général, $i = \frac{E}{R}$. En désignant par i, E et R l'intensité du courant évaluée en ampères, la force électromotrice de la pile qui le produit, évaluée en volts, et la résistance totale du circuit, évaluée en ohms. Nous connaissons $i = 0^{amp},863$; la force électromotrice de chaque élément Daniell étant de $1^{volt},08$, celle de la pile entière est $10^{volt},8$; on a donc, pour la résistance du circuit,

$$R = \frac{10,8}{0,863} = 12^{ohms},5.$$

CVIII. *Quelle est la résistance d'un fil de cuivre de 1 kilomètre de longueur et de 5 millimètres de diamètre? On donne le coefficient de résistance* $k = 0,018$; *c'est la résistance d'un fil de cuivre de 1 millimètre carré de section, et de 1 mètre de longueur.*

Solution. — On a :

$$r = \frac{kl}{s}, \qquad l = 1900^m, \qquad s = \frac{\pi \times 5^2}{4} = 19 \text{ mm.q } 635.$$

d'où $r = 0,917$ ohm.

CIX. *Quelle serait la quantité d'énergie dépensée par seconde, pour faire circuler un courant de 100 ampères dans un conducteur en cuivre de 1 kilomètre de longueur et de 5 millimètres de diamètre?*

Solution. — On doit avoir

$$W = i^2 r\theta \text{ joules}, \qquad i = 100, \qquad r = 0,917, \qquad \theta = 1, \qquad W = 9170 \text{ joules}.$$

Comme le kilogrammètre vaut 9,81 joules, la dépense d'énergie est de 934 kilogrammètres par seconde.

CX. *Un courant dont l'intensité est d'un ampère est lancé pendant une seconde dans un fil de platine de* $0^{mm},1$ *de diamètre. Quel est l'accroissement de la température du fil? On supposera qu'il n'y a aucune déperdition de chaleur, ni par la surface, ni par les extrémités du fil. — Densité du platine, 22; chaleur spécifique, 0,03; résistance spécifique* $k = 0,1$.

Solution. — Soit l la longueur, évaluée en mètres, s la section du fil, en millimètres carrés, et k la résistance spécifique du platine (résistance d'un fil de 1 mètre de longueur, et de 1 millimètre carré de section). La résistance du fil est $r = \frac{kl}{s}$; la quantité d'énergie apportée dans ce fil par un courant d'intensité i ampères, en θ secondes, est

$$r.i^2\theta \text{ joules} \quad \text{ou} \quad \frac{kl}{s} i^2\theta \text{ joules.}$$

Soit t l'accroissement de la température, et c la chaleur spécifique du platine; le volume du fil de platine, en centimètres cubes, est exprimé par le produit de la longueur 100 l (évaluée en centimètres carrés) par la section $\frac{s}{100}$ (évaluée en centimètres carrés), c'est-à-dire par sl; la masse du fil est donc $sl \times 22$ grammes; le nombre de petites calories dégagées pendant θ secondes est $sl \times 22 \times ct$; et l'énergie équivalente est de $sl.22.ct \times 4,17$ joules. On doit avoir

$$\frac{kl}{s} i^2\theta = sl \times 22. \times c.t \times 4,17.$$

On voit que le résultat est indépendant de la longueur l,

$$t = \frac{ki^2\theta}{s^2 \times 22 \times c \times 4,17}.$$

Dans les conditions spécifiées, on a :

$$k = 0,1 \qquad c = 0,03, \qquad i = 1, \qquad \theta = 1, \qquad s = \frac{\pi}{4} \times 0,01 = 0^{mmq},007854;$$

il vient alors

$$t = 588^o.$$

CXI. *On sait qu'une lampe à incandescence, équivalente à 1 carcel, a une résistance de 70 ohms, quand elle est allumée, et qu'elle exige un courant de 0,65 ampère. — Le courant produit par une pile, se divise en 10 courants qui passent chacun dans une de ces lampes, puis les 10 courants se réunissent pour revenir à la pile. Sachant que, pour chaque élément de pile, la résistance est* $\rho = 0,25$ *ohm, et la force électromotrice est* $e = 1,9$ *volt, on demande combien la pile doit comprendre d'éléments associés en série.*

Solution. — La résistance du groupe des 10 lampes est 10 fois moindre que celle d'une seule; on a donc, pour la résistance extérieure à la pile, $R = 7$ ohms. Le courant, dans chaque lampe, devant avoir une intensité de 0,65 ampères, il a, dans la pile, une intensité dix fois plus grande, $i = 6,5$ ampères. Soit n le nombre des éléments de pile; la résistance de la pile est $n\rho$, et la force électromotrice est ne. On a donc :

$$\frac{ne}{n\rho + R} = i,$$

d'où l'on tire la valeur de n,

$$n = \frac{Ri}{e - \rho i} = 159.$$

CXII *Une bobine mobile, de section* S, *porte* N *tours de fil; son axe est perpendiculaire aux lignes de force d'un champ magnétique uniforme d'intensité* F. *On y fait passer un courant d'intensité* i; *et l'on voit l'axe se placer dans la direction des lignes de force. Évaluer en ergs le travail effectué par les forces électromagnétiques*

Solution. — Faisons usage des unités absolues électromagnétiques. Dès que le courant passe, la bobine constitue un aimant, de moment magnétique $M = Nsi$ (840). — Le moment du couple qui sollicite la bobine à se déplacer est $MF = NsiF$. C'est aussi le travail effectué par les forces du couple, pendant la rotation de 90° qu'effectue la bobine. (Probl. CIII.)

