχεδόν ὁλόκληρον τὸν σωλήνα. Ἡ κατάσταση αὕτη ἐμφανίζεται εἰς τὴν πίεσιν $P = 10 \text{ torr}$ καὶ ὀνομάζεται κατάσταση θετικῆς στήλης (σχ. β). Ἐάν συνεχίσωμεν τὴν ἐλάττωσιν τῆς πιέσεως θά ἐμφανισθοῦν δι-

άφορα φαινόμενα (δηλαδή ραβδώσεις της θετικής στήλης) τὰ ὅποια παρίστανται εἰς τό (σχ. γ). Ἐάν τέλος ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου ἐλαττωμένη φθάσῃ τὴν τιμὴν ὀρισμένων ἑκατοστῶν τοῦ torr , τότε ἡ φωτεινὴ στήλη ἐξαφανίζεται καὶ μόνον εἰς τὸν χῶρον ἀπέναντι τῆς καθόδου ἐμφανίζεται ἕνας φωτεινὸς θύσανος πρασίνου χρώματος (σχ.δ). Ὁ θύσανος αὐτὸς προέρχεται ἐκ τῆς συγκρούσεως ταχέως κινουμένων ἠλεκτρονίων μετὰ τῆς ὑάλου ἐνεκὸς τῆς ἐπιταχύνσεώς των ὑπὲρ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου τῶν δύο ἠλεκτροδίων. Τὰ ταχέως κινούμενα ἠλεκτρόνια ὀνομάζονται καθοδικαὶ ἀκτῖνες. Ἦν κατ'ἑστέσιν αὐτῆν τὴν ἐμελέτησεν Grooks εἰς εἰδικὴν σωλῆνα, φέρων τὸ ὄνομά του καὶ ἂν μῖζεται κατ'ἑστέσιν Grooks. Ἡ ἀγωγιμότης αὕτη εἶναι κρυσταλλοειδῆς διότι ὑδρὸς ἐξωτεροῦ κόν αἴτιον συμβάλλει εἰς τὴν κατ'ἑστέσιν τῶν φορέων τὰ ὅποια παράγονται ἐντὸς τοῦ ἀερίου.

26.- Καθοδικαὶ ἀκτῖνες

Ὁ Grooks διὰ τὴν μελέτην τοῦ φωτεινοῦ θύσανου, ὁ ὅποιος σχηματίζεται εἰς τὸν χῶρον ἀπέναντι τῆς καθόδου κατεσκεύασεν εἰδικὸν σωλῆνα (σχ. 10).



ΣΧ. 10

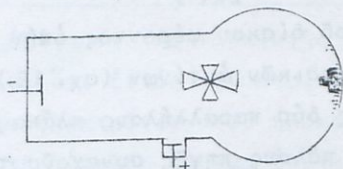
Εἰς τὸν σωλῆνα αὐτὸν ἡ πίεσις φθάνει $P=0,02\text{torr}$. Διὰ τὴν ἐξέτασιν τῆς συστάσεως ὡς καὶ τῆς προελεύσεως τῶν καθοδικῶν ἀκτῖνων ἐμελέτησεν τὰς ἰδιότητες αὐτῶν.

27.- Ἰδιότητες καθοδικῶν ἀκτῖνων.

α) Αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες ἔχουν χημικὰς ἰδιότητας, δηλα-

δή προκαλούν χημικά αλλοιώσεις επί διαφόρων σωμάτων, ως επί της φωτογραφικής πλακός.

β) Αί καθοδικαί ακτίνες διαδίδονται εύθυγράμμως. 'Εάν εντός του σωλήνος Crooks θέσωμεν άδιαφανές σώμα άρκε- του πάχους θά παρατηρήσωμεν ότι όπισθεν του θά σχημα- τισθῆ ἡ σκιά του (σχ. 11).



ΣΧ. 11

γ) Αί καθοδικαί ακτίνες προκαλούν τόν φθορισμόν εἰς ούσίας δυναμένης νά φθορίζουν.

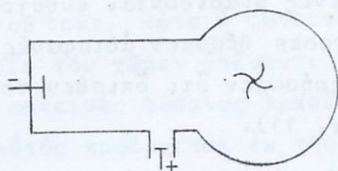
δ) Αί καθοδικαί ακτίνες προσπίπτουσαι επί εύθερμαγω- γού σώματος τό θερμαίνουν άρα ἔχουν θερμικήν ἐνέρ- γειαν.

ε) Αί καθοδικαί ακτίνες ἔχουν διεισδυτικήν ἰκανότητα, δηλαδή διαπερνούν σώματα πολύλεπτου πάχους, ως φύλλα άργιλίου (τσιγαρόχαρτον).

στ) 'Εάν εἰς τόν δρόμον τῶν καθοδικῶν ακτίνων παρεμ- βάλωμεν μύλον δυνάμενον νά περιστρέφεται περί άξονα θά παρατηρήσωμεν ότι ό μύλος περιστρέφεται, άρα αί κα- θοδικαί ακτίνες ἔχουν μηχανικήν ἐνέργειαν (σχ. 12).

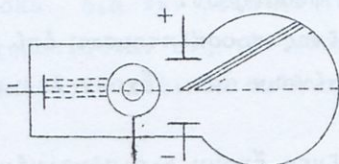
ζ) 'Εάν τόν σωλήνα Crooks εντός του όποιου σχημα- τίζονται καθοδικαί ακτίνες τόν περιβάλλωμεν διά τῶν πόλων πέταλοειδοῦς μαγνήτου θά παρατηρήσωμεν ότι αί καθοδικαί ακτίνες ἐκτρέπονται καθέτως πρός τό μαγνη- τικόν πεδίου. 'Η ἐκτροπή όφείλεται εἰς δυνάμεις Lapla-

σε αί όποιαί άσκοϋνται ύπό τοϋ πεδίου.



ΣΧ. 12

η) Έάν δι' είδικου δίσκου φέροντος όπήν σχηματίσωμεν λεπτήν δέσμην καθοδικών άκτίνων (σχ. 12), θέσωμεν δέ έντός τοϋ σωλήνος δύο παραλλήλους πλάκας, συνδέσωμεν δέ αύτάς μέ τοϋς πόλους πηγής συνεχούς τάσεως θά παρατηρήσωμεν ότι ή δέσμη των άκτίνων θά έκτραπή καί μάλιστα πρός τήν θετικήν πλάκαν.



ΣΧ. 13

Έξ αυτής ως & τής προηγούμενης ιδιότητας εξαγομεν τό συμπέρασμα ότι αύται εΐναι σωματίδια άρνητικώς φορτισμένα.

28.- Σύστασις των καθοδικών άκτίνων.

Έ η έκτροπή τήν όποίαν ύφίσταται αΐ καθοδικαΐ άκτίνες ύπό ήλεκτρικού πεδίου (σχ. 13), έξαρτάται άπό τήν έντασιν τοϋ πεδίου, τό φορτίον αύτων, ως καΐ τήν μάζαν των. Έ η έκτροπή αύξάνει μέ τήν έντασιν τοϋ πεδίου καΐ τοϋ φορτίου των, έλαττοϋται δέ μέ τήν μάζαν

των. Διὰ σταθεράν έντασιν πεδίου υπελόγησαν τόν λόγον φορτίου πρὸς μάζαν, ἀπεδείχθη δὲ πειραματικῶς ὅτι τό φορτίον τῶν ἰσοῦται $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ cη καί ἡ μάζα των $m = \frac{1}{1836,2}$ τῆς μάζης τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου, ἄρα εἶναι ἠλεκτρόνια.

29.- Παραγωγή τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων, διαυλιναὶ ἀκτίνες

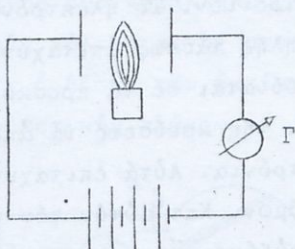
Διὰ τήν ἐξήγησιν τῆς παραγωγῆς τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων, δεχόμεθα ὅτι ἐντός τοῦ ἀερίου ὑπό χαμηλὴν πίεσιν ὑπάρχει ἓνα ἠλεκτρόνιον. Τό ἠλεκτρόνιον τοῦτο ὑπό τήν ἐπίδρασιν τῆς ὑψηλῆς τάσεως ἐπιταχύνεται, ὅταν ἡ ταχύτης του ἀύξηθῆ, δύναται δὲ νά προσκρούσῃ ἐπὶ ἀτόμου τοῦ ἀερίου καί ἐκ τῆς κρούσεως νά ἀποσπασθῆ ἓνα ἢ καί περισσότερα ἠλεκτρόνια. Αὐτὰ ἐπιταχυνόμενα προσκρούουν ἐπὶ ἄλλων ἀτόμων. Κατ' αὐτόν τόν τρόπον ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων αὐξάνει ὅσον προχωροῦμεν ἐκ τῆς καθόδου πρὸς τήν ἀνοδον σχηματίζοντα δέσμη (σχ12) Τά άτομα τῶν ἀερίων τά ὁποῖα ἔχασαν ἓν ἢ καί περισσότερα ἠλεκτρόνια ἐκ τῆς κρούσεως .. μετέπεσαν εἰς θετικά ἰόντα τά ὁποῖα κινοῦνται πρὸς τήν κάθοδον σχηματίζοντα δέσμη ἀκτίνων καλουμένων διαυλικῶν (σχ. 13).

Ἡ ἀνωτέρω περιγραφεῖσα ἀγωγιμότης γίνεται ἄνευ ἐξωτερικῆς ἐπιδράσεως δι' ὃ καί καλεῖται αὐτοτελής ἀγωγιμότης.

30.- Μὴ αὐτοτελής ἀγωγιμότης

Ἐάν εἰς δύο μεταλλικὰς πλάκας ἐφαρμόσωμεν τοὺς πόλους μιᾶς πηγῆς παρεμβάλλοντες γαλβανόμετρον θά παρατηρήσωμεν ὅτι διὰ τοῦ γαλβανομέτρου δέν διέρχεται τό

ρεῦμα. Ἐάν ὅμως εἰς τόν χώρον μεταξύ τῶν πλακῶν φέρω-
μεν λύχνον φωταερίου Bunsen (ύψηλῆς θερμοκρασίας), θά
παρατηρήσωμεν ὅτι τό γαλβανόμετρον θά ἀποκλίνη, διότι,
δι' αὐτοῦ θά διέρχεται ἓν ἀσθενές ρεῦμα. Τό αὐτό φαινό-
μενον θά παρατηρήσωμεν ἔάν εἰς τόν χώρον μεταξύ τῶν
πλακῶν διοχετεύσωμεν ἀκτῖνες Roentgen ἢ ραδιενεργόν οὐ-
σίαν. Τό φαινόμενον πρὸς αὐτῶν ἠλεκτρικῶν ρεῦματος παρατη-
ρεῖται μόνον ὅταν ἐπιδρῶμεν ἐκ τῶν ἔξω. Ἄρα ἡ ἔξωτε-
ρική ἐπίδρασις δημιουργεῖ τούς φορεῖς (ἰονίζει δηλαδή
τόν ἀέρα) (σχ. 14).



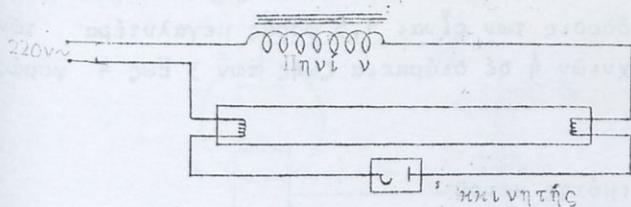
σχ. 14

Ἡ ἀγωγιμότης αὕτη ἡ ὁποία δημιουργεῖται μόνον κα-
τόπιν ἔξωτερικῆς ἐπίδρασεως καλεῖται μὴ αὐτοτελῆς ἀγω-
γιμότης.

31.- Ἐφαρμογαί τῆς ἀγωγιμότητος τῶν ἀερίων.

- α) Σωληνες φωτεινῶν ἐπιγραφῶν. Οἱ σωληνες αὐτοὶ πε-
ριέχουν ἀέριον ὑπὸ χαμηλῆν πίεσιν (συνήθως εὐγενές).
Εἰς τὰ ἄκρα των φέρουν δύο ἠλεκτρόδια διὰ τῶν ὁποίων
διερχόμενον τό ρεῦμα, τὰ διεγείρει καί φωτοβολοῦν.
- β) Λαμπτήρες αἴγλης. Εἶναι ὑάλινος κῶδων περιέχον ἀέ-
ριον εὐγενές ὑπὸ χαμηλῆν πίεσιν. Τὰ ἠλεκτρόδιά του εἶ-
ναι σχήματος ἐλικοειδοῦς ἢ σταυροῦ, ἡ δέ κατανάλωσίς

των ελάχιστη (σχ. 15).



