

PHYSQ 126, LEC B1 - Fluides, champs et radiation
Examen partiel 2 - hiver 2012

Nom **SOLUTIONS**

Numéro d'étudiant.e _____

Professeur Marc de Montigny

Horaire Jeudi, 15 mars 2012, de 8h30 à 9h50

Lieu Pavillon McMahon, local 366

Instructions

- Ce cahier contient **8 pages**. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen compte **15 points** et vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **10 questions** à différents niveaux de difficulté. 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 (des deux côtés) avec d'autres formules. Vous perdrez 3/15 si (1) vous y avez inclus des solutions 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 et graphiques permises). Les assistants numériques (en anglais, *PDA*s) sont interdits. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

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

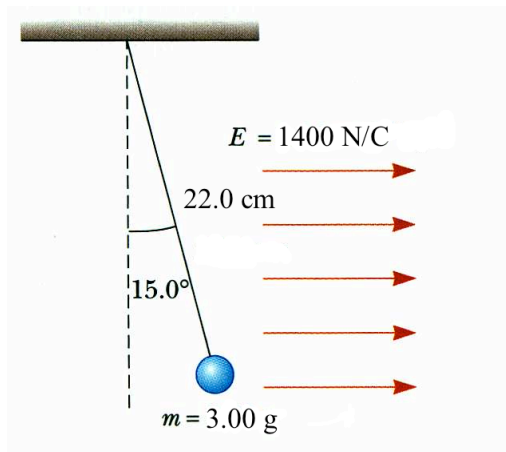
Question 1. Force électrique [0.6 point]

Considérez deux charges électriques ponctuelles: q_1 et q_2 . Si la force sur q_1 par q_2 a la même grandeur que la force sur q_2 par q_1 , peut-on conclure que $|q_1|=|q_2|$? Expliquez brièvement.

Non. Ces deux forces sont toujours égales, à cause de la 3^{ème} loi de Newton (action-réaction).

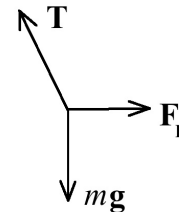
Question 2. Force et champ électriques [1.7 point]

Une balle chargée et de masse 3.00 g est suspendue par un fil léger de 22.0 cm dans un champ électrique horizontal uniforme de 1400 N/C. Si la balle est en équilibre lorsque l'angle vaut 15° par rapport à la verticale, quelle est la charge sur la balle?



Solution

Forces :



La charge est positive car la force électrique est dans le même sens que le champ.

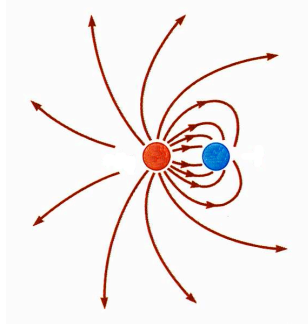
$$x : qE = T \sin \theta$$

$$y : mg = T \cos \theta$$

$$\text{donne , } q = \frac{mg}{E} \tan \theta = \frac{(0.003)g}{1400} \tan 15 = +5.63 \mu\text{C}$$

Question 3. Lignes de champ électrique [0.6 point]

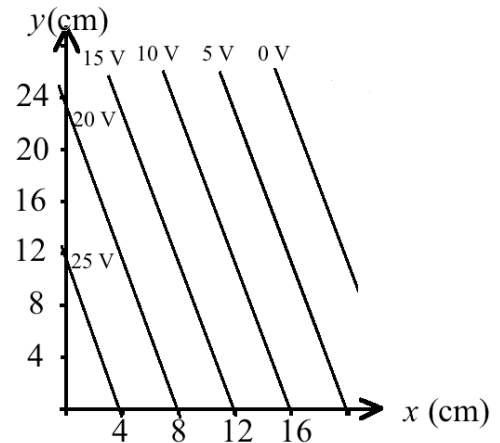
La figure ci-dessous montre les lignes de champ électrique autour de deux objets chargés. Si l'objet de gauche a une charge de *grandeur* égale à 4.2 nC, que vaut la charge de l'objet de droite? Est-elle positive ou négative?



2.1 nC, négative, car il y a 16 lignes à gauche et 8 lignes à droite et les flèches pointent vers la droite.

Question 4. Potentiel électrique [1.7 point]

La figure ci-contre représente des lignes équipotentielles dans le plan x - y . Calculez la *grandeur* et la *direction* du champ électrique \mathbf{E} , et indiquez-le sur la figure par une flèche.