CXIII. *Une bobine, de section* S, *portant* N *tours de fil, est mobile autour d'un axe de rotation vertical, dans un champ uniforme, d'intensité magnétique* F, *dont les lignes de force sont horizontales. Un galvanomètre est intercalé dans le circuit de la bobine, et* R *est la résistance totale du circuit fermé. L'axe de figure de la bobine étant d'abord perpendiculaire aux lignes de force, on fait tourner de 90°. Évaluer la quantité d'électricité* q *mise en mouvement dans le courant induit.*

Solution. — Employons les unités absolues électromagnétiques. Soit i l'intensité moyenne du courant induit, et θ sa durée. La bobine équivaut, pendant le mouvement, à un aimant de moment magnétique $M = Nsi$; le travail des forces électromagnétiques est MF; il est résistant, d'après la loi de Lenz. On a donc dépensé une énergie mécanique de NsiF pour produire ce mouvement. — Cette énergie est transformée par le courant en énergie calorifique, disséminée en tous les points du circuit; or la grandeur de celle-ci est donnée par la formule de Joule : $i^2R\theta$. On a donc

$$NsiF = i^2R\theta; \qquad \text{d'où} \qquad i\theta = \frac{NsF}{R}.$$

Or $i\theta = q$ est la quantité d'électricité mise en mouvement

$$q = \frac{NsF}{R}.$$

La déviation du galvanomètre, pour un courant induit instantané est proportionnelle à i et à θ; c'est-à-dire à q. Cette déviation fournit donc une mesure de q.

Remarque. — La même quantité d'électricité est induite en sens contraire, dans le même circuit fermé, lorsqu'on fait tourner la bobine de manière que l'axe de figure d'abord parallèle aux lignes de force, devienne perpendiculaire à ces lignes.

Enfin, on arriverait au même résultat si, laissant la bobine immobile, son axe de figure étant parallèle aux lignes de force, on supprimait brusquement le champ magnétique.

CXIV. *On a enroulé, sur une bobine cylindrique, un fil primaire dont les extrémités peuvent être mises en communication avec les deux pôles d'une pile, et un fil secondaire, dont les extrémités communiquent avec les deux bornes d'un galvanomètre. Dans une première expérience, l'intérieur de la bobine étant occupé par de l'air, on fait passer le courant primaire; soit* i *son intensité. Ce courant étant brusquement interrompu, il se produit dans le circuit secondaire un courant induit, qui imprime à l'aiguille du galvanomètre une déviation* α.

On recommence l'expérience, en plaçant dans l'intérieur de la bobine un noyau de fer, ou de toute autre substance magnétique. Le courant primaire ayant la même intensité i, *on l'interrompt, et il se produit dans le circuit secondaire, un courant induit, qui imprime à l'aiguille du galvanomètre une déviation* β. *Déduire, de* α *et de* β, *les coefficients d'aimantation de la substance magnétique.*

Solution. — En employant les mêmes notations que dans la question précédente, la quantité d'électricité induite, dans la première expérience, est $q = \frac{NsF}{R}$; la déviation α, proportionnelle à q, est donc proportionnelle à la *force magnétisante* F, due au courant primaire.

Dans la seconde expérience, F' étant la force magnétique à l'intérieur du noyau de fer, sous l'influence du même courant primaire, la déviation β est proportionnelle à la quantité d'électricité induite $q' = \frac{NsF'}{R}$. On a donc :

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{F'}{F} = \mu.$$

Le rapport $\frac{\beta}{\alpha}$ fait donc connaître le coefficient de perméabilité magnétique (849) de la substance placée à l'intérieur de la bobine. — La formule connue $\mu = 1 + 4\pi k$, permettra de calculer le coefficient de susceptibilité magnétique (849),

$$k = \frac{\mu - 1}{4\pi} = \frac{\frac{\beta}{\alpha} - 1}{4\pi}.$$

TABLE DES MATIÈRES

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

I. — Notions de mécanique.

II. — Constitution des corps. — Énergie.

III. — Système d'unités C. G. S.

IV. — Instruments de mesure.

LIVRE PREMIER

PESANTEUR ET HYDROSTATIQUE

Chap. I. — Pesanteur.