Σχ. 15

γ) Λαμπτήρ φθορισμού. Είναι υάλινος σωλήν επιμήκης περιέχων άέριον γίν & ζωτον υπό χαμηλήν πίεσιν & σταγόνα υδραργύρου, έσωτερικώς δέ επίχρισμα από φθορίζουσαν ουσίαν. Είς τά άκρα του φέρει δύο ήλεκτροδία διά τών οποίων διαβιβάζεται ρεύμα, θερμαινόμενα δέ έκπέμπουν ήλεκτρόνια. Τά δύο άκρα του ως δεικνύει τό(σχ.15) συνδέονται μέσω πηνίου προς πηγήν διά νά αύξάνη ή τάσις είς τήν άρχήν τής έκκινήσεως. Τά δέ δύο άλλα συνδέονται προς μικρόν λαμπτήρα αίγλης τοῦ όποιου τό έν ήλεκτρόδιον είναι διμεταλλικόν καί καλεϊται έκκινητής. Όταν κλείσωμεν τό κύκλωμα τό ρεύμα διερχόμενον διά τής λυχνίας αίγλης θερμαίνει τό διμεταλλικόν έλασμα τό όποιον παραμορφοῦται, διά τής παραμορφώσεως έπέρχεται βραχυκύκλωμα καί ή έντασις τοῦ ρεύματος αύξάνει. Τό ισχυρόν ρεύμα θερμαίνει τά δύο ήλεκτροδία τοῦ σωλήνος από τά όποια άρχίζει ή έκπομπή ήλεκτρονίων. Κατά τήν θέρμανσιν τών ήλεκτροδίων ή ύπάρχουσα σταγών τοῦ υδργυρου έξατμίζεται. Τότε τό διμεταλλικόν έλασμα φύχεται καί διακόπτεται τό ρεύμα διά τοῦ έκκινητοῦ, άρχίζει δέ ή δίοδος τοῦ ρεύματος διά τοῦ άερίου τό όποιον φωτοβολεϊ δίδον ύπεριώδη άκτινοβολίαν ή όποία, προσπίπτει έπί τής φθορίζούσης ουσίας, δίδει φώς όμοιάζον προς τό

λευκόν. Σήμερον ἔχει ἐπιτευχθῆ ἡ λειτουργία των ὑπό τάσιν 220 Volt καί 110 Volt συνεχοῦς καί ἐναλλασσομένου. Ἡ ἀπόδοσις των εἶναι 1,5 φορές μεγαλυτέρα τῶν συνήθων λυχνιῶν ἡ δέ διάρκεια ζωῆς των 3 ἕως 4 φορές μεγαλυτέρα.

32.- Ἀγωγιμότης κενοῦ

Εἰς τόν κενόν χῶρον εἶναι ἀδύνατον νά ἐμφανισθῆ ἀγωγιμότης λόγω ἐλλείψεως ὕλης καί ἀδύνατος ὁ σχηματισμός φορέων. Διὰ νά ἐμφανισθῆ ἀγωγιμότης εἰς τόν κενόν χῶρον πρέπει ἐκ τῶν ἔξω νά προσθέσωμεν φορεῖς.

Θερμιονική ἐκπομπή ἠλεκτρονίων, φαινόμενον Edison.

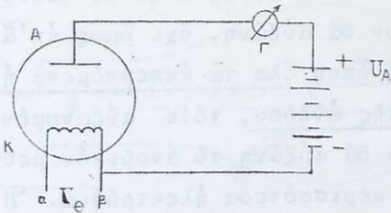
Γνωρίζομεν ὅτι ἕκαστον ἄτομον συγκρατεῖ τὰ ἠλεκτρόνια του δι' ὠρισμένης ἐνεργείας. Ἐάν εἰς τὰ ἠλεκτρόνια ἑνός ἀτόμου δώσωμεν ἐνέργειαν μεγαλυτέραν αὐτῆς πού τὰ συγκρατεῖ εἰς τόν πυρήνα, τότε θά ἀσπασθοῦν ἐκ τοῦ ἀτόμου.

Ὁ Edison ἐμελέτησεν τό φαινόμενον ἐκπομπῆς ἠλεκτρονίων ἐξ ἑνός μετάλλου ὅταν δίδωμεν εἰς τό μέταλλον ἐνέργειαν ὑπό μορφήν θερμότητος. Παρατήρησε δέ ὅτι ὠρισμένα μέταλλα τῆς οἰκογενείας τῶν σπανίων γαιῶν καί ἰδιαιτέρως τὰ ὀξειδία τοῦ θορίου δίδουν ἕναν ηὔξημένον ἀριθμόν ἠλεκτρονίων.

33.- Δίοδος ἠλεκτρονική λυχνία

Ἐάν ἐντός ἀεροκένου σωλῆνος θέσωμεν δύο ἠλεκτρόδια (σχ. 16) τὰ ἄκρα τῶν ὁποίων ἔχομεν συνδέσει μέ τούς πόλους ἠλεκτρ. πηγῆς παρεμβάλλοντας εἰς τό κύκλωμα

εν μιλιμπερόμετρον ($\mu\alpha$), θά παρατηρήσωμεν ὅτι δέν διέρχεται ρεύμα. Ἐστὶν ανεμένετο ὅτι μετὰ τοῦ κύριου τοῦ K καὶ τῆς πλάκῃς δέν ὑπάρχουν ἠλεκτρονικὶ φρεῖς.



ΕΧ . 10



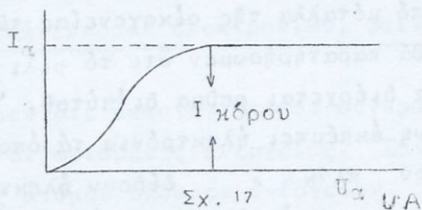
Ἐάν ὅμως εἰς τὰ ἄκρα (α, β) ἐφαρμόσωμεν μίαν τάσιν U_{θ} , θά θερμανθῇ ἡ ἀντίστασις K , ἡ ὁποία εἶναι κατασκευασμένη ἀπὸ μέταλλα τῆς οἰκογενείας τῶν σπανίων γαιῶν, καὶ τότε θά παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ μιλιμπερόμετρον ἀποκλίνει, ἄρα διέρχεται ρεύμα δι' αὐτοῦ. Ἡ ἀντίστασις K θερμαινομένη ἐκπέμπει ἠλεκτρόνια τὰ ὁποῖα ἐλκόμενα ἀπὸ τὴν θετικὴν πλάκην δίδουν ἠλεκτρικὸν ρεύμα.

Ἡ ἀντίστασις K ἡ εὐρισκομένη ἐντὸς τοῦ σωλήνος λέγεται κάθοδος τὸ δὲ ἠλεκτρόδιον τὸ ὁποῖον συνδέεται μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς λέγεται ἄνοδος. Ἡ τάσις τῆς πηγῆς U_A λέγεται ἀνοδικὴ τάσις, ἡ δὲ τάσις U_{θ} τάσις θερμάνσεως. Τὸ ρεύμα τὸ διαρρέον τὸ μιλιμπερόμετρον λέγεται ἀνοδικὸν ρεύμα ἢ τιμὴ τοῦ ὁποίου μεταβάλλεται.

Τὸ ἀνοδικὸν ρεύμα ἐξαρτᾶται ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀπὸ τῆν τάσιν U_{θ} (διότι αὐτὴ καθορίζει τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐκπεμπομένων ἠλεκτρονίων) ἀφ' ἑτέρου δὲ ἀπὸ τῆν ἀνοδικὴν τάσιν ἢ ὁποία ἔλκει τὰ ἐκπεμπόμενα ἐκ τῆς καθόδου ἠλεκτρόνια.

Διὰ μίαν σταθεράν τάσιν U_{θ} ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκπεμπομένων ἠλεκτρονίων ἔχει μίαν σταθεράν τιμὴν; ἐφαρμο-

ζοντας όμως τίν υπήλθηντάσιν ανόδου, αυτή θά έλκη τά ήλεκτρόνια. Όσον ή τάσις αύξάνει τόσον καί ο άριθμός τών ήλεκτρονίων θά αύξάνη, όχι όμως επ' άπειρον, διότι θά έλθη στιγμή όπου όλα τά έκπεμπόμενα ήλεκτρόνια θά έλκονται υπό της ανόδου, τότε αύξανομένης της ανοδικής τάσεως δέν θά αύξάνη τό ανοδικόν ρεύμα, διότι δέν θά έξέρχονται περισσότερα ήλεκτρόνια. Η τιμή αύτη του ανοδικού ρεύματος είναι ή μεγίστη δυνατή διά τήν καθ' ώρισμένην τιμήν U_0 καί λέγεται ρεύμα κόρου (σχ. 17).

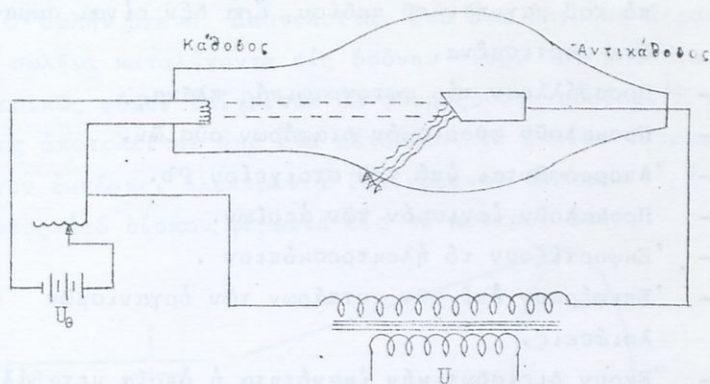


34.- Άκτίνες X (Roentgen)

Αί άκτίνες Roentgen είναι ήλεκτρομαγνητικά κύματα πολύ μικρού μήκους κύματος, έκπεμπόμενα υπό μετάλλων, όταν βομβαρδίζονται από ήλεκτρόνια πολύ μεγάλης ταχύτητος. Σήμερον αί άκτίνες Röntgen παράγονται έντός άεροκένων σωλήνων ειδικής μορφής κατασκευασθέντος υπό του Coolidge.

Τό φάσμα τών άκτίνων X έμελετήθη υπό του Röntgen εύρέθη ότι αποτελείται από έν συνεχές καί έν γραμμικόν. Τό συνεχές οφείλεται εις τήν έπιβράδυνσιν τήν όποίαν υφίστανται τά ήλεκτρόνια προσπίπτοντα επί της αντικαθόδου, τό δέ συνεχές οφείλεται εις τήν διέγερσιν τήν όποίαν υφίστανται τά άτομα της αντικαθόδου βομβαρ-

διζόμενα υπό των ηλεκτρονίων ύψηλης ενέργειας.



Σχ. 18

Εργασία: Ἡ κάθοδος τοῦ σωλήνος Coolidge ἀποτελεῖται ἀπό ἓν μέταλλον τῆς οἰκογενείας τῶν σπανίων γαιῶν, τό ὁποῖον θερμαίνεται διά τάσεως U_0 ἐκπέμπει ἠλεκτρόνια. Μεταξύ καθόδου καί ἀνόδου ἔχομεν ἐφαρμοσθεῖς μίαν τάσιν 25.000 volt μέσω μετασχηματιστοῦ. Τά ἠλεκτρόνια εὕρισκόμενα εἰς τόσον ἰσχυρόν πεδίων ἐπιταχύνονται καί προσπίπτουν ἐπί τῆς ἀντικαθόδου. Ἡ ἀντικάθοδος ἀποτελεῖται ἀπό μέταλλον δύστηκτον μεγάλου ἀτομικοῦ βάρους διότι λόγω κρούσεως ἢ θερμοκρασία του ἀνέρχεται ἐπικινδύνως, μάλιστα πολλάκις φύχεται διά εἰδικῶν μέσων ἵνα μή ταῖα ἀνερχομένης τῆς θερμοκρασίας. Τά ἐπιταχυνόμενα ἠλεκτρόνια προσπίπτοντες ἐπί τῆς ἀντικαθόδου μέ μεγάλην ταχύτητα διεγείρουν τά ἄτομά της, τά ὅποια ἐκπέμπουν ἠλεκτρομαγνητικόν κύμα (φῶς) καὶ μέγιστης συχνότητος.

Ἰδιότητες τῶν ἀκτίνων Roentgen

1.- Κινοῦνται εὐθυγράμμως μέ τήν ταχύτητα τοῦ φωτός.

- 2.- Δέν ἐντρέπονται οὔτε ὑπό τοῦ ἠλεκτρικοῦ οὔτε ὑπό τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἄρα δέν εἶναι σωματίδια φορτισμένα.
- 3.- Προσβάλλουν τὰς φωτογραφικὰς πλάνας.
- 4.- Προκαλοῦν φθορισμόν διαφόρων οὐσιῶν.
- 5.- Ἀπορροφῶνται ὑπό τοῦ στοιχείου Pb.
- 6.- Προκαλοῦν ἰονισμόν τῶν ἀερίων.
- 7.- Ἐκφορτίζουν τὸ ἠλεκτροσκόπιον.
- 8.- Ἐπιφέρουν ἐπὶ τῶν κυττάρων τῶν ὀργανισμῶν ἀλλοιώσεις.
- 9.- Ἐχουν διεισδυτικὴν ἰκανότητα ἢ ὁποῖα μεταβάλλεται μετὰ τῆς συστάσεως τῆς ὕλης. Μάλιστα εὐρέθη ὅτι ἡ διεισδυτικὴ ἰκανότης εἶναι τόσον μεγαλυτέρα ὅσον μικρότερον εἶναι τὸ ἀτομικὸν βάρος τῶν στοιχείων ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀποτελεῖται τὸ σῶμα.

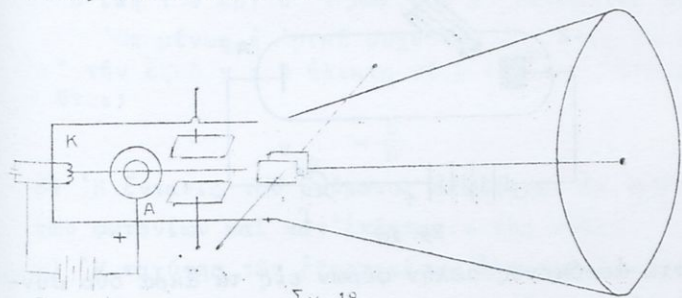
Ἡ διεισδυτικὴ ἰκανότης τῶν ἀκτίνων Röntgen ἀυξάνει ἀξανομένης τῆς ἐφαρμοζομένης τάσεως μετὰξὺ καθόδου καὶ ἀντικαθόδου, ἀυξάνει ἐπίσης καὶ μὲ τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ στοιχείου ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἡ ἀντικαθόδος.

Ἀναλόγως τῆς διεισδυτικῆς ἰκανότητος ἢ τῆς ἐφαρμοζομένης τάσεως αἱ ἀκτῖνες Röntgen χαρακτηρίζονται μαλακαὶ ἢ σκληραὶ. Σκληραὶ ἀκτῖνες παράγονται ὅταν ἡ ἐφαρμοζομένη τάσις ἀνέρχεται εἰς ἑκατοντάδας volt.

