



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

ΤΟΜΟΣ Β'



1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

- 1.— *Μαθηματικὰ A', B'*
- 2.— *Φυσικὴ A', B'*
- 3.— *Χημεία*
- 4.— *Μηχανικὴ A', B', Γ'*
- 5.— *Μηχανουργικὴ Τεχνολογία A', B'*
- 6.— *Ηλεκτρολογία A', B', Γ'*
- 7.— *Ραδιοτεχνία A', B'*
- 8.— *Εἰσαγωγὴ στὴν Τεχνικὴ τῆς Τηλεφωνίας*
- 9.— *Ηλεκτρολογία Μηχανολόγου*
- 10.— *Έργαστηριακὴ Ἀσκήσεις Ηλεκτρολογίας*
- 11.— *Έφημοσμένη Ηλεκτροχημεία*
- 12.— *Κινητήριαι Μηχαναὶ A', B'*
- 13.— *Στοιχεῖα Μηχανῶν*
- 14.— *Δομικὰ Υλικὰ A', B'*
- 15.— *Γενικὴ Δομικὴ A', B', Γ'*
- 16.— *Οἰκοδομικὴ A', B', Γ', Δ'*
- 17.— *Υδραυλικὰ Ἐργα A', B'*
- 18.— *Συγκοινωνιακὰ Ἐργα A', B', Γ'*
- 19.— *Τοπογραφία*
- 20.— *Οἰκοδομικαὶ Σχεδιάσεις*
- 21.— *Σχεδιάσεις Τεχνικῶν Ἐργων*
- 22.— *Οργάνωσις - Διοίκησις Ἐργων*
- 23.— *Τεχνικὸν Σχέδιον*
- 24.— *Τεχνολογία Αὐτοκινήτου A', B'*
- 25.— *Μεταλλογνωσία*
- 26.— *Κλιματισμός*
- 27.— *Ανυψωτικὰ Μηχανήματα*

‘Ο Εύγενιος Εύγενίδης, ίδρυτης και χορηγὸς τοῦ «Ιδρύματος Εὐγενίδου» προεῖδεν ἐνωρίτατα και ἐσχημάτισε τὴν βαθεῖαν πεποίθησιν, ὅτι ἀναγκαῖον παράγοντα διὰ τὴν πρόσδον τοῦ ἔθνους θὰ ἀπετέλει ἡ ἀρτία κατάρτισις τῶν τεχνικῶν μας ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν ἡθικὴν ἀγωγὴν αὐτῶν.

Τὴν πεποίθησίν του αὐτὴν τὴν μετέτρεψεν εἰς γενναιόφρονα πρᾶξιν εὐεργεσίας, ὅταν ἐκληροδότησε σεβαστὸν ποσὸν διὰ τὴν σύστασιν ‘Ιδρύματος, ποὺ θὰ είχε σκοπὸν νὰ συμβάλῃ εἰς τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν τῶν νέων τῆς Ἑλλάδος.

Διὰ τοῦ Β. Διατάγματος τῆς 10ης Φεβρουαρίου 1956, συνεστήθη τὸ ‘Ιδρυμα Εὐγενίδου και κατὰ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαβέτου ἐτέθη ὑπὸ τὴν διοίκησιν τῆς ἀδελφῆς του Κυρίας Μαρ. Σίμου. Ἀπὸ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἥρχισαν πραγματοποιούμενοι οἱ σκοποὶ ποὺ ὠραματίσθη ὁ Εύγενιος Εὐγενίδης και συγχρόνως ἡ πλήρωσις μᾶς ἀπὸ τὰς βασικωτέρας ἀνάγκας τοῦ ἔθνικοῦ μας βίου.

* * *

Κατὰ τὴν κλιμάκωσιν τῶν σκοπῶν του, τὸ ‘Ιδρυμα προέταξε τὴν ἔκδοσιν τεχνικῶν βιβλίων τόσον διὰ λόγους θεωρητικοὺς ὅσον και πρακτικούς. Ἐκριθή, πράγματι, ὅτι ἀπετέλει πρωταρχικὴν ἀνάγκην ὁ ἐφοδιασμὸς τῶν μαθητῶν μὲ σειρὰς βιβλίων, αἱ ὄποιαι θὰ ἔθετον ὁρθὰ θεμέλια εἰς τὴν παιδείαν των και αἱ ὄποιαι θὰ ἀπετέλουν συγχρόνως πολύτιμον βιβλιοθήκην διὰ κάθε τεχνικού.

Τὸ ὅλον ἔργον ἥρχισε μὲ τὴν ὑποστήριξιν τοῦ ‘Υπουργείου Βιομηχανίας, τότε ἀρμοδίου διὰ τὴν τεχνικὴν ἐκπαίδευσιν, και συνεχίζεται ἡδη μὲ τὴν ἔγκρισιν και τὴν συνεργασίαν τοῦ ‘Υπουργείου ‘Εθνικῆς Παιδείας, βάσει τοῦ Νομοθετικοῦ Διατάγματος 3970/1959.

Αἱ ἐκδόσεις τοῦ ‘Ιδρύματος διαιροῦνται εἰς τὰς ἀκολούθους βασικὰς σειράς, αἱ ὄποιαι φέρουν τοὺς τίτλους:

«Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνίτη», «Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ», «Βιβλιοθήκη τοῦ Τεχνικοῦ βοηθοῦ Χημικοῦ», «Τεχνικὴ Βιβλιοθήκη».

Ἐξ αὐτῶν ἡ πρώτη περιλαμβάνει τὰ βιβλία τῶν Σχολῶν Τεχνιτῶν,

ή δευτέρα τὰ βιβλία τῶν Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν, ή τρίτη τῶν Σχολῶν Τεχνικῶν βοηθῶν Χημικῶν, ή τετάρτη τὰ βιβλία τὰ προοριζόμενα διὰ τὰς ἀνωτέρας Τεχνικὰς Σχολὰς (ΚΑΤΕ, ΣΕΛΕΤΕ, Σχολαὶ Ὑπομηχανικῶν). Παραλλήλως, ἀπὸ τοῦ 1966 τὸ "Ιδρυμα ἀνέλαβε καὶ τὴν ἐκδοσιν βιβλίων διὰ τὰς Δημοσίας Σχολὰς Ε.Ν.

Αἱ σειραι αὐται θὰ ἐμπλουτισθοῦν καὶ μὲ βιβλία εὐρυτέρου τεχνικοῦ ἐνδιαφέροντος χρήσιμα κατὰ τὴν ἀσκησιν τοῦ ἐπαγγέλματος.

* * *

Οι συγγραφεῖς καὶ ή Ἐπιτροπὴ Ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος καταβάλλουν κάθε προσπάθειαν, ὥστε τὰ βιβλία νὰ είναι ἐπιστημονικῶς ἄρτια ἀλλὰ καὶ προσηρμοσμένα εἰς τὰς ἀνάγκας καὶ τὰς δυνατότητας τῶν μαθητῶν. Δι' αὐτὸν καὶ τὰ βιβλία αὐτὰ ἔχουν γραφῆ εἰς ἀπλῆ γλῶσσαν καὶ ἀνάλογον πρὸς τὴν στάθμην τῆς ἐκπαίδευσεως δι' ἣν προορίζεται ἑκάστη σειρὰ τῶν βιβλίων. Ἡ τιμὴ των ὡρίσθη τόσον χαμηλή, ὥστε νὰ είναι προσιτὰ καὶ εἰς τοὺς ἀπόρους μαθητάς.

Οὕτω προσφέρονται εἰς τὸ εὐρὺ κοινὸν τῶν καθηγητῶν καὶ τῶν μαθητῶν τῆς τεχνικῆς μας παιδείας αἱ ἐκδόσεις τοῦ Ἰδρύματος, τῶν ὁποίων ἡ συμβολὴ εἰς τὴν πραγματοποίησιν τοῦ σκοποῦ τοῦ Εὐγενίου Εὐγενίδου ἐλπίζεται νὰ είναι μεγάλη.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Άλεξανδρος Ι. Παππάς, Όμ. Καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ. Μηχ.-Ήλ. ΕΜΠ, Έπίτιμος Πρόεδρος ΟΤΕ, Άντι-πρόεδρος.

Μιχαήλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικός Καθηγητής ΕΜΠ, τ. Διοικητής ΔΕΗ.

Παναγώτης Χατζηιωάννου, Μηχ.-Ήλ. ΕΜΠ, Γεν. Δ/ντής Ἐπαγ/κής Έκπ. Ὅπ. Παιδείας, Ἐπιστημ. Σύμβουλος, Γ. Ρούσσος, Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ.

Σύμβουλος ἐπί τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος Κ.Α. Μανάφης, Καθηγητής Φιλοσοφικῆς Σχολῆς Παν/μίου Ἀθηνῶν.

Γραμματεύς, Δ.Π. Μεγαρίτης.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακριδής † (1955 – 1959) Καθηγητής ΕΜΠ. Ἀγγελος Καλογερᾶς † (1957 – 1970) Καθηγητής ΕΜΠ. Δημήτριος Νιάνας (1957 – 1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπετσιέρης (1956 – 1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960 – 1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968 – 1976) Μηχ.-Ήλ. ΕΜΠ.

Ι ΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΚΙΜΩΝΟΣ ΠΑΠΠΑ
Τ. ΔΙΕΥΘΥΝΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ
ΣΙΒΙΤΑΝΙΔΕΙΟΥ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΣΧΟΛΗΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

ΤΟΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΓΓΗ

ΑΘΗΝΑ
1980





ΠΡΟΛΟΓΟΣ

‘Ο δεύτερος τόμος τῆς Ἡλεκτρολογίας, διὰ τοὺς μαθητὰς τῶν Σχολῶν Ἐργοδηγῶν Τεχνικῶν Βοηθῶν Ἡλεκτρολόγων, περιέχει τὴν ὑπὸ τοῦ προγράμματος τῶν Σχολῶν τούτων καθιστικάνην ὥλην τοῦ Μαγνητισμοῦ, τοῦ Ἡλεκτρομαγνητισμοῦ, τῆς Ἡλεκτρομαγνητικῆς ἐπαγωγῆς, τῆς Αὐτεπαγωγῆς καὶ τῆς Δράσεως μαγνητικοῦ πεδίου ἐπὶ ρεύματος.

Κατὰ τὴν συγγραφήν του, ὅπως καὶ εἰς τὸν πρῶτον Τόμον, προσεπα-θήσαμε κατὰ τὸ δυνατὸν νὰ ἀποφύγωμε κάθε περιττὴν θεωρητικὴν ἀνάπτυξιν καὶ κατεβλήθη προσπάθεια ὅπως ἡ ὥλη τοῦ βιβλίου χρησιμεύσῃ ὡς ὑπόβαθρον τῆς διδασκαλίας τῶν Ἡλεκτρικῶν Μηχανῶν καὶ τῶν Ἡλεκτρικῶν Μετρήσεων.

“Οπως καὶ εἰς τὸν Πρῶτον Τόμον, ἡ ἔκθεσις κάθε νέας ἐννοίας ἀκολουθεῖται καὶ ἀπὸ τὰ ἀπαραίτητα ἀριθμητικὰ παραδείγματα. Λιὰ τὴν περαιτέρῳ ἀφομοίωσιν τῆς ὥλης περιελήφθη εἰς τὸ τέλος τῶν Κεφαλαίων πλήθος προβλημάτων πρὸς λύσιν, μὲ τὰς ἀπαντήσεις τοιν, διὰ νὰ δοθῇ καὶ πάλιν εἰς τὸν μαθητὴν ἡ δινατότης νὰ ἐλέγχῃ τὴν ὄρθοτητα τῆς σκέψεως καὶ τῶν ἀριθμητικῶν πράξεων του.

Εἰς τὰ παραδείγματα καὶ τὰ προβλήματα αἱ τιμαὶ τῶν δεδομένων καὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν διαφόρων μεγεθῶν (ἐντασις μαγνητικοῦ πεδίου καὶ μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς, διαπερατότης, ταχύτητες κλπ.) ἀνταποκρίνονται πρὸς ἔκείνας, αἱ ὅποιαι συναντῶνται εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς μηχανάς.

Αἱ πρακτικαὶ ἀσκήσεις, αἱ ὅποιαι ὑποδεικνύονται εἰς τὸ τέλος ὧρισμένων Κεφαλαίων, ὑποβοηθοῦν τοὺς μαθητὰς εἰς τὴν πλήρη κατανόησιν τῶν φαινομένων.

“Οπως ἔγραψή καὶ εἰς τὸν πρῶτον Τόμον, τὸ κείμενον τῆς πρώτης Ἐκδόσεως τοῦ παρόντος Τόμοιο δὲν ἔχει τὴν ἀπαίτησιν νὰ εἶναι καὶ τὸ ὄριστικόν. Αἱ παρατηρήσεις τῶν διδασκόντων τὸ μάθημα θὰ ὀδηγήσουν εἰς δευτέραν βελτιωμένην ἔκδοσιν. Ἐλπίζεται πάντως ὅτι καὶ ὑπὸ τὴν παροῦσαν μορφὴν του, τὸ βιβλίον θὰ βοηθήσῃ τοὺς μαθητὰς εἰς τὴν κατανόησιν τῶν βασικῶν ἐννοιῶν, αἱ ὅποιαι ἐκτίθενται εἰς αὐτό.

‘Ἐκφράζω καὶ πάλιν τὴν βαθεῖαν εὐγνωμοσύνην μοι πρὸς τὴν Ἐπιτροπὴν Ἐκδόσεων Βιβλίων τοῦ Ἰδρύματος Εὐγενίδον, διὰ τὴν πεφωτισμένην τῆς συνδρομὴν εἰς τὴν κατὰ τὸ δυνατὸν ἀρτίαν ἀπὸ πλειορᾶς περιεχομένου καὶ γλώσσης ἔκδοσιν τοῦ παρόντος βιβλίου.

‘Ο συγγραφεὺς



ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν 19

Μαγνητισμός

Σελίς

ικοί και τεχνητοί μαγνήται	1
οι τῶν μαγνητῶν. Ἀλληλεπίδρασις μεταξὺ δύο πόλων	2
ινητικαὶ μᾶζαι ἢ ποσότητες μαγνητισμοῦ τῶν πόλων μαγνήτου	5
ἢ ἀσ ποσότητος μαγνητισμοῦ ἢ ἐντάσεως πόλου	9
ος τοῦ Κουλόδημ	10
ινητικὸν φάσμα ἐνὸς μαγνήτου	10
ινητικὸν πεδίον μαγνήτου	13
ινητικὴ θοὴ	18
ινητικὴ ἐπαγωγὴ	21
φία τοῦ Βέμπερ	23
ινητικὴ διαπερατότης. Ἐντασίς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς	24
ἢ τῆς μαγνητικῆς διαπερατότητος	28
ινητικὸς κόρος	30
πύλαι μαγνητίσεως	30
ιαμένων μαγνητισμός	33
ιαμαγνητικὰ καὶ διαμαγνητικὰ ὄλικὰ	34
ινητικὸς προστάτης	35
ικεφαλαίωσις	36
υτήσεις	40
ιβλήματα	41
ικτικαὶ ἀσκήσεις	44

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν 20

Ηλεκτρομαγνητισμός

γνητικαὶ ίδιοτητες τοῦ ήλεκτρικοῦ θεύματος	45
γνητικὸν πεδίον θεύματος, τὸ διοῖν διαρρέει ἔνα εὐθύγραμ-	
‘ ἀγωγὸν	46
γνητικὸν πεδίον πηνίου, τὸ διοῖν διαρρέεται ὑπὸ θεύματος	51
πυλιοειδὲς πηνίον	57
περελίγματα. Ἀμπερελίγματα ἀνὰ cm	59
γνητικὴ ροή διὰ μέσου κάθε μιᾶς ἀπὸ τὰς σπειρας πηνίου,	
διοῖν διαρρέεται ὑπὸ θεύματος	62

Παράγ.

- 20 - 7 Ἀνακεφαλαίωσις
 20 - 8 Ἐρωτήσεις
 20 - 9 Προβλήματα
 20 - 10 Πρακτικαὶ ἀσκήσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 21**Τὸ μαγνητικὸν κύκλωμα — Μαγνητικὴ ύστερος**

- 21 - 1 Τί δονομάζουμε μαγνητικὸν κύκλωμα
 21 - 2 Τί προκινήτει, ὅταν πηνίον, τυλιγμένον γίνεται ἀπό ἕνα σιδηρό τεμάχιον, διαφρέεται ὑπό ρεύματος
 21 - 3 Νόμος τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος
 21 - 4 Ἡλεκτρομαγνῆται
 21 - 5 Φέρουσα δύναμις ἡλεκτρομαγνήτου
 21 - 6 Παράλληλα μαγνητικὰ κυκλώματα
 21 - 7 Μαγνητικὴ ύστερος
 21 - 8 Ἀπώλειαι ἐξ ύστερησεως
 21 - 9 Ἀνακεφαλαίωσις
 21 - 10 Ἐρωτήσεις
 21 - 11 Προβλήματα

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 22**Ἡλεκτρομαγνητικὴ ἐπαγωγὴ**

- 22 - 1 Ἀνάπτυξις ἡλεκτρογερετικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἐπαγωγὴν φεῦμα
 22 - 2 Φορὶ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος. Νόμος τοῦ Λέντζ (Lenz)
 22 - 3 Τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρογερετικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς κυκλώματος
 22 - 4 Περίπτωσις εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, δ ὅποιος κινεῖται καθέ πρὸς τὴν διεύθυνσιν διμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου . . .
 22 - 5 Περίπτωσις ἀκινήτου εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, δ ὅποιος τέμνει θέτις τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς κινούμενον μαγνητικοῦ πεδίου . . .
 22 - 6 Περιστροφὴ σπειράς μὲ σταθερὰν ταχύτητα, ἐντὸς διμογενοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Παραγωγὴ ἐναλλασσομένης ΗΕΔ . .
 22 - 7 Κύκλος, περίοδος, συχνότης ἐναλλασσομένης ἡλεκτρογερετικῆς δυνάμεως. Γονιακὴ ταχύτης
 22 - 8 Λινοφρεύματα ἢ ρεύματα τοῦ Φουκώ (Foucault). Ἀπόλ. ἐκ δινοφρεύμάτων
 22 - 9 Ἀνακεφαλαίωσις

22 - 10	Ἐρωτήσεις	162
22 - 11	Προβλήματα	161
22 - 12	Πρακτικαὶ ἀσκήσεις	169

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν 23

Αύτεπαγωγὴ

23 - 1	Αύτεπαγωγικὰ φαινόμενα	170
23 - 2	Συντελεστῆς αύτεπαγωγῆς πηνίου	171
23 - 3	Μονάς συντελεστοῦ αύτεπαγωγῆς	173
23 - 4	Συντελεστῆς αύτεπαγωγῆς οίουδήποτε κυκλώματος	175
23 - 5	Ἐπίδρασις σιδηροῦ πυρῆνος ἐπὶ τοῦ συντελεστοῦ αύτεπαγωγῆς πηνίου	178
23 - 6	Φορὰ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ αύτεπαγωγῆς	181
23 - 7	Ἀποτελέσματα τῆς αύτεπαγωγῆς	182
23 - 8	Ἐνέργεια μαγνητικοῦ πεδίου	191
23 - 9	Πῶς εἰναι δυνατόν νὰ κατασκευάσωμε κύκλωμα, τὸ δόπον στερεῖται αύτεπαγωγῆς	192
23 - 10	Ἀνακεφαλαίωσις	193
23 - 11	Ἐρωτήσεις	195
23 - 12	Προβλήματα	196

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν 24

Δρᾶσις μαγνητικοῦ πεδίου ἐπὶ ρεύματος.

‘Αμοιβαία δρᾶσις δύο ρευμάτων.

24 - 1	Ἀνάπτυξις ἡλεκτρομαγνητικῶν δυνάμεων	198
24 - 2	Διεύθυνσις, φορὰ καὶ ἔντασις ἡλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως .	198
24 - 3	Ἐφαρμογαὶ τοῦ φαινομένου τῆς ἀναπτύξεως ἡλεκτρομαγνητικῶν δυνάμεων	201
24 - 4	Ἀμοιβαία δρᾶσις δύο ρευμάτων	206
24 - 5	Ἐφαρμογὴ τοῦ φαινομένου τῆς ἀμοιβαίας δράσεως δύο ρευμάτων. Ὁργανα μετρήσεως ἡλεκτροδυναμικὰ	210
24 - 6	Ἀνακεφαλαίωσις	211
24 - 7	Ἐρωτήσεις	212
24 - 8	Προβλήματα	213
24 - 9	Πρακτικαὶ ἀσκήσεις	213
Πίναξ χρησιμοποιουμένων συμβόλων	214
Πίναξ χρησιμοποιουμένων τύπων	215
Ἐνρετήριον	216



ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ - ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ ΔΡΑΣΙΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΕΠΙ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 19

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

19·1 Φυσικοὶ καὶ τεχνητοὶ μαγνῆται.

Μαγνήτης δνομάζεται κάθε σῶμα, τὸ δποῖον ἔχει τὴν ἴδιότητα νὰ ἔλκῃ καὶ νὰ συγκρατῇ σιδηρᾶ σώματα. Ἡ ἔλκτική ἴδιότητας τῶν μαγνητῶν δνομάζεται μαγνητική ἴδιότητος ἢ ἀπλῶς μαγνητισμός.

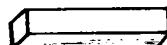
Ἡ μαγνῆτις λύθος, δρυκτὸν ἀπὸ τὸ δποῖον ἔξαγεται σιδηρος, κατέχει τὴν μαγνητικὴν ἴδιότητα καὶ δνομάζεται φυσικὸς μαγνήτης. Οἱ φυσικοὶ μαγνῆται δὲν παρουσιάζουν ἐνδιαφέρον εἰς τὴν τεχνικήν. Ἀντιθέτως χρησιμοποιοῦνται συχνὰ οἱ τεχνητοὶ μαγνῆται, οἱ δποῖοι εἶναι τεμάχια ἀπὸ βαμμένον χάλυβα, ποὺ ἀπέκτησαν τὴν μαγνητικὴν ἴδιότητα μὲ κατάλληλον ἐπεξεργασίαν. Εἰς τοὺς τεχνητοὺς μαγνῆτας δίδονται διάφορα σχήματα, τὰ δποῖα ποικίλουν ἀναλόγως τῆς χρήσεως διὰ τὴν δποῖαν προορίζονται. Οἱ συνηθέστεροι τεχνητοὶ μαγνῆται ἔχουν σχῆμα κυλινδρικῆς ἢ πρισματικῆς ράβδου, πετάλου ἢ δακτυλίου (σχ. 19·1 α').

Κάθε ὄλικόν, τὸ δποῖον δύναται νὰ ἀποκτήσῃ τὴν μαγνητικὴν ἴδιότητα, δνομάζεται μαγνητικὸν ὄλικόν. Ὅταν τὸ ὄλικὸν αὐτὸ ἀποκτήσῃ τὴν μαγνητικὴν ἴδιότητα, λέγομε δτι εἶναι μαγνητισμένον. Τὰ μαγνητικὰ ὄλικά, τὰ δποῖα χρησιμοποιοῦνται

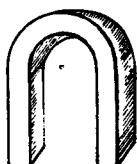
διὰ τὴν κατασκευὴν μαγνητῶν, ἡλεκτρικῶν μηχανῶν καὶ συσκευῶν, εἶναι δὲ σίδηρος, δὲ χάλυψὶ καὶ τὰ κράματά των μὲ πυρίτιον, καθάλτιον, νικέλιον, χρώμιον, βιολφράμιον κλπ.



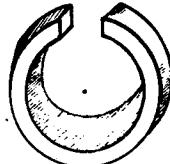
Κυλινδρικός
μαγνήτης



Πρισματικός
μαγνήτης



Πεταλοειδής
μαγνήτης



Δακτυλιοειδής
μαγνήτης

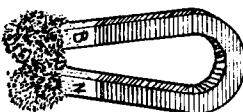
Σχ. 19·1 α.

19·2 Πόλοι τῶν μαγνητῶν. Ἀλληλεπίδρασις μεταξὺ δύο πόλων.

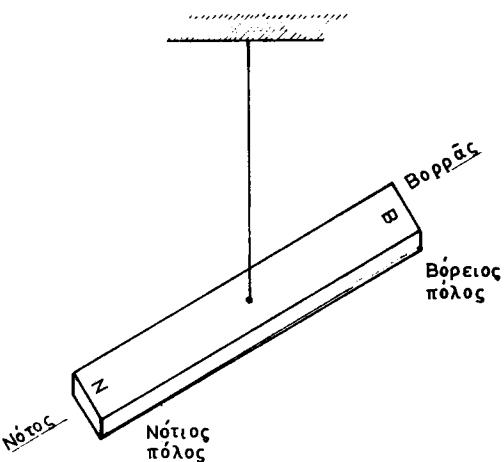
Ἡ ἐλκτικὴ δύναμις τῶν μαγνητῶν δὲν κατανέμεται ἐξ ἕσου εἰς δλα τῶν τὰ μέρη. Ὅταν π.χ. φέρωμε ἔνα μαγνήτην πολὺ κοντὰ εἰς ἓνα σωρὸν ρινισμάτων σιδήρου καὶ ἀκολούθως τὸν ἀπομακρύνωμε, παρατηροῦμε δτὶ πάρα πολλὰ ρινίσματα ἔχουν προσκολληθῆ ἐις τὰ ἄκρα τοῦ μαγνήτου, ἐνῷ σχεδὸν κανένα εἰς τὸ μέσον του.

Τὰ ἄκρα αὐτὰ τοῦ μαγνήτου, δπου ἐκδηλοῦται ἐντόνως ἡ μαγνητικὴ ἴδιότης, δηλαδὴ τὰ μέρη, εἰς τὰ δποῖα προσκολλῶνται πολλὰ ρινίσματα σιδήρου, δνομάζονται πόλοι τοῦ μαγνήτου. Τὸ μέρος τῶν μαγνητῶν, δπου ἐλάχιστα ἡ σχεδὸν κανένα ρινισμα δὲν ἔχει προσκολληθῆ, δνομάζεται οὐδετέρα ζώνη. Συμπεραίνομε λοιπὸν δτὶ κάθε τεχνητὸς μαγνήτης ἔχει δύο πόλους, δηλαδὴ ἔνα εἰς τὸ κάθε ἄκρον του, καὶ μίαν οὐδετέραν ζώνην μεταξὺ τῶν πόλων του (σχ. 19·2 α.).

Οταν ἀναρτήσωμε μὲν ὑῆμα ἔνα ἐπιμήκη πρισματικὸν μαγνήτην ἀπὸ τὸ κέντρον βάρους του ἔτσι, ὥστε νὰ δύναται ἐλευθέρως νὰ περιστραφῇ, θὰ παρατηρήσωμε ὅτι ὁ μαγνήτης, ἀφοῦ κάμη δλίγας ταλαντώσεις, θὰ ἵσορροπήσῃ εἰς μίαν ὡρισμένην θέσιν. Εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν τῆς ἴσορροπίας, ὁ ἐπιμήκης ἄξων τοῦ μαγνήτου ἔχει περίπου τὴν διεύθυνσιν Βορρᾶ - Νότου (σχ. 19·2 β). Ο πόλος τοῦ μαγνήτου, ὁ δποῖος εἶναι ἐστραμμένος πρὸς Βορρᾶν δνομάζεται βόρειος πόλος τοῦ μαγνήτου· ὁ ἄλλος πόλος εἶναι ὁ νότιος πόλος τοῦ μαγνήτου. Ο βόρειος καὶ ὁ νότιος πόλος σημειοῦνται ἀντιστοίχως μὲ τὰ γράμματα Β ἢ β καὶ Ν ἢ ν.



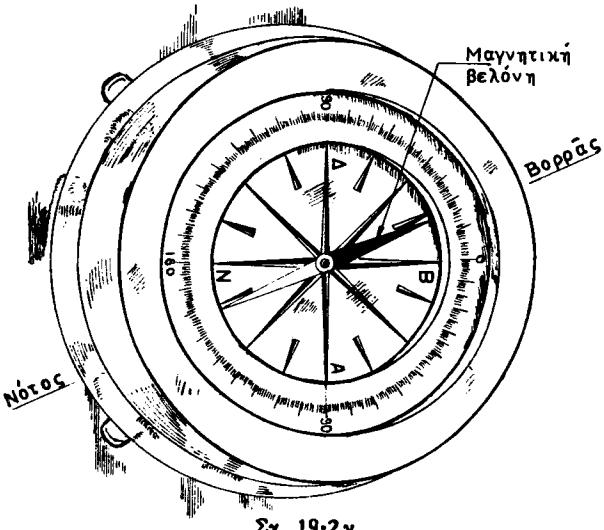
Σχ. 19·2 α.



Σχ. 19·2 β.

Ἐκμεταλλευόμεθα τὴν ἰδιότητα αὐτὴν τῶν μαγνητῶν, διὰ νὰ κατακευάσωμε ὅργανα προσανατολισμοῦ, τὰ δποῖα δνομάζονται

μαγνητικαὶ πυξίδες. Τὸ κύριον μέρος μιᾶς μαγνητικῆς πυξίδος ἀποτελεῖ ἡ μαγνητικὴ βελόνη (σχ. 19·2 γ), ἡ δποία εἶναι ἔνας



Σχ. 19·2 γ.

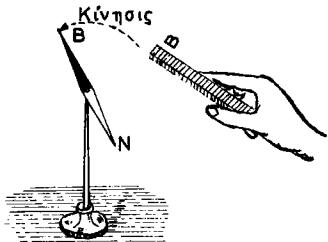
τεχνητὸς μαγνήτης μὲ σχῆμα ἐπιψήκους ρόμβου μικροῦ πάχους. Ἡ μαγνητικὴ βελόνη εἰς τὰς πυξίδας στηρίζεται εἰς τὸ κέντρον βάρους τῆς ἐπάνω εἰς μίαν ἀκίδα, ἡ δποία τῆς ἐπιτρέπει νὰ περιστρέφεται ἐλευθέρως. Ἔτσι ἡ βελόνη δεικνύει περίπου τὴν διεύθυνσιν Βορρᾶ - Νότου.

Όταν πλησιάσωμε τὸν βόρειον πόλον ἐνδὲς μαγνήτου εἰς τὸν βόρειον πόλον δευτέρου μαγνήτου (σχ. 19·2 δ), παρατηροῦμε δτι οἱ πόλοι ἀπωθοῦνται. Θὰ ἰδοῦμε ἐπίσης δτι ὁ νότιος πόλος τοῦ ἐνδὲς μαγνήτου ἀπωθεῖ τὸν νότιον πόλον τοῦ ἄλλου. Ἀντιθέτως, θὰ παρατηρήσωμε δτι ὁ νότιος πόλος ἐνδὲς μαγνήτου ἔλκει τὸν βόρειον πόλον ἄλλου μαγνήτου (σχ. 19·2 ε).

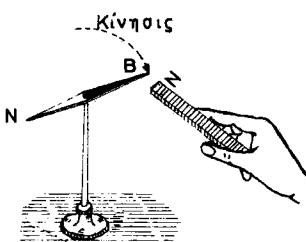
Ἄπδ τὰς παρατηρήσεις αὐτὰς προκύπτει δτι :

α) Ὁμώνυμοι πόλοι μαγνητῶν ἀπωθοῦνται, δηλαδὴ δτι μεταξὺ τῶν διμωνύμων πόλων ἀναπτύσσονται ὥστικαὶ δυνάμεις.

β) Ἐτερώνυμοι πόλοι εἶλκονται, δηλαδὴ ὅτι μεταξὺ τῶν ἑτερωνύμων πόλων μαγνητῶν ἀναπτύσσονται ἐλκτικαὶ δυνάμεις.



Σχ. 19·2 δ.



Σχ. 19·2 ε.

19·3 Μαγνητικαὶ μᾶζαι ἢ ποσότητες μαγνητισμοῦ τῶν πόλων μαγνήτου.

Εἰναι δυνατὸν νὰ ὑπολογίσωμε μὲ εὐκολίαν τὰς δυνάμεις, αἱ δποῖαι ἀναπτύσσονται μεταξὺ τῶν πόλων μαγνητῶν, ἐν παραδεῖθοῦμε τὴν ὑπαρξίν ἐνδὲ φυσικοῦ ποσοῦ, τὸ δποῖον ὀνομάζεται μαγνητικὴ μᾶζα ἢ ποσότης μαγνητισμοῦ.

Θὰ διακρίνωμε τότε δύο εἴδη ποσότητος μαγνητισμοῦ, τὴν βόρειον ποσότητα μαγνητισμοῦ, τὴν δποίαν ἔχει ὁ βόρειος πόλος μαγνήτου, καὶ τὴν νότιον ποσότητα, τὴν δποίαν ἔχει ὁ νότιος πόλος του.

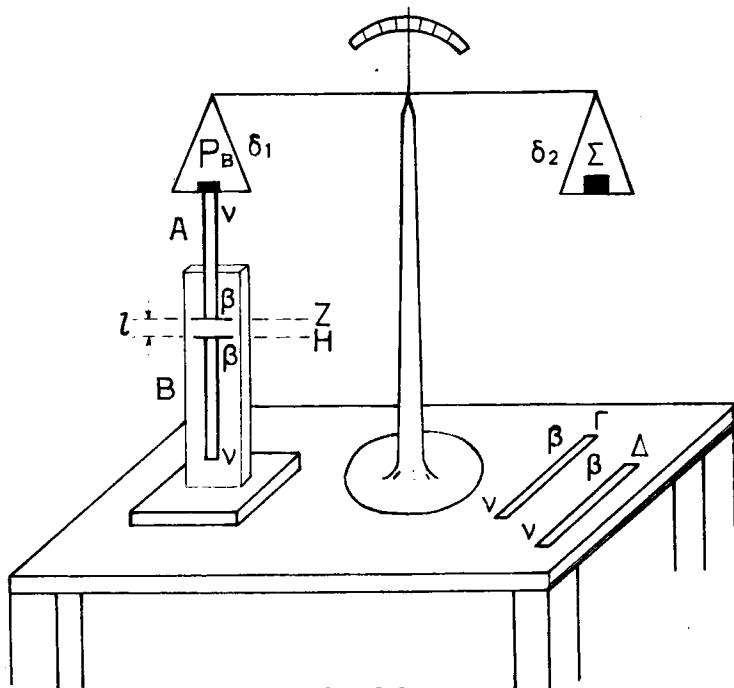
“Οπως μεταξὺ ἡλεκτρικῶν φορτίων, ἔτσι καὶ μεταξὺ τῶν ποσοτήτων μαγνητισμοῦ ἐμφανίζονται δυνάμεις. Αἱ δυνάμεις αὗται εἰναι ἐλκτικαὶ ἢ ὠστικαὶ, ἀναλόγως τοῦ ἐν αἱ ποσότητες μαγνητισμοῦ εἰναι ἀντιστοίχως ἐτερώνυμοι ἢ διμόνιμοι.

Τὸ πάρχει δμως μία οὐσιώδης διαφορὰ μεταξὺ ἡλεκτρικῶν φορτίων καὶ ποσοτήτων μαγνητισμοῦ. Τὰ ἡλεκτρικὰ φορτία, εἴτε θετικὰ εἰναι αὔτὰ εἴτε ἀρνητικά, ὑπάρχουν χωριστὰ εἰς τὰ ἡλεκτρισμένα σώματα, δηλαδὴ ἔχομε σώματα θετικῶς ἡλεκτρισμένα καὶ σώματα ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένα. Ἀντιθέτως ἔνα μαγνητισμένον σῶμα δὲν εἰναι δυνατὸν νὰ ἔχῃ μόνον βόρειον ποσότητα

μαγνητισμοῦ ἢ μόνον νότιον. Τὰ δύο εἰδη ποσότητος μαγνητισμοῦ συνυπάρχουν εἰς κάθε μαγνητισμένον σῶμα.

Τὸ ἔξῆς πείραμα ἔξηγει τί ἀκριβῶς ἐννοοῦμε, διαν διμιλοῦ με διὰ μαγνητικὴν μᾶζαν ἢ ποσότητα μαγνητισμοῦ.

Ἐνας ἐπιμήκης μαγνήτης Α ἔχει ἀναρτηθῆ ἀπὸ ἕνα δίσκον ζυγοῦ (σχ. 19.3 α), μὲ τὸν βόρειον πόλον του ἐστραμμένον πρὸς τὴν γῆν. Ἀποκαθιστοῦμε τὴν ἴσορροπίαν τοῦ ζυγοῦ, ἀφοῦ τοποθετήσωμε εἰς τὸν ἄλλον δίσκον σταθμὰ Σ.



Σχ. 19.3 α.

Εἰς μίαν πινακίδα, ἡ δποία εὑρίσκεται πίσω ἀπὸ τὸν μαγνήτην Α, χαράσσομε γραμμὴν Z, ἡ δποία νὰ συμπίπτῃ μὲ τὸ κάτω ἄκρον τοῦ μαγνήτου. Χαράσσομε ἀκολούθως εἰς ἀπόστασιν l (π.χ.

$l = 1 \text{ cm}$) ἀπὸ τὴν γραμμὴν αὐτήν, μίαν δευτέραν γραμμὴν H. Ἐν συνεχείᾳ προσθίνομε εἰς τὰ ἔξης:

α) Φέρομε ἔνα δεύτερον μαγνήτην B κάτω ἀπὸ τὸν A, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα $19 \cdot 3\alpha$, ὥστε τὸ ἄκρον τοῦ βορείου πόλου του νὰ συμπέσῃ μὲ. τὴν γραμμὴν H. Θὰ παρατηρήσωμε ἀμέσως ὅτι οἱ βόρειοι πόλοι τῶν μαγνητῶν A καὶ B ἀπωθοῦνται καὶ ὁ ζυγὸς δὲν ἴσορροπεῖ πλέον. Ὁ δίσκος δ_1 ἀνέρχεται, ἐνῷ ὁ δ_2 κατέρχεται.

Διὰ νὰ ἀποκαταστήσωμε τὴν ἴσορροπίαν του, πρέπει νὰ θέσωμε ἐπὶ τοῦ δίσκου δ_1 τὰ κατάλληλα σταθμὰ P_B . Ἐστω π.χ. ὅτι $P_B = 10 \text{ gr}$. Εἶναι τότε προφανὲς ὅτι ἡ ὡστικὴ δύναμις μεταξὺ τῶν βορείων πόλων τῶν δύο μαγνητῶν εἶναι ἵση πρὸς $P_B = 10 \text{ gr}$, ἀφοῦ ὡστικὴ δύναμις καὶ βάρος P_B ἴσορροποῦν.

β) Ἀπομακρύνομε τὸν μαγνήτην B καὶ ἐπαναλαμβάνομε τὸ πείραμα μὲ ἄλλον μαγνήτην Γ. Ἐστω τότε ὅτι $P_G = 20 \text{ gr}$, δηλαδὴ ὅτι ἡ ὡστικὴ δύναμις εἶναι διπλασία τῆς προηγουμένης, ὅταν ἡ ἀπόστασις l εἶναι ἡ ἴδια.

Παραδεχόμεθα τότε ὅτι ἡ μαγνητικὴ μᾶζα ἡ ἡ ποσότης μαγνητισμοῦ τοῦ βορείου πόλου τοῦ μαγνήτου Γ εἶναι διπλασία ἑκείνης τοῦ βορείου πόλου τοῦ μαγνήτου B.

Ἄν συμβολίσωμε μὲ m_G καὶ m_B ἀντιστοίχως τὰς ποσότητας μαγνητισμοῦ τῶν βορείων πόλων τῶν μαγνητῶν Γ καὶ B, παραδεχόμεθα, βάσει τῶν ἀνωτέρω, ὅτι ἴσχυει ἡ ἀναλογία:

$$\frac{m_G}{m_B} = \frac{P_G}{P_B}.$$

Ἡ σχέσις αὐτὴ εἶναι γενικὴ. Ἄν π.χ. οἱ βόρειοι πόλοι δύο μαγνητῶν ἀπωθοῦν ἀπὸ τὴν ἴδιαν ἀπόστασιν τὸν βόρειον πόλον τρίτου μαγνήτου μὲ δύναμιν $P_1 = 21,7 \text{ gr}$ ὁ πρῶτος καὶ $P_2 = 6,2 \text{ gr}$ ὁ δεύτερος, ὁ λόγος τῶν ἀντιστοίχων ποσοτήτων μαγνητισμοῦ τῶν m_1 καὶ m_2 εἶναι:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{21,7}{6,7} = 3,5.$$

Αύτὸν σημαίνει δτὶς ἡ μαγνητικὴ μᾶζα ἢ ἡ ποσότης μαγνητισμοῦ m_1 τοῦ βορείου πόλου τοῦ πρώτου μαγνήτου εἶναι 3,5 φοράς μεγαλυτέρα τῆς ποσότητος μαγνητισμοῦ m_2 τοῦ βορείου πόλου τοῦ δευτέρου μαγνήτου.

γ) "Ας υποθέσωμε τώρα δτὶς διάβροχος πόλος μαγνήτου Δ ἀπωθεῖ, ἀπὸ τὴν ἴδιαν ἀπόστασιν l , τὸν βόρειον πόλον τοῦ Α μὲ δύναμιν $P_\Delta = 10$ gr, ἵσην δηλαδὴ μὲ τὴν P_B . Συμπεραίνομε τότε δτὶς οἱ βόρειοι πόλοι τῶν μαγνητῶν Δ καὶ Β ἔχουν τὴν ἴδιαν ποσότητα μαγνητισμοῦ, ἀφοῦ $\frac{m_\Delta}{m_B} = \frac{10}{10} = 1$, ἔπειτα $m_\Delta = m_B$.

Λέγομε, εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν καὶ χάριν συντομίας, δτὶς οἱ βόρειοι πόλοι τῶν μαγνητῶν Δ καὶ Β εἶναι ἴσοι.

Οἱ βόρειοι πόλοι δύο μαγνητῶν εἶναι ἐπομένως ἴσοι, δτὰν, ἀν τεθοῦν διαδοχικῶς εἰς τὴν ἴδιαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον τρίτου μαγνήτου, τὸν ἀπωθοῦν μὲ ἴσας δυνάμεις.

δ) Ἐὰν ἀναστρέψωμε τὸν μαγνήτην Β τοῦ σχήματος 19·3 α καὶ φέρωμε τὸν νότιον πόλον του πάλιν εἰς ἀπόστασιν l ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τοῦ μαγνήτου Α, τότε οἱ δύο πόλοι ἔλκονται, δὲ δισκος δ_1 κατέρχεται, ἐνῶ δ δ_2 ἀνέρχεται ἀντιστοίχως. Διὰ νὰ ἀποκαταστήσωμε τὴν ἰσορροπίαν τοῦ ζυγοῦ, πρέπει νὰ ἀφαιρέσωμε τὰ σταθμὰ $P_B = 10$ gr ἀπὸ τὸν δίσκον δ_1 καὶ νὰ θέσωμε κατάλληλα σταθμὰ εἰς τὸν δίσκον δ_2 . Διαπιστώνομε δτὶς τὰ κατάλληλα αὐτὰ σταθμὰ εἶναι πάλιν τὰ $P_B = 10$ gr. Συμπεραίνομε λοιπὸν δτὶς διάβροχος καὶ δ νότιος πόλος τοῦ μαγνήτου Β ἀπωθοῦν καὶ ἔλκουν ἀντιστοίχως τὸν βόρειον πόλον τοῦ Α μὲ τὴν ἴδιαν δύναμιν. "Ἄρα, αἱ ποσότητες μαγνητισμοῦ τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου Β ἔχουν τὴν ἴδιαν ἀπόλυτον τιμήν. Αύτὸν συμβαίνει διὰ κάθε μαγνήτην.

19·4 Μονάς ποσότητος μαγνητισμοῦ ἢ ἐντάσεως πόλου.

Μέχρι στιγμῆς ἔγινε μόνον σύγκρισις μεταξὺ ποσοτήτων μαγνητισμοῦ τῶν πόλων τῶν μαγνητῶν. Αὐτὸ δημως δὲν εἶναι ἀρκετόν, ὅπως δὲν εἶναι ἀρκετὸν νὰ γνωρίζωμε ὅτι τὸ μῆκος ἐνὸς σύρματος εἶναι τριπλάσιον τοῦ μήκους ἄλλου σύρματος. Πρέπει νὰ γνωρίζωμε καὶ πόσα μέτρα εἶναι τὸ κάθε σύρμα, δηλαδὴ πρέπει νὰ ὀρίσωμε τὴν μονάδα μήκους.

Τὸ ἕδιον συμβαίνει καὶ μὲ τὰς ποσότητας μαγνητισμοῦ. Πρέπει νὰ ὀρίσωμε τὴν μονάδα ποσότητος μαγνητισμοῦ.

‘Η μονάς ποσότητος μαγνητισμοῦ δρίζεται ως ἔξης:

‘Απὸ τὸ ἔδαφιον γ τῆς προηγουμένης παραγράφου γνωρίζομε ποῖοι καλούνται ἵσοι πόλοι. Ἐπαναλαμβάνεμε ὅτι ἵσοι πόλοι εἶναι ὁμώνυμοι πόλοι, οἱ ὅποιοι ἔχουν τὴν ἴδιαν μαγνητικὴν μᾶζαν ἢ ποσότητα μαγνητισμοῦ.

‘Εὰν λοιπὸν δύο ἵσοι πόλοι, ὅταν τεθοῦν εἰς ἀπόστασιν ἐνὸς ἑκατοστομέτρου (1 cm) ὁ ἔνας ἀπὸ τὸν ἄλλον, ἀπωθοῦνται μὲ δύναμιν μᾶς δύνης ($1 \text{ dyn} = \frac{1}{981} \text{ gr}$), τότε ὁ καθεὶς ἀπὸ τοὺς δύο πόλους εἶναι ἵσος πρὸς τὴν μονάδα πόλου (δηλαδὴ ἔχει τὴν μονάδα ποσότητος μαγνητισμοῦ).

Αἱ ποσότητες μαγνητισμοῦ συμβολίζονται μὲ τὸ + m, ὅταν πρόκειται περὶ βορείου ποσότητος, καὶ μὲ τὸ - m, ὅταν πρόκειται περὶ νοτίου ποσότητος.

Μαγνήτης μὲ + m καὶ - m ποσότητας μαγνητισμοῦ εἶναι δυνατὸν νὰ θεωρηθῇ ὅτι συνίσταται ἀπὸ δέσμην m μαγνητῶν, ὁ καθεὶς ἀπὸ τοὺς ὅποιους ἔχει πόλους ἵσους πρὸς τὴν μονάδα πέλου.

Ἐπεκράτησε εἰς τὴν τεχνικὴν νὰ λέγωμε ὅτι πόλος μὲ ποσότητα μαγνητισμοῦ m μονάδων πόλου ἔχει ἐντασιν m. Ἀρα: μαγνητικὴ μᾶζα πόλου, ποσότης μαγνητισμοῦ πόλοι ἢ ἐντασις πό-

λου σημαίνουν τὸ ἔδιον πρᾶγμα, δηλαδή: μαγνητικὴ μᾶζα πόλου = ποσότης μαγνητισμοῦ πόλου = ἔντασις πόλου.

Πόλος π.χ. μὲ ποσότητα μαγνητισμοῦ + m = 100 μονάδων πόλου έχει ἔντασιν + m = 100.

19·5 Νόμος τοῦ Κουλόμ.

Ο Κουλόμ ἐμελέτησε πειραματικῶς τὰς ἑλκτικὰς καὶ ὡστικὰς δυνάμεις μεταξὺ τῶν πόλων μαγνητῶν. Διετύπωσε κατόπιν τῆς μελέτης αὐτῆς τὸν ἔξης νόμον:

Ἡ ὡστικὴ ἢ ἡ ἑλκτικὴ δύναμις μεταξὺ δύο μαγνητικῶν πόλων εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῶν ἔντάσεών των καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεώς των, δηλαδή:

$$P = \frac{m m'}{l^2}, \quad (14)$$

ὅπου:

P εἶναι ἡ ὡστικὴ ἢ ἡ ἑλκτικὴ δύναμις, εἰς δύνας,

m καὶ m' εἶναι αἱ ἔντάσεις τῶν πόλων,

l εἶναι ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν πόλων, εἰς ἑκατοστόμετρα (cm).

Παράδειγμα.

Δύο πόλοι ἔντάσεως 100 καὶ 200 τίθενται εἰς ἀπόστασιν 2 ἑκατοστομέτρων δ ἔνας ἀπὸ τὸν ἄλλον. Ποία εἶναι ἡ μεταξὺ τῶν ἀναπτυσσομένη δύναμις;

Λύσις:

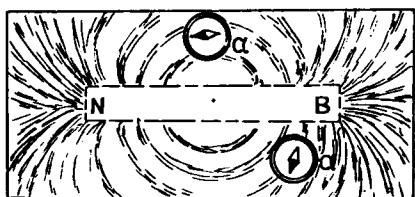
$$m = 100, m' = 200, l = 2 \text{ cm}, P ;$$

$$P = \frac{m m'}{l^2} = \frac{100 \times 200}{2^2} = 5\,000 \text{ dyn} = \frac{5\,000}{981} = 5,096 \text{ gr.}$$

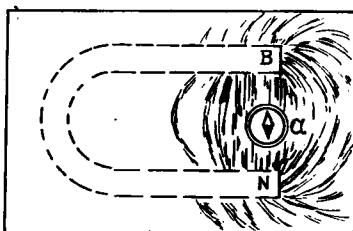
19·6 Μαγνητικὸν φάσμα ἐνὸς μαγνήτου.

Ἐπάνω εἰς μίαν τράπεζαν τοποθετοῦμε ἕνα ἐπιμήκη μαγνήτην καὶ τὸν καλύπτομε μὲ ἔνα φύλλον σκληροῦ γάρτου.

Όταν κοσκινίσωμε ἐπὶ τοῦ χάρτου λεπτὰ ρινίσματα σιδήρου, θὰ παρατηρήσωμε δὲι αὐτὰ τοποθετοῦνται μόνα τῶν εἰς καμπύλας συμμετρικὰς (σχ. 19·6 α), αἱ ὅποιαι δίδουν τὴν ἐντύπωσιν δὲι ἔξερχονται ἀπὸ τὸν ἕνα πόλον καὶ εἰσέρχονται εἰς τὸν ἄλλον. Αἱ καμπύλαι αὐταὶ ὀνομάζονται μαγνητικαὶ δυναμικαὶ γραμμαὶ ἢ ἀπλῶς μαγνητικαὶ γραμμαί. "Ολαι μαζὶ αἱ σχηματιζόμεναι μαγνητικαὶ γραμμαὶ ὀνομάζονται μαγνητικὸν φάσμα τοῦ μαγνήτου. Τὸ σχῆμα 19·6 β παριστᾶ τὸ μαγνητικὸν φάσμα ἐνδὲ πεταλοειδοῦς μαγνήτου.



Σχ. 19·6 α.



Σχ. 19·6 β

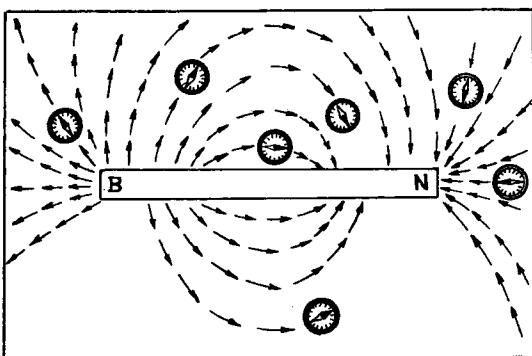
Ἐὰν τώρα περιφέρωμε πλησίον τοῦ μαγνητικοῦ φάσματος μίαν μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην α, δπως π.χ. ἐκεῖναι αἱ ὅποιαι ὑπάρχουν εἰς τὰς προσκοπικὰς σφυρίκτρας (σχ. 19·6 α καὶ β), παρατηροῦμε τὰ ἔξῆς:

1) Εἰς κάθε σημεῖον τοῦ φάσματος δ ἐπιμήκης ἄξων τῆς μαγνητικῆς βελόνης λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς, ἢ δποίᾳ διέρχεται ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτό.

2) Εἰς κάθε σημεῖον τοῦ φάσματος δ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης στρέφεται πρὸς τὸν νότιον πόλον τοῦ μαγνήτου, δ δποίος δημιουργεῖ τὸ φάσμα, ἐνῷ δ νότιος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης πρὸς τὸν βόρειον πόλον τοῦ μαγνήτου.

Μὲ βάσιν τὰς παρατηρήσεις αὐτὰς δυνάμεθα νὰ σχεδιάσωμε τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ φάσματος, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 19·6 γ, χωρὶς νὰ χρησιμοποιήσωμε ρινίσματα σιδήρου.

Περιφέρομε δηλαδή τὴν μαγνητικὴν βελόνην ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ σχεδιάζομε διὰ κάθε θέσιν τῆς τὴν διεύθυνσιν, τὴν ὅποιαν λαμβάνει ὁ ἐπιμήκης ἄξων τῆς. Τὰ δέλη ἐπὶ τῶν τμημάτων τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ σχήματος 19·6 γ., δεικνύουν τὸν ἔκαστοτε προσανατολισμὸν τοῦ βορείου πόλου τῆς μαγνητικῆς βελόνης.



Σχ. 19·6 γ.

Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἑνὸς μαγνήτου δὲν ὑπάρχουν μόνον εἰς τὸ δριζόντιον ἐπίπεδον, διποιούσαι εἰδίᾳ τὸν μαγνήτην, ἀλλὰ ὑφίστανται καὶ γύρω ἀπὸ τὸν μαγνήτην. Ηἱ ἔκτασις τοῦ χώρου, τὸν διποῖον καταλαμβάνουν, εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, δυσοῦ μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἔκτασις τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου. Εἰς κάθε σημεῖον τοῦ χώρου αὐτοῦ ὁ ἐπιμήκης ἄξων μιᾶς μικρᾶς μαγνητικῆς βελόνης ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς, ἡ ὅποια περνᾷ ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτό, ἀκριβῶς διποιούσαι συμβαίνει εἰς τὰ σχήματα 19·6 α καὶ 19·6 β.

Ἐτοι μὲ τὸ μαγνητικὸν φάσμα ἡμπορέσαμε νὰ διαπιστώσωμε δύο πράγματα:

α) δτὶ δ μαγνήτης δημιουργεῖ γύρω τοῦ μαγνητικὰς γραμμὰς καὶ

β) δτι δ ἐπιμήκης ἄξων μιᾶς μαγνητικῆς βελόνης λαμβάνει εἰς κάθε σημεῖον τοῦ χώρου, δπου ὑπάρχουν μαγνητικαὶ γραμμαί, τὴν διεύθυνσιν τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς, ή δποία περνᾷ ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτό.

19.7 Μαγνητικὸν πεδίον μαγνήτου.

Ἡ μαγνητικὴ βελόνη, τὴν δποίαν πλησιάζομε πρὸς μαγνήτην, λαμβάνει κάθε φορὰν καὶ μίαν διεύθυνσιν, διότι δ κάθε πόλος τῆς βελόνης αὐτῆς ἔλκεται ἀπὸ τὸν ἐτερόνυμόν του πόλον τοῦ μαγνήτου καὶ ἀπωθεῖται ἀπὸ τὸν δόμωνυμον. Ὁ μαγνήτης προκαλεῖ ἐπομένως γύρω του μαγνητικὰς δυνάμεις.

Ολος δ χῶρος, δ δποῖος περιβάλλει ἔνα μαγνήτην καὶ εἰς τὸν δποῖον ἐκδηλοῦνται μαγνητικαὶ δυνάμεις ἀπὸ τὸν μαγνήτην, δνομάζεται μαγνητικὸν πεδίον τοῦ μαγνήτου. Μαγνητικὸν πεδίον εἶναι ἐπομένως χῶρος, εἰς τὸν δποῖον ὑπάρχουν μαγνητικαὶ δυνάμεις. Εἰς δλόνιληρον τὸ μαγνητικὸν πεδίον κάθε μαγνήτου ὑπάρχουν, δπως εἴδαμε, μαγνητικαὶ γραμμαί.

Εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸν ὑπενθυμίζομε δτι κάθε δύναμις, καὶ ἐπομένως κάθε μαγνητικὴ δύναμις, χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν διεύθυνσιν, τὴν φοράν, τὴν ἔντασιν καὶ τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς.

Ὑπενθυμίζομε δτι :

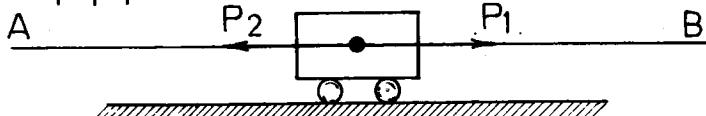
α) Διεύθυνσις δυνάμεως είναι ἡ εὐθεῖα, κατὰ μῆκος τῆς δποίας ἐνεργεῖ ἡ δύναμις. Π.χ. αἱ δυνάμεις P_1 καὶ P_2 εἰς τὸ σχῆμα 19.7 α ἐνεργοῦν καὶ αἱ δύο κατὰ μῆκος τῆς εὐθείας AB. Ἡ εὐθεῖα AB δνομάζεται καὶ φορεὺς τῶν δυνάμεων P_1 καὶ P_2 .

β) Ἐπὶ τοῦ ἴδιου φορέως AB ἡ δύναμις P_1 κατευθύνεται ἀπὸ A πρὸς B, ἐνῷ ἡ P_2 ἀπὸ B πρὸς A. Λέγομε δτι ἡ P_1 ἔχει φοράν ἀπὸ A πρὸς B καὶ ἡ P_2 φορὰν ἀπὸ B πρὸς A. Αἱ φοραὶ τῶν δύο δυνάμεων εἶναι ἐπομένως ἀντίθετοι, παρὰ τὸ γεγονὸς δτι ἔχουν τὴν ἴδιαν διεύθυνσιν.

γ) "Εντασις δυνάμεως καλείται τὸ μέγεθός της εἰς χιλιόγραμμα (ἢ γραμμάρια ἢ δύνας ἢ τόνους ἢ λίμπρας κλπ.). Π.χ. ἂν ἡ δύναμις P_1 ἔχῃ ἐντασιν 80 kg, αὐτὸς σημαίνει ὅτι ἔλκει τὸ ὄχημα μὲ δύναμιν 80 kg.

δ) Σημεῖον ἐφαρμογῆς δυνάμεως εἶναι τὸ σημεῖον ἐνδέσ σώματος, εἰς τὸ δποῖον ἡ δύναμις ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ σώματος αὐτοῦ.

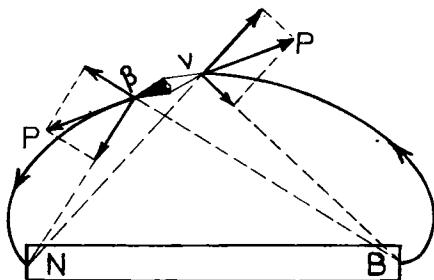
Θὰ ἐκθέσωμε ἀμέσως τῷρα τί καλοῦμε διεύθυνσιν, φορὰν καὶ ἔντασιν μαγνητικοῦ πεδίου.



Σχ. 19·7 α.

α) Διεύθυνσις μαγνητικοῦ πεδίου.

Αφοῦ κάθε ἔνας ἀπὸ τοὺς δύο πόλους μαγνητικῆς βελόνης ἔλκεται ἀπὸ τὸν ἕνα πόλον τοῦ μαγνήτου καὶ ἀπωθεῖται ἀπὸ τὸν ἄλλον μὲ ὥρισμένην δύναμιν, βάσει τοῦ νόμου τοῦ Coulomb (σχ. 19·7 β), ἔπειται ὅτι εἰς τὸν κάθε ἔνα ἀπὸ τοὺς πόλους τῆς βελόνης ἐφαρμόζεται ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων αὐτῶν.



Σχ. 19·7 β.

Ἡ βελόνη ἰσορροπεῖ εἰς οἰονδήποτε σημεῖον τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ὅταν αἱ συνιστάμεναι αὐταὶ δυνάμεις κεῖνται ἐπὶ τοῦ

ᾶξονος τῆς βελόνης (σχ. 19·7β), δηλαδὴ ὅταν εἰναι εἰς τὴν προ-έκτασιν ἡ μία τῆς ἀλληγε. Ἡ διεύθυνσις τῶν δυνάμεων P - P (σχ. 19·7β), αἱ δποῖαι ἐφαρμόζονται εἰς τοὺς πόλους μαγνητικῆς βελόνης, ὅταν ἴσορροπή εἰς κάθε σημεῖον τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μαγνήτου, δνομάζεται διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς τὸ σημεῖον αὐτό. Ἡ διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ μαγνήτου, εἰς κάθε σημεῖον τον, συμπίπτει ἐπομένως μὲ τὸν ἐπιμήκη ἄξονα μικρᾶς μαγνητικῆς βελόνης, ὅταν τεθῇ εἰς τὸ σημεῖον αὐτό.

Ἄπὸ τὰ σχήματα 19·6 α καὶ 19·6 γ προκύπτει ὅτι ἡ διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἔνδος ἐπιμήκους μαγνήτου ἀλλάζει συνεχῶς, ἀπὸ σημείου εἰς σημεῖον. Ἀντιθέτως, εἰς ἀρκετὴν περιοχὴν μεταξὺ τῶν πόλων πεταλοειδοῦς μαγνήτου (σχ. 19·7β), τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἔχει ἐνιαίαν διεύθυνσιν.

β) Φορὰ μαγνητικοῦ πεδίου.

Καθὼς προκύπτει ἀπὸ τὸ μαγνητικὸν φάσμα οἰουδήποτε μαγνήτου, αἱ μαγνητικαὶ του γραμμαὶ ἀναχωροῦν ἀπὸ τὸν ἕνα πόλον καὶ καταλήγουν εἰς τὸν ἄλλον.

Διὰ τὰς μαγνητικὰς γραμμάς, δπως καὶ διὰ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ἔξελέγη συμβατικῶς μία φορά. Ἡ συμβατικὴ αὐτὴ φορὰ εἰναι ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τοῦ μαγνήτου πρὸς τὸν νότιον πόλον του. Σημειώνομε τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μὲ βέλη, τὰ δποῖα θέτομε ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν (σχ. 19·6 γ καὶ 19·7β).

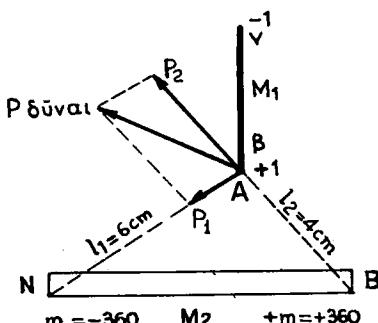
Ἄπὸ τὴν συμβατικὴν αὐτὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου προκύπτει ὅτι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἔνδος μαγνήτου ἔξερχονται ἀπὸ τὸν βόρειον καὶ εἰσέρχονται εἰς τὸ νότιον πόλον του.

Ἄπὸ τὴν συμβατικὴν ἐπίσης φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου καὶ ἀπὸ τὰ δσα ἔξετέθησαν εἰς τὴν παράγραφον 19·6 προκύπτει ὅτι ἡ φορὰ μαγνητικοῦ πεδίου συμπίπτει μὲ τὴν φορὰν τῆς δυνάμεως, ἡ δποῖα ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ βορείου πόλου μαγνητικῆς

βελόνης, δταν τεθή ἐντὸς του πεδίου. Ὁ προσανατολισμὸς τοῦ βροείου πόλου τῆς βελόνης δεικνύει ἐπομένως τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ αὐτοῦ πεδίου. Εἰς τὸ σχῆμα 19·7 β π.χ. δὲ βρειος πόλος προσανατολίζεται πρὸς ἀριστερά. Ἀρα ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι ἀπὸ δεξιὰ πρὸς ἀριστερά.

γ) *"Εντασις μαγνητικοῦ πεδίου.*

"Ας ὑποθέσωμε (σχ. 19·7 γ) δτι μαγνήτης M_1 ἔχει πόλους ἐντάσεως ἵσης πρὸς τὴν μονάδα ($+1$ καὶ -1). Ἐστω δτι δὲ βρειος πόλος τοῦ μαγνήτου αὐτοῦ εὑρίσκεται εἰς σημεῖον A τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μαγνήτου M_2 , ἐντάσεως πόλων $m = 360$ μονάδων.



Σχ. 19·7 γ.

"Απὸ τὸν νόμον τοῦ Κουλόμ, προκύπτει δτι δὲ νότιος πόλος τοῦ μαγνήτου M_2 ἔλκει τὸν βρειον πόλον τοῦ M_1 μὲ δύναμιν:

$$P_1 = \frac{m \times 1}{l_1^2} = \frac{360 \times 1}{6^2} = 10 \text{ δυνῶν},$$

δὲ δὲ βρειος πόλος τοῦ M_2 ἀπωθεῖ τὸν βρειον πόλον τοῦ M_1 μὲ δύναμιν:

$$P_2 = \frac{m \times 1}{l_2^2} = \frac{360 \times 1}{4^2} = 22,5 \text{ δυνῶν}.$$

Ἐπὶ τῆς μονάδος βορείου πόλου τοῦ μαγνήτου M_1 , εἰς τὸ σημεῖον A , ἐφαρμόζεται ἐπομένως ἡ συνισταμένη P τῶν P_1 καὶ P_2 . Ἀπὸ τὸ παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων πρὸκύπτει ὅτι $P \approx 26,2$ δῦναι.

Ἡ ἔντασις αὐτὴ τῆς δυνάμεως P , ἡ ὁποίᾳ ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς μονάδος πόλου εἰς τὸ σημεῖον A , δυναμάζεται ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ σημεῖον αὐτό.

Γενικῶς, ἔντασις μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς κάθε σημεῖον τοῦ, δυναμάζεται ἡ ἔντασις τῆς δυνάμεως, εἰς δύνας, ἡ ὁποίᾳ ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς μονάδος βορείου πόλου, ὅταν αὐτὴ εὐρίσκεται εἰς τὸ θεωρούμενον σημεῖον τοῦ πεδίου.

Ἡ ἔντασις μαγνητικοῦ πεδίου συμβολίζεται μὲ τὸ κεφαλαῖον γράμμα H .

Μονὰς ἔντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι τὸ ἐρστέντ. Μαγνητικὸν πεδίον ἔχει εἰς ὀρισμένον σημεῖον ἔντασιν ἐνὸς ἐρστέντ, ὅταν εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸν δύναμις μιᾶς δύνης ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς μονάδος βορείου πόλου. Ἐπομένως 1 ἐρστέντ = μία δύνη ἀνὰ μονάδα βορείου πόλου.

Γράφομε αὐτὴν τὴν σχέσιν ὡς ἔξῆς:

$$1 \text{ ἐρστέντ} = \frac{1 \text{ δύνη}}{1 \text{ μονὰς πόλου}} \quad \text{ἢ } 1 \text{ δύνη/μονάδα πόλου.}$$

Ἄν, ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος 19.7 β, δύναμις $P = 26,2$ δῦναι ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς μονάδος βορείου πόλου εἰς τὸ σημεῖον A , ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸν εἶναι: $H = 26,2$ δῦναι/μονάδα πόλου, δηλαδὴ 26,2 ἐρστέντ. Ἀντιστρόφως, ἂν εἰς σημεῖον μαγνητικοῦ πεδίου ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι π.χ. $H = 13$ ἐρστέντ, τοῦτο σημαίνει ὅτι εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸν δύναμις 13 δυνῶν ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς μονάδος βορείου πόλου.

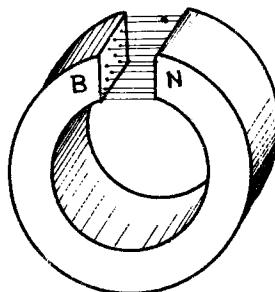
Ἀπὸ διαφόρους παρατηρήσεις προέκυψε ὅτι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἐνὸς μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι τόσον πυκνότεραι εἰς τὰς

διαφόρους περιοχάς τοῦ πεδίου, οὓσον μεγαλυτέρα είναι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὰς περιοχάς αὐτάς, ἢ δὲ πυκνότης τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν είναι τόσον μικροτέρα, οὓσον τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἔχει μικροτέραν ἔντασιν.

Εἰς ὥρισμένην περιοχὴν μεταξὺ τῶν πόλων δακτυλιοειδοῦς μαγνήτου (σχ. 19·8 α) αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ είναι δλαι εὐθεῖαι παράλληλοι μεταξύ των καὶ ἔχουν δλαι τὴν αὐτὴν φορὰν καὶ τὴν αὐτὴν πυκνότητα. Τὸ πεδίον αὐτὸν ὀνομάζεται ὁμογενὲς μαγνητικὸν πεδίον. *Ἡ ἔντασις ὁμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου ἔχει τὴν ίδιαν τιμὴν εἰς δλα τὰ σημεῖα του, ἀφοῦ ἡ πυκνότης τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν είναι παντεῦ διδία.*

19·8 Μαγνητικὴ ροή.

Μεταξὺ τῶν ἀπέναντι ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν τῶν πόλων δακτυλιοειδοῦς μαγνήτου (σχ. 19·8 α) τὸ μαγνητικὸν πεδίον είναι



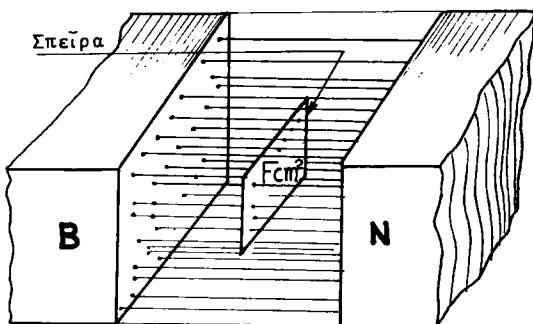
Σχ. 19·8 α.

ὁμογενές. Αὐτὲς σημαίνει δτι ἀπὸ κάθε μονάδα τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας τοῦ βορείου πόλου ἔξερχεται τὸ διδίον πλῆθος μαγνητικῶν γραμμῶν. Τὸ διδίον πλῆθος εἰσέρχεται εἰς κάθε τετραγωνικὸν ἕκατοστόμετρον τῆς ἀπέναντι ἐπιπέδου ἐπιφανείας τοῦ νοτίου πόλου.

"Ας ὑποθέσωμε δτι μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου ἔχει τοποθετηθῆ, καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῶν μαγνητικῶν γραμ-

μῶν, μία σπεῖρα, δηλαδὴ τὸ κατασκεύασμα ποὺ προκύπτει, ὅταν γυμνὸς ἢ μεμονωμένος ἀγωγὸς ἔχει καρφθῆ κατὰ κύκλον ἢ δροθιγώνιον τετράπλευρον (σχ. 19·8 β). Ἐστω $F \text{ cm}^2$ τὸ ἐμβαδὸν τῆς σπείρας.

Εἶναι φανερὸν ὅτι τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δόποιαι διαπεροῦν τὴν σπεῖραν, εἴναι F φορὰς μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δόποιαι ἔξερχονται ἀπὸ κάθε τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον τοῦ βορείου πόλου τοῦ μαγνήτου.



Σχ. 19·8 β.

Τὸ πλῆθος αὐτὸ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δόποιαι διαπεροῦν τὴν σπεῖραν, δύνομάζεται μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῆς σπείρας. Γενικεύομε τὴν ἔννοιαν τῆς μαγνητικῆς ροῆς ὡς ἔξῆς: *Μαγνητικὴ ροὴ* διὰ μέσου ἐπιφανείας εἶναι τὸ σύνολον τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δόποιαι διαπεροῦν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτήν.

Ἐὰν θὰ ἥθελαμε τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δόποιαι διαπεροῦν τὴν σπεῖραν τοῦ σχήματος 19·8 β, τοῦτο θὰ ἦτο μάταιον. Δὲν ὑπάρχει τρόπος μετρήσεώς των.

Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἔννοια τῆς μαγνητικῆς ροῆς εἶναι πολὺ χρήσιμος εἰς τὸν Ἡλεκτρισμόν, οἱ μελετηταὶ κατέψυγαν εἰς τὴν ἔξης συμφωνίαν, διὰ περιοχὴν ὃπου τὸ μαγνητικὸν πεδίον εἶναι διογενὲς καὶ ἔχει ἔντασιν H ἐργαζόμενη:

Τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δποῖαι διαπεροῦν καθέτως ἐπιφάνειαν ἐνὸς τετραγωνικοῦ ἑκατοστομέτρου, εἶναι ἵσον πρὸς τὸν ἀριθμόν, ὁ δποῖος μετρεῖ τὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὴν περιοχὴν αὐτήν.

*Αν π.χ. ἡ ἔντασις δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι $H = 14$ ἑρστέντ, δεχόμεθα ὅτι 14 μαγνητικαὶ γραμμαὶ διαπεροῦν ἐπιφάνειαν ἐνὸς cm^2 , κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν, ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου ἐπιφανείας $F = 10 cm^2$ εἶναι $HF = 14 \times 10 = 140$ μαγνητικαὶ γραμμαὶ.

Συμβολίζομε τὴν μαγνητικὴν ροήν μὲ τὸ ἑλληνικὸν κεφαλαῖον γράμμα Φ καὶ τὴν μετροῦμε εἰς μονάδας Μάξγουελ (Maxwell) ἡ εἰς πλῆθος μαγνητικῶν γραμμῶν. *Ἄρα :

$$\Phi = HF \quad (15)$$

ὅπου :

Φ εἶναι ἡ μαγνητικὴ ροή, εἰς μονάδας μάξγουελ.

H εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς ἑρστέντ. F εἶναι ἐπιφάνεια κάθετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, εἰς cm^2 .

Παράδειγμα 1.

*Ποία εἶναι ἡ τιμὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς, διὰ μέσου σπείρας ἐμβαδοῦ $9 cm^2$, ἡ δποία εἶναι τοποθετημένη καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσίν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου ἔντάσεως 32 ἑρστέντ;

Λύσις :

$$\Phi ; F = 9 cm^2, H = 32 \text{ ἑρστέντ},$$

*Απὸ τὴν σχέσιν (15) προκύπτει ὅτι :

$$\Phi = HF = 32 \times 9 = 288 \text{ μάξγουελ} \text{ ἡ μαγνητικαὶ γραμμαὶ.}$$

Παράδειγμα 2.

Σπεῖρα έμβαδού 20 cm^2 , τοποθετημένη καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν διμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου, διαπερᾶται ἀπὸ 720 μαγνητικὰς γραμμάς. Ποία εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ διμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου;

Λύσις.

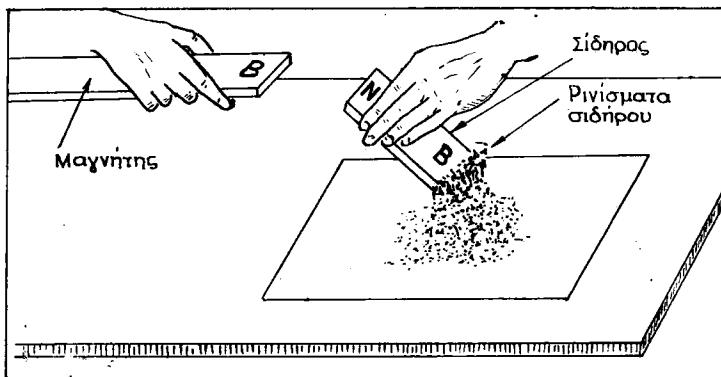
$$F = 20 \text{ cm}^2, \Phi = 720 \text{ μάξγουελ, } H ;$$

Απὸ τὴν σχέσιν (15) προκύπτει ὅτι:

$$H = \frac{\Phi}{F} = \frac{720}{20} = 36 \text{ ἐρστὲντ } \text{ἢ } 36 \text{ μαγνητικὰς γραμμὰς ἀνὰ } \text{cm}^2.$$

19·9 Μαγνητική έπαγωγή.

