

SOLUTIONS

Professeur Marc de Montigny
Date Jeudi 1er avril 2021, de 8h30 à 9h50
Local En ligne. Les questions seront envoyées par courriel et affichées sur le web.

INSTRUCTIONS

- L'examen contient 7 questions aux pages 2 à 4. Vous pouvez écrire vos solutions et réponses sur des feuilles séparées ou une tablette, et vous m'enverrez des photos ou scans par courriel à mdemonti@ualberta.ca avant 9h50.
- L'examen vaut 20 points. Vos deux meilleurs examens, parmi les trois, vaudront chacun 20% de la note finale du cours.
- Vous pourrez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est fausse. Vous perdrez des points si vous ne donnez que la réponse finale sans explication.
- Examen à livre ouvert, avec droit à vos notes et au manuel. N'utilisez ni l'internet (sauf pour m'écrire), ni vos téléphones. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez complété.
- Ajoutez une phrase semblable à "J'atteste que j'ai fait l'examen seul, sans aide ni discussion avec d'autres personnes".
- Je serai accessible par courriel (à mdemonti@ualberta.ca) pendant l'examen.
- Je superviserai l'examen via [Zoom](#), auquel vous vous brancherez peu avant 8h30, en gardant vos caméras ouvertes et micros fermés, sans écouteurs.

Si quelque chose n'est pas clair, demandez-moi de clarifier!

Question 1. Résistivité et puissance [3.0 points]

Un câble de cuivre est construit pour transmettre un courant de 300 A avec une perte de puissance de 2.00 W par mètre de câble. La résistivité du cuivre vaut $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. Quel doit être le rayon de ce câble?

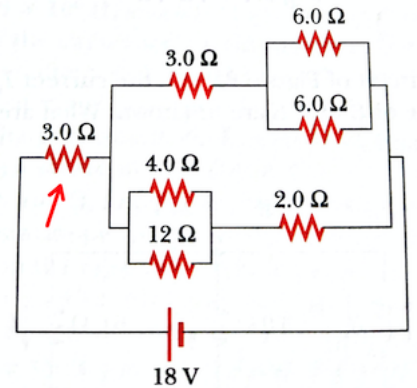
Solution Comme la puissance dissipée est $P = RI^2$, la résistance de 1 m de câble vaut $R = P/I^2$ (où $P = 2 \text{ W}$) et nous savons aussi que $R = \rho L/A$ avec $A = \pi r^2$. En égalant les deux expressions pour R , on obtient (avec $L = 1 \text{ m}$)

$$r^2 = \frac{\rho LI^2}{\pi P} \rightarrow r = I \sqrt{\frac{\rho L}{\pi P}} = 300 \sqrt{\frac{(1.7 \times 10^{-8})(1)}{\pi(2)}} = \boxed{1.56 \text{ cm}}$$

Question 2. Combinaison de résistances [3.0 points]

Considérez la combinaison de résistances illustrée à droite branchée à une pile de 18 V.

- (a) Quelle est la résistance équivalente de ce système?
- (b) Quel est le courant dans la résistance de 3.0 Ω indiquée par une flèche?



Solution (a) 6 Ω et 6 Ω donnent 3 Ω ; 4 Ω et 12 Ω donnent 3 Ω ; ensuite 3 Ω en série avec 3 $\Omega = 6 \Omega$ et 3 Ω en série avec 2 $\Omega = 5 \Omega$; 5 Ω en parallèle avec 6 Ω donnent $\frac{30}{11} \Omega$. Finalement, 3 Ω et $\frac{30}{11} \Omega$ donnent $\frac{63}{11} \Omega$.

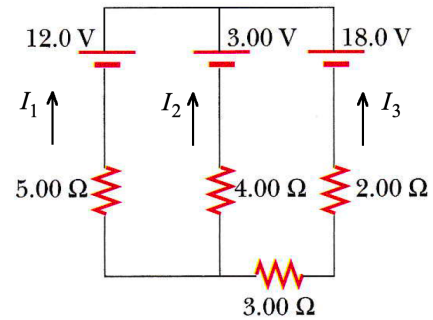
(b) Le courant dans 3.0 Ω est égal au courant dans R_{eq}

$$I = \frac{V}{R} = \frac{18}{63/11} = \boxed{3.14 \text{ A}}$$

[...suite à la page suivante]

Question 3. Lois de Kirchhoff [3.0 points]

Donnez, *sans les résoudre*, trois équations obtenues des lois de Kirchhoff qui permettraient de calculer les trois courants I_1 , I_2 et I_3 illustré dans le circuit de droite. Vos trois équations ne doivent contenir que les variables I_1 , I_2 et I_3 ainsi que des nombres entiers.