Αἱ ἀκτῖνες Röntgen εὐρίσκουν μεγάλην ἐφαρμογὴν εἰς τὴν ἰατρικὴν δι' ἀκτινοσκοπήσεις, ἀκτινοθεραπείας, ἐπίσης εἰς τὴν κρυσταλλογραφίαν διὰ τὴν ἐξέτασιν τῆς κρυσταλλικῆς δομῆς.

35.- Σωλήν Braun

Ὁ σωλήν Braun ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα ἐπιμήκη ἀερόκε-
νον σωλήνα καταλήγοντα εἰς ὀθόνην (σχ. 19), ἢ ὁποῖα ἐ-
σωτερικῶς φέρει ἐπίχρισμα ἐκ φθοριζούσης οὐσίας. Ἡ κά-
θοδος ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα μέταλλον τὸ ὁποῖον θερμαίνο-
μενον ἐκπέμπει ἠλεκτρόνια (φαινόμενον Edison), ἢ δὲ
ἀνοδος ἀπὸ δίσκου, φέροντα εἰς τὸ κέντρον ὀπῆν.

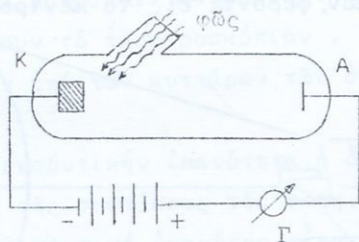


Σχ. 19

Ὅταν μεταξύ καθόδου ἀνόδου ἐφαρμοσθῇ ὑψηλὴ τά-
σις πᾶ ἐκ τῆς καθόδου ἐκπεμπόμενα ἠλεκτρόνια προσπί-
πτουν ἐπὶ τῆς ἀνόδου, μέ ἀποτέλεσμα ἓνα μέρος αὐτῶν δι-
ερχόμενον διὰ τῆς ὀπῆς νά ἐπιταχύνεται σχηματίζον δέσμη
ἢ ὁποῖα προσπίπτουσα ἐπὶ τῆς ὀθόνης ἀναγκάζει τὸ ἐπί-
χρισμα νά φθορίζη δίδον φωτεινὴν κηλίδα. Κατὰ μήκος τοῦ
σωλήνος παρεμβάλλονται δύο ζεύγη πλακῶν τὰ ἄκρα τῶν ὁ-
ποίων συνδέονται διὰ πηγῆς. Ὅταν εἰς τὰ πλακίδια ἐ-
φαρμόσωμεν τάσιν ἃ δημιουργηθῇ ἠλεκτρικόν πεδίων. Ἡ
δέσμη τῶν ἠλεκτρονίων διερχομένη δι' αὐτοῦ ἐκτρέπεται.
Τὸ ἓνα ζεῦγος πλακιδίων ἐκτρέπει τὴν δέσμη κατακορύ-
φως ἐκ τῆς θέσεως τῶν δι' ὅ καὶ καλοῦνται πλα-
κίδια κατακορύφου ἀποκλίσεως. Τὸ ἄλλο ζεῦγος ὀρι-
ζοντίως καὶ καλοῦνται πλακίδια ὀριζοντίου ἀποκλίσεως.

36.- Φωτοηλεκτρικόν φαινόμενον

Εἰς τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα ἀγωγιμότητος κενοῦ, οἱ φορεῖς ἦσαν κυρίως ἠλεκτρόνια ἐξερχόμενα ἐκ τῶν μετάλλων δι' ἀπορροφήσεως θερμικῆς ἐνεργείας. Εἰς τό φωτοηλεκτρικόν φαινόμενον οἱ φορεῖς εἶναι ἠλεκτρόνια ἀλλά ἐξέρχονται ἐκ τῶν μετάλλων κατόπιν ἀπορροφήσεως φωτονίου δι' ὃ καί ὀνομάζονται φωτοηλεκτρόνια.



Σχ. 20

Ἐστω ἀερόκενος σωλήν φέρων εἰς τὰ ἄκρα δύο συντετηγμένα ἠλεκτρόδια (K, A). Ὁ σωλήν φέρει παράθυρον ἐκ χαλαζίου ἵνα διερχόμενον δι' αὐτοῦ ὑπεριώδες φῶς νά μὴν ὑφίσταται καθ' ὅσον ἀπορρόφησιν (σχ. 20). Ἐάν τὰ δύο ἄκρα του συνδεθοῦν διὰ πηγῆς συνεχοῦς τάσεως, καί μάλιστα ἡ κάθοδος μέ τό ἀρνητικόν καί ἡ ἄνοδος μέ τό θετικόν παρεμβάλλοντες γαλβανόμετρον θά παρατηρήσωμεν ὅτι δέν διέρχεται ρεῦμα. Ἐάν ὅμως ἐκ τοῦ ἐκ χαλαζίου παραθύρου ρίψωμεν ἐπί τῆς καθόδου ὑπεριώδη ἀκτινοβολίαν θά παρατηρήσωμεν ὅτι διὰ τοῦ γαλβανομέτρον θά διέλθῃ ἠλεκτρικόν ρεῦμα. Τό ρεῦμα τοῦτο, ἡ διάρκειά τοῦ ὁποίου εἶναι ὅσον καί ὁ φωτισμός τῆς καθόδου ἔχει φοράν ἐκ τῆς καθόδου πρὸς τήν ἄνοδον. Τά ἠλεκτρόνια ἀποσπῶνται ἐκ τῆς καθόδου ὑπό τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας.

Πειραματικῶς εὐρέθησαν οἱ ἐξῆς νόμοι ποῦ διέ-
πουν τὸ φωτοηλεκτρικόν φαινόμενον.

α) Τά ἠλεκτρόνια δέν δύνανται νά ἐξέλθουν ἐκ τῆς κα-
θόδου, ὅταν τὸ μῆκος κύματος τοῦ φωτός, τὸ ὁποῖον προ-
σπίπτει γίνῃ μεγαλύτερον ὠρισμένων ὀρίων. Τοῦτο ἐξη-
γεῖται ὡς ἐξῆς. Διὰ νά ἀποσπασθῇ ἓν ἠλεκτρόνιον ἢ ἐν-
έργεια τοῦ φωτονίου ($h\nu$) πρέπει νά εἶναι μεγαλυτέρα ἢ τὸ
πλήυ ἴση τῷ ἔργῳ ν τὸ ὁποῖον τὸ συγκριτεῖ δηλαδῆ: $h\nu = h\nu_0$

Ἐπομένως, ἡ ὀρική συχνότης ν_0 ἣτις ἀπαιτεῖται γιὰ
διὰ τὴν ἐξόδον τοῦ ἠλεκτρονίου ἐκ τῆς καθόδου θά ἴ-
σῆται:

$$\nu_0 = \frac{b}{h}$$

β) Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ
τῶν φωτονίων καὶ κατ'ἐπέκτασιν τῆς ροῆς.

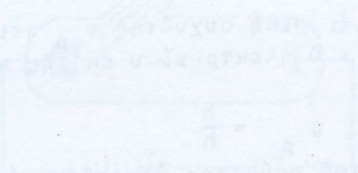
γ) Ἡ ταχύτης τῶν ἐξερχομένων ἠλεκτρονίων ἐξαρτᾶται ἐκ
τοῦ μήκους κύματος τοῦ φωτός, τὸ ὁποῖον προσπίπτει ἐ-
πὶ τῆς καθόδου.

Αὐτὸ ἐμελετήθη ὑπὸ τοῦ EINSTEIN, διατυπώσαντος,
τὴν φωτοηλεκτρικὴν ἐξίσωσιν.

$$(16) \quad \frac{1}{2} m v^2 = h\nu - b$$

Ἡροσπίπτουσα ἐνέργεια $h\nu$ ἔργον ἐξαγωγῆς ἠλεκ-
τρονίου b , ἢ ἐπιπλέον ἐνέργεια παραμένει εἰς τὸ ἠλεκ-
τρόνιον ὑπὸ μορφήν κινητικῆς ἐνεργείας.

Παρατηρούμε ότι ο άξονας x είναι οριζόντιος και ο άξονας y είναι κάθετος στον x . Η συνάρτηση $f(x, y)$ είναι η απόσταση από τον άξονα x μέχρι τον άξονα y . Η συνάρτηση $f(x, y)$ είναι η απόσταση από τον άξονα x μέχρι τον άξονα y .



Η συνάρτηση $f(x, y)$ είναι η απόσταση από τον άξονα x μέχρι τον άξονα y . Η συνάρτηση $f(x, y)$ είναι η απόσταση από τον άξονα x μέχρι τον άξονα y . Η συνάρτηση $f(x, y)$ είναι η απόσταση από τον άξονα x μέχρι τον άξονα y .

ΜΕΡΟΣ Ε΄ ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

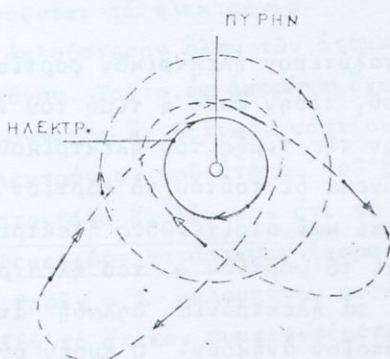
Α. Γενικά Έννοιαι περί τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου.

1.-α) Ὁ πυρῆν καὶ τὰ περίξ αὐτοῦ κινούμενα ἠλεκτρόνια

Ὡς εἶναι γνωστόν, ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἐξ ἀτόμων, δηλαδή μικροτάτων, ἀδιαίρετων καὶ ἀτμήτων χημικῶν συστατικῶν παντός σώματος.

Τὰ ἄτομα, εἰς πλείστας περιπτώσεις, ἐνούμενα μεταξὺ των, σχηματίζουν μεγαλύτερα συγκροτήματα καλούμενα μόρια.

Ἐκαστον ἄτομον ἀποτελεῖται ἐν τοῦ πυρήνος καὶ ἐκ τῶν περί αὐτόν περιφερομένων ἠλεκτρονίων (σχ. 1). Τό ὑπόδειγμα (μοντέλο) τοῦτο ἐπενοήθη ἀπὸ τόν Νεοζηλανδόν Φυσικόν Ernest Rutherford (Ράδερφορντ) τό ἔτος 1911, σήμερον δέ εἶναι τό μόνον παραδεκτόν ὡς πληροῦν τάς συγχρόνους ἀντιλήψεις περί τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου.



Κατά τόν Rutherford, περίξ τοῦ πυρήνος καί εἰς μεγάλας σχετικῶς ἀποστάσεις περιφέρονται ἐπί ἑλλειπτικῶν ἢ κυκλικῶν τροχιῶν τὰ ἠλεκτρόνια τοῦ ἀτόμου, ἀποτελοῦντα τρόπον τινά σύστημα ὅμοιον πρός τό σύστημα τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν περί τόν "Ἥλιον. Αἱ κυκλικαί τροχιαί εἰς τάς ὁποίας περιφέρονται τὰ ἠλεκτρόνια δέν εἶναι ἀπλαῖ γραμμαί, ὡς ἐμφανίζονται εἰς τό σχῆμα 1, ἀλλά εὐρεῖται ζῶναι καλούμεναι "στοιβάδες ἢ φλοιοί" χαρακτηριζόμεναι διά τῶν γραμμάτων τοῦ Λατινικοῦ ἀλφαβήτου K, L, M, N κ.λ.π.

Ἐπί ἐκάστου τῶν περιφερομένων ἠλεκτρονίων δρᾷ κεντρικῶς ἡ δύναμις Coulomb, τήν ὁποίαν ἐξασκεῖ ἐπί τοῦ ἠλεκτρονίου ὁ πυρήν.

Τό ἠλεκτρόνιον εἶναι σωματίον τό ὁποῖον ἔχει μάζαν ἡ ὁποία καλεῖται μάζα ἡρεμίας $m = 9,1083 \cdot 10^{-28}$ gr καί ἀρνητικόν ἠλεκτρικόν φορτίον $(-e) = 1,602 \cdot 10^{-19}$ cb.

Τό φορτίον (e) τοῦ ἠλεκτρονίου ἀποτελεῖ τήν ἐλαχίστην δυνατήν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ ἡ ὁποία ἀπαντᾶται εἰς τήν Φύσιν.

Κάθε ἄλλο μεγαλύτερον ἠλεκτρικόν φορτίον, φέρει ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, τόσην ὥστε ἡ τιμή του νά εἶναι ἀκέραιον πολλαπλάσιον τῆς τιμῆς τοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου, τοῦ ἠλεκτρονίου. Ἐνεῖκα δέ τούτου τό φορτίον e τοῦ ἠλεκτρονίου ὀνομάζεται καί στοιχειῶδες ἠλεκτρικόν φορτίον. Ἡ μάζα m καί τό φορτίον e τοῦ ἠλεκτρονίου εἶναι τά αὐτά δι' ὅλα τὰ ἠλεκτρόνια δηλαδή ἀνεξαρτήτως τοῦ ἀτόμου εἰς τό ὁποῖον ἀνήκουν. Ὁ πυρήν εἶναι ἡ κεντρική καί λίαν μικρά περιοχὴ τοῦ ἀτόμου, ἀκτίνος 10^{-12} ἕως 10^{-13} cm (τῆς αὐτῆς τάξεως μεγέθους εἶναι καί ἡ ἀκτίς

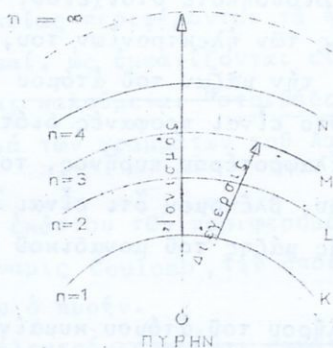
του ηλεκτρονίου) είναι δέ σωματίον μέ μάζαν καί ηλεκτρικόν φορτίον θετικόν, έξαρτώμενα έκ του είδους του άτόμου εΐς τό όποϊον ούτος άνήκει.