"Αν πλησιάσωμε εἰς ἐπιμήκη μαγνήτην μίαν ράβδον ἀπὸ μαλακὸν σιδηρον (σχ. 19·9 α), ἢ ράβδος μαγνητίζεται ὑπὸ τὴν έ-



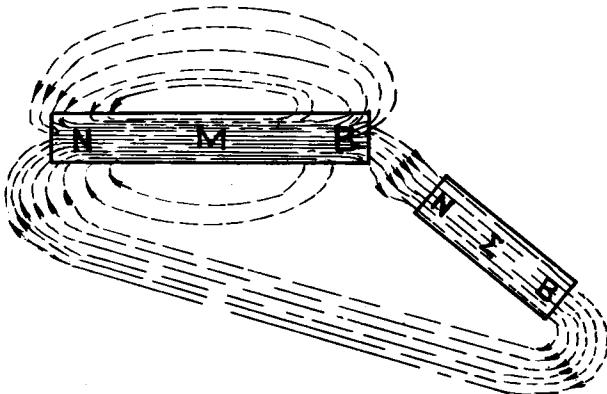
Σχ. 19·9 α.

πέδρασιν τοῦ μαγνήτου καὶ ἀποκτᾷ δύο πόλους. Τὸ φαινόμενον τῆς μαγνητίσεως σιδηροῦ σώματος, ὅπὸ τὴν ἐπέδρασιν μαγνήτου, διομάζεται μαγνητικὴ έπαγωγή.

"Αν πλησιάσωμε. τὴν σιδηρᾶν ράβδον πρὸς τὸν βόρειον πόλον

τοῦ μαγνήτου, ἔνας νότιος πόλος σχηματίζεται εἰς τὸ ἄκρον τῆς σιδηρᾶς ράβδου, τὸ δόποιον εὑρίσκεται πλησιέστερον πρὸς τὸν βόρειον πόλον τοῦ ἐπάγοντος μαγνήτου (σχ. 19·9 α). "Αν ἀναστρέψωμε τὴν σιδηρᾶν ράβδον, θὰ ἀναφανῇ πάλιν ἔνας νότιος πόλος ἀπέναντι εἰς τὸν βόρειον πόλον τοῦ ἐπάγοντος μαγνήτου. "Αν πλησιάσωμε ἀκολούθως τὴν σιδηρᾶν ράβδον πρὸς τὸν νότιον πόλον τοῦ μαγνήτου, ἔνας βόρειος πόλος σχηματίζεται εἰς τὸ ἄκρον τῆς, τὸ δόποιον εὑρίσκεται πλησιέστερον εἰς τὸν νότιον πόλον τοῦ μαγνήτου.

Δυνάμεθα νὰ ἔρευνήσωμε ἀκόμη περισσότερον τὸ φαινόμενον τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς μὲ τὸ μαγνητικὸν φάσμα. Τὸ μαγνη-



Σχ. 19·9 β.

τικὸν φάσμα μαγνήτου **M**, κοντὰ εἰς τὸν δόποιον ἔχει τοποθετηθῆ μία ράβδος **S** ἀπὸ μαλακὸν σιδηρον, ἔχει τὴν μῷρφήν, ἡ δόποια φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 19·9 β. Παρατηροῦμε ἀπὸ τὸ φάσμα αὐτὸ στὶ ἡ διάταξις τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ μαγνήτου **M** μετεβλήθη. Πολλαὶ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἐκτρέπονται ἀπὸ τὴν κανονικήν των διεύθυνσιν καὶ διέρχονται διὰ μέσου τῆς σιδηρᾶς ράβδου **S**, δπου φαίνεται νὰ εὑρίσκουν εὐκολιωτέραν δίοδον παρὰ διὰ

μέσου τοῦ ἀέρος. Ὁ μαλακὸς σιδηρος ἐπομένως φαίνεται ὅτι παρουσιάζει μικροτέραν ἀντίστασιν ἀπὸ τὸν ἀέρα εἰς τὴν δίοδον τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν. Λέγομε ὅτι ὁ μαλακὸς σιδηρος ἔχει μεγαλυτέραν διαπερατότητα ἀπὸ τὸν ἀέρα.

19·10 Θεωρία τοῦ Βέμπερ.

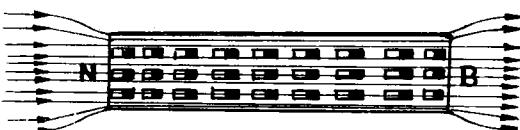
Ο Βέμπερ, διὰ νὰ ἔξεγγήσῃ πῶς ἔνα σιδηροῦν σῶμα μαγνητίζεται ὑπὸ τὴν ἐπιθρασιν μαγνητικοῦ πεδίου, διετύπωσε τὴν ἔξῆς θεωρίαν.

Παρεδέχθη ὅτι τὸ κάθε ἀτομον μαγνητικοῦ ὄλικοῦ (παρ. 19·1) εἶναι ἔνος μόνιμος μαγνήτης. Αἱ νεώτεραι ἀνακαλύψεις περὶ τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου ἐπειδεκτίωσαν τὴν ὑπόθεσιν αὐτῆν.

Οταν τὸ ὄλικὸν εὑρίσκεται εἰς τὴν συνήθη κατάστασιν, οἱ στοιχειώδεις αὐτοὶ μαγνῆται εἶναι διατεταγμένοι ἀκανονίστως (σχ. 19·10 α) καὶ τὰ μαγνητικὰ πεδία, τὰ δποῖα παράγουν, ἀλ-



Σχ. 19·10 α.



Σχ. 19·10 β.

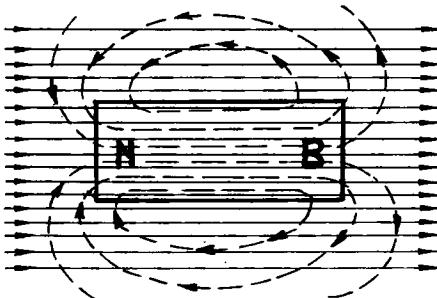
ληλοεξουδετερώνονται. Ἔτσι τὸ ὄλικὸν δὲν παρουσιάζει τὴν μαγνητικὴν ἰδιότητα. Οταν δμως τὸ μαγνητικὸν ὄλικόν, π.χ. μία ράβδος σιδηρᾶ, τοποθετηθῇ ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου, οἱ ἀξονες τῶν στοιχειωδῶν μαγνητῶν ἀναγκάζονται νὰ λάθουν τὴν διεύθυνσιν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου (σχ. 19·10 β), ἀκριβῶς σπωδῆ μαγνητικὴ βελόνη λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ

πεδίου, εἰς κάθε σημεῖον του. Προκύπτει κατ’ αὐτὸν τὸν τρόπον ἔνας βόρειος πόλος εἰς τὸ ἔνα ἄκρον τῆς ράβδου καὶ ἔνας νότιος πόλος εἰς τὸ ἄλλο τῆς ἄκρον.

Βάσει τῆς θεωρίας τοῦ Βέμπερ, ἡ μαγνητικὴ ἐπαγωγὴ δφείλεται εἰς τὸ μαγνητικὸν πεδίον, τὸ δποῖον δημιουργεῖ δ ἐπάγων μαγνήτης. Τὸ γεγονός αὐτὸν ἐπιβεβαιώνεται ἀπὸ δσα θὰ ἀναφέρωμε εἰς τὰ ἑπόμενα κεφάλαια 20 καὶ 21.

19·11 Μαγνητικὴ διαπερατότητες. Ἐντασις μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς.

Δυνάμεθα, μὲ βάσιν τὰ δσα ἐλέχθησαν ἀνωτέρω, νὰ ἔξηγήσωμε διατί τὸ μαγνητικὸν πεδίον μαγνήτου μεταβάλλει μορφήν, δταν πλησιάζωμε πρὸς αὐτὸν ἔνα σιδηροῦν τεμάχιον. Διὰ νὰ διευκολύνωμε τὴν ἔξηγησιν, θὰ ὑποθέσωμε δτὶ μία ράβδος ἀπὸ μαλακὸν σιδηρον τοποθετεῖται ἐντὸς ὁμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου (σχ. 19·11 α). Λόγω τῆς δράσεως τοῦ μαγνητικοῦ αὐτοῦ πεδίου, ἡ ράβδος μετατρέπεται εἰς μαγνήτην.

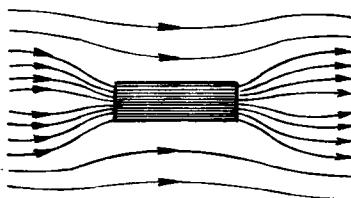


Σχ. 19·11 α.

“Οπως κάθε μαγνήτης, ἔτσι καὶ ἡ ράβδος παράγει ἰδικόν της μαγνητικὸν πεδίον, τὸ δποῖον παριστάνεται εἰς τὸ σχῆμα 19·11 α μὲ διακεκομμένας γραμμάς. Ἐκ τοῦ συνδυασμοῦ τῶν δύο πεδίων προκύπτει ἔνα συνιστάμενον μαγνητικὸν πεδίον. Τοῦτο εἶναι ἴσχυ-

ρότερον εἰς τὰς περιοχάς, ὅπου αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τῶν δύο πεδίων εἶναι διμόρφοποι, δηλαδὴ ἔχουν τὴν ἴδιαν φοράν, καὶ ἀσθενέστερον εἰς τὰς περιοχάς, ὅπου αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τῶν δύο πεδίων εἶναι ἀντίρροποι. Τὸ συνιστάμενον μαγνητικὸν πεδίον παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 19·11 β. Τὸ πεδίον αὐτὸ δὲν εἶναι πλέον διμορφενός, ὅπως ἦτο τὸ ἐπάγον μαγνητικὸν πεδίον.

"Η παραμόρφωσις δύμως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου δὲν εἶναι τὸ κύριον ἀποτέλεσμα τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς. Τὸ οὖσιώδες ἀποτέλεσμά της εἶναι ὅτι, διὰ μέσου τῆς σιδηρᾶς ράβδου, διέρχονται, ἐκτὸς ἀπὸ τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ ἐπάγοντος πεδίου, καὶ ὅλαι ἐκεῖναι, αἱ δύοιαι παράγονται ἀπὸ τὴν μαγνητιζομένην ἐξ ἐπαγωγῆς ράβδον.

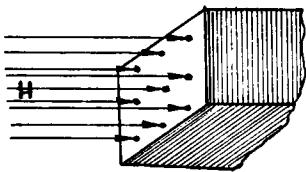


Σχ. 19·11 β.

"Αν H ἔρστεντ εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ἐπάγοντος μαγνητικοῦ πεδίου, γνωρίζομε, ἀπὸ τὴν παράγραφον 19·8; ὅτι H εἶναι τὸ πλήθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ πεδίου αὐτοῦ, αἱ δύοιαι διέρχονται ἀπὸ κάθε τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον τῆς διατομῆς τῆς ράβδου (σχ. 19·11 γ). Ἐκτὸς δύμως ἀπὸ τὰς γραμμὰς αὐτάς, διέρχονται διὰ τοῦ κάθε τετραγωνικοῦ ἑκατοστομέτρου τῆς διατομῆς καὶ αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ, αἱ δύοιαι παράγονται ἀπὸ τὴν μαγνητισμένην ράβδον.

"Εστω B τὸ ἄθροισμα τῶν πρώτων καὶ τῶν δευτέρων μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δύοιαι διέρχονται διὰ τοῦ κάθε τετραγωνικοῦ ἑκατοστομέτρου τῆς δρθῆς διατομῆς τῆς ράβδου. Τὸ ἄθροισμα αὐ-

τὸ Β δύνομάζεται εἴντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τῆς ράθδου. Ἡ εἴντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς μετρεῖται εἰς γκάους (Gauss). Ἀν π.χ. διὰ τοῦ κάθε cm^2 τῆς διατομῆς τῆς μαγνητισμένης ράθδου τοῦ σχήματος 19.11 γ διέρχωνται 6 000 μαγνητικαὶ γραμμαί, ἡ εἴντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τῆς ράθδου εἶναι: $B = 6\,000$ γκάους.



Σχ. 19.11 γ.

Ο λόγος $\frac{B}{H}$ τῆς εἴντασεως B τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς διὰ τῆς εἴντασεως H τοῦ ἐπάγοντος πεδίου δύνομάζεται μαγνητικὴ διαπερατότης τοῦ μαγνητικοῦ ὄλικοῦ, ἐκ τοῦ ὅποιου εἶναι κατεσκευασμένη ἡ ράθδος. Ἡ μαγνητικὴ διαπερατότης συμβολίζεται μὲ τὸ μικρὸν γράμμα μι τοῦ ἑλληνικοῦ ἀλφαριθμοῦ:

$$\mu = \frac{B}{H}. \quad (16)$$

Ἡ μαγνητικὴ διαπερατότης εἶναι ἀριθμός, ἀφοῦ εἶναι λόγος δύο πληθῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἀνὰ cm^2 .

Οταν ἡ εἴντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς σιδηρᾶς ράθδου διατομῆς $F \text{ cm}^2$ εἶναι B γκάους, εἶναι προφανές ὅτι τὸ σύνολον τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, ποὺ διέρχονται διὰ μέσου τῆς ράθδου, ἔχει τιμὴν BF . Τὸ σύνολον αὐτὸ δύνομάζεται μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῆς ράθδου. Ἐπομένως:

$$\Phi = BF \text{ μάξγουελ.}$$

Παράδειγμα 1.

Οταν ράθδος ἀπὸ μαλακὸν σιδηρον εἰσαχθῇ ἐντὸς δμογενοῦς

μαγνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως 6 ἔρστέντ, 11 340 μαγνητικαὶ γραμμαὶ διέρχονται διὰ μέσου τοῦ κάθε cm^2 τῆς διατομῆς της. Ποία εἰναι τότε ἡ τιμὴ τῆς μαγνητικῆς διαπερατότητος τοῦ σιδήρου;

Λύσις:

$$H = 6 \text{ ἔρστέντ}, B = 11 340 \text{ γκάους}, \mu;$$

'Απὸ τὴν σχέσιν (16) προκύπτει ὅτι:

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{11 340}{6} = 1 890.$$

Τοῦτο σημαίνει ὅτι, διὰ τοῦ κάθε cm^2 τῆς διατομῆς τῆς ράθδου, διέρχεται πλήθος μαγνητικῶν γραμμῶν κατὰ 1 890 φορᾶς μεγαλύτερον τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἀνὰ cm^2 τοῦ ἐπάγοντος μαγνητικοῦ πεδίου.

Παράδειγμα 2.

Διὰ μέσου μαγνητισμένης ράθδου ἀπὸ μαλακὸν σιδηρον, διατομῆς 16 cm^2 , διέρχονται ἐν συνδλῳ 128 000 μαγνητικαὶ γραμμαὶ. "Αν ἡ μαγνητικὴ διαπερχότης τοῦ σιδήρου εἰναι 2 200, ποία εἰναι ἡ ἐντασις τοῦ ἐπάγοντος μαγνητικοῦ πεδίου;

Λύσις:

$$F = 16 \text{ cm}^2, \Phi = 128 000 \text{ μάξγουελ}, \mu = 2 200, H;$$

Διὰ νὰ εὑρωμε τὴν ἐντασιν H τοῦ ἐπάγοντος μαγνητικοῦ πεδίου, πρέπει νὰ ἐφαρμόσωμε τὴν σχέσιν (16), ἀπὸ τὴν ὅποιαν προκύπτει ὅτι:

$$H = \frac{B}{\mu}.$$

Τὴν τιμὴν τῆς B θὰ καθορίσωμε ἀπὸ τὴν σχέσιν $\Phi = BF$, ἀπὸ τὴν ὅποιαν:

$$B = \frac{\Phi}{F} = \frac{128 000}{16} = 8 000 \text{ γκάους}. "Αρα$$

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{8 000}{2 200} = 3,636 \text{ ἔρστέντ.}$$

19·12 Τιμαὶ τῆς μαγνητικῆς διαπερατότητος.

Ἡ μαγνητικὴ διαπερατότης δὲν ἔχει σταθερὰν τιμὴν ἀκόμη καὶ διὰ τὸ ἕδιον τεμάχιον μαγνητικοῦ ὑλικοῦ. Ἡ τιμὴ τῆς διαπερατότητος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς ἐντάσεως Ἡ τὴν διποίαν ἔχει κάθε φορὰν τὸ μαγνητικὸν πεδίον, ποὺ μαγνητίζει τὸ ὑλικόν. Λόγω τῆς ἐξαρτήσεως αὐτῆς, χρησιμοποιοῦμε τὸν ὅρον μαγνητίζουσα δύναμις ἀντὶ τοῦ ὅρου ἐντασίς τοῦ ἐπάγοντος μαγνητικοῦ πεδίου, κάθε φορὰν ποὺ μαγνητικὸν πεδίον μαγνητίζει ἓνα ὑλικόν. Εἰς τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα 1 καὶ 2 π.χ. λέγομε ἀντιστοίχως δτὶ ἡ μαγνητίζουσα δύναμις ἔχει τιμὴν 6 ἐρστέντ καὶ 3,636 ἐρστέντ.

Μαγνητίζουσα δύναμις καὶ ἐντασίς μαγνητικοῦ πεδίου εἰναι τὸ ἕδιον πρᾶγμα. "Οταν διμιλοῦμε δύμας περὶ μαγνητικούσης δυνάμεως, ἐννοοῦμε δτὶ τὸ μαγνητικὸν πεδίον χρησιμοποιεῖται διὰ νὰ μαγνητίσῃ τεμάχιον ἀπὸ μαγνητικὸν ὑλικόν.

Εἰς τὸν κατωτέρω Πίνακα 4 ἀναγράφονται, διὰ τὸν μαλακὸν χάλυβα, διὰ τὸν φαιὸν χυτοσίδηρον καὶ δι' ἐλάσματα δυναμομηχανῶν, αἱ τιμαὶ τῆς μαγνητικούσης δυνάμεως Ἡ καὶ τῆς μαγνητικῆς διαπερατότητος μ, αἱ διποῖαι ἀντιστοιχοῦν πρὸς διαφόρους τιμὰς τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς B, ἐντὸς τῶν ὑλικῶν αὐτῶν. Αἱ ἀναγραφόμεναι τιμαὶ τῆς Ἡ καὶ τῆς μ εἰναι αἱ μέσαι τιμαὶ ἑκείνων, αἱ διποῖαι ἐμετρήθησαν ἐπὶ διαφόρων δειγμάτων τῶν ἀνωτέρω ὑλικῶν.

Ἄπὸ τὴν μελέτην τοῦ Πίνακος αὐτοῦ διαπιστώνομε δσα ἔχομε ἥδη ἀναφέρει, δηλαδὴ δτὶ ἡ μαγνητικὴ διαπερατότης μεταβάλλεται, ἐξαρτωμένη ἀπὸ τὴν τιμὴν ποὺ ἔχει κάθε φορὰν ἡ μαγνητίζουσα δύναμις H. Διὰ μικρὰς σχετικῶς τιμὰς τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς, μέχρι περέπου 6 000 γκάους διὰ τὸν μαλακὸν χάλυβα καὶ τὸν σφυρήλατον σίδηρον, ἡ διαπερατότης δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς σταθερά. Ἡ διαπερατότης ἐλαττώνεται

Τιμαὶ τῆς μαγνητικῆς διαπερατότητος

*Βιτασις μαγνητικής επαγγελματικής είς γυάλινους	ΜΑΛΛΑΚΟΣ ΧΑΛΥΨ	ΦΑΙΟΣ ΧΙΤΟΣΙΛΙΡΟΣ	ΕΛΑΣΜΑΤΑ ΣΙΛΗΡΑ ΑΥΓΑΜΟΜΗΧΑΝΩΝ	ΣΦΗΡΙΔΑΤΟΣ ΣΙΛΗΡΟΣ
Μαγνητικής διαπερατότητος είς έρατεν	Μαγνητικής διαπερατότητος είς έρατεν	Μαγνητικής διαπερατότητος είς έρατεν	Μαγνητικής διαπερατότητος είς έρατεν	Μαγνητικής διαπερατότητος είς έρατεν
1.000	0,28	3.570	1,19	840
2.000	0,56	3.570	2,56	780
3.000	0,845	3.550	4,20	715
4.000	1,13	3.530	7,03	570
5.000	1,43	3.500	10,69	470
6.000	1,75	3.430	17,3	347
7.000	2,12	3.300	34,0	206
8.000	2,57	3.110	64,5	124
9.000	3,04	2.960	102,5	88
10.000	3,76	2.660	149,5	67
11.000	4,70	2.335	207,0	53
12.000	5,95	2.015	—	—
13.000	8,00	1.625	—	—
14.000	11,74	1.190	—	—
14.500	15,5	935	—	—
15.000	22,5	667	—	—
15.500	40,2	386	—	—
16.000	65,0	246	—	—
16.500	92,8	178	—	—
17.000	122,0	139	—	—
17.500	161,0	108,5	—	—
18.000	198,0	91	—	—
18.500	242,0	76,4	—	—
19.000	—	—	—	—
			264,0	72

ραγδαίως, πέραν ώρισμένης τιμής της έντάσεως Β της μαγνητικής έπαγωγῆς, διὰ νὰ φθάσῃ εἰς πολὺ χαμηλάς τιμάς.

19·13 Μαγνητικὸς κόρος.

*Απὸ τὸν ἑδιον Πίνακα 4 διαπιστώγομε ἐπίσης δτι, διὰ νὰ αὐξήσωμε τὸ Β ἀπὸ 12 000 μέχρι 13 000 γκάους εἰς τὸν μαλακὸν χάλυβα, πρέπει νὰ αὐξήσωμε τὴν μαγνητίζουσαν δύναμιν Η κατὰ 8,0 — 5,95 = 2,05 ἔρστέντ. Διὰ νὰ αὐξήσωμε δημα τὸ Β ἀπὸ 17 000 μέχρι 18 000 γκάους, δηλαδὴ πάλιν κατὰ χίλια γκάους, πρέπει νὴ ἀντίστοιχος αὐξησίς τοῦ Η νὰ είγαι 198,0 — 122,0 = 76 ἔρστέντ. Τοῦτο σημαίνει δτι, διὰ νὰ μαγνητίσωμε τὸν σίδηρον πέραν ώρισμένων δρίων τῆς τιμῆς τοῦ Β, πρέπει νὰ αὐξήσωμε πάρα πολὺ τὴν μαγνητίζουσαν δύναμιν Η διὰ νὰ ἐπιτύχωμε σχετικῶς μικράν αὐξησιν τοῦ Β.

Τὸ φαινόμενον αὐτὸ δέξιγειται ως ἔξης. "Οταν τὸ ἐπάγον μαγνητικὸν πεδίον είναι ἀσθενές, δταν δηλαδὴ νὴ μαγνητίζουσα δύναμις ἔχει μικρὰν τιμήν, δὲν είναι εἰς θέσιν νὰ ὑπερνικήσῃ τὰς ἀσκούμενας μαγνητικὰς δυνάμεις μεταξὺ πολλῶν ἀπὸ τὰ ἀτομα τοῦ μαγνητικοῦ ὄλικοῦ. "Ἐτσι μικρὸς σχετικῶς ἀριθμὸς αὐτῶν προσανατολίζεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἐπάγοντος μαγνητικοῦ πεδίου, ἐνῷ τὰ ὑπόλοιπα λαμβάνονται κατὰ τὸ μᾶλλον νὴ ἥττον τὸν προσανατολισμὸν αὐτόν. "Οσον νὴ μαγνητίζουσα δύναμις αὐξάνεται, τόσον ὑποχρεώνει περισσότερα ἀτομα νὰ προσανατολισθοῦν κατὰ τὴν διεύθυνσίν του. "Οταν τέλος, νὴ μαγνητίζουσα δύναμις ἀποκτήσῃ μεγάλην τιμήν, ὅλα σχεδόν τὰ ἀτομα λαμβάνονται τὸν προσανατολισμόν, τὸν ὅποιον τοὺς ἐπιθάλλει νὴ μαγνητίζουσα δύναμις. "Απὸ ἐκεῖ καὶ πέραν, αὐξησίς τῆς μαγνητίζουσης δυνάμεως δὲν ἐπιφέρει ἀποτέλεσμα. Λέγομε τότε δτι δ σίδηρος ἔφθασε εἰς μαγνητικὸν κόρον, δηλαδὴ δτι δὲν δύναται νὰ μαγνητίσθῃ περισσότερον καὶ νὰ παράγῃ ἐπομένως μεγαλύτερον πλῆθος μαγνητικῶν γραμμῶν Β ἀνά cm^2 τῆς διατομῆς του.

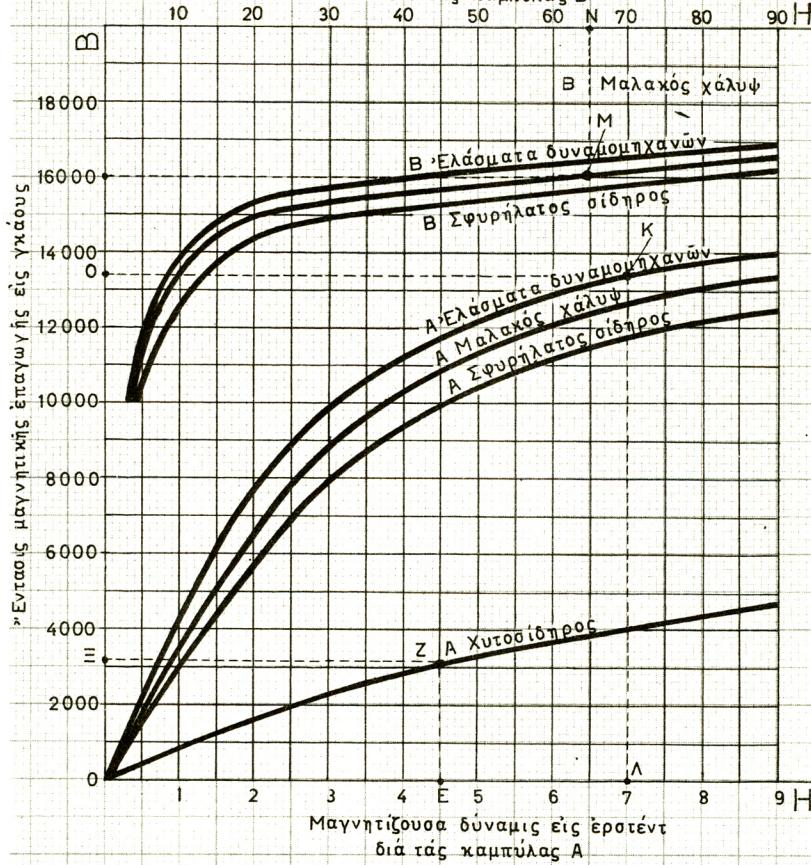
Εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς κατασκευὰς χρησιμοποιοῦμε συνήθως τὰ μαγνητικὰ ὄλικὰ εἰς περιοχάς, αἱ δποῖαι ἀπέχουν πολὺ ἀπὸ τὸν μαγνητικόν των κόρων.

19·14 Καμπύλαι μαγνητίσεως.

"Οταν εἰς δρθιογάνιον σύστημα συντεταγμένων ἀναγράψωμε

τὰς τιμὰς τῆς μαγνητιζούσης δυνάμεως H τοῦ Πίνακος 4 ώς τεταγμένας (δριζοντέως) καὶ τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τοῦ B ώς τετραγμένας (κατακορύφως), προκύπτουν καμπύλαι, αἱ δοποῖαι δυο-

Μαγνητίζουσα δύναμις εἰς ἐροτέντ
διὰ τὰς καμπύλας B



Σχ. 19·14 α.

μάζονται καμπύλαι μαγνητίσεως (σχ. 19·14 α). Αἱ καμπύλαι μαγνητίσεως δίδουν, πλὴν τῶν τιμῶν B καὶ H τοῦ Πίνακος 4 καὶ δλας τὰς ἐνδιαιμέσους τιμάς των.

Αἱ καμπύλαι Α ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν κάτω κλίμακ
μῶν τῆς μαγνητίζουσης δυνάμεως, αἱ δὲ καμπύλαι Β εἰν
κλίμακα.

Παραθέτομε παραδείγματα διὰ τὴν χρησιμοποίησιν
πυλῶν μαγνητίσεως.

Παράδειγμα 1.

Διὰ χυτοσίδηρον καὶ διὰ μαγνητίζουσαν δύναμιν
ἔρστέντ, ποῖαι εἶναι αἱ ἀντιστοιχοὶ τιμαὶ τῆς μαγνητικῆς
γῆς Β καὶ τῆς διαπερατότητος μ;

Λύσις:

Ἄπὸ τὴν τιμὴν $H = 4,5$ ἔρστέντ τῆς κάτω δριζον
μακος (σημεῖον Ε) φέρομε μίαν κατακόρυφον μέχρι συνι
της εἰς τὸ σημεῖον Z μὲ τὴν καμπύλην Α (Χυτοσίδηρο
τὸ σημεῖον Z φέρομε μίαν δριζοντίαν μέχρι συναντήσεω
τὸν ἄξονα τῶν Β εἰς τὸ σημεῖον Ξ. Τὸ σημεῖον συναντήσε^Ξ
Ἐ ἀντιστοιχεῖ εἰς τιμὴν τῆς μαγνητικῆς εἰσαγωγῆς Β
γκάους. Ἡ τιμὴ τῆς διαπερατότητος εἶναι ἀντιστοίχως:

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{3\,200}{4,5} = 719.$$

Παράδειγμα 2.

Ποία εἶναι ἡ ἀπαιτουμένη μαγνητίζουσα δύναμις Ι
ἐπιτύχωμε εἰς ἐλάσματα δυναμομηχανῶν ἔντασιν μαγνη
παγωγῆς $B = 13\,400$ γκάους.

Λύσις:

Ἄπὸ τὸ σημεῖον $\Theta = 13\,400$ γκάους τοῦ ἄξονος τί^{τι}
ρομε μίαν δριζοντίαν γραμμὴν μέχρι συναντήσεώς της μὲ
πύλην Α (ἐλάσματα δυναμομηχανῶν). Ἄπὸ τὸ σημεῖο
ρομε μίαν κατακόρυφον μέχρι συναντήσεώς της μὲ τὸν δι-

ἀξονα τῶν H (σημεῖον Λ). Εὑρίσκομε τότε ὅτι $H = 7$ ἐρστέντ. Αὐτὴ εἶναι ἡ ἀπαιτουμένη μαγνητίζουσα δύναμις, διὰ γὰρ ἐπιτύχωμε ἔνα $B = 13\,400$ γκάους.

Παράδειγμα 3.

Ποία εἶναι ἡ ἀπαιτουμένη μαγνητίζουσα δύναμις H , διὰ νὰ ἐπιτύχωμε εἰς μαλακὸν χάλυβα ἔντασιν μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς $B = 16\,000$ γκάους;

Λύσις.

Απὸ τὴν τιμὴν $B = 16\,000$ γκάους φέρομε μίαν δριζοντίαν γραμμήν, μέχρι συναντήσεώς της εἰς τὸ σημεῖον M μὲ τὴν καμπύλην B (μαλακὸς χάλυψ.). Ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτὸν φέρομε μίαν κατακόρυφον πρὸς τὰ ἄνω, μέχρις ὅτου αὐτὴ συναντηθῇ εἰς τὸ σημεῖον N μὲ τὸν ἀξονα τῶν H . Τὸ σημεῖον N εὑρίσκεται ἀκριβῶς μεταξὺ 60 καὶ 70 ἐρστέντ. Ἐφαρμόσομε τὸν πρῶτον πόλον της μαγνητικῆς B στὸν πόλον της H (πόλον της B), καὶ τὸν δεύτερον της H στὸν πόλον της B . Τὸν πόλον της H στην πλευρὰν της B οὐ μετατρέπεται, διότι τὸν πόλον της B στην πλευρὰν της H μετατρέπεται.

19·15 Παραμένων μαγνητισμός.

Οταν ἀπομακρύνωμε μίαν ράβδον μαλακοῦ σιδήρου ἀπὸ τὸ ἐπάγον μαγνητικὸν πεδίον, παρατηροῦμε ὅτι αὐτὴ διατηρεῖ ἐν μέρει τὴν μαγνήτισίν της. Ἐνῷ δηλαδὴ ἡ μαγνητίζουσα δύναμις μηδενίζεται ($H = 0$), ἡ ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς B ἐντὸς τοῦ σιδήρου διατηρεῖ ὡρισμένην τιμὴν B_{π} ($B_{\pi} = \pi\alpha\tau\alpha\mu\epsilon\nu\omega\eta\tau\iota\sigma\mu\delta\sigma$), πολὺ μικροτέραν τῆς B , ἡ δποίᾳ ὑπῆρχε, δταν ἡ ράβδος ἐμαγνητίζετο ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Ο μαγνητισμός, τὸν ὃποῖον διατηρεῖ ἡ ράβδος μετὰ τὴν μηδένισιν τῆς μαγνητίζουσῆς δυνάμεως H , δνομάζεται παραμένων μαγνητισμός.

Τὸ φαινόμενον αὐτὸν διφεύλεται εἰς τὸ ὅτι τὰ ἄτομα δὲν ἐπανέρχονται ἐπακριβῶς εἰς τὴν θέσιν, τὴν δποίαν κατεῖχον, προτοῦ μαγνητισθῇ ἡ ράβδος.

¹Ηλεκτρολογία B'

Ο παραμένων μαγνητισμὸς εἶναι πολὺ μεγαλύτερος εἰς τὸν βαμμένον χάλυβα, παρὰ εἰς τὸν μαλακὸν σίδηρον. Ἐνῶ ὁ παραμένων μαγνητισμὸς τοῦ μαλακοῦ σίδηρου ἔξαφανίζεται μὲ τὴν παραμικρὰν κρούσιν, ὁ βαμμένος χάλυψ τὸν διατηρεῖ μονίμως. Τοῦτο σημαίνει ὅτι εἰς τὸν βαμμένον χάλυβα τὰ ἀτομα, τὰ ὅποια ἔχουν προσανατολισθὴ ὑπὸ τὴν δρᾶσιν μαγνητικοῦ πεδίου, ἔξακολουθοῦν γὰρ διατηροῦν τὸν προσανατολισμὸν των αὐτῶν καὶ μετὰ τὴν μηδένισιν τῆς μαγνητικούς δυνάμεως. Ἐπομένως, τεμάχιον ἀπὸ βαμμένον χάλυβα μετατρέπεται εἰς μόνιμον μαγνήτην, ὅταν ἔχῃ μαγνητισθῇ μίαν φοράν.

Διὰ νὰ ἔξαφανίσωμε τὸν παραμένοντα μαγνητισμὸν ἐνὸς μονίμου μαγνήτου, πρέπει ἡ νὰ τὸν ἐρυθροπυρώσωμε ἡ νὰ τὸν θέσωμε ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου ἀντιθέτου φορᾶς ἐκείνου, ποὺ τὸν ἐμαγνήτισε. Τὸ μαγνητικὸν αὐτὸν πεδίον πρέπει νὰ ἔχῃ ἐπὶ πλέον καὶ μίαν κατάλληλον ἔντασιν. Τὸ θέμα αὐτὸ θὰ μελετήσωμε ἐκτενέστερον εἰς τὴν παράγραφον «μαγνητικὴ ὑστέρησις» τοῦ ἐπομένου κεφαλαίου.

19 · 16 Παραμαγνητικὰ καὶ διαμαγνητικὰ ύλικα.

Μέχρι τώρα μᾶς ἀπησχόλησαν τὰ μαγνητικὰ ύλικα, τὰ ὅποια δνομάζονται καὶ σιδηρομαγνητικά, διότι ἀποτελοῦνται κυρίως ἀπὸ σίδηρον.

Ὑπάρχουν δύμας καὶ δύο ἀλλαὶ κατηγορίαι ύλικῶν, ἀναλόγως τῆς τιμῆς τῆς διαπερατότητος των. Αὗτα εἶναι: α) Τὰ παραμαγνητικὰ καὶ β) τὰ διαμαγνητικὰ ύλικα.

α) Τὰ παραμαγνητικὰ ύλικα ἔχουν τὴν ἴδιότητα νὰ μαγνητίζωνται πολὺ δλίγον, ἔστω καὶ ἀν ἡ τιμὴ τῆς μαγνητικούς δυνάμεως εἶναι πολὺ μεγάλη. Διὰ τὰ περισσότερα ἀπὸ αὗτὰ ἡ διαπερατότης ὑπερβαίνει τὴν μονάδα κατὰ ποσὸν μικρότερον τοῦ ἐνὸς ἑκατοστοῦ τῆς, ($1 < \mu < 1,01$). Ἐξαιρέσεις ἀποτελοῦν τὸ γικέλιον, μὲ διαπερατότητα ἡ ὅποια δύναται νὰ φθάσῃ τὴν τιμὴν 40 ($\mu \approx 40$), καὶ τὸ κοβάλτιον, διὰ τὸ ὅποιον ἔχομε $\mu \approx 55$. Τὰ ύλικα αὗτὰ κατατάσσονται συχνὰ εἰς τὰ σιδηρομαγνητικά, ἀν καὶ δὲν περιέχουν σίδηρον.

Παραμαγνητικὰ ὄλικά, ἔκτὸς ἀπὸ τὸ γικέλιον καὶ τὸ κοδάλτιον, εἰναι τὸ μαγγάνιον, ἡ πλατίνη καὶ τὸ ἀλουμίνιον.

β) Τὰ διαμαγνητικὰ ὄλικὰ ἔχουν διαπερατότητα μικροτέραν τῆς μονάδος. Τὸ βισμούθιον π.χ. παρουσιάζει, εἰς συγήθη θερμοκρασίαν, διαπερατότητα $\mu = 0,9998$. "Οταν πλησιάσωμε πρὸς τὸν βόρειον πόλον μαγνήτου ἔνα τεμάχιον βισμούθιου, τότε δημιουργεῖται ἔνας βόρειος πόλος εἰς τὸ ἄκρον τοῦ τεμαχίου, τὸ δόποιον εὑρίσκεται πληγσιέστερον τοῦ βορείου πόλου τοῦ μαγνήτου καὶ ἔνας νότιος πόλος εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον.

Συμβαίνει δηλαδὴ τὸ ἀντίθετον ἀπὸ δ.τι συμβαίνει, δταν πλησιάσωμε τεμάχιον σιδηροῦ εἰς μαγνήτην. Αὐτὸ μᾶς ἐξηγεῖ διατί μία ρά-
βδος βισμούθιου, δταν τεθῆ μεταξὺ τῶν πόλων μαγνήτου, τείνει νὰ το-
ποθετηθῇ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἐνῷ ἡ
μαγνητικὴ βελόνη λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου.

Διαμαγνητικὰ ὄλικά, ἔκτὸς ἀπὸ τὸ βισμούθιον, εἰναι ὁ χρυσός, ὁ
ἄργυρος, ὁ χαλκός, τὸ ἵριδιον, τὸ ἀντιμόνιον, ὁ μόλυβδος, ὁ κασσίτερος,
ὁ ψευδάργυρος.

Ἡ διαπερατότης τῶν παραμαγνητικῶν καὶ διαμαγνητικῶν ὄλικῶν
εἰναι πρακτικῶς σταθερά.

Ἡ διαπερατότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος λαμβάνεται ἵση πρὸς
τὴν μονάδα, δηλαδὴ μ ἀέρος = 1.

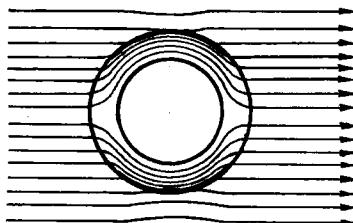
19·17 Μαγνητικὸς προστάτης.

"Οταν εἰσαχθῇ ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου ἔνα κοῖλον σῶμα ἀπὸ μα-
λακὸν σίδηρον, π.χ. ἔνας κοῖλος κύλινδρος, αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ με-
ταβάλλουν διαδρομήν. Ἀγτὶ δηλαδὴ νὰ διέλθουν διὰ τοῦ ἀέρος, ὁ δόποιος
εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ κοίλου σώματος, διέρχονται διὰ τοῦ σιδήρου, τοῦ
δόποιού ἡ μαγνητικὴ διαπερατότης εἰναι πολὺ μεγαλυτέρα τῆς διαπερα-
τότητος τοῦ ἀέρος (σχ. 19·17 α).

Χρησιμοποιοῦμε τὴν ἴδιότητα αὐτὴν τῶν κοίλων σιδηρῶν σωμά-
των, δταν θέλωμε νὰ προστατεύσωμε ἔνα δργανον ἀπὸ τὴν ἐπίδρασιν
μαγνητικῶν πεδίων. Τὸ δργανον εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν τίθεται εἰς
τὴν κοιλότητα τοῦ σώματος, ἐντὸς τῆς δόποιας δὲν διέρχονται μαγνητι-
καὶ γραμμαὶ. Τὸ κοῖλον σῶμα δυνομάζεται μαγνητικὸς προστάτης ἡ μα-
γνητικὴ θωράκισις.

Τὰ τοιχώματα τοῦ μαγνητικοῦ προστάτου πρέπει νὰ ἔχουν ἀρκε-

τὸν πάχος, διὰ νὰ είναι δυνατὸν διὰ μέσου αὐτῶν νὰ διέλθουν πολλαὶ μαγνητικαὶ γραμμαὶ. Μαγνητικὸς προστάτης μὲ λεπτὰ τοιχώματα, ὅταν ἴδιαιτέρως τὸ μαγνητικὸν πεδίον είναι ἵσχυρόν, δὲν ἐκπληροῖ τὸν προ-ορισμὸν του ἢ τὸν ἐκπληροῖ μερικῶς.



Σχ. 19·17 α.

19·18 Ανακεφαλαίωσις.

α) Μαγνήτης είναι κάθε σῶμα, τὸ δποῖον ἔχει τὴν ἴδιότητα νὰ ἔλκῃ καὶ νὰ συγκρατῇ σιδηρᾶ σώματα. Ἡ ἔλκτικὴ ἴδιότητος τῶν μαγνητῶν ὀνομάζεται μαγνητικὴ ἴδιότητος ἢ ἀπλῶς μαγνητισμός.

β) Οἱ φυσικοὶ μαγνῆται δὲν παρουσιάζουν ἐνδιαφέρον εἰς τὴν τεχνικήν. Ἀντιθέτως χρησιμοποιοῦνται συχνὰ οἱ τεχνητοὶ μα-γνῆται.

γ) Μαγνητικὸν ὄλικὸν είναι κάθε ὄλικόν, τὸ δποῖον δύναται νὰ ἀποκτήσῃ τὴν μαγνητικὴν ἴδιότητα.

δ) Πόλοι μαγνήτου καλοῦνται τὰ ἄκρα του, ὅπου ἐκδηλοῦ-ται ἡ μαγνητικὴ ἴδιότητος. Τὸ μέρος μαγνήτου, μεταξὺ τῶν πόλων, δπου δὲν ἐκδηλοῦται ἡ μαγνητικὴ ἴδιότητος, ὀνομάζεται οὐδετέρα ζώνη.

ε) Ἐπιμήκης μαγνήτης, δ ὁδποῖος ἀναρτᾶται ἀπὸ τὸ κέντρον βάρους του καὶ είναι ἐλεύθερος νὰ περιστραφῇ, λαμβάνει περίπου τὴν διεύθυνσιν Βορᾶ - Νότου. Ο πόλος του, δ ὁδποῖος είναι ἐστραμ-μένος πρὸς βορᾶν, ὀνομάζεται βόρειος πόλος τοῦ μαγνήτου, δ ἀλλος πόλος είναι δ νότιος πόλος του.

στ) Ὁμώνυμοι μαγνητικοὶ πόλοι ἀπωθοῦνται καὶ ἔτερώνυμοι ἔλκονται.

ζ) Διὰ νὰ ὑπολογίσωμε τὰς δυνάμεις, αἱ ὅποῖαι ἐμφανίζονται μεταξὺ τῶν πόλων μαγνητῶν, παραδεχόμεθα τὴν ὑπαρξίν τῆς μαγνητικῆς μάζης ἢ ποσότητος μαγνητισμοῦ. Εἰς κάθε μαγνητισμένον σῶμα συνυπάρχουν ἡ βόρειος ποσότης μαγνητισμοῦ τοῦ βορείου πόλου καὶ ἡ νότιος ποσότης μαγνητισμοῦ τοῦ νοτίου πόλου. Αἱ δύο αὐταὶ ποσότητες ἔχουν τὴν ἴδιαν ἀπόλυτον τιμήν.

η) Ἡ ποσότης μαγνητισμοῦ τοῦ βορείου πόλου μαγνήτου, ποὺ ἀπωθεῖ ἀπὸ ἀποστάσεως *l* τὸν βόρειον πόλον μαγνήτου A μὲ δύναμιν ν P, εἶναι ν φοράς μεγαλυτέρα τῆς τοῦ βορείου πόλου ἄλλου μαγνήτου, δ ὅποιος ἀπὸ τὴν ἴδιαν ἀπόστασιν *l*, ἀπωθεῖ μὲ δύναμιν P τὸν βόρειον πόλον τοῦ ἴδιου μαγνήτου A. Τὰ ἴδια ἴσχύουν καὶ διὰ τὴν ποσότητα μαγνητισμοῦ τοῦ νοτίου πόλου τῶν μαγνητῶν.

θ) Οἱ βόρειοι πόλοι δύο μαγνητῶν εἰναι ἵσοι ὅταν, τιθέμενοι διαδοχικῶς εἰς τὴν ἴδιαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ βορείου πόλου τρίτου μαγνήτου, τὸν ἀπωθοῦν μὲ δυνάμεις τῆς ἴδιας ἐντάσεως. Τὰ ἴδια ἴσχύουν καὶ διὰ τοὺς νοτίους πόλους τῶν μαγνητῶν.

ι) Εἰς περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν δύο ἵσοι πόλοι ἀπωθοῦνται μὲ δύναμιν μιᾶς δύνης, ὅταν εὑρίσκωνται εἰς ἀπόστασιν ἐνὸς επι μεταξύ των, ἡ ποσότης μαγνητισμοῦ καὶ τοῦ ἐνὸς καὶ τοῦ ἄλλου ἀπὸ τοὺς δύο πόλους εἰναι ἵση πρὸς τὴν μονάδα. Λέγομε τότε ὅτι καθεὶς ἀπὸ τοὺς δύο ἵσους πόλους ἔχει ἐντασιν ἵσην πρὸς τὴν μονάδα πόλου. Μαγνήτης, τοῦ ὁποίου οἱ πόλοι ἔχουν ἐντασιν ἡ μονάδων, ἴσοδυναμεῖ πρὸς δέσμην ἡ μαγνητῶν, δ καθεὶς ἀπὸ τοὺς ὁποίους ἔχει ἐντασιν πόλων ἵσην μὲ τὴν μονάδα.

ια) Ἡ ωστικὴ ἢ ἡ ἐλκτικὴ δύναμις μεταξὺ δύο μαγνητικῶν πόλων εἰναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῶν ἐντάσεών των καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεώς των.

ιβ) Μαγνητικαὶ γραμμαὶ μαγνήτου εἰναι αἱ γραμμαὶ, τὰς

δποίας σχηματίζουν ρινίσματα σιδήρου ἐπὶ φύλλου χάρτου, τὸ δ- ποῖον καλύπτει τὸν μαγνήτην. Τὸ σύνολον τῶν σχηματίζομένων μα- γνητικῶν γραμμῶν δνομάζεται μαγνητικὸν φάσμα τοῦ μαγνήτου.

ιγ) Εἰς κάθε σημεῖον τοῦ φάσματος μαγνήτου, μία μαγνη- τικὴ βελόνη λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς, ἢ δποία διέρχεται ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτό, δὲ βρειος πόλος τῆς βε- λόνης εἶναι ἑστραφμένος πρὸς τὸν νότιον πόλον τοῦ μαγνήτου.

ιδ) Μαγνητικὸν πεδίον μαγνήτου δνομάζεται ὅλος ὁ χῶρος γύρω ἀπὸ τὸν μαγνήτην, εἰς τὸν δποῖον ἐκδηλοῦνται μαγνητικαὶ δυνάμεις, παραγόμεναι ἀπὸ τὸν μαγνήτην. Εἰς δλόκληρον τὸ μα- γνητικὸν πεδίον μαγνήτου ὑπάρχουν μαγνητικαὶ γραμμαί.

ιε) Τὰ τρία χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα καθε μαγνητικοῦ πε- δίου εἶναι 1) ἡ διεύθυνσις, 2) ἡ φορά καὶ 3) ἡ ἔντασις του.

1. Ἡ διεύθυνσις, τὴν δποίαν λαμβάνει δ ἐπιμήκης ἄξων μι- κρᾶς μαγνητικῆς βελόνης, εἰς κάθε σημεῖον μαγνητικοῦ πεδίου, δνομάζεται διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ σημεῖον αὐτό.

2. Ὁ προσανατολισμὸς τοῦ βρειού πόλου μαγνητικῆς βελό- νης, ἡ δποία τοποθετεῖται ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου, δεικνύει τὴν φοράν του.

3. Ἐντασις μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς κάθε σημεῖον του, ὁνο- μάζεται ἡ ἔντασις τῆς δυνάμεως, εἰς δύνας, ἡ δποία ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῆς μονάδος βρειού πόλου, ὅταν εὑρίσκεται εἰς τὸ θεωρούμε- νον σημεῖον τοῦ πεδίου. Ἡ ἔντασις μαγνητικοῦ πεδίου συμβολί- ζεται μὲ τὸ Η καὶ μετρεῖται εἰς ἑρστέντ:

$$1 \text{ ἑρστέντ} = 1 \text{ δύνη/μονάδα πόλοι}.$$

ιστ) Ομογενὲς μαγνητικὸν πεδίον εἶναι ἐκεῖνο, τὸ δποῖον ἔχει, εἰς δλα τὰ σημεῖα του, τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν, φορὰν καὶ ἔν- τασιν.

ιζ) Μαγνητικὴ ροὴ Φ διὰ μέσου ἐπιφανείας εἶναι τὸ σύνο- λον τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δποῖαι διαπεροῦν τὴν ἐπιφά-

νειαν αύτήν. "Αν H έρστεντ είναι ή έντασις δμογενούς μαγνητικού πεδίου καὶ $F \text{ cm}^2$ μία έπιφάνεια κάθετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου, τότε ἔχομε $\Phi = H F$ μάξιμουελ.

ιη) Μαγνητικὴ ἐπαγωγὴ ὀνομάζεται τὸ φαινόμενον τῆς μαγνητίσεως σιδηροῦ σώματος ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μαγνητικοῦ πεδίου.

ιθ) Κύριον ἀποτέλεσμα τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς είναι ὅτι, διὰ μέσου π.χ. μιᾶς σιδηρᾶς ράβδου, διέρχονται ἐκτὸς τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ ἐπάγοντος πεδίου καὶ ὅλαι ἐκεῖναι, αἱ ὅποιαι παράγονται ἀπὸ τὴν μαγνητικούμενην ἐξ ἐπαγωγῆς ράβδον. "Εντασις μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τῆς ράβδου ὀνομάζεται τὸ πλῆθος B τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ ὅποιαι διέρχονται διὰ τοῦ κάθε cm^2 τῆς ὅρθῆς διατομῆς της. "Η ἐντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς μετρεῖται εἰς μονάδας γκάους.

κ) Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς η ἐντασις τοῦ ἐπάγονος μαγνητικοῦ πεδίου ὀνομάζεται μαγνητίζουσα δύναμις.

κα) Ό λόγος $\frac{B}{H}$ τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς διὰ τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικούσης δυνάμεως ὀνομάζεται μαγνητικὴ διαπερατότης καὶ συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα μ . Δηλαδή:

$$\mu = \frac{B}{H}.$$

κβ) Η μαγνητικὴ δικτερατότης δὲν ἔχει σταθερὰν τιμὴν, ἀλλὰ ἔξαρταται ἀπὸ τὴν τιμὴν, τὴν ὅποιαν ἔχει κάθε φορὰν η μαγνητίζουσα δύναμις.

κγ) Ό σίδηρος φθάνει εἰς μαγνητικὸν κόρον, δταν δὲν δύναται νὰ μαγνητισθῇ περισσότερον καὶ συνεπῶς γὰ παράγῃ μεγαλύτερον πλῆθος μαγνητικῶν γραμμῶν.

κδ) Αἱ καμπύλαι μαγνητίσεως δίδουν τὰς τιμὰς τοῦ B , αἱ ὅποιαι ἀντιστοιχοῦν πρὸς οἰασδήποτε τιμὰς τῆς μαγνητικούσης δυνάμεως H , διὰ τὰ διάφορα μαγνητικὰ ὄλικά.

κε) Παραμένων μαγνητισμός δύομάζεται ὁ μαγνητισμός, τὸν ὅποιον διατηρεῖ μαγνητικὸν ὄλικόν, μετὰ τὴν μηδένισιν τῆς μαγνητίσουσης δυνάμεως. Ὁ μαλακὸς σίδηρος χάνει τὸν παραμένοντα μαγνητισμόν του εὐκολώτατα. Ἀντιθέτως ὁ βαμμένος χάλυψ διατηρεῖ μονίμως ἵσχυρὸν παραμένοντα μαγνητισμόν.

Τεμάχιον ἀπὸ βαμμένον χάλυβα μετατρέπεται ἐπομένως εἰς μόνιμον μαγνήτην, δταν μαγνητισθῇ μίαν φοράν.

κστ) Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ σιδηρομαγνητικὰ ὄλικά, ὑπάρχουν:

1) τὰ παραμαγνητικὰ ὄλικά, διὰ τὰ ὅποια $1 < \mu < 1,01$, πλὴν τοῦ νικελίου ($\mu \approx 40$) καὶ τοῦ κοβαλτίου ($\mu \approx 55$) καὶ

2) τὰ διαμαγνητικὰ ὄλικά, διὰ τὰ ὅποια $\mu < 1$, κατὰ δλίγα χιλιοστά.

κζ) Διὰ νὰ προστατεύσωμε σῶματα ἀπὸ τὴν δρᾶσιν μαγνητικοῦ πεδίου, τὰ εἰσάγομε ἐντὸς μαγνητικοῦ προστάτου ἢ μαγνητικῆς θωρακίσεως.

19·19 Ἐρωτήσεις.

- α) Τί εἶναι μαγνήτης καὶ τί μαγνητικὴ ἰδιότης (ἢ μαγνητισμός);
- β) Τί εἶγαι μαγνητικὸν ὄλικόν;
- γ) Τί δύομάζονται πόλοι καὶ τί οὐδετέρα ζώνη ἐνδε μαγνήτου;
- δ) Πῶς καθορίζονται ὁ βόρειος καὶ ὁ γντιος πόλος ἐπιμήκους μαγνήτου;
- ε) Πῶς ἀλληλεπιδροῦν μεταξύ των δύο μαγνητικοὶ πόλοι;
- στ) Διὰ ποιὸν λόγον παραδεχόμεθα τὴν ὑπαρξίν τῆς μαγνητικῆς δύναμης ἢ ποσότητος μαγνητισμοῦ;

Απάντησις: Διὰ νὰ διπλαγίζωμε εὐκόλως τὰς δυνάμεις, αἱ ὅποιαι ἐμφανίζονται μεταξὺ τῶν πόλων τῶν μαγνητῶν.

ζ) Τί ἔννοοῦμε, δταν λέγωμε δτι ἡ ποσότης μαγνητισμοῦ κάθε ἐνδε ἀπὸ τοὺς πόλους μαγνήτου εἶναι ν φοράς μεγαλυτέρα τῆς ποσότητος μαγνητισμοῦ τοῦ κάθε ἔνδε ἀπὸ τοὺς πόλους ἀλλου μαγνήτου;

η) Πότε δύο πόλοι εἶναι ἴσοι (ἢ εἶναι τῆς ἴδιας ἐντάσεως);

θ) Πῶς δρίζεται ἡ μονάς ἐντάσεως πόλου;

ι) Μὲ τί ἵσοδυναμεῖ μαγνήτης ἐντάσεως πόλων τη μονάδων;

ια) Διατυπώσατε τόγυ νόμον του Κουλόμ και δηγαφέρατε τάς άντι-
στοίχους μονάδας τῶν διαφόρων γραμμάτων.

ιβ) Τί δυνομάζονται μαγνητικαὶ γραμμαὶ καὶ τί μαγνητικὸν φά-
σμα μαγνήτου;

ιγ) Τί διεύθυνσιν λαρβάνει ὁ ἐπιμήκης ἀξῶν μαγνητικῆς βελάνης,
ὅταν τὴν πλησιάζωμε εἰς διάφορα σημεῖα μαγνητικοῦ φάσματος; Ήρδε
ποίαν κατεύθυνσιν προσανατολίζεται ὁ βρέριος πόλος της;

ιδ) Τί δυνομάζομε μαγνητικὸν πεδίον μαγνήτου;

ιε) Τί δυνομάζομε διεύθυνσιν μαγνητικοῦ πεδίου;

ιστ) Πῶς καθορίζομε τὴν φορὰν μαγνητικοῦ πεδίου;

ιζ) Τί δυνομάζομε ἔντασιν μαγνητικοῦ πεδίου εἰς κάθε σημεῖον
του; Μὲ ποίον γράμμα συμβολίζεται; Ποία εἶναι ἡ μονάδα ἔντάσεως μα-
γνητικοῦ πεδίου;

ιη) Τί δυνομάζομε δμογενὲς μαγνητικὸν πεδίον;

ιθ) Τί δυνομάζομε μαγνητικὴν ροήν διὰ μέσου ἐπιφανείας; Πῶς
ὑπολογίζομε τὴν μαγνητικὴν ροήν διὰ μέσου ἐπιφανείας καθέτου πρὸς
τὴν διεύθυνσιν δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου; Μὲ ποίαν μονάδα με-
τροῦμε τὴν μαγνητικὴν ροήν;

κ) Τί καλεῖται μαγνητικὴ ἐπαγωγὴ;

κα) Τί γωρίζετε περὶ τῆς θεωρίας τοῦ Βέμπερ;

κβ) Ποίον εἶναι τὸ οὖσιώδες ἀποτέλεσμα τῆς μαγνητικῆς ἐπα-
γωγῆς; Τί δυνομάζομε ἔντασιν τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς; Μὲ ποίον
γράμμα συμβολίζεται καὶ εἰς ποίαν μονάδα μετρεῖται;

κγ) Τί δυνομάζομε μαγνητίζουσαν δύναμιν;

κδ) Τί δυνομάζομε μαγνητικὴν διαπερατότητα μαγνητικοῦ διλικοῦ;

κε) Ἀπὸ τί ἔξαρτᾶται ἡ τιμὴ τῆς διαπερατότητος ἐνδες διλικοῦ;

κστ) Εἰς τί χρησιμεύουν αἱ καμπύλαι μαγνητίσεως;

κζ) Τί καλεῖται παραμένων μαγνητισμός; Ποία ἡ διαφορὰ τοῦ
παραμένοντος μαγνητισμοῦ εἰς τὸν μαλακὸν σίδηρον καὶ εἰς τὸν βαμ-
μένον χάλυβα;

κη) Τί δυνομάζονται παραμαγνητικὰ καὶ τί διαμαγνητικὰ διλικά;

κθ) Τί εἶναι μαγνητικὸς προστάτης;

19 · 20 Προβλήματα.

α) Δύο ἑτερώνυμοι πόλοι ἔντάσεως 600 [500] καὶ 400 [300]

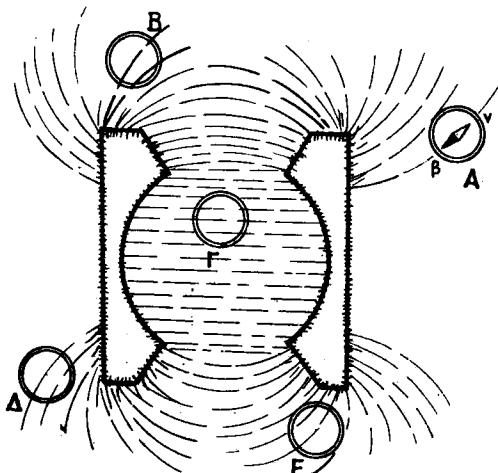
μονάδων εύρισκονται εἰς άπόστασιν 2 [1,5] cm μεταξύ των. Μὲ τί δύναμιν ἔλχονται;

Απάντησις: 60 000 δύναι [66 666 δύναι].

β) Δύο ίσοι πόλοι ἀπωθοῦνται μὲ δύναμιν 200 γραμμαρίων, όταν εύρισκωνται μεταξύ των εἰς άπόστασιν 2 mm. Ποία είναι ή ἔντασις κάθε ένδεις ἀπὸ τοὺς πόλους;

Απάντησις: 88,58 μονάδες πόλου.

γ) Τὸ μαγνητικὸν φάσμα τοῦ μαγνήτου μιᾶς μαγνητομηχανῆς αὐτοκινήτου ἔχει τὴν μορφὴν τοῦ σχήματος 19·20 α. Εἰς τὸ σημεῖον του Α μία μαγνητικὴ βελόνη λαμβάνει τὴν θέσιν, ποὺ φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα.



Σχ. 19·20 α.

Ζητεῖται:

1ον. Ἀπὸ τὴν θέσιν αὐτὴν γὰρ καθορίσετε ποῖος εἶναι δὲ βόρειος καὶ ποῖος δὲ νότιος πόλος τοῦ μαγνήτου.

2ον. Νὰ σημειώσετε ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, εἰς διάφορα σημεῖα τοῦ φάσματος, τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

3ον. Νὰ σημειώσετε τὴν διεύθυνσιν μαγνητικῆς βελόνης, καὶ τὸν προσανατολισμὸν τοῦ βορείου πόλου της, όταν τὴν φέρετε εἰς τὰ σημεῖα Β, Γ, Δ καὶ Ε.

δ) Νὰ εύρεθη ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ ἐπιμήκους μαγνήτου, ποὺ εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 19-20 β.

*Απάντησις: 7,07 ἑρστέντ.

ε) Εἰς σημεῖον μαγνητικοῦ πεδίου, ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι 8 [6] (10) ἑρστέντ. Ποία εἶναι ἡ δύναμις, ἡ δποία ἐφαρμόζεται εἰς τὸ σημεῖον αὐτό, ἐπὶ πόλου ἐντάσεως $m = 100$ μονάδων;

*Απάντησις: 800 [600] (1000) δυναι.

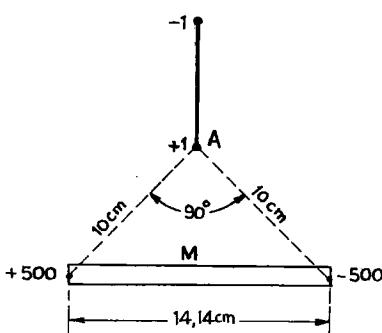
στ) Εἰς σημεῖον μαγνητικοῦ πεδίου, πόλος ἐντάσεως 50 [200] (300) μονάδων ὑφίσταται δύναμιν 200 [1200] (1500) δυνῶν. Ποία εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ σημεῖον τούτο;

*Απάντησις: 4 [6] (5) ἑρστέντ.

ζ) Ποία εἶναι ἡ τιμὴ τῆς μαγνητικῆς ροής, διὰ μέσου ἐπιφανείας 10 [20] (25) cm^2 , τοποθετημένης καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως 10 [30] (25) ἑρστέντ;

*Απάντησις: 100 [600] (625) μάξγουελ.

η) Ἐπιφάγεια ἐμβαδοῦ 50 [30] (100) cm^2 , τοποθετημένη καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου, διαπερᾶται ὑπὸ 4000 [900] (1250) μαγνητικῶν γραμμῶν. Ποία εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου;



Σχ. 19-20 β.

*Απάντησις: 80 [30] (12,5) ἑρστέντ.

θ) Διὰ μαγνητίζουσαν δύναμιν 1,9 [3,4] (7,1) ἑρστέντ, ἡ ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς δοθέντος μαγνητικοῦ ὄλικοῦ ἔχει τιμὴν 7 000 [10 000] (13 000) γκάους. Ποία εἶναι ἡ ἀντίστοιχης τιμὴ τῆς μαγνητικῆς διαπερατότητος τοῦ ὄλικοῦ;

³Απάντησις: 3 684 [2 941] (1831).

ι.) Μαγνητικὸν ὄλικὸν ἔχει μαγνητικὴν διαπερατότητα τιμῆς 404 [252] (155), δταν ἡ τιμὴ τῆς μαγνητιζούσης δυνάμεως εἶναι: 13,6 [25,8] (48,5) ἐρστέντ. Ποία εἶναι ἡ ἀντίστοιχος τιμὴ τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ ὄλικοῦ ;

³Απάντησις: 5 494 [6 501] (7 517) γκάους.

ια) Διὰ μέσου μαγνητισμένης ράβδου ἀπὸ μαλακὸν σίδηρον διατομῆς 12 [9] (4) cm², διέρχονται ἐν συνόλῳ 120 000 [108 000] (42 000) μαγνητικὰ γραμμαῖ. Ἐν ἡ διαπερατότης τοῦ σιδήρου ἔχῃ τιμὴν 2 660 [2015] (2 625), ποία εἶναι ἡ τιμὴ τῆς μαγνητιζούσης δυνάμεως ;

³Απάντησις: 3,76 [5,95] (4) ἐρστέντ.

ιβ) Ὁ μαθητὴς νὰ ἀσκηθῇ εἰς τὴν χρησιμοποίησιν τῶν καμπυλῶν μαγνητίσεως τοῦ σχῆματος 19· 14 α, δηλαδὴ εἰς τὴν εὑρεσιν τῶν τιμῶν τῆς B, αἱ δόποιαι ἀντίστοιχοῦν πρὸς δοθείσας τιμὰς τῆς H καὶ ἀντιστρόφως. Ἡ ἀσκησις θὰ γίνη ὑπὸ τὴν ἐπίβλεψιν τοῦ διδάσκοντος τὸ μάθημα.

19·21 Πρακτικὰὶ ἀσκήσεις.

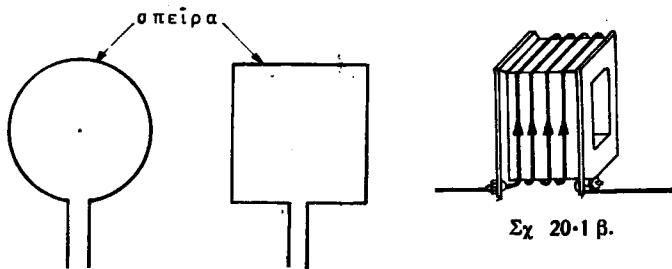
³Επίδειξις εἰς τοὺς μαθητὰς μαγνητῶν διαφόρων σχημάτων. Νὰ τοὺς διδαχθῇ πῶς καθορίζεται ἡ πολικότης τῶν πόλων οἷουδήποτε μαγνήτου, νὰ σχηματισθοῦν τὰ μαγνητικὰ φάσματα κυτῶν καὶ νὰ χρησιμοποιηθῇ μικρὰ μαγνητικὴ βελόνη, διὰ τὴν ἐμπέδωσιν τῶν ἐγγοιῶν τῆς διευθύνσεως καὶ τῆς φορᾶς μαγνητικοῦ πεδίου.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

20·1 Μαγνητικαὶ ἴδιότητες τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

Μαγνητικὰ πεδία δὲν δημιουργοῦν μόνον οἱ μαγνήται.

Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ ὅποιον διαρρέει ἔνα ἀγωγόν, δημιουργεῖ ἐπίσης γύρω ἀπὸ αὐτὸν μαγνητικὸν πεδίον, ὅμοιον πρὸς ἐκεῖνο, ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ ἔνα μαγνήτην. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ἡλεκτρόνια ἐν κινήσει δημιουργοῦν πάντοτε μαγνητικὸν πεδίον.



Σχ. 20·1 α.

Ο διαρρεόμενος ύπὸ ρεύματος ἀγωγὸς δύναται νὰ ἔχῃ οἰονδήποτε σχῆμα. Δύναται νὰ εἰναι εὐθύγραμμος η̄ νὰ ἔχῃ καμφθῆ κατὰ κύκλον η̄ δρθιογώνιον τετράπλευρον διὰ νὰ σχηματίση μίαν σπειραν, η̄ νὰ ἔχῃ τυλιχθῆ ἐλικοειδῶς εἰς ἔνα η̄ περισσότερα στρώματα συνεχομένων σπειρῶν (σχ. 20·1 β.). Ο κοῖλος κύλινδρος, ὁ ὅποιος προκύπτει τότε (η̄ τὸ προκύπτον κοῖλον πρίσμα), δονομάζεται πηγίον, τὸ δὲ σύνολον τῶν σπειρῶν τοῦ πηγίου δονομάζεται τύλιγμα η̄ περιέλιξις τοῦ πηγίου. Ο ἀγωγὸς τῶν πηγίων πρέπει νὰ ἔχῃ μονωμένος, ὥστε νὰ μὴ βραχυκυλώνωνται αἱ σπεῖραι μεταξὺ των. Τὰ πηγία τυλίγονται συνήθως γύρω ἀπὸ ἔνα κοῖλον κύλινδρον η̄ πρίσμα ἀπὸ μονωτικὴν οὐσίαν.

Δυνάμεθα νὰ ἔρευνήσωμε τὸ μαγνητικὸν πεδίον οἰουδήποτε ἀγωγοῦ, δ ὅποῖς διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, ἢν σχηματίσωμε τὸ μαγνητικόν του φάσμα (ὅπως θὰ ἴδοῦμε εἰς τὴν παράγραφον 22. 2) μὲ ρινίσματα σιδήρου. "Αν περιφέρωμε μίαν μαγνητικὴν βελόνην πλησίον τοῦ φάσματος, θὰ παρατηρήσωμε ὅτι αὐτὴ λαμβάνει εἰς κάθε ἔνα σημεῖον τοῦ φάσματος τὴν διεύθυνσιν τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς, ἡ δποὶα διέρχεται ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτό. Ο προσανατολισμὸς τοῦ βορείου πόλου τῆς βελόνης ἔξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος. Τέλος, ὅταν τοποθετήσωμε μίαν ράβδον ἀπὸ μαλακὸν σίδηρον ἐντὸς πηγίου διαρρεομένου ὑπὸ ρεύματος, ἡ ράβδος μαγνητίζεται ἐξ ἐπαγωγῆς ἀπὸ τὸ μαγνητικὸν πεδίον, τὸ δποῖον παράγει τὸ πηγίον, καὶ μετατρέπεται εἰς μαγνήτην.

"Οσα ἐπομένως ἐμάθαμε εἰς τὸ προηγούμενον κεφάλαιον ἀναφορικῶς μὲ τὸ μαγνητικὸν πεδίον, λιχύουν καὶ διὰ τὰ μαγνητικὰ πεδία, τὰ δποὶα παράγονται ὑπὸ ρευμάτων. Θὰ μελετήσωμε κατωτέρω τὰ μαγνητικὰ πεδία, τὰ δποὶα παράγονται ὑπὸ ρευμάτων, ποὺ διαρρέουν εὐθυγράμμους ἀγωγοὺς καὶ πηγία.

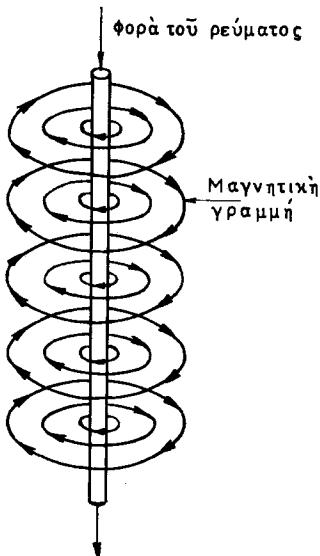
20 · 2 Μαγνητικὸν πεδίον ρεύματος, τὸ δποῖον διαρρέει ἔνα εὐθύγραμμον ἀγωγόν.

Εὐθυγράμμους ἀγωγούς, οἱ δποῖοι διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος, συναντοῦμε εἰς πάρα πολλὰς ἐφαρμογὰς τοῦ 'Ηλεκτρισμοῦ.

"Ἐναέριοι γραμμαί, ὑπόγεια καλώδια, γραμμαὶ ἐσωτερικῶν ἐγκαταστάσεων, ζυγοὶ τῶν πινάκων διανομῆς, εὐθύγραμμα τμῆματα τῶν τυλιγμάτων τῶν γεννητρῶν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ τῶν ἡλεκτροκινητήρων, εἶναι εὐθύγραμμοι ἀγωγοί, οἱ δποῖοι, διαρρέωνται ὑπὸ ρεύματος, δημιουργοῦν γύρω των μαγνητικὸν πεδίον. Εἶναι ἐπομένως αὐτονόητον, ὅτι δ ἀσχολούμενος μὲ τὸν ἡλεκτρισμὸν πρέπει νὰ γνωρίζῃ τὰ χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα τοῦ μαγνητικοῦ αὐτοῦ πεδίου, δηλαδὴ τὴν διεύθυνσιν, τὴν φορὰν καὶ τὴν ἔντασίν του.

1) Διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ πεδίου, ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ εὐθυγράμμους ἀγωγούς, ὅταν διαρρέωνται ὑπὸ ρεύματος, εἰναι ὅμοκεντροι περιφέρειαι κύκλων, οἱ ὅποιοι εἰναι κάθετοι ἐπὶ τὸν ἀγωγὸν καὶ ἔχουν κοινὸν κέντρον ἐπὶ τοῦ ἀξονός του (σχ. 20·2α).

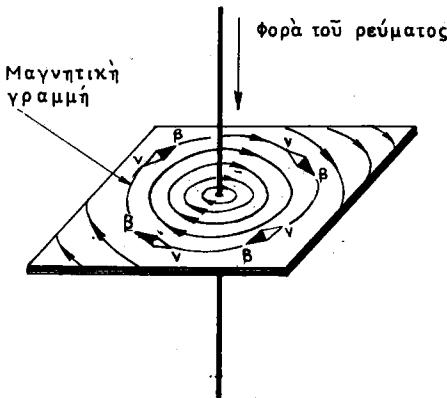


Σχ. 20·2 α.

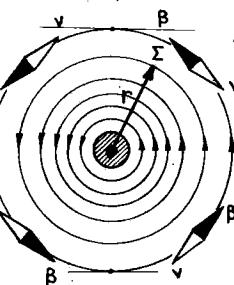
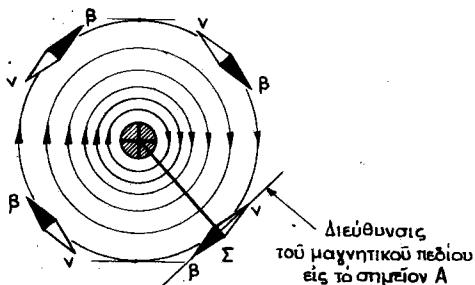
Δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμε τὸ γεγονὸς αὐτό, ὅταν κοσκινίσωμε ρινίσματα σιδήρου ἐπάνω εἰς ἕνα δριζόντιον φύλλον χαρτονιοῦ, τὸ δποῖον διαπερᾶται ἀπὸ κατακόρυφον ἀγωγὸν (σχ. 20·2β).