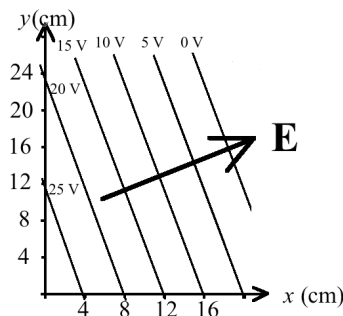
Solution

$$E_x = -\frac{\Delta V}{\Delta x} = -\frac{-5}{0.04} = 125 \text{ V/m}$$

$$E_y = -\frac{\Delta V}{\Delta y} = -\frac{-5}{0.12} = 41.67 \text{ V/m}$$

$$\sqrt{E_x^2 + E_y^2} \cong 132 \text{ V/m}$$

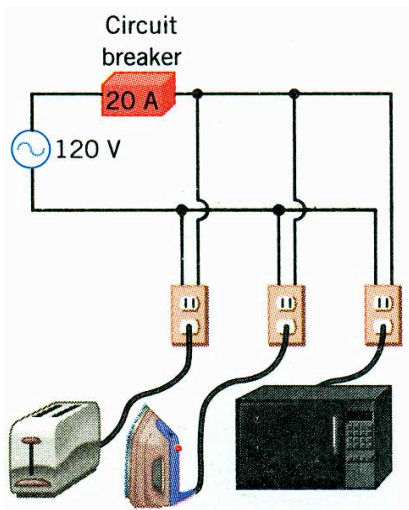
$$\tan \theta = \frac{E_y}{E_x} \text{ donne } 18.4^\circ$$



Question 5. Puissance électrique [2.2 points]

On branche trois appareils électriques en *parallèle* (avec leur puissance dissipée respective) : un grille-pain (1650 W), un fer à repasser (1090 W) et un four à micro-ondes (1250 W). Un fusible (*circuit breaker*) est un interrupteur qui ouvre, pour protéger le circuit, quand le courant total dépasse une valeur donnée (ici, ce courant maximum vaut 20 A). Supposez que les trois appareils fonctionnent simultanément et que chacun soit alimenté avec une tension de 120 V.

- A. Quelle est la résistance équivalente aux trois appareils?
- B. Quel est alors le courant total fourni par la source? Est-ce que le fusible ouvrira?



Solution

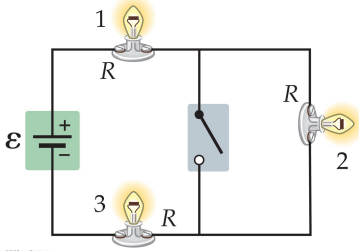
De $P = \frac{V^2}{R}$ on a $R = \frac{V^2}{P}$, ce qui donne $R_{\text{grille-pain}} = 8.727 \Omega$, $R_{\text{fer}} = 13.21 \Omega$, $R_{\text{four}} = 11.52 \Omega$.

A. $R_{eq} = (R_1^{-1} + R_2^{-1} + R_3^{-1})^{-1} = 3.61 \Omega$

B. $I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{120}{3.61} = 33 \text{ A} > 20 \text{ A}$ **Oui, le fusible ouvrira.**

Question 6. Circuits électriques [0.8 point]

On branche trois ampoules identiques en série (illustrées ci-dessous avec l'interrupteur ouvert). Lorsqu'on ferme l'interrupteur, qu'arrivera-t-il à l'intensité de chaque ampoule: augmente, diminue, l'ampoule ferme ou explose?



Ampoule 1: **Augmente**

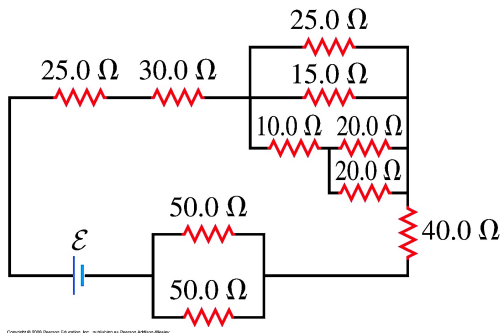
Ampoule 2: **Ferme**

Ampoule 3: **Augmente**

Explication L'interrupteur court-circuite la résistance 2, où il ne passe plus de courant. La résistance totale est donc réduite de $3R$ à $2R$, ce qui fait augmenter le courant.

Question 7. Combinaison de résistances [1.1 point]

Quelle est la résistance équivalente?