Η μάζα του άτόμου ίσουται προς τό άθροισμα της μάζης του πυρήνος καί της μάζης των ηλεκτρονίων του. Η μάζα όμως του πυρήνος, οΐουδήποτε στοιχείου, είναι τόσον μεγαλυτέρα της μάζης των ηλεκτρονίων του, ώστε δύναμεθα νά θεωρούμεν ότι την μάζαν του άτόμου αποτελεί ή μάζα του πυρήνος. Τουτο είναι προφανές διότι άν έξετάσωμεν την μάζαν του έλαφροτέρου πυρήνος, του πυρήνος του άτόμου του ύδρογόνου, βλέπομεν ότι είναι μεγαλυτέρα κατά 1836,2 φορές της μάζης του μοναδικού περιφερομένου ηλεκτρονίου.

Η διάμετρος ολοκλήρου του άτόμου κυμαίνεται μεταξύ $0,5 \cdot 10^8$ cm έως 10^8 cm ($0,5 - 1 \text{ \AA}$). Άλλά ή ακτίς του πυρήνος είναι πολύ μικρότερα της ακτίνας του άτόμου. Έκ τούτου συνάγεται ότι εΐς τό άτομον, ό πυρήν καταλαμβάνει πολύ μικρόν μέρος, εΐς τόν υπόλοιπον δέ "κενόν" χώρον κινούνται τά ηλεκτρόνια.

Τό απλούστερον όλων των άτόμων είναι τό άτομον, του ύδρογόνου. Τουτο, ως ανεφέρθη, έχει έν μόνον ηλεκτρόνιον καί συνεπώς έν θετικόν φορτίον εΐς τόν πυρήνα. Όταν τό ηλεκτρόνιον του άτόμου του ύδρογόνου εύρίσκεται εΐς την στοιβάδα K, λέγομεν ότι τό άτομον εύρίσκεται εΐς την θεμελιώδη κατάστασιν (χαρακτηριζομένη καί διά τινος αριθμού $n = 1$ καλουμένου κυρίου κβαντικού αριθμού) δηλαδή τό άτομον συμπεριφέρεται ως ηλεκτρικώς ουδέτερον. Αί υπόλοιποι τροχιαί τάς όποίας δύναται νά καταλάβη τό ηλεκτρόνιον παραμένουν κενά. Εάν υπό την

επίδρασιν ἔξωτερικοῦ αἰτίου τὸ ἠλεκτρόνιον καταλάβη οἰανδήποτε ἄλλην τροχιάν $L, M, N, \dots (n = 2, 3, 4, \dots)$ τότε λέγομεν ὅτι τὸ ἄτομον εἶναι διηγερμένον καὶ ἂν ἀπομακρυνθῆ τελείως τοῦ ἀτόμου ($n = \infty$) τότε λέγομεν ὅτι τὸ ἄτομον εἶναι ιονισμένον (σχ. 2).



ΣΧ. 2

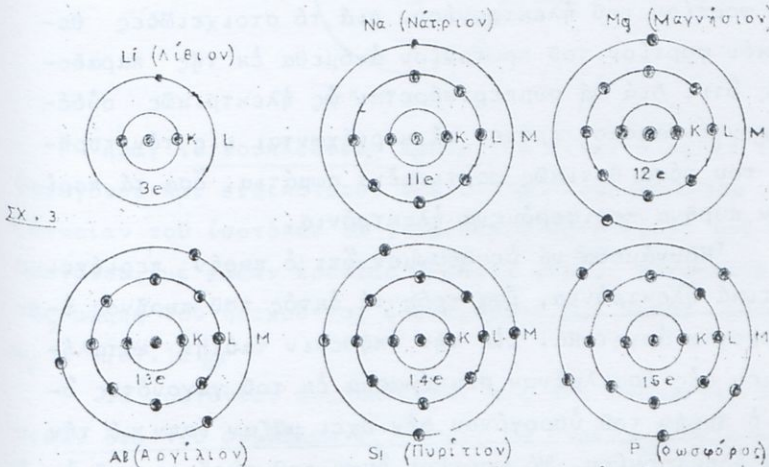
Εἰς τὰ ἄτομα μὲ πολλά ἠλεκτρόνια κάθε ἠλεκτρόνιον συμπεριφέρεται περίπου ὡς καὶ τὸ μοναδικόν ἠλεκτρόνιον τοῦ ὑδρογόνου, μὲ τὴν ἐξῆς διαφορὰν, ὅτι ταῦτα κατανέμονται συμφώνως πρὸς συνθήκην ἣ ὀποῖα καλεῖται "Ἀπαγορευτικὴ ἀρχὴ τοῦ Pauli", ἣ ὀποῖα διατυπῶνται ὡς ἐξῆς:

"Εἶναι ἀδύνατον νὰ ὑπάρχουν εἰς τὸ αὐτὸ ἄτομον δύο ἠλεκτρόνια ἔχοντα τὴν αὐτὴν ἐνεργειακὴν κατάστασιν".

Κατὰ τὴν ἀρχὴν ταύτην δέν δύνανται ὅλα τὰ ἠλεκτρόνια ἑνὸς ἀτόμου νὰ εὐρίσκωνται εἰς τὴν θεμελιώδη τροχιάν K ($n = 1$), ἀλλὰ πρέπει νὰ κατανέμονται καὶ εἰς τὰς ὑπολοίπους τροχιάς L ($n = 2$), M ($n = 3$), N ($n = 4$) κ.λ.π. ὑπολογιζομένου τοῦ ἀριθμοῦ τῶν κατανεμομένων ἠλεκτρονίων, ὥστε ὁ φλοιὸς K δύναται νὰ περιλάβῃ δύο

μόνον ηλεκτρόνια, ο φλοιός L οκτώ, ο φλοιός M δέκα. οκτώ κ.λ.π. ως εξής: $K=2 \cdot 1^2$, $L=2 \cdot 2^2$, $M=2 \cdot 3^2$ κ.ο.κ.

Ἡ κατανομή γίνεται ἔτσι ὥστε νά συμπληρώνονται πρῶτον οἱ ἐσώτατοι φλοιοί, ὁ εἷς κατόπιν τοῦ ἄλλου, τὰ ἑναπομένοντα δέ ηλεκτρόνια νά κατανέμονται εἰς τόν ἐξώτατον φλοιόν. Ἐνίοτε ἐμφανίζεται ἀπécκλισις τοῦ κανόνος, τοῦ νά σχηματίζονται εὐσταθεῖς φλοιοί ὥστε πρὶν συμπληρωθῶν ἐντελῶς διὰ τοῦ προβλεπομένου ἀριθμοῦ ηλεκτρονίων νά γίνεται τοποθέτησις ηλεκτρονίων εἰς τόν ἐπόμενον φλοιόν π.χ. εἰς τό Κάλιον. Κατωτέρω εἰς τό σχ. 3 δίδεται σχηματικῶς ἡ κατανομή τῶν ηλεκτρονίων εἰς διαφόρους φλοιούς.



Τὰ ηλεκτρόνια τὰ ἀνήκοντα εἰς τόν ἐξώτατον φλοιόν καλοῦνται ἐξωτερικά ηλεκτρόνια ἢ ηλεκτρόνια σθένους ἐνῶ τὰ ἀνήκοντα εἰς τοὺς ἐσωτάτους φλοιούς καλοῦνται ἐσωτερικά ηλεκτρόνια.

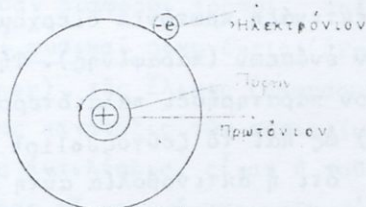
2.- β) Τά δύο νουκλεόνια

Σύμφωνα μέ τας συγχρόνους αντιλήψεις, ὁ πυρήν τοῦ ἀτόμου συγκροτεῖται ἐκ δύο εἰδῶν στοιχειωδῶν σωμάτων, τά ὅποια καλοῦνται πρωτόνια καί νετρόνια. Τά σωμάτια ταῦτα; ὡς ἐμφανίζοντα πολλάς κοινάς ιδιότη- τας, χαρακτηρίζονται γενικῶς μέ τήν κοινήν ὀνομασί- αν νουκλεόνια (ἐκ τῆς Λατινικῆς λέξεως nucleus = πυ- ρήν).

Πρωτόνιον. Τό πρωτόνιον εἶναι σωμάτιον τό ὀ- ποῖον ἔχει μάζαν κατά 1836,2 φορές μεγαλυτέραν τῆς μάζης τοῦ ἠλεκτρονίου καί φέρει έν στοιχειῶδες θε- τικόν ἠλεκτρικόν φορτίον, δηλαδή ἀπολύτως ἴσον πρός τό φορτίον τοῦ ἠλεκτρονίου. Διά τό στοιχειῶδες θε- τικόν φορτίον τοῦ πρωτονίου ἀγόμεθα ἐν τῆς παραδο- χῆς ὅτι, διά νά συμπεριφέρεται ὡς ἠλεκτρικῶς οὐδέ- τερον ἔν άτομον πρέπει νά περιέχωνται εἰς τόν πυρή- να του τόσα θετικῶς φορτισμένα σωμάτια, ὅσα τά περι- τόν πυρήνα περιφερόμενα ἠλεκτρόνια.

Ἡδυνάμεθα νά υποθέσωμεν ὅτι ὁ πυρήν περιέχει θετικά ἠλεκτρόνια, ἴσα πρός τά, ἐκτός τοῦ πυρήνος ὑ- πάρχοντα ἀρνητικά. Εἰς τήν ὑπόθεσιν ταύτην καταλή- γομεν εἰς ἐσφαλμένον συμπέρασμα ἐκ τοῦ γεγονότος ὅ- τι ὁ πυρήν τοῦ ὑδρογόνου δέν ἔχει μάζαν ἴσην μέ τήν τοῦ ἠλεκτρονίου. Τό φορτίον ὅμως τοῦ πυρήνος τοῦ ὑ-δρογόνου εἶναι θετικόν ἀπολύτως ἴσον πρός τό φορτί- ον τοῦ ἠλεκτρονίου. Ἄρα, ὁ πυρήν τοῦ ὑδρογόνου δέν εἶναι θετικόν ἠλεκτρόνιον, ἀλλά θετικόν σωμάτιον πο- λύ μεγαλυτέρας μάζης ἀπό τήν μάζαν τοῦ ἠλεκτρονίου. Εἰς τό σχῆμα 4 παρίσταται τό ἄτομον τοῦ ὑδρογόνου.

Ἡ τιμὴ τῆς μάζης τοῦ πυρήνος τοῦ ὑδρογόνου, δηλαδή τῆς μάζης τοῦ πρωτονίου, ὑπελογίσθη ἐκ πειραμάτων ἠλεκτρολύσεως ὀξέων, ὅτι φέρει δὲ ἠλεκτρικὸν φορτίον θετικὸν ἐκ τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ἐντός σωλῶν περιεχόντων ἀτμόσφαιραν ὑδρογόνου διὰ τῆς δημιουργίας ἐνός εἴδους ἀκτίνων καλουμένων διαυλικῶν ἀκτίνων, δι' ἐκτροπῆς τῆς δέσμης τῶν ἀκτίνων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἠλεκτρικοῦ ἢ μαγνητικοῦ πεδίου.



ΣΧ. 4

Ἄρα, τὸ νουκλεόνιον πρωτόνιον εἶναι ὁ πυρὴν τοῦ ὑδρογόνου καὶ εἰδικώτερον τοῦ ἐλαφροτέρου ἰσοτόπου (ἐννοίαν τοῦ ἰσοτόπου θὰ γνωρίσωμεν ἀργότερον) τοῦ ὑδρογόνου, μέ μάζαν ἡρεμίας 1836,12 φορές μεγαλυτέραν τῆς μάζης τοῦ ἡρεμοῦντος ἠλεκτρονίου καὶ τιμὴν μάζης $m_p = 1,67 \cdot 10^{-24}$ gr

Τὸ πρωτόνιον συμβολίζεται εἰς τὴν πυρηνικὴν φυσικὴν διὰ τοῦ συμβόλου (${}_1p^1$) εἰς τὸ ὁποῖον ὁ δείκτης, ἄνω δεξιὰ συμβολίζει τὸν μαζικὸν ἀριθμὸν, δηλαδή τὸν ἀκέραιον ἀριθμὸν ὁ ὁποῖος πλησιάζει πρὸς τὸ ἀτομικὸν βάρος καὶ ὁ δείκτης κάτω ἀριστερὰ τὸ φορτίον (1e).

Τὸ νετρόνιον: Τὸ νετρόνιον εἶναι σωματίον μάζης ἴσης μέ τὴν μάζαν τοῦ πρωτονίου καὶ ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον.

Εἰς τὸ συμπέρασμα τοῦτο ἤχθη ὁ Ἄγγλος Φυσικός Chadwick (1935) ἐκ τῆς παραδόξου συμπεριφορᾶς μιᾶς νέας διὰ τὴν ἐποχὴν του ἀκτινοβολίας προερχομένης ἐκ τοῦ Βηρυλλίου, ἐάν τοῦτο βομβαρδισθῆ με ἓν εἶδος σωματίων, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται σωματῖα α με περιέργους ἰδιότητος, ὅτι δηλαδὴ ἠδύνατο ἡ ἀκτινοβολία αὕτη νὰ διέλθῃ διὰ στερεῶν ὑλικῶν χωρὶς νὰ ἐμποιῖζεται ὑπ' αὐτῶν, διερχομένη δέ διὰ μέσου σωλῆνων με ἀέριον δέν προσκάλει τὸν ἰονισμόν τῶν ἀερίων, ὡς ἐπίσης ἠδύνατο νὰ ἐκτινάξῃ πρωτόνια διερχομένη διὰ μέσου ὑδρογονούχων ἐνώσεων (παραφίνης). Τὴν ἀκτινοβολίαν ταύτην εἶχον παρατηρήσει παλαιότερον οἱ Bothe καὶ Becker (1930) ὡς καὶ τὸ ζεῦγος Joliot - Curie. Οὗτοι παρεδέχθησαν ὅτι ἡ ἀκτινοβολία αὕτη εἶναι φύσεως ὁμοίας με τῆς τοῦ φωτός. Ἡ παραδοχὴ αὕτη δέν εὔσταθοῦσε διότι κατέρριπτε ὅλα τὰ ἀξιώματα τῆς Κλασσικῆς Μηχανικῆς.