“Οταν περιφέρωμε μίαν μαγνητικὴν βελόνην πλησίον τοῦ φάσματος, δὲ ἐπιμήκης ἀξων τῆς, εἰς κάθε σημεῖον, λαμβάνει διεύθυνσιν ἐφαπτομένης τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς, ἡ δποία διέρχεται ἀπὸ τὸ σημεῖον αὐτὸ (σχ. 20·2β, 20·2 γ καὶ 20·2 δ). Μὲ βάσιν τὰ ἀνωτέρω ἔπειται δτι ἡ διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ διαρρέομένου ὑπὸ ρεύματος, εἰς κάθε ση-

μεῖον τοῦ πεδίου τούτου, συμπίπτει μὲ τὴν κάθετον εἰς τὸ ἄκρον τῆς ἀκτῖνος, ἡ δποία καταλήγει εἰς τὸ θεωρούμενον σημεῖον (σχ. 20·2 γ)."



Σχ. 20·2 β.



Σχ. 20·2 δ.

2) Φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

"Οταν τὸ ρεῦμα ἔχῃ τὴν σημειουμένην φορὰν ἐπὶ τῶν σχημάτων 20·2 β (ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω) καὶ 20·2 γ (ἐκ τῶν ἔμπροσθεν πρὸς τὰ δπίσω) δ βόρειος πόλος τῆς βελόνης προσανατολίζεται, δπως φαίνεται εἰς τὰ σχήματα αὐτά. Έπομένως ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου είναι αὐτή, ἡ δποία σημειοῦται μὲ βέλη ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τῶν σχημάτων αὐτῶν.

Διὰ νὰ σημειώσωμε τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος εἰς ἕνα ἀγωγόν, δόποιος προβάλλεται καθέτως πρὸς φύλλον χάρτου ἢ πρὸς μαυροπίνακα, τανταζόμεθα ὅτι ἔνα βέλος κινεῖται κατὰ τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος. Ἀν τὸ βέλος (δηλαδὴ τὸ ρεῦμα) κατευθύνεται ἀπὸ τὸ ἐμπρὸς μέρος τοῦ φύλλου ἢ τοῦ μαυροπίνακος πρὸς τὸ διέσω μέρος, τότε ἀντικρύζομε τὰ πτερύγια καθοδηγήσεως τοῦ βέλους εἰς σχῆμα σταυροῦ (σχ. 20·2γ). Εἰς τὴν ἀντίθετον περίπτωσιν ἀντικρύζομε τὴν αἰχμὴν τοῦ βέλους, δηλαδὴ ἔνα σημεῖον (σχ. 20·2δ).

Ἐπομένως σταυρὸς Φ. σημαίνει φορὰν ρεύματος πρὸς τὰ μέσα τοῦ χαρτοῦ, ἐνῷ τὸ σύμβολον Ο σημαίνει φορὰν ρεύματος ἐξερχομένου ἀπὸ τὸ χαρτί.

Οταν ἀναστρέψωμε τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος (σχ. 20·2δ, εἰς τὸ δόποιον τὸ ρεῦμα ἔχει φορὰν ἐκ τῶν ὅπισθεν πρὸς τὰ ἔμπρὸς), ἡ μορφὴ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου δὲν μεταβάλλεται. Η μαγνητικὴ ὅμως βελόνη ἀναστρέφεται κατὰ 180 μοίρας. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι ἀναστροφὴ τοῦ ρεύματος προκαλεῖ τὴν ἀναστροφὴν τῆς φορᾶς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Τὴν φορὰν αὐτὴν σημειώνομε μὲ βέλη ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ σχήματος 20·2δ.

Απὸ τὴν παρατήρησιν τοῦ προσανατολισμοῦ τοῦ βορείου πόλου τῆς μαγνητικῆς βελόνης, δὲ Μάξγουελ διετύπωσε τὸν ἐξῆς κανόνα, δόποιος φέρει τὸ σημάδι του:

Κανών. Οταν κοχλιούμενος δεξιάστροφος κοχλίας προχωρῇ κατὰ τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος (σχ. 20·2ε), ἡ φορὰ κοχλιώσεώς του συμπίπτει μὲ τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ εὐθυγράμμου ρεύματος.

γ) Ἐντασίς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Οταν δὲ εὐθύγραμμος ἀγωγός, πὼν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, ἔχῃ μεγάλον μῆκος, ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ ἔντασίς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τυχὸν σημεῖον Σ (σχ. 20·2δ καὶ σχ. 20·2ε), τὸ δόποιον εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν τὴν ἑκατοστομέτρων ἀπὸ τὸν ἀξονα τοῦ ἀγωγοῦ, διδεται διὰ τοῦ τύπου:

Ηλεκτρολογία B'

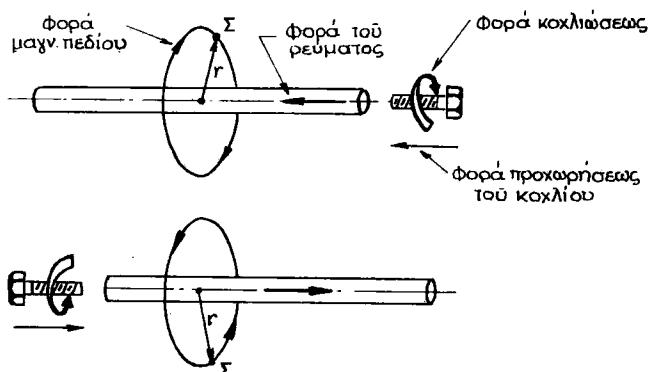
$$H = \frac{I}{5r} \quad (17)$$

εἰς τὸν διποῖον:

Η εἶναι ἡ ἔντασις, εἰς ἐρστέντ, τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ θεωρούμενον σημεῖον.

Ι εἶναι ἡ ἔντασις, εἰς ἀμπέρ, τοῦ ρεύματος, ποὺ διαρρέει τὸν εὐθύγραμμον ἀγωγόν.

Τ εἶναι ἡ ἀπόστασις εἰς cm, τοῦ θεωρουμένου σημείου ἀπὸ τὸν ξένονα τοῦ εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ.



Σχ. 20·2 ε.

Παράδειγμα 1.

Ποία εἶναι ἡ ἔντασις, τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς ἀπόστασιν τεσσάρων ἑκατοστομέτρων ἀπὸ τὸν ξένονα εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, ὃ διποῖος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἔντάσεως 10 A;

Λύσις:

$$H ; r = 4 \text{ cm}, I = 10 \text{ A.}$$

Απὸ τὴν σχέσιν (17) προκύπτει ὅτι:

$$H = \frac{I}{5r} = \frac{10}{5 \times 4} = \frac{10}{20} = 0,5 \text{ ἐρστέντ.}$$

Αὐτὸ σημαίνει ὅτι, εἰς ἀπόστασιν 4 cm ἀπὸ τὸν ἀξονα τοῦ ἀγωγοῦ ἢ μονάς πόλου ὑφίσταται δύναμιν 0,5 δυνῶν.

20·3 Μαγνητικὸν πεδίον πηνίου, τὸ δόποιον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος.

Ἡ μελέτη τῶν μαγνητικῶν πεδίων, τὰ δόποια παράγονται ἀπὸ πηνία, εἶναι ἔνα ἀπὸ τὰ βασικὰ θέματα τῆς Ἡλεκτροτεχνίας. Ἡ λειτουργία τῶν γεννητριῶν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, τῶν ἡλεκτροκινητήρων, τῶν μετασχηματιστῶν, τῶν ἡλεκτρομαγνητῶν, τῶν ἡλεκτρονόμων (ρελαΐ, ρωστήρων), τῶν κωδώνων, τῶν αὐτομάτων διακοπτῶν ακλπ., βασίζεται ἐπὶ τῆς παραγωγῆς μαγνητικῶν πεδίων ὑπὸ πηνίων. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι συναντοῦμε πηνία εἰς κάθε βῆμα τῶν ἐφαρμογῶν τοῦ Ἡλεκτρισμοῦ.

“Οταν τὸ μῆκος τοῦ πηνίου εἶναι μεγάλον ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν διάμετρόν του, π.χ. δεκαπλάσιον, τότε τὸ πηνίον δύνομάζεται σωληνοειδὲς πηνίον, διότι ἔχει τὴν μορφὴν σωλῆνος.

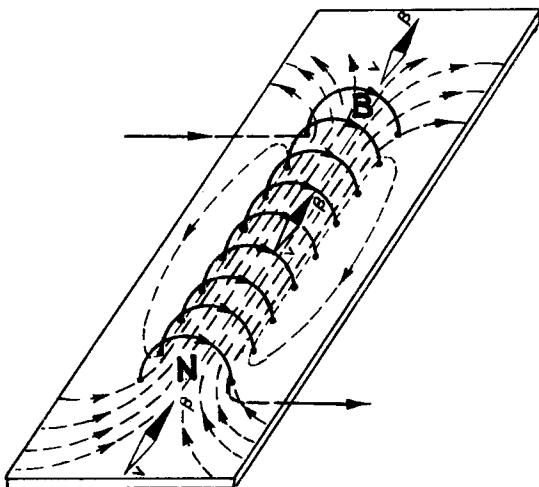
Θὰ μελετήσωμε κατωτέρω τὰ χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ δόποιον παράγεται ὑπὸ σωληνοειδοῦς πηνίου.

1ον) Λιεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Δυνάμεθα εύκόλως νὰ ἐρευνήσωμε τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ δόποιον δημιουργεῖ σωληνοειδὲς πηνίον διαρρέομενον ὑπὸ ρεύματος, ἀρκεῖ νὰ σχηματίσωμε τὸ μαγνητικόν του φάσμα.

Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτόν, διαπεροῦμε διαδοχικῶς ἔνα σύρμα εἰς τὰς ὄπας χαρτονίου, αἱ δόποιαι ἔχουν ἀνοιχθῆ εἰς δύο σειρᾶς καὶ εἰς κανονικὰς μεταξύ των ἀποστάσεις. Ἐτοι σχηματίζομε τὰς ἀπαίτουμένας σπείρας (σχ. 20·3 α). Τὸ ἥμισυ κάθε σπείρας εὑρίσκεται ἀπὸ τὴν μίαν ὅψιν τῆς πινακίδος καὶ τὸ ἄλλο ἥμισυ ἀπὸ τὴν ἄλλην τῆς ὅψιν. Ἡ πινακὶς τέμνει ἐπομένως τὸ σχηματίζόμενον πηνίον κατὰ τὸν ἀξονά του.

Τοποθετοῦμε ἀκολούθως τὴν πινακίδα δριζοντίως, διοχετεύομε ρεῦμα ἐντὸς τοῦ πηγίου καὶ κοσκινίζομε ρινίσματα σιδήρου ἐπὶ τῆς πινακίδος. Σχηματίζεται τότε ἔνα μαγνητικὸν φάσμα, τὸ δόποιον λαμβάνει τὴν μορφὴν τοῦ σχήματος 20·3 α.



Σχ. 20·3 α.

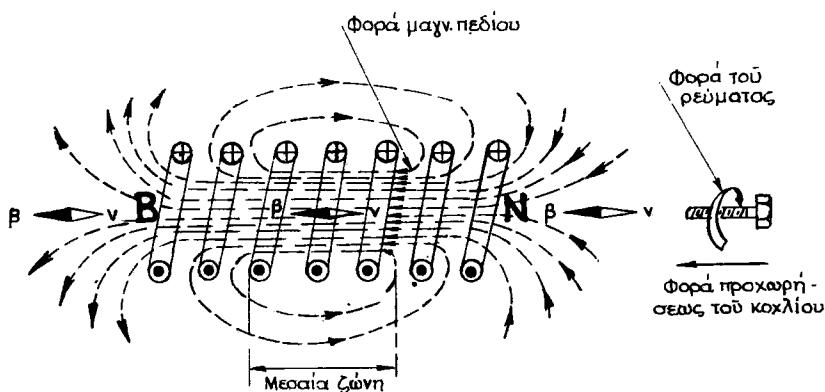
Παρατηροῦμε τότε ὅτι ἐντὸς τοῦ πηγίου, πλὴν τῶν περιοχῶν τῶν ἄκρων του, αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ εἰναι εὐθεῖαι καὶ παράλληλοι πρὸς τὸν ἄξονά του. Ὁ ἐπιμήκης ἄξων μαγνητικῆς βελόνης, τὴν δόποιαν εἰσάγομε ἐντὸς τοῦ πηγίου, λαμβάνει ἐπίσης διεύθυνσιν παράλληλον πρὸς τὸν ἄξονα αὐτόν. Ἀρχ ἐντὸς τοῦ πηγίου, εἰς τὴν μεσαίαν ζώνην του, τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἔχει ἑναίαν διεύθυνσιν, παράλληλον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ πηγίου.

Πρὸς τὰ ἄκρα τοῦ πηγίου, καὶ ἐκτὸς αὗτοῦ, παρατηροῦμε δτὶ αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἔξαπλοῦνται, διὰ νὰ σχηματίσουν μαγνητικὸν φάσμα, διμοιον πρὸς τὸ μαγνητικὸν φάσμα ἐπιμήκους μιαγνήτου.

25) Φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

"Οπις δὶς κάθε μαγνητικὸν πεδίον, ἔτσι καὶ εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν, τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μᾶς δίδει ὁ προσανατολισμὸς τοῦ βορείου πόλου μιᾶς μαγνητικῆς βελόνης, τὴν δποῖαν εἰσάγομε ἐντὸς τοῦ πεδίου.

"Οταν τὸ ρεῦμα ἔχῃ τὴν φοράν, ἢ δποίᾳ σημειώνεται μὲ βέλη ἐπὶ τῶν σπειρῶν τοῦ σχήματος $20 \cdot 3\alpha$ καὶ μὲ σταυροὺς ἢ τελείας εἰς τὴν τομὴν τοῦ πηνίου εἰς τὸ σχῆμα $20 \cdot 3\beta$, οἱ βόρειοι πόλοι τῶν μαγνητικῶν βελονῶν προσανατολίζονται, δπως φαίνεται εἰς τὰ σχήματα αὐτά. Τὰ βέλη ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν δεικνύουν τὴν ἀντίστοιχον φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τόσον ἐντὸς τοῦ πηνίου, δσον καὶ ἐκτὸς αὐτοῦ.



Σχ. 20·3β.

Παρατηροῦμε δτι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἔξερχονται ἀπὸ τὸ ἔνα ἄκρον τοῦ πηνίου, διασχίζουν τὸν χῶρον γύρω ἀπὸ αὐτό, εἰσέρχονται ἐντὸς τοῦ πηνίου διὰ τοῦ ἄλλου ἄκρου του καὶ συνεχίζουν τὴν πορείαν τῶν ἐντὸς αὐτοῦ, ἀπὸ τὸ δεύτερον ἄκρον πρὸς τὸ πρῶτον.

Δημιουργεῖται τότε ἔνας βόρειος πόλος εἰς τὸ ἄκρον ἔξερδου

τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἀπὸ τὸ πηνίον, καὶ ἔνας νότιος εἰς τὸ ἄλλο ἀκρον (σχ. 20·3 α καὶ 20·3 β).

Ἐνα σωληνοειδὲς πηνίον, τὸ ὁποῖον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, συμπεριφέρεται ὅπως ἔνας ἐπιμήκης μαγνήτης.

“Οταν τὸ ἀναρτήσωμε ἀπὸ τοῦ κέντρου βάρους του οὗτως, ὥστε νὰ δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως, λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν Βορρᾶς. Νότος καὶ ὁ βόρειος πόλος του διευθύνεται πρὸς τὸν βόρειον γεωγραφικὸν πόλον. Ἐπίσης οἱ διμώνυμοι πόλοι πηνίων, τὰ δποία διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος, ἀπωθοῦνται, ἐνῷ οἱ ἑτερώνυμοι πόλοι τῶν ἔλκονται.

Τὸ δτι, ἔντὸς τοῦ πηνίου, ὁ νότιος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης στρέφεται πρὸς τὸν νότιον πόλον τοῦ πηνίου καὶ ὁ βόρειος πόλος τῆς πρὸς τὸν βόρειον τοῦ πηνίου, δὲν πρέπει νὰ μᾶς φανῇ παράδοξον. Ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἔντὸς τοῦ πηνίου εἶναι ἡ ἀπὸ τοῦ νοτίου πόλου τοῦ πηνίου πρὸς τὸν βόρειόν του πόλον. Ἐπομένως η δύναμις, η δποία ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ βορείου πόλου τῆς βελόνης (παρ. 19·7), ἔχει τὴν ἀνωτέρω φοράν. Ἀρα ὁ βόρειος πόλος τῆς βελόνης θὰ προσανατολισθῇ οὗτως, ὥστε νὰ ἀντικρύζῃ τὸν βόρειον πόλον τοῦ πηνίου καὶ ὁ νότιος πόλος τῆς βελόνης νὰ ἀντικρύζῃ τὸν νότιον πόλον τοῦ πηνίου.

Απὸ τὴν παρατήρησιν τοῦ προσανατολισμοῦ τοῦ βορείου πόλου τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ὁ Μάξιγουελ διετύπωσε τὸν ἔξῆς κανόνα.

Κανών. Φανταζόμεθα δτι δεξιόστροφος κοχλίας εἶναι τοποθετημένος κατὰ μῆκος τοῦ ἀξονος ἐνὸς σωληνοειδοῦς πηνίου (σχ. 22·3 β). Τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἔχει τὴν φορὰν κατὰ τὴν δποίαν προχωρεῖ ὁ κοχλίας, ὅταν ἡ φορὰ κοχλιώσεώς του συμπάπτῃ μὲ τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος, τὸ ὁποῖον διέρχεται διὰ μέσου τῶν σπειρῶν τοῦ πηνίου.

3ον) Ἐντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς σωληνοειδοῦς πηνίου.

Εἰς τὸ σχῆμα $20 \cdot 3$ β, παρατηροῦμε ὅτι αἱ σπεῖραι, αἱ ὁποῖαι εὑρίσκονται εἰς τὴν μεσαίαν ζώνην σωληνοειδοῦς πηνίου, διαπερῶνται ἀπὸ περισσοτέρας μαγνητικὰς γραμμὰς ἀπὸ δ, τι αἱ ἀκραῖαι σπεῖραι τοῦ πηνίου. Αἱ ἀκραῖαι σπεῖραι σωληνοειδοῦς πηνίου, μήκους δεκαπλασίου τῆς διαμέτρου του, διαπερῶνται ἀπὸ τὸ ήμισυ περίου τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι διαπεροῦν τὰς σπείρας τῆς μεσαίας ζώνης.

Ἄπὸ τὴν ἀνωτέρω παρατήρησιν προκύπτει ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς σωληνοειδοῦς πηνίου, εἰς τὴν μεσαίαν ζώνην του, εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν ἔντασιν τοῦ πεδίου, εἰς τὰ ἀκραῖα τοῦ πηνίου.

Ἡ ἔντασις αὐτὴ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὴν μεσαίαν ζώνην δίδεται διὰ τοῦ τύπου:

$$H = -\frac{4\pi NI}{10l} \quad (18)$$

ἢ, ἀφοῦ $\frac{4\pi}{10} \approx 1,25$, διὰ τοῦ τύπου:

$$H = 1,25 \frac{NI}{l}. \quad (18')$$

Εἰς τὸν τύπον αὐτόν:

Η εἶναι ἡ ἔντασις, εἰς ἔρστέντ, τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πηνίου, εἰς τὴν μεσαίαν ζώνην του.

Ν εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν τοῦ πηνίου.

Ι εἶναι ἡ ἔντασις, εἰς ἀμπέρ, τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τῶν σπειρῶν.

l εἶναι τὸ μήκος τοῦ πηνίου, εἰς cm.

Ἐπειδὴ τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἐντὸς τῆς μεσαίας ζώνης σωληνοειδοῦς πηνίου ἔχει ἐνιαίαν διεύθυνσιν, φορὰν καὶ ἔντασιν, ἔπειτα: ὅτι τὸ μαγνητικὸν πεδίον εἶναι ὅμογενὲς εἰς τὴν ζώνην αὐτήν.

Παράδειγμα 1.

Σωληνοειδές πηγής μήκους 0,60 μέτρα, διαρρέεται ύποδρεύματος έντάσεως 1,5 A και τὸ τύλιγμά του αποτελείται από 2 400 σπείρας. Ποία είναι η έντασις του μαγνητικού πεδίου είς τὸ έσωτερικὸν τοῦ πηγῶν;

Λύσις:

$$l = 0,60 \text{ m} = 60 \text{ cm}, I = 1,5 \text{ A}, N = 2\,400 \text{ σπείραι}, H ;$$

Απὸ τὴν σχέσιν (18') προκύπτει δτι:

$$H = 1,25 \frac{NI}{l} = \frac{1,25 \times 2\,400 \times 1,5}{60} = 75 \text{ έρστέντ.}$$

Παράδειγμα 2.

Απὸ πόσας σπείρας πρέπει νὰ αποτελῆται πηγής μήκους 25 cm, διὰ νὰ παράγῃ έντὸς αὐτοῦ μαγνητικὸν πεδίον έντάσεως 50 έρστέντ, δταν διαρρέεται ύποδρεύματος έντάσεως 0,5 A.

Λύσις:

$$N ; l = 25 \text{ cm}, H = 50 \text{ έρστέντ}, I = 0,5 \text{ A.}$$

Απὸ τὸν τύπον (18') προκύπτει δτι:

$$N = \frac{Hl}{1,25 I} = \frac{50 \times 25}{1,25 \times 0,5} = 2\,000 \text{ σπείραι.}$$

Παράδειγμα 3.

Πηγής μήκους 30 cm αποτελεῖται απὸ 900 σπείρας. Ποία η έντασις τοῦ ρεύματος ποὺ πρέπει νὰ διέλθῃ διὰ μέσου τῶν σπειρῶν του, διὰ νὰ παραχθῇ έντὸς αὐτοῦ μαγνητικὸν πεδίον έντάσεως 15 έρστέντ;

Λύσις:

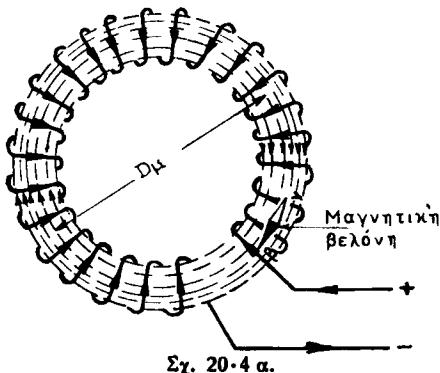
$$l = 30 \text{ cm}, N = 900 \text{ σπείραι}, I ; H = 15 \text{ έρστέντ.}$$

Απὸ τὸν τύπον (18') προκύπτει δτι:

$$I = \frac{Hl}{1,25 N} = \frac{15 \times 30}{1,25 \times 900} = 0,4 \text{ A.}$$

20·4 Δακτυλιοειδὲς πηνίον.

Όταν κάμψωμε ἕνα σωληνοειδές πηνίον μὲ μεγάλον μῆκος καὶ μικρὰν διάμετρον εἰς σχῆμα δακτυλίου (σχ. 20·4 α), προκύπτει τὸ ὄνομα καὶ ὁμοίεινον δακτυλιοειδὲς πηνίον.



Σχ. 20·4 α.

Δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμε τὸ μαγνητικὸν φάσμα δακτυλιοειδοῦς πηνίου, κατὰ τρόπον δύοιον πρὸς ἐκεῖνον, ποὺ ἔχρησιμοποιήσαμε, διὰ νὰ σχηματίσωμε τὸ φάσμα σωληνοειδοῦς πηνίου (σχ. 20·3 α).

Όταν τὸ δακτυλιοειδὲς πηνίον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, σχηματίζονται ὑπὸ τῶν ρινισμάτων σιδήρου ἐπὶ τῆς πινακίδος περιφέρειαι ὀμοικέντρων κύκλων, αἱ δόποιαι ἔχουν τὸ κέντρον των ἐπὶ τοῦ ἀξονος τοῦ πηνίου (σχ. 20·4 α). Μαγνητικὰ γραμμὰ διάργυρου μόνον ἐντὸς τοῦ πηνίου καὶ δχὶ ἐκτὸς αὐτοῦ. Τούτο σημαίνει ὅτι τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἐντὸς δακτυλιοειδοῦς πηνίου ἔχει παντοῦ τὴν ἴδιαν ἔντασιν H , ἀφοῦ ἡ πυκνότητος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν εἶναι παντοῦ ἡ ἴδια. Ἡ ἔντασις H δίδεται καὶ πάλιν διὰ τοῦ τύπου (18'), δηλαδὴ $H = 1,25 \frac{NI}{l}$, εἰς τὸν δόποιον ὅμιως, l εἶναι τὸ μῆκος τῆς μέσης περιφερείας τοῦ πηνίου. Ἀν D_{μ} εἶναι ἡ μέση διάμετρος τοῦ πηνίου (σχ. 20·4 α), ἔπειτα: ἔτι:

— π D_μ. Έπομένως, διὰ διακυτυλιοειδεὶς πηγίον ἔχομε τὸν τύπον:

$$H = -\frac{1,25 NI}{l} = \frac{1,25 NI}{\pi D_\mu} \text{ - ἐργάζεται.} \quad (18'')$$

Ἡ μέση περιφέρεια διακυτυλιοειδοῦς πηγίου διομάζεται μέση μαγνητική γραμμή. Έπομένως $l = \pi D_\mu$ εἶναι τὸ μῆκος τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς.

Οταν εἰσάγωμε μαγνητικὴν βελόνην ἐντὸς τοῦ πηγίου (σχ. 20·4α), διαπιστώνομε ὅτι ὁ βόρειος πόλος τῆς προσανατολίζεται συμφώνως πρὸς τὸν κανόνα τοῦ Μάξιμουελ διὰ τὰ σωληγοειδῆ πηγία. Τὰ βέλη, ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ σχήματος 20·4α, δεικνύουν τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος, ἢ δποίᾳ διαρρέει τὰς σπείρας τοῦ πηγίου.

Παράδειγμα.

Διακυτυλιοειδεὶς πηγίον ἔχει ἔξωτερηκὴν διάμετρον 20 cm καὶ ἔσωτερηκὴν 14 cm. Εἶναι τυλιγμένον μὲ 1 200 σπείρας διὰ μέσου τῶν δποίων διέρχεται ρεῦμα ἐντάσεως 0,5 A. Ποίᾳ εἶναι ἡ ἐντασίς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς τοῦ πηγίου;

Αύσις :

$$D \text{ ἔξωτερ.} = 20 \text{ cm}, D \text{ ἔσωτερ.} = 14 \text{ cm}, N = 1200 \text{ σπείραι,} \\ I = 0,5 \text{ A, } H ;$$

Ἡ διάμετρος τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς εἶναι:

$$D_\mu = \frac{D \text{ ἔξωτερ.} + D \text{ ἔσωτερ.}}{2} = \frac{20 + 14}{2} = 17 \text{ cm.}$$

Απὸ τὸν τύπον (18'') προκύπτει ὅτι :

$$H = \frac{1,25 NI}{\pi D_\mu} = \frac{1,25 \times 1200 \times 0,5}{3,14 \times 17} = 14,05 \text{ ἐργάζεται.}$$

20·5 Ἀμπερελίγματα. Ἀμπερελίγματα ἀνὰ cm.

1ον) Ἀμπερελίγματα (At).

Προσκύπτει ἀπὸ τοὺς τύπους 18,18' καὶ 18'' ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς πηνίου εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου N I, δηλαδὴ τοῦ γινομένου τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν τοῦ πηνίου ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, ποὺ τὰς διαρρέει. Εἰς τὸ παράδειγμα τῆς προηγουμένης παραγράφου ἡ ἔντασις $H = 14,05$ ἐργτὲντ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου:

$$N I = 1\,200 \times 0,5 = 600.$$

Πηνίον μὲ τὰς ἰδίας διαστάσεις παράγει μαγνητικὸν πεδίον ἐντάσεως πάλιν 14,05 ἐργτέντ, ἢν ἀποτελῆται ἀπὸ 600 σπείρας, αἱ δοῖαι διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 1 A ($600 \times 1 = 600$) ἢ ἀπὸ 300 σπείρας, αἱ δοῖαι διαρρέονται ὑπὸ 2 A ($300 \times 2 = 600$) ἢ ἀπὸ σεινδήποτε συνδυσμὸν ἀριθμοῦ σπειρῶν καὶ ἐντάσεως ρεύματος, ποὺ ἔχει γινόμενον 600.

Τὸ γινόμενον N I ὀνομάζεται ἀριθμὸς ἀμπερελιγμάτων ἢ ἀπλῶς ἀμπερελίγματα τοῦ πηνίου. Ή λέξις ἀμπερέλιγμα εἶναι σύνθετος καὶ συνίσταται ἀπὸ τὸ ἀμπέρ καὶ τὸ ἔλιγμα, δηλαδὴ τὴν σπείραν. Τὰ ἀμπερελίγματα τῶν πηνίων, τὰ δοῖα συνηγνήσαμε εἰς τὰ παραδείγματα τῶν παραγράφων 20·3 καὶ 20·4 εἶναι ἀντιστοίχως $2\,400 \times 1,5 = 3\,600$, $2\,000 \times 0,5 = 1\,000$, $900 \times 0,4 = 360$ καὶ $1\,200 \times 0,5 = 600$. Τὰ ἀμπερελίγματα συμβολίζονται διὰ τοῦ At.

Παράδειγμα 1.

Ποῖος εἶναι ὁ ἀπαιτούμενος ἀριθμὸς ἀμπερελιγμάτων δικτυλιοειδοῦς πηνίου, μήκους μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς 50 cm, διὰ νὰ ἀναπτυχθῇ ἐντὸς τοῦ πηνίου μαγνητικὸν πεδίον ἐντάσεως 20 ἐργτέντ;

Αύσις :

$$NI ; l = \pi D_\mu = 50 \text{ cm}, H = 20 \text{ ἐργτέντ}.$$

Από τὴν σχέσιν (18'') $H = \frac{1,25 N I}{\pi D_\mu}$, προκύπτει ότι:

$$N I = \frac{H \pi D_\mu}{1,25} = \frac{20 \times 50}{1,25} = 800 \text{ άμπερελίγματα ή At.}$$

Συν) Άμπερελίγματα ἀνά cm (At/cm).

$$\text{Εἰς τὸν τύπον (18')} H = 1,25 \frac{N I}{l},$$

$\frac{N I}{l}$ είναι τὸ πηλίκον τῶν άμπερελιγμάτων τοῦ σωληνοειδοῦς πηγήσου διὰ τοῦ μήκους του. Τὸ πηλίκον αὐτὸν είναι ἐπομένως ἵσσον πρὸς τὰ άμπερελίγματα ἀνὰ ἑκατοστόμετρον τοῦ μήκους τοῦ πηγήσου.

Δύο πηγία, μὲ διάφορον ἀριθμὸν άμπερελιγμάτων καὶ διάφορον μῆκος, θὰ ἀναπτύξουν μαγνητικὰ πεδία τῆς ἴδιας ἐντάσεως, ὅταν τὰ άμπερελίγματά των ἀνὰ cm είναι ἵσα. Π.χ. δύο σωληνοειδῆ πηγία, μήκους $l_1 = 30 \text{ cm}$ καὶ $l_2 = 50 \text{ cm}$ καὶ ἀντιστοίχων άμπερελιγμάτων $N_1 I_1 = 480$, καὶ $N_2 I_2 = 800$, παράγουν μαγνητικὰ πεδία:

$$H_1 = 1,25 \cdot \frac{N_1 I_1}{l_1} = 1,25 \cdot \frac{480}{30} = 1,25 \times 16 = 20 \text{ έρστὲντ καὶ}$$

$$H_2 = 1,25 \cdot \frac{N_2 I_2}{l_2} = 1,25 \cdot \frac{800}{50} = 1,25 \times 16 = 20 \text{ έρστὲντ}$$

τῆς ἴδιας ἐντάσεως, διότι τὰ άμπερελίγματά των ἀνὰ cm

$$\frac{N_1 I_1}{l_1} = \frac{480}{30} = 16 \text{ At/cm καὶ } \frac{N_2 I_2}{l_2} = \frac{800}{50} = 16 \text{ At/cm}$$

είναι ἵσα.

Οσα εἴπαμε ἀνωτέρω διὰ τὰ σωληνοειδῆ πηγία ἵσχύουν καὶ διὰ τὰ δακτυλοειδῆ. Εἰς τὰ τελευταῖα αὐτά, τὰ άμπερελίγματα ἀνὰ cm είναι ἵσα πρὸς τὸ πηλίκον τοῦ συνόλου τῶν άμπερελιγμάτων τοῦ πηγήσου, διὰ τοῦ μήκους $l = \pi D_\mu$ τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς:

$$A \text{ t/cm} = \frac{A \text{ t}}{l} = \frac{N \text{ I}}{\pi D_\mu}.$$

Παράδειγμα 2.

Σωληνοειδές πηγήσ μήκους 50 cm άποτελείται από 1500 σπείρας, διαρρεομένης υπό ρεύματος έντασεως 0,6 A.

Ζητοῦνται: 1ον) Η τιμή της έντασεως του μαγνητικού πεδίου έντος του πηγίου. 2ον) Τὰ άμπερελίγματα του πηγίου. 3ον) Τὰ άμπερελίγματά του άνά cm.

Λύσις:

$$l = 50 \text{ cm}, N = 1500 \text{ σπείραι}, I = 0,6 \text{ A}, H; At; At/cm;$$

1ον) Από τὸν τύπον (18') προκύπτει ότι:

$$H = 1,25 \frac{N \text{ I}}{l} = 1,25 \frac{1500 \times 0,6}{50} = 22,5 \text{ έρστέντ.}$$

$$2ον) N \text{ I} = 1500 \times 0,6 = 900 \text{ A t.}$$

$$3ον) \frac{N \text{ I}}{l} = \frac{900}{50} = 18 \text{ At/cm.}$$

Παράδειγμα 3.

Δακτυλιοειδές πηγήσ παράγει μαγνητικὸν πεδίον έντασεως 20 έρστέντ. Ζητοῦνται: 1ον) Πόσα είναι τὰ At/cm του πηγίου. 2ον) "Αν ή μέση μαγνητικὴ γραμμὴ του πηγίου ἔχῃ μήκος 40 cm, πόσα είναι τὰ άμπερελίγματά του. 3ον) "Αν τὸ πηγίου άποτελῆται από 1600 σπείρας, ποία πρέπει νὰ είναι η έντασις του ρεύματος διὰ μέσου τῶν σπειρῶν τούτων.

Λύσις:

$$H = 20 \text{ έρστέντ. At/cm; } \pi D_\mu = 40 \text{ cm, } N = 1600 \text{ σπείραι, At; I; }$$

$$1ον) \text{ Εἰς τὸν τύπον (18'')} \quad H = \frac{1,25 N \text{ I}}{\pi D_\mu}, \quad \text{τὸ ποσὸν}$$

$$\frac{N \text{ I}}{\pi D_\mu} \text{ είναι τὰ άμπερελίγματα άνά cm του πηγίου, ἐπομένως.}$$

$$(α) \frac{N I}{\pi D_\mu} = \frac{H}{1,25} = \frac{20}{1,25} = 16 \text{ At/cm.}$$

Σον) Άφοῦ τὸ μῆκος π D_μ τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς εἰναι 40 cm, προκύπτει ἀπὸ τὴν ἀνωτέρω ισότητα (α) ὅτι:

$$N I = 16 \times \pi D_\mu = 16 \times 40 = 640 \text{ At.}$$

Σον) Άφοῦ $N I = 640 \text{ At}$ καὶ $N = 1600$ σπεῖραι, ἐπεταί
ὅτι:

$$I = \frac{640}{N} = \frac{640}{1600} = 0,4 \text{ A.}$$

20·6 Μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου κάθε μιᾶς ἀπὸ τὰς σπείρας πηνίου, τὸ ὅποιον διαρρέεται ὑπὸ φεύματος.

Ἐστω ὅτι ἔχομε ἐνα σωληνοειδὲς ἢ δακτυλιοειδὲς πηνίον, τοῦ ὅποιου ἡ κάθε σπεῖρα περικλείει ἐμβαδὸν $F \text{ cm}^2$. Λέγομε τότε ὅτι τὸ ἐμβαδὸν τῆς σπείρας εἰναι $F \text{ cm}^2$. Ἐστω ἐπίσης ὅτι H εἰναι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς τοῦ πηνίου.

Ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῆς κάθε σπείρας τοῦ πηνίου ἔχει τότε τιμὴν (σχέσις 15, παρ. 19·8):

$$\Phi = H F \text{ μάξγουελ } (\text{ἢ μαγνητικὰ γραμματί}).$$

Ἡ σχέσις αὐτὴ λογύει διὰ τὰς σπείρας τῆς μεσαίας ζώνης ἐνὸς σωληνοειδοῦς πηνίου, καθὼς καὶ δι' ὅλας τὰς σπείρας ἐνὸς δακτυλιοειδοῦς πηνίου.

Άφοῦ διὰ κάθε πηνίου ἔχομε $H = \frac{1,25 N I}{l}$ ἐρστέντ, ἐπεταί
ὅτι:

$$\Phi = H F = \frac{1,25 N I}{l} F \text{ μάξγουελ.}$$

Παράδειγμα 1.

Ποία εἰναι ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου κάθε μιᾶς ἀπὸ τὰς 800 σπείρας δακτυλιοειδοῦς πηνίου μὲ μῆκος μέσης μαγνητικῆς

γραμμής 60 cm και έμβαδον σπείρας 10 cm^2 , όταν τὸ πηγίον διαρρέεται υπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,6 A.

Λύσις:

$$\Phi; N = 800 \text{ σπείραι}, l = \pi D_u = 60 \text{ cm}, F = 10 \text{ cm}^2, I = 0,6 \text{ A.}$$

Ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῆς κάθε σπείρας τοῦ πηγίου ἔχει τιμήν:

$$\Phi = H F = \frac{1,25 N I}{l} F = \frac{1,25 \times 800 \times 0,6}{60} \times 10 = 100 \text{ μάγνηση.}$$

20·7 Ανακεφαλαίωσις.

α) Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα δημιουργεῖ γύρω του μαγνητικὸν πεδίον, ἢ φύσις τοῦ δποίου εἶναι ἀπολύτως δμοία πρὸς ἔκεινο, τὸ δποίον δημιουργεῖται ἀπὸ μαγνήτην.

β) Τὰ χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ρεύματος, τὸ δποίον διαρρέει εὐθύγραμμον ἀγωγόν, εἶναι τὰ ἔξῆς:

1ον) Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ εἶναι περιφέρειαι δμοκέντρων κύκλων, οἱ δποίοι εἶναι κάθετοι ἐπὶ τὸν ἀγωγὸν καὶ ἔχουν κοινὸν κέντρον ἐπὶ τοῦ ἄξονός του.

2ον) Ἡ διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς κάθε σημεῖον του, συμπίπτει μὲ τὴν κάθετον εἰς τὸ ἄκρον τῆς ἀκτῖνος, ἢ δποία καταλήγει εἰς τὸ θεωρούμενον σημεῖον.

3ον) Ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εὑρίσκεται διὰ τοῦ κανόνος τοῦ δεξιοστρόφου κοχλίου: δταν κοχλιούμενος δεξιόστροφος κοχλίας προχωρῇ κατὰ τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος, ἢ φορὰ κοχλιώσεώς του συμπίπτει μὲ τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

4ον) Ἡ ἐντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς σημεῖον, ποὺ ἀπέχει r cm ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ ἀγωγοῦ, δίδεται εἰς ἐρστὲν διὰ τοῦ τύπου $H = \frac{I}{5r}$ (I = ἐντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ διαρρέει τὸν ἀγωγὸν, εἰς Ἀμπέρ).

γ) Τὰ χαρακτηριστικὰ στοιχεῖα τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου σωληνοειδοῦς πηγέων (μήκους δεκαπλασίου τούλαχιστον τῆς διαμέτρου του) είναι τὰ ἔξι:

1ον) Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ, ἐντὸς τοῦ πηγέων, πλὴν τῶν περιοχῶν τῶν ἄκρων του, είναι εὐθεῖαι παράλληλοι πρὸς τὸν ἄξονά του. Πρὸς τὰ ἄκρα τοῦ πηγέων καὶ ἐκτὸς αὐτοῦ, αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἔξαπλουνται καὶ ἔχουν διάταξιν ὅμοίαν πρὸς τὴν διάταξιν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἐπιμήκους μαγνήτου.

2ον) Ἡ διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ ἑσωτερικὸν τοῦ πηγέων, εἰς τὴν μεσαίαν ζώνην του, είναι παράλληλος πρὸς τὸν ἄξονά του.

3ον) Ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς τοῦ πηγέων εὑρίσκεται διὰ τοῦ κανόνος τοῦ δεξιοστρόφου κοχλίου. Ὑποθέτομε ὅτι δεξιόστροφος κοχλίας είναι τοποθετημένος κατὰ μῆκος τοῦ ἄξονος τοῦ πηγέων. Τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἔχει τὴν φορὰν κατὰ τὴν διοίαν προχωρεῖ δ κοχλίας, διατάντη τὴν φορὰν κοχλιώσεώς του συμπίπτη μὲ τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος, τὸ διοίον διαρρέει τὰς σπείρας τοῦ πηγέων.

4ον) Ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς τὴν μεσαίαν ζώνην τοῦ πηγέων, ἔχει τιμήν:

$$H = - \frac{1,25}{l} N I \quad \text{ἐρστὲντ} \quad (N = \text{σπεῖραι}, I = \text{ἀμπέρ}, l = \text{cm}).$$

δ) Εἰς διακτυλιοειδὲς πηγέων:

1ον) Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ είναι περιφέρειαι διμοκέντρων κύκλων, αἱ διοίαι ἔχουν τὸ κέντρον των ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ πηγέων.

2ον) Μαγνητικαὶ γραμμαὶ ὑπάρχουν μόνον ἐντὸς τοῦ πηγέων καὶ ὅχι ἐκτὸς αὐτοῦ.

3ον) Ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς διακτυλιοειδοῦς πηγέων ἔχει παντοῦ τιμήν:

$$H = \frac{1,25 NI}{l},$$

ὅπου $l = \pi D_u$ είναι τὸ μῆκος τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς.

4ον) Ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς τοῦ πηγίου εὑρίσκεται διὰ τοῦ κανόνος τοῦ δεξιοστρόφου κοχλίου.

ε) Τὸ γινόμενον NI τοῦ ἀριθμοῦ σπειρῶν πηγίου ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, ποὺ τὰς διαρρέει, ὀνομάζεται ἀριθμὸς ἀμπερελιγμάτων τοῦ πηγίου καὶ συμβολίζεται διὰ τοῦ At.

στ) Τὸ πηλίκον $\frac{NI}{l}$ τῶν ἀμπερελιγμάτων πηγίου διὰ τοῦ μῆκους του, ἂν εἴναι σωληνοειδές, ἢ διὰ τοῦ μῆκους τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς, ἀν εἴναι δακτυλοειδές, ὀνομάζεται ἀριθμὸς ἀμπερελιγμάτων ἀνὰ cm τοῦ πηγίου καὶ συμβολίζεται διὰ τοῦ At/cm.

ζ) Ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου σπείρας τῆς μεσαίας ζώνης σωληνοειδοῦς πηγίου ἢ διὰ μέσου οἰασδήποτε σπείρας δακτυλοειδοῦς πηγίου ἔχει τιμήν :

$$\Phi = \frac{1,25 NI}{l} \cdot F,$$

ὅπου F cm² είναι τὸ ἐμβαδὸν τῆς σπείρας.

20·8 Έρωτήσεις.

α) Τί δημιουργεῖ γύρω του κάθε ρεῦμα, ποὺ διαρρέει ἀγωγόν;

β) Τί σχῆμα ἔχουν αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ρεύματος, τὸ δποὶον διαρρέει εὐθύγραμμον ἀγωγόν;

γ) Ποία είναι, εἰς κάθε σημεῖον του, ἡ διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐνδὲ εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, ποὺ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος.

δ) Πῶς εὑρίσκομε τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, ποὺ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος;

ε) Ποιος είναι δ τύπος, δ δποὶος δίδει, δι' εὐθύγραμμον ἀγωγόν, ποὺ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, τὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου; Τί σημαίνουν τὰ γράμματα τοῦ τύπου αὐτοῦ καὶ ποῖαι είναι αἱ μογάδες, ποὺ ἀντιστοιχούν εἰς κάθε ἓνα ἀπὸ αὐτά;

'Ηλεκτρολογία B'

στ) Ποία είναι ἡ μορφὴ τῶν μαγνητικῶν γράμμων σωληνοειδοῦς πηγίου, ἐντὸς καὶ ἔπειτα αὐτοῦ;

ζ) Ποία είναι ἡ διεύθυνσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς σωληνοειδοῦς πηγίου;

η) Πῶς εὑρίσκομε τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου σωληνοειδοῦς πηγίου;

θ) Ποίας ἰδιότητας ἀποκτᾷ σωληνοειδὲς πηγίον, ποὺ διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος;

ι) Ποῖος είναι ὁ τύπος, ὁ ὅποιος δίδει τὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὴν μεσαίαν του ζώνην. Τί σημαίνουν τὰ γράμματα τοῦ τύπου αὐτοῦ καὶ ποῖαι είναι αἱ μονάδες, ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς κάθε ἔνα ἀπὸ αὐτά;

ια) Τί δονομάζομε δακτυλιοειδὲς πηγίον;

ιβ) Τί δονομάζομε μέσην μαγνητικὴν γράμμὴν δακτυλιοειδοῦς πηγίου;

ιγ) Ποῖος είναι ὁ τύπος, ὁ ὅποιος δίδει τὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἐντὸς δακτυλιοειδοῦς πηγίου; Τί σημαίνουν τὰ διάφορα γράμματα τοῦ τύπου αὐτοῦ καὶ ποῖαι είναι αἱ μονάδες, ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς κάθε ἔνα ἀπὸ αὐτά;

ιδ) Τί δονομάζομε ἀμπερελίγματα πηγίου; Πῶς συμβολίζονται;

ιε) Ποῖος είναι ὁ τύπος, ὁ ὅποιος δίδει τὴν τιμὴν τῆς μαγνητικῆς ροής, διὰ μέσου σπείρας πηγίου; Τί σημαίνουν τὰ διάφορα γράμματα τοῦ τύπου αὐτοῦ καὶ ποῖαι είναι αἱ μονάδες, ποὺ ἀντιστοιχοῦν εἰς κάθε ἔνα ἀπὸ αὐτά;

ιστ) Τί δονομάζομε ἀμπερελίγματα ἀνὰ cm πηγίου; Πῶς συμβολίζονται;

20·9 Προβλήματα.

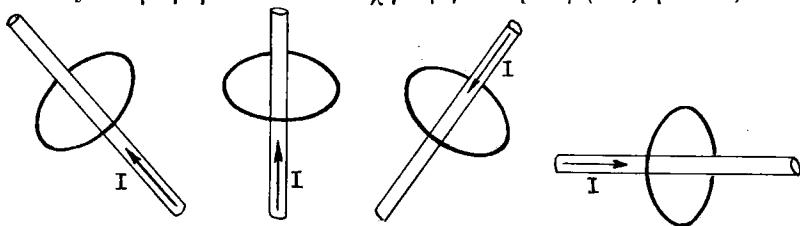
α) Νὰ καθορισθῇ ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ ὅποιον δημιουργεῖ ἡ κάθε ἔνας ἀπὸ τοὺς εὐθυγράμμους ἀγωγοὺς τοῦ σχήματος 20·9α, ἔταν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος.

β) Νὰ εնρεθῇ ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς ἀπόστασιν 2 [4] (6) cm ἀπὸ τοῦ ἀξονος εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, δ ὅποιος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 20 [60] (120) ἀμπέρ.

Ἄπαντησις: 2 [3] (4) ἔρστέντ.

γ) Ποία είναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ κάθε ζυγοῦ

(εύθυγράμμου) τοῦ πίγακος διαγομῆς ἐγκαταστάσεως γαλβανοπλαστικῆς, δταν, εἰς ἀπόστασιν 3 [4] (5) cm ἀπὸ τοῦ ἄξονος τοῦ ζυγοῦ, ἢ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἔχη τιμὴν 50 [25] (40) ἐρστέντ;



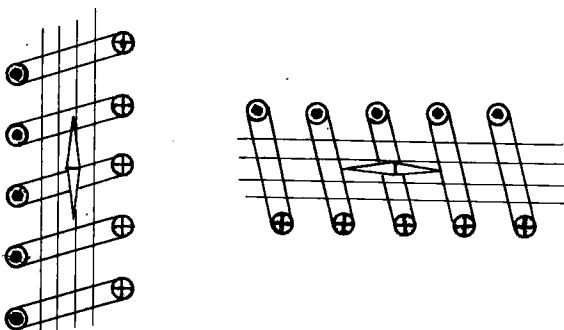
Σχ. 20·9 α.

Απάντησις: 750 [500] (1 000) ἀμπέρ.

δ) Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἄξονος εύθυγράμμου ἀγωγοῦ, δ ὅποιος διαρρέεται υπὸ ρεύματος ἔντάσεως 100 [200] (300) A, τὸ μαγνητικὸν πεδίον ἔχει ἔντασιν 4 [5] (6) ἐρστέντ;

Απάντησις: 5 [8] (10) cm.

ε) Νὰ καθορισθῇ ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἔντὸς τῶν πηνίων, ποὺ εἰκονίζονται ἐν τομῇ εἰς τὸ σχῆμα 20·9 β. Νὰ καθορισθῇ ἀκολούθως ἡ πολικότης τῶν πόδων τῶν πηνίων καὶ δ προσανατολισμὸς τοῦ βορείου πόλου τῆς μαγνητικῆς βελόνης.



Σχ. 20·9 β.

στ) Ποία εἰναι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἔντὸς σωληγοειδοῦς πηνίου μήκους 30 [40] (50) cm, τὸ δ ὅποιον ἀποτελεῖται ἀπὸ

1 500 [2 000] (2 500) σπείρας, αἱ ὅποιαι διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,10 [0,20] (0,20) A ;

^αΑπάντησις : 6,25 [12,5] (12,5) ἐρστέντ.

ζ) ^βΑπὸ πόσας σπείρας πρέπει νὰ ἀποτελῆται πηγίον μήκους 25 [35] (40) cm, διὰ νὰ παράγῃ ἐντὸς αὐτοῦ μαγνητικὸν πεδίον ἐντάσεως 10 [15] (8) ἐρστέντ, διὰν διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,4 [0,35] (0,4) A ;

^αΑπάντησις : 500 [1 200] (640) σπείραι.

η) Πηγίον μήκους 25 [30] (40) cm ἀποτελεῖται ἀπὸ 500 [600] (960) σπείρας. Τί ρεῦμα πρέπει νὰ διαρρέη τὸ πηγίον, διὰ νὰ παραχθῇ ἐντὸς αὐτοῦ μαγνητικὸν πεδίον ἐντάσεως 10 [15] (12) ἐρστέντ ;

^αΑπάντησις : 0,4 [0,6] (0,4) A .

θ) Δακτυλιοειδὲς πηγίον, μὲ ἔξωτερικὴν διάμετρον 25 [30] (40) cm καὶ μὲ ἔσωτερικὴν 19 [22] (30) cm, ἀποτελεῖται ἀπὸ 1 400 [1 500] (2 000) σπείρας, αἱ ὅποιαι διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,4 [0,5] (0,6) A . Ποία είγαι νὴ ἐντασίς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς τοῦ πηγίου :

^αΑπάντησις : 10,1 [11,48] (13,64) ἐρστέντ.

ι) Ποίος είγαι δ ἀριθμὸς ἀμπερελιγμάτων τῶν πηγίων τῶν ἀνωτέρω προβλημάτων στ ἔως θ ;

^αΑπάντησις : (στ) 150 [400] (500) At, (ζ) 200 [420] (256) At, (η) 200 [360] (384) At, (θ) 560 [750] (1 200) At.

ια) Ποίος είγαι δ ἀριθμὸς ἀμπερελιγμάτων ἀνὰ cm τῶν πηγίων τῶν ἀνωτέρω προβλημάτων στ ἔως θ ;

^αΑπάντησις : (στ) 5 [10] (10) A t/cm, (ζ) 8 [12] (6,4) A t/cm, (η) 8 [12] (9,6) A t/cm, (θ) 8,1 [9,18] (10,91) A t/cm.

ιβ) Δακτυλιοειδὲς πηγίον ἔχει 10 [15] (20) ἀμπερελιγματα ἀνὰ cm. Τί ἐντασίν μαγνητικοῦ πεδίου παράγει :

^αΑπάντησις : 12,5 [18,75] (25) ἐρστέντ.

ιγ) Δακτυλιοειδὲς πηγίον, μήκους μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς 50 [60] (80) cm, ἔχει 300 [600] (1 200) ἀμπερελιγματα. Τί ἐντασίν μαγνητικοῦ πεδίου παράγει ;

^αΑπάντησις : 7,5 [12,5] (18,75) ἐρστέντ.

ιδ) Πόσα ἀμπερελιγματα ἀνὰ cm ἔχει δακτυλιοειδὲς πηγίον, τὸ διπολοῦ παράγει μαγνητικὸν πεδίον ἐντάσεως 16 [6] (3,75) ἐρστέντ ;

^αΑπάντησις : 12,8 [4,8] (3) A t/cm.

ιε) Ποία εἰναι ή τιμὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς διὰ μέσου κάθε μιᾶς ἀπὸ τὰς σπείρας τῶν δακτυλιοειδῶν πηγίων τοῦ ἀνωτέρω προβλήματος θ, 1ον) ἂν αἱ σπείραι εἰναι κυκλικαὶ καὶ 2ον) ἂν εἰναι τετράγωνοι;

⁷Απάντησις: 1ον) 71,35 [144,19] (267,68) μάξιμοι. 2ον) 90,9 [183,68] (341) μάξιμοι.

20·10 Πρακτικαὶ ἀσκήσεις.

Νὰ ἔκτελεσθοῦν, κατὰ τὴν διδασκαλίαν τῶν ἀντιστοίχων παραγράφων, τὰ πειράματα σχηματισμοῦ τοῦ μαγνητικοῦ φάσματος ρεύματος διαρρέοντος α) εὐθύγραμμον ἀγωγόν, β) σωληνοειδές πηγίον, γ) δακτυλιοειδές πηγίον. Νὰ χρησιμοποιηθοῦν μαγνητικαὶ βελόναι διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς διευθύνσεως καὶ τῆς φορᾶς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Νὰ τονισθῇ ἡ ἔνγοια τῆς μαγνητικῆς ροῆς διὰ μέσου τῶν σπειρῶν πηγίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 21

ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΝ ΚΥΚΛΩΜΑ - ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΥΣΤΕΡΗΣΙΣ

21 · 1 Τί όνομάζομε μαγνητικὸν κύκλωμα.

⁷ Ετονίσαμε εἰς τὴν παράγραφον 20·4 τοῦ προηγουμένου κεφαλαίου δτι ὅλαις κί μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ δημιουργεῖται ύπὸ δικτυλιοειδοῦς πηγίου, περιορίζονται εἰς τὸ ἐσωτερικόν του.

Τὸ σύνολον τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δόποιαι περιορίζονται διὰ τοῦ γεωμετρικοῦ σχήματος τοῦ πηγέου, ἀποτελεῖ τὸ μαγνητικόν του κύκλωμα.

21·2 Τί προκύπτει, δταν πηνίον, τυλιγμένον γύρω ἀπὸ ἔνα σιδηροῦν τεμάχιον, διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος.

‘Υπενθυμίζομε τὰ συμπεράσματα εἰς τὰ ὅποια κατελήξαμε,
κακτὰ τὴν μελέτην τῶν παραγράφων 19·9 ἕως 19·12.

"Οταν σιδηροῦν τεμάχιον, π.χ. σιδηρᾶ ράβδος, εἰσαχθῆ ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως Η ἐρστέντ, τότε :

α) Ἡ σιδηρᾶ ράβδος μαγνητίζεται ἐξ ἐπαγωγῆς.

β) Ή ἔντασις Β γκάους τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τῆς ράβδου, δηλαδὴ τὸ πλῆθος τῶν μάγνητικῶν γραμμῶν, ποὺ διαπεροῦν κάθε cm^2 τῆς ὀρθῆς διατομῆς τῆς, εἰναι πολὺ μεγαλύτερα τῆς ἔντάσεως Η ἐρστὲν τοῦ ἐπάγοντος μαγνητικοῦ πεδίου. Ή ἔντασις Η τοῦ ἐπάγοντος μαγνητικοῦ πεδίου δυναμίζεται μαγνητίζουσα δύναμις.

γ) Ο λόγος $\frac{B}{H}$ δονομάζεται μαγνητική διαπερατότης τοῦ
ύλικοῦ, ἐκ τοῦ ὅποιου εἶναι κατεσκευασμένη ἡ ράβδος. Η διαπε-
ρατότης δὲν ἔχει σταθερὰν τιμήν, ἀλλὰ ἔξαρτάται ἀπὸ τὴν τιμήν,

τὴν δποίαν ἔχει κάθε φορὰν ἡ μαγνητίζουσα δύναμις H . Ἡ δια-
περατότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἶναι ἵση μὲ τὴν μονάδα.

δ) Αἱ ἀντίστοιχοι τιμαὶ τῶν H , μὲν καὶ B δίδονται, διὰ τὰ
διάφορα σιδηρομαγνητικὰ ὅλικά, ὑπὸ πινάκων ἢ ὑπὸ καμπυλῶν
μαγνητίσεως.

Διὰ νὰ μαγνητίσωμε εἰς τὴν πρᾶξιν ἕνα σιδηροῦν τεμάχιον,
τυλίγομε γύρω τοῦ ἕνα πηγίον. Κατόπιν διοχετεύομε ρεῦμα διὰ
μέσου τῶν σπειρῶν τοῦ πηγίου. Μαγνητικὸν πεδίον παράγεται
τότε ἐντὸς τοῦ πηγίου τούτου καὶ τὸ σιδηροῦν τεμάχιον μαγνητί-
ζεται ἐξ ἐπαγωγῆς.

Τὸ σιδηροῦν αὐτὸν τεμάχιον δημιάζεται πυρήν. Τὸ πηγίον,
τὸ δποῖον περιβάλλει τὸν πυρῆνα, δημιάζεται πηγίον διεγέρσεως
καὶ τὸ ρεῦμα, ποὺ κυκλοφορεῖ ἐντὸς τοῦ πηγίου, ρεῦμα διεγέρ-
σεως.

21·3 Νόμος τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος.

1) Τὸ μαγνητικὸν κύκλωμα εἶναι ὁμογενές.

Ἐνα μαγνητικὸν κύκλωμα, τὸ δποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ κλει-
στὸν σιδηροῦν πυρῆνα, κατεσκευασμένον ἀπὸ ὁμογενὲς ὅλικὸν μὲ
ἐνιαὶαν διατομήν, γύρω εἰς τὸ δποῖον εἶναι τυλιγμένον κανονικῶς
πηγίον, δημιάζεται ὁμογενὲς μαγνητικὸν κύκλωμα. Σιδηροῦς δα-
κτύλιος π.χ., μαζὶ μὲ τὸ δακτυλιοειδὲς πηγίον, ποὺ τὸν περιβάλ-
λει (σχ. 21·3 α), ἀποτελεῖ ἕνα ἀπλοῦν ὁμογενὲς μαγνητικὸν κύ-
κλωμα.

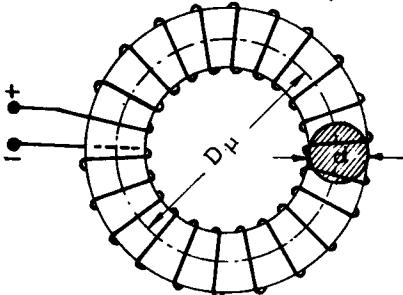
Τὸ πηγίον δημιουργεῖ ἐντὸς αὐτοῦ, δταν διαρρέεται ὑπὸ ρεύ-
ματος ἐντάσεως I ἀμπέρ, μίαν μαγνητίζουσαν δύναμιν ἐντάσεως:

$$H = \frac{1,25 NI}{l} = \frac{1,25 NI}{\pi D_u} \text{ ἐρστέντ.}$$

Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασίν της, δ σιδηροῦς δακτύλιος μαγνητίζεται.
Ἡ ἐντασίς B τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς αὐτοῦ ἔχει τιμήν:

$$B = \mu H = \mu \frac{1,25 NI}{l} \text{ γχάους.}$$

Ἐστω $F \text{ cm}^2$ ἡ διατομὴ τοῦ διακτυλίου. Ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου αὐτῆς ἔχει τιμὴν $\Phi = BF = \mu \frac{1,25 NI}{l} \cdot F$ μάξγουελ.



Σχ. 21·3 α.

Ἡ τιμὴ αὐτὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς δύναται προφανῶς ὥντας γραφῆ καὶ ὡς ἔξης:

$$\Phi = \frac{1,25 NI}{\mu F} .$$

Οἱ ἀνωτέρω τύποις εἰναι ἀνάλογοις τοῦ τύπου τοῦ "Ωμ" διὰ κλειστὸν ἡλεκτρικὸν κύκλωμα, δηλαδή:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E}{l \times S} .$$

Λόγω τῆς ἀναλογίας αὐτῆς, δύνομάζομε:

α) Τὸν ἀριθμητὴν $1,25 NI$ τοῦ τύπου μαγνητεγερτικὴν δύναμιν, τὴν ὄποιαν παριστάνομε μὲ τὸ γράμμα F .

β) Τὸν παρονομαστὴν $\frac{l}{\mu F}$ τοῦ ἴδιου τύπου, μαγνητικὴν ἀντίστασιν τοῦ κυκλώματος, τὴν ὄποιαν παριστάνομε μὲ τὸ γράμμα R .

Ἐπομένως, διὰ τὸ ἀπλοῦν μαγνητικὸν κύκλωμα τοῦ σχήματος 21·3 α:

$$\Phi = \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{R}} = \frac{1,25 \text{ NI}}{l} = \frac{\text{μαγνητεγερτική δύναμις}}{\text{μαγνητική άντιστασις}}.$$

Γνωρίζομε ότι εἰς ἕνα ηλεκτρικὸν κύκλωμα, ή ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις εἶναι ή αἱτία, ή δποία προκαλεῖ τὴν κυκλοφορίαν ηλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μέσου αὐτοῦ. Κατὰ παρόμοιον τρόπον, εἰς τὸ μαγνητικὸν κύκλωμα, ή μαγνητεγερτικὴ δύναμις εἶναι ή αἱτία, ή δποία δημιουργεῖ μαγνητικὴν ροήν διὰ μέσου τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος.

Όπως εἰς ἕνα ηλεκτρικὸν κύκλωμα ή ὡμική του ἀντίστασις περιορίζει, ἀναλόγως τῆς τιμῆς της, τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, ποὺ τὸ διαρρέει, ἔτοι καὶ εἰς ἕνα μαγνητικὸν κύκλωμα, ή μαγνητική του ἀντίστασις περιορίζει τὴν μαγνητικὴν ροήν διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος.

Απὸ τοὺς δρισμοὺς τῆς μαγνητεγερτικῆς δυνάμεως καὶ τῆς μαγνητικῆς ἀντίστάσεως προκύπτει ὅτι: α) Ἡ μαγνητεγερτικὴ δύναμις $\mathcal{F} = 1,25 \text{ NI}$ εἶναι 1,25 φορᾶς μεγαλυτέρα ἀπὸ τὰ ἀμπερελίγματα NI τοῦ πηγίου διεγέρεως. β) Ἡ μαγνητικὴ ἀντίστασις $\mathcal{R} = \frac{l}{\mu F}$ διμογενοῦς μαγνητικοῦ κυκλώματος εἶναι ἀνάλογος τοῦ μήκους l τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς του καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῆς διαπερατότητος μ τοῦ πυρῆνος ἐπὶ τὴν διατομήν του F .

Ἡ μαγνητεγερτικὴ δύναμις μετρεῖται εἰς μονάδας γκίλμπερτ (Gilbert). Αφοῦ $\mathcal{F} = 1,25 \text{ NI}$, ἐπειταὶ ὅτι $\text{NI} = \frac{\mathcal{F}}{1,25}$. Επομένως ἐνα γκίλμπερτ ($\mathcal{F} = 1$) εἶναι ἵσον πρὸς $\text{NI} = \frac{1}{1,25} = 0,8 \text{ At}$, δηλαδή:

$$1 \text{ γκίλμπερτ} = 0,8 \text{ At} \text{ καὶ } \text{ἀντιστρόφως}$$

$$1 \text{ At} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ γκίλμπερτ.}$$

Ως μονάδας μαγνητικῆς ἀντίστάσεως λαμβάνεται: ἥ ἀντίστασις

τημήματος κυκλώματος, τὸ δποῖον ἔχει μῆκος $l = 1 \text{ cm}$, διατομὴν $F = 1 \text{ cm}^2$ καὶ διαπερατότητα $\mu = 1$. Ἡ μονὰς μαγνητικῆς ἀντιστάσεως δὲν ἔχει ἴδιαιτέραν δύομασίαν.

Παράδειγμα 1.

Ἡ διάμετρος δ τῆς διατομῆς τοῦ δακτυλίου ἀπὸ σφυρήλατον σιδηρον, ποὺ εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα $21 \cdot 3 \alpha$, εἶναι 40 mm . Ἡ μέση διάμετρος τοῦ δακτυλίου εἶναι $D_\mu = 250 \text{ mm}$. Θέλομε νὰ ἐπιτύχωμε διὰ μέσου αὐτοῦ μαγνητικὴν ροὴν $\Phi = 200\,960 \text{ μάξ-γουελ}$.

Ζητοῦνται : 1ον) Ἡ ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πυρῆνος. 2ον) Ἡ μαγνητικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος. 3ον) Ἡ ἀπαιτουμένη μαγνητεγερτικὴ δύναμις. 4ον) Τὰ ἀπαιτούμενα ἀμπερελίγματα. 5ον) Ἡ ἀπαιτουμένη ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ πηγίου, ἢν αὗτὸς ἀποτελῆται ἀπὸ 800 σπείρας.

Δύσις.

$$d = 40 \text{ mm} = 4 \text{ cm}, D_\mu = 250 \text{ mm} = 25 \text{ cm}.$$

$$\Phi = 200\,960 \text{ μάξγουελ}, 1\text{oν)} B; 2\text{oν)} \frac{l}{\mu F};, 3\text{oν)} 1,25 \text{ N I}; 4\text{oν)} N I;,$$

$$5\text{oν)} I;, δταν N = 800 \text{ σπείραι};$$

$$1\text{oν)} B = \frac{\Phi}{F}. \text{ Άφοσ } F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 4^2}{4} = 3,14 \times 4 = 12,56 \text{ cm}^2,$$

ἔπειται δτι :

$$B = \frac{\Phi}{F} = \frac{200\,960}{12,56} = 16\,000 \text{ γκάους}.$$

2ον) Διὰ νὰ εὑρεθῇ ἡ τιμὴ τῆς μαγνητικῆς ἀντιστάσεως $\frac{l}{\mu F}$, πρέπει νὰ καθορίσωμε τὰς τιμὰς τῶν l καὶ μ .

$$l = \pi D_\mu = 3,14 \times 25 = 78,5 \text{ cm}.$$

Διὰ νὰ εῦρωμε τὴν τιμὴν τῆς διαπερατότητος μ, προστρέχομε εἰς τὸν Πίνακα 4. Διὰ τὸν σφυρήλατον σῖδηρον, εἰς τιμὴν $B = 16\,000$ γκάους, ἀντιστοιχεῖ τιμὴ $\mu = 196$. Ἀρα:

$$\frac{l}{\mu F} = \frac{78,5}{196 \times 12,56} = 0,031\,88 \text{ μονάδες μαγνητικῆς ἀντιστάσεως.}$$

$$\text{3ον) } \text{Απὸ τὴν σχέσιν } \Phi = \frac{1,25 NI}{l} \text{ προκύπτει ὅτι}$$

$$1,25 NI = \Phi \frac{l}{\mu F} = 200\,960 \times 0,03188 \simeq 6\,407 \text{ γκλιμπερτ.}$$

Τὴν τιμὴν αὐτὴν ἡμποροῦμε νὰ εῦρωμε καὶ μὲ ἄλλον συντομάτερον τρόπον, χωρὶς δηλαδὴ νὰ ὑπολογίσωμε τὴν μαγνητικὴν ἀντίστασιν.

Καθορίζομε ὡς ἀνωτέρω τὰς τιμὰς τῶν l καὶ μ . Ἀπὸ τὴν σχέσιν $\Phi = \frac{1,25 NI}{l}$ προκύπτει ὅτι $1,25 NI = \frac{\Phi l}{\mu F}$.

Ἐπειδὴ ὅμως $\frac{\Phi}{F} = B$, ἔπειται ὅτι:

$$1,25 NI = B \frac{l}{\mu} = 16\,000 \times \frac{78,5}{196} = 6\,408 \text{ γκλιμπερτ.}$$

4ον) Ἐφοῦ $1,25 NI = 6\,408$ γκλιμπερτ, ἔπειται ὅτι:

$$NI = \frac{6\,408}{1,25} = 5\,126,4 \text{ At.}$$

5ον) Ἐφοῦ $NI = 5\,126,4$ At καὶ $N = 800$ σπεῖραι, ἔπειται ὅτι:

$$I = \frac{5\,126,4}{N} = \frac{5\,126,4}{800} = 6,41 \text{ A.}$$

Παράδειγμα 2.

Εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα μᾶς ἐδόθη ἡ τιμὴ τῆς μαγνητικῆς ροής καὶ ἐζητεῖτο ἡ τιμὴ τῆς μαγνητεγερτικῆς δύναμεως, διὰ νὰ ἐπιτύχωμε τὴν μαγνητικὴν αὐτὴν ροήν.

Όταν τὸ κύκλωμα εἶναι διμογενές, ἔχομε ἀντιστρόφως τὴν δυνατότητα, ἐὰν γνωρίζωμε τὴν μαγνητεγερτικὴν δύναμιν ἢ τὰ ἀμπερελίγματα τοῦ κυκλώματος, νὰ ὑπολογίσωμε τὴν τιμὴν τῆς μαγνητικῆς ροῆς. Μὲ βάσιν τὰ στοιχεῖα αὐτά, εὑρίσκομε τὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ παράγεται ὑπὸ τοῦ πηνίου διεγέρσεως. Εἰς τὸ μαγνητικὸν κύκλωμα τοῦ προγρωμένου παραδείγματος 1 ἔχομε:

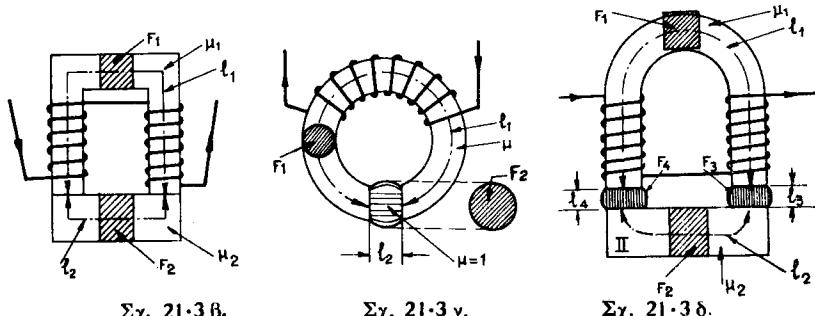
$$H = \frac{1,25 NI}{l} = \frac{6\,408}{78,5} = 81,6 \text{ ἐρτέντ.}$$

Διὰ τὸν σφυρήλατον αἰδηρὸν (Πίναξ 4), εἰς ἔντασιν μαγνητικοῦ πεδίου $H = 81,6$ ἐρτέντ, ἀντιστοιχεῖ περίπου ἔντασις μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς $B = 16\,000$ γκάους. "Αρα:

$$\Phi = B F = 16\,000 \times 12,56 = 200\,960 \text{ μάξγουελ.}$$

2) Τὸ μαγνητικὸν κύκλωμα εἶναι ἐν σειρᾷ.

Πολλὰ μαγνητικὰ κυκλώματα, τὰ ὅποια συναντοῦμε εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς μηχανὰς καὶ συσκευάς, δὲν εἶναι διμογενῆ. Αὐτὰ ἀποτελοῦνται εἴτε ἀπὸ τμῆματα διαφόρου διατομῆς εἴτε ἀπὸ διάφορα σιδηρομαγνητικὰ ὄλικὰ (σχ. 21·3 β), εἴτε παρουσιάζουν διακοπάς, αἱ δοποῖαι δινομάζονται διάκενα δέγκος ἢ ἀπλῆς διάκενα (σχ.



21·3 γ), εἴτε παρουσιάζουν διάκενα καὶ ἀποτελοῦνται συγχρόνως ἀπὸ σιδηρᾶ τμῆματα διαφόρων διατομῶν (σχ. 21·3 δ).

Διὰ νὰ δημιουργηθῇ εἰς τὰ κυκλώματα αὐτὰ μαγνητική ροή ὥριζεινης τιμῆς, πρέπει ἡ μαγνητεγερτική, δύναμις νὰ ὑπερνικήσῃ, τὰς μαγνητικὰς ἀντιστάσεις τῶν διαφόρων αὐτῶν τμημάτων. "Οπως εἰς ἕνα ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ἐν σειρᾷ τὸ ρεῦμα συναντᾷ διαδικασίας κατὰ τὴν κυκλοφορίαν του τὰς ἀντιστάσεις δλων τῶν καταναλωτῶν, ἔτσι καὶ εἰς οἰονδήποτε ἀπὸ τὰ ἀνωτέρω κυκλώματα ἡ μαγνητική ροή συναντᾶ διαδικασίας τὰς μαγνητικὰς ἀντιστάσεις τῶν διαφόρων τμημάτων του κυκλώματος. Τὸ μαγνητικὸν κύκλωμα εἶναι ἐπομένως κύκλωμα ἐν σειρᾷ καὶ ἡ συνολική μαγνητική ἀντίστασίς του εἶναι ἵση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν μαγνητικῶν ἀντιστάσεων τῶν διαφόρων του τμημάτων.

Εἰς ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ἐν σειρᾷ γνωρίζομε ὅτι ἡ ἀντίστασίς κάθε ἐνὸς ἀπὸ τὰ ἐν σειρᾷ συνδεδεμένα τμήματά του εἶναι $\frac{l}{\kappa S}$, ὅπου l εἶναι τὸ μῆκος τοῦ τμήματος, S ἡ διατομή του καὶ κ ἡ εἰδικὴ ἀγωγιμότης τοῦ ὑλικοῦ, ἀπὸ τὸ ὅποῖον εἶναι κατεσκευασμένον. Ἐπίσης, εἰς ἕνα μαγνητικὸν κύκλωμα ἡ ἀντίστασίς του κάθε ἐνὸς ἀπὸ τὰ τμήματά του, τὰ ὅποια ἀποτελοῦνται ἀπὸ διιργενὲς ὑλικὸν μὲ ἐνιαίαν διατομήν, εἶναι $\frac{l}{\mu F}$, ὅπου:

l εἶναι εἰς cm, τὸ μῆκος τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς τοῦ τμήματος,

F εἶναι, εἰς cm^2 , ἡ διατομή τοῦ τμήματος.

