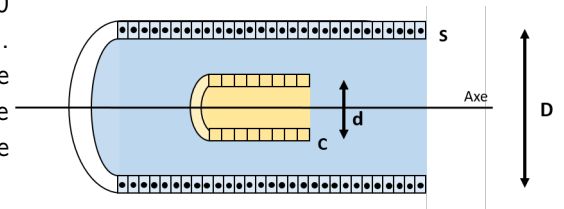


24 novembre 2025

Série 9

1 Un solénoïde dans un autre

Un solénoïde S de diamètre $D = 3.2$ cm et composé de 220 tours/cm est parcouru par un courant sinusoïdal $I = I_0 \sin(2\pi ft)$. L'amplitude du courant est $I_0 = 1.5$ A et la fréquence est de $f = 50$ Hz. Au centre de ce solénoïde, on place une bobine C de 130 tours serrés de diamètre $d = 2.1$ cm. Quelle est l'amplitude de la f.é.m. induite dans cette bobine C ?



2 Recharge de batterie par induction

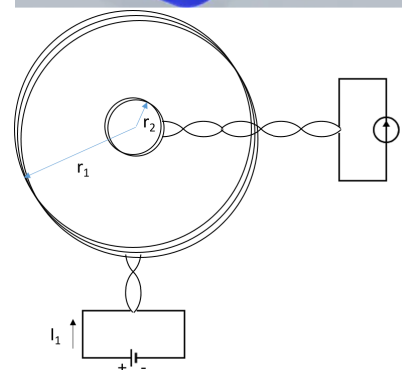
- (a) Une brosse à dents électrique a une base conçue pour tenir la poignée de la brosse à dents lorsqu'elle n'est pas utilisée. La poignée a un trou cylindrique qui se pose sur un cylindre similaire sur la base, comme dans la figure. Quand la poignée est mise sur la base, un courant variant dans un solénoïde à l'intérieur du cylindre de la base induit un courant dans une bobine dans la poignée. Ce courant induit charge la batterie dans la poignée.



On peut modéliser la base comme un solénoïde de longueur l avec N_B tours, portant un courant I et avec une section A . La bobine de la poignée contient N_P tours.

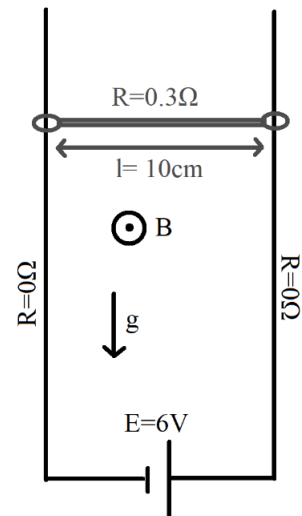
Trouvez l'inductance mutuelle de ce système pour $N_B = 1500$ tours, $A = 1.0 \times 10^{-4}$ m², $l = 0.02$ m et $N_P = 800$ tours.

- (b) La recharge par induction de certains appareils électroniques (téléphones, écouteurs, montres connectées) peut se faire sans insérer un solénoïde dans un autre, mais simplement avec la proximité de deux bobines plates. On considère deux bobines circulaires coaxiales, de rayons r_1 et r_2 et nombres de tours N_1 et N_2 pour la grande et la petite bobine respectivement. Dérivez une expression pour l'inductance mutuelle M pour cet arrangement des deux bobines, en supposant que $r_1 \gg r_2$. Puis calculez la valeur de M pour $N_1 = N_2 = 1200$ tours, $r_1 = 15$ cm et $r_2 = 1.1$ cm.



3 Force de Laplace vs. induction (exercice examen 2022)

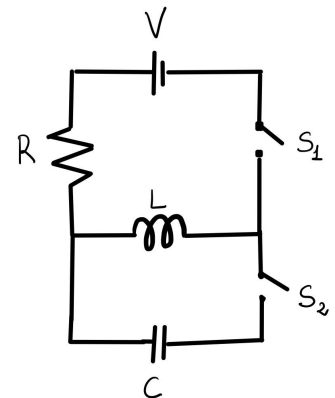
Une barre conductrice de longueur $l = 10 \text{ cm}$, masse $m = 25 \text{ g}$, et résistance $R = 0.3 \Omega$ a ses deux extrémités attachées à deux guides parallèles de résistances négligeable disposées verticalement. La barre reste toujours horizontale et peut glisser sans frottement le long des guides. Les extrémités inférieures des guides sont connectées aux bornes d'une batterie de force électromotrice 6 V et le circuit se trouve immergé dans un champ magnétique B_0 maintenu externement avec une amplitude constante et perpendiculaire au plan du circuit. Les extrémités supérieures des guides se prolongent à l'infini. La barre à une vitesse initiale nulle.



- Trouver quelle valeur devrait avoir le champ B_0 pour que la barre reste à l'équilibre.
- Pour une valeur de champ magnétique B_0 arbitraire, établir l'équation du mouvement de la barre.
- Quelle est la vitesse terminale de la barre (vitesse après un temps infini) si $B_0 = 0.8 \text{ T}$?

4 Charge d'une bobine

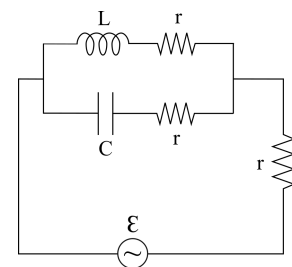
Dans le circuit de la figure, l'interrupteur S_1 est fermé pendant 1 seconde. Puis S_1 est ouvert et S_2 est fermé simultanément à $t = 1 \text{ s}$. On considère $C = 4 \mu\text{F}$, $V = 3 \text{ V}$, $L = 1 \text{ H}$, $R = 1 \Omega$.



- Quel courant circule dans la bobine à $t = 1 \text{ s}$?
- Calculez l'énergie stockée à $t = 1 \text{ s}$ dans la bobine et en déduire la charge maximale que le condensateur va emmagasiner.

5 Résonance d'un circuit RLC

On considère le circuit RLC suivant, composé d'un condensateur de capacité $C = 20 \text{ pF}$ et d'une bobine d'inductance $L = 4 \mu\text{H}$ et d'ampoules de résistances $r = 0.5 \Omega$. Le circuit est alimenté avec une source de tension alternative (source AC) de fréquence ω et d'amplitude $\mathcal{E} = 100 \text{ V}$.



- Calculer une expression de l'impédance totale de ce circuit.

- (b) Que devient cette impédance, si r tend vers zéro? Que vaut l'amplitude du courant dans le circuit (à travers la source de tension) en fonction de la fréquence ω ? Que se passe-t-il à la fréquence de résonance $\omega_0 = \sqrt{1/LC}$ de ce circuit?
- (c) Si on considère une résistance $r = 0.5 \Omega$ non nulle, et qu'on se place à la fréquence de résonance du circuit, que devient l'expression de l'impédance totale?
- (d) Le courant nécessaire à l'allumage d'une ampoule est de plusieurs dizaines de mA. L'expérience montre que lorsque la fréquence de la source est réglée sur ω_0 , les ampoules en série du condensateur et de la bobine restent allumées, et la troisième ampoule (la plus proche de la source) s'éteint. Comment expliquer cela?