Ἐπομένως τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα ἐξηγοῦνται μόνον διὰ τοῦ συμπεράσματος τοῦ Chadwick, ὅτι ἡ ἀκτινοβολία ἦτο ἀκτινοβολία σωματίων. Τὰ σωματῖα ταῦτα ἐκάλεσε νετρόνια (neutron). Τὸ γεγονός πλέον τῆς συγκρούσεως τοῦ νετρονίου μετὰ τοῦ πρωτονίου καὶ ἡ ἐκτίναξις τοῦ πρωτονίου ἐκ τοῦ μορίου τῆς παραφίνης ἠδύνατο νὰ ἐξηγηθῆ διὰ τοῦ ἀναλόγου φαινομένου τῆς κρούσεως κινουμένης σφαίρας μπιλλιάρδου ἐπὶ ἄλλης ἀκίνητουσῆς τῆς αὐτῆς μάζης. Τὸ νετρόνιον δέν ἐμφανίζεται ἐλεύθερον εἰς τὴν Φύσιν.

Συμβολίζεται διὰ (e^{n^1}) ὅπου ὁ ἄνω δεξιὰ συμβολίζει τὴν μάζαν καὶ ὁ κάτω ἀριστερά τὸ φορτίον τοῦ νετρονίου.

3.- γ) Ο ατομικός αριθμός (Z) και ο μαζικός αριθμός (A).

Τά χημικά στοιχεία τά ένυπάρχοντα είς τήν θ σειν είναι 88, του αριθμού αυτού άνερχομένου είς 102, εάν προστεθοῦν καί τά 14 στοιχεία τά παρασκευασθέντα τεχνητῶς.

Τά χημικά ταῦτα στοιχεία ὡς ἐμφανίζοντα ἀναλόγους ιδιότητας θά ἔπρεπε νά καταταχθοῦν σέ κάποιαν σειράν. Οὔτω, ἐπενοήθησαν διάφοροι τρόποι ταξινομήσεως τῶν στοιχείων, ὡς αἱ φυσικαί οἰκογένειαι (Frankland), αἱ τριάδες (Döbereiner), τῆς Ἐλικος (Mampourtois) κ. ἄ. Ἡ τελειότερα ὅμως κατάταξις τῶν στοιχείων, σύμφωνα μέ τάς συγχρόνους ἀντιλήψεις, εἶναι ἡ τοῦ Mendelejeff ὅστις ἐταξινόμησε τά χημικά στοιχεία είς κατακόρυφους στήλας τοποθετῶν ταῦτα μέ τήν σειράν τοῦ ατομικοῦ βάρους αὐτῶν.

Ἡ ἀκριβής ὅμως ταξινομήσις τῶν στοιχείων κατ' αὐξουσαν σειράν ατομικοῦ βάρους παρουσιάζει ὠρισμένας δυσκολίας, γεγονός τό ὁποῖον ἠνάγκασε τόν Mendelejeff νά παραβιάσῃ τήν ἀρχήν τῆς κατατάξεως τῶν στοιχείων καί νά ἐπιφέρῃ ὠρισμένας ἀναστροφάς είς τήν σειράν αὐτῶν. Οὔτω, ἐτοποθέτησε τό Τελλούριον Te παρ' ὄλον ὅτι ἔχει ατομικόν βάρος (127,61), πρό τοῦ Ἰωδίου (J) τό ὁποῖον ἔχει ατομικόν βάρος (126,92), τό κοβάλτιον Co (58,94) πρό τοῦ Νικελίου Ni (58,69) καί τό Ἀργόν Ar (39,9) πρό τοῦ Καλίου K (39,10).

Αἱ ἀνωμαλίας αὐταί, ὡς καί ἄλλαι μῆ ἀναφερόμεναι ἦρθησαν κατόπιν τῆς διαπιστώσεως τῆς γενομένης ὑπό τοῦ Ἀγγλοῦ χημικοῦ Moseley ὅτι αἱ ιδιότητες τῶν στοιχείων

είναι περιοδική συνάρτησις του αριθμού των έλευθέρων θετικῶν φορτίων (πρωτονίων), τά όποια φέρει τό άτομον του στοιχείου εἰς τόν πυρήνα αὐτοῦ. Συνεπῶς, ἡ ταξινόμησις τῶν στοιχείων ἐγένετο βάσει του αριθμοῦ τῶν έλευθέρων πρωτονίων του πυρήνος, ὁ όποῖος εἶναι ἴσος μέ τόν αριθμόν τῶν περιφερειακῶν ἠλεκτρονίων.

Ἐπομένως, ὁ αὐζων αριθμός ταξινομήσεως τῶν εἰς τό περιοδικόν σύστημα στοιχείων, ὁ παριστῶν τόν ἀριθμόν τῶν πρωτονίων του πυρήνος, ὀνομάζεται ατομικός αριθμός του στοιχείου, συμβολίζεται δέ διά του γράμματος (Z).

Σήμερον γνωρίζομεν ὅτι τό άτομον ἀποτελεῖται ἐκ πρωτονίων, νετρονίων καί ἠλεκτρονίων. Ἐάν λοιπόν ἔν άτομον, περιέχη Z πρωτόνια, N νετρόνια καί Z ἠλεκτρόνια τότε ὁ αριθμός ὁ όποῖος παριστᾷ τό ἄθροισμα τῶν πρωτονίων καί νετρονίων ὀνομάζεται μαζικός αριθμός καί συμβολίζεται διά του γράμματος (A), δηλαδή εἶναι:

$$A = Z + N$$

Ὁ μαζικός αριθμός A εἶναι πάντοτε ὁ ἀκέραιος αριθμός πρὸς τόν όποῖον προσεγγίζει τό ατομικόν βάρος. Τόσον τό πρωτόνιον, ὅσον καί τό νετρόνιον ἔχουν μαζικόν αριθμόν ἴσον πρὸς τήν μονάδα, ἡ δέ μᾶζα του ἠλεκτρονίου δύναται νά θεωρηθῆ ἀμελητέα (μαζικός ἀριθμός μηδέν).

Ὡς μονάδα μετρήσεως του μαζικοῦ ἀριθμοῦ θεωροῦμεν τήν αὐθαίρετον μονάδα ατομικῶν μαζῶν συμβολίζεται δέ διά του MAM καί ἴσοῦται:

$$1 \text{ MAM} = 1,6598 \cdot 10^{24} \text{ gr}$$

Ὁ μαζικός ἀριθμός ἀναγράφεται συνήθως ὡς ἐκθέτης ἄνω δεξιά τοῦ συμβόλου τοῦ στοιχείου π.χ. ${}_1\text{H}^1$, ${}_2\text{He}^4$, $_{11}\text{Na}^{23}$, $_{92}\text{U}^{239}$ κ.ἄ.

4.- δ) Τό ἠλεκτρικόν φορτίον τοῦ πυρήνος καί ὁ ἀριθμός τῶν ἐντός αὐτοῦ πρωτονίων καί νετρονίων.

Ὁ πυρήν φέρει ἠλεκτρικόν φορτίον θετικόν ἐξαρτώμενον ἐκ τοῦ εἴδους τοῦ ἀτόμου εἰς τό ὅποιον ἀνήκει. Τοῦτο εὐρέθη ὅτι εἶναι ἀκέραιον πολλαπλάσιον τοῦ στοιχειώδους ἠλεκτρικοῦ φορτίου, τίθεται δέ ἴσον πρός $+Ze$ ὅπου Z ἐκφράζει τόν ἀριθμόν τῶν στοιχειωδῶν θετικῶν φορτίων τοῦ πυρήνος, ἤτοι τόν ἀτομικόν ἀριθμόν τοῦ στοιχείου.

Λέγομεν ὅτι ἓν ἄτομον συμπεριφέρεται ὡς ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον ὅταν φέρῃ τόσα ἠλεκτρόνια, ὅσος εἶναι ὁ ἀριθμός τῶν στοιχειωδῶν θετικῶν φορτίων τοῦ πυρήνος ἤτοι τό ὅλικόν φορτίον τοῦ πυρήνος $(+Ze)$ νά ἰσοῦται μέ τό ὅλικόν φορτίον τῶν ἠλεκτρονίων $(-Ze)$.

Ἐάν ἓκ τινος ἀτόμου, ἐξ αἰτίας ἐξωτερικοῦ αἰτίου, ἀπομακρυνθοῦντελεῖως ἓν ἢ περισσότερα τῶν περί τόν πυρήνα περιφερομένων ἠλεκτρονίων, τό ἄτομον δέν συμπεριφέρεται πλέον ὡς ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον, ἀλλά μέ ἠλεκτρικόν φορτίον θετικόν (θετικόν ἰόν), διότι τό ἠλεκτρικόν φορτίον τοῦ πυρήνος εἶναι μεγαλύτερον κατά ἓν ἢ περισσότερα στοιχειώδη ἠλεκτρικά φορτία. Ἐάν προσκολληθῇ ἐπί τοῦ νέφους τῶν ἠλεκτρονίων ἓν ἢ περισσότερα ἠλεκτρόνια τότε τό ἄτομον ἐμφανίζεται μέ ἠλεκτρικόν φορτίον ἀρνητικόν (ἀρνητικόν ἰόν) ἐξαρτωμένου τοῦ ἀρνητικοῦ φορτίου ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν προσληφθέντων εἰς τό νέφος ἠλεκτρονίων.

Όσον αφορά διά τόν αριθμόν τῶν πρωτονίων καί νετρονίων τοῦ πυρήνος, ἰσχύει ἡ σχέση (1) τήν ὁποίαν ἤδη γνωρίζομεν:

$$A = Z + N \quad (1)$$

ὅπου: A = μαζικός ἀριθμός τοῦ ἀτόμου τοῦ στοιχείου

Z = ἀριθμός πρωτονίων τοῦ πυρήνος καί

N = ἀριθμός νετρονίων τοῦ πυρήνος.

Προκειμένου νά εὔρωμεν τόν ἀριθμόν N τοῦ ἀτόμου ἑνός στοιχείου ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς: Ἐκαστον ἄτομον χαρακτηρίζεται ὑπό δύο ἀριθμῶν, τοῦ μαζικοῦ ἀριθμοῦ A (ἄνω δεξιά) καί τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ Z (κάτω ἀριστερά).

Ἄρα, λύοντες τήν (1) ὡς πρός N καί ἀντικαθιστῶντες τά A καί Z μέ τούς γνωστούς πλέον ἀριθμούς, εὑρίσκομεν τόν ἀριθμόν τῶν νετρονίων τοῦ πυρήνος τοῦ ἀτόμου τοῦ στοιχείου ἤτοι:

$$N = A - Z$$

Παραδείγματα: α) Ζητεῖται ὁ ἀριθμός τῶν νετρονίων N τῶν περιεχομένων εἰς τόν πυρήνα τοῦ ἀτόμου τοῦ Νατρίου ${}_{11}\text{Na}^{23}$. Ἐκ τῆς (1) ἔχομεν $N = A - Z$

Ἀντικατάστασις: ὅπου $A = 23$ καί $Z = 11$

ὁπότε $N = 23 - 11 = 12$

$$N = 12$$

β) Διά τό ἄτομον τοῦ Οὐρανίου ${}_{92}\text{U}^{238}$

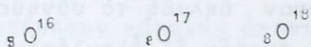
$A = 238$ $Z = 92$ καί $N = 238 - 92$

$$N = 146$$

5.- ε) Τά ἰσότοπα στοιχεῖα.

Εἰς τόν πίνακα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, δυνάμεθα νά παρατηρήσωμεν ὅτι, ἔν χημικόν στοιχεῖον εὑρίσκεται εἰς μίαν θέσιν ὅπου εἰς τήν ἴδιαν θέσιν ὑπάρ-

χουν καί ἄλλα στοιχεῖα τά ὅποια διαφέρουν ὅμως κατά τόν μαζικόν ἀριθμόν π.χ. Τό ὀξυγόνον εὐρίσκεται εἰς τήν 8ην κατά σειράν στοιχείων θέσιν εἰς τό περιοδικόν σύστημα τῶν στοιχείων, ἐμφανίζεται ὅμως ὑπό τρεῖς διαφορετικᾶς μορφᾶς ἦτοι:



Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι, ὅταν ὁμιλοῦμεν περί ἑνός χημικοῦ στοιχείου ὅπως π.χ. τοῦ ὀξυγόνου, θά πρέπει νά καθορίσωμεν ἐπακριβῶς τό ὀξυγόνον τό ὁποῖον ἐννοοῦμεν, διότι ὡς παρατηροῦμεν, τό ὀξυγόνον τό ἐνυπάρχον εἰς τήν φύσιν δέν ἀποτελεῖται ἀπό ὁμοειδῆ ἅτομα τῆς αὐτῆς μάζης, ἀλλά εἶναι μῖγμα διαφόρων στοιχείων ὀξυγόνου, διαφόρου μάζης, ἀλλά τοῦ αὐτοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ.

Τά στοιχεῖα ταῦτα καλοῦνται ἰσότοπα.

Ἄρα, ἰσότοπα ἑνός χημικοῦ στοιχείου καλοῦνται τά στοιχεῖα τά ὅποια ἔχουν τόν αὐτόν ἀτομικόν ἀριθμόν δηλαδή τόν αὐτόν ἀριθμόν πρωτονίων ἐντός τῶν πυρήνων των ἀλλά διάφορον μαζικόν, ἦτοι διάφορον ἀριθμόν νετρονίων.