μ' εἶναι ἡ διαπερατότης τοῦ ὑλικοῦ, ἀπὸ τὸ ὅποῖον εἶναι κατεσκευασμένον. Τὰ διάκενα, διὰ τὰ ὅποια $\mu = 1$, παρουσιάζουν ἀντίστασιν $\frac{l}{F}$. Αἱ μαγνητικαὶ ἀντιστάσεις π.χ. τῶν διαφόρων τμημάτων τοῦ κυκλώματος, ποὺ παριστάνεται εἰς τὸ σχῆμα 21·3 δ, εἶναι:

$$\mathcal{R}_1 = \frac{l_1}{\mu_1 F_1}, \quad \mathcal{R}_2 = \frac{l_2}{\mu_2 F_2}, \quad \mathcal{R}_3 = \frac{l_3}{F_3} \quad \text{καὶ} \quad \mathcal{R}_4 = \frac{l_4}{F_4}.$$

Τὸ κύκλωμα ἔχει ἐπομένως συνολικήν ἀντίστασιν:

$$\mathcal{R} = \mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_2 + \mathcal{R}_3 + \mathcal{R}_4 = \frac{l_1}{\mu_1 F_1} + \frac{l_2}{\mu_2 F_2} + \frac{l_3}{F_3} + \frac{l_4}{F_4}.$$

Όπως, εἰς κλειστὸν ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ἐν σειρᾶ, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἵση πρὸς τὸ πηλίκον τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως διὰ τῆς συνολικῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος, ἔτοι καὶ εἰς ἕνα μαγνητικὸν κύκλωμα ἐν σειρᾶ, ἡ μαγνητικὴ ροὴ εἶναι ἵση πρὸς τὸ πηλίκον τῆς μαγνητεγερτικῆς δυνάμεως διὰ τῆς συνολικῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος:

$$\Phi = \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{R}} = \frac{1,25 \text{ NI}}{\frac{l_1}{\mu_1 F_1} + \frac{l_2}{\mu_2 F_2} + \frac{l_3}{F_3} + \frac{l_4}{F_4}}. \quad (19)$$

Αὐτὴ εἶναι ἡ διατύπωσις τοῦ νόμου τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος, ὅταν αὐτὸς εἶναι ἐν σειρᾶ.

Οταν τὸ μαγνητικὸν κύκλωμα εἶναι ὅμογενές, ἡ ἀντίστασίς του εἶναι $\frac{l}{\mu F}$. Επομένως $\Phi = \frac{1,25 \text{ NI}}{l}$. Επανευρίσκομε

δηλαδὴ τὸν τύπον τῆς ἀρχῆς τῆς παραγράφου.

Εἰς τὸν τύπον (19):

Φ εἶναι ἡ μαγνητικὴ ροή, εἰς μάξησον, διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος.

ΝΙ εἶναι τὰ ἀμπερελίγματα τοῦ πηγέου διεγέρσεως.

l_1, l_2, l_3, \dots εἶναι τὰ μήκη, εἰς cm, τῶν μέσων μαγνητικῶν γραμμῶν τῶν διαφόρων τμημάτων τοῦ κυκλώματος.

F_1, F_2, F_3, \dots εἶναι αἱ διατομαὶ, εἰς cm^2 , τῶν ἀντιστοίχων τμημάτων.

$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots$ εἶναι ἡ διαπερατήτης τῶν τμημάτων αὐτῶν.

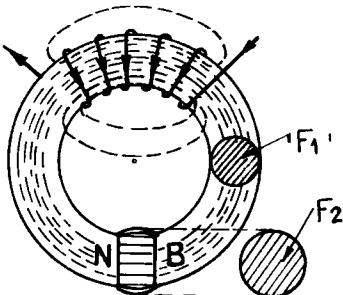
α) Οταν, δπως εἰς τὸ κύκλωμα, τὸ δποῖον παριστάνεται εἰς τὸ σχῆμα 21·3γ, τὸ πηγέον διεγέρσεως περιβάλλῃ ἕνα τμῆμα μόνον τοῦ πυρῆγος, ὁ νόμος τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος ἐφαρμόζεται δπως ἀν τὸ πηγέον περιένθαλε δλόκληρον τὸ κύκλωμα. Τοῦτο δφείλεται εἰς τὸ γεγο-

νός δτι ο πυρήνη παρουσιάζει μαγνητικήν άντιστασιγ, εις τήν διέλευσιν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, πολὺ μικροτέραν τῆς άντιστάσεως, τήν δποίαν παρουσιάζει ο ἀήρ, ποὺ περιβάλλει τὸ κύκλωμα. Ἐτοι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ, ἐπειδὴ ἀκολουθοῦν τὸν δρόμον ποὺ παρουσιάζει μικροτέραν ἀντιστασιγ, διέρχονται κυρίως, διὰ μέσου τοῦ πυρῆνος. Ἐπομένως τὰ διάφορα μήκη l_1, l_2, l_3, \dots τῆς διαδρομῆς τῶν εἰναι; Ταὶ διαδρομῆς τῶν μήκη τῶν ἀντιστοίχων τμημάτων τοῦ κυκλώματος καὶ δισχετα πρὸς τὸ μῆκος τοῦ πγνίου.

β) Μόνον εἰς τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν δποίαν ή μαγνητισις τοῦ πυρῆνος προσεγγίζει πρὸς τὸν μαγνητικὸν κόρον (παρ. 19·13), ώρισμέναι μαγνητικαὶ γραμμαὶ δὲν ἀκολουθοῦν τὸν πυρῆνα καθ' ὅλον τὸ μῆκος του, ἀλλὰ κλείονται διὰ τοῦ ἀέρος, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 21·3 ε.

Ἡ ἐκτροπὴ μέρους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν μαγνητικοῦ κυκλώματος εἰς τὸν ἀέρα, ποὺ τὸ περιβάλλει, δνομάζεται μαγνητικὴ σκέδασις.

γ) Σκέδασις παρατηρεῖται ἐπίσης εἰς τὰ διάκενα (σχ. 21·3 ε).



Σχ. 21·3 ε.

Αὐτὸ σημαίνει δτι ώρισμέναι μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ διακένου δὲν μεταβαίνουν κατ' εύθειαν γραμμὴν ἀπὸ τὸν βόρειον πόλον πρὸς τὸν νότιον, ἀλλὰ ἔξαπλωνται εἰς τὸν γύρω ἀέρα (σχ. 21·3 ε). Λόγω τῆς σκέδασεως αὐτῆς, η διατομὴ διακένου, δηλαδὴ η ἐπιφάνεια F_2 , διὰ μέσου τῆς δποίας διέρχονται αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ, εἰναι; μεγαλυτέρα τῆς διατομῆς F_1 τοῦ πυρῆνος.

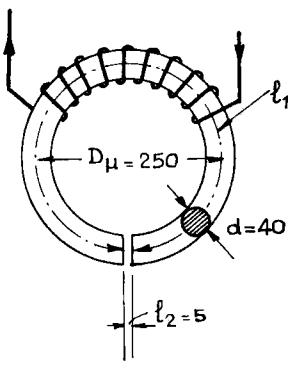
δ) Ἡ διέγερσις τοῦ κυκλώματος δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ μὲ δύο πηγία, τὰ δποία συνδέονται ἐν σειρᾶ, δπως φαίνεται εἰς τὰ σχήματα

21·3β καὶ 21·3δ, ἡ ἐν παραλλήλῳ. Πρέπει δημοσίᾳ τὰ πηγία αὐτὰ νὰ δημιουργοῦν μαγνητικὰ πεδία τῆς ιδίας φορᾶς. Τὰ ἀμπερελίγματα τοῦ κυκλώματος εἶναι τότε ίσα πρὸς τὸ ἀθροισμα τῶν ἀμπερελιγμάτων τῶν πηγῶν.

Παραθέτομε κατωτέρῳ παραδείγματα ἐφαρμογῆς τοῦ νόμου τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος.

Παράδειγμα 3.

Ἡ διάμετρος τῆς διατομῆς δακτυλίου ἀπὸ σφυρήλατον σίδηρον εἶναι: 40 mm (σχ. 21·3ζ), ἡ δὲ μέση διάμετρος του εἶναι



Σχ. 21·3ζ.

250 mm. Ο δακτύλιος ἔχει διάκενον 5 mm. Θέλομε νὰ ἐπιτύχωμε, διὰ μέσου αὐτοῦ, μαγνητικὴν ροήν 200 960 μάξιμουελ.

Ζητοῦνται: 1ον) Ἡ ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ κυκλώματος. 2ον) Ἡ ἀπαιτουμένη μαγνητεγερτικὴ δύναμις, διὰ νὰ ἐπιτύχωμε τὴν ἀνωτέρῳ μαγνητικὴν ροήν. 3ον) Τὰ ἀπαιτούμενα ἀμπερελίγματα. 4ον) Ἡ ἀπαιτουμένη ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ πηγῶν διεγέρσεως, ἢν τοῦτο ἀποτελῆται ἀπὸ 800 σπείρας.

Θὰ μποθέσωμε ὅτι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ δὲν ὑφίστανται

σκέδασιν εἰς τὸ διάκενον καὶ ἐπομένως ὅτι ἡ διατομὴ F τοῦ διακένου εἶναι ἵση μὲ τὴν διατομὴν τοῦ πυρῆνος.

Λύσις.

$$d = 40 \text{ mm} = 4 \text{ cm}, D_\mu = 250 \text{ mm} = 25 \text{ cm}, l_2 = 5 \text{ mm} = 0,5 \text{ cm},$$

$$\Phi = 200\,960 \text{ μάζηουελ, } 1\text{ον) } B; 2\text{ον) } 1,25 \text{ NI;}$$

$$3\text{ον) } N I; 4\text{ον) } I; \text{ διαν } N = 800 \text{ σπεῖραι;}$$

$$1\text{ον) } B = \frac{\Phi}{F}. \text{ Δεδομένου } \text{ὅτι } F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 4^2}{4} =$$

$$3,14 \times 4 = 12,56 \text{ cm}^2, \text{ προκύπτει } \text{ὅτι: } B = \frac{\Phi}{F} = \frac{200\,960}{12,56} =$$

16 000 γκάους τόσον εἰς τὸν πυρῆνα, ὃσον καὶ εἰς τὸ διάκενον.

2^{ον}) Ἐπὸ τὸν νόμον τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος

$$\Phi = \frac{1,25 \text{ NI}}{\frac{l_1}{\mu F} + \frac{l_2}{F}} \text{ προκύπτει } \text{ὅτι:}$$

$$1,25 \text{ NI} = \frac{\Phi}{F} \left(\frac{l_1}{\mu} + l_2 \right) = B \left(\frac{l_1}{\mu} + l_2 \right).$$

Εἰς τὴν σχέσιν αὐτήν:

$$\alpha) l_1 = \pi D_\mu - l_2 = 3,14 \times 25 - 0,5 = 78,5 - 0,5 = 78 \text{ cm.}$$

β) Διὰ νὰ εῦρωμε τὴν τιμὴν τῆς μ , προστρέχομε εἰς τὸν Πίνακα 4. Διὰ τὸν σφυρῆλατον σδημορού, εἰς τιμὴν $B = 16\,000$ γκάους, ἀντιστοιχεῖ $\mu = 196$. Ἐπομένως:

$$1,25 \text{ NI} = 16\,000 \left(\frac{78}{196} + 0,5 \right) = 16\,000 \cdot \frac{78 + 98}{196} =$$

$$16\,000 \cdot \frac{176}{196} = 14\,367 \text{ γκλημπερτ.}$$

3^{ον}) Ἐφοῦ $F = 1,25 \text{ NI} = 14\,367 \text{ γκλημπερτ, } \text{ἔπειται } \text{ὅτι:}$

$$NI = \frac{14\,367}{1,25} = 11\,493,6 \text{ At.}$$

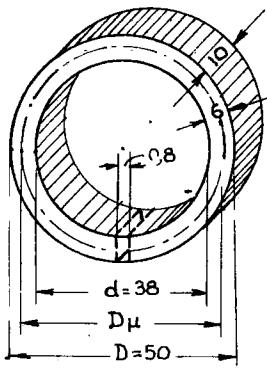
4^{ον}) Ἐφοῦ $NI = 11\,493,6 \text{ At}$ καὶ $N = 800 \text{ σπεῖραι, } \text{ἔπειται } \text{ὅτι:}$

‘Ηλεκτρολογία B’

$$I = \frac{11\ 493,6}{N} = \frac{11\ 493,6}{800} = 14,36 \text{ A.}$$

Παράδειγμα 4.

Δακτύλιος ἀπὸ σφυρήλατον σίδηρον ὀρθογωνίου διατομῆς (σχ. 21·3 η) ἔχει ἐσωτερικὴν διάμετρον 38 cm, ἐξωτερικὴν 50



Σχ. 21·3 η.

cm καὶ πλάτος 10 cm. Ο δακτύλιος φέρει 600 σπείρας, τὰς ὁποίας διαρρέει ρεῦμα ἐντάσεως 5 ἀμπέρ.

Ζητοῦνται:

- 1ον) Ἡ τιμὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς διὰ μέσου τοῦ δακτυλίου.
- 2ον) Ἡ ἀπαιτουμένη ἐντασίς τοῦ ρεύματος, διὰ νὰ δημιουργηθῇ μαγνητικὴ ἐπαγωγὴ ἐντάσεως 12 000 γκάους ἐντὸς τοῦ δακτυλίου.
- 3ον) Ἡ ἀπαιτουμένη ἐντασίς τοῦ ρεύματος, διὰ νὰ δημιουργηθῇ μαγνητικὴ ἐπαγωγή, ἡ ὁποία νὰ ἔχῃ τὴν ἰδίαν ἐντασίν, ἐὰν ὁ δακτύλιος διακόπτεται ἀπὸ ἕνα διάκενον μήκους 8 mm.

Λύσις.

$$d = 38 \text{ cm}, D = 50 \text{ cm}, \text{πλάτος} = 10 \text{ cm}, N = 600, I = 5 \text{ A},$$

- 1ον) Φ ; 2ον) I ; δταν $B = 12\ 000$ γκάους. 3ον) I ; δταν $B = 12\ 000$ γκάους καὶ ὁ δακτύλιος διακόπτεται ἀπὸ διάκενον 8 mm.

1ον) Η διάμετρος της μέσης μαγνητικής γραμμής είναι:

$$D_{\mu} = \frac{D + d}{2} = \frac{50 + 38}{2} = \frac{88}{2} = 44 \text{ cm}$$

και τὸ μῆκος της:

$$l = \pi D_{\mu} = 3,14 \times 44 = 138,16 \text{ cm.}$$

Η ἔντασις του μαγνητικού πεδίου, ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ τὸ πηνίον διεγέρσεως, ἔχει τιμὴν:

$$H = \frac{1,25 NI}{l} = \frac{1,25 \times 600 \times 5}{138,16} = 27,14 \text{ έρστέντ.}$$

Απὸ τὰς καμπύλας μαγνητίσεως τοῦ σχήματος $19 \cdot 14$ α προκύπτει ὅτι, διὰ τὸν σφυρήλαχτον σῶματος (καμπύλη B), εἰς τιμὴν $H = 27,14$ έρστέντ, ἀντιστοιχεῖ $B = 14\,600$ γκάσους.

Δεδομένου ὅτι ἡ διατομὴ τοῦ πυρῆνος είναι $F = 6 \times 10 = 60 \text{ cm}^2$, ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τοῦ πυρῆνος ἔχει τιμὴν:

$$\Phi = B F = 14\,600 \times 60 = 876\,000 \text{ μάξγουελ.}$$

2ον) Η ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πυρῆνος πρέπει νὰ είναι $B = 12\,000$ γκάσους. Εἰς τὴν τιμὴν αὐτὴν ἀντιστοιχεῖ $H = 7,85$ έρστὲντ (Πίναξ 4, σφυρήλαχτος σῶματος).

Απὸ τὴν σχέσιν $H = \frac{1,25 NI}{l}$ προκύπτει ὅτι:

$$I = \frac{H l}{1,25 N} = \frac{7,85 \times 138,16}{1,25 \times 600} = 1,446 \text{ A.}$$

3ον) Η ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πυρῆνος καὶ τοῦ διακένου πρέπει νὰ είναι καὶ πάλιν $B = 12\,000$ γκάσους. Τὸ μῆκος τοῦ διακένου είναι $l_2 = 8 \text{ mm} = 0,8 \text{ cm}$. Αρχ τὸ μῆκος τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς τοῦ πυρῆνος είναι:

$$l_1 = l - l_2 = 138,16 - 0,8 = 137,36 \text{ cm.}$$

Τοιοθέτομε ὅτι ἡ σκέδασις εἰς τὸ διάκενον είναι ἀμελητέα, ἀρα ὅτι ἡ διατομὴ του F είναι ἵση πρὸς τὴν διατομὴν τοῦ πυρῆνος, δηλαδὴ ὅτι $F = 60 \text{ cm}^2$.

Ἄπὸ τὴν σχέσιν (19) $\Phi = -\frac{1,25 NI}{l_1 + \frac{l_2}{\mu F}}$ προκύπτει δτι:

$$1,25 NI = \frac{\Phi}{F} \left(\frac{l_1}{\mu} + l_2 \right) = B \left(\frac{l_1}{\mu} + l_2 \right), \text{ καὶ ἐπομένως δτι:}$$

$$I = \frac{B \left(\frac{l_1}{\mu} + l_2 \right)}{1,25 N}.$$

Δεδομένου δτι εἰς $B = 12\,000$ γκάους ἀντιστοιχεῖ $\mu = 1\,530$ (Πίναξ 4), ἔπειται δτι:

$$I = \frac{12\,000 \left(\frac{137,36}{1\,530} + 0,8 \right)}{1,25 \times 600} = 14,23 \text{ A.}$$

Ἄπὸ τὸ ἀνωτέρῳ παράδειγμα ἐξάγεται τὸ ἔξηγος συμπέρασμα, ὃς πρὸς τὴν ἐπίδρασιν τῶν διακένων.

Διὰ νὰ ἐπιτύχωμε ἔντασιν μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς $B = 12\,000$ γκάους, δηλαδὴ μαγνητικὴν ροήν $\Phi = B F = 12\,000 \times 60 = 720\,000$ μάξγουελ, διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος χωρὶς διάκενον, πρέπει αἱ 600 σπεῖραι τοῦ πηγίου διεγέρσεως νὰ διαρρέωνται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 1,446 A. Πρέπει δηλαδὴ ἡ μαγνητεγρητικὴ δύναμις, ἡ ὅποια δρᾶ εἰς τὸ κύκλωμα, νὰ ἔχῃ τιμὴν $1,25 NI = 1,25 \times 600 \times 1,446 = 1\,084,5$ γκλίμπερτ. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμε τὴν ἰδίαν μαγνητικὴν ροήν, δταν τὸ κύκλωμα διακόπεται ἀπὸ ἕνα διάκενον 0,8 cm, ἀπαιτοῦνται $1,25 NI = 1,25 \times 600 \times 14,23 = 10\,672,5$ γκλίμπερτ. Διατί συμβαίνει αὐτό; Ἡ ἀπάντησις εἶναι ἀπλῆ:

α) Τὸ κύκλωμα χωρὶς διάκενον παρευσιάζει μαγνητικὴν ἀντίστασιν $R = \frac{l}{\mu F} = \frac{138,16}{1\,530 \times 60} = 0,001\,505$ μονάδες μαγνητικῆς ἀντιστάσεως. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμε μαγνητικὴν ροήν $\Phi = 720\,000$ μάξγουελ, πρέπει ἀπὸ τὴν σχέσιν:

$$\Phi = \frac{1,25 \text{ NI}}{\mu F} = \frac{1,25 \text{ NI}}{\mathcal{R}}$$

ή μαγνητεγερτική δύναμις νά είναι:

$$1,25 \text{ NI} = \Phi \cdot \mathcal{R} = 720000 \times 0,001505 = 1083 \text{ γκίλμπερτ.}$$

Τήν τιμήν αύτήν εύρήκαμε άνωτέρω μὲ ἄλλον τρόπον.

β) Εἰς τὸ κύκλωμα μὲ διάκενον, ή ἀντίστασις \mathcal{R}_1 τοῦ πυρῆνος είναι $\mathcal{R}_1 = \frac{l_1}{\mu F} = \frac{137,36}{1530 \times 60} = 0,001496$ μονάδες μαγνητικῆς ἀντίστάσεως, ή δὲ τοῦ διακένου είναι $\mathcal{R}_2 = \frac{l_2}{F_2} = \frac{0,8}{60} = 0,013333$ μονάδες.

Ἐνῷ ἔπομένως ὁ πυρὴν μήκους 137,36 cm παρουσιάζει ἀντίστασιν 0,001496 μονάδων, τὸ διάκενον, μήκους μόνον 0,8 cm, παρουσιάζει ἀντίστασιν 0,013333 μονάδων, δηλαδὴ περίπου ἑννεαπλασίαν τῆς τοῦ πυρῆνος. Ἡ συνολικὴ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος μὲ διάκενον είναι ἔπομένως:

$$\mathcal{R} = \mathcal{R}_1 + \mathcal{R}_2 = 0,001496 + 0,013333 = 0,014829 \text{ μονάδες.}$$

Ἡ ἀπαιτουμένη μαγνητεγερτική δύναμις ἔχει ἔπομένως τιμήν:

$$1,25 \text{ NI} = \Phi \cdot \mathcal{R} = 720000 \times 0,014829 = 10676 \text{ γκίλμπερτ,}$$

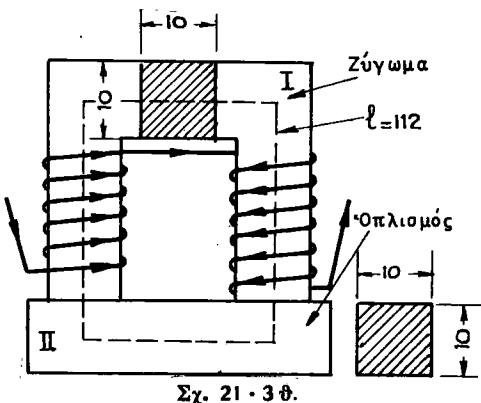
τὴν δόπιαν εύρηκαμε καὶ ἀνωτέρω. Ἀπὸ δλα αὐτὰ προκύπτει διτι:

Τὰ διάκενα, ἔστω καὶ ἀν ἔχουν ἐλάχιστον μῆκος, παρουσιάζουν μεγάλην μαγνητικὴν ἀντίστασιν. Πρόπει ἔπομένως νὰ καταβάλλεται ἴδιαιτέρα μέριμνα, διὰ νὰ περιορίζωνται εἰς τὸ ἐλάχιστον, ὅταν δὲν είναι ἀπαραίτητα διὰ λόγους κατασκεναστικοὺς καὶ λειτουργίας τῶν μηχανῶν καὶ συσκευῶν.

Παράδειγμα 5.

Τὸ παράδειγμα αὐτὸ θὰ μᾶς χρησιμεύσῃ ὡς εἰσαγωγὴ εἰς τὰς ἔπομένας παραγράφους 21·4 καὶ 21·5. Ἐπομένως πρέπει νὰ τὸ προσέξωμε πολύ.

Τὸ ζύγωμα I καὶ δ ὅπλισμὸς II, τὰ δποῖα παριστάνονται εἰς τὸ σχῆμα 21·3θ εἰναι κατεσκευασμένα ἀπὸ σφυρήλατον σίδηρον, μὲν ἔνιαί των διατομὴν $F = 10 \times 10 = 100 \text{ cm}^2$.



Σχ. 21·3θ.

Τὸ μῆκος τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς τῶν εἶναι $l = 112$ cm. Τὰ σκέλη τοῦ ζυγώματος φέρουν ἐν συνδλῳ 1 232 σπείρας, τὰς δποῖας διαρρέει ρεῦμα ἐντάσεως 2 ἀμπέρ. Υποθέτομε δτὶ αἱ ἐν ἐπαφῇ ἐπιφάνειαι τοῦ ζυγώματος καὶ τοῦ ὅπλισμοῦ εἶναι τελείως ἐπίπεδοι καὶ δτὶ ἐπομένως δὲν δημιουργεῖται διάκενον μεταξύ τῶν.

Ζητοῦνται : 1ον) Ἡ τιμὴ τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγγῆς ἐντὸς τῶν σιδηρῶν μαζῶν τοῦ κυκλώματος. 2ον) Ἡ ἀπαιτούμενη ἐντασίας τοῦ ρεύματος, διὰ μέσου τῶν πηγῶν διεγέρσεως, δταν ἀπομακρύνωμε τὸν ὅπλισμὸν ἀπὸ τὸ ζύγωμα καὶ τὸν συγκρατοῦμε εἰς ἀπόστασιν 2 mπ ἀπὸ αὐτό, προκειμένου ἡ ἐντασίας τῆς μαγνητικῆς ἐπαγγῆς ἐντὸς τοῦ κυκλώματος νὰ λάβῃ τιμὴν 7 000 γκάους. Υποθέτομε δτὶ, λόγω τοῦ μικροῦ μῆκους τῶν διακένων, ἡ σκέδασίς εἰς αὐτὰ εἶναι ἀμελητέα.

Λύσις.

$$F = 100 \text{ cm}^2, l = 112 \text{ cm}, N = 1232 \text{ σπείραι}, I = 2 \text{ A}.$$

1ον) Β; 2ον) $l_1 = l_2 = 2 \text{ mm}$, $B = 7000 \text{ γκάους}$, I;

Λύσις.

1ον) Η έντασις του μαγνητικού πεδίου, που δημιουργείται από τα πηγά διεγέρσεως είναι:

$$H = \frac{1,25 \text{ NI}}{l} = \frac{1,25 \times 1232 \times 2}{112} = 27,5 \text{ έρστεντ.}$$

Εις τὴν ἔντασιν αὐτὴν ἀντιστοιχεῖ [καμπύλη Β σφυρηλάτου σιδήρου (σχ. 19·14α)] $B = 14600 \text{ γκάους}$.

2ον) Τὸ κύκλωμα διακόπτεται τώρα μὲδύσ διάκενα, τὰ δποῖα ἔχουν δλικὸν μῆκος $l_3 = 0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ cm}$. Η μέση μαγνητικὴ γραμμὴ τῶν σιδηρῶν μαζῶν είναι καὶ πάλιν $l = 112 \text{ cm}$. Η διατομὴ τόσον τῶν σιδηρῶν μαζῶν, δσον καὶ τοῦ διακένου είναι $F = 100 \text{ cm}^2$. Η έντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς δλοκλήρου τοῦ κυκλώματος είναι 7000 γκάους.

Απὸ τὴν σχέσιν (19) $\Phi = \frac{1,25 \text{ NI}}{\frac{l}{\mu F} + \frac{l_3}{F}}$ προκύπτει ὅτι:

$$1,25 \text{ NI} = \frac{\Phi}{F} \left(\frac{l}{\mu} + l_3 \right) = B \left(\frac{l}{\mu} + l_3 \right). \text{ Επομένως:}$$

$$I = \frac{B \left(\frac{l}{\mu} + l_3 \right)}{1,25 \text{ N}}.$$

Δεδομένου ὅτι εἰς τιμὴν $B = 7000 \text{ γκάους}$ ἀντιστοιχεῖ $\mu = 2800$ (Πίναξ 4, σφυρήλατος σιδηρος), ἔπειται ὅτι:

$$I = \frac{7000 \left(\frac{112}{2800} + 0,4 \right)}{1,25 \times 1232} = \frac{7000 (0,04 + 0,4)}{1540} = \frac{7000 \times 0,44}{1540} = 2 \text{ A.}$$

Απὸ τὸ παράδειγμα αὐτὸν ἐξάγεται τὸ ἀκόλουθον συμπέρασμα:

Πεντικα ἐντάξεως 2 Α δημιουργεῖ, εἰς τὸ κύκλωμα χωρὶς διάκενον, ἔντασιν μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς $B = 14\,600$ γκάσους. Τὸ ἵδιον πεντικα τὸν 2 Α δημιουργεῖ, ἔντασις τοῦ κυκλώματος μὲ διάκενα ὅλικον μήκος 0,4 cm, ἔντασιν μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς $B = 7\,000$ γκάσους. "Αν τὰ διάκενα εἰχόν ἀκόμη μεγαλύτερον μήκος, ή B ήταν ἔλλιπτον ἀκόμη, μικροτέραν τιμήν, λόγῳ αὐξῆσεως τῆς μαγνητικῆς ἔνταξεως τοῦ κυκλώματος. Ἐπομένως, εἰς κάθε μαγγιτικὸν κύκλωμα, ὅποιον τοῦ σχήματος $21 \cdot 3\theta$, εἰς τὸ δόποιον ἦτορεις τοῦ ρεύματος διεγέρσεως παραμένει σταθερά, ή ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς γίνεται μεγίστη, ὅταν ὁ ὄπλισμὸς ἐφάπτεται ἀπολύτως τοῦ ζυγόματος.

21.4 Ἡλεκτρομαγνῆται.

"Ἡλεκτρομαγνῆτην ὀνομάζομε μίαν διατάξιν ή δόποια ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα σιδηροῦν πυρῆνα καὶ τὸ πηγίον διεγέρσεως τοῦ. Σκοπὸς τῆς διατάξεως αὐτῆς είναι νὰ ἔλκῃ σιδηρᾶ τεμάχια ἢ νὰ δημιουργῇ ἰσχυρὸν μαγνητικὸν πεδίον.

"Ἡλεκτρομαγνῆται χρησιμοποιοῦνται εἰς πολλὰς ἡλεκτρικὰς συσκευάς, ὅπως π.χ. οἱ ἡλεκτρικοὶ κώδωνες, οἱ ἡλεκτρονόμοι (ρελæτ) κατὰ. Οἱ πόλοι εἰσίσης μιᾶς δυναμομηχανῆς Σ.Ρ. είναι ἡλεκτρομαγνῆται, οἱ δόποιοι εἴχουν ως προορισμὸν τὴν δημιουργίαν ἰσχυροῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

"Η ἐλκτικὴ δύναμις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου ἡ ή δημιουργία ὑπὸ αὐτοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, διφείλεται εἰς τὴν μαγνήτισιν τοῦ πυρῆνος του, ὅταν τὸ πηγίον διεγέρσεως του διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος.

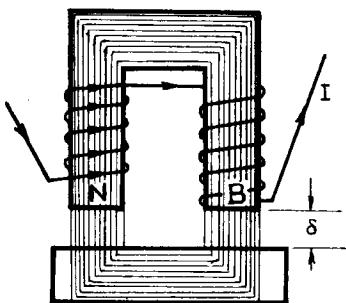
Εἰς ἡλεκτρομαγνῆτην, δ μαγνητισμὸς τοῦ πυρῆνος πρέπει νὰ ἔξαφανίζεται, κατὰ τὸ δυνατόν, ὅταν διακόπτεται ή παροχὴ ρεύματος εἰς τὸ πηγίον διεγέρσεως. Πρέπει ἐπομένως νὰ χρησιμοποιῆται, διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ πυρῆνος, μαλακὸς σίδηρος, ὃ δόποιος ἔχει μικρὸν παραμένοντα μαγνητισμόν. Εἰς τὰς περιπτώ-

σεις κατὰ τὰς ὅποιας, ὅπως εἰς τοὺς ηλεκτρονόμους (ρελαῖ), ὁ πλοισμὸς πρέπει νὰ ἔλευθερώνεται μόδις διακοπῇ τὸ ρεῦμα, χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ πυρῆνος τὸ ιράμα Περμαλέρι (78,5% Ni, 21,5% Fe), τὸ ὅποιον ἔχει πολὺ μικρὸν παραμένοντα μαγνητισμόν.

Εἰς τὰς ἐφαρμογὰς τοῦ ηλεκτρισμοῦ χρησιμοποιοῦνται ηλεκτρομαγνῆται διαφόρων μεριών, ἀναλόγως τοῦ σκοποῦ ποὺ ἔπι-διάκεται. Θά περιορίσωμε τὴν μελέτην μας εἰς τοὺς πεταλοειδεῖς μαγνήτας. Οἱ πυρῆνες τῶν ηλεκτρομαγνητῶν αὐτῶν ἔχουν γενικὴν μορφὴν πετάλου μὲν κυκλικὴν, τετραγωνικὴν ἢ δρυθογωνικὴν διατομῆγν. Φέρουν καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη των ἀπὸ ἕνα πηγίον. Τὰ πηγία αὐτὰ συνδέονται συνήθως ἐν σειρᾷ καὶ παράγουν μαγνητικὰ πεδία τῆς ίδιας φύσεως.

21·5 Φέροντα δύναμις ήλεκτρομαγνήτου.

"Εστω ὁ πεταλοειδῆς ηλεκτρομαγνήτης τοῦ σχήματος 21·5 α, εἰς τὸν ὅποιον παρέχεται ρεῦμα σταθερᾶς ἐντάσεως I ἀμπέρ. Απέναντι εἰς τοὺς πέλμους τοῦ ηλεκτρομαγνήτου καὶ εἰς ἀπέστα-



Σχ. 21·5 α.

τὸν ἀπὸ αὐτοὺς συγκρατοῦμε ἔνα ὄπλισμόν. Τίπειθέτομε ὅτι τὰ διάκενα δ ἔχουν τέσσον μικρὸν μῆκος, ὥστε νὰ μὴ προκαλῆται σκέδασις εἰς αὐτά. Τέτε τὸ μαγνητικὸν πεδίον εἰς τὰ διάκενα εἶναι

ὅμοιος ενεργείας καὶ ἡ ἔντασίς του B εἶναι ἵση πρὸς τὴν ἔντασιν τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τῶν σιδηρῶν μαζῶν τοῦ κυκλώματος.

Ἐπίσης ἡ διατομὴ F cm² τοῦ διακένου εἶναι ἵση πρὸς τὴν διατομὴν τοῦ πυρήνος τοῦ γλεκτρομαγνήτου.

Μὲ τὰς συνθήκας αὐτὰς ἀποδεικνύεται ὅτι ὁ κάθε πόλος τοῦ γλεκτρομαγνήτου ἔλκει τὴν ἀπέναντί τοι ἐπιφάνειαν τοῦ διπλισμού μὲ δύναμις :

$$P = \left(\frac{B}{5000} \right)^2 \cdot F \text{ kg},$$

ὅποιοι B ἐκφράζεται εἰς γκάους καὶ F εἰς τετραγωνικὰ ἐκατοστά.

Ἐπομένως οἱ δύο πόλοι μαζὶ ἔλκουν τὸν διπλισμὸν μὲ δύναμιν διπλασίαν.

Ἄπει τὸ παράδειγμα ἢ τῆς παραγράφου 21·3, προκύπτει ὅτι, ἐὰν ἡ ἔντασις I τοῦ ρεύματος διεγέρσεως παραμένῃ σταθερά, ἡ ἔντασίς B τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς γίνεται μεγίστη, ὅταν ὁ διπλισμὸς ἐφάπτεται ἀπολύτως εἰς τὸν πόλους τοῦ γλεκτρομαγνήτου. Θὰ γίνη ἐπομένως μεγίστη καὶ ἡ ἐλκτικὴ δύναμις ἀνὰ πόλον $P = \left(\frac{B}{5000} \right)^2 \cdot F$.

Ἡ μεγίστη αὐτὴ τιμὴ τῆς ἐλκτικῆς δυνάμεως γλεκτρομαγνήτου, ὅταν ὁ διπλισμὸς του ἐφάπτεται ἀπολύτως εἰς τὸν πόλους του, δηομάζεται φέρουσα δύναμις τοῦ γλεκτρομαγνήτου.

Οἱ γλεκτρομαγνήτης τοῦ παραδείγματος ἢ τῆς παραγράφου 21·3 ἔχει φέρουσαν δύναμιν.

$$P = \left(\frac{B}{5000} \right)^2 \cdot F = \left(\frac{14600}{5000} \right)^2 \times 100 = (2,92)^2 \times 100 = 852 \text{ kg}.$$

Ἡ δύναμις, μὲ τὴν ὁποίαν ὁ γλεκτρομαγνήτης ἔλκει τὸν διπλισμὸν του, ὅταν αὐτὸς εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 2 mm ἀπὸ τὸν πόλους, εἶναι μόνον :

$$P = \left(\frac{B}{5000} \right)^2 \cdot F = \left(\frac{7000}{5000} \right)^2 \times 100 = 196 \text{ kg}.$$

μὲ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι τὸ μαγνητικὸν πεδίον δὲν υφίσταται σκέδασιν εἰς τὸ διάκενον. Ἐπειδὴ ἐμως ἡ σκέδασις εἶναι ἀναπόφευκτος, ἡ τιμὴ τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς B εἰς τὸ διάκενον εἶναι μικροτέρα ἀπὸ 7 000 γκάους. Αὐτὸς συμβαίνει, διότι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ ἔξαπλοινται εἰς τὸ διάκενον.

Ἐπομένως, τὸ πλήθος τῶν B ἀέρος, ἀνὰ cm², εἰς τὸ διάκενον εἶναι μικρότερον τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἀνὰ cm², (B σιδήρου = 7 000), ἐντὸς τῶν σιδηρῶν μαζῶν τοῦ κυκλώματος. Ἀρχαὶ ἡ ἐλκτικὴ δύναμις εἶναι μικροτέρα τῶν 196 kg.

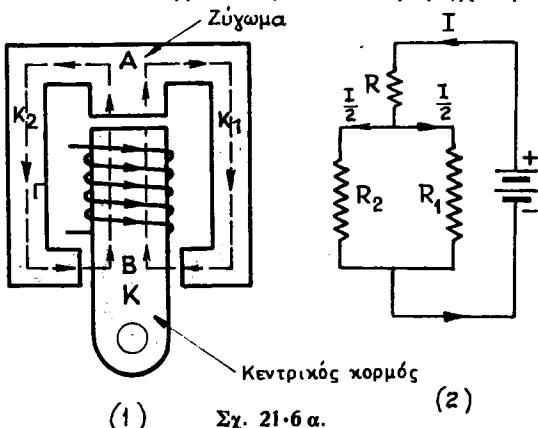
Θὰ παρατηρήσωμε τέλος ὅτι, δυσον καλὴν ἐπεξεργασίαν καὶ ἀν ἔχουν ὑποστῇ αἱ ἐπιφάνειαι τῶν πόλων καὶ τοῦ ὅπλισμοῦ, ἡ μεταξὺ τῶν ἐπαφὴ δὲν εἶναι ποτὲ τελεία. Δημιουργεῖται πάντοτε μεταξὺ τῶν ἕνα διάκενον, τὸ δόποιον, ὅταν ἡ ἐπεξεργασία τῶν ἐπιφανειῶν εἶναι πολὺ καλή, ἔχει μῆκος περίπου $\frac{5}{100}$ τοῦ χιλιοστομέτρου (0,05 mm = 0,005 cm).

21·6 Παράλληλα μαγνητικά κυκλώματα.

Εἰς τὴν πρᾶξιν, συναντοῦμε πολὺ συχνὰ μαγνητικὰ κυκλώματα ἐν παραλλήλῳ. Ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου παραλλήλου κυκλώματος ἀκολουθεῖ τοὺς ἰδίους νόμους, τοὺς δόποιους ἀκολουθεῖ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅταν κυκλοφορῇ διὰ μέσου παραλλήλου ἡλεκτρικοῦ κυκλώματος.

“Οταν ἐμελετήσαμε τὰ παράλληλα ἡλεκτρικὰ κυκλώματα, ἐμάθαμε ὅτι ἡ τάσις, ἡ δύοια προκαλεῖ τὴν κυκλοφορίαν ρεύματος διὰ μέσου ἐνδὸς ἀπὸ τοὺς κλάδους, προκαλεῖ ἐπίσης κυκλοφορίαν ρεύματος διὰ μέσου τῶν ὑπολοίπων κλάδων. Ἐπίσης, εἰς μαγνητικὸν κύκλωμα ἐν παραλλήλῳ, ἡ μαγνητεγερτικὴ δύναμις, ἡ δύοια δημιουργεῖ τὴν μαγνητικὴν ροήν, διὰ μέσου ἐνδὸς ἀπὸ τοὺς κλάδους του, δημιουργεῖ μαγνητικὴν ροήν διὰ μέσων καὶ τῶν ὑπολοίπων.

Τὸ σχῆμα 21·6 α (1) παριστάνει τὸ μαγνητικὸν κύκλωμα ἐπιεσλεφέρου ἡλεκτρομαγνήτου. Οἱ ἡλεκτρομαγνήτης αὐτὸς ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ ζύγωμα καὶ ἀπὸ τὸν κεντρικὸν κορμὸν K, ὁ δποὺς δύναται νὰ ὅλισθαινῃ μεταξὺ τῶν ἀκρων τῶν κορμῶν K₁ καὶ K₂ τοῦ ζυγόληματος, ὅπως π.χ. ἐν τῷ ἔμβολῳ ἀτμομηχανῆς.



(1) Σχ. 21·6 α.

(2)

Οἱ κορμὸι K κατέρχεται, ὅταν ὁ ἡλεκτρομαγνήτης δὲν διεγέρεται καὶ ἀνέρχεται, μέχρις ἐπαφῆς του μὲ τὸ ζύγωμα, ὅταν ὁ ἡλεκτρομαγνήτης διεγείρεται. Οἱ ἔξωτερικοὶ κορμοὶ K₁ καὶ K₂ ἔχουν τὴν ἴδιαν διατομήν, ἡ δποὺα εἰναι ἵση πρὸς τὸ ὥμισυ τῆς διατομῆς τοῦ κεντρικοῦ κορμοῦ K. Ἐπομένως οἱ κορμοὶ K₁ καὶ K₂ παρουσιάζουν τὴν ἴδιαν μαγνητικὴν ἀντίστασιν.

Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ, αἱ δποὺαι διαπεροῦν τὸν κεντρικὸν κορμὸν K, διχάζονται εἰς δύο ἵσα μέρη, ὅταν ἐξέρχωνται ἀπὸ αὐτὸν [σχ. 21·6 α (1)]. Διαπεροῦν ἀκολούθως τοὺς κορμοὺς K₁ καὶ K₂ καὶ εἰσέρχονται εἰς τὸν κορμὸν K ἀπὸ τὸ ἄλλο ὄχρον του.

Τὸ μαγνητικὸν αὐτὸ κύκλωμα εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὸ μεικτὸν ἡλεκτρικὸν κύκλωμα τοῦ σχῆματος 21·6 α (2), ὅπου R₁ = R₂. Ἡ τάσις, ἡ δποὺα ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ κυκλοφορήσῃ ρεῦμα ὥρισμένης ἐντάσεως διὰ μέσου τοῦ ἡλεκτρικοῦ αὐτοῦ κυκλόματος

είναι λίση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῆς ἀπαιτουμένης τάσεως, διὰ νὰ κυκλοφορήσῃ, τὸ ρεῦμα διὰ μέσου τῆς ἀντιστάσεως R , καὶ τῆς ἀπαιτουμένης τάσεως, διὰ νὰ κυκλοφορήσῃ τὸ γῆμισυ τοῦ ρεύματος, εἴτε διὰ μέσου τῆς ἀντιστάσεως R_1 εἴτε διὰ τῆς R_2 . Όμοίως ἡ ἀπαιτουμένη μαγνητεγερτικὴ δύναμις, διὰ νὰ δημιουργηθῇ μαγνητικὴ ροὴ ὥρισμένης τιμῆς διὰ μέσου τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος τοῦ σχῆματος $21 \cdot 6\alpha(1)$, είναι λίση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῆς ἀπαιτουμένης μαγνητεγερτικῆς δυνάμεως, διὰ νὰ δημιουργηθῇ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τοῦ κορμοῦ K , καὶ τῆς ἀπαιτουμένης μαγνητεγερτικῆς δυνάμεως, διὰ νὰ δημιουργηθῇ τὸ γῆμισυ τῆς μαγνητικῆς αὐτῆς ροῆς, εἴτε διὰ μέσου τοῦ κορμοῦ K_1 εἴτε διὰ μέσου τοῦ κορμοῦ K_2 .

Ἡ μαγνητεγερτικὴ δύναμις, ἢ ὅποια θὰ προκαλέσῃ τὸ γῆμισυ αὐτὸ τῆς μαγνητικῆς ροῆς, διὰ μέσου ἐνὸς ἀπὸ τοὺς κορμοὺς K_1 καὶ K_2 , θὰ προκαλέσῃ καὶ τὸ ἄλλο γῆμισυ, διὰ μέσου τοῦ ἄλλου κορμοῦ.

Παράδειγμα.

Ο κορμὸς K ἀπὸ σφυρήλατον σίδηρον τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος, τὸ δποῖον παριστάνεται εἰς τὸ σχῆμα $21 \cdot 6\alpha(1)$ ἔχει διατομὴν $F_1 = 2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} = 4 \text{ cm}^2$ καὶ μῆκος τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς $l_1 = AB = 4,4 \text{ cm}$. Ο κάθε ἐνας ἀπὸ τοὺς κορμοὺς K_1 καὶ K_2 ἔχει διατομὴν $F_2 = 1 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} = 2 \text{ cm}^2$ καὶ μῆκος μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς $l_2 = \Gamma\Gamma\Gamma = 8,8 \text{ cm}$. Ζητεῖται ἡ τιμὴ τῆς μαγνητεγερτικῆς δυνάμεως, διὰ νὰ δημιουργηθῇ μαγνητικὴ ροὴ $\Phi_1 = 44\,000$ μάξγουελ, διὰ μέσου τοῦ κεντρικοῦ κορμοῦ K .

Λύσις.

1ον) *Κεντρικὸς κορμὸς K .*

$$B = \frac{\Phi_1}{F_1} = \frac{44\,000}{4} = 11\,000 \text{ γκάους.}$$

Διὰ τὸν σφυρήλατον σῖδηρον (Πίναξ 4), εἰς $B = 11\,000$ γκάους ἀντιστοιχεῖ $\mu = 1\,900$.

* Απὸ τὴν σχέσιν $\Phi_1 = \frac{1,25 NI_1}{\mu F_1}$ προκύπτει ὅτι ἡ ἀπαιτουμένη

μαγνητεγερτικὴ δύναμις, διὰ τὸν κορμὸν K , εἶναι:

$$1,25 NI_1 = \frac{\Phi_1 l_1}{\mu F_1} = B \frac{l_1}{\mu} = 11\,000 \times \frac{4,4}{1\,900} = 25,47 \text{ γκίλμπερτ.}$$

2ον) *Κορμὸς K_1 ἢ K_2 .*

* Η μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου τοῦ κάθε ἐνὸς ἀπὸ τοὺς κορμοὺς χωτοὺς εἶναι:

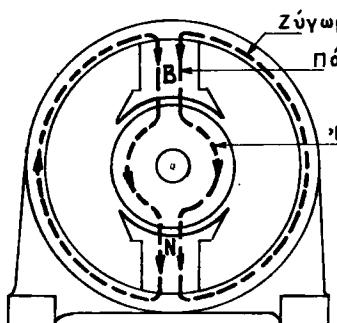
$$\Phi_2 = \frac{\Phi_1}{2} = \frac{22\,000}{2} = 22\,000 \text{ μάξγουελ.}$$

$$*\text{Επομένως } B = \frac{\Phi_2}{F_2} = \frac{22\,000}{2} = 11\,000 \text{ γκάους, ὃς ἀνωτέρω.}$$

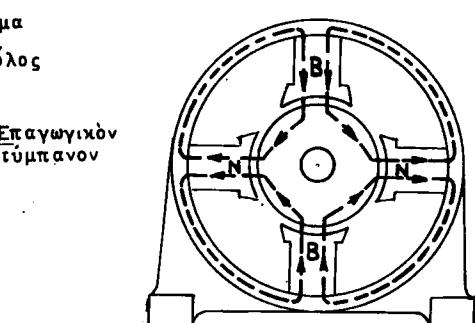
* Άρα $\mu = 1\,900$.

* Η ἀπαιτουμένη μαγνητεγερτικὴ δύναμις εἶναι:

$$1,25 NI_2 = \frac{\Phi_2 l_2}{\mu F_2} = B \cdot \frac{l_2}{\mu} = 11\,000 \times \frac{8,8}{1\,900} = 50,94 \text{ γκίλμπερτ.}$$



Σχ. 21-6 β.



Σχ. 21-6 γ.

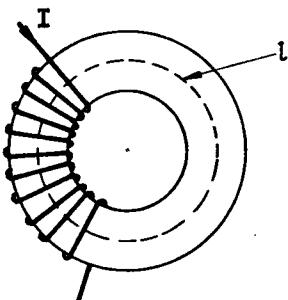
3ον) Η ἀπαιτουμένη συνολικὴ μαγνητεγερτικὴ δύναμις ἔχει ἐπομένως τιμήν:

$$1,25 \text{ NI} = 25,47 + 50,94 = 76,41 \text{ γκλιμπερτ.}$$

Πρὸς κλείσωμε τὴν παράγραφον, παραθέτομε εἰς τὰ σχῆματα 21·6 β καὶ 21·6 γ τὸ μαγνητικὸν κύκλωμα μιᾶς διπολικῆς καὶ μιᾶς τετραπολικῆς μηχανῆς συνεχοῦς ρεύματος. Εἰς τὴν πρώτην ύπάρχουν δύο παράλληλα μαγνητικὰ κυκλώματα, εἰς δὲ τὴν δευτέραν τέσσαρα παράλληλα μαγνητικὰ κυκλώματα.

21·7 Μαγνητικὴ ύστερησις.

*Εστω ὅτι ἔχομε ἔνα σιδηροῦν δακτύλιον, ὃ δόποῖος δὲν ἔχει ποτὲ μαγνητισθῆ, γύρω ἀπὸ τὸν δόποῖον εἶναι τυλιγμένον ἔνα πηνίον μὲ N σπείρας (σχ. 21·7 α). *Εστω l τὸ μῆκος τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς τοῦ δακτυλίου.



Σχ. 21·7 α.

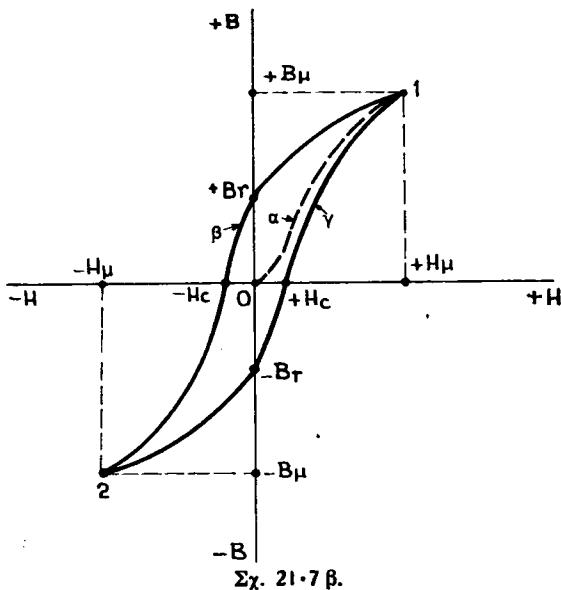
*Οταν διοχετεύσωμε ρεῦμα διὰ μέσου τοῦ πηνίου καὶ αὐξήσωμε βαθμηδὸν τὴν ἐντασίν του, ή μαγνητίζουσα δύναμις

$$\frac{1,25 \text{ NI}}{l} \text{ ἐρστέντ}$$

αὐξάνεται ἀναλόγως. Εἰς κάθε τιμὴν τῆς δυνάμεως αὐτῆς ἀντιστοιχεῖ καὶ ὥρισμένη τιμὴ τῆς ἐντάσεως B τῆς μαγνητικῆς ἐπαγγεγῆς ἐντὸς τοῦ πυρῆνος.

Αἱ τιμαὶ B, αἱ δόποῖαι ἀντιστοιχοῦν πρὸς κάθε τιμὴν H, παριστάνονται διὰ τῆς καμπύλης μαγνητίσεως α τοὺς σχῆματος

21·7β. Εἰς μεγίστην τιμὴν $+H_\mu$ ἀντιστοιχεῖ ἡ μεγίστη τιμὴ B_μ .



Σχ. 21·7β.

Ἐὰν τώρα ἐλαττώσωμε τὴν ἔντασιν I τοῦ ρεύματος, μέχρι τῆς τιμῆς μηδέν, ἡ μαγνητικῶσα δύναμις H ἐλαττώνεται ἀναλόγῳ. Ἡ ἔντασις B τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐλαττώνεται καὶ αὐτῇ, ὥστε δύμως κατὰ μῆκος τῆς καμπύλης x , ἀλλὰ κατὰ μῆκος τοῦ τιμῆματος $1 + Br$ τῆς καμπύλης β . Παρατηροῦμε ὅτι ὁ μηδενιστής τῆς H δὲν ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὸν μηδενισμὸν τῆς B . Ὅταν $H = 0$, ἡ μαγνητικὴ ἐπαγωγὴ διατηρεῖ τιμὴν $+Br$. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ὁ πυρὴν παραμένει μαγνητιζόμενος, παρὰ τὸν μηδενισμὸν τῆς μαγνητικούσης δυνάμεως H .

Ἐπομένως ἡ ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς δὲν ἀκολουθεῖ ἀκριβῶς τὰς μεταβολὰς τῆς μαγνητικούσης δυνάμεως, ἀλλὰ καθιστερεῖ ὡς πρὸς αὐτήν. Ἡ ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγω-

$\gamma\eta\varsigma + B_r$, τὴν δποίαν διατηρεῖ ὁ πυρήν, ὅταν μηδενίζεται ἡ μαγνητίζουσα δύναμις, δνομάζεται παραμένων μαγνητισμός.

"Αν τώρα ἀναστρέψωμε τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ πηνίου, ἀναστρέφεται ἐπίσης καὶ ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἡ μαγνητικὴ ἐπαγωγὴ ἐντὸς τοῦ πυρῆνος ἐλαττούται καὶ μηδενίζεται, μόνον ὅταν ἡ μαγνητίζουσα δύναμις λάβῃ τὴν τιμὴν H_C [τμῆμα $+ B_r$, H_C τῆς καμπύλης β (σχ. 21·7β)]. "Επειταὶ καὶ πάλιν ὅτι ἡ μαγνητικὴ ἐπαγωγὴ B καθυστερεῖ ὡς πρὸς τὴν μαγνητίζουσαν δύναμιν H . Ἡ μαγνητίζουσα δύναμις — H_C , ἡ δποία ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἔξουδετέρωσιν τοῦ παραμένοντος μαγνητισμοῦ τοῦ πυρῆνος, δνομάζεται δύναμις ἐπισχέσεως.

"Αν τώρα αὐξηθῇ ἀκόμη περισσότερον ἡ μαγνητίζουσα δύναμις, μέχρι νὰ λάβῃ τὴν τιμὴν — H_μ (ἡ δποία εἰναι ἵση πρὸς τὴν $+ H_\mu$, ἀλλὰ ἀντιθέτου φορᾶς), προκαλεῖται αὐξησις τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς μέχρι τῆς τιμῆς — B_μ (ἡ δποία εἰναι ἵση πρὸς $+ B_\mu$, ἀλλὰ ἀντιθέτου φορᾶς). Τὸ τμῆμα — H_C , 2 τῆς καμπύλης β δεικνύει τὴν μεταβολὴν αὐτῆν.

'Ἐὰν ἀκολούθως ἡ μαγνητίζουσα δύναμις μεταβληθῇ ἀπὸ — H_μ μέχρι $+ H_\mu$, ἡ καμπύλη γ παριστάνει τὰς ἀντιστοίχους μεταβολὰς τῆς B . Παρατηροῦμε τὴν ἴδιαν, δπως καὶ πρίν, καθυστέρησιν τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐπὶ τῆς μαγνητίζουσης δυνάμεως, ποὺ τὴν δημιουργεῖ. "Οταν δηλαδὴ ἡ μαγνητίζουσα δύναμις μηδενίζεται, ὁ πυρήν διατηρεῖ ἔνα παραμένοντα μαγνητισμὸν ἐντάσεως — B_r (ἵσον πρὸς τὸν $+ B_r$, ἀλλὰ ἀντιθέτου φορᾶς).

Διὰ νὰ μηδενισθῇ ὁ παραμένων μαγνητισμός, πρέπει ἡ μαγνητίζουσα δύναμις νὰ λάβῃ τιμὴν $+ H_C$ (ἵσην πρὸς τὴν — H_C καὶ ἀντιθέτου φορᾶς).

Τὸ φαινόμενον ποὺ ἔξητάσαμε, δηλαδὴ ἡ καθυστέρησις τῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐπὶ τῶν μεταβολῶν τῆς μαγνητίζουσης δυνάμεως, αἱ δποίαι τὰς δημιουργοῦν,

*Ηλεκτρολογία B'

δνομάζεται μαγνητικὴ ὑστέρησις. Τὸ σύνολον τῶν καμπυλῶν β καὶ γ ὁνομάζεται βρόχος ὑστερήσεως, δλόκληρος δὲ ἡ ἔξελιξις τοῦ φαινομένου, ἀπὸ τῆς μεγίστης τιμῆς + B_μ, μέχρι τῆς ἰδίας μεγίστης τιμῆς, δνομάζεται περίοδος ὑστερήσεως.

Κάθε μαγνητικὸν ὄλικὸν ἔχει ἐναὶ ἰδιαῖτερον βρόχον ὑστερήσεως.

Τὸ φαινόμενον τῆς μαγνητικῆς ὑστερήσεως παρουσιάζεται, ὅταν τὸ ρεῦμα, ποὺ διαρρέει τὸ πηνίον, εἰναιὲ ἐναλλασσόμενον (μετασχηματισταὶ, πηνία αὐτεπαγωγῆς) καὶ ὅταν σιδηραῖ μᾶξαι περιστρέψωνται ἐντὸς σταθεροῦ μαγνητικοῦ πεδίου (ἐπαγώγιμα δυναμομηχανῶν).

21·8 Ἀπώλειαι ἐξ ὑστερήσεως.

Τὸ φαινόμενον τῆς ὑστερήσεως ἔξηγεῖται ἐκ τοῦ δτι τὰ ἀτομα κάθε μαγνητικοῦ ὄλικοῦ εἰναιὲ στοιχειώδεις μόνιμοι μαγνῆται, οἱ δποῖοι εἰναιὲ διατεταγμένοι κατὰ τρόπον ἀκανθίστον (θεωρίᾳ Βέμπερ). "Οταν μαγνητίζουσα δύναμις δρᾷ ἐπὶ μαγνητικοῦ ὄλικοῦ, τὰ ἀτομα τοῦ ὄλικοῦ αὐτοῦ ἀναγκάζονται νὰ λάβουν τὴν διεύθυνσιν τῆς μαγνητίζουσῆς δυνάμεως, δ δὲ προσανατολισμὸς τῶν βορείων πόλων τῶν μαγνητῶν καθορίζεται ἀπὸ τὴν φορὰν τῆς δυνάμεως αὐτῆς. Διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ δμως μία τέτοιου εἰδοῦς διάταξις τῶν ἀτόμων, πρέπει νὰ ὑπερνικηθοῦν αὶ μεταξὺ τῶν τριβαί, πρέπει δηλαδὴ νὰ καταβληθῇ ἔργον, τὸ δποῖον μετατρέπεται εἰς θερμότητα ἐντὸς τοῦ ὄλικοῦ. Τὸ ἔργον, ποὺ καταβάλεται, εἰναιὲ τόσον μεγαλύτερον, δσον μεγαλύτεραι εἰναιὲ αἱ τριβαὶ μεταξὺ ἀτόμων, διότι τὰ ἀτομα καθυστεροῦν περισσότερον νὰ παρακολουθήσουν τὰς μεταβολὰς τῆς μαγνητίζουσῆς δυνάμεως. Θὰ ἀπαιτηθῇ ἐπομένως, λόγω τῆς καθυστερήσεως αὐτῆς, δύναμις ἐπισχέσεως + H_c ἡ — H_c μεγάλῃ, διὰ νὰ ἀπομαγνητισθῇ τὸ ὄλικον. Αὐτὸ δημιουργεῖ δρόχον ὑστερήσεως μὲ μεγάλον ἐμβολόν. Τοῦτο ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα, ὥστε δ δρόχος αὐτὸς δυτερήσεως νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς μεγάλην δαπάνην ἔργου. "Η δαπάνη αὐτῇ ἔργου δνομάζεται ἀπώλεια ἐξ ὑστερήσεως. Διὰ νὰ ἀποφεύγωμε ἐπομένως τὰς μεγάλας ἀπωλείας ἐξ ὑστερήσεως, πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦμε, διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν, δλι-

κά, τὰ δποῖα παρουσιάζουν βρόχους διτερήσεως μικροῦ ἐμβαδοῦ, δηλαδὴ διλικά, τὰ δποῖα παρουσιάζουν μικρὰν δύναμιν ἐπισχέσεως.

Αἱ ἀπώλειαι, αἱ δποῖαι προέρχονται ἀπὸ τὴν διτέρησιν, δηλογίζονται κατὰ προσέγγισιν μὲ τὸν ἔξῆς τύπον τοῦ Στάλνμετζ (Steinmetz):

$$W_h = \frac{K O B_{\mu}^{1,6} f}{107} \beta_{\text{αττ.}}$$

εἰς τὸν δποῖον

W_h εἶναι ἀπώλειαι λιχνός, εἰς βάττ.

Ο εἶναι δ ὅγκος τοῦ πυρῆνος, εἰς cm^3 .

B_{μ} εἶναι ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς, εἰς γκάους.

f εἶναι δ ἀριθμὸς περιόδων διτέρησεως ἀνὰ δευτερόλεπτον.

Κ εἶναι ἔνας συντελεστὴς ἔξαρτωμενος ἀπὸ τὴν ποιότητα τοῦ μετάλλου ($0,002$ διὰ σιδηρᾶ ἐλάσματα δυναμομηχανῶν, $0,000\ 65$ διὲλάσματα μετασχηματιστῶν).

Οἱ κατασκευασταὶ τῶν ἐλασμάτων δυναμομηχανῶν καὶ μετασχηματιστῶν παρέχουν, διὰ τὰ διλικὰ τὰ δποῖα παράγουν, ἀγτιστοίχους καμπύλας ἀπωλειῶν ἐξ διτέρησεως, εἰς βάττ ἀνὰ χιλιόγραμμον καὶ ἀνὰ περίοδον διτέρησεως.

21 · 9 Ανακεφαλαίωσις.

α) Μαγνητικὸν κύκλωμα εἶναι ἡ διλικὴ δέσμη τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, ἡ δποῖα πέριορίζεται ἐντὸς κλειστοῦ γεωμετρικοῦ σχήματος.

β) Εἰς κάθε μαγνητικὸν κύκλωμα, ἡ μαγνητεγερτικὴ δύναμις $F = 1,25 NI$ γκιλμπερτ εἶναι ἡ αἰτία τῆς δημιουργίας μαγνητικῆς ροής διὰ μέσου αὐτοῦ, δπως ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις E βδὸς εἶναι ἡ αἰτία τῆς κυκλοφορίας ρεύματος διὰ μέσου κλειστοῦ ἡλεκτρικοῦ κυκλώματος ($N =$ ἀριθμὸς σπειρῶν τοῦ πηγῶν διεγέρσεως, $I =$ ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ μέσου αὐτοῦ, εἰς ἀμπέρ).

γ) Ἡ μαγνητικὴ ἀντίστασις κυκλώματος πέριορίζει τὴν μαγνητικὴν ροήν διὰ μέσου αὐτοῦ, δπως ἡ ἡλεκτρικὴ ἀντίστασις πε-

ριερίζει τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, ποὺ διαρρέει ἡλεκτρικὸν κύκλωμα.

δ) Ἡ μαγνητικὴ ἀντίστασις τροχιᾶς μαγνητικῶν γραμμῶν, ἀπὸ ὅμοιοντος διατομῆς, εἰναι ἀνάλογος τοῦ μήκους l τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς τῆς τροχιᾶς καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῆς διατομῆς τῆς $F \text{ cm}^2$ ἐπὶ τὴν διαπερατότητα μ τοῦ διατομῆς μ .

Δηλαδὴ $\mathcal{R} = \frac{l}{\mu F}$. Προκειμένου περὶ διακένου, $\mathcal{R} = \frac{l}{F}$, ἀφοῦ διὰ τὸν ἀέρα $\mu = 1$.

ε) Μαγνητικὸν κύκλωμα, τὸ δποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ κλειστὸν σιδηροῦν πυρῆνα ἀπὸ ὅμοιοντος διατομῆς, γύρω ἀπὸ τὸ δποῖον εἰναι τυλιγμένον κανονικῶς πηγίον, δνομάζεται ὅμοιοντος μαγνητικὸν κύκλωμα.

στ) Εἰς ὅμοιοντος μαγνητικὸν κύκλωμα :

$$1\text{oν}) \Phi = \frac{1,25 NI}{l}, \text{ δηλαδὴ } 1,25 NI = \frac{\Phi l}{F \mu} = B \frac{l}{\mu}.$$

2ον) Ἀπὸ τὴν σχέσιν : $1,25 NI = B \frac{l}{\mu}$ προκύπτει ἡ τιμὴ τῆς ἀπαιτούμενης μαγνητεγερτικῆς δυνάμεως $1,25 NI$, διὰ νὰ ἐπιτύχωμε ἔντασιν μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς B , ἐντὸς δοθέντος ὅμοιοντος κυκλώματος (l εἰναι ἐπομένως γνωστόν). Ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς B , καθορίζομε τὴν τιμὴν τῆς μ βάσει τοῦ Πίνακος 4. Ἐπομένως ὅλοι οἱ δροὶ τοῦ δευτέρου μέλους τῆς σχέσεως εἰναι γνωστοί.

3ον) Δυνάμεθα ἀντιστρόφως, νὰ ὑπολογίσωμε τὴν τιμὴν τῆς μαγνητικῆς ροῆς, ὅταν γνωρίζωμε τὴν μαγνητεγερτικὴν δύναμιν $1,25 NI$. Ἀπὸ αὐτὴν καὶ ἀπὸ τὸ γνωστὸν μῆκος l τοῦ κυκλώματος προκύπτει ἡ ἔντασις $H = \frac{1,25 NI}{l}$ τοῦ παραγομένου μαγνητικοῦ πεδίου ὑπὸ τοῦ πηγίου διεγέρσεως. Εἰς τὴν τιμὴν αὐτὴν

ἀντιστοιχεῖ ὠρισμένη τιμὴ τῆς B (Πίναξ 4 ἢ καμπύλαι μαγνητι-
σεως). Προκύπτει ἡ $\Phi = B F$ (παραγγ. 19 · 11).

ζ) Εἰς μαγνητικὸν κύκλωμα ἐν τειχὶ:

1ον) Ἡ συνολικὴ ἀντίστασις εἰναι ἵση πρὸς τὸ ἀθροισμά τῶν
ἀντιστάσεων τῶν διαφόρων του τηγιτάτων.

$$\mathcal{A} = \frac{l_1}{\mu_1 F_1} + \frac{l_2}{\mu_2 F_2} + \frac{l_3}{\mu_3 F_3} + \dots$$

2ον) Ἡ μαγνητικὴ ροή Φ διὰ μέσου του κυκλώματος ἔχει
τιμήν:

$$\Phi = \mathcal{A} = \frac{1,25 NI}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots}$$

3ον) Ὅταν, εἰς τὴν ἀπλουστέραν περίπτωσιν, ἡ διατοικὴ τῶν
σιδηρῶν μαζῶν καὶ τῶν διακένων εἴγαι: ἡ ἴδια, αἱ δὲ σιδηραὶ ισ-
ταὶ εἰναι ἀπὸ τὸ ἴδιον ὑλικὸν (τὸ αὐτὸ μ), ὁ τύπος μετασχημα-
τίζεται: ὃς ἔξηγεις:

$$1,25 NI = \frac{\Phi}{F} \left(\frac{l_1}{\mu} + \frac{l_2}{\mu} + l_3 + \dots \right) = B \left(\frac{l_1}{\mu} + \frac{l_2}{\mu} + l_3 + \dots \right).$$

4ον) Ἀπὸ τὸν τύπον αὐτὸν προκύπτει: ἡ ἀπαιτούμενη μαγνη-
τεγερτικὴ δύναμις, διὰ γὰρ ἐπιτύγμως ὠρισμένην τιμὴν τῆς B ἐν-
τὸς δοθέντος κυκλώματος ($l_1, l_2, l_3 \dots$ εἰναι ἐπομένως γνωστά).
Ἀπὸ τὴν τιμὴν τῆς B προκύπτει: ἡ τιμὴ τῆς μ (Πίναξ 4 ἢ καμ-
πύλαι μαγνητισεως). Ἐπομένως δλοι: οἱ δροὶ τοῦ δευτέρου μέλους
τοῦ τύπου εἰναι γνωστοί.

η) Ὅταν μαγνητικὰ γραμμὰ μαγνητικοῦ κυκλώματος δὲν
ἀκολουθοῦν τὸν πυρηνα καθ' ὅλον τὸ μῆκος του, ἀλλὰ ἐκτρέπον-
ται εἰς τὸν δέρα, ποὺ περιβάλλει τὸ κύκλωμα, λέγομε ὅτι: αἱ μα-
γνητικὰ γραμμὰ σκεδάζονται. Τὸ φαινόμενον τῆς ἐκτροπῆς αὐ-
τῆς τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν δυοιά: σκέδασις. Σκέδασις προ-
κύπτει καὶ εἰς τὰ διάκενα.

θ) Τὰ διάκενα, ἔστιν καὶ μικροὶ μέγκους, παρουσιάζονται με-
γάλην μαγνητικὴν ἀντίστασιν.

ι.) Ἡ ἐλκτικὴ δύναμις ἀνὰ πόλον ἡλεκτρομαγνήτου δίδεται διὰ τοῦ τύπου :

$$P = \left(\frac{B}{5000} \right)^2 F \text{ kg.}$$

Διὰ δοθὲν ρεῦμα, διὰ μέσου τοῦ πηγίου διεγέρσεως τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου, ἡ ἐλκτικὴ δύναμις ἔχει τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς, δταν ὁ ὀπλισμὸς ἐφάπτεται ἐντελῶς τῶν πόλων. Ἡ μεγίστη, αὐτὴ τιμὴ δνομάζεται φέρουσα δύναμις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου.

ια.) Τὰ παράλληλα μαγνητικὰ κυκλώματα εἰναι ὅμοια μὲ τὰ παράλληλα ἡλεκτρικὰ κυκλώματα.

ιβ.) Μαγνητικὴ ὑστέρησις δνομάζεται τὸ φαινόμενον τῆς καθυστερήσεως τῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγγεγῆς ἐπὶ τῶν μεταβολῶν τῆς μαγνητικούσης δυνάμεως, αἱ δποῖαι δημιουργοῦν τὰς μεταβολὰς τῆς μαγνητικῆς ἐπαγγεγῆς.

Ἡ ὑστέρησις ἔχει ῥς ἀποτέλεσμα τὴν ἀπώλειαν ἔργου ἐντὸς τῶν σιδηρῶν μαζῶν τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν καὶ τῶν μετασχηματιστῶν.

21 · 10 Ἐρωτήσεις.

α) Τί δνομάζομε μαγνητικὸν κύκλωμα;

β) Τί προκύπτει δταν πηγίον τυλιγμένον γύρω ἀπὸ ἕνα σιδηρόσην τεμάχιον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος;

γ) Πῶς γράφεται ὁ νόμος τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος, δταν τὸ κύκλωμα εἶγαι δμογενές; Τί σημαίνει τὸ κάθε γράμμα τοῦ τύπου;

δ) Πῶς καλεῖται ὁ ἀριθμητής 1,25 N I τοῦ νόμου τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος, καὶ μὲ τί γράμμα συιδοῦται;

ε) Πῶς καλεῖται ὁ παρογομαστής $\frac{1}{\mu F}$ τοῦ νόμου τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος καὶ μὲ τί γράμμα συιδοῦται;

στ) Συγκρίνατε τὸν νόμον τοῦ Ωμ διὰ τὸ κλειστὸν ἡλεκτρικὸν κύκλωμα μὲ τὸν νόμον τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος.

ζ) Εἰς ποιάν μονάδα μετρεῖται ἡ μαγνητεγερτικὴ δύναμις καὶ μὲ πόσα ἀμπερελίγματα ἴσοῦται;

η) Πώς δρίζεται ή μονάς μαγνητικής αντιστάσεως; Ή μονάς μαγνητικής αντιστάσεως έχει ίδια τέραν δνομασίαν;

θ) Τί καλείται μαγνητικὸν κύκλωμα ἐν σειρᾷ; Δώσατε ἕνα παράδειγμα.

ι) Τί καλείται διάκενον;

ιι) Ποία είναι ή αντίστασις μαγνητικοῦ κυκλώματος ἐν σειρᾷ; Δώσατε ἕνα παράδειγμα.

ιβ) Τί καλείται μαγνητικὴ σκέδασις; Δώσατε ἕνα παράδειγμα.

ιγ) Εἰς τὰ διάκενα παρουσιάζεται τὸ φαινόμενον τῆς σκεδάσεως; Ποιὸν είναι τὸ ἀποτέλεσμά της;

ιδ) Τί ἐπέδρασιν ἔχουν τὰ διάκενα ἐπὶ τῆς τιμῆς τῆς μαγνητεγερτικῆς δυνάμεως;

ιε) Τί καλείται ἡλεκτρομαγνήτης;

ιστ) Τί καλείται φέρουσα δύναμις ἡλεκτρομαγνήτου καὶ πῶς ὑπολογίζεται;

ιζ) Τί καλείται παράλληλον μαγνητικὸν κύκλωμα; Νὰ τὸ ἐξηγήσετε μὲ ἕνα παράδειγμα.

ιη) Περιγράψατε ἔνα πλήρη κύκλου διστερήσεως μαγνητικοῦ διλικοῦ.

ιθ) Πότε αἱ ἀπώλειαι ἔξ διστερήσεως είναι μεγάλαι;

21 · 11 Προβλήματα.

α) Τὸ πηγίον διεγέρσεως σιδηροῦ δακτυλίου ἀποτελεῖται ἀπὸ 1000 [1 500] (2 000) σπείρας, αἱ δποταὶ διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,3 [0,2] (0,1) A. Ποία είναι η τιμὴ τῆς μαγνητεγερτικῆς δυνάμεως, τὴν δποίαν ἀναπτύσσει τὸ πηγίον;

Απάντησις: 375 [375] (250) γκίλμπερτ.

β) Τί ἔντασιν ρεύματος πρέπει νὰ διαρρέῃ πηγίον διεγέρσεως, τὸ δποίον ἀποτελεῖται ἀπὸ 800 [600] (500) σπείρας, διὰ νὰ ἀναπτύξῃ τὸ πηγίον μαγνητεγερτικὴν δύναμιν 400 [225] (875) γκίλμπερτ;

Απάντησις: 0,4 [0,3] (1,4) A.

γ) Ηδσα ἀμπερελίγματα πρέπει νὰ ἔχῃ πηγίον διεγέρσεως μαγνητικοῦ κυκλώματος διὰ νὰ παράγῃ μαγνητεγερτικὴν δύναμιν 750 [625] (500) γκίλμπερτ;

Απάντησις: 600 [500] (400) A t.

δ) 3 000 [1 200] (700) ἀμπερελίγματα τί μαγνητεγερτικὴν δύναμιν παράγουν;

Ἀπάντησις : 3 750 [1500] (875) γκίλμπερτ.

ε) Πόσα ἀμπερελίγματα ἀνὰ ἑκατοστόμετρον πρέπει νὰ ἔχῃ τὸ πηγίον διεγέρσεως δμογενοῦς μαγνητικοῦ κυκλώματος μήκους μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς 25 [30] (40) cm, διὰ νὰ παράγῃ τὸ πηγίον μαγνητεγραφικὴν δύναμιν 250 [525] (450) γκίλμπερτ ;

Ἀπάντησις : 8 [14] (9) At/cm.

στ) Πόση εἶναι ἡ μαγνητικὴ ἀντίστασις δμογενοῦς μαγνητικοῦ κυκλώματος μήκους μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς 40 [50] (25) cm, διατομῆς 5 [4] (6) cm² καὶ μαγνητικῆς διαπερατότητος 2 000 [1 500] (2 500) :

Ἀπάντησις : 0,004 [0,008 333] (0,001 666) μονάδες μαγνητικῆς ἀντίστασεως.