Réponses Trois des quatre équations ci-dessous :

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

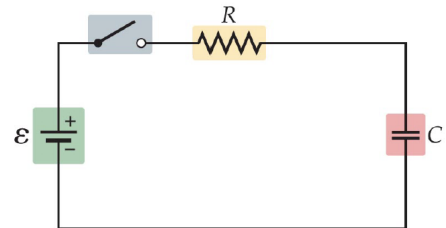
boucle de gauche: $-5I_1 + 12 - 3 + 4I_2 = 0$ ou $-5I_1 + 9 + 4I_2 = 0$

boucle de droite: $-4I_2 + 3 - 18 + 2I_3 + 3I_3 = 0$ ou $-4I_2 - 15 + 5I_3 = 0$

grande boucle: $-5I_1 + 12 - 18 + 2I_3 + 3I_3 = 0$ ou $-5I_1 - 6 + 5I_3 = 0$

Question 4. Circuit RC [3.0 points]

Le circuit RC montré ci-contre contient une résistance de $12 \text{ k}\Omega$, une pile de 12 volts et un condensateur de capacité C . À $t = 0 \text{ s}$, on ferme l'interrupteur. Si, à $t = 1 \text{ s}$, le voltage aux bornes du condensateur vaut 10 volts, quelle est la capacité C ?

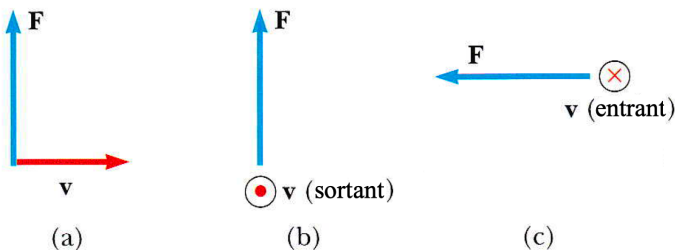


Solution De $q = CV = C\mathcal{E}(1 - e^{-t/RC})$, on obtient $V = \mathcal{E}(1 - e^{-t/RC})$, qu'on résout pour C :

$$C = \frac{-t}{R \ln(1 - \frac{V}{\mathcal{E}})} = \frac{-1}{12000 \ln(1 - \frac{10}{12})} = 46.5 \mu\text{F}$$

Question 5. Force magnétique [1.5 point]

Pour chacune des figures ci-dessous, qui montre la force sur un électron ($q < 0$) selon la vitesse illustrée, quelle est la direction du champ magnétique \mathbf{B} qui produit cette force?

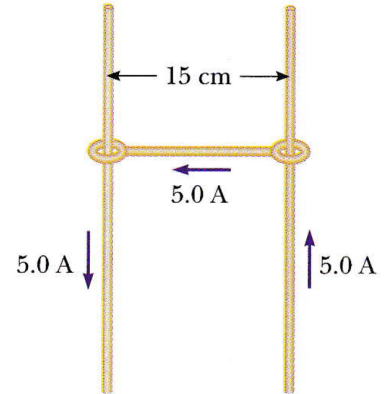


Réponses: (a) \mathbf{B} sort, (b) \mathbf{B} vers la gauche, (c) \mathbf{B} vers le haut

[...suite à la page suivante]

Question 6. Force sur un courant [3.0 points]

La figure de droite montre une tige conductrice horizontale de 15 cm de long et de masse 15 g, libre de glisser (sans friction) le long de deux tiges conductrices verticales. Quand un courant de 5 A circule dans ce système, illustré à droite, la tige horizontale se déplace vers le haut à une vitesse constante à cause d'un champ magnétique: quelles sont la grandeur et la direction de ce champ magnétique?



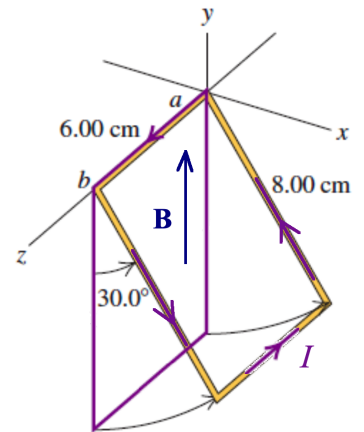
Solution Le poids mg est équilibré par la force magnétique ILB vers le haut, de sorte que $mg = ILB$ donne

$$B = \frac{mg}{IL} = \frac{(0.015)(9.81)}{(5)(0.15)} = 0.196 \approx \boxed{0.20 \text{ T}}$$

Comme I est vers la gauche, pour avoir F_B vers le haut, il faut que **B** sorte de la page

Question 7. Moment de force sur une boucle de courant [3.5 points]

La figure de droite montre une boucle de courant $I = 8.2 \text{ A}$ qui circule dans le sens indiqué en couleur lavande dans un cadre à 30° de la verticale et de dimensions 6.00 cm par 8.00 cm. Cette boucle est plongée dans un champ magnétique uniforme \mathbf{B} (en bleu foncé) de 25.0 mT dans la direction $+y$.



- Quelle est la grandeur du moment magnétique μ de cette boucle?
- Quelle est la grandeur du moment de force τ causé par \mathbf{B} sur cette boucle?
- Autour de quel axe et dans quelle sens (horaire ou antihoraire) la boucle va-t-elle tourner?

Solutions

(a) $\mu = NIA = (1)(8.2)(0.06 \times 0.08) = \boxed{3.94 \times 10^{-2} \text{ A}\cdot\text{m}^2}$

(b) L'angle entre $\vec{\mu}$ et \vec{B} est 60° , de sorte que $\tau = \mu B \sin \theta = (3.94 \times 10^{-2})(0.025) \sin(60) = \boxed{8.53 \times 10^{-4} \text{ N}\cdot\text{m}}$

(c) **Autour de l'axe z dans le sens antihoraire.**

Bonne chance!