Ἐξ αἰτίας τῆς ὑπάρξεως τῶν ἰσοτόπων, τό ἀτομικόν βάρος ἑνός στοιχείου ἐμφανίζεται εἰς τά πλεῖστα εἰς τήν φύσιν ἀπαντῶντα ἐλεύθερα στοιχεῖα, ὄχι ἀκέραιος ἀλλά δεκαδικός ἀριθμός. Τοῦτο διότι τό ἀτομικόν βάρος ἑνός στοιχείου εἶναι ἡ μέση τιμή τῶν ἀτομικῶν βαρῶν τῶν ἰσοτόπων ἐκ τῶν ὁποίων τοῦτο ἀποτελεῖται, λαμβανομένης βεβαίως ὑπ' ὄψιν καί τῆς ἀναλογίας ὑπό τήν ὁποίαν ἕκαστον ἰσότοπον ἀπαντᾷ εἰς τό στοιχεῖον. Συμφῶνως πρός τόν ὀρισμόν τοῦ ἀτομικοῦ βάρους, ὅτι εἶναι

τό πηλίκον τῆς μάζης ἑνός ατόμου πρὸς τό $1/12$ τῆς μάζης τοῦ ἀνθρακος $12''$, τοῦτο θά εἶναι ἀκέραιος ἀριθμός μόνον ἐφόσον ἐξετάζεται ἕκαστον ἰσότοπον χωριστά. Ὡς παράδειγμα, ἄς ἐξετάσωμεν τό χημικῶς καθαρὸν ὑδρογόνον. Τοῦτο συνίσταται ἐκ τριῶν ἰσοτόπων:

α) Τό πρώτιον ὑδρογόνον δηλαδή τό σύνηθες ὑδρογόνον, τό ὁποῖον ἀποτελεῖ σχεδόν ἐξ ὀλοκλήρου τό ὑδρογόνον τῆς φύσεως. Τοῦτο ἔχει μαζικόν ἀριθμόν ἴσον πρὸς 1 δηλαδή ὅτι ὁ πυρήν του ἀποτελεῖται ἀπὸ 1 πρωτόνιον, καί συμβολίζεται διὰ (${}_1\text{H}^1$).

β) Τό δευτέριον ἢ βαρὺ ὑδρογόνον, τό ὁποῖον ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν εἰς πολὺ μικρότερον ποσοστὸν τοῦ πρωτίου, περίπου (1:7000) καί ἔχει μαζικόν ἀριθμόν 2, δηλαδή ὁ πυρήν του ἀποτελεῖται ἀπὸ 1 πρωτόνιον καί 1 νετρόνιον, συμβολίζεται δέ διὰ (${}_1\text{H}^2$) ἢ (${}_1\text{D}^2$). Ὑδωρ περιέχον δευτέριον ἀντὶ πρωτίου ὑδρογόνου καλεῖται βαρὺ ὕδωρ.

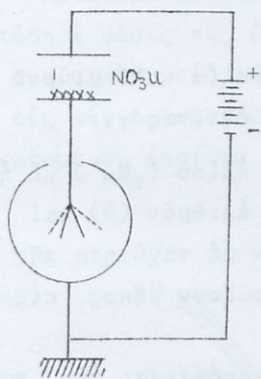
γ) Τό τρίτιον, τό ὁποῖον ἀπαντᾶται εἰς ἐξαιρετικῶς μικρὸν ποσοστὸν ἐντός τοῦ συνήθους ὑδρογόνου.

Εἶναι λίαν ἀσταθές στοιχεῖον καί ἔχει μαζικόν ἀριθμόν 3, δηλαδή ὁ πυρήν του ἀποτελεῖται ἀπὸ 1 πρωτόνιον καί 2 νετρόνια, συμβολίζεται δέ διὰ (T).

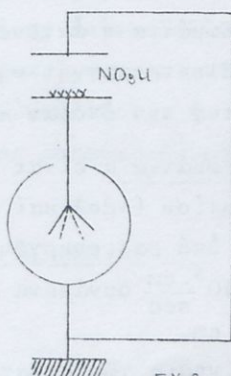
Ἐπὶ τῶν ἰσοτόπων, δηλαδή ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὁμοειδῆ ἄτομα τῆς αὐτῆς μάζης. Ὡς παράδειγμα ἀναφέρομεν τό χημικόν στοιχεῖον φθόριον (F).

Β' ΦΥΣΙΚΗ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

6.- Τῷ 1896 ὁ Becquerel παρατήρησεν ὅτι ὠρισμένοι ἐνώσεις π.χ. ἄλατα τοῦ Οὐρανίου, ὡς τὸ Νιτρικόν Οὐράνιον (NO_3U), χωρὶς τὴν ἐπίδρασιν οἰουδήποτε ἐξωτερικοῦ αἰτίου ἐκπέμπουν κάποιαν ἀκτινοβολίαν ἢ ὁποία εἶχε διὰ τὴν ἐποχὴν του, περιέργους ἰδιότητος: α) Προεκάλει ἀμαύρωσιν τῶν φωτογραφικῶν πλανῶν, παρ' ὅλον ὅτι αὐταὶ εὕρισκοντο ἐντὸς ἀδιαφανῶν κυτίων β) Φόρτισιν ἑνὸς ἀφορτίστου ἤλεκτροσκοπίου, δηλαδὴ, ἡ ἀκτινοβολία αὐτὴ καθιστᾷ τὸν ἀέρα ἀγωγόν (σχ. 5) γ) Ἐμφόρτισιν ἑνὸς φορτισμένου ἤλεκτροσκοπίου καθιστῶσα ὁμοίως τὸν ἀέρα ἀγωγόν (σχ. 6) δ) τὸν φθορισμὸν ὠρισμένων οὐσιῶν.



ΣΧ. 5.



ΣΧ. 6

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη ραδιενέργεια, ἐμφανίζεται δὲ εἰς ὅλα τὰ χημικὰ στοιχεῖα τὰ εὕρισκόμενα πρὸς τὸ τέλος τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. Τὰ στοιχεῖα ταῦτα καλοῦνται ραδιενεργὰ στοιχεῖα. Σήμερον γνωρίζομεν περὶ τὰ τριάκοντα. Εἰς τὰ φαινόμενα τῆς ραδιενεργείας καὶ ἰδιαιτέρως εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ ραδίου (Ra), ἡργά-

σθη τό ζευγος Joliot-Curie εἰς τοὺς ὁποίους ὀφείλεται, καί ἡ ἀνακάλυψις τοῦ στοιχείου τούτου.

Ἀργότερον ἀπεδείχθη ὅτι, ἡ ραδιενεργὸς ἀκτινοβολία συνίσταται ἐκ ταχέως κινουμένων φορτισμένων σωματίων καὶ ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων, προέρχεται δὲ ἐκ διασπάσεως τῶν πυρήνων τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Σπουδαιότερα τούτων εἶναι τό οὐράνιον (U), τό θόριον (Th), τό ἀκτίνιον (Ac) καὶ τό ράδιον (Ra).

7.- Φύσις τῆς ραδιενεργοῦ ἀκτινοβολίας

Ἡ ἀκτινοβολία ἡ ὁποία ἐκπέμπεται ἀπὸ τὰ διάφορα ραδιενεργά στοιχεῖα, ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι κυρίως τριῶν εἰδῶν:

α) Σωματῖα ἢ ἀκτῖνες α

β) Σωματῖα ἢ ἀκτῖνες β

γ) Ἡλεκτρομαγνητὴ ἢ ἀκτινοβολία πολὺ μικροῦ μήκους κύματος τὴν ὁποίαν καλοῦμεν ἀκτῖνας γ.

Τὰ σωματῖα α εἶναι πυρήνες ἡλίου (${}_2\text{He}^4$) μὲ ἠλεκτρικὸν φορτίον (+2e) καὶ μαζικὸν ἀριθμὸν (4) καὶ ἐκπέμπονται ὑπὸ ραδιενεργῶν πυρήνων μὲ ταχύτητα τῆς τάξεως τῶν $10^8 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ δυνάμενα νά διατρέξουν μῆκος εἰς τὸν ἄερα 2-10 cm.

Ἡ κίνησις τῶν σωματίων α ἀνακόπεται ἐάν παρεμβληθῇ εἰς τὴν πορείαν των πολὺ λεπτὸν στρώμα Ἀργιλίου (Al) ἔστω πάχους 10^{-4} cm.

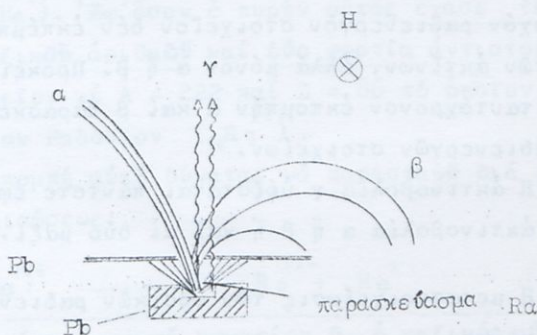
Τὰ σωματῖα β εἶναι ἠλεκτρόνια, μὲ ἠλεκτρικὸν φορτίον (-e) καὶ μαζικὸν ἀριθμὸν περίπου μηδέν, τὰ ὁποῖα ἐκπέμπονται ὑπὸ ραδιενεργῶν πυρήνων μὲ ἐξαιρετικῶς μεγάλῃ ταχύτητι τῆς τάξεως τῶν $10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ δυνάμενα νά δι-

ατρέξουν εἰς τόν ἀέρα μῆκος μερικῶν δεκάδων ἑκατοστομέτρων.

Ἡ κίνησίς των ἀνακόπτεται ἐάν παρεμβληθῆ εἰς τήν πορείαν πλῆκτα ἐξ Ἀργιλίου πάχους 1 mm.

Αἱ ἀκτῖνες γ εἶναι ἠλεκτρομαγνητικά κύματα, ὅμοια μέ τά τοῦ φωτός, λίαν ὅμως μικροῦ μήκους κύματος μικροτέρου περίπου χιλίας φορές τῶν σιληροτέρων ἀκτίνων Röntgen. Αἱ ἀκτῖνες γ ἐκπέμπονται πάντοτε ὑπό ραδιενεργῶν πυρήνων οἱ ὁποῖοι προῆλθον ἐκ προηγθείσης διασπάσεως. Δέν εἶναι σωματῖα, ἀλλά δύνανται νά συμπεριφέρωνται ὡς σωματῖα λόγω τῆς μεγάλης ἐνεργείας των. Εἶναι πάρα πολύ διεισδυτικαί, δύναμει νά διέλθουν διά μολυβδίνων τοιχωμάτων, πάχους μερικῶν ἑκατοστομέτρων.

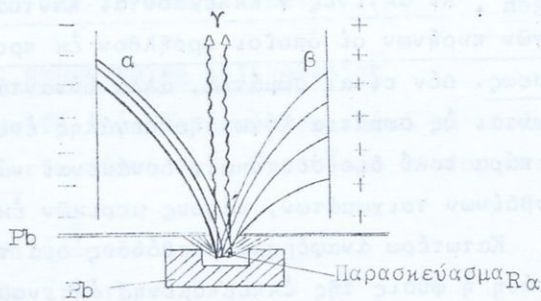
Κατωτέρω ἀναφέρομεν μεθόδους διά τῶν ὁποίων διεπιστώθη ἡ φύσις τῆς ἐκπεμπομένης ἀκτινοβολίας. Πῶς τούτων συνίσταται εἰς τήν χρησιμοποίησιν μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς τήν δρασίντου ὁποίου ὑποβάλλεται ἡ δέσμη τῶν ἐκπεμπομένων ἀκτίνων ὑπό τινος παρασκευάσματος ραδίου.



Σχ.7

Εἰς τό (σχ. 7) φαίνεται ὅτι αἱ ἀκτῖνες α καὶ β ἐκτρέπονται κατ' ἀντιθέτους φοράς, γεγονός τό ὁποῖον φανερώνει τό ἀντίθετον τοῦ φορτίου των, ἐνῶ αἱ ἀκτῖνες γ οὐδόπως ἐπηρεάζονται ὑπό τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Ἀνάλογον φαινόμενον πραγματοποιεῖται ἐάν ὑποβληθῇ ἡ δέσμη τῶν ἀκτίνων α, β καὶ γ εἰς τήν ἐπίδρασιν ἡλεκτρικοῦ πεδίου (σχ. 8)



Σχ. 8

Ἀξιοσημείωτον εἶναι ὅτι, ὅλαι αἱ ἀκτῖνες α καὶ γ ἐξέρχονται ἐκ τῆς ραδιενεργοῦ πηγῆς μέ τήν αὐτήν ταχύτητα, ἐνῶ αἱ ἀκτῖνες β μέ διαφόρους ταχύτητας. Ἐπίσης ὅτι τυχόν ραδιενεργόν στοιχεῖον δέν ἐκπέμπει καί τά 3 εἶδη τῶν ἀκτίνων, ἀλλά μόνον α ἢ β. Προκειμένου νά ἔχωμεν ταυτόχρονον ἐκπομπήν α καὶ β παρασκευάζομεν μίγμα ραδιενεργῶν στοιχείων.

Ἡ ἀκτινοβολία γ ὑφίσταται πάντοτε ἐφόσον ὑφίσταται ἡ ἀκτινοβολία α ἢ β ἢ καί αἱ δύο μαζί.

8.- Ἡ μεταστοιχείωσις τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων.

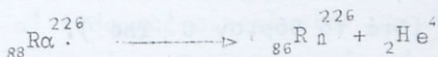
Ὡς σήμερον γνωρίζομεν, ἡ φυσική ραδιενέργεια εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς αὐτομάτου διασπάσεως τῶν πυρήνων τῶν

φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων, ἡ ἐκπομπή δέ τόσον τῶν σωματίων α καί β, ὅσον καί τῶν γ, προέρχεται ἐκ τοῦ ἐσωτερικοῦ τῶν πυρήνων τῶν στοιχείων τούτων. Θεωρεῖται ἀναγκαῖον νά τονισθῆ ὅτι ὁ πυρήν εἰς εὐσταθῆ κατάστασιν ἀποτελεῖται μόνον ἐκ πρωτονίων καί νετρονίων. Ἡ ἀκτινοβολία τῶν α, β καί γ δημιουργεῖται συγχρόνως μέ τήν διάσπασιν τοῦ πυρήνος.