ζ) Δακτύλιος ἀπὸ μαλακὸν χάλυβα, ὁ ὅποιος ἔχει τὰς διαστάσεις τοῦ σχῆματος 21 · 3 ζ, ἀλλὰ χωρὶς διάκενον, πρέπει νὰ διαπερᾶται ἀπὸ 150 720 μαγνητικὰς γραμμὰς.

Ζητοῦνται : 1ον) Ἡ ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἔντὸς τοῦ δακτυλίου. 2ον) Ἡ ἀπαιτουμένη μαγνητεγραφικὴ δύναμις. 3ον) Τὰ ἀπαιτούμενα ἀμπερελίγματα. 4ον) Ἡ ἀπαιτουμένη ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τῶν 500 σπείρων τοῦ πηγίου διεγέρσεως. Θὰ γίνη χρῆσις τοῦ Ηίνακος 4.

Ἀπάντησις : 1ον) 12 000 γκάους. 2ον) 467 γκίλμπερτ, 3ον) 372,8 At, 4ον) 0,745 A.

η) Ὁ δακτύλιος ἀπὸ μαλακὸν χάλυβα, ἀνευ διακένου, ὁ ὅποιος εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 21 · 3 η, εἶναι τυλιγμένος μὲ 800 σπείρας καὶ πρέπει νὰ διαρρέεται ἀπὸ 840 000 μαγνητικὰς γραμμὰς. Ζητοῦνται τὰ αὐτὰ ὅπως καὶ εἰς τὸ ἀνωτέρω πρόβλημα ζ.

Ἀπάντησις : 1ον) 14 000 γκάους. 2ον) 1 625,4 γκίλμπερτ. 3ον) 1 300 At, 4ον) 1,625 A.

θ) Ὁ δακτύλιος ποὺ εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 21 · 3 γ, εἶναι κατεσκευασμένος ἀπὸ φαῦλὸν χυτοσιδηροῦ καὶ ἔχει διάκενον μήκους 2,6 mm.

Εἶναι τυλιγμένος μὲ 1 000 σπείρας καὶ πρέπει νὰ διαρρέεται ἀπὸ μαγνητικὴν ροὴν 300 000 μάξηγουελ.

Ζητοῦνται τὰ αὐτά, ὅπως καὶ εἰς τὰ προηγούμενα προβλήματα ζ καὶ η.

Ἀπάντησις : 1ον) 5 000 γκάους. 2ον) 2 767 γκίλμπερτ. 3ον) 2 213,6 At, 4ον) 2,213 6 A.

ι.) Τὸ ζύγωμα καὶ δ ὀπλισμὸς τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου τοῦ σχήματος 21 · 3 θ εἶναι ἀπὸ μαλακὸν χάλυβα. Συγκρατοῦμε τὸ γ ὀπλισμὸν του εἰς ἀπόστασιν 0,5 mm ἀπὸ τοὺς πόλους. Πρέπει τότε ἡ ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ κυκλώματος γὰρ ἔχῃ τιμὴν: $B = 10\,000$ γκάους. Ζητεῖται ἡ ἀπαιτουμένη μαγνητεγερτικὴ δύναμις.

Απάντησις: 1 421 γκίλμπερτ.

ια) Ζητεῖται ἡ ἐλκτικὴ δύναμις τὴν ὅποιαν ἀσκεῖ ἐπὶ τοῦ ὀπλισμοῦ του δ ἡλεκτρομαγνήτου τοῦ ἀνωτέρω προβλήματος ι.

Απάντησις: 400 kg.

ιβ) Ποία εἶναι ἡ φέρουσα δύναμις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου τοῦ παραδείγματος τῆς παραγράφου 21 · 6;

Απάντησις: 19,36 kg.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ

22·1 Ανάπτυξις ήλεκτρεγερτικής δυνάμεως έξι έπαγωγής.
Έπαγωγικόν ρεύμα.

Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπως εἰδαμε, δημιουργεῖ γύρω του ἔνα μαγνητικὸν πεδίον. Ἀντιστρόφως, ὅταν ἔνα ἡλεκτρικὸν κύκλωμα εὑρίσκεται ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ δόποιον μεταβάλλεται (αὐξάνεται ἢ ἐλαττώνεται), δταν δηλαδὴ ἡ μαγνητικὴ ροή $\Phi = HF$ ἢ $\Phi = BF$ διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος μεταβάλλεται, τότε ἐντὸς τοῦ κυκλώματος αὐτοῦ ἀναπτύσσεται: μία ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις. Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις διαρκεῖ, δσον διαρκεῖ ἡ μεταβολὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς. Ἀν τὸ κύκλωμα εἶναι κλειστόν, ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ κύτη δύναμις προκαλεῖ τὴν κυκλοφορίαν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος.

Τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον, νὰ ἀναπτύσσεται δηλαδὴ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐντὸς κυκλώματος, π.χ. ἐντὸς πηγίου, ὅταν ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου τοῦ πηγίου μεταβάλλεται, δνομάζεται ἡλεκτρομαγνητικὴ ἔπαγωγὴ ἢ ἀπλῶς ἔπαγωγή.

Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, ἡ δόποια ἀναπτύσσεται ἐντὸς τοῦ πηγίου, δνομάζεται ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις έξι ἔπαγωγῆς.

Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὸ δόποιον κυκλοφορεῖ ἐντὸς τοῦ πηγίου, ἐπειδὴ πρόρχεται ἀπὸ τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν έξι ἔπαγωγῆς, δνομάζεται ἔπαγωγικόν ρεῦμα.

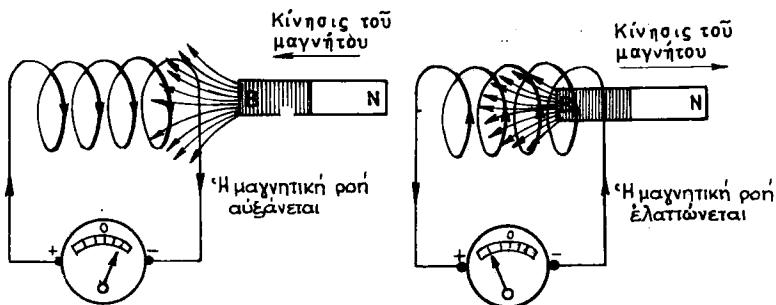
Ο μαγνήτης ἢ δ ἡλεκτρομαγνήτης, ὁ δόποιος παράγει τὸ μαγνητικὸν πεδίον δνομάζεται ἔπαγωγέν. Τὸ πηγίον, ἐντὸς τοῦ δόποιου ἀναπτύσσεται ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις έξι ἔπαγωγῆς, δνομάζεται ἔπαγώγμον.

Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις έξι ἔπαγωγῆς ἀναπτύσσεται πρακτικῶς εἰς τὰς ἔξῆς τρεῖς περιπτώσεις:

1ον) Είς σταθερὸν πηγίον, δταν κινῆται μαγνήτης ἢ ηλεκτρομαγνήτης εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ πηγίου.

"Εστω πηγίον, εἰς τὰ ἄκρα τοῦ δποίου εἶναι συνδεδεμένον ἔνα γαλβανόμετρον, δηλαδὴ ἔνα εὐαίσθητον ἀμπερόμετρον.

"Οταν πλησιάζωμε ἔνα μαγνήτην πρὸς τὸ ἔνα ἄκρον τοῦ πηγίου καὶ τὸν εἰσάγωμε ἐντὸς αὐτοῦ (σχ. 22·1 α), τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἐντὸς τοῦ πηγίου αὔξανεται, δηλαδὴ αὔξανεται ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου αὐτοῦ. Καθ' ὅλον τὸ διάστημα, κατὰ τὸ δποίον διαρκεῖ ἡ αὔξησις τῆς μαγνητικῆς ροής, παρατηροῦμε δτι ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου ἐκτρέπεται καθ' ὥρισμένη φοράν.



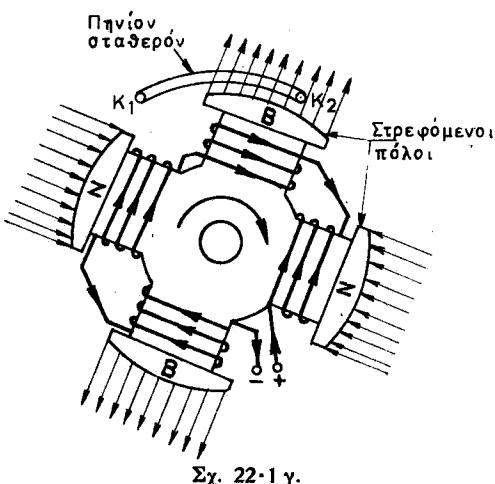
Σχ. 22·1 α.

Σχ. 22·1 β.

"Επομένως κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς αὔξησεως αὐτῆς, ἀναπτύσσεται ηλεκτρογερετικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηγίου, ἡ δποία προκαλεῖ τὴν κυκλοφορίαν ἐπαγωγικοῦ ρεύματος διὰ μέσου αὐτοῦ. "Οταν κατόπιν ἀπομακρύνωμε τὸν μαγνήτην ἀπὸ τὸ πηγίον (σχ. 22·1 β), ἡ μαγνητικὴ ροή, ποὺ τὸ διαρρέει, ἐλαττώνεται. Παρατηροῦμε καὶ πάλιν δτι, καθ' ὅλον τὸ διάστημα ποὺ ὑφίσταται ἡ ἐλάττωσις τῆς μαγνητικῆς ροής, ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου ἐκτρέπεται, πλὴν ὅμως κατ' ἀντίθετον φορὰν ἀπὸ τὴν προηγουμένην.

Εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας μὲ ἐσωτερικοὺς πόλους, ἡ μεταβολὴ

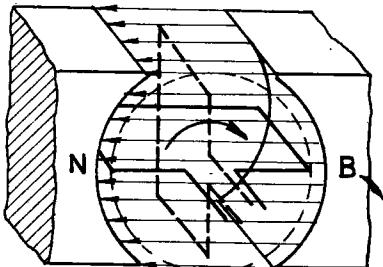
τῆς μαγνητικῆς ροής, διὰ μέσου τοῦ κάθε ἐνὸς ἀπὸ τὰ σταθερὰ πηγά τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυλίγματος, ἐπιτυγχάνεται διὰ περιστροφῆς τῶν πόλων ἡλεκτρομαγνήτου, ἐμπρὸς εἰς τὰ πηγά καὶ τὰ πόλων προκαλεῖ μόνον συνεχῆ μεταβολὴν τῆς τιμῆς τῆς μαγνητικῆς ροής διὰ μέσου τοῦ κάθε πηγήσ, ἀλλὰ καὶ ἀναστροφὴν τῆς φορᾶς της, κάθε φορὰν ποὺ ἔνας πόλος ἀντικαθίσταται ἀπὸ ἑτερόνυμον του πόλον. Ἐτσι, ἐντὸς κάθε πηγήσ τοῦ τυλίγματος, ἀναπτύσσεται συνεχῶς ἡλεκτρεγερτική δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς.



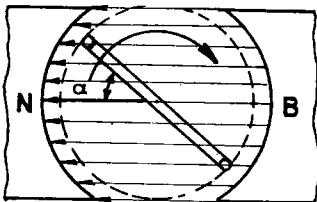
2ον) Εἰς ἓνα πηνίον, δταν τοῦτο περιστρέφεται ἐντὸς σταθεροῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Ηλεκτρεγερτική δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς ἀναπτύσσεται συνεχῶς ἐντὸς πηγήσ, τὸ διπολοῦ περιστρέφεται ἐντὸς σταθεροῦ μαγνητικοῦ πεδίου (σχήματα 22·1 δ καὶ 22·1 ε). Ὁταν τὸ ἐπίπεδον τοῦ πηγήσ εἶναι παράλληλον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου (πηγήσ διριζόντιον εἰς τὸ σχήμα 22·1 δ), οὐδεμία μαγνητική γραμμὴ διέρχεται διὰ μέσου τοῦ πηγήσ. Ἐπομένως ἡ

μαγνητική ροή διὰ μέσου αὐτού είναι ἵση πρὸς μηδέν. Ὅταν τὸ πηγίον σχηματίζῃ γωνίαν καὶ μὲ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου (σχ. 22·1 ε), τότε μέρος μόνον τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου διέρχεται διὰ τοῦ πηγίου.



Σχ. 22·1 δ.



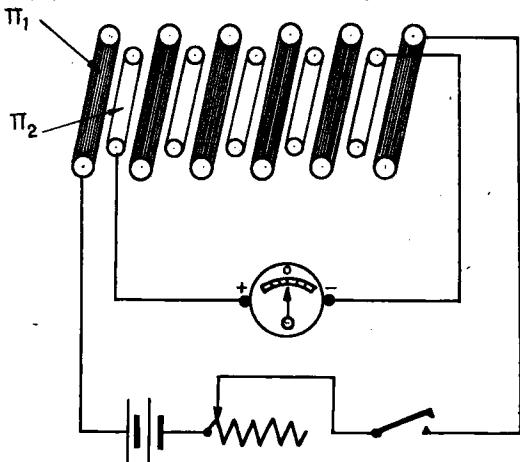
Σχ. 22·1 ε.

Ἡ μαγνητική ροή διὰ μέσου τοῦ πηγίου γίνεται μεγίστη, ὅταν τὸ ἐπίπεδόν του είναι κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου (πηγίον κατακόρυφον εἰς τὸ σχῆμα 22·1 δ). Ἡ μεταβολὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς διὰ μέσου τοῦ πηγίου συνεχίζεται, ὅσον συνεχίζεται ἡ περιστροφική του κίνησις. Ἔτσι παράγεται συνεχῶς, ἐντὸς τοῦ πηγίου, ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς. Ὁ τρόπος αὐτὸς διὰ τὴν ἀνάπτυξιν ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐφαρμόζεται εἰς τὰς γεννητρίας συνεχοῦς ρεύματος.

Βον) *Εἰς ἕνα σταθερὸν πηγίον, τὸ δόποιον ενδίσκεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἄλλου σταθεροῦ πηγίου, διαρρεομένου ὑπὸ ρεύματος μεταβαλλομένης ἐντάσεως.*

"Ἔστω πηγίον Π_1 , τὸ δόποιον τροφοδοτεῖται ὑπὸ πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος, μέσω ἑνὸς διακόπτου καὶ μιᾶς ρυθμιστικῆς ἀντιστάσεως (σχ. 22·1 ζ). Ἐντὸς τοῦ πηγίου αὐτοῦ είναι τοποθετημένον δεύτερον πηγίον Π_2 , τελείως ἀπομεμονωμένον ἡλεκτρικῶς ἀπὸ τὸ πρῶτον. Τὰ ἀκρα τοῦ δευτέρου αὐτοῦ πηγίου συνδέονται ἡεὶ ἔνα γαλβανόμετρον (σχ. 22·1 ζ).

Πείραμα 1ον. "Όταν ὁ διακόπτης είναι άνοικτός, δὲν κυκλοφορεῖ διὰ μέσου τοῦ πηγήσου Π_1 ρεῦμα. Όταν κλείσωμε τὸν διακόπτην, τὸ ρεῦμα διέρχεται διὰ τῶν σπειρῶν τοῦ πηγήσου καὶ δημιουργεῖ ἔνα μαγνητικὸν πεδίον. Μέρος τότε τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι δημιουργοῦνται, διέρχεται διὰ μέσου τῶν σπειρῶν τοῦ πηγήσου Π_2 . Ένώ λοιπόν, πρὶν κλείσωμε τὸν διακό-



Σχ. 22·1 ζ.

πηγη, τὸ πηγήσου Π_2 δὲν εὑρίσκετο ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου, μετά τὸ κλείσιμον τοῦ διακόπτου, τὸ πηγήσον διαπερᾶται ἀπὸ ὡριζμένον πλῆθος μαγνητικῶν γραμμῶν. Κατὰ τὴν στιγμὴν, ποὺ δημιουργεῖται τὸ πεδίον, δηλαδὴ κατὰ τὴν στιγμὴν ποὺ μεταβάλλεται ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τοῦ πηγήσου Π_2 , ἥλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔξι ἐπαγωγῆς ἀναπτύσσεται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου ἐκτρέπεται στιγμιαίως. Μόλις τὸ ρεῦμα ἐντὸς τοῦ πηγήσου Π_1 ἀποκατασταθῇ, τὸ μαγνητικὸν πεδίον, τὸ ὅποιον παράγει, παραμένει ἀμετάβλητον. Ή μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τοῦ πηγήσου Π_2 παραμένει ἐπομένως καὶ αὐτὴ ἀμετάβλητος καὶ δὲν ἀναπτύσσεται πλέον ἥλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔξι ἐπαγωγῆς.

Ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου, μετὰ τὴν στιγμιαίαν ἐκτροπήν της, ἐπονέρχεται εἰς τὸ μηδὲν καὶ παραμένει εἰς τὴν θέσιν αὐτήν.

Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις στιγμιαίας διαρκείας ἀναπτύσσεται καὶ πάλιν, δταν ἀνοίξωμε τὸν διακόπτην. Αὐτὸς συμβαίνει, διότι τὸ ἀνοιγμα τοῦ διακόπτου ἐπιφέρει τὸν μηδενισμὸν τοῦ ρεύματος. Ἡ μηδένισις τοῦ ρεύματος ἔχει δις ἀποτέλεσμα νὰ μηδενισθῇ τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ ἐπομένως ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου τοῦ πηγίου Π₂. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς ἀναπτύσσεται: ἐπομένως εἰς τὸ πηγίον αὐτό, κατὰ τὴν στιγμὴν ποὺ ἔξαφανίζεται τὸ μαγνητικὸν πεδίον. Ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου ἐκτρέπεται στιγμιαίως, κατ' ἀντίθετον ὅμως φοράν τῆς προηγουμένης ἐκτροπῆς της.

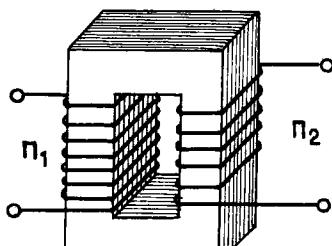
Ο τρόπος αὐτὸς παραγωγῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς πηγίου Π₂ ἐφαρμόζεται εἰς δόλους τοὺς πολλαπλασιαστὰς τῶν βενζινοκινητήρων, διὰ τὴν παραγωγὴν σπινθήρων εἰς τοὺς σπινθηριστάς των.

Πείραμα 2ον. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς δὲν δημιουργεῖται μόνον δταν ἀνοίγωμε ἡ κλείωμε τὸν διακόπτην, ἀλλὰ καὶ δταν μεταβάλλωμε τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ πηγίου Π₁. Ἡ μεταβολὴ αὐτὴ ἔχει δις ἀποτέλεσμα τὴν μεταβολὴν τῆς ἔντασεως $H = \frac{1,25 NI}{l}$ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἐντὸς τοῦ πηγίου Π₁ καὶ ἐπομένως τὴν μεταβολὴν τῆς μαγνητικῆς ροῆς διὰ μέσου τοῦ Π₂. Ὁταν π.χ. αὐξάνωμε τὴν τιμὴν R τῆς μεταβλητῆς ἀντιστάσεως (σχ. 22·1 ζ), ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ πηγίου Π₁ ἐλαττώνεται. Ἐπομένως ἐλαττώνεται ἀναλόγως ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου H καὶ ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου τοῦ πηγίου Π₂. Καθ' δλην τὴν διάρκειαν τῆς ἐλαττώσεως αὐτῆς, ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς ἀναπτύσσεται ἐντὸς τοῦ πηγίου Π₂ καὶ ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου ἐκτρέπεται πρὸς ὥρισμένην φοράν. Ὁταν ἀκολούθως ἐλαττώνωμε τὴν τι-

μήν τῆς ἀντιστάσεως R , αὐξάνομε Δ ναλόγως τὴν μαγνητικὴν ροήν διὰ μέσου τοῦ πηγίου Π_2 . Ἐντὸς αὐτοῦ καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς αὐξήσεως τῆς μαγνητικῆς ροῆς, ἀναπτύσσεται καὶ πάλιν ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις, ἐνῷ ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου ἐκτρέπεται, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φοράν τῆς προηγουμένης ἐκτροπῆς της. Εἰς τὴν πρᾶξιν, τὸ πηγίον Π_1 τροφοδοτεῖται ὑπὸ ἐναλλασσόμενού ρεύματος.

Συμπεραίνομε Δ πὸ τὰ ἀνωτέρω ὅτι, ἀν καὶ δὲν ὑπάρχει μ εταξὺ τῶν πηγίων Π_1 καὶ Π_2 ἀγώγιμος σύνδεσις, ἐν τούτοις τὰ δύο πηγία δὲν εἰναι ἀνεξάρτητα τὸ ἔνα Δ πὸ τὸ ἄλλο. Τὸ ἔνα πηγίον ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ἄλλου, ἢ δὲ ἐπιδρασις γίνεται διὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Λέγομε τότε ὅτι τὰ πηγία Π_1 καὶ Π_2 εὑρίσκονται εἰς μαγνητικὴν σύζευξιν.

Ἡ σύζευξις εἶναι χαλαρά, δταν τὸ πηγίον Π_2 εὑρίσκεται μ ιακράν τοῦ πηγίου Π_1 , ῥωτε ἡ ἐπιδρασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ τελευταίου αὐτοῦ πηγίου νὰ εἰναι μικρά. Ἰσχυρὰ σύζευξις ἐπιτυγχάνεται ἀντιθέτως, δταν τὰ δύο πηγία εἶναι τυλιγμένα εἰς χ λειστὸν σιδηροῦν πυρήνα (σγ. 22·1 γ). Τότε, δποις ἐμάθαιμε



Σχ. 22·1 γ.

εἰς τὸ προηγούμενον κεφάλαιον, δλαι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαί, αἱ δποιαι παράγονται Δ πὸ τὸν μαγνητικόμενον ὑπὸ τοῦ πηγίου Π_2 πυρῆνα, διέρχονται διὰ μέσου τοῦ πηγίου Π_2 . Τέτοιου εἴδους ἴσχυρὰ σύζευξις ἐφαρμόζεται εἰς τὸν μετασχηματιστάς.

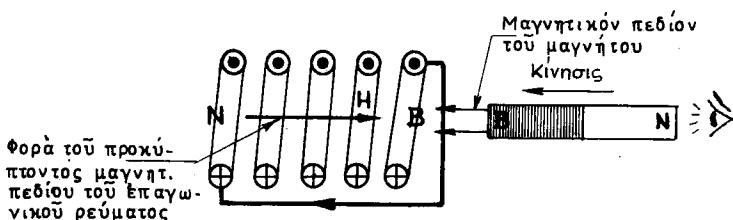
22·2 Φορά τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος. Νόμος τοῦ Λέντς (Lenz).

Νόμος. Ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντὸς κυκλώματος εἶναι τέτοια, ὥστε τὸ μαγνητικὸν πεδίον, ποὺ παραγέται ὑπὸ τοῦ ρεύματος, νὰ ἀντιτίθεται εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς μαγνητικῆς δοῆς διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος.

Ο νόμος αὐτὸς διετυπώθη ὅπὸ τοῦ Λέντς, καὶ δι' αὐτὸν φέρει τὸ ὄνομά του.

Απὸ τὴν φορὰν τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος προκύπτει ἡ φορὰ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ἡ δποίᾳ τὸ δημιουργεῖ. Θὰ ἐφαρμόσωμε τὸν νόμον εἰς τὰς διαφόρους περιπτώσεις, τὰς δποίας ἐμελετήσαμε εἰς τὴν προηγουμένην παράγραφον.

1ον) Κίνησις μαγνήτου πρὸς πηγήν, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 22·2 α, προκαλεῖ τὴν εἰσαγωγὴν ἐντὸς αὐτοῦ μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δποίαι ἔχουν φορὰν ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερά. Ἐπομένως, τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, μὲ τὴν φορὰν αὐτὴν αὖξανεται ἐντὸς τοῦ πηγῶν.



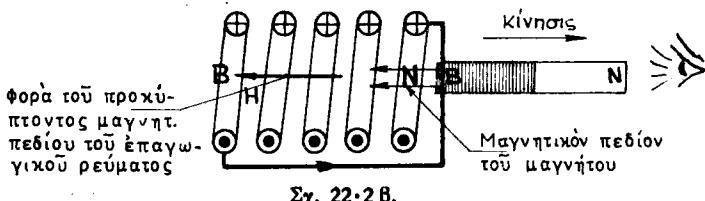
Σχ. 22·2 α.

Τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα, τὸ δποῖον δημιουργεῖται ἐντὸς τοῦ πηγῶν, παράγει μαγνητικὸν πεδίον H (σχ. 22·2 α), τὸ δποῖον ἀντιτίθεται εἰς τὴν αὖξησιν αὐτὴν τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν. Ή φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου H εἶναι ἐπομένως ἀντίθετος τῆς φορᾶς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ δποῖον προκαλεῖ τὴν αὖξησιν.

Απὸ τὴν φορὰν αὐτῆν, ἐν συνδυασμῷ μὲ τὸν κανόνα τοῦ 'Ηλεκτρολογία B'

δεξιοστρόφου κοχλίου [παράγρ. 20 · 3(2)], προκύπτει ή φορά τοῦ έπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ πηγίου, ή δοιά σημειοῦται μὲ σταυροὺς καὶ τελείας, εἰς τὸ σχῆμα 22 · 2 α.

Απὸ τὸ ἑδάφιον 2 τῆς παραγγάφου 20 · 3 γνωρίζομε ὅτι τὸ ρεῦμα αὐτὸ δημιουργεῖ ἔνα βόρειον πόλον εἰς τὸ ἄκρον τοῦ πηγίου, τὸ δοιοῖν ἀντικρύζει τὸν βόρειον πόλον τοῦ μαγνήτου καὶ ἔνα νότιον πόλον εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον (σχ. 22 · 2 α). Ἐπειδὴ οἱ βόρειοι πόλοι τοῦ πηγίου καὶ τοῦ μαγνήτου ἀπωθοῦνται, πρέπει νὰ καταβάλλωμε μηχανικὸν ἔργον, δταν πλησιάζωμε τὸν μαγνήτην πρὸς τὸ πηγίον. Συναντοῦμε εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν μίαν ἀπὸ τὰς πειριτώσεις τοῦ γενικοῦ νόμου τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας. Ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια, τὴν δοιάν δαπανοῦμε, μετατρέπεται εἰς έπαγωγικὸν ρεῦμα, τὸ δοιοῖν εἶναι μορφὴ τῆς ἐνεργείας.

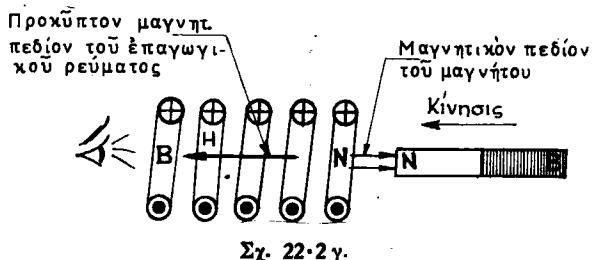


Σχ. 22 · 2 β.

Οταν τώρα ἀπομακρύνωμε τὸν μαγνήτην ἀπὸ τὸ πηγίον (σχ. 22 · 2 β), τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, ποὺ τὸ διαπεροῦν, ἐλαττοῦται. Τὸ έπαγωγικὸν ρεῦμα ἀναπτύσσει μαγνητικὸν πεδίον H, τὸ δοιοῖν ἀντιτίθεται εἰς τὴν ἐλάττωσιν αὐτῆν. Τὸ ρεῦμα τοῦτο προσπαθεῖ δηλαδὴ νὰ διατηρήσῃ ἀμετάβλητον τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἐντὸς τοῦ πηγίου. Τὸ μαγνητικὸν πεδίον H ἔχει ἐπομένως τὴν ἰδίαν φορὰν μὲ τὸ μαγνητικὸν πεδίον, τὸ δοιοῖν προκαλεῖ τὴν ἐλάττωσιν. Απὸ τὴν φορὰν αὐτῆν, ἐν συνδυασμῷ μὲ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοστρόφου κοχλίου, προκύπτει ή φορὰ τοῦ έπαγωγικοῦ ρεύματος (σχ. 22 · 2 β) ἐντὸς τοῦ πηγίου. Δημιουργοῦνται τώρα ἔνας νότιος πόλος εἰς τὸ ἄκρον τοῦ πηγίου, τὸ ὁ-

ποῖον ἀντικρύζει τὸν βόρειον πόλον τοῦ μαγνήτου, καὶ ἔνας βόρειος πόλος εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον. Δεδομένου ὅτι ὁ βόρειος πόλος τοῦ μαγνήτου ἔλκεται ἀπὸ τὸν νότιον πόλον τοῦ πηγίου, δαπανοῦμε καὶ πάλιν μηχανικὸν ἔργον, ὅταν ἀπομακρύνωμε τὸν μαγνήτην ἀπὸ τὸ πηγίον. Τὸ ἔργον αὐτὸν μετατρέπεται καὶ πάλιν εἰς ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ἐντὸς τοῦ πηγίου.

Ἀναστρέφομε τώρα τὸν μαγνήτην καὶ τὸν πλησιάζομε πρὸς τὸ πηγίον (σχ. 22·2 γ). Αὐξάνεται ἔτσι ἐντὸς τοῦ πηγίου τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δποῖαι ἔχουν φορὰν ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά. Τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα παράγει μαγνητικὸν πεδίον H , τὸ δποῖον ἀντιτίθεται εἰς τὴν αὔξησιν αὐτήν. Η φορά του εἶναι ἐπομένως ἀντίθετος τῆς φορᾶς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ προκαλεῖ τὴν αὔξησιν (σχ. 22·2 γ). Ἀπὸ τὴν φορὰν αὐτήν, ἐν συγδυασμῷ μὲ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοστρόφου κοχλίου, προκύπτει ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ πηγίου.

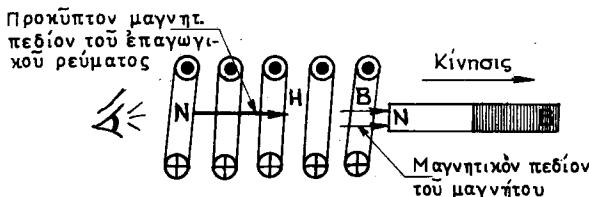


Σχ. 22·2 γ.

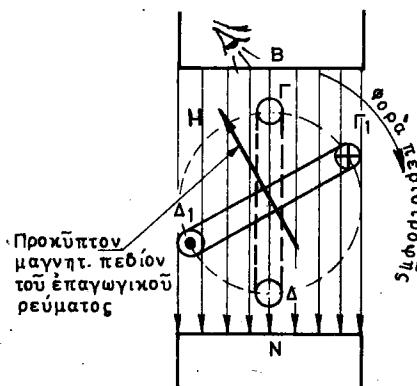
Καθορίζομε κατὰ παρόμοιον τρόπον τὴν φορὰν τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος, ὅταν ἀπομακρύνωμε τὸν μαγνήτην ἀπὸ τὸ πηγίον (σχ. 22·2 δ).

2ον) "Εστω τώρα ὅτι ἔχομε ἔνα πηγίον, τὸ δποῖον περιστρέψεται ἐντὸς σταθεροῦ μαγνητικοῦ πεδίου (σχ. 22·2 ε), ἀπὸ τῆς θέσεως $\Gamma\Delta$ μέχρι τῆς $\Gamma_1\Delta_1$. Κατὰ τὴν κίνησιν αὐτὴν τοῦ πηγίου, τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, ποὺ εἰσέρχονται ἐντὸς αὐτοῦ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, αὔξανεται. Τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα διμως

άντιτίθεται εἰς τὴν αὖξησιν αὐτήν. Δημιουργεῖ έπομένως ἔνα μαγνητικὸν πεδίον H , τὸ δόποιον ἔχει ἀντίθετον φορὰν πρὸς ἐκεῖνο, τὸ δόποιον προκαλεῖ τὴν αὖξησιν. Ἀπὸ τὴν φορὰν αὐτὴν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἐν συνδυασμῷ μὲ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοστρόφου κοχλίου, προκύπτει ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ



Σχ. 22·2 δ.



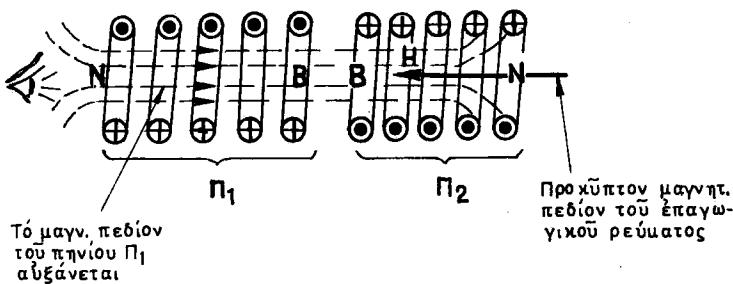
Σχ. 22·2 ε.

πηγίου (σχ. 22·2 ε). Καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν δαπανοῦμε μηχανικὴν ἐνέργειαν κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ πηγίου. Ἡ μηχανικὴ αὐτὴ ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ἐντὸς τοῦ πηγίου.

Ξον) *Ἐστω τέλος δτι ἔχομε δύο πηγία Π_1 καὶ Π_2 , τὰ δόποια εὑρίσκονται εἰς μαγνητικὴν σύζευξιν (σχ. 22·2 ζ). *Ἄς ὑποθέσωμε δτι τὸ πηγίον Π_1 παράγει μαγνητικὸν πεδίον μὲ φορὰν ἐξ ἀρ-

στερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ καὶ ὅτι θεωροῦμε κάποιαν στιγμήν, κατὰ τὴν διποίαν ἡ ἔντασίς του αὖξανεται.

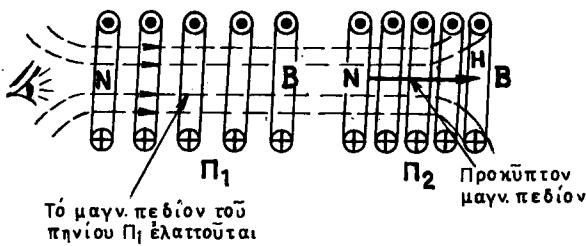
Προκύπτει τότε αὖξησις τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τῆς ἀνωτέρω φορᾶς ἐντὸς τοῦ πηγέου Π_2 . Τὸ ἔπαγωγικὸν ρεῦμα, τὸ διποίον δημιουργεῖται εἰς τὸ πηγέον αὐτό, παράγει μαγνητικὸν πεδίον H (σχ. 22·2ζ), τὸ διποίον ἀντιτίθεται εἰς τὴν αὖξησιν αὐτήν. Ἡ φορά του εἶναι ἐπομένως ἀντίθετος τῆς φορᾶς τοῦ μαγνητικού πεδίου, τὸ διποίον προκαλεῖ τὴν αὖξησιν. Ἀπὸ τὴν φορὰν αὐτήν, ἐν συγδυασμῷ μὲ τὸν κανόνα τοῦ δεξιοστρόφου κοχλίου, προκύπτει ἡ φορὰ τοῦ ἔπαγωγικού ρεύματος ἐντὸς τοῦ πηγέου Π_2 . Παρατηροῦμε ὅτι τὰ ρεύματα ἐντὸς τῶν δύο πηγῶν ἔχουν ἀντίθετον φορὰν (σχ. 22·2ζ).



Σχ. 22·2ζ.

Ἐστω τώρα μία ἄλλη στιγμή, κατὰ τὴν διποίαν τὸ παραγόμενον μαγνητικὸν πεδίον ὑπὸ τοῦ πηγέου Π_1 ἐλαττοῦται (σχ. 22·2η). Προκύπτει τότε ἐλάττωσις τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἐντὸς τοῦ πηγέου Π_2 . Τὸ ἔπαγωγικὸν ρεῦμα, τὸ διποίον δημιουργεῖται εἰς τὸ πηγέον αὐτό, παράγει μαγνητικὸν πεδίον H , τὸ διποίον προσπαθεῖ νὰ διατηρήσῃ ἀμετάβλητον τὸ πλήθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ἐντὸς τοῦ πηγέου. Ἡ φορά του εἶναι ἐπομένως ἡ ἴδια μὲ τὴν φορὰν τοῦ μαγνητικού πεδίου, τὸ διποίον προκαλεῖ ἐλάττωσιν. Ἀπὸ τὴν φορὰν αὐτὴν προκύπτει καὶ ἡ φορὰ

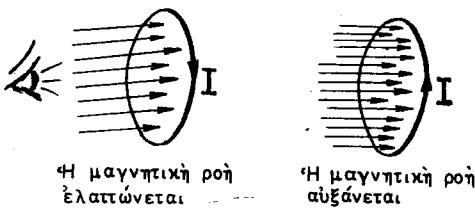
τοῦ έπαγωγικοῦ ρεύματος. Παρατηροῦμε ότι τὰ ρεύματα ἐντὸς τῶν δύο πηγίων ἔχουν τὴν ὥδιαν φοράν. Εἰς μαγνητικὴν σύζευξιν πηγίων, ἡ ηλεκτρικὴ ἐνέργεια, ἡ ὅποια καταναλίσκεται εἰς τὸν έπαγωγέα (πηγίον Π_1), ἐμφανίζεται καὶ πάλιν ὡς ηλεκτρικὴ ἐνέργεια εἰς τὸ έπαγώγιμον (πηγίον Π_2).



Σχ. 22·2 η.

Εἶναι δυνατὸν νὰ καθορίσωμε τὴν φορὰν τοῦ έπαγωγικοῦ ρεύματος, ἀν χρησιμοποιήσωμε τὸν ἔξῆς κανόνα, δ ὅποις προκύπτει ἀπὸ τὸν νόμον τοῦ Λέντζ.

Κανόν. Παρατηροῦμε τὸ κύκλωμα ἀπὸ τὴν πλευρὰν ἐκεί-
νην, ἀπὸ τὴν ὁποίαν αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ προχωροῦν ἐντὸς αὐτοῦ (σχ. 22·2 θ). "Οταν ἡ μαγνητικὴ ροὴ ἐλαττώνεται, ἡ φορὰ τοῦ έπαγωγικοῦ ρεύματος συμπίπτει μὲ τὴν φορὰν περι-



Σχ. 22·2 θ.

στροφῆς τῶν δεικτῶν ὀρολογίου. "Οταν ἡ μαγνητικὴ ροὴ αὐξά-
νεται, ἡ φορὰ τοῦ έπαγωγικοῦ ρεύματος εἶναι ἀντίθετος τῆς φορᾶς περιστροφῆς τῶν δεικτῶν τοῦ ὀρολογίου.

"Ας ἐφαρμόσωμε τὸν κανόνα εἰς τὰς διαφόρους περιπτώσεις, τὰς δποίας ἐμελετήσαμε προηγουμένως.

Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις τῶν σχημάτων 22·2 α καὶ 22·2 β πρέπει νὰ παρατηρήσωμε τὸ πηνίον ἀπὸ τὸ δεξιόν του ἄκρον, δηλαδὴ ἀπὸ τὸ ἄκρον, ἀπὸ τὸ δποῖον αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ προχωροῦν ἐντὸς τοῦ πηνίου. "Οταν δ μαγνήτης κινήται πρὸς τὸ πηνίον (σχ. 22·2 α), ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου αὐτοῦ αὖξανεται. Τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ἔχει ἐπομένως φορὰν ἀντίθετον πρὸς τὴν φορὰν περιστροφῆς τῶν δεικτῶν ὥρολογίου. Εἰς τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸῦ εἶχαμε καταλήξει δι' ἐφαρμογῆς τοῦ νόμου τοῦ Λέντς. "Οταν ἀντιθέτως ὁ μαγνήτης ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸ πηνίον, ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Ή φορὰ ἐπομένως τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος συμπίπτει μὲ τὴν φορὰν περιστροφῆς τῶν δεικτῶν ὥρολογίου. Τὸ ἴδιον ἀποτέλεσμα εὑρήκαμε ἐπίσης δι' ἐφαρμογῆς τοῦ νόμου τοῦ Λέντς.

Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις τῶν σχημάτων 22·2 γ καὶ 22·2 δ, πρέπει νὰ παρατηρήσωμε τὸ πηνίον ἀπὸ τὸ ἀριστερόν του ἄκρον. Κίνησις τοῦ μαγνήτου πρὸς τὸ πηνίον προκαλεῖ αὖξησιν τῆς μαγνητικῆς ροής διὰ μέσου αὐτοῦ καὶ ἐπομένως ἐπαγωγικὸν ρεῦμα, τοῦ δποίου ἡ φορὰ εἶναι ἀντίθετος πρὸς τὴν φορὰν περιστροφῆς τῶν δεικτῶν ὥρολογίου (σχ. 22·2 γ). Τὸ ἀντίθετον συμβαίνει, ὅταν ἀπομακρύνωμε τὸν μαγνήτην ἀπὸ τὸ πηνίον.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ στρεφομένου πηνίου τοῦ σχήματος 22·2 ε πρέπει νὰ παρατηρήσωμε τὸ πηνίον ἀπὸ τὸ ἄνω μέρος. "Αφοῦ ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου τοῦ πηνίου αὖξανεται, ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος εἶναι ἀντίθετος τῆς φορᾶς περιστροφῆς τῶν δεικτῶν ὥρολογίου.

Εἰς τὴν μαγνητικὴν σύζευξιν τοῦ σχήματος 22·2 ζ, παρατηροῦμε τὸ πηνίον ΙΙ₂ ἀπὸ τὸ ἀριστερόν του ἄκρον. "Οταν ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου τοῦ πηνίου αὐτοῦ αὖξανεται, ἡ φορὰ τοῦ

ἐπαγωγικοῦ ρεύματος εἰναι: ἀντίθετος πρὸς τὴν φορὰν περιστροφῆς τῶν δεικτῶν ὀρολογίου. Ἡ φορὰ αὐτὴ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος σημειοῦται εἰς τὸ σχῆμα 22·2ζ. Ὅταν ἡ μαγνητικὴ ροή ἔλαττοῦται, ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος συμπίπτει μὲ τὴν φορὰν περιστροφῆς τῶν δεικτῶν τοῦ ὀρολογίου (σχ. 22·2η). Εἰς τὰ ἀνωτέρω συμπεράσματα εἴχαμε καταλήξει καὶ δι’ ἐφαρμογῆς τοῦ νόμου τοῦ Λέντρ.

22·3 Τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς κυκλώματος.

Τὸ ἀπλούστερον κλειστὸν ἡλεκτρικὸν κύκλωμα συνίσταται ἀπὸ μίαν καὶ μόνην σπείραν.

Νόμος. Ὁ Μάξγουελ ἀπέδειξεν δτι: "Οταν, εἰς χρόνον t , ἡ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου σπείρας μεταβάλλεται ἀπὸ τιμῆς Φ_1 μέχρι τιμῆς Φ_2 , ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς, ἡ δποία ἀναπτύσσεται ἐντὸς τῆς σπείρας, εἴχει μέσην τιμὴν $E = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t \cdot 10^8}$ βόλτ.

Εἰς ἕνα πηγίον, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ N σπείρας, αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις, αἱ δποῖαι ἀναπτύσσονται ἐντὸς τῶν σπειρῶν, ἀθροίζονται. Ἐπομένως, ἡ ἀναπτυσσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηγίου ἔχει μέσην τιμὴν:

$$E = \frac{(\Phi_2 - \Phi_1) N}{t \cdot 10^8} \text{ βόλτ.} \quad (20)$$

Εἰς τὸν τύπον αὐτόν:

Ε εἶναι ἡ μέση τιμὴ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ἡ δποία ἀναπτύσσεται ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηγίου, εἰς βόλτ.

$(\Phi_2 - \Phi_1)$ εἶναι ἡ μεταβολὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς διὰ μέσου κάθε μιᾶς ἀπὸ τὰς σπείρας τοῦ πηγίου, εἰς μάξγουελ.

N εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν τοῦ πηγίου.

t εἶναι ὁ χρόνος τῆς μεταβολῆς τῆς μαγνητικῆς ροῆς, εἰς δευτερόλεπτα.

10^8 είναι ὁ συντελεστής, διὰ νὰ ἐκφρασθῇ τὸ ἀποτέλεσμα εἰς μονάδας βόλτα.

Παράδειγμα 1.

Νὰ εὑρεθῇ ἡ μέση τιμὴ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ἢ ὅποια ἀναπτύσσεται ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς πηγίου, τὸ διπολον συνίσταται ἀπὸ 500 σπείρας, διαν ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου κάθε μιᾶς ἀπὸ αὐτὰς μεταβάλλεται κατὰ 80 000 μάξγουελ, εἰς χρόνον ἔνδεις ἑκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου.

Λύσις.

$$E; N = 500 \text{ σπείραι}, \Phi_2 - \Phi_1 = 80 000 \text{ μάξγουελ},$$

$$t = \frac{1}{100} \text{ sec.}$$

Απὸ τὸν τύπον (20) προκύπτει ὅτι:

$$E = \frac{(\Phi_2 - \Phi_1) N}{t \cdot 10^8} = \frac{80 000 \times 500}{\frac{1}{100} \times 10^8} = 40 \text{ V.}$$

Παράδειγμα 2.

Ἐνα πηγίον, τὸ διπολον ἀποτελεῖται ἀπὸ 50 δρθιογωνίους σπείρας διαστάσεων 8 cm \times 5 cm, περιστρέφεται μὲ ταχύτητα 25 στροφῶν ἀνὰ δευτερόλεπτον μεταξὺ τῶν πόλων πεταλοειδοῦς ἡλεκτρομαγνήτου (σχ. 22·2 ε), διόπου τὸ μαγνητικὸν πεδίον είναι ὀμογενὲς καὶ ἔχει ἔντασιν 1 000 γκάους. Ὁταν τὸ πηγίον ἀπὸ ἀρχικὴν θέσιν παράλληλον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐκτελέσῃ ἔνα τέταρτον στροφῆς, ζητοῦνται: 1) Ἡ μέση τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς. 2) Ἡ μέση τιμὴ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος, ἀν τὸ πηγίον παρουσιάζῃ ἀντίστασιν 4 Ωμ. 3) Ἡ ποσότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἢ ὅποια διῆλθε διὰ τοῦ πηγίου.

Λύσις.

$$N = 50 \text{ σπειραι}, F = 8 \times 5 = 40 \text{ cm}^2,$$

$$t = 25 \text{ στροφαι/sec}, B = 1000 \text{ γκάους}, E; \delta\tau \text{ τότε } R = 4\Omega, I; Q;$$

1ον) Διὰ νὰ ύπολογίσωμε τὴν τιμὴν τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως θὰ ἐφαρμόσωμε τὸ τύπον (20):

$$E = \frac{(\Phi_2 - \Phi_1) N}{t \cdot 10^8} \beta \delta \tau.$$

Πρέπει ἔπομένως α) νὰ καθορίσωμε τὴν μεταβολὴν $\Phi_2 - \Phi_1$ τῆς μαγνητικῆς ροῆς, διὰν τὸ πηγίον ἐκτελῆ ἵνα τέταρτον στροφῆς, καὶ β) τὸν χρόνον t , ποὺ ἀπαιτεῖται, διὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς κινήσεως αὐτῆς.

α) Εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν, μαγνητικαὶ γραμμαὶ δὲν διέρχονται διὰ μέσου τοῦ πηγίου. Ἐπομένως $\Phi_1 = 0$ μάξιμοις. "Οταν τὸ πηγίον ἐκτελέσῃ 1/4 στροφῆς, τὸ ἐπίπεδόν του εἶναι κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Κάθε σπειρα του διαπερᾶται ἔπομένως ὑπὸ μαγνητικῆς ροῆς $\Phi_2 = B F = 1000 \times 40 = 40000$ μάξιμοις.

β) Ἀφοῦ τὸ πηγίον ἐκτελῆ 25. στροφὰς ἀνὰ δευτερόλεπτον, διὰ νὰ ἐκτελέσῃ 1/4 στροφῆς ἀπαιτεῖται χρόνος:

$$t = \frac{\frac{1}{4}}{25} = \frac{1}{100} \text{ sec.}$$

Ἐὰν θέσωμε τὰς τιμὰς αὐτὰς εἰς τὸν τύπον 20, ῥιχομε:

$$E = \frac{(\Phi_2 - \Phi_1) N}{t \cdot 10^8} = \frac{(40000 - 0) \times 50}{\frac{1}{100} \times 10^8} = \\ \frac{40000 \times 50 \times 100}{10^8} = 2 \text{ V.}$$

2ον) Η μέση τιμὴ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἐπαγγικοῦ ρεύματος εἶναι:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ A.}$$

3ον) Ή ποσότητης τοῦ ήλεκτρισμοῦ, ή δποία διήλθε διὰ τοῦ πηγίου εἶναι:

$$Q = I t = 0,5 \times \frac{1}{100} = 0,005 \text{ coul.}$$

Παράδειγμα 3.

Γύρω ἀπὸ ἕνα ξύλινον δακτύλιον μὲ μέσην περιφέρειαν $l = \pi D\mu = 50 \text{ cm}$, εἶναι κανονικῶς τυλιγμένα, τὸ ἕνα ἐπάνω εἰς τὸ ἄλλο, δύο πηγία τελείως ἀπομεμονωμένα ήλεκτρικῶς μεταξύ των. Τὸ ἐσωτερικὸν πηγίον ἀποτελεῖται ἀπὸ 500 σπείρας μὲ διατομὴν 20 cm^2 , αἱ δποίαι διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 4 ἀμπέρ. Τὸ ἐξωτερικὸν πηγίον ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 000 σπείρας. Νὰ εὑρεθῇ η μέση τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ήλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ ἐξωτερικοῦ αὐτοῦ πηγίου, δταν διακόπτεται τὸ ρεῦμα, ποὺ διαρρέει τὸ πρώτον πηγίον. Δεχόμεθα ὅτι: τὸ ρεῦμα αὐτὸς μηδενὶζεται ἐντὸς $1/40$ τοῦ δευτερολέπτου, ἀπὸ τὴν στιγμὴν ποὺ θὰ ἀνοίξωμε τὸν διακόπτην.

Λύσις.

Τὸ πρώτον πηγίον παράγει ἐντὸς αὐτοῦ μαγνητικὸν πεδίον ἐντάσεως:

$$H = \frac{1,25 NI}{l} = \frac{1,25 \times 500 \times 4}{50} = 50 \text{ έρστέντ.}$$

Ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῆς κάθε του σπείρας εἶναι:

$$\Phi = HF = 50 \times 20 = 1 000 \text{ μάξγουελ.}$$

Δεδομένου ὅτι τὸ πηγίον εἶναι δακτυλιοειδές, ὅλαις αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ, δηλαδὴ δλόκληρος ἡ μαγνητικὴ ροὴ Φ , περιορίζεται ἐντὸς τοῦ πρώτου αὐτοῦ πηγίου.

Ἡ ἵδια ἔπομένως μαγνητικὴ ροὴ διέρχεται καὶ διὰ μέσου κάθε σπείρας τοῦ δευτέρου πηγίου.

Ὅταν διακόψωμε τὸ ρεῦμα, ἡ μαγνητικὴ ροὴ μηδενὶζεται.

Έποιμένως ή μαγνητική ροή, διὰ μέσου τῆς κάθε σπείρας τοῦ δευτέρου πηνίου, μεταβάλλεται κατὰ 1000 μάξγουελ, δηλαδὴ $\Phi_2 - \Phi_1 = 1000$ μάξγουελ.

"Αρα η ήλεκτρεγερτική δύναμις έξι έπαγωγής, ή δποία άναπτύσσεται έντος τοῦ δευτέρου αὐτοῦ πηνίου, έχει τιμήν:

$$E = \frac{(\Phi_2 - \Phi_1) N}{t \cdot 10^8} = \frac{1000 \times 2000}{\frac{1}{40} \times 10^8} = 0,8 \text{ V.}$$

22.4 Περίπτωσις εύθυγράμμου άγωγοῦ, ού δποίος κινεῖται καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν ὁμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου.

Εἰς τὸ σχῆμα 22 · 1 γ παριστάνονται ἐν προθολῇ, μὲ μικροὺς κύκλους K_1 καὶ K_2 , αἱ πλευραὶ πηνίου τοῦ έπαγωγικοῦ τυλίγματος ἐναλλακτῆρος, αἱ δποίαι εἰναι κάθετοι πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ χάρτου. Εἶναι προφανὲς δτι, κατὰ τὴν περιστροφὴν τῶν πόλων, αἱ πλευραὶ αὐταὶ τέμνουν τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου. Ἐπίσης αἱ κάθετοι πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ χάρτου πλευραὶ Γ_1 καὶ Δ_1 τοῦ πηνίου τοῦ σχήματος 22 · 2 ε τέμνουν τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου, δταν τὸ πηνίον περιστρέφεται.

Εἰς τοὺς ἐναλλακτῆρας καὶ εἰς τὰς δυναμομηχανὰς συνεχοῦς ρεύματος, οἱ ἀγωγοὶ τῶν τυλιγμάτων των τέμνουν καθέτως τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτῆν, οὐ νόμος τοῦ Λεντς καὶ δ νόμος τοῦ Μάξγουελ (20) εἰναι δυνατὸν νὰ διατυπωθοῦν κατὰ τέτοιον τρόπον, ὥστε η μελέτη τῶν μηχανῶν αὐτῶν νὰ γίνεται περισσότερον εὐχερής.

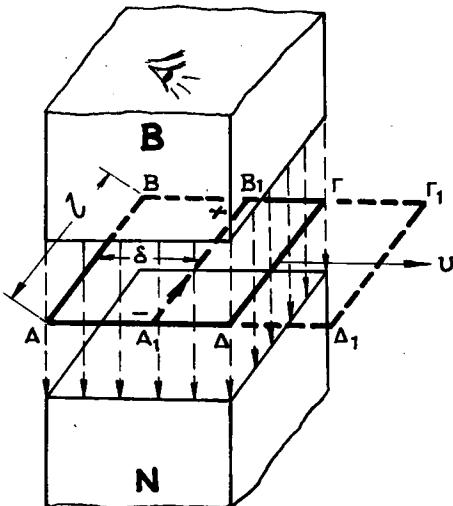
Διὰ νὰ καταλήξωμε εἰς τὴν νέαν διατύπωσιν τῶν ἀνωτέρω γόρμων, θὰ τοὺς ἐφαρμόσωμε εἰς δρυμογώνιον σπεῖραν $ABΓΔ$, η δποία κινεῖται παραλλήλως πρὸς ἑαυτὴν καὶ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν ὁμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως B γκάους, δπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 22 · 4 α. "Εστω υ η σταθερὰ ταχύτης τῆς σπείρας καὶ $ABΓΔ$ η ἀρχική τῆς θέσις.

1ον) "Όταν ή σπείρα κινήται πρὸς τὰ δεξιά, εἶναι προφανὲς ὅτι ή μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου αὐτῆς ἔλαττοῦται συνεχῶς. Ἐπομένως ἀναπτύσσεται ἐντὸς τῆς σπείρας ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγγῆς.

Ἐστωσαν Φ_1 ή μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῆς σπείρας, εἰς τὴν ἀρχικὴν της θέσιν $ABΓΔ$, καὶ Φ_2 ή μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου αὐτῆς, ὅταν φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν $A_1B_1Γ_1Δ_1$.

Εἶναι προφανὲς ὅτι ή διαφορὰ $\Phi_2 - \Phi_1$ εἶναι ἵση πρὸς τὸ πλῆθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, αἱ δποῖαι διέρχονται διὰ μέσου τῆς ἐπιφανείας ABB_1A_1 ἐμβαδοῦ $l \text{ cm} \times \delta \text{ cm}$, δηλαδή :

$$\Phi_2 - \Phi_1 = B l \delta \text{ μάξγουελ.}$$



Σχ. 22·4 α.

Ἐὰν η σπείρα ἔχῃ διανύσει τὸ διάστημα $δ \text{ cm}$ εἰς χρόνον $t \text{ sec}$, ή ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, ή δποίᾳ ἀναπτύσσεται ἐντὸς αὐτῆς ἐξ ἐπαγγῆς, ἔχει τιμὴν (νόμος τοῦ Μάξγουελ) :

$$E = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t 10^8} = - \frac{B l \delta}{t 10^8} \beta \delta \tau.$$

Παρατηροῦμε ότι τὸ πηλίκον:

$$\frac{\delta}{t} = \frac{\text{διανυθείς δρόμος εἰς cm}}{\text{χρόνος εἰς sec}}$$

είναι ἡ ταχύτης υ cm/sec τῆς σπείρας. Έπομένως:

$$E = \frac{B l u}{10^8} V.$$

Εἰς τὴν ἀνωτέρω σχέσιν, παρατηροῦμε ότι ἀπὸ δλα τὰ κατασκευαστικὰ στοιχεῖα τῆς σπείρας (μῆκος, πλάτος, ἐμβαδόν, διατομὴ σύρματος) ἀναγράφεται μόνον τὸ μῆκος l τοῦ τμήματος τῆς πλευρᾶς AB, τὸ δποῖον τέμνει καθέτως τὰς μαγνητικὰς γραμμάς.

Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἡ ἀνωτέρω σχέσις διατυπώνεται ὡς ἔξῆς:

"Οταν εὐδύγραμμος ἄγωγὸς κινηται παραλλήλως πρὸς ἑαυτὸν καὶ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν ὁμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου, ἡ τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς αὐτοῦ εἴναι ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τοῦ μήκους τοῦ τμήματος τοῦ ἄγωγοῦ, τὸ δποῖον τέμνει τὰς μαγνητικὰς γραμμάς, καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἄγωγοῦ. Δηλαδή:

$$E = \frac{B l u}{10^8} \beta \delta t. \quad (21)$$

Εἰς τὴν σχέσιν αὐτήν:

Ε είναι ἡ τιμὴ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ἡ δποία ἀναπτύσσεται ἐξ ἐπαγωγῆς, εἰς βόλτη.

Β είναι ἡ ἔντασις τοῦ ὑπὸ τοῦ ἄγωγοῦ τεμνομένου ὁμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς γκάους.

l είναι τὸ μῆκος τοῦ τμήματος τοῦ ἄγωγοῦ, τὸ δποῖον τέμνει τὸ μαγνητικὸν πεδίον, εἰς cm.

u είναι ἡ ταχύτης τοῦ ἄγωγοῦ εἰς cm/sec.

Εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον, δ ἀριθμητῆς $B l u = \frac{B l \delta}{t}$ δει-

κνύει τὸ πλήθος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, τὰς δόποιας δὲ ἀγωγδὲς τέμνει ἀνὰ δευτερόλεπτον. "Αν δὲ γωγδὲς τέμνη 10^8 μαγνητικὰς γραμμὰς ἀνὰ δευτερόλεπτον, προκύπτει διτὶ $B_{lu} = 10^8$ καὶ διτὶ

$$E = \frac{10^8}{10^8} = 1 \text{ V.}$$

"Αρα, δταν εὐθύγραμμος ἀγωγός, δόποιος κινεῖται μὲ σταθερὰν ταχύτητα παραλλήλως πρὸς ἑαυτόν, τέμνη 10^8 μαγνητικὰς γραμμὰς ἀνὰ δευτερόλεπτον, τότε ἡλεκτρογερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς τυμῆς ἐνὸς βόλτη ἀναπτύσσεται ἐντὸς αὐτοῦ.

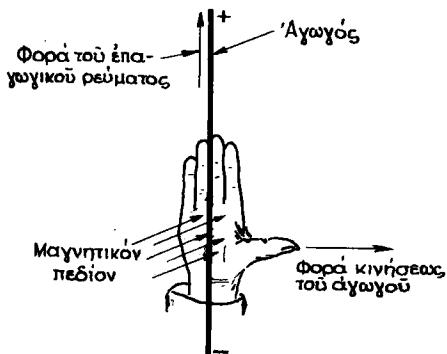
Σον) Διὰ νὰ καθορίσωμε τὴν φορὰν τῆς ἡλεκτρογερτικῆς δυνάμεως, ἡ δόποια ἀναπτύσσεται ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ, καὶ ἐπομένως τὴν φορὰν τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος διὰ μέσου αὐτοῦ, ἐφαρμόζομε εἰς τὴν ἐν κινήσει σπείραν τὸν νόμον τοῦ Λέντς ἢ τὸν κανόνα, ποὺ προέκυψεν ἀπὸ αὐτόν. Παρατηροῦμε εἰς τὸ σχῆμα 22·4 α τὴν σπείραν ἐκ τῶν ἀνω. Ἀφοῦ ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῆς σπείρας ἐλαττούται, ἡ ἡλεκτρογερτικὴ δύναμις καὶ τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα ἔχουν φοράν, ἡ δόποια συμπίπτει μὲ τὴν φορὰν περιστροφῆς τῶν δεικτῶν ὀρολογίου. Ἐπομένως ἡ φορά των ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ $A_1 B_2$ εἶναι ἀπὸ A_1 πρὸς B_1 . "Αρα δὲ ἀγωγὸς εἶναι μία ἡλεκτρικὴ πηγὴ, τῆς δόποιας δὲ θετικὸς πόλος εἶναι τὸ ἄκρον B_1 καὶ δὲ ἀρνητικὸς τὸ ἄκρον A_1 .

Τὴν φορὰν τῆς ἡλεκτρογερτικῆς δυνάμεως καὶ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος δυνάμειθα νὰ καθορίσωμε διὰ τοῦ ἐξῆς ἀπλουστάτου κανόνος, δόποιος εἶναι κατὰ πάντα σύμφωνος μὲ τὸν νόμον τοῦ Λέντς.

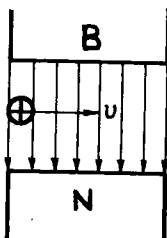
Κανών. Τοποθετοῦμε τὸ δεξί μας χέρι κατὰ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ (σχ. 22·4β), εἰς τρόπον ὃστε αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ νὰ εἰσέρχωνται διὰ τῆς παλάμης καὶ δὲ ἀντίχειρ νὰ δεικνύῃ τὴν φορὰν κινήσεως τοῦ ἀγωγοῦ. Τότε τὰ τεταμένα τέσσαρα ἄλλα δάκτυλα δεικνύουν τὴν φορὰν τῆς ἡλεκτρογερτικῆς δυνάμεως καὶ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ.

Παράδειγμα 1.

Εύθυγραμμος άγωγός, μήκους $0,30\text{ m}$, κινεῖται παραλλήλως πρὸς έσαυτὸν καὶ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν διμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως $10\,000$ γκάους (σχ. 22·4 γ), μὲ ταχύτητα 15 m/sec .



Σχ. 22·4 β.



Σχ. 22·4 γ.

Ζητοῦνται :

1ον) ἡ τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ. 2ον) Η φορὰ τῆς δυνάμεως αὐτῆς.

Αύστις :

$l = 0,30\text{ m} = 30\text{ cm}$, $B = 10\,000$ γκάους, $v = 15\text{ m/sec} = 1\,500\text{ cm/sec}$.
1ον) E ; 2ον) Φορὰ ΗΕΔ;

1ον) Ἐπόμενη σχέσιν (21) προκύπτει ότι η ηλεκτρεγερτική δύναμις έχει τιμήν:

$$E = \frac{B l u}{10^8} = \frac{10\,000 \times 30 \times 1\,500}{10^8} = 4,5 \text{ V.}$$

2ον) Η φορά τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως προκύπτει ἀπό τὴν ἔφαρμογήν τοῦ κανόνος τῆς δεξιᾶς χειρός. Η παλάμη πρέπει νὰ ἀντικρύζῃ τὸν βόρειον πόλον, οὗτως ὥστε αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ νὰ εἰσέρχωνται δι' αὐτῆς. "Οταν, συγχρόνως, δὲ ἀντίχειρ δεικνύῃ τὴν φορὰν τῆς κινήσεως τοῦ ἀγωγοῦ, τὰ τέσσαρα τεταμένα ἄλλα δάκτυλα δεικνύουν ότι η φορὰ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἶναι ἀπὸ τὸ ἐμπρός μέρος τοῦ χάρτου πρὸς τὸ ὄπίσω του μέρος. Σημειώνομε τὴν φορὰν αὐτὴν μὲνα σταυρόν.

Παράδειγμα 2.

Ἄγωγός, ὁ δποῖος κινεῖται μὲ σταθερὰν ταχύτητα, τεμνεὶ 35×10^8 μαγνητικὰς γραμμὰς εἰς χρόνον δέκα δευτερολέπτων. Ποία εἶναι η τιμὴ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς, η δποία ἀναπτύσσεται ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ;

Λύσις.

Γνωρίζομε ότι ηλεκτρεγερτική δύναμις ἐνδὲ βόλτα ἀναπτύσσεται ἐντὸς ἀγωγοῦ, ὁ δποῖος τέμνει μὲ σταθερὰν ταχύτητα 10^8 μαγνητικὰς γραμμὰς ἀνὰ δευτερόλεπτον [παρ. 22·4 (1ον)].

Ο ἀγωγὸς τοῦ παραδείγματος τέμνει:

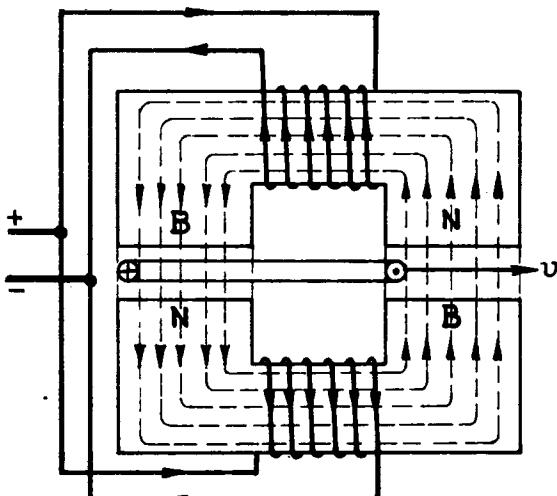
$$\frac{35 \times 10^8}{10} = 3,5 \times 10^8 \text{ μαγνητικὰς γραμμὰς/sec.}$$

Άρα, η ἀναπτυσσομένη ηλεκτρεγερτική δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ έχει τιμήν:

$$\frac{3,5 \times 10^8}{10^8} = 3,5 \text{ V.}$$

Παράδειγμα 3.

Ένα δρθογώνιον πηγέν, τὸ ὅποῖον συνίσταται ἀπὸ 50 σπείρας, κινεῖται παραλλήλως πρὸς ἑαυτὸν καὶ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ποὺ παράγεται ἀπὸ τὸν ἡλεκτρομαγνήτην, ὁ ὅποῖος εἰκονίζεται εἰς τὸ σχῆμα 22·4 δ. Αἱ κάθετοι πρὸς τὸ φύλλον τοῦ χάρτου πλευραὶ τοῦ πηγένου ἔχουν μῆκος 10 cm, τὸ μαγνητικὸν πεδίον εἰς τὰ διάκενα τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου είναι διμογενὲς καὶ ἔχει ἔντασιν 8 000 γκάους, ἡ δὲ ταχύτης τοῦ πηγένου είναι 10 m/sec.



Σχ. 22·4 δ

Ζητοῦνται:

- 1ον) Η τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηγένου. 2ον) Η ἔντασις τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ποὺ τὸ διαρρέει, ἂν τὸ πηγένον παρουσιάζῃ ἀντίστασιν 16 Ω.

Λύσις.

$$N = 50 \text{ σπείραι}, l = 10 \text{ cm}, B = 8000 \text{ γκάους}, v = 10 \text{ m/sec} = 1000 \text{ cm/sec}, E : I ; \text{ δταν } R = 16 \Omega.$$

1ον) "Οταν έφαρμόσωμε τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρὸς εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τῶν δύο πλευρῶν τοῦ πηγίου, αἱ δποῖαι τέμνουν τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ διακένου, προκύπτουν τὰ δέξια: α) Εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τῆς ἀριστερᾶς πλευρᾶς, αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις ἔχουν φορὰν ἐκ τῶν ἐμπροσθεν πρὸς τὰ δπίσω (σταυροί). β) Εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τῆς δεξιᾶς πλευρᾶς, ἡ φορὰ τῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων εἶναι ἐκ τῶν δπισθεν πρὸς τὰ ἐμπρὸς (τελεῖαι). Επομένως αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις, αἱ δποῖαι ἀναπτύσσονται εἰς τοὺς $2 N = 2 \times 50 = 100$ ἀγωγοὺς τῶν δύο αὐτῶν πλευρῶν, ἀθροίζονται. Οὖσαι στικῶς εἶναι ὡς ἐὰν 100 ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα ἥσαν συγδεδεμένα ἐν σειρᾷ. Ή ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, ἡ δποία ἀναπτύσσεται ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηγίου, ἔχει ἐπομένως τιμήν:

$$E \ 2\ N = \frac{B \ l \ u}{10^8} \cdot 2\ N = \frac{8\ 000 \times 10 \times 1\ 000}{10^8} \times 100 = 80\ V.$$

2ον) Ή ἐντασις τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ πηγίου ἔχει τιμήν:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{80}{16} = 5\ A.$$

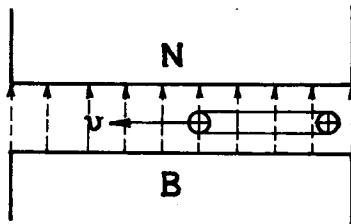
Παράδειγμα 4.

Διατί δὲν κυκλοφορεῖ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα διὰ μέσου τῆς δροθυγωνικῆς κλειστῆς σπείρας, ἡ δποία παριστάνεται εἰς τὸ σχῆμα $22 \cdot 4\ e$, παρ' ὅλον ποὺ δύο πλευραὶ της τέμνουν τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου;

Λύσις.

"Οταν έφαρμόσωμε τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρὸς εἰς τὰς δύο πλευρὰς τῆς σπείρας, αἱ δποῖαι τέμνουν τὸ μαγνητικὸν πεδίον, προκύπτουν ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις κατευθυνόμεναι καὶ αἱ δύο ἐκ τῶν ἐμπροσθεν πρὸς τὰ δπίσω. Αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ αὐταὶ δυνάμεις ἀντιτίθενται ἡ μία εἰς τὴν ἄλλην. Δεδομένου δτι ἡ ἀπό-

λυτος τιμή των $E = \frac{B l v}{10^8}$ είναι ή ίδια, έπειτα: δτι: τὸ ἀλγε-
ρικόν των ἀθροισμά είναι ἵσον μὲ μηδέν. Ἀφοῦ ἡλεκτρεγερτική
δύναμις δὲν δρᾶ ἐντὸς τῆς σπείρας έπειτα: δτι, δὲν κυκλοφορεῖ
έπαγωγικὸν ρεῦμα διὰ μέσου αὐτῆς. Ἡ περίπτωσις είναι δμοία
πρὸς κλειστὸν κύκλωμα, εἰς τὸ ὅποιον δύο ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα,
τῆς ίδιας ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ἔχουν τὸν θετικούς των πό-
λους συνδεδεμένους μεταξύ των καὶ τοὺς ἀρνητικοὺς ἐπίσης μετα-
ξύ των.



Σχ. 22 · 4 ε.

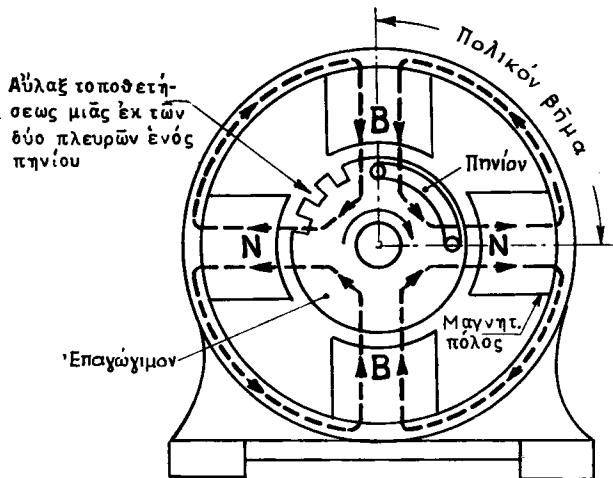
Βασικὴ παρατήρησις, ή ὅποια προκύπτει ἀπὸ τὰ παραδεί-
γματα 3 καὶ 4 είναι ή ἔξης:

"Οταν αἱ πλευραὶ πηγίου τέμνουν μαγνητικὰς γραμμὰς ἀντι-
θέτου φορᾶς, αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις, αἱ ὅποιαι ἀναπτύσ-
σονται: ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν τῶν πλευρῶν αὐτῶν, προστίθενται. "Οταν
τέμνουν μαγνητικὰς γραμμὰς τῆς ίδιας φορᾶς, δὲν ἀναπτύσσεται:
ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐντὸς τοῦ πηγίου.

Εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς μηχανάς, τὰ πηγία τοῦ ἐπαγωγικοῦ
τυλίγματός των κατακευάζονται κατὰ τρόπον, ὃστε αἱ τέμνου-
σαι τὸ μαγνητικὸν πεδίον πλευραὶ τοῦ κάθε πηγίου νὰ ἀπέχουν
μεταξύ των, διὸ ἀπέχουν οἱ ἄξονες δύο ἑτερωνύμων πόλων (σχ.
22 · 4 ζ.). Ἀποκλείεται μὲ τὸν τρόπον αὐτὸν νὰ τέμνουν αἱ πλευ-
ραὶ μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ ίδιου πόλου, εἰς οἰανδήποτε στιγμὴν
τῆς λειτουργίας τῆς μηχανῆς. Ἀντιθέτως, ἀφοῦ αἱ πλευραὶ εὑρί-
σκονται ἀπέναντι εἰς ἑτερωνύμους πόλους, αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ δυ-

νάμεις, αἱ ὅποιαι ἀναπτύσσονται ἐντὸς αὐτῶν, προστίθενται εἰς δλας τὰς διαδοχικὰς θέσεις τῶν πηγίων.

Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν ἀξόνων δύο ἑτερωνύμων πόλων ἡλεκτρικῆς μηχανῆς δύναμάζεται πολικὸν βῆμα (σχ. 22·4 ζ).



Σχ. 22·4 ζ.

Εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς μηχανάς, αἱ πλευραὶ τοῦ πηγίου, αἱ δποῖαι τέμνουν τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου, εἶναι τοποθετημέναι μέσα εἰς αὐλακάς τοῦ ἐπαγωγήμου (εἰς τὸ σχῆμα 22·4 ζ ἐσχεδιάσθησαν μόνον τρεῖς αὐλάκους).

Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ αὐλάκων, οἱ δποῖοι δέχονται τὰς δύο πλευρὰς τοῦ ἴδιου πηγίου, δύναμάζεται βῆμα αὐλάκων.

Ἄπὸ τὰ ὅσα ἐλέχθησαν, προκύπτει ὅτι τὸ βῆμα αὐλάκων εἶναι ἵσον μὲ τὸ πολικὸν βῆμα.

22·5 Περίπτωσις άκινήτου εύθυγράμμου άγωγού, ὁ ὅποιος τέμνει καθέτως τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς κινουμένου μαγνητικοῦ πεδίου.

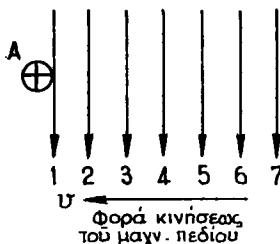
Ἀνεφέραμε εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς προηγουμένης παραγράφου ὅτι

εἰς τοὺς ἐναλλακτήρας μὲν ἐσωτερικοὺς πόλους, τὸ μαγνητικὸν πεδίον περιστρέφεται καὶ τέμνεται καθέτως ἀπὸ τοὺς ἀκινήτους εὐθυγράμμους ἀγωγοὺς τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυλίγματος.

