

PHYSQ 126 LEC B1 : Fluides, champs et radiation
Examen partiel 2 - Hiver 2010

Nom _____ **SOLUTIONS** _____

Numéro d'étudiant.e _____

Professeur Marc de Montigny
Horaire Jeudi, 11 mars 2010, de 8h30 à 9h30
Lieu Pavillon McMahon, local 366

Instructions

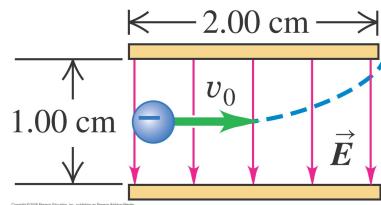
- Ce cahier contient **6 pages**. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **5 problèmes**. Vous pouvez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée. Expliquez de façon claire et précise, et encadrez votre réponse finale.
- Cet examen est à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez complété avec d'autres formules. Vous perdrez 3/15 si (1) vous y avez inclus des solutions à des problèmes, ou (2) vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen.
- Vous pouvez utiliser le verso des pages pour vos calculs.
- Matériel permis: crayons ou stylos, calculatrices (programmables ou graphiques permises). Les assistants numériques (en anglais, *PDAs*) sont interdits.
- Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

Si quelque chose n'est pas clair, n'hésitez pas à le demander !

Problème 1. Champ et force électriques [3.0 points]

Un électron ($m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg, $q = -1.60 \times 10^{-19}$ C) pénètre, avec une vitesse initiale horizontale $v_0 = 1.60 \times 10^6$ m/s, dans une région où il existe un champ électrique uniforme \vec{E} (figure ci-dessous). L'électron se trouve initialement à mi-hauteur entre les deux plaques horizontales. À la sortie, l'électron frôle tout juste la plaque supérieure, tel que montré ci-dessous. (Remarques Négligez la force gravitationnelle. Vous aurez besoin de $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$.)

- A. Combien de temps faut-il à l'électron pour traverser les plaques, c.-à-d. le temps pour parcourir la distance horizontale de 2 cm? **[0.5 point]**
- B. Pendant ce temps, l'électron se déplace de 0.50 cm dans la direction verticale. Quelle est la composante verticale, a_y , de son accélération? **[1.0 point]**
- C. Quelle est la force électrique sur l'électron? **[0.5 point]**
- D. Quelle est la grandeur du champ électrique E ? **[1.0 point]**



Solution

$$A. \quad x = v_0 t \quad t = \frac{x}{v_0} = \frac{0.02}{1.6 \times 10^6} = 1.25 \times 10^{-8} \text{ s}$$

$$B. \quad y = \frac{1}{2} a t^2 \quad a = \frac{2y}{t^2} = \frac{2(0.005)}{(1.25 \times 10^{-8})^2} = 6.4 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$$

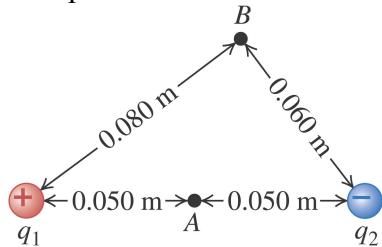
$$C. \quad F = ma = (9.11 \times 10^{-31})(6.4 \times 10^{13}) = 5.8304 \times 10^{-17} \approx 5.8 \times 10^{-17} \text{ N}$$

$$D. \quad E = \frac{F}{q} = \frac{5.8304 \times 10^{-17}}{1.6 \times 10^{-19}} = 364 \text{ N/C}$$

Problème 2. Potentiel électrique [3.5 points]

Deux charges, $q_1 = +2.40 \times 10^{-9} \text{ C}$, et $q_2 = -6.50 \times 10^{-9} \text{ C}$, sont séparées de 0.100 m. Prenez le potentiel à l'infini égal à zéro.

- A. Quel est le potentiel électrique au point A? **[1.0 point]**
- B. Quel est le potentiel électrique au point B? **[1.0 point]**
- C. Quel est le travail *externe* requis pour déplacer une charge de $2.50 \times 10^{-9} \text{ C}$ du point B au point A? **[1.5 points]**



Solution

$$\text{A. } V_A = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2} = (8.99 \times 10^9) \left(\frac{2.4 \times 10^{-9}}{0.05} - \frac{6.5 \times 10^{-9}}{0.05} \right) = -737 \text{ V}$$

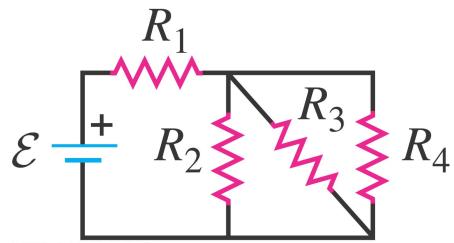
$$\text{B. } V_B = (8.99 \times 10^9) \left(\frac{2.4 \times 10^{-9}}{0.08} - \frac{6.5 \times 10^{-9}}{0.06} \right) = -704 \text{ V}$$

$$\text{C. } \Delta V = \frac{W_{EXT}}{q} \Rightarrow W_{EXT} = q(V_A - V_B) = (2.5 \times 10^{-9})(-737 + 704) = -8.24 \times 10^{-8} \text{ J}$$

Problème 3. Combinaison de résistances [3.0 points]

Prenez $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 4.5$ ohms, et $\mathcal{E} = 9.0$ V.