Ἐπομένως, ἡ ἐκπομπή ἑνός σωματίου α ἐξ ἑνός πυρήνος, δηλαδή σωματίου συνισταμένου ἐκ δύο πρωτονίων, καί δύο νετρονίων, θά ἔχη ὡς ἀποτέλεσμα τήν δημιουργίαν ἑνός νέου πυρήνος ὁ ὁποῖος θά ἔχη μαζικόν ἀριθμόν κατὰ τέσσαρας μονάδας μικρότερον τοῦ ἀρχικοῦ, ἀτομικόν δέ ἀριθμόν κατὰ δύο μονάδας μικρότερον. Ὡς ἐκ τούτου ὁ νέος πυρήν μεταπηδᾷ δύο θέσεις ὀπίσω εἰς τό περιοδικόν σύστημα, Ὁ ἀρχικός πυρήν ὀνομάζεται μητρικός πυρήν ὁ δέ παραγόμενος νέος, θυγατρικός.

Ὡς παράδειγμα ἀναφέρομεν τήν διάσπασιν τοῦ πυρήνος τοῦ ραδίου ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ ὁ ὁποῖος ἐκπέμπει ἕνα σωματίον α (${}_{2}\text{He}^4$). Ἐφ' ὅσον ὁ πυρήν οὗτος ἔχασε τέσσαρας μονάδας μαζικῶν ἀριθμῶν καί δύο φορτία ἀντιστοιχεῖ εἰς ἄλλο στοιχεῖον μέ $A = 222$ καί $Z = 86$ τό ὁποῖον εἶναι τό στοιχεῖον Ραδόνιον (${}_{86}\text{Rn}^{222}$).

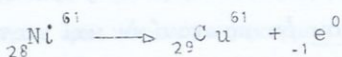
Ἡ ἐκπομπή αὐτή δύναται νά παρασταθῆ διά τῆς πυρηνικῆς ἐξισώσεως:



Ἐάν γίνῃ ἐκπομπή σωματίου β, ὁ μαζικός μέν ἀριθμός τοῦ θυγατρικοῦ πυρήνος δέν μεταβάλλεται, αὐξάνεται ὅμως ὁ ἀτομικός ἀριθμός τούτου κατὰ μονάδα, δηλα-

δή ὁ νέος πυρήν μεταπηδᾷ μίαν θέσιν ἐμπρός εἰς τό περιδικόν σύστημα.

Ὡς παράδειγμα ἀναφέρομεν τό Νικέλιον ${}_{28}^{61}\text{Ni}$ τό ὁποῖον δι' ἐκπομπῆς ἑνός β γίνεται χαλκός ${}_{29}^{61}\text{Cu}$



Ἡ ἐκπομπή τῆς ἀκτινοβολίας γ ἢ ὁποία πάντοτε συνοδεύεται κατὰ τήν ἐκπομπήν τῆς α ἢ β ἢ καί τῶν δύο, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα, τήν ἀπόδοσιν μέρους τῆς ἐνεργείας ἢ ὁποία συνέδεε τά πρωτόνια καί νετρόνια ἐντός τοῦ πυρήνος. Ἐπομένως κατὰ τήν διάσπασιν ἑνός πυρήνος χημικοῦ στοιχείου παράγεται ἕτερον χημικόν στοιχεῖον, ἔχον διαφόρους χημικάς ιδιότητες τοῦ ἀρχικοῦ. Ἄρα ἡ ραδιενέργεια εἶναι φαινόμενον αὐτομάτου μεταστοιχειώσεως.

Σήμερον, διά τῆς ἀνακαλύψεως τῶν μεταστοιχειώσεων, παύει ἰσχύουσα ἢ εἰς τήν Χημείαν ἡ ἀρχή τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης. Αὕτη ἰσχύει μόνον, ἐφόσον κατὰ τάς οἰασδῆποτε χημικάς μεταβολάς δέν λαμβάνουν χώραν μεταστοιχειώσεις.

Κατά τάς διαφόρους μεταστοιχειώσεις, ὁ χρόνος ὁ ὁποῖος παρέρχεται ἵνα τό ἡμισυ τῶν πυρήνων, δοθείσης ποσότητος τοῦ στοιχείου, διασπασθῇ, ὀνομάζεται μέσος χρόνος ζωῆς τῶν πυρήνων ἢ χρόνος ὑποδιπλασιαμοῦ.

Οὗτος κυμαίνεται μεταξύ 10^{10} ἔτη (διά τό θόριον Th) ἕως 10^7 sec (διά τό θόριον C', Th').

9.- Αἱ τέσσαρες οἰκογένειαι τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων.

Ὡς εὐρέθη πειραματικῶς, κατὰ τήν διάσπασιν ἑνός

ραδιενεργού στοιχείου ὁ προκύπτων πυρῆν δέν εἶναι εὐσταθής ἀλλά κατὰ κανόνα ἀσταθής, διασπόμενος ἐν συνεχεία κ. ὅ. κ.

Συνεπῶς ἕκαστος μητρικός ραδιενεργός πυρῆν διασπόμενος δέν καταλήγει ἀμέσως εἰς εὐσταθῆ πυρῆνα, ἀλλά μέσολαβεῖ σειρά διαδοχικῶν διασπάσεων, κατὰ τὰς ὁποίας παράγονται ὅλα τὰ θυγατρικά του παράγωγα, μέχρις ὅτου καταλήξῃ εἰς εὐσταθῆ πυρῆνα.

Οὕτω π.χ. τὸ ράδιον (${}_{88}\text{Ra}^{226}$) δι' ἐκτομπῆς σωματίου α μετατρέπεται εἰς ραδόνιον (${}_{86}\text{Rn}^{222}$) τοῦτο δι' ἐκτομπῆς α εἰς ράδιον Α, (Rd^{218}A) ὡς ἐπίσης τοῦτο δι' ἐκτομπῆς α εἰς ράδιον Β, (${}_{82}\text{Ra}^{214}\text{B}$) κ. ὅ. κ. μέχρις ὅτου ἡ ἄλληλουχία αὐτῆ τῶν μεταστοιχειώσεων καταλήξῃ εἰς σταθερόν στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον εἶναι ἰσότοπον τοῦ μόλυβδου.

Λέγομεν ὅτι δύο στοιχεῖα ἀνήκουν εἰς τὴν αὐτὴν ραδιενεργὸν οἰκογένειαν, ὅταν τὸ ἐν τούτων προκύπτει δι' αὐτομάτου διασπάσεως τοῦ ἑτέρου.

Ἄπαντα τὰ ραδιενεργά στοιχεῖα εὐρέθη ὅτι ἀνήκουν εἰς τέσσαρας οἰκογενείας:

α) Οἰκογένεια οὐρανίου ${}_{92}\text{U}^{238}$. Εἰς τὴν οἰκογένειαν ταύτην τέ ράδιον εἶναι ἐνδιάμεσον μέλος.

β) Οἰκογένεια ἀκτινίου ${}_{82}\text{AcU}^{235}$

γ) Οἰκογένεια θορίου ${}_{90}\text{Th}^{232}$

δ) Οἰκογένεια πλουτωνίου ${}_{94}\text{Pu}^{241}$

Καί αἱ τέσσαρες οἰκογενεῖαι καταλήγουν εἰς σταθερά στοιχεῖα. Αἱ τρεῖς πρῶται εἰς τὸν σταθερόν μόλυβδον ἢ δέ τετάρτη εἰς τὸ σταθερόν βισμούθιον κατὰ τὴν ἐξῆς σειράν α) ${}_{82}\text{Pb}^{208}$ β) ${}_{82}\text{Pb}^{207}$ γ) ${}_{82}\text{Pb}^{208}$ δ) ${}_{83}\text{Bi}^{209}$

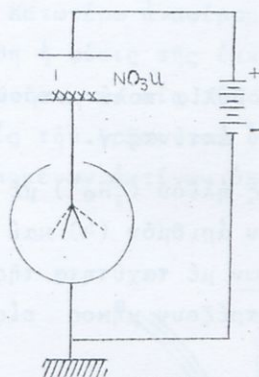
Ἄξιοσημείωτον εἶναι ὅτι τὰ σταθερά στοιχεῖα ἔ-

χουν $Z = 82$ ἐξαιρέσει τοῦ τελευταίου τό ὁποῖον ἔχει $Z = 83$.

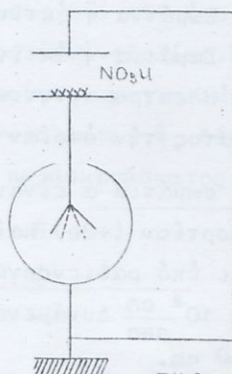
Ἐν συγχρόνων παρατηρήσεων ἀπεδείχθη, ὅτι, ὅπως εἰς τά άτομα ὑπάρχουν συνδυασμοί ἠλεκτρονίων, ἰδιαιτέρως εὐσταθεῖς (εὐγενῆ ἀέρια), μέ ἀριθμό ἠλεκτρονίων 2, 8, 18, κ.λ.π. οὕτω καί εἰς τούς πυρήνας ὑπάρχουν ὠρισμένοι συνδυασμοί νουκλεονίων, ἰδιαιτέρως σταθεροί. Τό φαινόμενον τοῦτο παρουσιάζεται, ὅταν ὁ ἀριθμός τῶν νετρονίων ἢ τῶν πρωτονίων εἶναι ἴσος πρός ἓνα τῶν ἀριθμῶν 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126. Οἱ ἀριθμοί οὗτοι ὀνομάζονται μαγικοί ἀριθμοί ἢ ἀριθμοί πυρηνικῶν φλοιδῶν.

Β' ΦΥΣΙΚΗ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

6.- Τῷ 1896 ὁ Becquerel παρατήρησεν ὅτι ὠρισμένοι ἐνώσεις π.χ. ἄλατα τοῦ Οὐρανίου, ὡς τὸ Νιτρικόν Οὐράνιον (NO_3U), χωρὶς τὴν ἐπίδρασιν οἰουδήποτε ἐξωτερικοῦ αἰτίου ἐκπέμπουν κάποιαν ἀκτινοβολίαν ἢ ὁποία εἶχε διὰ τὴν ἐποχὴν του, περιέργους ἰδιότητος: α) Προεκάλει ἀμαύρωσιν τῶν φωτογραφικῶν πλανῶν, παρ' ὅλον ὅτι αὗται εὐρίσκοντο ἐντός ἀδιαφανῶν κυτίων β) Φόρτισιν ἑνὸς ἀφορτίστου ἠλεκτροσκοπίου, δηλαδή, ἢ ἀκτινοβολία αὐτὴ καθιστᾷ τὸν ἀέρα ἀγωγόν (σχ. 5) γ) Ἐμφόρτισιν ἑνὸς φορτισμένου ἠλεκτροσκοπίου καθιστῶσα ὁμοίως τὸν ἀέρα ἀγωγόν (σχ. 6) δ) τὸν φθορισμὸν ὠρισμένων οὐσιῶν.



ΣΧ. 5.



ΣΧ. 6.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη ραδιενέργεια, ἐμφανίζεται δέ εἰς ὅλα τὰ χημικὰ στοιχεῖα τὰ εὐρισκόμενα πρὸς τὸ τέλος τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. Τὰ στοιχεῖα ταῦτα καλοῦνται ραδιενεργὰ στοιχεῖα. Σήμερον γνωρίζομεν περὶ τὰ τριάκοντα. Εἰς τὰ φαινόμενα τῆς ραδιενεργείας καὶ ἰδιαιτέρως εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ ραδίου (Ra), ἠργά-

σθη τό ζεύγος Joliot-Curie εἰς τούς ὁποίους ὀφείλεται, καί ἡ ἀνακάλυψις τοῦ στοιχείου τούτου.

Ἀργότερον ἀπεδείχθη ὅτι, ἡ ραδιενεργός ἀκτινοβολία συνίσταται ἐκ ταχέως κινουμένων φορτισμένων σωματίων καί ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων, προέρχεται δέ ἐκ διασπάσεως τῶν πυρήνων τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Σπουδαιότερα τούτων εἶναι τό οὐράνιον (U), τό θόριον (Th), τό ἀκτίνιον (Ac) καί τό ράδιον (Ra).

7.- Φύσις τῆς ραδιενεργοῦ ἀκτινοβολίας

Ἡ ἀκτινοβολία ἡ ὁποία ἐκπέμπεται ἀπό τὰ διάφορα ραδιενεργά στοιχεῖα, ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι κυρίως τριῶν εἰδῶν:

- α) Σωματῖα ἢ ἀκτῖνες α
- β) Σωματῖα ἢ ἀκτῖνες β
- γ) Ἡλεκτρομαγνητική ἀκτινοβολία πολύ μικροῦ μήκους κύματος τήν ὁποίαν καλοῦμεν ἀκτῖνας γ.

Τά σωματῖα α εἶναι πυρήνες ἡλίου (${}^4_2\text{He}$) μέ ἠλεκτρικόν φορτίον (+2e) καί μαζικόν ἀριθμόν (4) καί ἐκπέμπονται ὑπό ραδιενεργῶν πυρήνων μέ ταχύτητα τῆς τάξεως τῶν $10^8 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ δυνάμενα νά διατρέξουν μήκος εἰς τόν ἀέρα 2-10 cm.

Ἡ κίνησις τῶν σωματίων α ἀνακόπτεται ἐάν παρεμβληθῇ εἰς τήν πορείαν των πολύ λεπτόν στρώμα Ἀργιλίου (Al) ἔστω πάχους 10^4 cm.