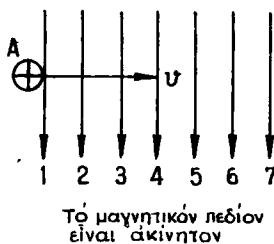
Τίθεται τώρα τὸ ἐρώτημα. Εἰναι δυνατὸν νὰ ἐφαρμοσθοῦν καὶ εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν: α) ἡ σχέσις (21) καὶ β) δικανῶν τῆς δεξιᾶς χειρός; Αὕτα, ὡς γνωστόν, ἴσχουν δι’ ἀγωγούς, οἱ δποῖοι κινοῦνται καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Θὰ διπλαντήσωμε κατὰ σειρὰν εἰς τὰ δύο αὐτὰ ἐρώτήματα.

α) Ἀπὸ τὴν παρατήρησιν τοῦ σχήματος 22·4α, εἰναι προφανὲς ὅτι διὰ τῆς διαστάσης AB τέμνεται τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου, εἴτε δταν κινηταὶ πρὸς τὰ δεξιά, εἴτε δταν αὐτὸς παραμένη ἀκίνητος καὶ κινηταὶ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τὸ μαγνητικὸν πεδίον. "Αν καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις ἡ ταχύτης υ εἰναι ἡ ἴδια, τότε ἡ ἐλάττωσις τοῦ πλήθους τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν διὰ μέσου τῆς σπείρας εἰναι ἡ ἴδια, εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον.

Ἐπομένως διά τύπος (21) ἐφαρμόζεται ὅπως ἀκριβῶς εἰναι, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι τώρα υ εἰναι ἡ ταχύτης, μὲ τὴν δποῖαν κινεῖται τὸ μαγνητικὸν πεδίον.



Σχ. 22·5α.



Σχ. 22·5β.

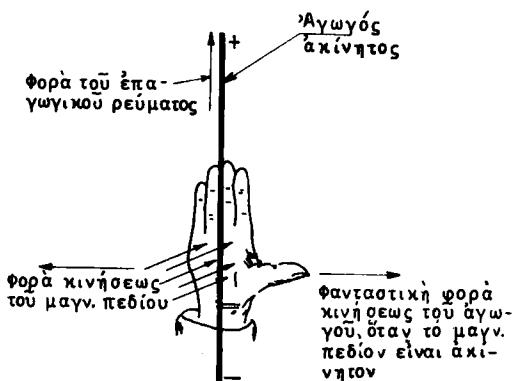
β) Διὰ νὰ καθορίσωμε τὴν φορὰν τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἢ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ, κάμνομε τὸν ἔξιγες συλλογισμόν:

"Εστω ὅτι μαγνητικὸν πεδίον κινεῖται πρὸς τὰ ἀριστερά, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 22·5 α. Ὁ ἀκίνητος ἀγωγὸς Α τέμνει τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς κατὰ τὴν σειρὰν 1, 2, 3, 4 κλπ.

"Ἄν τώρα τὸ μαγνητικὸν πεδίον παραμείνῃ ἀκίνητον καὶ ὁ ἀγωγὸς κινηθῇ πρὸς τὰ δεξιά, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 22·5 β, αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τέμνονται καὶ πάλιν κατὰ τὴν ἴδιαν σειρὰν 1, 2, 3, 4 κλπ.

Εἶναι προφανὲς ἀπὸ τὰ ἀνωτέρω, ὅτι αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις, αἱ δόποιαι ἀναπτύσσονται, ἔχουν τὴν ἴδιαν φορὰν καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις. Προκύπτει λοιπὸν ὁ ἔξηγος κανών.

Κανών. "Οταν ἀκίνητος ἀγωγὸς τέμνῃ τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς κινούμενον πεδίον, φανταζόμεθα ὅτι τὸ πεδίον εἶναι ἀκίνητον καὶ ὅτι ὁ ἀγωγὸς κινεῖται κατ' ἀντίθετον φορὰν τῆς κινήσεως τοῦ πεδίου (σχ. 22·5 γ). Ἡ φορὰ τῆς ἡλεκτρεγερτι-



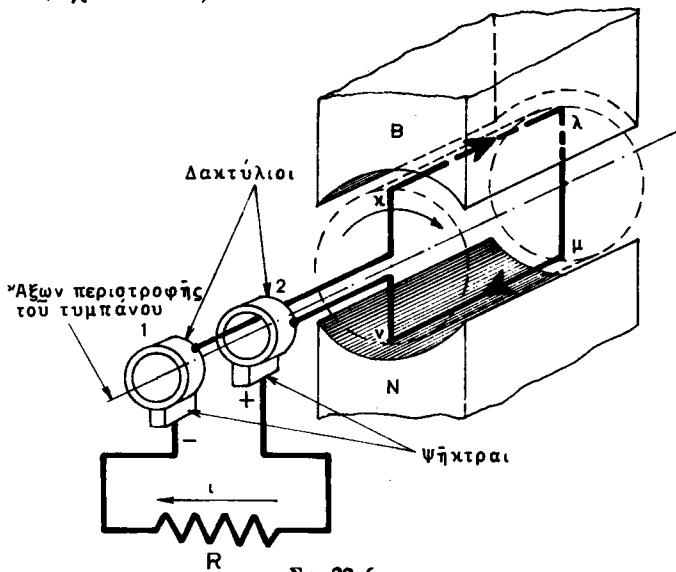
Σχ. 22·5 γ.

κῆς δυνάμεως ἡ τοῦ ἐπαγγεικοῦ ρεύματος, ἐντὸς τοῦ ἀκινήτου ἀγωγοῦ, εἶναι αὐτὴ ἡ δόποια προκύπτει ἀπὸ τὴν ἐφαρμογὴν τοῦ κανόνος τῆς δεξιᾶς χειρὸς εἰς τὸν κινούμενον, ὡς ἀνωτέρω, ἀγωγόν.

22·6 Περιστροφή σπείρας μὲ σταθεράν ταχύτητα, ἐντὸς όμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου. Παραγωγὴ ἐναλλασσομένης Η.Ε.Δ.

Θὰ ἐφαρμόσωμε τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρὸς καὶ τὸν νόμον

$$(21) E = \frac{B l u}{10^8}$$
 βὸλτ εἰς δρθογώνιον σπεῖραν κλιμ., ἢ δοιά περιστρέφεται μὲ σταθερὰν ταχύτητα ἐντὸς όμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου (σχ. 22·6 α.).



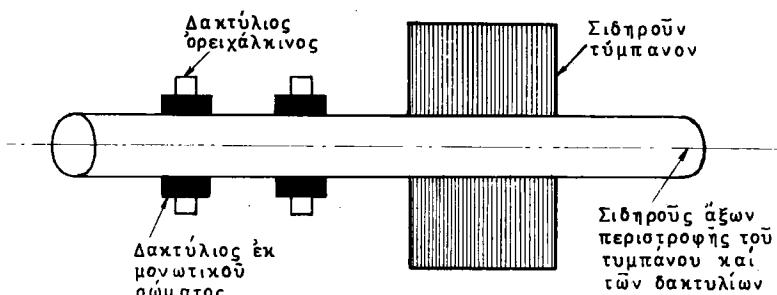
Σχ. 22·6 α.

Μὲ τὸν τρόπον αὐτὸν θὰ μάθωμε πῶς μεταβάλλονται: 1ον) ἢ φορὰ τῆς ἀναπτυσσομένης ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τῆς σπείρας καὶ συνεπῶς ἢ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος διὰ μέσου αὐτῆς καὶ 2ον) ἢ τιμὴ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς αὐτῆς δυνάμεως.

Διὰ νὰ ἐπιτύχωμε νὰ χρησιμοποιήσωμε τὴν ηλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, ἢ δοιά ἀναπτύσσεται ἐντὸς τῆς σπείρας, κατασκευάζομε τὴν ἔξιῆς διάταξιν:

Προσαρμόζομε τὴν σπεῖραν ἐπὶ σιδηροῦ τυμπάνου (παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα μὲ διακεκομμένας γραμμάς), τὸ δποῖον περιστρέφεται ἐντὸς τῆς κοιλότητος τῶν πόλων μαγνήτου ἢ ἡλεκτρομαγνήτου (σχ. 22·6 α).

Τὸ κάθε ἔνα ἀπὸ τὰ δύο ἄκρα τῆς σπείρας καταλήγει εἰς ἀντίστοιχον δακτύλιον καὶ εἶναι συγκεκολλημένον μὲ αὐτόν.



Σχ. 22·6 β.

Οἱ δύο δακτύλιοι περιβάλλουν δμοκέντρως τὸν σιδηροῦν ἀξονα περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου (σχ. 22·6 β), στηρίζονται σταθερῶς ἐπ' αὐτοῦ καὶ εἶναι τελείως μεμονωμένοι ἡλεκτρικῶς, τόσον ἀπὸ τὸν ἀξονα αὐτὸν δσὸν καὶ μεταξὺ των. Οἱ δακτύλιοι περιστρέφονται μὲ τὸν ἀξονα. Εἰς κάθε δακτύλιον ἐφάπτεται καὶ μία ψήκτρα ἀπὸ ἀνθρακα ἢ ἀπὸ χαλκὸν (σχ. 22·6 α). Αἱ ψήκτραι παραμένουν σταθεραι καὶ συγκρατοῦνται ἀπὸ ψηκτροθήκας, αἱ δποῖαι στηρίζονται εἰς ἀκίνητον μέρος τῆς διατάξεως καὶ εἶναι ἡλεκτρικῶς μεμονωμέναι ἀπὸ αὐτό. Μεταξὺ τῶν ψηκτρῶν συνδέομε καταναλωτὴν ὡμικῆς ἀντιστάσεως R ὥμ.

1ον) Φορὰ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τῆς σπείρας καὶ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος.

Εἰς τὸ σχῆμα 22·6 γ παριστάνονται ὠρισμέναι ἀπὸ τὸ σύγ-

ολον τῶν θέσεων, τὰς ὁποίας καταλαμβάνει ἡ σπεῖρα, ὅταν περιστρέφεται κατὰ τὴν φορὰν τῶν δεικτῶν ὥρολογίου.

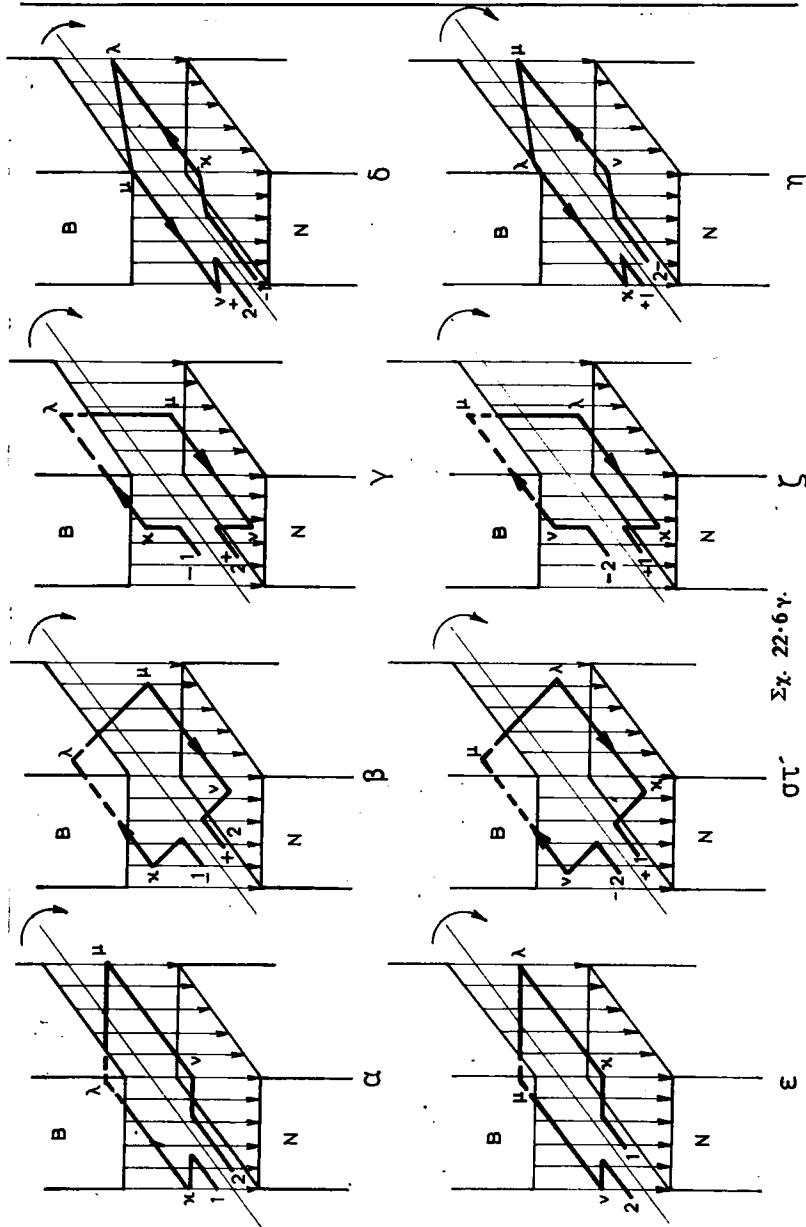
Θεωροῦμε στιγμὴν κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ἐπίπεδον τῆς σπείρας εἰναι κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ὁνομάζομε τότε α τὴν θέσιν τὴν ὁποίαν καταλαμβάνει ἡ σπεῖρα (ἀρχικὴ θέσις). Εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν δὲν ἀναπτύσσεται ἡλεκτρεγρετικὴ δύναμις ἐντὸς τῆς σπείρας, ἐπειδὴ αἱ πλευραὶ τῆς κλ καὶ μν κινοῦνται παραλλήλως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Μόλις δμως ἡ σπεῖρα ὑπερβῇ τὴν θέσιν αὐτὴν, αἱ πλευραὶ κλ καὶ μν τέμνουν τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς (θέσεις β, γ, δ). Ἐξακολουθοῦν δὲ νὰ τὰς τέμνουν, μέχρις ὅτου ἡ σπεῖρα καταλάβῃ τὴν θέσιν ε, δηλαδὴ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ἡμισείας στροφῆς τῆς σπείρας.

Ἄπὸ τὴν ἐφαρμογὴν τοῦ κανόνος τῆς δεξιᾶς χειρὸς εἰς τὸν ἀγωγοὺς κλ καὶ μν, ἔξαγομε τὸ συμπέρασμα ὅτι, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ἡμισείας αὐτῆς στροφῆς, αἱ ἀναπτυσσόμεναι ἡλεκτρεγρετικαὶ δυνάμεις ἔχουν φορὰν ἀπὸ κ πρὸς λ καὶ ἀπὸ μ πρὸς ν.

Ἄπὸ τὸν συνδυασμὸν τῶν σχημάτων 22·6 γ καὶ 22·6 α προκύπτει ὅτι, κατὰ τὴν ἡμισείαν αὐτὴν στροφῆν, ἡ ψήκτρα 2 εἰναι δ θετικὸς πόλος τῆς πηγῆς, ἡ δποία δημιουργεῖται ἀπὸ τὴν σπεῖραν, καὶ ἡ ψήκτρα 1 δ ἀρνητικός της πόλος. Τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα κυκλοφορεῖ διὰ μέσου τοῦ καταναλωτοῦ R ἀπὸ τὴν ψήκτραν 2 πρὸς τὴν 1 καὶ, ἐντὸς τῆς σπείρας, ἀπὸ τὴν ψήκτραν 1 πρὸς τὴν 2.

Οταν ἡ σπεῖρα καταλάβῃ τὴν θέσιν ε, δὲν ἀναπτύσσονται καὶ πάλιν ἡλεκτρεγρετικαὶ δυνάμεις ἐντὸς αὐτῆς. Μόλις δμως τὴν ὑπερβῇ (θέσεις στ, ζ, η), ἀναπτύσσονται ἡλεκτρεγρετικαὶ δυνάμεις ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν κλ καὶ μν, μέχρις ὅτου ἡ σπεῖρα ἐπανέλθη εἰς τὴν ἀρχικὴν της θέσιν α. Αἱ ἡλεκτρεγρετικαὶ δυνάμεις



ἔχουν τώρα φοράν ἀπὸ λ πρὸς κ καὶ ἀπὸ ν πρὸς μ, ἀντίθετον δηλαδὴ τῆς προηγουμένης. Ἐπομένως, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ δευτέρου ήμισεος τῆς στροφῆς, ἡ ψήκτρα 1 εἶναι ὁ θετικὸς πόλος τῆς πηγῆς καὶ ἡ 2 ὁ ἀρνητικός της πόλος. Τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα κυκλοφορεῖ τώρα ὡς ἔξης: ἐντὸς τοῦ καταναλωτοῦ R, ἀπὸ τὴν ψήκτραν 1 πρὸς τὴν 2 καὶ ἐντὸς τῆς σπείρας ἀπὸ τὴν ψήκτραν 2 πρὸς τὴν ψήκτραν 1.

Τὰ ἕδια ἐπαναλαμβάνονται εἰς κάθε πλήρη στροφὴν τῆς σπείρας.

Ἄπὸ τὰ ἀνωτέρω προκύπτουν τὰ ἔξης:

α) "Οταν ἡ σπείρα ἀναχωρῇ ἀπὸ ἀρχικὴν θέσιν τοῦ ἐπιπέδου της κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἡ φορὰ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔξι ἐπαγωγῆς ἐντὸς αὐτῆς, ἡ πολικότης τῶν ψηκτρῶν, δηλαδὴ τῶν ἀκρων τῆς σπείρας, καὶ ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος ἐναλλάσσονται ἀνὰ ήμισειαν στροφὴν τῆς σπείρας. Ἀντιστοιχῶν ἐπομένως δύο ἐναλλαγαὶ αὐτῶν εἰς κάθε στροφὴν τῆς σπείρας.

β) Τὴν στιγμὴν κάθε ἐναλλαγῆς, ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις καὶ τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα μηδενίζονται.

2ον) Τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐντὸς τῆς σπείρας.

α) *Eἰσαγωγή.*

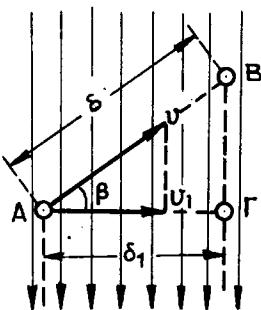
$$\text{Εἰς τὸν τύπον } E = \frac{B l u}{10^8} \text{ βόλτ, } u \text{ εἶναι } \text{ἡ ταχύτης τοῦ ἀγωγοῦ, } \delta \text{ ὁ ὅποῖος κινεῖται καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν μαγνητικοῦ πεδίου. Θὰ μελετήσωμε εἰς τὴν συνέχειαν πῶς ἐφαρμόζεται ὁ τύπος αὐτός, δταν ὁ ἀγωγὸς κινῆται λοξῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν μαγνητικοῦ πεδίου.}$$

γωγοῦ, ὁ ὅποῖος κινεῖται καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν μαγνητικοῦ πεδίου. Θὰ μελετήσωμε εἰς τὴν συνέχειαν πῶς ἐφαρμόζεται ὁ τύπος αὐτός, δταν ὁ ἀγωγὸς κινῆται λοξῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν μαγνητικοῦ πεδίου.

"Εστω ἀγωγός, δ ὅποῖς κινεῖται λοξῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν μαγνητικοῦ πεδίου μὲ σταθερὰν ταχύτητα υ (σχ. 22·6 δ).

"Αν ἐ ἀγωγὸς διανύῃ διάστημα $AB = \delta$ cm ἐντὸς τ ὁρίου ταχύτητος, ἢ ταχύτης του ἔχει τιμὴν $u = \frac{\delta}{t}$ cm/sec.

"Ας διοθέσωμε τώρα ὅτι ὁ ἀγωγὸς αὐτός, κινούμενος ἀπὸ A μέχρι Γ μὲ σταθερὰν ταχύτητα καὶ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τέμνει τὸ ἴδιον πλῆθος μαγνητικῶν γραμμῶν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρόνου t .



Σχ. 22·6 δ.

Προκύπτει μετὰ τὴν ὑπόθεσιν αὐτὴν ὅτι ὁ ἀγωγὸς τέμνει, κάθε δευτερόλεπτον, τὸ ἴδιον πλῆθος μαγνητικῶν γραμμῶν, εἴτε ὅταν κινήται λοξῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἴτε ὅταν κινήται καθέτως πρὸς αὐτό.

"Αναπτύσσεται ἔπομένως ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῆς ἴδιας τιμῆς καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις. "Αρα ἀρκεῖ νὰ διολογίσωμε τὴν τιμὴν τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ, δ ὅποῖς κινεῖται καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Διὰ νὰ διολογίσωμε τὴν τιμὴν $E = \frac{B l u_1}{10^8}$ τῆς ἀναπτυσσομένης αὐτῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, πρέπει νὰ καθορίσωμε

προηγουμένως τὴν τιμὴν τῆς ταχύτητος v_1 . Ἡ τιμὴ αὐτὴ δυνομάζεται ταχύτης καθέτου τομῆς τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν.

$$\text{Γνωρίζομε } \delta \text{τι } v_1 = \frac{\delta_1}{t}. \text{ Ἐπειδὴ } \delta_1 = \delta \text{υνβ}, \text{ επειταὶ } \delta \text{τι } v_1 = \frac{\delta \text{υνβ}}{t}. \text{ Αφοῦ } \frac{\delta}{t} = v_1, \text{ προκύπτει } \delta \text{τι } v_1 = v \text{υνβ}.$$

Ἡ ἀναπτυσσομένη ἡλεκτρογεγερτικὴ δύναμις ἐντὸς ἀγωγοῦ, δ ὁποῖος κινεῖται λοξῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν μαγνητικοῦ πεδίου, ἔχει ἐπομένως τιμήν:

$$E = \frac{B l v}{10^8} \text{ συνβ},$$

ὅπου: v εἶναι ἡ πραγματικὴ ταχύτης τοῦ ἀγωγοῦ, δ ὁποῖος κινεῖται λοξῶς καὶ β εἶναι ἡ δξεῖα γωνία, τὴν δποίαν σχηματίζουν ἡ τροχιὰ τοῦ ἀγωγοῦ καὶ εὐθεῖα κάθετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἡ δποία διέρχεται ἀπὸ τὸν ἀξονα τοῦ ἀγωγοῦ.

"Οταν παραστήσωμε μὲ διάνυσμα, ὑπὸ ὠρισμένην κλίμακα, τὴν ταχύτητα v (σχ. 22·6 δ), ἡ ταχύτης καθέτου τομῆς $v_1 = v \text{ συνβ}$ παριστάνεται προφανῶς, ὑπὸ τὴν αὐτὴν κλίμακα, μὲ διάνυσμα v_1 , τὸ δποίον εἶναι ἡ προβολὴ τοῦ v ἐπὶ εὐθείας καθέτου πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἡ δποία διέρχεται ἀπὸ τὸν ἀξονα τοῦ ἀγωγοῦ.

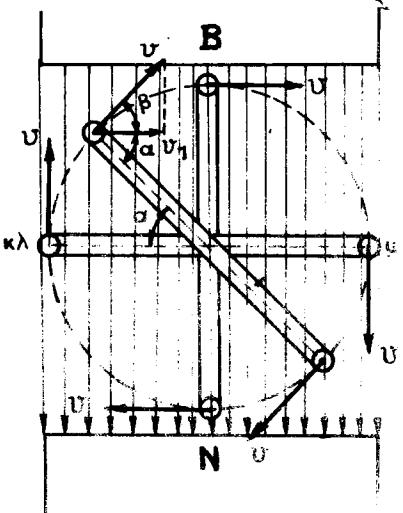
β) Τιμὴ τῆς ἡλεκτρογερτικῆς δυνάμεως, ἡ δποία ἀναπτύσσεται ἐντὸς τῆς σπείρας.

"Εστω v ἡ σταθερὰ περιφερειακὴ ταχύτης τῆς σπείρας. Τοῦτο σημαίνει δτι αἱ πλευραὶ τῆς κλ καὶ μν (σχ. 22·6 ε) διανύουν, κάθε δευτερόλεπτον, διάστημα v cm, ἐπὶ τῆς περιφερείας τὴν δποίαν διαγράφουν.

"Αν λάθωμε ὑπ' ὄψιν δτι δἰα κάθε θέσιν, τὴν δποίαν καταλαμβάνει ἡ σπείρα, αἱ πλευραὶ αὐταὶ κινοῦνται ἐπὶ ἀπειροελάχιστον χρόνον, εἰς τροχιὰν ἐφαπτομένην τῆς περιφερείας, προκύπτει

ὅτι ἡ ταχύτης υ τῶν πλευρῶν διευθύνεται κατὰ τὴν ἐφαπτομένην αὐτῆς τῆς περιφερείας. Τὴν παριστάνομε μὲ διάνυσμα υ.

Εἶναι προφανές (σχ. 22·6 ε), ὅτι ἡ γωνία τομῆς τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν ὑπὸ τῶν πλευρῶν κλ καὶ μν μεταβάλλεται συνεχῶς. Δι’ οἰανδήποτε ὅμως θέσιν των ἡ ταχύτης κάθετον τομῆς v_1 ἔχει τιμὴν $v_1 = v \sin \beta$. Ἀφοῦ αἱ γωνίαι β καὶ α εἶναι συμπληρωματικαί, ἔπειται ὅτι $v \cos \beta = v \cos \alpha$, ἢ πά στι $v_1 = v \cos \alpha$.



Σχ. 22·6 ε.

Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, ἡ δποίᾳ ἀναπτύσσεται εἰς κάθε μίαν ἀπὸ τὰς πλευρὰς κλ καὶ μν ἔχει ἐπομένως τιμὴν κάθε στιγμήν:

$$e = \frac{B l v_1}{10^8} = \frac{B l v \cos \alpha}{10^8} \text{ ημα.}$$

Ἡ ΗΕΔ, ἡ δποίᾳ ἀναπτύσσεται ἐντὸς τῆς σπείρας, ἔχει τιμὴν διπλασίαν τῆς ἀνωτέρω, διότι ἀθροῖζονται αἱ ΗΕΔ, αἱ δποῖαι ἀναπτύσσονται εἰς τοὺς δύο ἀγωγοὺς κλ καὶ μν τῆς σπείρας, οἱ δποῖοι τέμνουν τὰς μαγνητικὰς γραμμάς.

Τὰ μεγέθη B , l καὶ v εἶναι σταθερὰ διὰ δεδομένας τιμάς των. Έπομένως ή γῆλεκτρεγερτική δύναμις, ή όποια ἀναπτύσσεται εἰς κάθε μίαν ἀπὸ τὰς πλευράς, εἶναι συνεχῶς ἀνάλογος τοῦ γημιτόνου τῆς γωνίας α , τὴν όποιαν διαγράφει ἡ περιστρεφομένη σπεῖρα, ἀπὸ ἀρχικῆς θέσιν τοῦ ἐπιπέδου τῆς κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

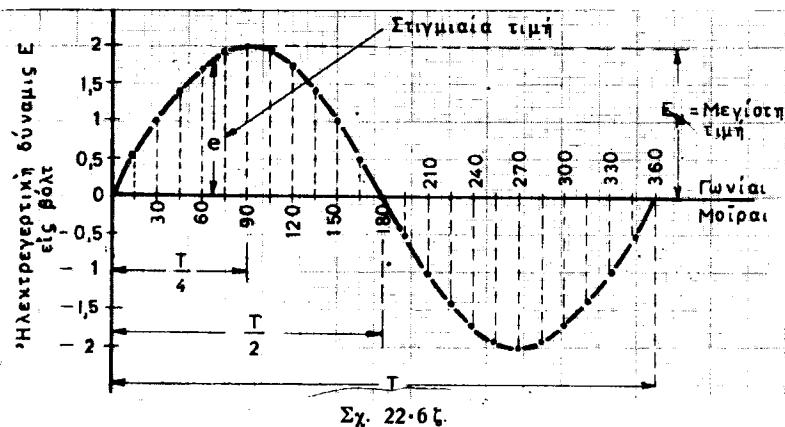
*Εστω συγκεκριμένως ὅτι :

$$B = 10\,000 \text{ γκάους}, \quad l = 10 \text{ cm} \quad \text{καὶ} \quad v = 20 \text{ m/sec} = 2\,000 \text{ cm/sec}.$$

$$\text{Tότε: } \frac{Blv}{10^8} = \frac{10\,000 \times 10 \times 2\,000}{10^8} = \frac{2 \times 10^8}{10^8} = 2.$$

*Αρα $e = 2$ ημα βρέτ.

Ἐὰν ἐνθυμηθοῦμε ὅτι γημ ($180^\circ - \alpha$) = γημα, γημ ($180^\circ + \alpha$) = — γημα καὶ γημ ($360^\circ - \alpha$) = — γημα, προκύπτουν, δι' ὧρισμένας τιμάς τῆς γωνίας α , αἱ ἀντίστοιχοι τιμαὶ τῆς γῆλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ποὺ ἀναγράφονται εἰς τὸν Πίνακα τῆς ἐπομένης σελίδος.



Δυνάμεθα νὰ παραστήσωμε τὰς μεταβολὰς τῆς γῆλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως μὲ μίαν καμπύλην. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν σημειώνομε εἰς ἔνα δριζόντιον ἀξονα τὰς γωνίας ἀπὸ 0° ἕως 360° καὶ εἰς ἔνα κατακόρυφον τὰς τιμὰς τῆς γῆλεκτρεγερτικῆς δυνά-

Γωνία α διαγραμμένη γραμμουνή πρό της σπείρας	ημα	$e = \frac{2\eta\alpha}{\beta\delta\lambda\tau}$	Γωνία α διαγραμμένη πρό της σπείρας	ημα	$e = \frac{2\eta\alpha}{\beta\delta\lambda\tau}$
0°	0	0	195° = 180° + 15°	-0,259	2 × (-0,259) = -0,518
15°	0,259	2 × 0,259 = 0,518	210° = 180° + 30°	-0,500	2 × (-0,500) = -1,000
30°	0,500	2 × 0,500 = 1,000	225° = 180° + 45°	-0,707	2 × (-0,707) = -1,414
45°	0,707	2 × 0,707 = 1,414	240° = 180° + 60°	-0,866	2 × (-0,866) = -1,732
60°	0,866	2 × 0,866 = 1,732	255° = 180° + 75°	-0,966	2 × (-0,966) = -1,932
75°	0,966	2 × 0,966 = 1,932	270° = 180° + 90°	-1	2 × (-1) = -2
90°	1	2 × 1 = 2	285° = 360° - 75°	-0,966	2 × (-0,966) = -1,932
105° = 180° - 75°	0,966	2 × 0,966 = 1,932	300° = 360° - 60°	-0,866	2 × (-0,866) = -1,732
120° = 180° - 60°	0,866	2 × 0,866 = 1,732	315° = 360° - 45°	-0,707	2 × (-0,707) = -1,414
135° = 180° - 45°	0,707	2 × 0,707 = 1,414	330° = 360° - 30°	-0,500	2 × (-0,500) = -1,000
150° = 180° - 30°	0,500	2 × 0,500 = 1,000	345° = 360° - 15°	-0,259	2 × (-0,259) = -0,518
165° = 180° - 15°	0,259	2 × 0,259 = 0,518	360° = 360° - 0°	0	0 = 0
180° = 180° - 0°	0	0 = 0			

μεως, ὅποιοι συνδέουσι τιμῶν γωνίας και ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως παρέχει ἕνα σημεῖον τῆς καμπύλης. Ἐάν ἐνώσωμε τὰ σημεῖα αὐτὰ μὲ μίαν συνεχῆ γραμμήν, θά προκύψῃ ἡ καμπύλη τοῦ σχήματος $22 \cdot 6^{\circ}$.

Κάθε ζεῦγος ἀντιστοίχων τιμῶν γωνίας και ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως παρέχει ἕνα σημεῖον τῆς καμπύλης. Ἐάν ἐνώσωμε τὰ σημεῖα αὐτὰ μὲ μίαν συνεχῆ γραμμήν, θά προκύψῃ ἡ καμπύλη τοῦ σχήματος $22 \cdot 6^{\circ}$.

Ἡ καμπύλη αὐτὴ εἶναι ἡμιτονοειδής, διότι κάθε τιμὴ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἡμιτόνου τῆς ἀντιστοίχου γωνίας α.

Τὸ πρῶτον ἡμίσιον τῆς καμπύλης ἀντιστοιχεῖ πρὸς ἡμίσεις τοῦ στροφὴν τῆς σπείρας, ἀπὸ ἀρχικὴν θέσιν τοῦ ἐπιπέδου τῆς κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ δὲ δεύτερον ἡμίσιον πρὸς τὸ δεύτερον ἡμίσιον τῆς στροφῆς αὐτῆς. Αἱ ἀρνητικαὶ τιμαὶ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, κατὰ τὸ δεύτερον αὐτὸν ἡμίσιον, ἔχουν τὴν ἔννοιαν διτοῦ ἡ φορὰ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἶναι ἀντίθετος τῆς φορᾶς τῆς κατὰ τὸ πρῶτον ἡμίσιον τῆς στροφῆς. Εἰς τὸ συμπέρασμα αὐτὸν εἴχαμε καταλήξει κατὰ τὴν μελέτην τῆς φορᾶς τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐντὸς τῆς σπείρας. Εἴχαμε ἐπίσης καταλήξει εἰς τὸ συμπέρασμα διτοῦ ἡλεκτρεγερτικῆς δύναμις μηδενὶ ζεταί, κάθε φορὰν ποὺ τὸ ἐπιπέδον τῆς σπείρας εἶναι κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Τὸ συμπέρασμα αὐτὸν ἐπιβεβαιώνεται ἀπὸ τὴν καμπύλην τοῦ σχήματος $22 \cdot 6^{\circ}$. Προκύπτει ἀπὸ τὴν καμπύλην αὐτὴν ὅτι ἡ ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἀποκτᾷ τὴν μεγίστην τιμὴν τῆς *E_m*, τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν δροίαν τὸ ἐπιπέδον τῆς σπείρας εἶναι παραλληλον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ($\alpha = 90^{\circ}$ και $\alpha = 270^{\circ}$). Ἡ τιμὴ *e*, τὴν δροίαν ἔχει κάθε στιγμὴν ἡ ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις (καμπύλη σχ. $22 \cdot 6^{\circ}$) δυνομάζεται στιγμαίᾳ τιμῇ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως.

Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, ἡ ὁποία μεταβάλλεται ἡμιτονοειδῶς, δυνομάζεται ἐναλλασσομένη ἡμιτονοειδής ηλεκτρεγερτικὴ

δύναμις. Εἰς τὴν Ἡλεκτροτεχνίαν ὁνομάζεται ἀπλῶς έναλλασσομένη ηλεκτρική δύναμις.

22·7 Κύκλος, περίοδος, συχνότης έναλλασσομένης ήλεκτρικής δυνάμεως. Γωνιακή ταχύτης.

Μία πλήρης μεταβολὴ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἀπὸ 0° ἕως 360° ὁνομάζεται κύκλος.

Ο χρόνος, εἰς δευτερόλεπτα, ὃ ὅποιος χρειάζεται διὰ νὰ πραγματοποιηθῇ ἔνας κύκλος, δύνομάζεται περίοδος. Ἡ περίοδος τῆς ἀναπτυσσομένης ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ὑπὸ τῶν έναλλακτήρων τῆς ΔΕΗ εἶναι $1/50$ sec. Ἡ περίοδος συμβολίζεται μὲ τὸ κεφαλαῖον γράμμα T. Ἡ περίοδος τοῦ ρεύματος τῆς ΔΕΗ εἶναι ἐπομένως $T = \frac{1}{50}$ sec.

Ο ἀριθμὸς τῶν κύκλων τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ἀνὰ δευτερόλεπτον, δύνομάζεται συχνότης καὶ συμβολίζεται μὲ τὸ μικρὸν λατινικὸν γράμμα f. Ἀφοῦ ἡ διάρκεια ἐνὸς κύκλου εἶναι T sec, ἔπειτα: ὅτι:

$$f = \frac{1}{T}.$$

Ἡ συχνότης τοῦ ρεύματος τῆς ΔΕΗ εἶναι: $f = \frac{1}{\frac{1}{50}} = 50$ κύ-

κλοι/sec.

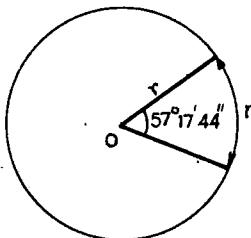
Ἡ στιγμιαία τιμὴ τῆς έναλλασσομένης ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως $e = \frac{Blu}{10^8}$ ημια δύναται νὰ λάθῃ ἀλλην μορφὴν εἰς τὰς ἔξης δύο περιπτώσεις: 1ον) Ὅταν παρατηρήσωμε ὅτι $\frac{Blu}{10^8}$ εἶναι ἡ μεγίστη τιμὴ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ἡ ὅποια ἀντιστοιχεῖ εἰς ημα = 1 ($\alpha = 90^{\circ}$ ἢ $\alpha = 270^{\circ}$). Τὴν μεγίστην αὐτὴν τιμὴν συμβολίζομε μὲ τὸ Eμ καὶ 2ον) Ὅταν ἐκφράσωμε τὴν γωνίαν α συναρτήσει τοῦ χρόνου.

Διὰ νὰ ἔκφράσωμε τὴν γωνίαν α συναρτήσει τοῦ χρόνου, ἀκολουθοῦμε τὴν ἑξῆς πορείαν.

α) Ἐκφράζομε τὰς γωνίας εἰς ἀκτίνια, ἀντὶ νὰ τὰς ἔκφρασωμε εἰς μοίρας. Τὸ ἀκτίνιον εἶναι μία γωνία, ή δποίκ περικλεῖει μεταξὺ τῶν ἀκρων τῶν πλευρῶν της τόξου περιφερείας κύκλου, τὸ μῆκος τοῦ δποίου εἶναι ἵσον πρὸς τὴν ἀκτίνα της (σχ. 22·7α). Μία περιφέρεια κύκλου ἀκτίνος r ἔχει τόσα ἀκτίνια, διας φοράς εἰσέρχεται τόξον μήκους r εἰς τὸ διλικὸν μῆκος $2\pi r$ τῆς περιφερείας. Δηλαδὴ, εἰς κάθε περιφέρειαν κύκλου ἀντιστοιχοῦν $\frac{2\pi r}{r} = 2\pi$ ἀκτίνια.

Τὸ ἀκτίνιον εἶναι ἐπομένως ἵσον πρός:

$$\frac{360^\circ}{2\pi} = \frac{360^\circ}{6,283 \frac{2}{7}} = 57^\circ 17' 44''.$$



Σχ. 22·7 α.

β) "Εστω υ ἡ περιφερειακὴ ταχύτης τῶν πλευρῶν κλ καὶ μν τῆς σπείρας (σχ. 22·6ε), δηλαδὴ τὸ διάστημα, τὸ δποῖον διανύουν αἱ πλευραὶ αὐταὶ ἀνὰ δευτερόλεπτον, ἐπὶ τῆς περιφερείας τὴν δποίαν διαγράφουν.

'Αφοῦ $2\pi r$ εἶναι τὸ μῆκος τῆς περιφερείας αὐτῆς, ἔπειται διτι αἱ πλευραὶ κλ καὶ μν καὶ ἡ σπείρα, εἰς τὴν δποίαν ἀνήκουν, ἔκτελοῦν τόσας στροφὰς πς ἀνὰ δευτερόλεπτον, διας φοράς εἰσέρχεται ἡ περιφέρεια $2\pi r$ εἰς τὸ διανυθὲν διάστημα ἀνὰ δευτερόλε-

πτον, δηλαδή εἰς τὴν ταχύτητα υ. "Αρα $n_s = \frac{v}{2\pi r}$ στροφαὶ/sec.

γ) Γνωρίζομε δτι ἡ περιφέρεια ἀντιστοιχεῖ πρὸς 2π ἀκτίνια (δηλαδὴ δτι $360^\circ = 6,283 2 \times 57^\circ 17' 44''$).

"Επεται δτι ἡ σπεῖρα διαγράφει γωνίαν $\omega = 2\pi n_s$ ἀκτινῶν ἀνὰ δευτερόλεπτον. Ἡ γωνία αὐτῇ δοιαίζεται γωνιακὴ ταχύτης τῆς σπείρας. Ἐπομένως:

$$\text{γωνιακὴ ταχύτης} = \omega = 2\pi n_s \text{ ἀκτίνια/sec.}$$

δ) Ἡ περίοδος T τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἶναι ἡ διάρκεια μιᾶς πλήρους μεταβολῆς της, δηλαδὴ ἡ διάρκεια μιᾶς πλήρους στροφῆς τῆς σπείρας. "Επεται δτι ἡ σπεῖρα ἔκτελει τόσας στροφὰς n_s ἀνὰ δευτερόλεπτον, δσας φορὰς ἡ περίοδος T εἰσ-έρχεται εἰς τὸ δευτερόλεπτον. "Αρα $n_s = \frac{1}{T}$. Δεδομένου δτι:

$\frac{1}{T} = f$, ἐπεται δτι $n_s = f$. Ἐπομένως ἡ γωνιακὴ ταχύτης ἔχει τιμήν:

$$\omega = 2\pi n_s = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \text{ ἀκτίνια/sec.}$$

ε) Εἰς οιονδήποτε χρόνον t sec, ἡ γωνία α , τὴν ὅποιαν δια-νύει ἡ σπεῖρα, ἔχει τιμήν:

$$\alpha = \omega t = \frac{2\pi t}{T} = 2\pi f t \text{ ἀκτίνια.}$$

στ) Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω, ἡ σχέσις $e = \frac{Blu}{10^8}$ ημαδύναται νὰ γραφῆ:

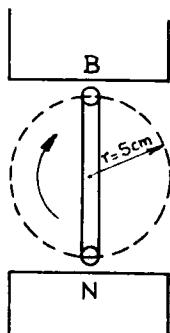
$$e = E_\mu \eta \mu \omega t = E_\mu \eta \mu \frac{2\pi t}{T} = E_\mu \eta \mu 2\pi f t. \quad (22)$$

Αὕτη εἶναι ἡ τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ηλεκτρεγερτικῆς δυ-νάμεως, συναρτήσει τοῦ χρόνου, εἰς κάθε μίαν ἀπὸ τὰς πλευρὰς τῆς σπείρας.

Παράδειγμα 1.

Είς τὸ παράδειγμα αὐτὸ δικσαφηνίζονται αἱ ἔννοιαι τῆς γωνιακῆς ταχύτητος, τῆς σχέσεως της μὲ τὰς γωνίας εἰς μοίρας, τὰς διποίας διανύει ἡ σπείρα εἰς δοθέντα χρόνον, τῆς σχέσεως χρόνου καὶ γωνίας, τῆς σχέσεως περιόδου καὶ γωνίας καὶ τέλος τῆς σχέσεως $e = E$ μημωτ. (‘Η σημασία τοῦ παραδείγματος εἶναι μεγάλη, διότι ἀποτελεῖ εἰσαγωγὴν εἰς τὰ ἐναλλασσόμενα ρεύματα).

Πηγίον, τὸ διποῖον συνίσταται ἀπὸ 50 σπείρας μὲ δρθογώνιον διατομήν, περιστρέφεται μὲ σταθερὰν ταχύτητα 50 στροφῶν ἀνὰ δευτερόλεπτον ἐντὸς διμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως 10 000 γκάους. Αἱ πλευραὶ τῆς σπείρας, αἱ διποίαι τέμνουσι τὰς μαγνητικὰς γραμμάς, ἔχουν μῆκος 10 cm, ἡ δὲ ἀκτὶς τῆς περιφερείας τὴν διποίαν διαγράφουν (σχ. 22·7 β), εἶναι ἵση πρὸς 5 cm.



Σχ. 22·7 β.

Ζητοῦνται:

- 1ον) Ἡ συχνότης τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐντὸς τῆς σπείρας.
- 2ον) Ἡ περίοδος αὐτῆς.
- 3ον) Ἡ γωνιακὴ ταχύτης τῆς σπείρας.
- 4ον) Πόσα ἀκτίνια διανύει ἡ σπείρα εἰς χρόνον: $\alpha)$ $t = 0$ sec, $\beta)$ $t = \frac{1}{600}$ sec, $\gamma)$ $t = \frac{1}{300}$ sec,

$$\delta) t = \frac{1}{200} \text{ sec}, \epsilon) t = \frac{1}{100} \text{ sec}, \sigma) t = \frac{3}{200} \text{ sec}, \zeta) t = \frac{1}{50} \text{ sec},$$

η) $t = -\frac{1}{40} \text{ sec}$, θ) $t = \frac{3}{100} \text{ sec}$. 5ον) Αἱ ἀντίστοιχοι γωνίαι εἰς μοίρας τῶν ἀνωτέρω ἀκτινίων. 6ον) Ἡ στιγμαία τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐντὸς τοῦ πηγίου, ἢ δποίᾳ ἀντίστοιχεῖ εἰς τὸν κάθε ἔνα ἀπὸ τοὺς ἀνωτέρω χρόνους. 7ον) Νὰ σχεδιασθῇ ἡ καμπύλη, ἢ δποία παριστᾶ τὰς μεταβολὰς τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως.

Λύσις.

$$N = 50 \text{ σπειραι}, n_s = 50 \text{ στροφαι/sec}, B = 10\,000 \text{ γκάους},$$

$$l = 10 \text{ cm}, r = 5 \text{ cm}$$

1ον) Εἰς κάθε στροφὴν τοῦ πηγίου ἀντίστοιχεῖ ἔνας κύκλος τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς, ἢ δποίᾳ ἀναπτύσσεται ἐντὸς αὐτοῦ. Ἐπομένως εἰς 50 στροφὰς/sec ἀντίστοιχοι 50 κύκλοι/sec δηλαδὴ $f = 50$ κύκλοι/sec.

2ον) Ἡ περίοδος τῆς ἔναλλασσομένης ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔχει τιμήν :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} \text{ sec.}$$

Ἐνας κύκλος τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως πραγματοποιεῖται ἐπομένως ἐντὸς $1/50$ τοῦ δευτερολέπτου.

3ον) Ἡ γωνιακὴ ταχύτης τῆς σπειρας ἔχει τιμήν :

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 2 \times 3,14 \times 50 = 314 \text{ ἀκτίνια/sec.}$$

4ον) Διὰ νὰ εὕρωμε τὰ διανυθέντα ἀκτίνια ὅπο τῆς σπειρᾶς, ἐντὸς δοθέντος χρόνου, πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμε τὴν γωνιακὴν ταχύτητα ω ἐπὶ τὸν χρόνον t εἰς sec. Παρατηροῦμε ὅτι :

α) χρόνος $t = 0$ ἀντίστοιχεῖ πρὸς τὴν ἀρχὴν μιᾶς περιόδου.

$$\beta) t = \frac{1}{600} \text{ sec} = \frac{1}{12 \times 50} = \frac{T}{12}. \gamma) t = \frac{1}{300} \text{ sec} = \frac{1}{6 \times 50} = \frac{T}{6}.$$

$$\delta) t = \frac{1}{200} \text{ sec} = \frac{1}{4 \times 50} = \frac{T}{4}. \epsilon) t = \frac{1}{100} \text{ sec} = \frac{1}{2 \times 50} = \frac{T}{2}.$$

$$\sigma) \quad t = \frac{3}{200} \text{ sec} = \frac{3}{4 \times 50} = \frac{3 T}{4}. \quad \zeta) \quad t = \frac{1}{50} \text{ sec} = T.$$

$$\eta) \quad t = \frac{1}{40} \text{ sec} = \frac{5}{4 \times 50} = \frac{5 T}{4}. \quad \theta) \quad t = \frac{3}{100} \text{ sec} = \frac{3}{2 \times 50} = \frac{3 T}{2}.$$

*Ετσι:

$$\alpha) \quad \text{Όταν } t = 0 \text{ sec} \quad \omega t = 2\pi \times 50 \times 0 = 0 \text{ ακτίνια.}$$

$$\beta) \quad \rightarrow \quad t = \frac{1}{600} \text{ sec} = \frac{T}{12}, \quad \omega t = 2\pi \times 50 \times \frac{1}{600} = \frac{\pi}{6} = \frac{3,14}{6} = 0,5233 \text{ ακτίνια.}$$

$$\gamma) \quad \rightarrow \quad t = \frac{1}{300} \text{ sec} = \frac{T}{6}, \quad \omega t = 2\pi \times 50 \times \frac{1}{300} = \frac{\pi}{3} = \frac{3,14}{3} = 1,0466 \text{ ακτίνια.}$$

$$\delta) \quad \rightarrow \quad t = \frac{1}{200} \text{ sec} = \frac{T}{4}, \quad \omega t = 2\pi \times 50 \times \frac{1}{200} = \frac{\pi}{2} = \frac{3,14}{3} = 1,57 \text{ ακτίνια.}$$

$$\epsilon) \quad \rightarrow \quad t = \frac{1}{100} \text{ sec} = \frac{T}{2}, \quad \omega t = 2\pi \times 50 \times \frac{1}{100} = \pi = 3,14 \text{ ακτίνια.}$$

$$\sigma) \quad \rightarrow \quad t = \frac{3}{200} \text{ sec} = \frac{3 T}{4}, \quad \omega t = 2\pi \times 50 \times \frac{3}{200} = \frac{3 \pi}{2} = 4,71 \text{ ακτίνια.}$$

$$\zeta) \quad \rightarrow \quad t = \frac{1}{50} \text{ sec} = T, \quad \omega t = 2\pi \times 50 \times \frac{1}{50} = 2\pi = 6,28 \text{ ακτίνια.}$$

$$\eta) \quad \rightarrow \quad t = \frac{1}{40} \text{ sec} = \frac{5 T}{4}, \quad \omega t = 2\pi \times 50 \times \frac{1}{40} = 2,5\pi = 7,85 \text{ ακτίνια.}$$

$$\theta) \quad \rightarrow \quad t = \frac{3}{100} \text{ sec} = \frac{3 T}{2}, \quad \omega t = 2\pi \times 50 \times \frac{3}{100} = 3\pi = 9,42 \text{ ακτίνια.}$$

5ον) Άφού κάθε άκτινιον είναι ίσον πρὸς γωνίαν $57^{\circ} 17' 44''$, δυνάμεθα νὰ υπολογίσωμε τὰς ἀντιστοίχους γωνίας εἰς μοίρας τῶν ἀνωτέρω άκτινών, ἢν πολλαπλασιάσωμε τὸ κάθε ἐνα ἀπὸ αὐτὰ ἐπὶ $57^{\circ} 17' 44''$. Ο πολλαπλασιασμὸς ὅμως είναι δύσκολος.

Είναι προτιμότερον λοιπὸν νὰ ἐνθυμηθοῦμε ὅτι τὸ άκτινιον είναι ίσον πρὸς $360^{\circ}/2\pi = 360^{\circ}/6,28$. Τότε ἡ γωνία:

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{2\pi} \times \text{ἀριθμὸν ἀκτινών} = \frac{360^{\circ}}{2\pi} \omega t.$$

α) °Όταν $t = 0$ $\omega t = 0$ ἀκτίνια, ἀρα

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{\pi} \times 0 = 0^{\circ}$$

β) » $t = \frac{T}{12}$, $\omega t = 0,5233 = \frac{\pi}{6}$ ἀκτίνια, ἀρα

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{2\pi} \times \frac{\pi}{6} = 30^{\circ}.$$

γ) » $t = \frac{T}{6}$, $\omega t = 1,0466 = \frac{\pi}{3}$ ἀκτίνια, ἀρα

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{2\pi} \times \frac{\pi}{3} = 60^{\circ}.$$

δ) » $t = \frac{T}{4}$, $\omega t = 1,57 = \frac{\pi}{2}$ ἀκτίνια, ἀρα

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{2\pi} \times \frac{\pi}{2} = 90^{\circ}.$$

ε) » $t = \frac{T}{2}$, $\omega t = 3,14 = 180^{\circ}$

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{2\pi} \times \pi = 180^{\circ}.$$

στ) » $t = \frac{3T}{4}$, $\omega t = 4,71 = \frac{3\pi}{2}$ ἀκτίνια, ἀρα

$$\alpha = \frac{360^{\circ}}{2\pi} \times \frac{3\pi}{2} = 270^{\circ}.$$

$$\zeta) \text{ "Οταν } t = T, \quad \omega t = 6,28 = 2\pi \text{ ακτίνια, } \alpha \\ \alpha = \frac{360^\circ}{2\pi} \times 2\pi = 360^\circ.$$

$$\eta) \quad \rightarrow \quad t = \frac{\frac{5}{4}T}{4}, \quad \omega t = 7,85 = 2,5\pi \text{ ακτίνια, } \alpha \\ \alpha = \frac{360^\circ}{2\pi} \times 2,5\pi = 450^\circ.$$

$$\theta) \quad \rightarrow \quad t = \frac{\frac{3}{2}T}{2}, \quad \omega t = 9,42 = 3\pi \text{ ακτίνια, } \alpha \\ \alpha = \frac{360^\circ}{2\pi} \times 3\pi = 540^\circ.$$

Από τὰ ἀνιστέρω προώπτει στις ή περίοδος T ἀντιστοιχεῖ πρὸς 360° , ή ἡμίσεια περίοδος $\frac{T}{2}$ πρὸς 180° , τὸ τέταρτον $\frac{T}{4}$ πρὸς 90° , μία καὶ ἡμίσεια περίοδος $\frac{3T}{2}$ πρὸς 540° κ.ο.κ.

(ισον) Η στιγμιαία τιμὴ τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ή σποία ἀναπτύσσεται εἰς κάθε ἀγωγὴν τῆς μιᾶς καὶ τῆς ἄλλης πλευρᾶς τοῦ πηγίου, ἔχει τιμὴν $e = \frac{Blu}{10^8}$ ημωτ βόλτ.

Εἰς τοὺς $2N = 2 \times 50 = 100$ ἀγωγοὺς τῶν δύο πλευρῶν τοῦ πηγίου ἀναπτύσσεται ἐπομένως συνολικὴ ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις:

$$2Ne = 100 \times e = 100 \frac{Blu}{10^8} \text{ ημωτ βόλτ.}$$

Εἰς τὴν σχέσιν αὐτὴν $B = 10000$ γκάους, $l = 10 \text{ cm}$ καὶ $u = 2\pi r ns = 2 \times 3,14 \times 5 \times 50 = 1570 \text{ cm/sec.}$

$$"Αρα 2Ne = 100 \frac{Blu}{10^8} \text{ ημωτ} = 100 \frac{10000 \times 10 \times 1570}{10^8} \text{ ημωτ} = 157 \text{ ημωτ βόλτ.}$$

"Οταν ημωτ ἀποκτᾷ τὴν μεγίστην του τιμὴν (ημωτ = 1), ή ἀναπτυσσομένη ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐντὸς τοῦ πηγίου ἀποκτᾷ καὶ αὐτὴ τὴν μεγίστην τιμὴν της:

$$E_p = 157 \times 1 = 157 \text{ V.}$$

* Από τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἀνιωτέρω ἐρωτήσεως ὅ προκύπτουν τὰ ἔξῆς:

α) "Οταν $t = 0$, $\omega t = 0$ ἀκτίνια $= 0^\circ$, ἀρα,
 $e = E_\mu \eta \mu 0^\circ = 157 \times 0 = 0$ βόλτ.

β) » $t = \frac{T}{12}$, $\omega t = \frac{\pi}{6}$ ἀκτίνια $= 30^\circ$, ἀρα,
 $e = E_\mu \eta \mu 30^\circ = 157 \times 0,5 = 78,5$ βόλτ.

γ) » $t = \frac{T}{6}$, $\omega t = \frac{\pi}{3}$ ἀκτίνια $= 60^\circ$, ἀρα,
 $e = E_\mu \eta \mu 60^\circ = 157 \times 0,866 = 135,962$ βόλτ.

δ) » $t = \frac{T}{4}$, $\omega t = \frac{\pi}{2}$ ἀκτίνια $= 90^\circ$, ἀρα,
 $e = E_\mu \eta \mu 90^\circ = 157 \times 1 = 157$ βόλτ.

ε) » $t = \frac{T}{2}$, $\omega t = \pi$ ἀκτίνια $= 180^\circ$, ἀρα,
 $e = E_\mu \eta \mu 180^\circ = 157 \times 0 = 0$ βόλτ.

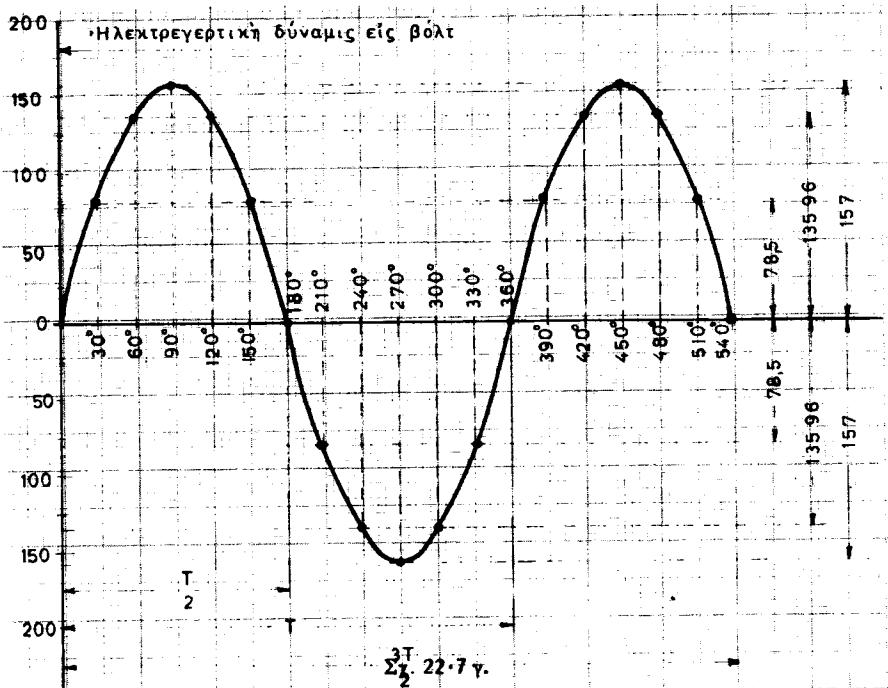
στ) » $t = \frac{3T}{4}$, $\omega t = \frac{3\pi}{2}$, ἀκτίνια $= 270^\circ$, ἀρα,
 $e = E_\mu \eta \mu 270^\circ = 157 \times (-1) = -157$ βόλτ.

ζ) » $t = T$, $\omega t = 2\pi$ ἀκτίνια $= 360^\circ$, ἀρα,
 $e = E_\mu \eta \mu 360^\circ = 157 \times 0 = 0$ βόλτ.

η) » $t = \frac{5T}{4}$, $\omega t = 2,5\pi$ ἀκτίνια $= 450^\circ = 360^\circ + 90^\circ$, ἀρα,
 $e = E_\mu \eta \mu 90^\circ = 157 \times 1 = 157$ βόλτ.

θ) » $t = \frac{3T}{2}$, $\omega t = 3\pi$ ἀκτίνια $= 540^\circ = 360 + 180^\circ$, ἀρα,
 $e = E_\mu \eta \mu 180^\circ = 157 \times 0 = 0$ βόλτ.

7ον) Ἡ καμπύλη τοῦ σχήματος $22 \cdot 7$ γ παριστᾶ τὰς μεταβολὰς τῆς ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως.



22.8 Δινορρεύματα ή ρεῦμα τοῦ Φουκώ (Foucault). Απώλειαι ἐκ δινορρευμάτων.

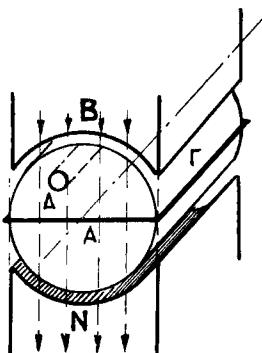
Τὸ σχῆμα 22.8 α παριστᾶ ἔνα τμῆμα τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος μιᾶς δυναμομηχανῆς. Παριστᾶ ἐπίσης μόνον τὴν σπεῖραν ΑΓ, ἀπὸ ἐληγη τὴν περιέλιξιν, τὴν δποίαν φέρει τὸ τύμπανον.

Αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ κυκλώματος ἐξέρχονται ἀπὸ τὸν βρειον πόλον, διέρχονται διὰ τοῦ ἀνω διακένου, διαπεροῦν τὸ τύμπανον καὶ εἰσέρχονται εἰς τὸν νότιον πόλον, ἀφοῦ διέλθουν διὰ τοῦ κάτω διακένου.

Τὸ τύμπανον εἶναι δυνατὸν νὰ θεωρηθῇ ὅτι συγίσταται ἀπὸ πάρα πολὺ μεγάλον ἀριθμὸν σιδηρῶν ἀγωγῶν, οἱ δποῖοι εἶγαι παράλληλοι πρὸς τὸν δξονά του. Εἰς τὸ σχῆμα 22.8 α ἐσχεδιάσθη ἐνδεικτικῶς μόνον ἔνας ἀπὸ αὐτούς, δ. Δ.

Τί θὰ προκύψῃ, δταν τὸ τύμπανον περιστρέφεται;

‘Η ἀπάντησις ἔρχεται μόνη της. Ἐφοῦ οἱ ἀγωγοὶ αὐτοὶ τέμνουν τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς τοῦ πεδίου, ἀγαπτύσσονται ἐντὸς αὐτῶν ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις ἐξ ἐπαγωγῆς, ἀκριβῶς δπως εἰς τὴν πλευρὰν Γ τῆς σπείρας. Αἱ ἡλεκτρεγερτικαὶ αὐταὶ δυνάμεις προκαλοῦν τὴν κυκλοφορίαν ἐπαγωγικῶν ρευμάτων ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ τυμπάνου, η̄ φορὰ τῶν δποίων καθορίζεται μὲ τὸν κανόνα τῆς δεξιεῖς γειρός.



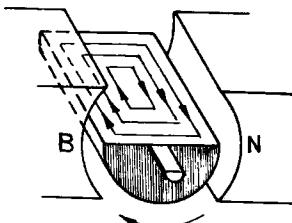
Σy , 22.8 a.

^οΕπειδὴ ὅμως τὰ ρεύματα δὲν συγαντοῦν πρὸ αὐτῶν καθωρισμένην τροχιάν, δηλαδὴ συγκεκριμένον κύκλωμα, στροβίλεζονται καὶ σχηματίζουν δίνας. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν δινομάζονται: διωρορένματα η ρεύματα τοῦ Φουκώ, ἐκ τοῦ δινόματος τοῦ φυσικοῦ, δ ὅποιος ἔξηγγησε τὸν τρόπον τῆς ἀναπτύξεώς των.

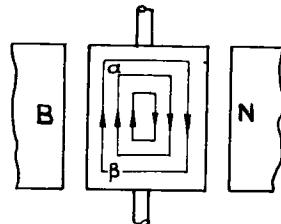
Τὰ δινορρεύματα προκαλοῦν τὴν ἀγάπητυξιν θερμότητος ἐντὸς τῆς μεταλλικῆς μάζης τοῦ τυμπάνου (νόμος τοῦ Τζάουλ). Ἡ θερμική αὐτὴ ἐνέργεια ἀγαπτύσσεται εἰς βάρος διπτάνης μηχανῶν: κινέτης ἐνέργειας εἰς τὰς γεννητρίας, ἥλεκτρικῆς δὲ ἐνέργειας, εἰς τοὺς μετασχηματιστὰς καὶ εἰς τοὺς κινητήρας.

"Αγ τὸ τύμπανον ἡτο κατεσκευασμένον ἀπὸ συμπαγῆ σίδηρον, τό-
τε τὰ ἐπαγγικὰ ρεύματα θὰ εἰχον τὴν διάταξιν, ἢ δποὶα παρέσταται
εἰς τὰ σχήματα 22·8β καὶ 22·8γ. Λόγω ὅμως τοῦ μεγάλου μήκους
τῶν πλευρῶν αβ, θὰ ἀνεπτύσσοντο ἥλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις μεγάλης
τιμῆς. Θὰ ἐκυκλοφόρουν ἐπομένως ρεύματα μεγάλης ἐντάσεως διὰ μέσου
τῶν εὑρυτάτων τροχιῶν, τὰς δποὶας συναντοῦν. "Αρα αἱ ἀπώλειαι ἐκ
διγορρευμάτων θὰ ἡσαν πολὺ μεγάλαι.

Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν, τὰ τύμπανα τῶν δυναμομηχανῶν κατασκευάζονται πάντοτε ἀπὸ λεπτὰ σιδηρᾶ ἔλασματα, τὰ δὲοῖα τοποθετοῦνται πυραλλήλως πρὸς τὰ ἐπίπεδα που περιέχουν τὰς μαγνητικὰς γραμμάς,

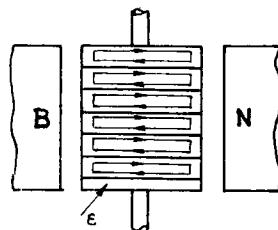


Σχ. 22·8 β.



Σχ. 22·8 γ.

δηλαδὴ καθέτως πρὸς τὸν ἀξονα περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου (σχ. 22·8 δ.). Τὰ ἔλασματα αὐτά, πάχους συνήθως 0,5 mm, εἰτε εἶναι μεμονωμένα ἀπὸ τὴν μίαν δψιν τῶν διὰ φύλλου χάρτου πάχους περίπου 0,05 mm, εἰτε εἶναι κεκαλυμμένα εἰς τὰς δύο δψεις ἀπὸ λεπτότατον στρῶμα δξειδίου τοῦ σιδήρου, τὸ δποῖον προκύπτει μετὰ ἀπὸ εἰδικὴν δξειδωσιν τῶν ἔλασμάτων ὑπὸ τῶν κατασκευαστῶν τῶν. Τὸ δξειδίον αὐτὸ τοῦ σιδήρου εἶναι μονωτικὴ οὐσία. Ἐπομένως, καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις, κάθε ἔλασμα εἶναι μεμονωμένον ἡλεκτρικῶς ἀπὸ τὰ διόπλοια.



Σχ. 22·8 δ.

Ἐτοι, λόγω τοῦ μικροῦ πάχους τῶν ἔλασμάτων, περιορίζεται ἡ τιμὴ τῶν ἀγαπτυσσομένων ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων ἐγτὸς αὐτῶν. Ἐπὶ πλέον, τὰ ἐπαγωγικὰ ρεύματα ὑποχρεοῦνται νὰ κυκλοφοροῦν ἐγτὸς περιωρισμένων τροχιῶν, μεγάλης ἑπομένως ἀντιστάσεως, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ περιορίζωνται αἱ ἐντάσεις τῶν καὶ αἱ ἀπώλειαι ἐκ τῶν δινορρευμάτων.

22·9 Ανακεφαλαίωσις.

α) Ἡ λεκτρομαγνητικὴ ἐπαγωγὴ δινομάζεται τὸ φαινόμενον τῆς ἀναπτύξεως ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐντὸς κυκλώματος, ὅταν μεταβάλλεται ἡ μαγνητικὴ ροή ποὺ τὸ διαπερᾶ. Ἡ ἀναπτυσσομένη ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις δινομάζεται ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς. "Αν τὸ κύκλωμα εἰς τὸ ὅποιον αὐτῇ ἀναπτύσσεται εἶναι κλειστόν, διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος κυκλοφορεῖ ἔνα ἐπαγωγικὸν ρεῦμα.

β) Ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς ἀναπτύσσεται εἰς τὴν πρᾶξιν, εἰς τὰς ἐξῆς τρεῖς περιπτώσεις:

1ον) Εἰς σταθερὸν πηγίον, ὅταν κινήται ἐνώπιόν του μαγνήτης ἢ ἡ λεκτρομαγνήτης (περίπτωσις τῶν ἐναλλακτήρων μὲ συντερικοὺς πόλους).

2ον) Εἰς πηγίον, τὸ ὅποιον περιστρέφεται ἐντὸς σταθεροῦ μαγνητικοῦ πεδίου (περίπτωσις τῶν δυναμοιηχανῶν Σ.Π.).

3ον) Εἰς σταθερὸν πηγίον, τὸ ὅποιον εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἄλλου σταθεροῦ πηγίου, διαρρεομένου ὑπὸ ρεύματος μεταβαλλομένης ἐντάσεως (περίπτωσις τῶν πολλαπλασιαστῶν καὶ τῶν μετασχηματιστῶν).

γ) Ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντὸς κυκλώματος εὑρίσκεται δι’ ἐφαρμογῆς τοῦ νόμου τοῦ Λέντς. Ἡ φορὰ αὐτῇ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντὸς κυκλώματος εἶναι τέτοια, ὥστε τὸ μαγνητικὸν πεδίον, τὸ ὅποιον παράγεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος, νὰ ἀντιτίθεται εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς μαγνητικῆς ροής διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος.

Ἄπο τὸν νόμον αὐτὸν προκύπτει ὁ ἐξῆς κανὼν: Παρατηροῦμε τὸ κύκλωμα ἀπὸ τὴν πλευράν, ἀπὸ τὴν ὅποιαν αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ προχωροῦν ἐντὸς αὐτοῦ. "Οταν ἡ μαγνητικὴ ροή ἐλαττώνεται, ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος συμπίπτει μὲ τὴν φερὰν περιστροφῆς τῶν δεικτῶν τοῦ ὀρολογίου. "Οταν ἡ μαγνητικὴ

ροής αυξάνεται, ή φορά του είναι άντιθετος τής φορᾶς περιστροφής τῶν δεικτῶν τοῦ ώρολογίου.

δ) "Όταν εἰς χρόνον t sec ή μαγνητική ροή διὰ μέσου σπείρας ιεταβάλλεται κατὰ $\Phi_2 - \Phi_1$ μάγνουελ, ή άναπτυσσομένη ήλεκτρεγερτική δύναμις έξι έπαγωγῆς έντος αύτῆς έχει μέσην τιμὴν $E = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t \cdot 10^8}$ βόλτ. "Αν ἔνα πηγίον ἀποτελῆται ἀπὸ N σπείρας, ή άναπτυσσομένη ήλεκτρεγερτική δύναμις έξι έπαγωγῆς έντος αύτοῦ έχει μέσην τιμὴν $E = \frac{(\Phi_2 - \Phi_1) N}{t \cdot 10^8}$ βόλτ.

ε) "Όταν εὐθύγραμμος άγωγὸς κινήται παραλλήλως πρὸς έμπτὸν καὶ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν διογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου, ή τιμὴ τῆς άναπτυσσομένης ήλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως έξι έπαγωγῆς έντος αύτοῦ είναι άναλογος τῆς έντάσεως B (γκάους) τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τοῦ μῆκος l (cm) τοῦ τμήματος τοῦ άγωγοῦ, τὸ διπολον τέμνει τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς καὶ τῆς ταχύτητος v (cm/sec) τοῦ άγωγοῦ, δηλαδὴ $E = \frac{B l v}{10^8}$ βόλτ.

"Η φορὰ τῆς ήλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εὑρίσκεται ὅταν έφαρμόσωμε τὸν έξῆς κανόνα τῆς δεξιᾶς γειρός: Τοποθετοῦμε τὸ δεξί μας χέρι κατὰ μῆκος τοῦ άγωγοῦ, εἰς τρόπον ὥστε αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ νὰ εἰσέρχονται διὰ τῆς παλάμης καὶ ὁ άντιχειρ νὰ δεικνύῃ τὴν φορὰν κινήσεως τοῦ άγωγοῦ. Τότε, τὰ τεταμένα τέσσαρα δλλα δάκτυλα δεικνύουν τὴν φορὰν τῆς ήλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως καὶ τοῦ έπαγωγικοῦ ρεύματος έντος τοῦ άγωγοῦ.

στ.) "Όταν ἀκίνητος άγωγὸς τέμνη τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς κινουμένου πεδίου, φανταζόμεθα ὅτι τὸ πεδίον είναι ἀκίνητον καὶ ὅτι ὁ άγωγὸς κινεῖται κατ' ἀντίθετον φορὰν τῆς κινήσεως τοῦ πεδίου. "Η φορὰ τῆς ήλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως καὶ τοῦ έπαγωγικοῦ ρεύματος, έντος τοῦ ἀκινήτου άγωγοῦ, είναι ἐκείνη

ἡ ὅποια προκύπτει ἀπὸ τὴν ἐφαρμογὴν τοῦ κανόνος τῆς δεξιᾶς χειρὸς εἰς τὸν κινούμενον ὡς ἀνωτέρῳ ἀγωγόν.

ζ) Ἐστω δρθιογώνιος σπεῖρα, ἡ ὅποια περιστρέφεται ἐντὸς δρμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου. Ἀν θεωρήσωμε ὡς ἀρχικήν της θέσιν τὴν θέσιν τὴν ὅποιαν καταλαμβάνει, δταν τὸ ἐπίπεδόν της είναι κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τότε:

1ον) Ἡ φορὰ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τῆς σπείρας, ἡ πολικότης τῶν ἄκρων της καὶ ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος διὰ μέσου κλειστοῦ κυκλώματος, τὸ ὅποιον περιλαμβάνει τὴν σπείραν καὶ ὡμικὸν καταναλωτήν, ἐναλλάσσονται κάθε ημίσειαν στροφὴν τῆς σπείρας. Ἀντιστοιχοῦν ἐπομένως δύο ἐναλλαγαί των εἰς κάθε στροφήν. Τὴν στιγμὴν κάθε ἐναλλαγῆς, ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις καὶ τὸ ἐπαγωγικὸν ρεῦμα μηδενίζονται.

2ον) Ἐστωσαν υ (cm/sec) ἡ σταθερὰ περιφερειακὴ ταχύτης τῶν δύο πλευρῶν τῆς σπείρας, αἱ ὅποιαι τέμνουν τὰς μαγνητικὰς γραμμάς, l (cm) τὸ μῆκος κάθε μιᾶς ἀπὸ αὐτὰς καὶ B (γκάους) ἡ ἔντασις τοῦ δρμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου, ἐντὸς τοῦ ὅποιού περιστρέφεται ἡ σπείρα. Τότε ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις, ἡ ὅποια ἀναπτύσσεται εἰς κάθε μίαν ἀπὸ τὰς πλευρὰς αὐτάς, είναι συνεχῶς ἀνάλογος τοῦ ημιτόνου τῆς γωνίας α, τὴν ὅποιαν διαγράφει ἡ περιστρεφομένη σπείρα καὶ ἔχει κάθε στιγμὴν τιμήν:

$$e = \frac{B l u}{10^8} \text{ ημα βόλτ.}$$

3ον) Δεδομένου ὅτι $\frac{B l u}{10^8}$ είναι σταθερόν, ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις μεταβάλλεται ημιτονοειδῶς συναρτήσει τῆς διαγραφομένης γωνίας α. Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ αὐτὴ δύναμις ὀνομάζεται ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις.

η) Κύκλος ἐναλλασσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως δνομίζεται μία πλήρης μεταβολὴ αὐτῆς, δταν ἡ σπείρα ἐκτελῇ μίαν

“Ηλεκτρολογία B’

στροφήν. Περίσσος Τ είναι ό όπαιτούμενος χρόνος, εἰς δευτερόλεπτα, διὰ νὰ πραγματοποιηθῇ ἕνας κύκλος. Συχνότης f είναι ό ςχριθμὸς τῶν κύκλων ἀνὰ δευτερόλεπτον:

$$f = \frac{1}{T}, \text{ αρα } T = \frac{1}{f}.$$

θ) Είναι δυνατὸν νὰ ἐκφράσωμε τὴν γωνίαν α συναρτήσει τοῦ χρόνου. Τότε $\alpha = \omega t$ ἀκτίνια, δπου ο είναι ή γωνιακὴ ταχύτης τῆς σπείρας, ή δποία ἔχει τιμήν:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \text{ ἀκτίνια/sec}$$

(1 ἀκτίνιον = $56^{\circ} 17' 44''$).