- A. Quelle est la résistance équivalente? [1.0 point]
- B. Quel est le courant qui passe par la pile? [0.5 point]
- C. Si on enlève la résistance R_3 , est-ce que le courant qui passe par la pile sera plus grand, plus petit ou égal au courant trouvé en partie B? Expliquez. [1.0 point]
- D. Si on enlève la résistance R_3 , la puissance dissipée dans la résistance R_1 sera-t-elle plus grande, plus petite ou elle restera la même? [0.5 point]



Solution

R_2 , R_3 et R_4 sont en parallèle (R_{234}) et cette combinaison est en série avec R_1 .

A. $R_{1234} = R_1 + R_{234} = R_1 + \left(R_2^{-1} + R_3^{-1} + R_4^{-1} \right)^{-1} = R + \frac{R}{3} = \frac{4}{3}R = \frac{4}{3}(4.5) = 6$ ohms

B. $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{1234}} = \frac{9}{6} = 1.5$ A

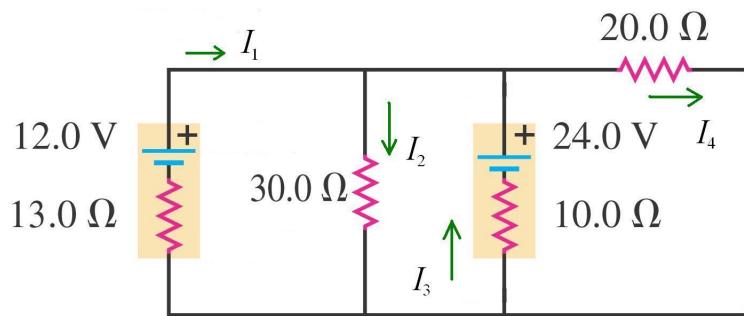
C. Sans R_3 , la résistance équivalente aux résistances en parallèle *augmente* (de $R/3$ à $R/2$). Par conséquent, la résistance équivalente totale augmente, et *le courant est plus petit qu'en B.*

D. La puissance est $P_1 = R_1I$, et comme I diminue, *la puissance sera plus petite qu'en B.*

Problème 4. Lois de Kirchhoff [2.0 points]

Considérez le circuit ci-dessous, qui contient deux piles et quatre résistances.
Sans résoudre les équations, écrivez

- A. l'équation qui relie les courants I_1, I_2, I_3 et I_4 **[1.0 point]**
B. l'équation obtenue de la boucle de gauche (pile de 12 V, et les résistances de 13 ohms et 30 ohms) **[0.5 point]**
C. l'équation obtenue de la boucle de droite (pile de 24 V, et les résistances de 10 ohms et 20 ohms) **[0.5 point]**

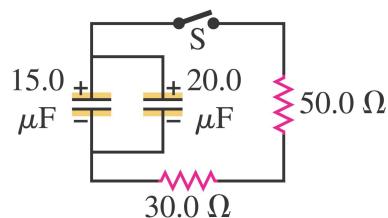
**Solution**

- A. $I_1 + I_3 = I_2 + I_4$
B. $-13I_1 + 12 - 30I_2 = 0$
C. $-10I_3 + 24 - 20I_4 = 0$

Problème 5. Circuits RC [3.5 points]

Dans le circuit ci-dessous, les deux condensateurs ont une différence de potentiel initiale égale à 45.0 V.

- A. Quelle est la capacité équivalente des condensateurs? [0.5 point]
- B. Quelle est la résistance équivalente des résistances? [0.5 point]
- C. Après avoir fermé l'interrupteur S, combien de temps est nécessaire pour que la différence de potentiel aux bornes de chaque condensateur descende à 10.0 V? [1.5 points]
- D. À cet instant, que vaut le courant dans les résistances? [1.0 point]



Solution

A. $C_{eq} = 15 + 20 = 35 \mu\text{F}$

B. $R_{eq} = 30 + 50 = 80 \text{ ohms}$

C. $q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ avec $\tau = R_{eq} C_{eq} = (35 \times 10^{-6})(80) = 2.8 \times 10^{-3} \text{ s}$

Comme $V = Q/C$, l'équation pour la différence de potentiel en fonction du temps t est

$$V(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}, \text{ d'où } t = -\tau \ln \frac{V(t)}{V_0} = -(2.8 \times 10^{-3}) \ln \frac{10}{45} = 4.21 \text{ ms}$$

D. $I(t) = \frac{V(t)}{R_{eq}} = \frac{10}{80} = 0.125 \text{ A}$