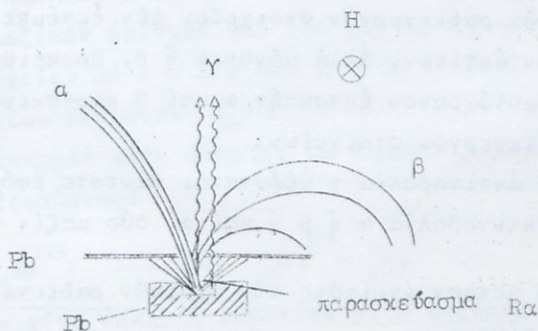
Τά σωματῖα β εἶναι ἠλεκτρόνια, μέ ἠλεκτρικόν φορτίον (-e) καί μαζικόν ἀριθμόν περίπου μηδέν, τά ὁποῖα ἐκπέμπονται ὑπό ραδιενεργῶν πυρήνων μέ ἐξαιρετικῶς μεγάλας ταχύτητας τῆς τάξεως τῶν $10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ δυνάμενα νά δι-

ατρέξουν εἰς τόν ἀέρα μήκος μερικῶν δεκάδων ἑκατοστομέτρων.

Ἡ κίνησις των ἀνακόπεται ἐάν παρεμβληθῆ εἰς τήν πορείαν πλάκα ἐξ Ἀργιλίου πάχους 1 mm.

Αἱ ἀκτῖνες γ εἶναι ἠλεκτρομαγνητικά κύματα, ὅμοια μέ τά τοῦ φωτός, λίαν ὅμως μικροῦ μήκους κύματος μικροτέρου περίπου χιλίας φορές τῶν σιληροτέρων ἀκτίνων Röntgen. Αἱ ἀκτῖνες γ ἐπέμπονται πάντοτε ὑπό ραδιενεργῶν πυρήνων οἱ ὁποῖοι προήλθον ἐκ προηγηθείσης διασπάσεως. Δέν εἶναι σωμάτια, ἀλλά δύνανται νά συμπεριφέρωνται ὡς σωμάτια λόγω τῆς μεγάλης ἐνεργείας των. Εἶναι πάρα πολύ διεισδυτικά, δυνάμεναι νά διέλθουν διά μολυβδίνων τοιχωμάτων, πάχους μερικῶν ἑκατοστομέτρων. -

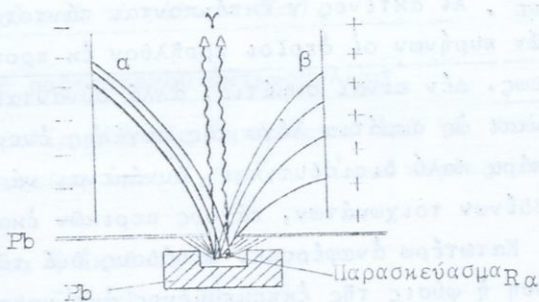
Κατωτέρω ἀναφέρομεν μεθόδους διά τῶν ὁποίων διεπιστώθη ἡ φύσις τῆς ἐκπεμπόμενης ἀκτινοβολίας. Μία τούτων συνίσταται εἰς τήν χρησιμοποίησιν μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς τήν δρασίνου τοῦ ὁποίου ὑποβάλλεται ἡ δέσμη τῶν ἐκπεμπομένων ἀκτίνων ὑπό τινος παρασκευάσματος ραδίου.



Σχ.7

Εἰς τό (σχ. 7) φαίνεται ὅτι αἱ ἀκτῖνες α καὶ β ἐκτρέπονται κατ'ἀντιθέτους φοράς, γεγονός τό ὁποῖον φανερώνει τό ἀντίθετον τοῦ φορτίου των, ἐνῶ αἱ ἀκτῖνες γ οὐδόλως ἐπηρεάζονται ὑπό τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Ἀνάλογον φαινόμενον πραγματοποιεῖται ἐάν ὑποβληθῇ ἡ δέσμη τῶν ἀκτίνων α, β καὶ γ εἰς τήν ἐπίδρασιν ἡλεκτρικοῦ πεδίου (σχ. 8)



Σχ. 8

Ἀξιοσημεῖωτον εἶναι ὅτι, ὅλαι αἱ ἀκτῖνες α καὶ γ ἐξέρχονται ἐκ τῆς ραδιενεργοῦ πηγῆς μέ τήν αὐτήν ταχύτητα, ἐνῶ αἱ ἀκτῖνες β μέ διαφόρους ταχύτητας. Ἐπίσης ὅτι τυχόν ραδιενεργόν στοιχεῖον δέν ἐκπέμπει καί τά 3 εἶδη τῶν ἀκτίνων, ἀλλά μόνον α ἢ β. Προκειμένου νά ἔχωμεν ταυτόχρονον ἐκπομπήν α καὶ β παρασκευάζομεν μίγμα ραδιενεργῶν στοιχείων.

Ἡ ἀκτινοβολία γ ὑφίσταται πάντοτε ἐφόσον ὑφίσταται ἡ ἀκτινοβολία α ἢ β ἢ καί αἱ δύο μαζί.

8.- Ἡ μεταστοιχείωσις τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων.

Ὡς σήμερον γνωρίζομεν, ἡ φυσική ραδιενέργεια εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς αὐτομάτου διασπάσεως τῶν πυρήνων τῶν

φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων, ἡ ἐκπομπή δέ τῶν αὐτῶν σωματίων α καὶ β, ὅσον καὶ τῶν γ, προέρχεται ἐκ τοῦ ἐσωτερικοῦ τῶν πυρήνων τῶν στοιχείων τούτων. θεωρεῖται ἀναγκαῖον νά τονισθῆ ὅτι ὁ πυρῆν εἰς εὐσταθῆ κατάστασιν ἀποτελεῖται μόνον ἐκ πρωτονίων καὶ νετρονίων. Ἡ ἀκτινοβολία τῶν α, β καὶ γ δημιουργεῖται συγχρόνως μὲ τὴν διάσπασιν τοῦ πυρήνος.

Ἐπομένως, ἡ ἐκπομπή ἑνὸς σωματίου α ἐξ ἑνὸς πυρήνος, δηλαδή σωματίου συνισταμένου ἐκ δύο πρωτονίων, καὶ δύο νετρονίων, θά ἔχη ὡς ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν ἑνὸς νέου πυρήνος ὁ ὁποῖος θά ἔχη μαζικὸν ἀριθμὸν κατὰ τέσσαρας μονάδας μικρότερον τοῦ ἀρχικοῦ, ἀτομικὸν δέ ἀριθμὸν κατὰ δύο μονάδας μικρότερον. Ὡς ἐκ τούτου ὁ νέος πυρῆν μεταπηδᾷ δύο θέσεις ὀπίσω εἰς τὸ περιοδικὸν σύστημα; Ὁ ἀρχικὸς πυρῆν ὀνομάζεται μητρικὸς πυρῆν, ὁ δέ παραγόμενος νέος, θυγατρικὸς.

Ὡς παράδειγμα ἀναφέρομεν τὴν διάσπασιν τοῦ πυρήνος τοῦ ραδίου ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ ὁ ὁποῖος ἐκπέμπει ἕνα σωματίον α (${}_{2}\text{He}^{4}$). Ἐφ' ὅσον ὁ πυρῆν οὗτος ἔχασε τέσσαρας μονάδας μαζικῶν ἀριθμῶν καὶ δύο φορτία ἀντιστοιχεῖ εἰς ἄλλο στοιχεῖον μὲ $A = 222$ καὶ $Z = 86$ τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ στοιχεῖον Ραδόνιον (${}_{86}\text{Rn}^{222}$).

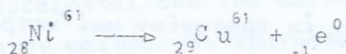
Ἡ ἐκπομπή αὐτὴ δύναται νά παρασταθῆ διὰ τῆς πυρηνικῆς ἐξίσωσης:



Ἐάν γίνῃ ἐκπομπή σωματίου β; ὁ μαζικὸς μὲν ἀριθμὸς τοῦ θυγατρικοῦ πυρήνος δέν μεταβάλλεται, αὐξάνεται, ὁμῶς ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς τούτου κατὰ μονάδα, δηλα-

δή ο νέος πυρήν μεταπηδᾷ μίαν θέσιν ἐμπρός εἰς τό περιοδικόν σύστημα.

Ὡς παράδειγμα ἀναφέρομεν τό Νικέλιον ${}_{28}^{61}\text{Ni}$ τό ὁποῖον δι' ἐκπομπῆς ἑνός β γίνεται χαλκός ${}_{29}^{61}\text{Cu}$



Ἡ ἐκπομπή τῆς ἀκτινοβολίας γ ἢ ὁποία πάντοτε συνοδεύεται κατά τήν ἐκπομπήν τῆς α ἢ β ἢ καί τῶν δύο, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα, τήν ἀπόδοσιν μέρους τῆς ἐνεργείας ἢ ὁποία συνέδεδε τά πρωτόνια καί νετρόνια ἐντός τοῦ πυρήνος. Ἐπομένως κατά τήν διάσπασιν ἑνός πυρήνος χημικοῦ στοιχείου παράγεται ἕτερον χημικόν στοιχεῖον, ἔχον διαφόρους χημικάς ἰδιότητες τοῦ ἀρχικοῦ. Ἄρα ἡ ραδιενέργεια εἶναι φαινόμενον αὐτομάτου μεταστοιχειώσεως.

Σήμερον, διά τῆς ἀνακαλύψεως τῶν μεταστοιχειώσεων, παύει ἰσχύουσα ἢ εἰς τήν Χημείαν ἄρχή τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης. Αὕτη ἰσχύει μόνον, ἐφόσον κατά τάς οἰασθήποτε χημικάς μεταβολάς δέν λαμβάνουν χώραν μεταστοιχειώσεις.

Κατά τάς διαφόρους μεταστοιχειώσεις, ὁ χρόνος ὁ ὁποῖος παρέρχεται ἵνα τό ἡμισυ τῶν πυρήνων, δοθείσης ποσότητος τοῦ στοιχείου, διασπασθῇ, ὀνομάζεται μέσος χρόνος ζωῆς τῶν πυρήνων ἢ χρόνος ὑποδιπλασιαμοῦ.

Οὗτος κυμαίνεται μεταξύ 10^{10} ἔτη (διά τό θόριον Th) ἕως 10^7 sec (διά τό θόριον C', The').

9.- Αἱ τέσσαρες οἰκογένειαι τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων.

Ὡς εὐρέθη πειραματικῶς, κατά τήν διάσπασιν ἑνός

ραδιενεργού στοιχείου ό προκύπτων πυρήν δέν είναι εύσταθής αλλά κατά κανόνα άσταθής, διασπόμενος έν συνεχεία κ.ό.κ.

Ευνεπώς έκαστος μητρικός ραδιενεργός πυρήν διασπόμενος δέν καταλήγει άμέσως εις εύσταθή πυρήνα, αλλά μεσολαβεί σειρά διαδοχικών διασπάσεων, κατά τάς όποιás παράγονται όλα τά θυγατρικά του παράγωγα, μέχρις ότου καταλήξη εις εύσταθή πυρήνα.

Όύτω π.χ. τό ράδιον (${}_{88}\text{Ra}^{226}$) δι' έκπομπής σωματίου α μετατρέπεται εις ραδόνιον (${}_{86}\text{Rn}^{222}$) τοϋτο δι' έκπομπής α εις ράδιον Α, (Ra^{218} Α) ως έπίσης τοϋτο δι' έκπομπής α εις ράδιον Β, (${}_{82}\text{Ra}^{214}$ Β) κ.ό.κ. μέχρις ότου ή άλληλουχία αυτή των μεταστοιχειώσεων καταλήξη εις σταθερόν στοιχείον, τό όποιον είναι ίσότοπον του μόλυβδου.

Λέγομεν ότι δύο στοιχεΐα ανήκουν εις την αϋτήν ραδιενεργόν οίκογένειαν, όταν τό έν τούτων προκύπτει δι' αϋτομάτου διασπάσεως του έτέρου.

“Απαντα τά ραδιενεργά στοιχεΐα εύρέθη ότι ανήκουν εις τέσσαρας οίκογενείας:

- α) Οίκογένεια ούρανίου ${}_{92}\text{U}^{238}$. Είς την οίκογένειαν ταϋτην τό ράδιον είναι ένδιάμεσον μέλος.
- β) Οίκογένεια άντινίου ${}_{82}\text{AcU}^{235}$
- γ) Οίκογένεια θορίου ${}_{90}\text{Th}^{232}$
- δ) Οίκογένεια πλουτωνίου ${}_{94}\text{Pu}^{241}$

Καί αι τέσσαρες οίκογένειαι καταλήγουν εις σταθερά στοιχεΐα. Αί τρεις πρώται εις τόν σταθερόν μόλυβδον ή δέ τετάρτη εις τό σταθερόν Βισμούθειον κατά την έξής σειράν α) ${}_{82}\text{Pb}^{206}$ β) ${}_{82}\text{Pb}^{207}$ γ) ${}_{82}\text{Pb}^{208}$ δ) ${}_{83}\text{Bi}^{209}$

‘Αξιοσημείωτον είναι ότι τά σταθερά στοιχεΐα ε-

χουν $Z = 82$ ἐξαιρέσει τοῦ τελευταίου τό ὁποῖον ἔχει $Z = 83$.

Ἐκ συγχρόνων παρατηρήσεων ἀπεδείχθη, ὅτι, ὅπως εἰς τὰ άτομα ὑπάρχουν συνδυασμοί ἠλεκτρονίων, ἰδιαιτέρως εὐσταθεῖς (εὐγενῆ ἀέρια), μέ ἀριθμό ἠλεκτρονίων 2, 8, 18, κ.λ.π. οὕτω καί εἰς τούς πυρήνας ὑπάρχουν ὠρισμένοι συνδυασμοί νουκλεονίων, ἰδιαιτέρως σταθεροί. Τό φαινόμενον τοῦτο παρουσιάζεται, ὅταν ὁ ἀριθμός τῶν νετρονίων ἢ τῶν πρωτονίων εἶναι ἴσος πρός ἓνα τῶν ἀριθμῶν 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126. Οἱ ἀριθμοί οὗτοι ὀνομάζονται μαγικοί ἀριθμοί ἢ ἀριθμοί πυρηνικῶν φλοιῶν.