Η ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις $e = \frac{Blu}{10^8}$ γημα, δ δποία ἀναπτύσσεται εἰς κάθε μίαν ἀπὸ τὰς πλευρὰς τῆς σπείρας, λαμβάνει τότε τὴν μορφήν:

$$e := E_m \eta \mu \omega t = E_m \eta \mu \cdot \frac{2\pi t}{T} = E_m \eta \mu 2\pi f t, \text{ δπου}$$

$E_m = \frac{Blu}{10^8}$ είναι ή μεγίστη τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ηλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως καὶ $e = E_m \eta \mu \omega t$ ή στιγμιαία τιμὴ τῆς.

ι) "Οταν σιδηραῖ μᾶζαι περιστρέφωνται ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου, τότε ἐπαγωγικὰ ρεύματα ἀναπτύσσονται ἐντὸς τῶν μαζῶν αὐτῶν. Τὰ ρεύματα αὗτὰ δυνομάζονται δινορρεύματα.

Τὰ δινορρεύματα καὶ αἱ ἀπώλειαι, τὰς δποίας προκαλοῦν, περιορίζονται, δταν κατασκεύσωμε τὰ τύμπανα τῶν μηχανῶν ἀπὸ λεπτὰ σιδηρᾶ ἐλάσματα. Αὗτὰ διατίθενται παραλλήλως πρὸς τὰ ἐπίπεδα ποὺ περιέχουν τὰς μαγνητικὰς γραμμάς.

22 · 10 Έρωτήσεις.

α) Τί καλεῖται ηλεκτρομαγνητικὴ ἐπαγωγὴ, τί ηλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς καὶ τί ἐπαγωγικὸν ρεῦμα;

β) Τί καλεῖται ἐπαγωγεὺς καὶ τί ἐπαγώγιμον;

γ) Πῶς εἰς τὴν πρᾶξιν ἀναπτύσσεται ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς; Αναφέρατε τὰς τρεῖς περιπτώσεις.

δ) Ἐξηγήσατε πῶς ἀναπτύσσεται ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς σταθεροῦ πηγίου, δταν κινήται μαγνήτης ή ἡλεκτρομαγνήτης εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ πηγίου.

ε) Ἐξηγήσατε πῶς ἀναπτύσσεται ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς εἰς ἔνα πηγίον, δταν τὸ πηγίον περιστρέφεται ἐντὸς δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου.

στ) Ἐξηγήσατε πῶς ἀναπτύσσεται ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς εἰς ἔνα σταθερὸν πηγίον, τὸ δποῖον εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἄλλου σταθεροῦ πηγίου, διαρρεομέγου ὑπὸ ρεύματος μεταβαλλομένης ἐντάσεως.

ζ) Διατυπώσατε τὸν νόμον τοῦ Λέντς.

η) Καθορίσατε μὲ τὸν νόμον τοῦ Λέντς τὴν φορὰν τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος εἰς τὸ πηγίον τῆς ἀνωτέρω ἐρωτήσεως δ.

θ) Καθορίσατε μὲ τὸν νόμον τοῦ Λέντς τὴν φορὰν τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος εἰς τὸ περιστρεφόμενον πηγίον τῆς ἀνωτέρω ἐρωτήσεως ε.

ι) Καθορίσατε μὲ τὸν νόμον τοῦ Λέντς τὴν φορὰν τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος ἐντὸς τοῦ σταθεροῦ πηγίου τῆς ἀνωτέρω ἐρωτήσεως στ.

ιχ) Διατυπώσατε τὸν κανόνα, δ δποῖος προκύπτει ἀπὸ τὸν νόμον τοῦ Λέντς. Ἐφαρμόσατε τὸν εἰς μίαν σταθερὰν σπείραν διὰ μέσου τῆς δποίας ή μαγνητικὴ ροή μεταβάλλεται.

ιβ) Ἐφαρμόσατε τὸν κανόνα τῆς ἀνωτέρω ἐρωτήσεως ια εἰς τὰς τρεῖς περίπτωσεις τῶν ἐρωτήσεων δ, ε καὶ στ.

ιγ) Διὰ ποίου τύπου καθορίζεται η τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς κυκλώματος; Τί σημαίνουν τὰ διάφορα γράμματα τοῦ τύπου καὶ εἰς ποίας μονάδας μετροῦνται τὰ διάφορα μεγέθη;

ιδ) Μὲ ποίον τύπον καθορίζεται η τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ΗΕΔ ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, κινουμένου παραλλήλως πρὸς ἔσωτὸν καὶ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν μαγνητικοῦ πεδίου; Τί σημαίνουν τὰ διάφορα γράμματα τοῦ τύπου καὶ εἰς τί μονάδας μετροῦνται τὰ διάφορα μεγέθη;

ιε) Διατυπώσατε τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρὸς εἰς τὴν περίπτωσιν κινουμένου εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ. Δώσατε ἔνα παράδειγμα.

ιστ) Διατυπώσατε τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρὸς εἰς τὴν περίπτωσιν κινουμένου μαγνητικοῦ πεδίου. Δώσατε ἔνα παράδειγμα.

ιζ) Ἐξηγήσατε τί συμβαίνει ἐντὸς μιᾶς σπείρας, ή δποία περιστρέφεται μὲ σταθερὰν ταχύτητα ἐντὸς δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου.

ιη) Ποία είγαι: ή τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ΗΕΔ ἐντὸς ἀγωγοῦ, δ ὅποιος κινεῖται λοξῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν μαγνητικοῦ πεδίου; Τί καλεῖται εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ταχύτης καθέτου τομῆς;

ιθ) Ποία είγαι: ή τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ΗΕΔ ἐντὸς σπείρας, δ ὅποια περιστρέφεται μὲ σταθερὰν ταχύτητα ἐντὸς δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου, συναρτήσει τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωγίας, τὴν ὅποιαν διαγράφει ή περιστρεφομένη σπείρα, ἀπὸ ἀρχικῆς θέσιν τοῦ ἐπιπέδου τῆς κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου; Σχεδιάσατε τὴν καμπύλην, δ ὅποια παριστάνει τὰς μεταβολὰς τῆς ΗΕΔ.

κ) Τί καλεῖται μεγίστη τιμὴ καὶ τί στιγμαίᾳ τιμὴ ἐναλλασσομένης ΗΕΔ;

κα) Τί καλεῖται κύκλος, περίοδος καὶ συχνότης ἐναλλασσομένης ΗΕΔ;

κβ) Τί είγαι τὸ ἀκτίνιον; Τί καλεῖται γωγιακὴ ταχύτης, ποία είναι ή τιμὴ τῆς συναρτήσει τοῦ ἀριθμοῦ στροφῶν ἀνὰ δευτερόλεπτον, τῆς περιόδου καὶ τῆς συχνότητος; Εἰς τί μονάδας μετρεῖται;

κγ) Ποία είγαι: ή τιμὴ ἐναλλασσομένης ΗΕΔ συναρτήσει τοῦ χρόνου,

κδ) Σχεδιάσατε μὲ ἀκρίβειαν εἰς χαρτὶ μιλλιμετρὲ τὴν καμπύλην τῶν μεταβολῶν ἐναλλασσομένης ΗΕΔ μεγίστης τιμῆς $E_m = 100 \text{ V}$.

κε) Τί γνωρίζετε περὶ τῶν διγορρευμάτων;

22 · 11 Προβλήματα.

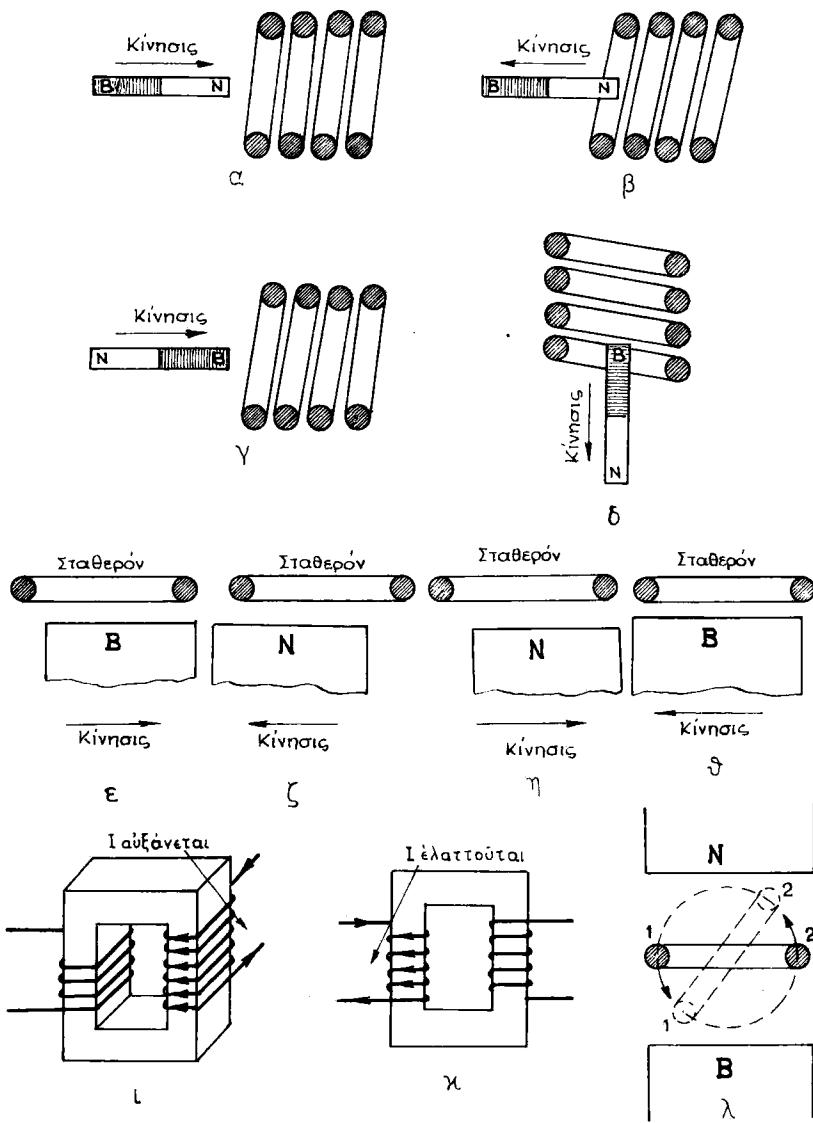
α) Νὰ καθορισθῇ η φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος: $10v$) διὰ τοῦ νόμου τοῦ Λέντς καὶ $2ov$) διὰ τοῦ κανόνος ποὺ προκύπτει ἀπὸ τὸν νόμον αὐτόν, εἰς τὰς περιπτώσεις τοῦ σχήματος $22 \cdot 11\alpha$ ($\alpha - \lambda$).

β) Νὰ εὑρεθῇ η μέση τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς, ἐντὸς πηγίου, τὸ δόποιον συνίσταται ἀπὸ 50 [200] (400) σπείρας, δταν ή μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῆς κάθε μιᾶς ἀπὸ αὐτὰς μεταβάλλεται κατὰ 60 000 [100 000] (50 000) μάξιμελ,

ἐντὸς χρόνου $\frac{1}{100} \left[\frac{1}{50} \right] \left(\frac{1}{40} \right)$ τοῦ δευτερολέπτου.

Ἀπάντησις: $3 \text{ V} [10 \text{ V}] (8 \text{ V})$

γ) Πηγίον διαστάσεων $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ καὶ ἀποτελούμενον ἀπὸ 50 [100] (200) σπείρας, εὑρίσκεται ἐντὸς δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου.



Σχ. 22·11 α

Τὸ ἐπίπεδον τοῦ πηγίου εἰναι κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου.
Ποία εἰναι ἡ μέση τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως
ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηγίου, δταν ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου
μεταβάλλεται ἀπὸ 0 [1 000] (2 000) γκάους μέχρι 6 000 [9 000]

(9 000) γκάους ἐντὸς $\frac{1}{100} \left[\frac{1}{25} \right] \left(\frac{1}{50} \right)$ τοῦ δευτερολέπτου;

Ἀπάντησις: 120 V [80 V] (280 V)

δ) Γύρω ἀπὸ ἔνα ξύλινον δακτύλιον μέσης περιφερείας 100 cm
εἰγαι κανονικῶς τυλιγμένα, τὸ ἔνα ἐπάνω εἰς τὸ άλλο, δύο πηγία τε-
λείως ἀπομεμονωμένα ἡλεκτρικῶς μεταξύ των. Τὸ ἐσωτερικὸν πηγίον
ἀποτελεῖται ἀπὸ 500 [400] (200) σπείρας, ἐμβαδοῦ 40 [30] (20)
cm². Τὸ ἔξωτερικὸν πηγίον ἀποτελεῖται ἀπὸ 5 000 [4 000] (6 000)
σπείρας. Νὰ εὑρεθῇ ἡ μέση τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς
δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ ἔξωτερικοῦ πηγίου, δταν τὸ ρεῦμα
ποὺ διαρρέει τὸ ἐσωτερικὸν πηγίον μεταβάλλεται ἀπὸ 0 ἀμπέρ μέχρι
5 [4] (8) ἀμπέρ, εἰς χρόνον 1/100 τοῦ δευτερολέπτου.

Ἀπάντησις: 6,25 V [2,4 V] (2,4 V)

ε) Νὰ καθορισθῇ μὲ τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρὸς ἡ φορὰ τῆς
ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς μέσα εἰς τὸν
κάθε ἔνα ἀπὸ τοὺς ἀγωγοὺς τοῦ τυλίγματος τοῦ ἐπαγωγίμου τῶν δυνα-
μομηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος, ποὺ παριστάνονται εἰς τὰ σχήματα 22 ·
11 β καὶ 22 · 11 γ.

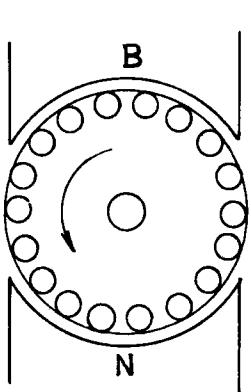
στ) Τμῆμα μήκους 15 [20] (12) cm εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ τέ-
μνει καθέτως τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου
ἐντάσεως 6 000 [8 000] (7 000) γκάους, μὲ ταχύτητα 18 [15] (20)
μέτρων ἀνὰ δευτερόλεπτον. Ποία εἰναι ἡ τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡ-
λεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ;

Ἀπάντησις: 1,62 V [2,4 V] (1,68 V)

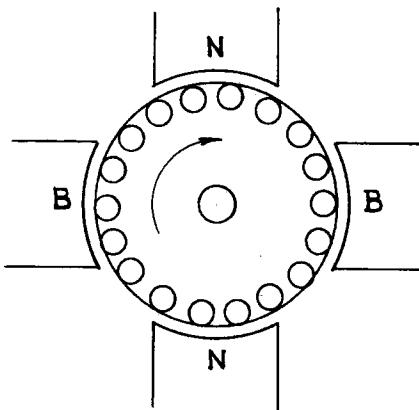
ζ) Μὲ τὶ ταχύτητα πρέπει γὰ κινῆται εὐθύγραμμος ἀγωγός, πα-
ραλλήλως πρὸς ἔκυτὸν καὶ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν δμογενοῦς μα-
γνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως 8 000 [6 000] (7 000) γκάους, ὥστε γὰ ἀ-
ναπτυχθῇ ἐντὸς αὐτοῦ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς, τιμῆς 1,2
[1,8] (2,1) βόλτ, ἀγ τμῆμα τοῦ ἀγωγοῦ μήκους 12,5 [15] (20) cm
τέμνη τὸ μαγνητικὸν πεδίον;

Ἀπάντησις: 12 [20] (15) m/sec

η) Νὰ καθορισθῇ μὲ τὸν κανόνα τῆς δεξιᾶς χειρὸς ἢ φορὰ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς μέσα εἰς κάθε

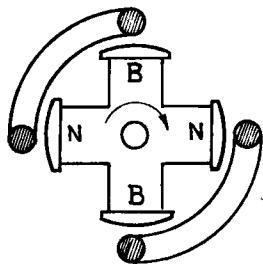


Σχ. 22·11 β.

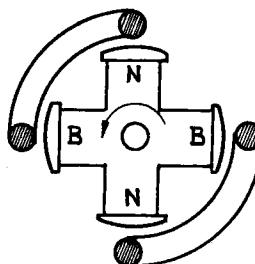


Σχ. 22·11 γ.

μίαν ἀπὸ τὰς πλευρὰς τῶν σταθερῶν πηγίων, ποὺ εἰκονίζονται: εἰς τὰ σχήματα 22·11 δ καὶ 22·11 ε, θταν οἱ πόλοι περιστρέφωνται κατὰ τὴν δεικνυομένην ἐπὶ τῶν σχημάτων φοράν.



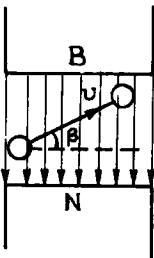
Σχ. 22·11 δ.



Σχ. 22·11 ε.

θ) Εὐθύγραμμος ἀγωγός, κινούμενος περαλλήλως πρὸς ἑαυτόν, τέμνει διπὸ γωνίαν β (σχ. 22·11 ζ) ἵσην πρὸς 30° [45°] (60°) τὰς μαγνητικὰς γραμμὰς ὁμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως 6 000 [$7\,000$] ($8\,000$) γκάους, μὲ ταχύτητα 12 [15] (20) μέτρων ἀγάδευτον. Ποία εἰναι ἡ τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ ἀγωγοῦ, ἀν τὸ μῆκος τοῦ τμήματος

αύτοῦ, τὸ δποῖον τέμνει τὰς μαγνητικὰς γραμμάς, εἶναι 10 [15] (20) cm;
 Ἀπάντησις : 0,623 52 [1,113 5] (1,5) βόλτ



Σχ. 22·11 ζ.

ι) "Οταν ἡ περίοδος ἐναλλασσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως είναι 10η πρὸς $\frac{1}{60} \left[\frac{1}{50} \right] \left(\frac{1}{25} \right)$ sec, ποία είναι ἡ συχνότης της;

Ἀπάντησις : 60 [50] (25) κύκλοι/sec

ια) "Οταν ἡ συχνότης ἐναλλασσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως είναι 50 [60] (100) κύκλοι/sec ποία είναι ἡ περίοδός της;

Ἀπάντησις : $\frac{1}{50} \left[\frac{1}{60} \right] \left(\frac{1}{100} \right)$ sec

ιβ) "Οταν ἐναλλασσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔχῃ μεγίστην τιμὴν 100 [200] βόλτα :

1ον) Νὰ εὑρεθοῦν αἱ στιγμαῖαι τιμαὶ αὐτῆς εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ κύκλου καὶ ἀκολούθως εἰς τὰ χρονικὰ διαστήματα :

$$\beta) \frac{T}{12}, \gamma) \frac{T}{8}, \delta) \frac{T}{6}, \epsilon) \frac{T}{4}, \sigma) \frac{T}{3}, \zeta) \frac{3T}{8}, \eta) \frac{5T}{12},$$

$$\theta) \frac{T}{2}, \iota) \frac{7T}{12}, \iota\alpha) \frac{5T}{8}, \iota\beta) \frac{2T}{3}, \iota\gamma) \frac{3T}{4}, \iota\delta) \frac{5T}{6},$$

$$\iota\epsilon) \frac{7T}{8}, \iota\sigma) \frac{11T}{12}, \iota\zeta) T.$$

2ον) Νὰ χαραχθῇ ἡ καμπύλη, ἡ δποία παριστάνει τὰς μεταβολὰς τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως.

Ἀπάντησις : 1ον) α) 0 [0] βόλτα, β) 50 [100], γ) 70,7 [141,4], δ) 86,6 [173,2], ε) 100 [200], σ) 86,6 [173,2], ζ) 70,7 [141,4], η) 50 [100], θ) 0 [0], ι) -50 [-100], ια) -70,7

[—141,4], $\iota\beta$) — 86,6 [—173,2], $\iota\gamma$) — 100 [—200], $\iota\delta$) — 86,6 [—173,2], $\iota\varepsilon$) — 70,7 [—141,4], $\iota\sigma\tau$) — 50 [—100], $\iota\zeta$) 0 [0].

2ον) Διὰ τὴν χάραξιν τῆς ἡμιτονοειδοῦς καμπύλης νὰ ληφθοῦν ώς κλίμακες $30^0 = 1 \text{ cm}$ καὶ 100 βόλτ = 5 cm [200 βόλτ = 5 cm].

22·12 Πρακτικαὶ ἀσκήσεις.

α) Νὰ ἔκτελεσθῇ τὸ πείραμα τῶν σχημάτων 22·1 α καὶ 22·1 β.

β) Μὲ τὴν χρησιμοποίησιν μιᾶς γεννητρίας μὲ στρεφομένους πόλους κατασκευῆς τοῦ ἑργοστασίου Ἐποπτικῶν Ὀργάνων τοῦ Ἑποπτείου Παιδείας νὰ ἔξηγηθῇ ἡ περίπτωσις τοῦ σχήματος 22·1 γ.

γ) Μὲ τὴν χρησιμοποίησιν μιᾶς γεννητρίας Σ.Ρ. τοῦ ἰδίου ἑργοστασίου νὰ ἔξηγηθῇ ἡ περίπτωσις τοῦ σχήματος 22·1 δ.

δ) Νὰ ἔκτελεσθῇ τὸ πείραμα τοῦ σχήματος 22·1 ζ. Νὰ ἐπιδειχθῇ ἀκολούθως ἕνας μετασχηματιστής.

ε) Κατὰ τὴν μελέτην τοῦ νόμου τοῦ Λèντς νὰ καθορισθῇ πειραματικῶς ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος εἰς τὰ ἀνωτέρω πειράματα 1, 2, 3 καὶ 4.

στ) Νὰ ἔκτελεσθῇ τὸ πείραμα τῶν σχημάτων 22·1 α καὶ 22·1 θ, διὰ γὰ δειχθῆ μὲ διαφόρους ταχύτητας εἰσαγωγῆς καὶ ἔξαγωγῆς τοῦ μαγνήτου, διὰ ἡ ἀναπτυσσομένη ΗΕΔ εἰναι συνάρτησις τοῦ χρόνου (νόμος τοῦ Μάξγουελ).

ζ) Κίνησις εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ μεταξὺ τῶν πόλων ἵσχυροῦ πεταλοειδοῦς μαγνήτου ἡ ἡλεκτρομαγνήτου. Νὰ χρησιμοποιηθῇ πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν ἕνα τετράπλευρον δρθιογώνιον πηνίον. Νὰ τονισθῇ ἡ ἐπίδρασις ταχύτητος τῆς κινήσεως τοῦ ἀγωγοῦ. Νὰ καθορισθῇ ἡ φορὰ τοῦ ἐπαγωγικοῦ ρεύματος μὲ ἕνα γαλβανόμετρον. Νὰ ἐφαρμοσθῇ ὁ κανὼν τῆς δεξιᾶς χειρός.

η) Νὰ ἐπαναληφθῇ τὸ ἀνωτέρω πείραμα, ἀλλὰ μὲ κίνησιν τώρα τοῦ μαγνήτου ἡ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου.

θ) Διὰ τὴν πλήρη κατανόησιν τοῦ σχήματος 22·6 α νὰ ἐπιδειχθῇ μία γεννητρία ἐναλλασσομένου ρεύματος τοῦ προαναφερθέντος ἑργοστασίου Ἐποπτικῶν Ὀργάνων.

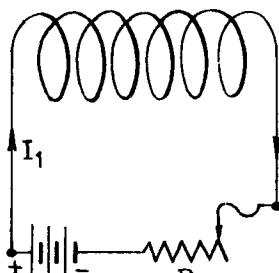
ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗ

23·1 Αύτεπαγωγικὰ φαινόμενα.

Ἐμελετήσαμε εἰς τὸ προηγούμενον κεφάλαιον τὸ φαινόμενον τῆς ἀναπτύξεως ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἐπαγωγῆς ἐντὸς κυκλώματος, ὅταν ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος μεταβάλλεται. Τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ ἐπομένως ἡ μαγνητικὴ ροὴ προήρχοντο ἀπὸ μαγνήτας ἢ ἡλεκτρομαγνήτας, ἔνους πρὸς τὸ κύκλωμα, εἰς τὸ δόποιον ἀναπτύσσετο ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις.

Εἶναι ὅμως δυνατὸν τόσον τὸ μαγνητικὸν πεδίον, ὅσον καὶ ἡ μαγνητικὴ ροὴ καὶ αἱ μεταβολαὶ τῆς νὰ προέρχωνται ἀπὸ τὸ ἕδιον τὸ κύκλωμα, εἰς τὸ δόποιον ἀναπτύσσεται ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἐπαγωγῆς.

Ἄσθεωρήσωμε π.χ. τὴν περίπτωσιν ἐνὸς πηγίου, αἱ σπεῖραι τοῦ ὁποίου διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος μεταβαλλομένης ἐντάσεως (σχ. 23·1 α.).



Σχ. 23·1 α.

“Οταν μετακινήσωμε τὸν δρομέα τῆς μεταβλητῆς ἀντιστάσεως R πρὸς τὰ ἀριστερά, τότε τὸ ρεῦμα αὐξάνεται ἀπὸ I_1 εἰς I_2 , ἐνῶ αὐ-

ξάνεται άντιστοίχως καὶ ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς τοῦ πηνίου ἀπὸ $H_1 = \frac{1,25 NI_1}{l}$ εἰς $H_2 = \frac{1,25 NI_2}{l}$. Ἡ μεταβολὴ τῆς μαγνητικῆς ροῆς προκαλεῖ τὴν ἀνάπτυξιν ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ ἀπαγωγῆς, εἰς κάθε μίαν ἀπὸ τὰς σπείρας τοῦ πηνίου.

Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ ἀπαγωγῆς, ἢ δποίᾳ ἀναπτύσσεται κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ὃνομάζεται εἰδικώτερον ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αύτεπαγωγῆς, διὰ νὰ τονισθῇ τὸ γεγονός ὅτι δημιουργεῖται ἐντὸς τοῦ ἴδιου κύκλωματος, τὸ δποίον δημιουργεῖ τὴν μεταβολὴν τῆς μαγνητικῆς ροῆς.

Όνομάζομε αύτεπαγωγὴν τὸ φαινόμενον τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς ἀπαγωγῆς, τὴν δποίαν ἐξασκεῖ ἔνα κύκλωμα εἰς τὸν ἑαυτόν του.

Αύτεπαγωγικὸν κύκλωμα εἶναι κάθε κύκλωμα, ἐντὸς τοῦ δποίου εἶναι δυνατὸν νὰ ἀναπτυχθῇ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αύτεπαγωγῆς.

23·2 Συντελεστής αύτεπαγωγῆς πηνίου.

Θὰ μελετήσωμε τώρα ἀπὸ τί ἐξαρτᾶται τὸ μέγεθος τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ αύτεπαγωγῆς.

Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν θὰ θεωρήσωμε τὴν συγκεκριμένην περίπτωσιν δακτυλιοειδοῦς πηνίου ἢ σωληνοειδοῦς πηνίου μὲ πολὺ μεγάλον μῆκος ἐν σχέσει πρὸς τὴν διάμετρόν του, τὸ δποίον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος μεταβαλλομένης ἐντάσεως.

Ἄς δποθέσωμε ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος αὔξανεται καὶ πάλιν ἀπὸ I_1 (π.χ. 2 A) εἰς I_2 (π.χ. 3 A).

Ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῆς κάθε σπείρας τοῦ πηνίου αὔξανεται ἀντιστοίχως ἀπὸ $\Phi_1 = \frac{1,25 NI_1 F}{l} = \frac{1,25 NF}{l} I_1$ εἰς $\Phi_2 = \frac{1,25 NI_2 F}{l} = \frac{1,25 NF}{l} I_2$ μάξγουελ.

Ἐάν ἡ μεταβολὴ αὕτη πραγματοποιηθῇται ἐντὸς χρόνου t sec,

ή ήλεκτρεγερτική δύναμις, ή όποια άναπτυσσεται εξ αύτεπαγωγής είς κάθε μίαν σπειραν, έχει μέσην τιμήν:

$$\epsilon = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t \cdot 10^8} = \frac{\frac{1,25 \text{ N F}}{l} I_2 - \frac{1,25 \text{ N F}}{l} I_1}{t \cdot 10^8} =$$

$$\frac{\frac{1,25 \text{ N F}}{l} \cdot (I_2 - I_1)}{t \cdot 10^8} = \frac{1,25 \text{ N F}}{l \cdot 10^8} \cdot \frac{I_2 - I_1}{t} \text{ βόλτ.}$$

Είναι προφανές ότι η μέση τιμή της ιδίας ήλεκτρεγερτικής δυνάμεως έντος του συνόλου των N σπειρών του πηγίου είναι N φοράς μεγαλυτέρα καὶ έχει τιμήν:

$$E = N \epsilon = N \cdot \frac{1,25 \text{ N F}}{l \cdot 10^8} \cdot \frac{I_2 - I_1}{t} \text{ βόλτ, δηλαδή}$$

$$E = \frac{1,25 \text{ N}^2 \text{ F}}{l \cdot 10^8} \cdot \frac{I_2 - I_1}{t} \text{ βόλτ.}$$

Παρατηροῦμε ότι η ήλεκτρεγερτική δύναμις, ή όποια άναπτυσσεται εξ αύτεπαγωγής έντος του πηγίου, είναι ανάλογος της ποσότητος $\frac{1,25 \text{ N}^2 \text{ F}}{l \cdot 10^8}$.

Η ποσότης αύτη είναι σταθερὰ διὰ διθέν πηγίου, ἀφοῦ εξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν N τῶν σπειρῶν του, ἀπὸ τὴν διατομὴν του F cm^2 καὶ ἀπὸ τὸ μῆκος του $l \text{ cm}$. Τὴν δνομάζομε συντελεστὴν αύτεπαγωγής του πηγίου καὶ τὴν συμβολίζομε μὲ τὸ κεφαλαῖον λατινικὸν γράμμα L. Ἀρα, διὰ διθέν πηγίου:

$$L = \frac{1,25 \text{ N}^2 \text{ F}}{l \cdot 10^8}.$$

Ἐπεται ότι η ἀναπτυσσομένη ήλεκτρεγερτική δύναμις εξ αύτεπαγωγής έντος του πηγίου έχει μέσην τιμήν:

$$E = L \frac{I_2 - I_1}{t} \text{ βόλτ.}$$

23·3 Μονάς συντελεστοῦ αύτεπαγωγῆς.

Μονάς συντελεστοῦ αύτεπαγωγῆς είναι τὸ ἀνρὺ (Henry). Σύμβολόν της είναι τὸ κεφαλαῖον γράμμα H.

Ο δρισμὸς τοῦ ἀνρὺ προκύπτει ἀπὸ τὴν ἀνωτέρω σχέσιν $E = L \frac{I_2 - I_1}{t}$ βόλτ, ἀπὸ τὴν ὅποιαν συνάγομεν δτὶ $L = E \frac{t}{I_2 - I_1}$.

Τὸ ἀνρὺ ($L = 1 H$) εἶναι ὁ συντελεστὴς αύτεπαγωγῆς πηνίου, ἐντὸς τοῦ ὅποιου ἀναπτύσσεται ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αύτεπαγωγῆς ἐνὸς βόλτ ($E = 1 V$), διαν, ἀνὰ δευτερόλεπτον ($t = 1 sec$), τὸ ρεῦμα διὰ μέσου τοῦ πηνίου μεταβάλλεται κατὰ ἔνα ἀμπέρ ($I_2 - I_1 = 1 A$), δηλαδή:

$$1 H = 1 V \frac{1 sec}{1 A}.$$

Διὰ τὴν μέτρησιν τῶν συντελεστῶν αύτεπαγωγῆς χρησιμοποιοῦνται καὶ τὰ ἔξῆς ὑποπολαπλάσια τοῦ ἀνρύ:

1ον) τὸ μιλλιανρὺ (mH), δηλαδὴ τὸ χιλιοστὸν τοῦ ἀνρύ:

$$1 mH = \frac{1}{1000} H = 10^{-3} H.$$

2ον) Τὸ μικροανρὺ (μH), δηλαδὴ τὸ ἑκατομμυριοστὸν τοῦ ἀνρύ:

$$1 \mu H = \frac{1}{1000000} H = 10^{-6} H.$$

Μετὰ τὸν δρισμὸν τοῦ ἀνρύ, ποὺ ἐμάθαμε, προκύπτουν τὰ ἔξῆς:

α) Η ἀναπτυσσομένη ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αύτεπαγωγῆς ἐντὸς πηνίου ἔχει μέσην τιμῆν:

$$E = L \frac{I_2 - I_1}{t} \text{ βόλτ,} \quad (23)$$

ὅπου:

L εἶναι ὁ συντελεστὴς αύτεπαγωγῆς τοῦ πηνίου, εἰς ἀνρύ.

$I_2 - I_1$ εἶναι ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ποὺ διαρρέει τὸ πηνίον, εἰς ἀμπέρ.

τ είναι ό χρόνος τής μεταβολῆς αύτῆς, εἰς sec.

β) Ό συντελεστής αύτεπαγωγῆς πηγίου ἔχει τιμήν :

$$L = \frac{1,25 N^2 F}{l 10^8} \text{ άγρω} \quad (24)$$

ὅπου :

N είναι ό άριθμός τῶν σπειρῶν τοῦ πηγίου.

F είναι ή διατομὴ τοῦ πηγίου, εἰς cm^2 .

l είναι τὸ μῆκος τοῦ πηγίου, εἰς cm.

Παράδειγμα 1.

Τὸ ρεῦμα διὰ μέσου πηγίου μεταβάλλεται ἀπὸ 0 ἕως 8 άμ-
περ ἐντὸς 0,012 sec. Ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔξ αύτεπαγωγῆς
μέσης τιμῆς 16 βόλτ ἀναπτύσσεται τότε ἐντὸς τοῦ πηγίου. Ποῖος
είναι ό συντελεστής αύτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου;

Λύσις.

$$I_2 - I_1 = 8 - 0 = 8 \text{ A}, t = 0,012 \text{ sec}, E = 16 \text{ V}, L :$$

Ό συντελεστής αύτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου προκύπτει ἀπὸ τὴν
σχέσιν (23) :

$$L = E \frac{t}{I_2 - I_1} = 16 \times \frac{0,012}{8} = 0,024 \text{ H.}$$

Παράδειγμα 2.

Πηγίον ἔχει συντελεστὴν αύτεπαγωγῆς 0,01 H. Ἡ γένος
ρεῦμα διὰ μέσου αὐτοῦ μεταβάλλεται ἀπὸ 4,1 άμπερ εἰς 0,8 άμ-
περ ἐντὸς 0,015 sec, ποία είναι ή μέση τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης
ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔξ αύτεπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηγίου;

Λύσις

$$L = 0,01 \text{ H}, I_2 - I_1 = 4,1 - 0,8 = 3,3 \text{ A}, t = 0,015 \text{ sec}, E :$$

Η τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔξ
αύτεπαγωγῆς προκύπτει ἀπὸ τὴν σχέσιν (23).

$$E = L \frac{I_2 - I_1}{t} = 0,01 \times \frac{3,3}{0,015} = 2,2 \text{ V.}$$

Παράδειγμα 3.

Νὰ εὑρεθῇ ὁ συντελεστής αύτεπαγωγῆς ἐνὸς πηνίου μήκους 20 cm, τὸ διποῖον συνίσταται ἀπὸ 500 σπείρας μέσης διατομῆς 10 cm².

Λύσις.

$$L; l = 20 \text{ cm}, N = 500 \text{ σπείραι}, F = 10 \text{ cm}^2$$

Ο συντελεστής αύτεπαγωγῆς τοῦ πηνίου προκύπτει ἀπὸ τὴν σχέσιν (24) :

$$L = \frac{1,25 N^2 F}{l 10^8} = \frac{1,25 \times 500^2 \times 10}{20 \times 10^8} = 0,001\,562\,5 \text{ H} = \\ 1,562\,5 \text{ mH} = 1\,562,5 \mu\text{H}.$$

Παράδειγμα 4.

Αν τὸ ἀνωτέρω πηνίον ἀποτελῆται ἀπὸ 1 000 σπείρας, ποῖος εἶναι ὁ συντελεστής αύτεπαγωγῆς του;

Λύσις.

$$l = 20 \text{ cm}, N = 1\,000 \text{ σπείραι}, F = 10 \text{ cm}^2, L ;$$

$$L = \frac{1,25 N^2 F}{l 10^8} = \frac{1,25 \times 1\,000^2 \times 10}{20 \times 10^8} = 0,006\,25 \text{ H} = 6,25 \text{ mH}.$$

Τὸ πηνίον τοῦ παραδείγματος 4 ἔχει τὰς ίδιας διαστάσεις μὲ τὸ πηνίον τοῦ παραδείγματος 3, ἀλλὰ διπλάσιον ἀριθμὸν σπειρῶν. Ο συντελεστής αύτεπαγωγῆς του εἶγαι τετραπλάσιος ($0,006\,25 \text{ H} = 0,001\,562\,5 \text{ H} \times 4$). Αὐτὸς συμβαίνει ἐπειδὴ ὁ συντελεστής αύτεπαγωγῆς πηνίου εἶναι ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν του.

23·4 Συντελεστής αύτεπαγωγῆς οίουδήποτε κυκλώματος.

Όταν ρεῦμα ἐντάσεως I ἀμπέρ διέρχεται διὰ μέσου τῶν σπει-

ρών^ο πηγίου, ή μαγνητική ροή διὰ μέσου τῆς κάθε του σπείρας
έχει τιμὴν $\Phi = HF = \frac{1,25 NIF}{l}$ μάξγουελ.

Τὴν ισότητα αὐτὴν δυνάμεθα νὰ γράψωμε καὶ ὡς ἔξῆς:

$$\Phi = \frac{1,25 NF}{l} I.$$

Οταν πολλαπλασιάσωμε καὶ τὰ δύο μέλη τῆς τελευταίας αὐτῆς ισότητος ἐπὶ $\frac{N}{10^8}$ προκύπτει ή νέα ισότης:

$$\frac{N\Phi}{10^8} = \frac{1,25 N^2 F}{l 10^8} I.$$

Εἰς τὴν ισότητα αὐτήν, δ παράγων $\frac{1,25 N^2 F}{l 10^8}$ είναι δ συντελεστὴς αύτεπαγωγῆς L τοῦ πηγίου (σχέσις 24). Επομένως:

$$(α) \frac{N\Phi}{10^8} = LI, \text{ ἢ } (β) L = \frac{N\Phi}{I 10^8}.$$

Τὸ γινόμενον $N\Phi$ τοῦ ἀριθμοῦ N τῶν σπειρῶν τοῦ πηγίου ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν ροὴν Φ , ποὺ διαπερᾶ κάθε του σπείραν, ὅνομάζεται διλικὴ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου τοῦ πηγίου, δηλαδή:

$$\Phi \delta λικὴ = N \cdot \Phi \text{ ἀνὰ σπεῖραν.}$$

Βάσει τοῦ δρισμοῦ αὐτοῦ αἱ ἀνωτέρω σχέσεις (α) καὶ (β) δύνανται νὰ γραφοῦν:

$$\Phi \delta λ = LI 10^8 \text{ μάξγουελ} \quad (25\alpha)$$

$$\text{καὶ } L = \frac{\Phi \delta λ}{I 10^8} \text{ ἀνρὺ} \quad (25\beta)$$

ὅπου:

L είναι δ συντελεστὴς αύτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου, εἰς ἄνρύ.

$\Phi \delta λ$. είναι ή διλικὴ μαγνητικὴ ροή διὰ μέσου τοῦ πηγίου, εἰς μάξγουελ.

I είναι ή ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ πηγίου, εἰς ἀμπέρ.

Αἱ σχέσεις 25α καὶ 25β εἰραι γενικαὶ καὶ ισχύουν ὅχι μόνον διὰ πηγία, ἀλλὰ καὶ διὰ οιορδήποτε αὐτεπαγωγικὸν κύκλωμα, οἵασδήποτε μιօρφῆς. Ἐναέριος γραμμὴ π.χ., ἢ δποία συνίσταται: ἀπὸ δύο παραλλήλους ἀγωγούς, εἰναι ἐνα αύτεπαγωγικὸν κύκλωμα. Δυνάμεθα ἐπομένως μὲ τὴν σχέσιν 25β νὰ προσδιορίσωμε τὴν συντελεστὴν αὐταπαγωγῆς της.

Παράδειγμα 1.

Κύκλωμα ἔχει συντελεστὴν αύτεπαγωγῆς 4 mH.

Ζητεῖται ἡ ὀλικὴ μαγνητικὴ ροὴ που τὸ διαπερά, ὅταν ρεῦμα ἐντάσεως 0,5 A κυκλοφορῇ ἐντὸς τοῦ κυκλώματος.

Ιύσις.

$$L = 4 \text{ mH} = 0,004 \text{ H}, I = 0,5 \text{ A}, \Phi \delta \lambda; ;$$

Ἄπὸ τὴν σχέσιν (25α) ἔχομε:

$$\Phi \delta \lambda = L \cdot I \cdot 10^8 = 0,004 \times 0,5 \times 10^8 = 200\,000 \text{ μάξγουελ}.$$

Παράδειγμα 2.

Ποιῶς εἰναι ὁ συντελεστὴς αύτεπαγωγῆς κυκλώματος, ἐν εἰναι γνωστὸν ὅτι διαπεράται: ἀπὸ ὀλικὴν μαγνητικὴν ροὴν 300 χιλιάδων μάξγουελ, ὅταν διαρρέεται: ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,8 ἀμπέρ;

Ιύσις.

$$\Phi \delta \lambda = 300\,000 \text{ μάξγουελ}, I = 0,8 \text{ A}, L;$$

Ἄπὸ τὴν σχέσιν (25β) προκύπτει: ὅτι:

$$L = \frac{\Phi \delta \lambda}{I \cdot 10^8} = \frac{300\,000}{0,8 \times 10^8} = 0,00375 \text{ H} = 3,75 \text{ mH}.$$

Παράδειγμα 3.

Πηγίον, τὸ ὄποιον συνίσταται ἀπὸ 400 σπείρας, ἔχει συντελεστὴν αύτεπαγωγῆς 1 mH. Νὰ εὑρεθῇ ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ

·Πλεκτρολογία B'

μέσου της κάθε σπείρας του, όταν τὸ πηγήνιον διαρρέεται υπὸ φεύγατος ἐντάσεως 0,5 A.

Αὗται.

$N = 400$ σπείραι, $L = 1 \text{ mH} = 0,001 \text{ H}$, Φ ἀνὰ σπείραν; $I = 0,5 \text{ A}$
 $\cdot \text{H}$ δλικὴ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τοῦ πηγήνιου ἔχει τιμήν:
 $\Phi \delta\lambda = L I 10^8 = 0,001 \times 0,5 \times 10^8 = 50000$ μάξγουελ.

ΤΗ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου της κάθε σπείρας εἶναι ἐπομένης ἔστι ση πρός:

$$\Phi = \frac{\Phi \delta\lambda}{N} = \frac{50000}{400} = 125 \text{ μάξγουελ.}$$

23.5 Έπίδρασις σιδηροῦ πυρῆνος ἐπὶ τοῦ συντελεστοῦ αὐτεπαγωγῆς πηγήνιου.

Όταν σιδηροῦς πυρὴν εἰσαχθῇ ἐντὸς πηγήνιου, η δλικὴ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου αὐτοῦ ἀποκτᾷ τιμήν:

$$\Phi \delta\lambda. \text{σιδ.} = N \cdot \Phi \text{ ἀνὰ σπείραν} = N B F \text{ μάξγουελ.}$$

Βάσει τῆς γενικῆς σχέσεως (25β) $L = \frac{\Phi \delta\lambda.}{I 10^8}$, δ συντελεστὴς της αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηγήνιου μὲ σιδηροῦν πυρῆνα ἔχει τιμήν:

$$L \text{ σιδ.} = \frac{\Phi \delta\lambda. \text{σιδ.}}{I 10^8} = \frac{N B F}{I 10^8} = \frac{N \mu H F}{I 10^8} = \frac{N \mu \frac{1,25 N I}{l} F}{I 10^8},$$

$$\text{δηλαδὴ } L \text{ σιδ.} = \frac{1,25 N^2 F}{l 10^8} \mu \text{ ἀνρύ.}$$

ὅπου:

F εἶναι η διατομὴ τοῦ πυρῆνος εἰς cm^2 καὶ l εἶναι τὸ μῆκος εἰς cm τῆς μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς τοῦ πυρῆνος καὶ δχι τοῦ πηγήνιου.

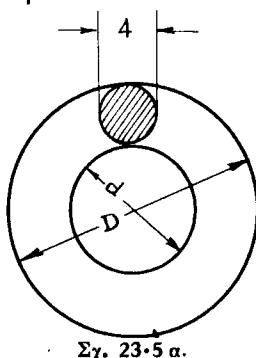
Ἐπεταί: ὅτι δ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς πηγήνιου μὲ σιδηροῦν πυρῆνα εἶναι μ φορὰς μεγαλύτερος ἀπὸ τὸν συντελεστὴν αὐτεπαγωγῆς τοῦ ἴδιου πηγήνιου, χωρὶς σιδηροῦν πυρῆνα.

Ἄφοῦ ἐπὶ πλέον ἡ διαπερατότης μ τοῦ πυρῆνος δὲν εἶναι σταθερά, ἔπειται ὅτι ὁ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς πιγνίου μὲν σιδηροῦν πυρῆνα δὲν ἔχει σταθερὰν τιμήν.

Ἡ τιμὴ τοῦ ἑξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἔντασιν I τοῦ ρεύματος, τὸ ὅποιον διαρρέει τὸ πηγνίον. Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος αὐτοῦ καθορίζει, ὅπως εἰδαμε, τὴν τιμὴν τῆς μαγνητικούσης δυνάμεως $H = \frac{1,25 NI}{l}$, ἀπὸ τὴν ὅποιαν προκύπτουν αἱ τιμαὶ τῆς ἔντασεως τῆς μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς B καὶ τῆς διαπερατότητος $\mu = \frac{B}{H}$.

Παράδειγμα 1.

Πηγίου, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἀπὸ 785 σπείρας, εἶναι κανονικῶς τυλιγμένον γύρω ἀπὸ ἓνα ἔγγλινον δακτύλιον κυκλικῆς διατομῆς, ὃ ὅποιος ἔχει ἑξωτερικὴν διάμετρον 16,0 cm καὶ ἑσωτερικὴν 8,5 cm (σχ. 23·5 α.). Τὸ πηγνίον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἔντασεως 0,1 A. Ζητοῦνται:



1ον) Ὁ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου. 2ον) Ὁ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου, ὅταν τὸ τυλίξωμε γύρω εἰς ἓνα δακτύλιον ἀπὸ σφυρήλατον σίδηρον, τῶν ἰδίων ὡς καὶ ἀνιστέρων διαστάσεων.

Λύσις.

$$N = 785 \text{ σπεῖραι}, D = 16,5 \text{ cm}, d = 8,5 \text{ cm},$$

$$I = 0,1 \text{ A}, L; \text{ Λσδ.};$$

1ον) Τὸ πηγίου ἔχει:

$$\alpha) \Deltaιατομὴν F = \frac{3,14 \times 4^2}{4} = 12,56 \text{ cm}^2.$$

β) Μῆκος μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς:

$$l = \pi D_{\mu} = 3,14 \times \frac{16,5 + 8,5}{2} = 3,14 \times 12,5 = 39,25 \text{ cm}.$$

Ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς τοῦ πηγίου εἰναι:

$$H = \frac{125 N I}{l} = \frac{1,25 \times 785 \times 0,1}{39,25} = 2,5 \text{ έρστεντ}.$$

Ο συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου μὲν ἔξιεινον πυρήνα ἔχει τιμὴν:

$$L = \frac{\Phi \delta.}{I 10^8} = \frac{N \Phi / \sigma \pi e \rho a v}{I 10^8} = \frac{N H F}{I 10^8} = \frac{785 \times 2,5 \times 12,56}{0,1 \times 10^8} = \\ = 0,0024649 H = 2,4649 \text{ mH}.$$

Τὴν τιμὴν αὐτὴν δυνάμεθα νὰ εῦρωμε ἀπ' εὐθείας ἀπὸ τὴν σχέσιν (24):

$$L = \frac{1,25 N^2 F}{l \times 10^8} \text{ Λ.ρύ.}$$

2ον) Ο συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου μὲν σιδηροσὸν πυρῆνα εἰναι: μ φορᾶς μεγαλύτερος τοῦ ἀνωτέρῳ.

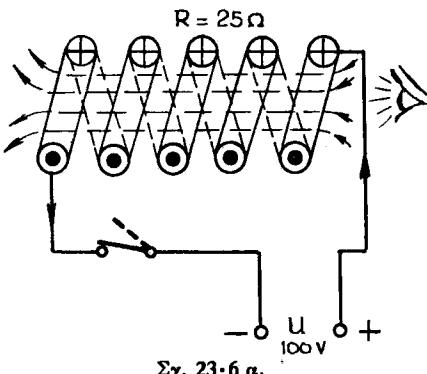
Ἡ τιμὴ τῆς μαγνητικῆς διαπερατότητος μ τοῦ πυρῆνος καθερζεται, δποιε εἰς τὸ παράδειγμα 2 τῆς παραγράφου 23·3. Διὰ τὸν σφυρήλατον σληγρον (Πίναξ 4), εἰς μαγνητέουσαν δύναμιν $H = 2,5$ έρστεντ ἀντιστοιχεὶ ἔντασις μαγνητικῆς ἐπαγωγῆς $B =$

$$7000 \text{ γκάους καὶ μαγνητικὴ διαπερατότητης } \mu = \frac{B}{H} = \frac{7000}{2,5} = 2800.$$

$$\text{Άρα } L_{\sigma \delta.} = L \mu = 0,0024649 \times 2800 = 6,90172 \text{ άνρύ.}$$

23·6 Φορὰ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ αὐτεπαγωγῆς.

"Ἐστω πηγής, εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὅποίου ἐφαρμόζεται τάσις U , διὰ μέσου διακόπτου (σχ. 23·6 α.).



Σχ. 23·6 α.

"Οταν ὁ διακόπτης είναι χνοικτός, ρεύμα θὲν διέρχεται διὰ μέσου τοῦ πηγῶν. "Οταν κλείσωμε τὸν διακόπτην, ρεύμα έντάσεως $I = \frac{U}{R} = \frac{100}{25} = 4 \text{ A}$ θὰ κυκλοφορήσῃ ἐντὸς τοῦ πηγῶν, κατὰ τὴν φοράν, γὰρ σοία φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 23·6 α.

Η αὕξησις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἀπὸ ἀρχικὴν τιμὴν μηδέν, μέχρι τῆς τελικῆς του τιμῆς $I = 4 \text{ A}$, θὰ προκαλέσῃ χνάλωγον αὔξησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου καὶ ἐπομένως χνάλωγον αὔξησιν τῆς μαγνητικῆς ροής διὰ μέσου τῶν σπειρῶν του. Κατὰ τὴν διάρκειαν αὐτῆς τῆς αὔξησεως, θὰ ἀναπτυχθῇ ἐντὸς τοῦ πηγῶν μία ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς.

Συμφώνως πρὸς τὸν ακνόνα τοῦ Λέντες, γὰρ ἡλεκτρεγερτικὴ αὕτη δύναμις τείνει νὰ δημιουργήσῃ ἐπαγωγικὸν ρεύμα ἀντιθέτου φορᾶς ἐκείνῳ ποὺ κυκλοφορεῖ ἐντὸς τοῦ πηγῶν. Ἐπομένως γὰρ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς ἔχει φορὰν ἀντίθετον τῆς φορᾶς τῆς ἐφηριοσμένης τάσεως εἰς τὸ πηγῶν καὶ τείνει νὰ παρεμποδίσῃ τὴν αὔξησιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ποὺ τὸ διαρρέει.

"Οταν τώρα άνοίξωμε τὸν διακόπτην, τὸ ρεῦμα ἐλαττούται μέχρι τῆς τιμῆς μηδέν. Ἡ μαγνητικὴ ροὴ διὰ μέσου τῶν σπειρῶν τοῦ πηγίου ἐλαττούται καὶ μηδενίζεται καὶ αὐτή. Ήταν ἀναπτυχθῆ ἐπομένως ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς, ἡ δποία ήταν τείνη νὰ παρεμποδίσῃ τὴν ἐλάττωσιν καὶ μηδένα τοῦ ρεύματος.

'Απὸ τὰ ἀνωτέρω συνάγομε ὅτι: ἡ αὐτεπαγωγὴ ἀντιδρᾶ εἰς κάθε μεταβολὴν τοῦ ρεύματος.

23.7 Αποτελέσματα τῆς αὐτεπαγωγῆς.

α) Κατὰ τὸ κλείσιμον αὐτεπαγωγικοῦ κυκλώματος.

"Οταν κλείσωμε τὸν διακόπτην τοῦ κυκλώματος, τὸ δποίον φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 23.7α, ἡ λεκτρικὸν ρεῦμα κυκλοφορεῖ διὰ μέσου αὐτοῦ. Ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος αὐξάνεται ἀπὸ μηδὲν ἀμπέρ μέχρι

$$I = \frac{E}{R} = \frac{110}{3} = 36,66 \text{ A.}$$

'Η αὐξήσις τῆς ἔντασεως τοῦ ρεύματος προκαλεῖ τὴν ἀνάπτυξιν ἡ λεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ αὐτεπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηγίου. Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ αὐτὴ δύναμις ἔχει φορὰν ἀντίθετον τῆς φορᾶς τῆς ἐφηρμοσμένης τάσεως E καὶ τείνει νὰ παρεμποδίσῃ τὴν αὔξησιν τοῦ ρεύματος.

'Εντὸς τοῦ κυκλώματος ἐπενεργοῦν ἐπομένως δύο τάσεις: α) ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις τῆς πηγῆς, ἡ δποία τείνει νὰ αὐξήσῃ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος μέχρι τῆς τιμῆς 36,66 A καὶ β) ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς, ἡ δποία τείνει νὰ παρεμποδίσῃ τὴν αὔξησιν αὐτήν.

'Η ἔντασις τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος δίδεται κάθε στιγμὴν ἀπὸ τὴν 2αν πρότασιν τοῦ Κίρχωφ, E πηγῆς—E αὐτεπαγωγῆς=R, δηλαδή:

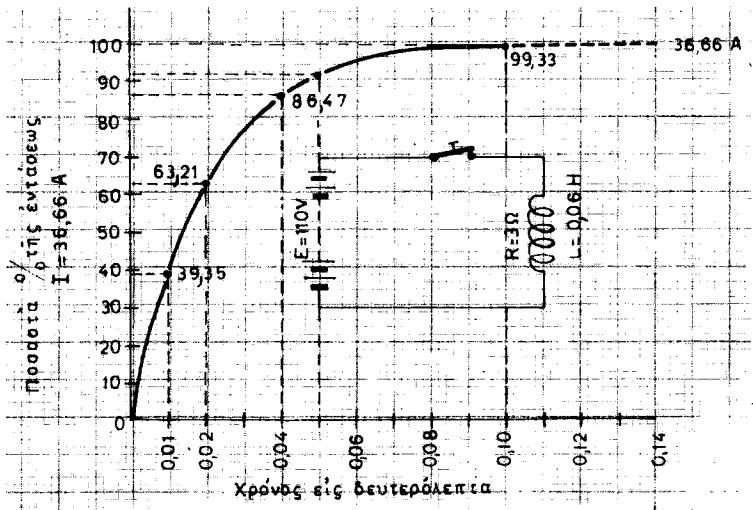
$$i = \frac{E_{\text{πηγῆς}} - E_{\text{αὐτεπαγωγῆς}}}{R}$$

ὅπου :

Ε αὐτεπαγωγῆς εἶναι ἡ τιμὴ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἐξ αὐτεπαγωγῆς κατὰ τὴν στιγμὴν αὐτήν.

'Ετσι, τὸ ρεῦμα δὲν ἀποκτᾷ ἀκαριαίως τιμὴν 36,66 A, ἀλλὰ μετὰ παρέλευσιν ὠρισμένου χρόνου, ἀπὸ τὴν στιγμὴν ποὺ κλείσομε τὸν διακόπτην.

Εἰς τὸ σχῆμα 23·7 α παριστάνονται αἱ μεταβολαὶ, συγαρτήσεις τοῦ χρόνου τοῦ ρεύματος ἀποκαταστάσεως ἐντὸς κυκλώματος, τὸ ἔποιον



Σχ. 23·7 α.

ἔχει ὡμικὴν ἀγτίστασιν 3 ὥμινα καὶ σταθερὸν συντελεστὴν αύτεπαγωγῆς 0,06 ἀνρύ.

Παρατηροῦμε δτι, μετὰ παρέλευσιν 0,01 sec, ἀπὸ τὴν στιγμὴν ποὺ κλείομε τὸν διακόπτην, τὸ ρεῦμα ἔχει τιμὴν μόνον τὰ $\frac{39,35}{100}$ τοῦ

I, δηλαδὴ $\frac{39,35}{100} \times 36,66 = 14,4$ A. Μετὰ παρέλευσιν 0,02 sec τὸ ρεῦμα ἀποκτᾷ τιμὴν ἵσην πρὸς τὰ $\frac{63,21}{100}$ τοῦ I, δηλαδὴ $\frac{63,21}{100} \times$

$36,66 = 23,17$ A, μετὰ παρέλευσιν 0,04 sec τὰ $\frac{86,47}{100}$ τοῦ I, δηλαδὴ,

$\frac{99,33}{100}$, δηλαδὴ 36,414 A. Τὸ ρεῦμα ἀποκτᾷ πρακτικῶς τὴν τελικὴν του τιμὴν 36,66 A μετὰ παρέλευσιν περίου $\frac{2}{10} = 0,2$ τοῦ δευτερολέπτου.

Από τὴν στιγμὴν αὐτὴν τὸ ρεῦμα δὲν μεταβάλλεται καὶ ἐπομένως δὲν ἀναπτύσσεται πλέον ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς.

Ο χρόνος ἀποκαταστάσεως τοῦ κανονικοῦ ρεύματος ἐντὸς ἐπαγωγικοῦ κυκλώματος εἶναι τόσον μεγαλύτερος, δσον μεγαλύτερον εἶναι τὸ πηλίκον $\frac{L}{R}$, τοῦ συντελεστοῦ αὐτεπαγωγῆς του πρὸς τὴν ὀμικήν του ἀντίστασιν.

Τὸ πηλίκον αὐτὸ δνομάζεται σταθερὰ χρόνου τοῦ κυκλώματος.

Η σταθερὰ χρόνου τοῦ κυκλώματος τοῦ σχήματος $23 \cdot 7 \alpha$ ἔχει τιμὴν $\frac{L}{R} = \frac{0,06}{3} = 0,02$. Διαπιστώνομε δτι ἡ τιμὴ αὐτὴ εἶναι ἵση πρὸς τὸν ἀπαιτούμενον χρόνον $0,02$ sec διὰ νὰ ἀποκτήσῃ τὸ ρεῦμα $63,21$ ἑκατοστὰ τῆς τελικῆς του τιμῆς. Η διαπιστώσις αὐτὴ ἴσχυει διὰ σίονδήποτε αὐτεπαγωγικὸν κύκλωμα. Η σταθερὰ χρόνου οἰονδήποτε αὐτεπαγωγικοῦ κυκλώματος εἶναι ὁ χρόνος εἰς δευτερόλεπτα, δ ὅποῖς ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ ἀποκτήσῃ τὸ ρεῦμα ἀποκαταστάσεως τὰ $63,21$ ἑκατοστὰ τῆς τελικῆς καὶ σταθερᾶς του τιμῆς. Τὸ πηλίκον χαρακτηρίζει ἐπομένως τὴν ταχύτητα μὲ τὴν δποίαν τὸ ρεῦμα ἀποκτᾶ τὴν τελικὴν του τιμήν. Οσον τὸ πηλίκον $\frac{L}{R}$ εἶναι μεγαλύτερον, τόσον περισσότερος χρόνος ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ φθάσῃ τὸ ρεῦμα εἰς τὴν τελικὴν του τιμήν.

Ἐστω π.χ. πηγίον, μὲ τὴν ἴδιαν δπως καὶ πρὶν ὀμικὴν ἀντίστασιν 3 Ωμ, τὸ δποῖον ἔχει συντελεστὴν αὐτεπαγωγῆς $L = 0,12$ H, διπλάσιον τοῦ συντελεστοῦ αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου τοῦ σχήματος $23 \cdot 7 \alpha$. Τὸ πηγίον συνδέεται μὲ τὰ ἄκρα τῆς ἴδιας πηγῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως 110 V.

Η ἔντασις I τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ πηγίου ἀποκτᾶ καὶ πάλιν τελικὴν καὶ σταθερὰν τιμὴν $I = \frac{E}{R} = \frac{110}{3} = 36,66$ A.

Ἐπειδὴ δμως ἡ σταθερὰ χρόνου τοῦ δευτέρου αὐτοῦ πηγίου, $\frac{L}{R} = \frac{0,12}{3} = 0,04$ sec, εἶγαι διπλασία τῆς σταθερᾶς χρόνου τοῦ πρώτου πηγίου, ἀπαιτεῖται χρόνος $0,02$ sec διὰ νὰ ἀποκτήσῃ τὸ ρεῦμα τιμὴν ἴσην πρὸς τὰ $\frac{39,36}{100}$ τοῦ I, $0,04$ sec, διὰ νὰ ἀποκτήσῃ τιμὴν

$\frac{63,21}{100} \times I$ και περίπου $\frac{4}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου, διὰ νὰ ἀποκτήσῃ τὴν τελικὴν καὶ σταθεράν του τιμὴν $I = 36,66$ A.

Εἶναι εὖκολον νὰ χαράξωμε τὴν καμπύλην, ἢ ὅποια παριστάνει τὰς μεταβολάς, συναρτήσει τοῦ χρόνου τοῦ ρεύματος ἀποκαταστάσεως ἐντὸς οἰουδήποτε ἐπαγωγικοῦ κυκλώματος βάσει τῶν κατωτέρω δῆμγιῶν.

α) Ἀπὸ τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν, ἢ ὅποια ἐφαρμόζεται εἰς τὸ κύκλωμα καὶ ἀπὸ τὴν ἀντίστασίν του προκύπτει ἢ τελικὴ ἔντασις τοῦ ρεύματος $I = \frac{E}{R}$ ἀμπέρ.

β) Ἀπὸ τὸν συντελεστὴν αύτεπαγωγῆς τοῦ κυκλώματος καὶ ἀπὸ τὴν ἀντίστασίν του προκύπτει ἢ σταθερὰ χρόνου $\frac{L}{R}$ τοῦ κυκλώματος.

γ) Αποδεικνύεται διτι:

Εἰς χρόνον 0 sec, τὸ ρεῦμα ἔχει ἔντασιν 0 A.

Εἰς χρόνον 0,2 $\frac{L}{R}$ sec, τὸ ρεῦμα ἀποκτᾷ ἔντασιν $\frac{18,13}{100}$ I A

» » 0,5 $\frac{L}{R}$ sec, » » » » $\frac{39,35}{100}$ I A

» » 0,75 $\frac{L}{R}$ sec, » » » » $\frac{52,76}{100}$ I A

» » $\frac{L}{R}$ sec, » » » » $\frac{63,21}{100}$ I A

» » 1,5 $\frac{L}{R}$ sec, » » » » $\frac{77,69}{100}$ I A

» » 2 $\frac{L}{R}$ sec, » » » » $\frac{86,47}{100}$ I A

» » 3 $\frac{L}{R}$ sec, » » » » $\frac{95,02}{100}$ I A

» » 4 $\frac{L}{R}$ sec, » » » » $\frac{98,17}{100}$ I A

» » 5 $\frac{L}{R}$ sec, » » » » $\frac{99,33}{100}$ I A

» » 10 $\frac{L}{R}$ sec, » » » » $\frac{99,99}{100}$ I A

Παράδειγμα.

Κύκλωμα σταθεροῦ συντελεστοῦ αύτεπαγωγῆς 0,2 H καὶ ωμικῆς ἀντιστάσεως 1 Ω συνδέεται μὲ τὰ δύο πηγῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως 10 V. Εἰς πόσον χρόνον τὸ ρεῦμα ἀποκαταστάσεως ἀποκτᾶ τιμὴν ίσην πρὸς τὰ $\frac{39,35}{100}$, $\frac{63,21}{100}$, $\frac{86,47}{100}$ καὶ $\frac{99,90}{100}$ τοῦ τελικοῦ ρεύματος καὶ ποίᾳ εἰναι κάθε φορὰν ἢ ἀντίστοιχος τιμὴ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος;

Ι.ύσις.

$$L = 0,2 \text{ H}, R = 1 \Omega, E = 10 \text{ V}$$

α) Ἡ τελικὴ ἐντασίς τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος εἰναι:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10}{1} = 10 \text{ A.}$$

β) Ἡ σταθερὰ χρόνου τοῦ κυκλώματος εἰναι:

$$\frac{L}{R} = \frac{0,2}{1} = 0,2 \text{ sec.}$$

γ) Ἀπὸ τὰ ἀγωτέρω, τὸ ρεῦμα ἀποκτᾶ τιμὴν:

$$\frac{39,35}{100} \times 10 = 3,935 \text{ A, εἰς χρόνον } t = 0,5 \frac{L}{R} = 0,5 \times 0,2 = 0,1 \text{ sec.}$$

$$\frac{63,21}{100} \times 10 = 6,321 \text{ A, εἰς χρόνον } t = \frac{L}{R} = 0,2 \text{ sec.}$$

$$\frac{86,47}{100} \times 10 = 8,647 \text{ A, εἰς χρόνον } t = 2 \frac{L}{R} = 2 \times 0,2 = 0,4 \text{ sec.}$$

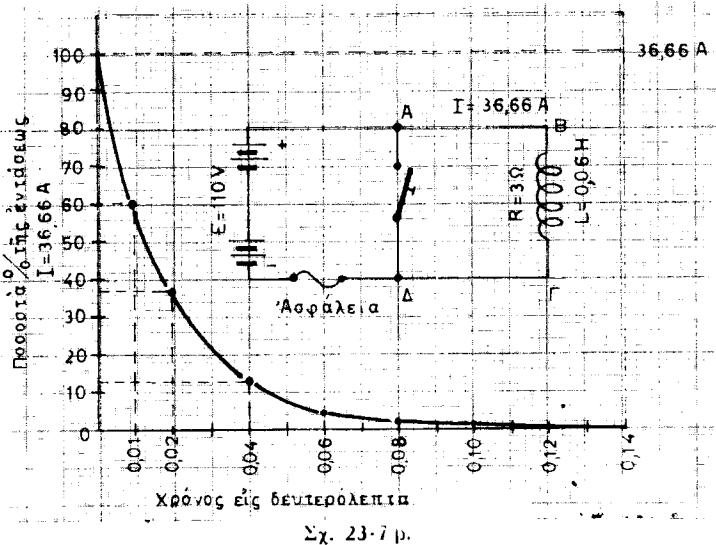
$$\frac{99,99}{100} \times 10 = 9,999 \text{ A, εἰς χρόνον } t = 10 \frac{L}{R} = 10 \times 0,2 = 2 \text{ sec.}$$

β) Κατὰ τὸ βραχυκύλωμα αύτεπαγωγικοῦ κυκλώματος.

Περίπτωσις βραχυκυκλώματος ἐπαγωγικοῦ κυκλώματος παριστάνεται εἰς τὸ σχῆμα 23.7 β.

"Οταν κλείσωμε τὸ διακόπτην, βραχυκυκλώνομε συγχρόνως τὸ αύτεπαγωγικὸν κύκλωμα καὶ τὴν πηγὴν. Ἡ ἀσφάλεια ἢ δποίᾳ παρεμβάλλεται, τήκεται καὶ διακόπτει τὴν παροχὴν ρεύματος εἰς τὸ αύτεπαγωγικὸν κύκλωμα ΑΒΓΔ.

Τὸ ρεῦμα I, τὸ δποῖον κυκλοφορεῖ διὰ μέσου αὐτοῦ, δὲν μηδενίζεται: ἔχει τούτης της ποσότητος οὐσίαν.



μηδέν, ήλεκτρεγερτική δύναμις έξι αύτεπαγωγής άγαπτύσσεται εντός του χυκλώματος ΑΒΓΔ. Ή ήλεκτρεγερτική αύτη δύναμις τείνει να παρεμποδίσῃ τὴν ἐλάττωσιν τοῦ ρεύματος. Ἐτσι, μετὰ παρέλευσιν 0,01 sec, ἀπὸ τὴν στιγμὴν ποὺ ἔκλεισαμε τὸν διακόπτην, τὸ ρεῦμα ἔχει ἀκόμη ἔντασιν $\frac{60,65}{100} = 22,234$ A, μετὰ παρέλευσιν 0,02 sec, ἔντασιν

$\frac{36,79}{100} I = 13,487$ A. Τὸ ρεῦμα μηδεγίζεται μετὰ παρέλευσιν περίπου 0,2 sec.

Καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτῆς δὲ χρόνος ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ γὰρ μηδενισθῆ τὸ ρεῦμα εἶγαι τόσον μεγαλύτερος, δισον μεγαλύτερον εἶναι τὸ πηγαίκον $\frac{L}{R}$ τοῦ κυκλώματος, δηλαδὴ ή σταθερὰ χρόνου τοῦ κυκλώματος.

³ Από τὴν στιγμὴν τῆς βραχυκυκλώσεως τοῦ αὐτεπαγγικοῦ κυκλώματος, ἀντιστοιχοῦν αἱ ἔξης ἐντάσεις ρεύματος εἰς διαφέρους χρόνους:

Εἰς χρόνον μηδὲν	sec, τὸ ρεῦμα ἔχει ἔντασιν	$\frac{E}{R}$	A.
» » 0,2	$\frac{L}{R}$ sec, » » »	$\frac{81,87}{100}$	I A
» » 0,5	$\frac{L}{R}$ sec, » » »	$\frac{60,65}{100}$	I A
» »	$\frac{L}{R}$ sec, » » »	$\frac{36,79}{100}$	I A
» » 1,5	$\frac{L}{R}$ sec, » » »	$\frac{22,31}{100}$	I A
» » 2	$\frac{L}{R}$ sec, » » »	$\frac{13,53}{100}$	I A
» » 3	$\frac{L}{R}$ sec, » » »	$\frac{4,98}{100}$	I A
» » 4	$\frac{L}{R}$ sec, » » »	$\frac{1,83}{100}$	I A
» » 5	$\frac{L}{R}$ sec, » » »	$\frac{0,67}{100}$	I A
» » 10	$\frac{L}{R}$ sec, » » »	$\frac{0,0045}{100}$	I A.

Ἡ περίπτωσις, τὴν ὅποιαν ἐμελετήσαμε ἀνωτέρῳ, ἔχει ἀμεσον καὶ σπουδαιοτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὰς μηχανὰς συγεχοῦς ρεύματος.

Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῶν μηχανῶν αὐτῶν, τὰ πηνία τοῦ ἐπαγγεικοῦ τυλίγματός των βραχυκυλώγονται διαδοχικῶς ὑπὸ τῶν ψηκτρῶν τῆς μηχανῆς, ἐνῷ διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος (σχ. 23·7γ). Διὰ νὰ περιορίσωμε τὸν χρόνον κυκλοφορίας τοῦ ρεύματος αὐτοῦ, χρησιμοποιοῦμε φύκτρας ἀπὸ ἄνθρακα, αἱ δόποιαι παρουσιάζουν μεγάλην ὡμικήν ἀντίστασιν. Προσθέτομε ἔτσι εἰς τὴν ἀντίστασιν τὸ πηνίον, τὴν ἀντίστασιν R τῆς φύκτρας. Ἡ σταθερὰ χρόνου τοῦ κυκλώματος λαμβάνει ἔπομένως μικροτέραν τιμὴν $\frac{L}{r + R}$ μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ταχυτέραν μηδένισιν τοῦ ρεύματος.

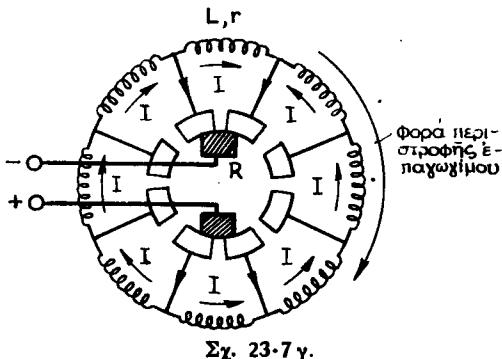
γ) Κατὰ τὴν διακοπὴν αὐτεπαγωγικοῦ κυκλώματος.

“Οταν διακόψωμε αὐτεπαγωγικὸν κύκλωμα ἀνοίγοντες τὸν διακόπτην (σχ. 23·7δ), τὸ ρεῦμα δὲν μηδενίζεται ἀκαριαίως. Λόγω τῆς

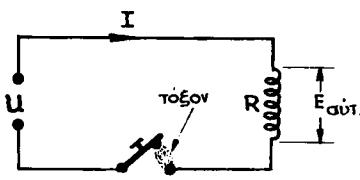
έλαττώσεως τής έντάσεως του ρεύματος άπό την άρχικήν του τιμήν.

$$I = \frac{U}{R}$$

άμπερ μέχρι μηδέν, άναπτυσσεται έντος του κυκλώματος ήλε-



κτρεγερτική δύναμις έξ αύτεπαγωγῆς. Η ήλεκτρεγερτική αύτη δύναμις τείνει να διατηρήσῃ την άρχικήν τιμήν τής έντάσεως του ρεύματος. Η διατήρησις του ρεύματος πραγματοποιείται διὰ τοῦ τόξου, που δημιουργεῖται μεταξύ τῶν ἀποχωριζομένων ἐπαφῶν του διακόπτου.



Σχ. 23-7 δ.

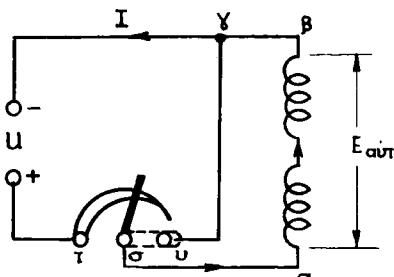
Η μέση τιμή τής άναπτυσσομένης ήλεκτρεγερτικής δυνάμεως έξ αύτεπαγωγῆς (σχέσις 22), $E = L \frac{I_2 - I_1}{t} = L \frac{I_1}{t}$ (άφοῦ $I_2 = 0$), είναι άνάλογος του συγτελεστοῦ αύτεπαγωγῆς του κυκλώματος καὶ τής έντάσεως του ρεύματος, που κυκλοφορεῖ διὰ μέσου αύτοῦ, άντιστρόφως δὲ άνάλογος του χρόνου τής διακοπῆς του.

Η ήλεκτρεγερτική αύτη δύναμις δύναται γὰ λάθη πολὺ μεγάλας τιμάς καὶ μάλιστα πολὺ ἀνωτέρας τής ήλεκτρεγερτικής δυνάμεως τής πηγῆς, ή διοία τροφοδοτεῖ τὸ κύκλωμα.