Solution

Les deux résistances de $50\ \Omega$ en parallèle sont équivalentes à $25\ \Omega$, et les deux résistances de $20\ \Omega$ en parallèle sont équivalentes à $10\ \Omega$. Le coin supérieur droit est donc $(25^{-1} + 15^{-1} + 20^{-1})^{-1} = 6.38\ \Omega$. Il reste donc des résistances en série : $25 + 30 + 6.38 + 40 + 25 = 126\ \Omega$

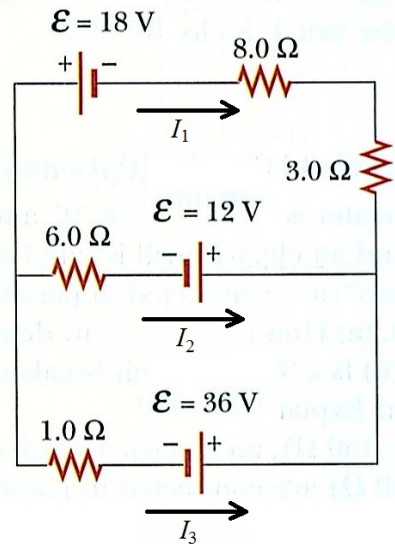
Question 8. Lois de Kirchhoff [1.7 point]

Le circuit ci-dessous contient trois piles et quatre résistances. Encerclez les lettres qui correspondent aux équations décrivant correctement les lois de Kirchhoff. On ne demande *pas* de les résoudre.

- A. $-18 - 8I_1 - 3I_1 - 12 - 6I_2 = 0$
- B. $I_1 - I_2 + I_3 = 0$
- C.** $-6I_2 + 12 - 36 + I_3 = 0$
- D. $I_3 + 36 + 3I_1 + 8I_1 - 18 = 0$
- E.** $I_1 + I_2 + I_3 = 0$
- F.** $-I_3 + 36 + 3I_1 + 8I_1 + 18 = 0$

Une quatrième équation est aussi donnée par la boucle du haut :

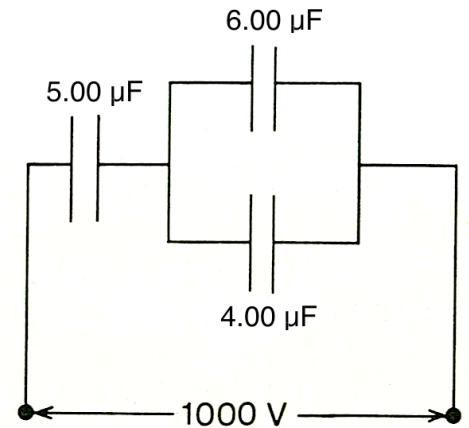
$$-18 - 8I_1 - 3I_1 - 12 + 6I_2 = 0$$



Question 9. Combinaison de condensateurs [3.0 points]

On branche une pile de 1000 V à trois condensateurs, illustrés à droite. Calculez

- A. la capacité équivalente,
- B. la charge totale aux bornes du condensateur équivalent,
- C. la charge aux bornes de chaque condensateur,
- D. l'énergie emmagasinée dans le condensateur équivalent.



Solution

A. $C_{eq} = (5.00^{-1} + (4.00 + 6.00)^{-1})^{-1} = 3.33 \mu\text{F}$

B. $Q_{eq} = C_{eq} V = 3.33 \text{ mC}$

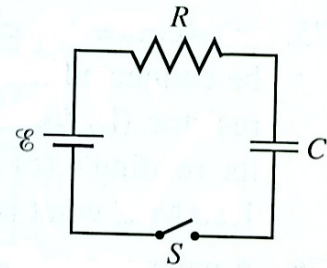
C. $Q_{5.00} = 3.33 \text{ mC}$ car c'est en série. 3.33 mC est aussi la somme des charges sur les deux autres condensateurs. Ces deux condensateurs en parallèle ont le même potentiel,

donc $\frac{Q_{6.00}}{C_{6.00}} = \frac{Q_{4.00}}{C_{4.00}} = \frac{Q - Q_{6.00}}{C_{4.00}}$ ce qui donne $Q_{6.00} = 2.00 \text{ mC}$ et $Q_{4.00} = 1.33 \text{ mC}$.

D. $U = \frac{1}{2} C_{eq} V^2 = 1.67 \text{ J}$

Question 10. Circuits RC [1.6 point]

Le circuit ci-contre représente une pile de fém 20.0 V branchée en série avec une résistance de 1.00 MΩ, un condensateur de 2.00 μF, et un interrupteur. À $t = 0$, on ferme l'interrupteur. À quel instant t la différence de potentiel aux bornes du condensateur sera-t-elle égale à 15.0 V ?



Solution

$$q = C\varepsilon(1 - e^{-t/\tau}) \text{ où } \tau = RC = 2.00 \text{ s}$$

$$V = \frac{q}{C} = \varepsilon(1 - e^{-t/\tau}) \text{ donne } 1 - e^{-t/\tau} = \frac{V}{\varepsilon} \text{ et } t = -\tau \left(1 - \frac{V}{\varepsilon}\right) = 2.77 \text{ s}$$

Bonne chance!
Marc de Montigny