"Ας λάβωμε ώς παράδειγμα τὰ πηγία τῶν πόλων (πηγία διεγέρεταις) γεννητρίας συνεχοῦς ρεύματος, μὲν συντελεστὴν αύτεπαγωγῆς ἵχνον. "Εστω δτὶ διὰ μέσου τῶν πηγῶν κυκλοφορεῖ ρεῦμα ἐντάσεως 10 Α καὶ δτὶ τὸ ρεῦμα τοῦτο διακόπτεται: ἐντὸς 0,05 sec. Θὰ ἀναπτυχθῇ ἐντὸς τῶν πηγῶν ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αύτεπαγωγῆς μέσης τιμῆς:

$$\text{Εαὐτ.} = \frac{L \cdot I}{t} = \frac{5 \times 10}{0,05} = 1000 \text{ V.}$$

Τόσον διφηλὴ τάσις, ἐν συγκρίσει: πρὸς τὴν καγονικὴν τάσιν τροφοδοτήσεως τῶν πηγῶν (110 ή 220 V), εἶναι ἐνδεχόμενον νὰ διατρήσῃ τὴν μόνωσιν τῶν συρμάτων τοῦ πηγίου καὶ γὰ τὰ ἀχρηστεύσῃ.



Σχ. 23·7 ε.

Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν δὲν πρέπει ποτὲ γὰ διακόπτεται τὸ κύκλωμα τῶν τυλιγμάτων τῶν πόλων τῶν γεννητριῶν συνεχοῦς ρεύματος ἢ τῶν ἐναλλακτήρων. Προκειμένου νὰ μηδενίσωμε τὸ ρεῦμα ποὺ τὰ διαρρέει, ἐλαττώνομε πρῶτα βαθμηδὸν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, μέσω μιᾶς μεταβλητῆς ἀντίστασεως (ρυθμιστικὴ ἀντίστασις διεγέρσεως) (σχ. 23·7 ε). Διὰ νὰ διακόψωμε τὸ ρεῦμα, μεταφέρομε τὸν στρόφαλον τῆς μεταβλητῆς ἀντίστασεως εἰς τὴν τελευταίαν ἐπαφὴν υ, δόποτε βραχυκυκλώνονται τὰ πηγία τῶν πόλων. Μὲ τὸν τρόπον αὐτόν :

α) Ἡ ἀναπτυσσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αύτεπαγωγῆς,

Εαὐτ. = $\frac{L \cdot I}{t}$, ἔχει μικρὰν τιμὴν κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς διακοπῆς, ἀφοῦ τὸ ρεῦμα I ἔχει μικρὰν τιμὴν.

β) Ἀποφεύγεται εἰς σημαντικὸν βαθμὸν ἡ δημιουργία τόξου, τὴν στιγμὴν ποὺ δ στρόφαλος ἐγκαταλείπει τὴν ἀντίστασιν, ἀφοῦ τὸ αύτεπαγωγικὸν ρεῦμα εὑρίσκει κλειστὴν τροχιάν κυκλοφορίας υ σαβγ υ.

23·8 Ένέργεια μαγνητικοῦ πεδίου.

Τὸ φαινόμενον τῆς αὐτεπαγωγῆς εἰναι ἀνάλογον πρὸς τὸ φαινόμενον τῆς ἀδρανείας, τὸ δὲ ὅποιον γνωρίζομε ἀπὸ τὴν Φυσικήν.

Εἶναι γνωστὸν διτι, διταχὶ ἐπὶ ἀκινήτου ὄλικον σώματος ἐπενεργήσῃ μηχανικὴ δύναμις, τὸ σῶμα ἀνθίσταται εἰς τὴν δύναμιν αὐτήν. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἀρχέτιτε νὰ κινηται μὲ μικρὰν ταχύτητα, ή δοποίᾳ αὐξάνεται βαθμιαίως. Ἡ κίνησις τοῦ σώματος εἰναι ἐπιταχυνομένη.

Ἄντιθέτως, σῶμα τὸ δοποῖον κινεῖται μὲ ὥρισμένην ταχύτητα, τείνει νὰ διατηρήσῃ τὴν ταχύτητά του. Διὰ νὰ σταματήσῃ, πρέπει γὰ ἐπενεργήσῃ ἐπὶ τοῦ σώματος μία μηχανικὴ δύναμις, ή δοποίᾳ ἐπιβραδύγει ταχυμιαίως τὴν ταχύτητα τοῦ σώματος, μέχρις διου αὐτὸν σταματήσῃ. Ἡ κίνησις τοῦ σώματος εἰναι ἐπιβραδυνομένη.

Μᾶς εἰγαι ἐπίσης γνωστὸν διτι κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς κινήσεως ἑνὸς σώματος, μέρος τοῦ ἔργου, τὸ δοποῖον παράγει γὴ δύναμις ποὺ κινεῖ τὸ σῶμα, ἀποταμιεύεται εἰς αὐτὸν ὅπὸ μορφὴν κινητικῆς ἐνέργειας. Ἐν τι εἰναι ή μᾶζα τοῦ σώματος καὶ υ ή ταχύτης του κάποιαν στιγμήν, ή κινητικὴ ἐνέργεια τοῦ σώματος τὴν στιγμὴν αὐτὴν

εἰναι $\frac{mv^2}{2}$. Χάρις εἰς τὴν ἐνέργειαν αὐτήν, τὸ κινούμενον σῶμα δύναται νὰ ἔξακολουθήσῃ τὴν κίνησίν του ἐπ' ἀρκετὸν χρονικὸν διάστημα, ὅταν ἀντιθέτος δύναμις προσπαθῇ γὰ τὸ σταματήσῃ. Ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τοῦ σώματος μετατρέπεται ἔτσι εἰς μηχανικὸν ἔργον.

Φαινόμενα ἐντελῶς ἀνάλογα πρὸς τὰ ἀνωτέρω προκύπτουν κατὰ τὴν ἐφαρμογὴν ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἰς αὐτεπαγωγικὸν κύκλωμα καὶ δια ταν παύση ή ἐπίδρασις τῆς πηγῆς ἐπὶ τοῦ κυκλώματος αὐτοῦ.

Ἡ ἐφαρμογὴ ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως E ἐπὶ αὐτεπαγωγικοῦ κυκλώματος ἀντιστάσεως R, δὲν προκαλεῖ ἀκαριαίαν ἀποκατάστασιν ρεύματος ἐντάσεως $I = \frac{E}{R}$ διὰ μέσου τοῦ κυκλώματος. Λόγω τῆς ἀνα-

πτύξεως ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔξ αὐτεπαγωγῆς, ἀντιθέτου φορᾶς ἀπὸ ἐκείνην τῆς ἐφηρμοσμένης τάσεως εἰς τὸ κύκλωμα, τὸ ρεῦμα αυξάνεται βαθμιαίως, μέχρι τῆς τελικῆς του τιμῆς.

Αὐξάνεται συγχρόνως μέχρι τῆς τελικῆς της τιμῆς καὶ ή ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ δοποῖον παράγει τὸ κύκλωμα.

Εἰς τὸ μαγνητικὸν αὐτὸν πεδίον ἀποταμιεύεται μέρος τῆς ἐνερ-

γείας, τὴν δούλαν παρέχει ἡ πηγή. Τὸ διπόδλοιπον μέρος καταναλίσκεται εἰς ἀπωλείας.

"Οταν παύση ἡ ἐπίδρασις τῆς πηγῆς (βραχυκύκλωμα τοῦ κυκλώματος ἢ διακοπή), τὸ ρεῦμα δὲν μηδενίζεται ἀκαριάως, ἀλλὰ ἐξακολουθεῖ γὰ κυκλοφορῆ, ἐπειδὴ ἡ ἀποταμιευθεῖσα ἐνέργεια τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μετατρέπεται εἰς ἥλεκτρικό ρεῦμα. Τὸ ρεῦμα αὐτὸν κυκλοφορεῖ, μέχρις δτου ἔξαφανισθῇ ἡ ἐνέργεια τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

"Αποδεικνύεται δτι ἡ ἐνέργεια, ἡ δούλα ἀποταμιεύεται εἰς τὸ μαγνητικὸν πεδίον, ἔχει τιμὴν :

$$A = \frac{L I^2}{2},$$

ὅπου :

A εἶναι ἡ ἀποταμιευμένη ἐνέργεια, εἰς τέλους.

L εἶναι ὁ συντελεστὴς αύτεπαγωγῆς τοῦ κυκλώματος, εἰς ἄνρ.

I εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ διαρρέει τὸ κύκλωμα, εἰς ἀμπέρ.

"Αν π.χ. τὰ πηγία τῶν πόλων μηχανῆς συνεχοῦς ρεύματος ἔχουν συντελεστὴν αύτεπαγωγῆς 5 ἄνρῳ καὶ διαρρέωνται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 10 ἀμπέρ, ἡ ἐνέργεια τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τὸ δούλον δημιουργοῦν, ἔχει τιμὴν A = $\frac{L I^2}{2} = \frac{5 \times 10^2}{2} = 250$ τέλους.

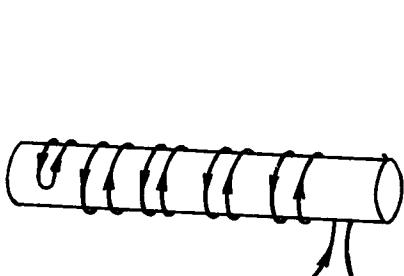
23·9 Πῶς εἶναι δυνατὸν νὰ κατασκευάσωμε κύκλωμα, τὸ δούλον νὰ στεφῆται αύτεπαγωγῆς.

Τὰ σχήματα 23·9 α καὶ 23·9 β δεικνύουν δύο τρόπους κατασκευῆς κυκλωμάτων, στερουμένων αύτεπαγωγῆς.

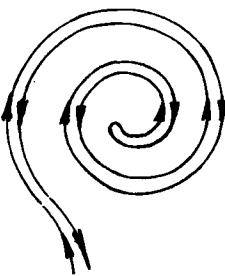
Τὸ τύλιγμα τῶν κυκλωμάτων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀγωγὸν διπλωμένον εἰς τὸ μέσον τοῦ μήκους του. Τὰ δύο ἡμίσην τοῦ ἀγωγοῦ εἶναι πλησίον τὸ ἔνα πρὸς τὸ ἄλλο. Τύλιγμα τοῦ εῖδους αὐτοῦ δονομάζεται δίμιτον τύλιγμα, δηλαδὴ τύλιγμα μὲ δύο μίτους (ἀγωγούς).

Εἶναι προφανὲς δτι κοντὰ εἰς κάθε ἔνα τμῆμα τοῦ ἡμίσεος ἀγωγοῦ, εὑρίσκεται τμῆμα τοῦ ἄλλου ἡμίσεος, τὸ δούλον διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος τῆς ἰδίας ἐντάσεως, ἀλλὰ ἀντιθέτου φορᾶς. Ἐπο-

μένιος τὰ παραγόμενα μαγνητικά πεδία ὑπὲ τῶν δύο ήμίσεων τοῦ τυλίγματος ἀλληλοεξιουδετερώνονται. Ἐλλείψει μαγνητικοῦ πε-



Σχ. 23·9 α.



Σχ. 23·9 β.

δίσ, αὐτεπαγωγικὸν φαινόμενον δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἀναπτυχθῇ εἰς τὰ ἀνωτέρῳ κυκλώματα.

Δίμιτον τύλιγμα χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν ἀντιστάσεων τῶν βισμιατοφόρων καὶ τῶν στροφαλοφόρων κυτίων ἀντιστάσεων, τὰ ὅποια χρησιμοποιοῦμε εἰς τὰς ἡλεκτρικὰς μετρήσεις.

23·10 Ἀνακεφαλαίωσις.

α) Αὐτεπαγωγὴ εἶναι τὸ φαινόμενον τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς ἐπαγωγῆς, τὴν ὅποιαν ἀσκεῖ ἔνα κύκλωμα εἰς τὸν ἔχυτόν του.

β) Κάθε κύκλωμα, εἰς τὸ ὅποιον εἶναι δυνατὸν νὰ δημιουργῇ τὸ φαινόμενον τῆς αὐτεπαγωγῆς, ὁνομάζεται αὐτεπαγωγικὸν κύκλωμα.

γ) Ἡ ἀναπτυσσόμενη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐντὸς αὐτεπαγωγικοῦ κυκλώματος ὁνομάζεται εἰδικώτερον ἐξ αὐτεπαγωγῆς, διὰ νὰ χαρακτηρισθῇ τὸ γεγονός ὅτι αὐτὴ δημιουργεῖται μέσα εἰς τὸ ἔδιον τὸ κύκλωμα, τὸ ὅποιον προκαλεῖ τὴν μεταβολὴν τῆς μαγνητικῆς ροής.

δ) Ἡ τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως
Ἡλεκτρολογία B'

εξ αύτεπαγωγής έντὸς κυκλώματος εἶναι ἀνάλογος τοῦ συντελεστοῦ αύτεπαγωγῆς του.

ε) Μονάς συντελεστοῦ αύτεπαγωγῆς εἶναι τὸ ἄνρυ.

στ) Ἡ ἀναπτυσσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις αύτεπαγωγῆς έντὸς πηγής εἴχει μέσην τιμὴν $E = L \cdot \frac{I_2 - I_1}{t}$ βόλτ, δὲ συντελεστὴς αύτεπαγωγῆς τοῦ πηγής εὑρίσκεται διὰ τοῦ τύπου $L = 1,25 N^2 F \cdot 10^8$ ἄνρυ.

ζ) Ο συντελεστὴς αύτεπαγωγῆς οἷουδήποτε αύτεπαγωγῆς κυκλώματος εὑρίσκεται διὰ τοῦ τύπου $L = \frac{\Phi \delta \lambda}{T 10^8}$ ἄνρυ.

η) Ο συντελεστὴς αύτεπαγωγῆς πηγής μὲ τιδηροῦν πυρῆνα εἶναι μὲροὶς μεγαλύτερος τοῦ συντελεστοῦ αύτεπαγωγῆς τοῦ δίσου πηγής, χωρὶς τιδηροῦν πυρῆνα, διόπου μὲν εἶναι δὲ συντελεστὴς μαγνητικῆς διαπερατότητος τοῦ πυρῆνος.

θ) Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις εξ αύτεπαγωγῆς, γὰρ διόπις ἀναπτύσσεται έντὸς κυκλώματος ἀντιτίθεται τέσσον εἰς τὴν αὔξησιν, διόπιν καὶ εἰς τὴν ἐλάττωσιν τοῦ ρεύματος, τὸ διόπιον κυκλοφορεῖ διὰ μέσου αὐτοῦ.

ι) Ως ἐκ τῶν ἀνιστέρων, εἰς ἐπαγωγικὸν κύκλωμα τροφοδοτούμενον διόπι πηγῆς Σ. P:

1) κατὰ τὸ κλείσιμόν του, τὸ ρεῦμα λαμβάνει βαθμιαίως τὴν τελικήν του τιμὴν $I = \frac{E}{R}$, 2) κατὰ τὸ βραχυκύλωμά του, τὸ ρεῦμα ἐλαττοῦται βαθμιαίως μέχρι μηδὲν καὶ 3) κατὰ τὴν διακοπὴν του δημιουργεῖται τόξον μεταξὺ τῶν ἀποχωριζομένων ἐπαφῶν τοῦ διακόπτου, γὰρ δὲ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις εξ αύτεπαγωγῆς δύναται γὰλ λάθη πολὺ ἀνωτέραν τιμὴν τῆς τάσεως τροφοδοτήσεως τοῦ κυκλώματος.

ια) Ἡ αύτεπαγωγὴ εἶναι ἔνα φαινόμενον ἀδρανείας. Εἰς τὸ μαγνητικὸν πεδίον, τὸ διόπιον δημιουργεῖται ἀπὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα, ἀποταμιεύεται ποσὸν ἐνεργείας $A = \frac{LI^2}{2} \cdot t$ τέλουλ.

ιβ) Μὲ δίμιτον τύλιγμα κατασκευάζομε κυκλώματα στερούμενα αὐτεπαγωγῆς.

23·11 Ἐρωτήσεις.

α) Εἰς τί διαφέρει τὸ φαινόμενον τῆς αὐτεπαγωγῆς ἀπὸ τὸ φαινόμενον τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς ἐπαγωγῆς;

β) Τί δινομάζομε αὐτεπαγωγὴν καὶ τί αὐτεπαγωγικὸν κύκλωμα;

γ) Διατί ή ἀγαπτυσσομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔξι ἐπαγωγῆς ἐντὸς αὐτεπαγωγικοῦ κυκλώματος δινομάζεται εἰδικώτερον ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἔξι αὐτεπαγωγῆς;

δ) Ποία είναι ή μογὰς συντελεστοῦ αὐτεπαγωγῆς; Πῶς δρίζεται;

ε) Ποία είναι ή τιμὴ τῆς ἀγαπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔξι αὐτεπαγωγῆς ἐντὸς πηγίου, συγαρτήσει τοῦ συντελεστοῦ αὐτεπαγωγῆς του, τῆς μεταβολῆς τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος διὰ μέσου αὐτοῦ καὶ τῆς διαρκείας τῆς μεταβολῆς αὐτῆς;

στ) Ποιὸς είναι ὁ τύπος, ὁ δόποιος δίδει τὸν συντελεστὴν αὐτεπαγωγῆς πηγίου χωρὶς σιδηροῦν πυρῆνα; Τί ἐπίδρασιν ἔχει ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν τοῦ πηγίου ἐπὶ τοῦ συντελεστοῦ αὐτεπαγωγῆς του;

ζ) Τί δινομάζομε δλικήν μαγνητικὴν ροήν διὰ μέσου πηγίου;

η) Ποιὸς είναι ὁ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς οἶουδήποτε κυκλώματος, συγαρτήσει τῆς δλικῆς μαγνητικῆς ροῆς διὰ μέσου αὐτοῦ καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ποὺ τὸ διαρρέει;

θ) Ποία είναι ή ἐπίδρασις σιδηροῦν πυρῆνος ἐπὶ τοῦ συντελεστοῦ αὐτεπαγωγῆς πηγίου; Διατί ὁ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς πηγίου μὲ σιδηροῦν πυρῆνα δὲν ἔχει σταθερὰν τιμὴν;

ι) Ποία είναι ή δρᾶσις τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔξι αὐτεπαγωγῆς, δταν τὸ ρεῦμα μεταβάλλεται ἐντὸς κυκλώματος;

ια) Τί οιμβαίνει κατὰ τὸ κλείσιμον αὐτεπαγωγικοῦ κυκλώματος;

ιβ) Τί οιμβαίνει κατὰ τὸ βραχυκύλωμα αὐτεπαγωγικοῦ κυκλώματος;

ιγ) Ποία είναι τὰ φαινόμενα, ποὺ λαμβάνουν χώραν κατὰ τὴν διακοπὴν αὐτεπαγωγικοῦ κυκλώματος;

ιδ) Ἐξηγήσατε διατί ή αὐτεπαγωγὴ είναι ἔνα φαινόμενον ἀδραγείας.

ιε) Πόση είναι η έγέργεια ή δοπία αποταμιεύεται εἰς τὸ μαγνητικὸν πεδίον;

ιστ) Πώς είναι δυγατὸν γὰ κατασκευάσωμε κύκλωμα στερούμενον αὐτεπαγωγῆς;

23 · 12 Προβλήματα.

α) Τὸ ρεῦμα διὰ μέσου πηγίου συντελεστοῦ αὐτεπαγωγῆς 0,06 Η [0,12 Η] (0,18 Η) μεταβάλλεται ἀπὸ μηδὲν μέχρι 14,4 Α ἐντὸς 0,01 [0,02] (0,015) sec. Ποίη είναι η μέση τιμὴ τῆς ἀναπτυσσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυγάμεως ἐξ αὐτεπαγωγῆς ἐντὸς τοῦ πηγίου;

‘Απάντησις: 86,4 V [86,4 V] (172,8 V)

β) Τὸ ρεῦμα διὰ μέσου πηγίου μεταβάλλεται ἀπὸ 30 [50] (10) ἀμπέρ μέχρι 18 [18] (1,8) ἀμπέρ ἐντὸς 0,01 [0,02] (0,04) sec. Ἡ λεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς μέσης τιμῆς 60 [96] (4,1) βδλτ ἀναπτύσσεται τότε ἐντὸς τοῦ πηγίου. Ποῖος είναι ὁ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς του;

‘Απάντησις: 0,05 Η [0,06 Η] (0,02 Η)

γ) Ποῖος είναι ὁ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς δακτυλιοειδοῦς πηγίου μήκους μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς 50 [40] (60) cm, διατομῆς 16 [12] (24) cm², τὸ δοπίον συνίσταται ἀπὸ 2 000 [1 000] (2 500) σπείρας;

‘Απάντησις: 0,016 Η [0,00375 Η] (0,03125 Η)

δ) Πηγίον ἔχει συντελεστὴν αὐτεπαγωγῆς 0,015 [0,005] (0,03) ἄνρ. Ποία είναι η μαγνητικὴ ροή, η δοπία διαπερᾶ κάθε μίαν ἀπὸ τὰς 1 800 [500] (2 000) σπείρας του, διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,2 [0,4] (0,15) ἀμπέρ :

‘Απάντησις: 166,66 [400] (225) μάζγουελ

ε) ‘Η ἐντάσις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς δακτυλιοειδοῦς πηγίου ἀριθμοῦ σπειρῶν 800 [1 000] (1 500) είναι 12 [8] (10). ἐρστέντ, διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 0,3 [0,2] (0,15) ἀμπέρ. ‘Η διατομὴ τοῦ πηγίου είναι 20 [15] (25) cm². Ποῖος είναι ὁ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς του;

‘Απάντησις: 0,0064 Η [0,006 Η] (0,025 Η)

στ) ‘Αν τὸ πηγίον τοῦ προβλήματος είναι τυλιγμένον γύρω ἀπὸ ἔνα πυρήνα μαγνητικῆς διαπερατότητος 1 050 [1 500] (1 300), ποῖος είναι ὁ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς του;

[°]Απάντησις : 6,72 H [9 H] (32,5 H)

ζ) Πηγίον μὲ 500 [1 000] (1 500) σπείρας εἶναι τυλιγμένον γύρω ἀπὸ σιδηροῦν δακτύλιον μήκους μέσης μαγνητικῆς γραμμῆς 40 [50] (60) cm καὶ διατομῆς 15 [20] (25) cm². "Αν δὲ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς τοῦ πηγίου εἶναι 3 [5] (12,5) ἀνρύ, ποία εἶναι ἡ τιμὴ τῆς διαπερατότητος τοῦ σιδήρου;

[°]Απάντησις : 2 560 [1 000] (1 067)

η) Ποία εἶναι ἡ σταθερὰ χρόνου ἐνδὸς πηγίου μὲ συντελεστὴν αὐτεπαγωγῆς 0,016 H [0,03 H] (0,025 H) καὶ ὧμικὴν ἀντίστασιν 0,8 [3] (1,25) ὅμι;

[°]Απάντησις : 0,02 [0,01] (0,02) sec

θ) "Ο συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς τῶν πηγίων τῶν πόλων μικρᾶς γεννητρίας ἔνηγης διεγέρσεως εἶναι 17,25 ἀνρύ, ἡ δὲ ἀντίστασί των 75 ὅμι. "Αν δημοθέσωμε ὅτι δὲ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς εἶναι σταθερός, πόσος χρόνος ἀπαιτεῖται, ὅταν κλείσωμε τὸ κύκλωμα, διὰ γὰ λάθη τὸ ρεῦμα τὰ $\frac{39,25}{100}$, $\frac{63,21}{100}$ καὶ $\frac{99,99}{100}$ τῆς τελικῆς του τιμῆς;

[°]Απάντησις : 0,115 sec, 0,23 sec, 2,3 sec

ι) "Αν τὰ πηγία τοῦ προβλήματος θερφοδοτοῦνται ὑπὸ συστοιχίας συσσωρευτῶν 12 V, ποῖαι εἶναι αἱ ἀντίστοιχοι τιμαὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, εἰς τοὺς εὑρεθέντας χρόνους;

[°]Απάντησις : 0,062 96 A, 0,101 13 A, 0,015 993 A

ια) Νὰ χαραχθῇ ἡ καμπύλη, ἡ δοποία παριστάγει τὰς μεταβολάς, συναρτήσει τοῦ χρόνου, τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος διὰ μέσου πηγίου, ὅταν τὸ δραχυκυκλώνωμε. Γνωρίζομε ὅτι τὸ πηγίον ἔχει σταθερὸν συντελεστὴν αὐτεπαγωγῆς 20 ἀνρύ, ἀντίστασιν 80 ὅμι καὶ τροφοδοτεῖται ὑπὸ πηγῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως 12 βόλτ.

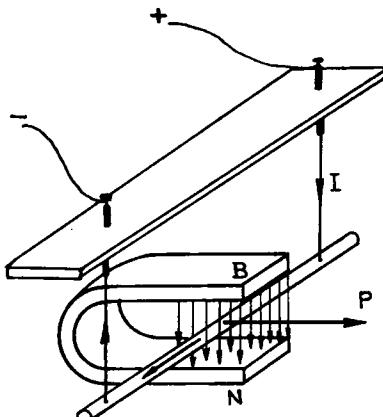
ιβ) Ποία εἶναι ἡ ἐνέργεια, ἡ δοποία ἀποταμιεύεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῶν πόλων γεννητρίας συνεχοῦς ρεύματος, ἀν δὲ συντελεστὴς αὐτεπαγωγῆς των εἶναι 42 ἀνρύ, ὅταν διαρρέωνται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 1,8 ἀμπέρ:

[°]Απάντησις : 68,04 τζάουλ.

**ΔΡΑΣΙΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΕΠΙ ΡΕΥΜΑΤΟΣ
ΑΜΟΙΒΑΙΑ ΔΡΑΣΙΣ ΔΥΟ ΡΕΥΜΑΤΩΝ**

24·1 Άναπτυξις ήλεκτρομαγνητικών δυνάμεων.

"Όταν εύθυγραμμος άγωγός, δ οποίος διαρρέεται ύπό ρεύματος, είσαχθη έντος δμογγενούς μαγνητικού πεδίου καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν αὐτοῦ (σχ. 24·1 α), παρατηροῦμε δτ: ἐπὶ τοῦ άγωγοῦ ἀσκεῖται δύναμις, η δοπία τείνει νὰ προκαλέσῃ τὴν κίνησίν του. Ἡ δύναμις αὐτὴ ὄνομαζεται ηλεκτρομαγνητικὴ δύναμις.



Σχ. 24·1 α.

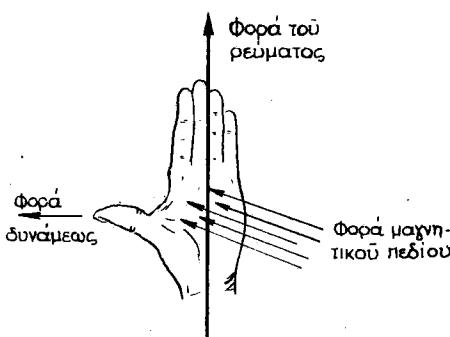
24·2 Διεύθυνσις, φορὰ καὶ ἔντασις ήλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως.

α) Ἡ διεύθυνσις τῆς ηλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως εἶναι: κάθετος πρὸς τὸν άγωγὸν καὶ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἡ δύναμις τείνει ἐπομένως νὰ προκαλέσῃ κίνησίν

τοῦ ἀγωγοῦ παραλλήλως πρὸς ἔαυτὸν καὶ καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

β) Ἡ φορὰ τῆς ήλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως δύναται νὰ εὑρεθῇ μὲ τὸν ἔξηγο ἀπλοῦν κανόνα, δ ὅποῖος καλεῖται κανὼν τῆς ἀριστερᾶς χειρός.

Καρών. Θέτομε τὸ ἀριστερόν μας χέρι κατὰ μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ (σχ. 24·2 α) εἰς τρόπον ὥστε αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ νὰ εἰσέρχωνται καθέτως ἐντὸς τῆς παλάμης καὶ τὰ τέσσαρα τεταμένα ἄλλα δάκτυλα νὰ δεικνύουν τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος. Ο τεταμένος ἀντίχειψις δεικνύει τότε τὴν φορὰν τῆς ήλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως.



Σχ. 24·2 α.

Απὸ τὴν ἐφαρμογὴν τοῦ ἀνωτέρῳ κανόνος προκύπτει ὅτι:

Ιον) Ἀναστροφὴ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος, ποὺ διαρρέει τὸν ἀγωγόν, χωρὶς νὰ ἀναστραφῇ ἡ φορὰ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου [σχ. 24·2 β (α καὶ β)], προκαλεῖ τὴν ἀναστροφὴν τῆς φορᾶς τῆς δυνάμεως, ἡ ὅποια ἀσκεῖται ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ.

Ζον) Ταυτόχρονος ἀναστροφὴ τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου [σχ. 24·2 β (β καὶ γ)] δὲν μεταβάλλει τὴν φορὰν τῆς διινάριεως.

γ) Η έντασις τής δυνάμεως, ή δποία ασκεῖται έπι τοῦ ἀγωγοῦ, ἔχει τιμὴν (νόμος Biot - Savart):

$$P = \frac{BIl}{9,81 \times 10^6} \text{ kg} \quad (26)$$

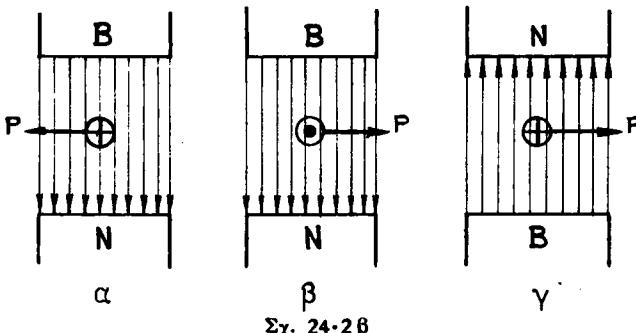
ὅπου:

P εἶναι η έντασις τῆς δυνάμεως, εἰς χιλιόγραμμα.

B εἶναι η έντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς γκάους.

I εἶναι η έντασις τοῦ ρεύματος, ποὺ διαρρέει τὸν ἀγωγόν, εἰς ἀμπέρ.

l εἶναι τὸ μῆκος τοῦ τμήματος τοῦ ἀγωγοῦ, τὸ δποῖον εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἰς cm.



Παράδειγμα.

Νὰ ευρεθῇ η έντασις τῆς δυνάμεως, ποὺ ἐφαρμόζεται εἰς τμῆμα μήκους 20 cm εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, δ δποῖος εὑρίσκεται ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως 6 000 γκάους καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσίν του, δταν δ ἀγωγὸς διαρρέεται ὑπὲ ρεύματος 40 ἀμπέρ.

Λύσις.

$$F : l = 20 \text{ cm}, B = 6\,000 \text{ γκάους}, I = 40 \text{ A}$$

Η ἐφόρμοσμένη ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ δύναμις ἔχει έντασιν:

$$P = \frac{B I l}{9,81 \times 10^6} = \frac{6\,000 \times 40 \times 20}{9,81 \times 10^6} = 0,489 \text{ kg.}$$

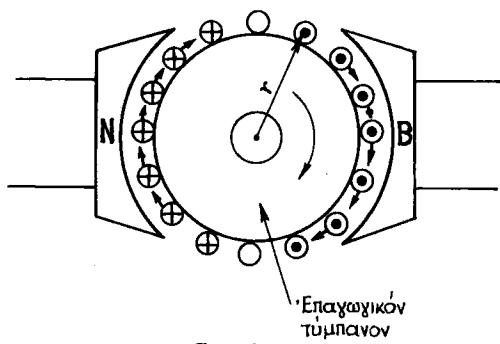
24·3 Έφαρμογαὶ τοῦ φαινομένου τῆς ἀναπτύξεως ἡλεκτρομαγνητικῶν δυνάμεων.

α) Ἡλεκτροκινητῆρες.

Ἡ λειτουργία τῶν ἡλεκτροκινητήρων βασίζεται εἰς τὸ ἔξῆς φαινόμενον, τὸ δόπιον ἐμελετήσαμε εἰς τὰς δύο προηγουμένας παραγράφους. Ὅταν οἱ ἀγωγοὶ τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυλίγματος κινητῆρος διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος, τότε ἀσκοῦνται ἡλεκτρομαγνητικαὶ δυνάμεις ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν αὐτῶν.

Εἰς τοὺς κινητῆρας συνεχοῦς ρεύματος, τὰ πηγαὶ τῶν πόλων τροφοδοτοῦνται ὑπὸ πηγῆς καὶ δημιουργοῦν μαγνητικὸν πεδίον.

Τμήματα τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυλίγματος εἰναι: τοποθετημένα ἐντὸς αὐλάκων τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου (σχ. 24·3 α). Τὸ ἐπαγωγικὸν τύλιγμα τροφοδοτεῖται ἀπὸ τὴν ἴδιαν πηγὴν, ἢ δοπίᾳ τροφοδοτεῖ τὰ πηγαὶ τῶν πόλων.



Σχ. 24·3 α.

Χάρις εἰς τὸν συλλέκτην τοῦ κινητῆρος, ὅλοι οἱ ἀγωγοὶ τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυλίγματος, ποὺ εὑρίσκονται, κάθε στιγμῇ, ἀπέναν-

τι εἰς ἔνα ἀπὸ τοὺς πόλους, διαρρέονται ύπὸ ρεύματος τῆς ἴδιας φορᾶς, οἱ δὲ ἀγωγοί, ποὺ εὑρίσκονται ἀπέναντι εἰς ἑτερώνυμον πόλον, διαρρέονται ύπὸ ρεύματος ἀντιθέτου φορᾶς (σχ. 24·3 α).

"Οταν ἐφαρμόσωμε τὸν κανόνα τῆς ἀριστερᾶς χειρὸς εἰς τοὺς ἀγωγούς, ποὺ εὑρίσκονται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, προκύπτοντον αἱ δυνάμεις, αἱ δποῖαι σημειοῦνται ἐπὶ τοῦ σχήματος. Αἱ δυνάμεις αὐταὶ σχηματίζουν, ἀνὰ δύο, ζεύγη δυνάμεων, τὰ δποῖα ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἀνάπτυξιν μιᾶς ροπῆς στρέψεως καὶ τὴν περιστροφὴν τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, κατὰ τὴν φορὰν τῆς ροπῆς αὐτῆς.

Παράδειγμα.

"Ἐπὶ τοῦ ἐπαγωγικοῦ τυμπάνου, ποὺ παριστάνεται εἰς τὸ σχῆμα 24·3 α, 16 ἀγωγοὶ εὑρίσκονται κάθε στιγμὴν ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ ἑνὸς καὶ τοῦ ἄλλου ἀπὸ τοὺς δύο πόλους. Τὸ μῆκος τοῦ τμήματος κάθε ἀγωγοῦ, τὸ δποῖον εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἶναι 25 cm. Τὸ ἐπαγωγικὸν τύλιγμα διαρρέεται ύπὸ ρεύματος ἐντάσεως 30,7 ἀμπέρ, η δὲ ἐντασίς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι 8 000 γκάους. "Αν οἱ ἀξονες τῶν ἀγωγῶν εὑρίσκωνται εἰς ἀπόστασιν $r = 8$ cm ἀπὸ τὸν ἀξονα περιστροφῆς τοῦ τυμπάνου, ποία εἶναι η ἀναπτυσσομένη ροπὴ στρέψεως ύπὸ τοῦ κινητήρος;

Λύσις.

$N = 16$ ἀγωγοὶ ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου κάθε ἑνὸς ἀπὸ τοὺς πόλους, $l = 25$ cm, $I = 30,7$ A, $B = 8 000$ γκάους, $r = 8$ cm, T ;

"Ἐπὶ τοῦ κάθε ἀγωγοῦ, ποὺ εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἀσκεῖται δύναμις :

$$P = \frac{B l l}{9,81 \times 10^6} = \frac{8 000 \times 30,7 \times 25}{9,81 \times 10^6} \text{ kg.}$$

"Η δλικὴ δύναμις, η δποία ἀσκεῖται ἐπὶ τὸν $2 N = 16 \times 2 =$

32 ἀγωγῶν τοῦ τυλίγματος, οἱ ὅποιοι εὑρίσκονται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἶναι ἔπομένως:

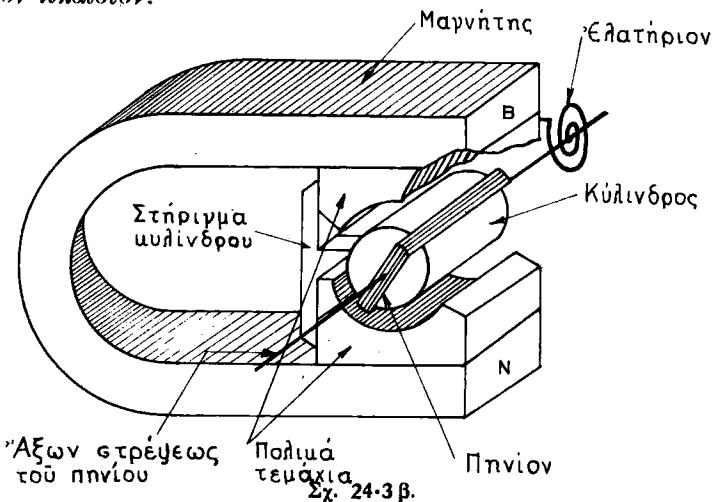
$$2 \text{ NP} = \frac{8000 \times 30,7 \times 25}{9,81 \times 10^6} \times 32 = 20 \text{ kg.}$$

Ἡ τιμὴ τῆς ροπῆς στρέψεως εἶναι:

$$T = 2 \text{ N P r} = 20 \times 8 = 160 \text{ cmkg} = 1,6 \text{ mkg.}$$

β) Ὁργανα μετρήσεως μὲ στρεπτὸν πηνίον.

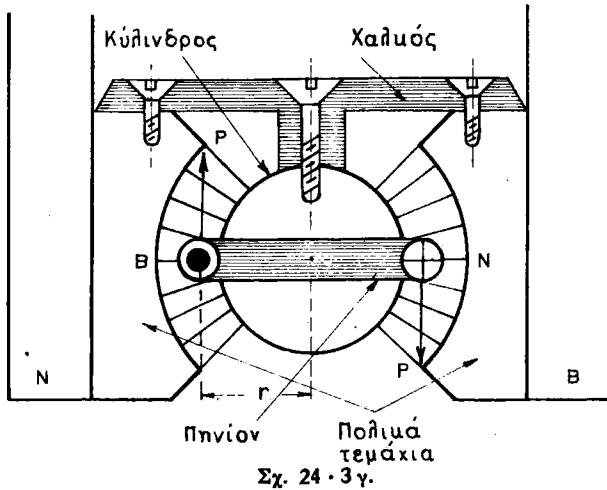
Ἡ λειτουργία μιᾶς κατηγορίας δργάνων ἡλεκτρικῶν μετρήσεων, ἀμπερομέτρων, βολτομέτρων καὶ γαλβανομέτρων βασίζεται ἐπὶ τοῦ φαινομένου τῆς δράσεως μαγνητικοῦ πεδίου ἐπὶ ρεύματος. Τὰ δργαναὶ αὐτὰ ὀνομάζονται ὡς ἐκ τοῦ τρόπου τῆς κατασκευῆς των ὄργανα μὲ στρεπτὸν πηνίον ἢ μὲ κυνητὸν πηνίον ἢ μὲ κινητὸν πλαίσιον.



Ὅργανον μὲ στρεπτὸν πηνίον συνίσταται κυρίως ἀπὸ ἕνα πεταλοειδῆ μαγνήτην, μεταξὺ τῶν πόλων τοῦ ὅποίου εἶναι τοποθετημένον πηνίον, τὸ ὅποῖον δύναται νὰ στρέψεται γύρῳ ἀπὸ ἀξονα (σχ. 24.3 β.).

Ἐπὶ τῶν σκελῶν τοῦ μαγνήτου εἶναι σταθερῶς προσηρμοσμένα δύο πολικά τεμάχια ἀπὸ μαλακὸν σίδηρον, ποὺ σχηματίζουν κυλινδρικὴν κοιλότητα. Ἐντὸς τῆς κοιλότητος καὶ διστοξονικῶς πρὸς αὐτήν, εἶναι τοποθετημένος κύλινδρος ἐπίσης ἀπὸ μαλακὸν σίδηρον.

Εἰς τὸ διάκενον μεταξὺ τῶν πολικῶν τεμαχίων καὶ τοῦ κυλίνδρου, τὸ μαγνητικὸν πεδίον εἶναι ἀκτινικὸν (σχ. 24·3γ). Αὐτὸς σημαίνει ὅτι αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ τοῦ διακένου εἶναι τιμήματα ἀκτίνων. Ἐπὶ πλέον ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἔχει πρακτικῆς σταθερὰν τιμήν.



Τὸ πηγίον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα ἐλαφρότατον πλαίσιον ἀπὸ ἀλουμίνιον, γύρω ἀπὸ τὸ δόποιον εἶναι τυλιγμέναιι σπεῖραι ἀπὸ μεμονωμένον σύρμα μικρᾶς διαμέτρου. Ἐπὶ τοῦ πλαισίου εἶναι προσηρμοσμένος δὲ ἀξῶν στρέψεως τοῦ πηγίου. Τὸ πηγίον εἶναι τοποθετημένον γύρω εἰς τὸν κύλινδρον ἀπὸ μαλακὸν σίδηρον. Δύο ἀπὸ τὰς πλευράς του εὑρίσκονται ἐπομένως ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Εἶναι προφανὲς ὅτι, ὅταν ρεῦμα διαρρέη τὸ πηγίον, ἀναπτύσσεται ἔνα ζ εῦγος δυνάμεων $P - P$ (σχ. 24·3 γ), τὸ ὅποιον τείνει νὰ στρέψῃ τὸ πηγίον, μέχρις ὅτου τὸ ἐπίπεδόν του λάβῃ θέσιν κάθετον πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Εἰς τὰ βιομηχανικὰ ὅργανα, δύο σπειροειδῆ ἐλατήρια χρησιμεύουν ὡς ἀγωγοί, διὰ νὰ διοχετεύουν τὸ ρεῦμα εἰς τὸ πηγίον καὶ νὰ ἀναπτύσσουν συγχρόνως ροπὴν ἀνάλογον τῆς γωνίας στρέψεως τοῦ πηγίου, ἀντίθετον δὲ τῆς ἀναπτυσσομένης ροπῆς στρέψεως ὑπὸ τοῦ πηγίου.

Διὰ κάθε ἔντασιν ρεύματος, ποὺ διαρρέει τὸ πηγίον, ἢ ἀναπτυσσομένη ὑπὸ αὐτοῦ ροπὴ στρέψεως εἶναι $T = 2 P \times r = 2 \times$

$$\frac{B I l}{9,81 \times 10^6} \times r. \text{ Άφοῦ } B, l \text{ καὶ } r \text{ εἶναι σταθερὰ μεγέθη διὰ κάθε ὅργανον, ἔπειται ὅτι ἡ ροπὴ στρέψεως τοῦ πηγίου εἶναι ἀποκλειστικῶς ἀνάλογος τῆς γωνίας στρέψεώς του, δηλαδὴ τῆς γωνίας α στρέψεως τοῦ πηγίου. Επομένως } T = C I, δῆλαδὴ T = C' \alpha.}$$

Διὰ κάθε ἔντασιν ρεύματος, ποὺ διαρρέει τὸ πηγίον, τοῦτο στρέφεται, μέχρις ὅτου ἡ ἀνθισταμένη ροπὴ τοῦ ἐλατηρίου νὰ ισορροπῇ τὴν ροπὴν στρέψεως τοῦ πηγίου. Αὐτὸ δυνατόν εἶναι, ὅταν $T = T'$, δηλαδὴ ὅταν $C I = C' \alpha$, δηλαδὴ ὅταν $I = \frac{C'}{C} \alpha$. Προκύπτει λοιπὸν ὅτι τὸ ρεῦμα I εἶναι ἀνάλογον τῆς γωνίας στρέψεως τοῦ πηγίου.

Τὰ ὅργανα μὲ στρεπτὸν πηγίον εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθοῦν μόνον διὰ μετρήσεις συνεχῶν τάσεων καὶ ἔντάσεων, διότι ἀναστροφὴ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος ἔντὸς τοῦ πλαισίου προκαλεῖ τὴν ἀναστροφὴν τῆς φορᾶς τοῦ ζ εύγους $P - P$ (σχ.. 24·3 γ).

Εἰναι: ἔποιμένως ἀδύνατον νὰ χρησιμοποιηθοῦν εἰς τὸ ἐναλλαξόμενον ρεῦμα, εἰς τὸ ὅποιον ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος ἀναστρέφεται: κάθε γῆματερίοδον. Διὰ νὰ χρησιμοποιηθοῦν εἰς τὸ ρεῦμα αὐτό, πρέπει νὰ συνδυασθοῦν εἴτε μὲ θερμογλεκτρικὰ στοιχεῖα, εἴτε μὲ ζνορθιτάς ποὺ παρέχουν συνεχεῖς τάσεις.

Ἐπὶ τοῦ κιθωτίου τῶν ὄργάνων μὲ στρεπτὸν πηγίον σὶ κατασκευασταὶ σγημείνουν τὸ σημεῖον + ἔναντι ἐνὸς ἀπὸ τοὺς δύο ἀκροδέκτας. Εἰς τὸν ἀκροδέκτην αὐτὸν πρέπει νὰ συνδέεται ὁ ἀγωγός, ὁ ὅποιος προέρχεται ἀπὸ τὸν Ηετικὸν πόλον τῆς πηγῆς. Ὁ ἥλλος ἀκροδέκτης τοῦ ὄργάνου συνδέεται: μὲ τὸν ἀρνητικὸν τῆς πόλου.

Δεδομένου ὅτι τὰ πηγία τῶν ἀνωτέρω ὄργάνων εἶναι ἵκανα νὰ δεχθοῦν ρεύματα δλίγον μόνον μιλλιαμπέρ, π.γ. μέχρι 20 mA, τὰ ὄργανα αὐτὰ λειτουργοῦν πάντοτε μὲ βιοθητικὰς συσκευὰς (ρεῖθρα ἀμπερομέτρων, ἀντιστάσεις τάσεως βολτομέτρων). Τὸ θέμα τὰς ἀντὰς μελετᾶται εἰς τὸ μάθημα τῶν ἡλεκτρικῶν μετρήσεων.

24.4 Αμοιβαία δρᾶσις δύο ρευμάτων.

Δεδομένον παρατηρήσεως εἶναι ὅτι μεταξὺ ἀγωγῶν διαρρεομένων ύπό ρεύματος ἀναπτύσσονται ἡλεκτρομαγνητικὰ δυνάμεις.

Ἡ ἔξηγησις τοῦ φαινομένου εἶναι ἀπλὴ.

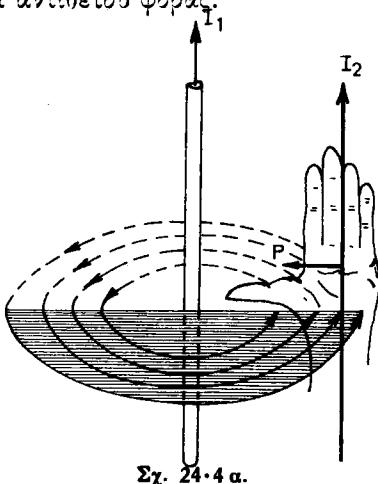
Κάθε ἀγωγός, ὁ δποῖος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος, παράγει γύρῳ τοῦ ἔνα μαγνητικὸν πεδίον. Δεύτερος ἀγωγός, ὁ δποῖος διαρρέεται: ἐπίσης ὑπὸ ρεύματος καὶ εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τοῦ πρώτου, διέσταται τὴν δρᾶσιν τοῦ μαγνητικοῦ αὗτοῦ πεδίου.

Ὅσα ἐλέχθησαν ἔπομένως διὰ τὴν δρᾶσιν μαγνητικοῦ πεδίου ἐπὶ ρεύματος, ἴσχύουν καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν αὗτήν. Κάθε φορὰν ποὺ πρέπει νὰ μελετήσωμε τὴν ἀμοιβαίαν δρᾶσιν δύο ἀγωγῶν διαρρεομένων ὑπὸ ρεύματος, παραδεχόμεθα ὅτι ὁ ἔνας ἀπὸ τοὺς

ἀγωγοὺς παράγει τὸ μαγνητικὸν πεδίον καὶ ὅτι ὁ ἄλλος ὑφίσταται τὴν δρᾶσιν τοῦ μαγνητικοῦ αὐτοῦ πεδίου.

Οταν ἐφαρμόσωμε τὸν κανόνα τῆς ἀριστερᾶς χειρός, προκύπτουν τὰ ἔξης:

1ον) Δύο παράλληλοι ἀγωγοὶ (σχ. 24·4 α) ἔλκονται, ὅταν διαρρέωνται ὑπὸ ρευμάτων τῆς ίδιας φορᾶς, καὶ ἀπομονώνται, ὅταν τὰ ρεύματα είναι ἀντιθέτου φορᾶς.

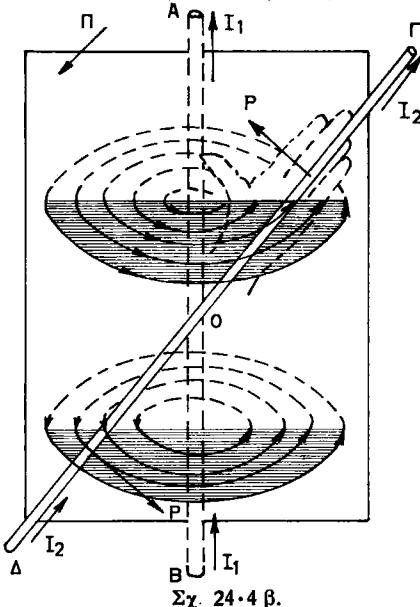


Σχ. 24·4 α.

2ον) Δύο ἀγωγοὶ οἱ ὅποισι διασταυρώνονται (σχ. 24·4 β), κινοῦνται εἰς τρόπον, ὥστε νὰ γίνουν παράλληλοι καὶ τὰ διαρρέοντα τοὺς ἀγωγοὺς ρεύματα νὰ ἔχουν τὴν ίδιαν φοράν.

Διὰ νὰ τὸ ἀποδεῖξωμε, θεωροῦμε σταθερὸν ἀγωγὸν AB, ὁ ὅποιος εὑρίσκεται ὅπισθεν πινακίδος Π εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἀπὸ αὐτῆν. Δεύτερος ἀγωγὸς ΓΔ, εὑρίσκομενος ἐμπροσθεν τῆς πινακίδος, καὶ ἐπίσης εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἀπὸ αὐτῆν, δύναται νὰ στρέψεται γύρω ἀπὸ ἕνα ἀξονα O, κάθετον πρὸς τὴν πινακίδα Π. Καθορίζομε τὴν φορὰν τῆς δράσεως τοῦ ἀγωγοῦ AB ἐπὶ τοῦ ΓΔ ὡς ἔξης: Διὰ τὸ τμῆμα ΟΓ, πρέπει νὰ ἀκομμπήσωμε τὸ ἀριστερόν μας γέρι εἰς τὴν διπέσω ἐπιφάνειαν τῆς πινακίδος εἰς τρόπον, ἥστε αἱ

μαγνητικαὶ γραμμαὶ νὰ εἰσέρχωνται ἐντὸς τῆς παλάμης του. Τὰ τέσσαρα δάκτυλα πρέπει νὰ εἶναι κατὰ μῆκος τοῦ τμήματος ΟΓ, μὲ τὰ ἄκρα των πρὸς τὰ ἄνω. Ὁ ἀντίχειρ δεικνύει τότε φορὰν δυνάμεως P πρὸς τὰ ἄνω καὶ πρὸς τὰ ἄκρα. Διὰ τὸ τμῆμα ΟΔ τὸ



Σχ. 24.4 β.

ἀριστερὸν μας χέρι πρέπει νὰ ἀκουμπᾶ ἐπὶ τῆς προσθίας ἐπιφανείας τῆς πινακίδος II εἰς τρόπον, ὥστε αἱ μαγνητικαὶ γραμμαὶ νὰ εἰσέρχωνται ἐντὸς τῆς παλάμης του. Τὰ τέσσαρα τεταμένα δάκτυλα πρέπει νὰ εἶναι κατὰ μῆκος τοῦ τμήματος ΟΔ, μὲ τὰ ἄκρα των καὶ πάλιν πρὸς τὰ ἄνω. Ὁ ἀντίχειρ δεικνύει τότε φορὰν δυνάμεως P πρὸς τὰ κάτω καὶ πρὸς τὰ δεξιά. Ἐπεται δτι ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ΓΔ ἐφαρμόζεται ζεῦγος δυνάμεων, τὸ δποῖον θὰ τὸν φέρῃ παραλλήλως πρὸς τὸν AB. Ὁταν δ ἀγωγὸς ΓΔ γίνη παράλληλος πρὸς τὸν AB, τὰ δύο τμήματα ΟΓ καὶ ΟΔ εὑρίσκονται εἰς ἀντίστοιχα σημεῖα τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ζεῦγος δὲν ἀναπτύσ-

σεται, ἀλλὰ οἱ δύο ἀγωγοὶ ἔλκονται, διποις εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ σχήματος 24·4 α.

Εἰναι εὐκολὸν νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι ἡ ἐλκτικὴ ἢ ἡ ὀστικὴ δύναμις μεταξὺ δύο ἀγωγῶν εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου τῶν ἐντάσεων τῶν ρευμάτων, ποὺ διαρρέουν τοὺς ἀγωγούς.

"Ἐστωσαν π.χ. οἱ δύο παραλλήλοις ἀγωγοὶ τοῦ σχήματος 24·4 α, οἱ ὅποιοι εὑρίσκονται εἰς ἀπόστασιν α cm μεταξύ των.

Ο πρῶτος ἀγωγὸς παράγει, εἰς ἀπόστασιν α cm ἀπὸ αὐτόν, μικρητικὸν πεδίον ἐντάσεως $H = \frac{I_1}{5\alpha}$ ἐργάζεται. Ἐπὶ τοῦ δευτέρου ἀγωγοῦ μῆκους l cm ἐφαρμόζεται ἐπομένως δύναμις:

$$P = \frac{H I_2 l}{9,81 \times 10^6} = \frac{I_1 I_2 l}{5 \times \alpha \times 9,81 \times 10^6} \text{ kg.}$$

Δεδομένου ὅτι l καὶ α εἶναι σταθερὰ μεγέθη, ἡ δύναμις P εἶναι ἀνάλογος τοῦ γινομένου $I_1 \times I_2$ τῆς ἐντάσεως τῶν ρευμάτων, ποὺ διαρρέουν τοὺς ἀγωγούς.

Εἶναι δυσκολώτερον νὰ ἀποδειχθῇ ὅτι τὸ ζεῦγος δυνάμεων $P - P$ (σχ. 24·4 β), τὸ ὅποιον ἀναπτύσσεται εἰς τὴν περίπτωσιν διασταυρουμένων ἀγωγῶν, εἶναι ἐπίσης ἀνάλογον τοῦ γινομένου τῶν ἐντάσεων, διότι εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ ἀπόστασις α μεταξὺ τῶν ἀγωγῶν δὲν εἶναι σταθερά.

Παράδειγμα.

Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἐντασις τῆς δυνάμεως, ἡ ὅποία ἀσκεῖται μεταξὺ δύο ἐνθυγράμμων καὶ παραλλήλων ἀγωγῶν, ἀνὰ μέτρον τοῦ μῆκους αὐτῶν, διαν διαρρέωνται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 1 000 A. Οἱ ἀγωγοὶ εὑρίσκονται εἰς ἀπόστασιν 2 cm μεταξύ των.

Αύσις.

P ; l = 1 m = 100 cm, $I_1 = I_2 = 1\,000 A$, $\alpha = 2 \text{ cm}$

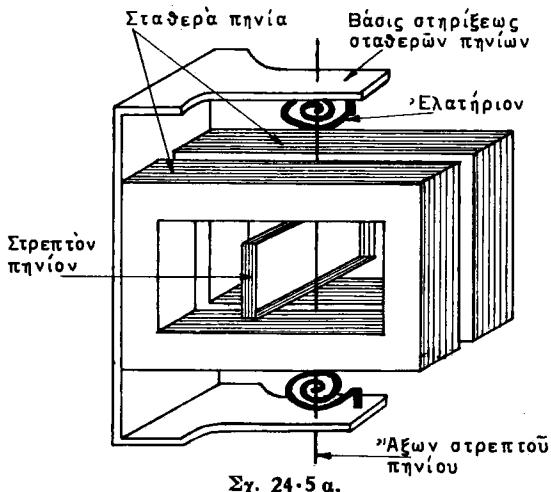
$$P = \frac{I_1 I_2 l}{5 \alpha \times 9,81 \times 10^6} = \frac{1\,000 \times 1\,000 \times 100}{5 \times 2 \times 9,81 \times 10^6} = 1,02 \text{ kg.}$$

"Ηλεκτρολογία B'

· Ή δυναμικές είναι σχετικώς μικρά. · Εάν δημιουργήσουμε ένα περίπτωσιν βραχυκυκλώματος, ή έντασις λάβη τιμήγενη είκοσι πλασίαν, ή δυναμική 400 φοράς μεγαλυτέρα. Τούτο έχηγεται τό φαινόμενο που παρατηρείται είς περίπτωσιν βραχυκυκλώματος, δηλαδή παραμόρφωσις τῶν κεφαλῶν (μετωπικῶν συγδέσμων) τῶν τυλιγμάτων μεγάλων ήλεκτρομηχανῶν καὶ δικαιολογεῖ τὴν φροντίδα που καταθέλλεται, ώστε αἱ κεφαλαὶ αὐταὶ νὰ στερεώνωνται καλῶς.

24.5 Έφαρμογὴ τοῦ φαινομένου τῆς ἀμοιβαίας δράσεως δύο φεύματων. Ὁργανα μετρητροδυναμικά.

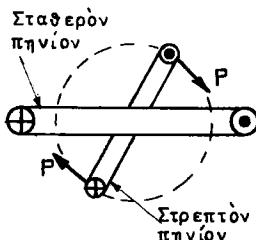
Σπουδαία ἐφαρμογὴ τῆς ἀμοιβαίας δράσεως δύο φεύματων συναντάται εἰς τὰ ἡλεκτροδυναμικὰ ὅργανα μετρητροδυναμικά.



Τὰ ὅργανα αὐτὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο τετράπλευρα πηνία, ἐκ τῶν δύοιων τὸ ἕνα εἶναι σταθερόν, ἐνῷ τὸ δεύτερον δύναται νὰ στρέψεται ἐντὸς τῆς κοιλότητος τοῦ πρώτου (σχ. 24.5 α.). Δύο σπειροειδῆ ἐλατήρια διοχετεύουν τὸ φεῦμα εἰς τὸ κινητὸν πηνίον καὶ παράγουν συγχρόνως ἕνα ἀνταγωνιστικὸν ζεῦγος δυνάμεων.

Τὸ ζεῦγος δυνάμεων (σχ. 24.5 β.), τὸ δύοιον ἀσκεῖται

έπι τοῦ στρεπτοῦ πηγήσου, ώς ἐκ τῆς ἀμοιβαίας δράσεως τόσον τῶν παραχλήλων πλευρῶν τῶν πηγίων, δύον καὶ τῶν θιασταυρώντενιν,



Σχ. 24·5 β.

εἶναι, ὅπως εἴδαμε, ἀνάλογον τοῦ γιγνομένου τῶν ἐντάσεων τῶν ρευμάτων, ποὺ διαρρέουν τὰ πηγία.

“Οταν ἀναστρέψωμε συγχρόνως τὴν φορὰν τοῦ ρεύματος εἰς τὰ δύο πηγία, ἥτις φορὰ τοῦ ζεύγους παραμένει ἀμετάβλητος. Τὰ ἡλεκτροδυναμικὰ ὅργανα εἶναι δυνατὸν ἐπομένως νὰ χρησιμοποιηθοῦν τόσον εἰς τὸ ἐναλλασσόμενον ρεῦμα δύον καὶ εἰς τὸ συνεχές.

24·6 Ανακεφαλαίωσις.

α) Ἐπὶ εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, ὁ διοῖος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος καὶ εἶναι τοποθετημένος καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν διογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου, ἀσκεῖται μία ἡλεκτρομαγνητικὴ δύναμις.

β) Ἡ διεύθυνσις τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως εἶναι καθετος πρὸς τὸν ἀγωγὸν καὶ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

γ) Ἡ φορὰ τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως εὑρίσκεται διὰ τοῦ κανόνος τῆς ἀριστερᾶς χειρός.

δ) Ἡ ἐντασις τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως ἔχει τιμὴν $P = \frac{BIl}{9,81 \times 10^6} \text{ kg}$ (B εἰς γκάους, I εἰς ἀμπέρ, l εἰς cm).

ε) Ἐπὶ τοῦ φαινομένου τῆς ἀναπτύξεως ἡλεκτρομαγνητικῶν

δυνάμεων ὡς ἀνωτέρω (δρᾶσις μαγνητικοῦ πεδίου ἐπὶ ρεύματος) βασίζεται ἡ λειτουργία τῶν ἡλεκτροκινητήρων καὶ τῶν δργάνων μετρήσεως μὲ στρεπτὸν πηγίον.

στ.) Δύο παράλληλοι ἀγωγοὶ ἔλκονται, ὅταν διαρρέωνται ὑπὸ ρευμάτων τῆς ἴδιας φορᾶς καὶ ἀπωθοῦνται, ὅταν τὰ ρεύματα εἰναι ἀντιθέτου φορᾶς.

Δύο ἀγωγοί, οἱ ὅποιοι διασταυρώνονται, κινοῦνται εἰς τρόπον, ὃστε νὰ γίνουν παράλληλοι καὶ τὰ ρεύματα, τὰ ὅποια διαρρέουν τοὺς ἀγωγούς, νὰ ἔχουν τὴν ἴδιαν φοράν.

ζ.) Η ἐλκτικὴ ἢ ἡ ὥστικὴ δύναμις, λόγω τῆς ἀμοιβαίας δράσεις μεταξὺ δύο παραλλήλων ἀγωγῶν, οἱ ὅποιοι διαρρέονται ὑπὸ ρεύματος, ἔχει τιμήν :

$$P = \frac{I_1 I_2 l}{\delta \alpha \times 9,81 \times 10^6} \text{ kg}$$

(I_1 καὶ I_2 εἰς ἀμπέρ, l εἰς cm, α εἰς cm).

θ.) Εἰς τὸ φαινόμενον τῆς ἀμοιβαίας δράσεως δύο ρευμάτων βασίζεται ἡ λειτουργία τῶν ἡλεκτροδυναμικῶν δργάνων μετρήσεως.

24 · 7 Ἐρωτήσεις.

α.) Πότε ἀγαπτύσσονται ἡλεκτρομαγνητικαὶ δυνάμεις;

β.) Ποία είναι ἡ διεύθυνσις τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως, ποὺ ἀσκεῖται ἐπὶ εὐθυγράμμου ἀγωγοῦ, δ ὅποιος διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος καὶ είγαι τοποθετημένος καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν δμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου;

γ.) Διὰ ποίου κανόνος εὑρίσκομε τὴν φορὰν τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς αὐτῆς δυνάμεως; Διατυπώσατε τὸν κανόνα.

δ.) Ποία είγαι ἡ τιμὴ τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς αὐτῆς δυνάμεως; Τί συμβολίζουν τὰ γράμματα τοῦ τύπου καὶ τί μονάδας χρησιμοποιοῦμε;

ε.) Ἐπὶ ποίου φαινομένου βασίζεται ἡ λειτουργία τῶν ἡλεκτροκινητήρων καὶ τῶν δργάνων μετρήσεως μὲ στρεπτὸν πηγίον;

στ.) Νὰ ἔξηγήσετε τὸ φαινόμενον τῆς ἀμοιβαίας δράσεως δύο ρευμάτων.

ζ) Ἐπὶ τίνος φαινομένου βασίζεται ἡ λειτουργία τῶν ἡλεκτροδυναμικῶν δργάνων μετρήσεως;

24·8 Προβλήματα.

1) Νὰ ενρεθῇ ἡ ἔντασις τῆς δυνάμεως, ἡ ὅποια ἐφαρμόζεται ἐπὶ τμήματος μήκους 10 [15] (20) cm εύθυγράμμου ἀγωγοῦ, τοποθετημένου ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου ἐντάσεως 7 000 [6 000] (6 500) γκάους, καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσίν του, διὰν ὁ ἀγωγὸς διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 8 [25] (60) ἀμπέρ.

*Ἀπάντησις: 0,057 [0,229] (0,795) kg

2) Εἰς ἔνα κινητῆρα συνεχοῦς ρεύματος, ἔναντι τῶν πόλων αὐτοῦ εὑρίσκονται ἐν συγόλῳ 40 [130] ἀγωγοὶ μήκους 25 [19,62] cm. Ἡ διάμετρος τοῦ ἐπαγγεικοῦ τυμπάνου εἰναι: 16 [20] cm. Διὰ μέσου τῶν ἀγωγῶν διέρχεται ρεῦμα ἐντάσεως 20 [20] ἀμπέρ καὶ ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἔχει τιμὴν 6 000 [5 000] γκάους. Νὰ ενρεθῇ ἡ τιμὴ τῆς ροπῆς στρέψεως τοῦ κινητῆρος

*Ἀπάντησις: 0,979 [2,6] mkg

3) Νὰ ενρεθῇ ἡ ἔντασις τῆς δυνάμεως, ἡ ὅποια ἀσκεῖται μεταξὺ δύο εύθυγράμμων καὶ παραλλήλων ἀγωγῶν, ἀνὰ μέτρον τοῦ μήκους τῶν, διὰν διαρρέωνται ὑπὸ ρεύματος ἐντάσεως 500 [1 500] (3 000) ἀμπέρ. Οἱ ἀγωγοὶ εὑρίσκονται εἰς ἀπόστασιν 1 [2] (2) cm μεταξύ τῶν.

*Ἀπάντησις: 0,509 [2,293] (9,174) kg

24·9 Πρακτικαὶ ἀσκήσεις.

Νὰ ἐκτελεσθῇ τὸ πείραμα τοῦ σχήματος 24·1 α.

Νὰ ἐπιδειχθοῦν δργανα μὲ στρεπτὸν πηγίον καὶ ἡλεκτροδυναμικά.

ΠΙΝΑΞ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

A	= ένέργεια εις Τζάουλ
At	= άμπερελίγματα
At/cm	= άμπερελίγματα άνα έκατοστόμετρον
B	= έντασις μαγνητικής έπαγωγῆς
B _μ	= μεγίστη τιμή της έντασεως μαγνητικής έπαγωγῆς
B _r	= έντασις τοῦ παραμένοντος μαγνητισμοῦ
e	= στιγμαία στιμή έναλλασσομένης ήλεκτρεγερτικής δυνάμεως
E	= ήλεκτρεγερτική δύναμις
E _{αύτ}	= ήλεκτρεγερτική δύναμις ἐξ αὐτεπαγωγῆς
E _μ	= μεγίστη τιμή έναλλασσομένης ήλεκτρεγερτικής δυνάμεως
H	= έντασις μαγνητικού πεδίου ή μαγνητικού συγκέντρωσης δυνάμεως
H	= άνρού
H _c	= δύναμις έπισχέσεως
H _μ	= μεγίστη τιμή της μαγνητικού συγκέντρωσης δυνάμεως
i	= στιγμαία έντασις ρεύματος
I	= έντασις ρεύματος
μ	= μαγνητική διαπερατότης
N	= άριθμός σπειρόν πηνίου
T	= περιόδος έναλλασσομένης ήλεκτρεγερτικής δυνάμεως
v	= ταχύτης
Φ	= μαγνητική φοή
Φ _{δλ}	= διλική μαγνητική φοή
ω	= γωνιακή ταχύτης
D	= διάμετρος
d	= διάμετρος
D _μ	= μέση διάμετρος
F	= έμβαδόν σπείρας, διατομή πυρήνος
f	= μαγνητεγρετική δύναμις
J	= συχνότης
L	= συντελεστής αὐτεπαγωγῆς
l	= άπόστασις, μῆκος
m	= ποσότης μαγνητισμοῦ ή μαγνητική μᾶξα ή έντασις πόλον
n _s	= στροφαὶ ἀνὰ δευτερόλεπτον
P	= δύναμις
R	= ώμική άντίστασις
R	= μαγνητική άντίστασις
r	= ἀκτίς περιφερείας κύκλου
t	= χρόνος
W _h	= ἀπώλειαι ἐξ οποιήσεως

ΠΙΝΑΞ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΤΥΠΩΝ

* Αριθμός τύπου	Τύπος	Σελίς
(14)	$P = \frac{mm'}{l^2}$	10
(15)	$\Phi = HF$	20
(16)	$\mu = \frac{B}{H}$	26
(17)	$H = \frac{I}{5r}$	50
(18)	$H = \frac{4\pi NI}{10l}$	55
(18')	$H = 1,25 \frac{NI}{l}$	55
(19)	$\Phi = \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{R}} = \frac{1,25 \frac{NI}{l_1 F_1 + l_2 F_2 + l_3 F_3 + l_4 F_4 + \dots}}{\mu_1 F_1 + \mu_2 F_2 + \frac{l_3}{F_3} + \frac{l_4}{F_4} + \dots}$ $P = \left(\frac{B}{5000} \right)^2 F \ kg$	78 90
(20)	$E = \frac{(\Phi_2 - \Phi_1) N}{t \cdot 10^8}$	120
(21)	$E = \frac{Blv}{10^8}$	126
(22)	$E = E\mu\eta\mu\omega t = E\mu\eta\mu \frac{2\pi t}{T} = E\mu\eta\mu 2\pi f t$	149
(23)	$E = L \frac{l_2 - l_1}{t}$	173
(24)	$L = \frac{1,25 \frac{N^2 F}{l \cdot 10^8}}{1,25 \frac{N^2 F}{l \cdot 10^8}}$	174
(25)	$\Phi\delta\lambda = LI \cdot 10^8$	176
(26)	$P = \frac{Bil}{9,81 \times 10^6}$	200

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ

(Οι άριθμοί αναφέρονται εις σελίδας του βιβλίου)

Ακτίνιον 148
άμπερελίγματα 59
άμπερελίγματα άνα cm 60
άνρυν, (μονάς) 173
άπολεια εξ ύστερήσεως 98
αύτεπαγωγή 171
αύτεπαγωγικόν κύκλωμα 171

Βῆμα αύλάκων 133
βρόχος ύστερήσεως 98

Γεννήτρια Σ.Ρ. 109
γκάους (μονάς) 26
γκίλμπερ (μονάς) 73
γωνιακή ταχύτης 149

Δακτυλιοειδές πηνίον 57
διάκενα 76
διαμαγγητικά δύλικά 34
διευθύνσις μαγνητικού πεδίου μα-
γνήτου, 14, 47, 51
δίμιτον τύλιγμα 192
δινορρεύματα 156
δύναμις έπισχεσιος 97

Έναλλασσομένη ΗΕΔ 146 - 147
ένδρογεια μαγνητικού πεδίου 191
έντασις μαγνητικού πεδίου μαγνή-
του 16
έντασις ήλεκτρομαγνητικής δυνά-
μεως 200
έντασις μαγνητικής έπαγωγής 26
έντασις μαγνητικού πεδίου 16, 49,
55
έντασις πόλου 9
έπαγωγές 106
έπαγωγή 106
έπαγωγικόν ρεῦμα 106
έπαγωγικόν τύλιγμα 108
έπαγώγιμον 106
έρστεντ (μονάς)

Ήλεκτρογερτική δύναμις έξ αύτε-
παγωγής 171

ήλεκτρογερτική δύναμις έξ έπαγω-
γής 106
ήλεκτροκινητήρες 201
ήλεκτρομαγνήται 88
ήλεκτρομαγνητική δύναμις 198
ήλεκτρομαγνητική έπαγωγή 106

Θεωρία του Βέμπερ 22

Ίσοι πόλοι 8

Καμπύλαι μαγνητίσεως 30
καμπύλη ήμιτονοειδής 146
κανών της άριστερᾶς χειρός 199
κανών της δεξιᾶς χειρός διά κινού-
μενον ἀγωγὸν 127
κανών της δεξιᾶς χειρός διά κινού-
μενον μαγν. πεδίον 135
κανών δεξιοτόροφου κοχλίου 49, 54
κανών προκύπτων ἀπό τὸν νόμον
τοῦ Λεντς 118
κύκλος ἐναλλασσομένης ήλεκτρογερ-
τικῆς δυνάμεως 147

Λέντς (νόμος) 113

Μαγνητεγερτική δύναμις 72
μαγνήτης 1
μαγνήτιζουσα δύναμις 28
μαγνητικαὶ γραμμαὶ 11
μαγνητικὴ ἀντίστασις 72
μαγνητικὴ βελόνη 4
μαγνητικὴ έπαγωγή 21
μαγνητικὴ ίδιότης 1
μαγνητικὴ διαπερατότης 26 - 28
μαγνητικὴ πυξίς 4
μαγνητικὴ φοή 19
μαγνητικὴ θωράκισις 35
μαγνητικὴ μᾶζα 5
μαγνητικὴ σκέδασις 79
μαγνητικὴ ύστερησις 95
μαγνητικόν κύκλωμα 70
μαγνητικόν κύκλωμα ἐν σειρᾳ 76
μαγνητικόν πεδίον 13, 46
μαγνητικόν φάσια μαγνήτου 10

μαγνητικός προστάτης 35
 μαγνητικὸν ὑλικὸν 1
 μαγνητικός κόρος 30
 μαγνητισμός 1
 μάξιγουελ (μονάς) 20
 μάξιγουελ (νόμος) 120
 μεγίστη τιμὴ ἐναλλασσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως 146
 μέση μαγνητικὴ γραμμὴ 58
 μονάς συντελεστοῦ αὐτεπαγωγῆς 173

Νόμος τοῦ Κουλόμ 10
 νόμος τοῦ Λέντς 113
 νόμος τοῦ μαγνητικοῦ κυκλώματος 71
 νόμος τοῦ Μάξιγουελ 120

Όλικὴ μαγνητικὴ φοὴ 176
 ὅμογενὲς μαγνητικὸν κύκλωμα 71
 ὅμογενὲς μαγνητικὸν πεδίον 18
 ὅργανα μετρήσεως μὲ στρεπτὸν πηνίον 203
 οὐδετέρα ξώνη μαγνήτου 2

Παράλληλα μαγνητικὰ κυκλώματα 91
 παραμαγνητικὰ ὑλικὰ 34
 παραμένων μαγνητισμὸς 33, 97

περιέλιξις πηνίου 45
 περίοδος 147
 περίοδος ὑστερήσεως 98
 πηνίον 45
 πηνίον διεγέρσεως 71
 πολικόν βῆμα 133
 πόλοι ἵσοι 8
 πόλοι τῶν μαγνητῶν 2, 3
 πολλαπλασιαστής βενζινοκινητήρος 111
 ποσότης μαγνητισμοῦ 5
 πυρὶ 71

Ρεῦμα διεγέρσεως 71

Σταθερὰ χρόνοι 184
 στιγμιαία τιμὴ ἐναλλασσομένης ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως 146
 συντελεστής αὐτεπαγωγῆς 171
 συχνότης 147
 σωληνοειδές πηνίον 51

Ταχύτης καθέτου τομῆς 142
 τύλιγμα πηνίου 45

Φέροντα δύναμις ἡλεκτρομαγνήτου 89
 φορὰ μαγνητικοῦ πεδίου 15, 48, 53

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

