

PHYSQ 126 LEC B1
FLUIDES, CHAMPS ET RADIATION
Examen partiel 2
Hiver 2007

Nom _____ **SOLUTIONS** _____

Numéro d'identité _____

Instructeur Marc de Montigny

Date Jeudi, 15 mars 2007
8h30 à 9h50

Lieu Pavillon McMahon, local 366

Instructions

- Ce cahier contient 11 pages.
- Matériel permis: crayons ou stylos, calculatrices (programmables, graphiques, etc.), aide-mémoire distribué la semaine passée.
- Fermez vos téléphones cellulaires. Les *Personal Digital Assistants* (PDA) sont interdits.
- Cet examen est à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez complété à l'avance. Vous perdrez 3/15 si : (1) vous avez inclus des solutions complètes ; (2) vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen, ou (3) si vous avez écrit au verso de la feuille.
- Vous pouvez obtenir **80 points au maximum sur les 100 points disponibles**. Cette note sur 80 sera ramenée à 15% de la note finale du cours.
- L'examen contient deux parties : les choix multiples et les problèmes.
 - **10 questions à choix multiples**. Elles n'ont pas toutes la même valeur et cumulent un **total de 30 points**. Il n'y a pas de points partiels pour cette partie. Encerclez les meilleures réponses.
 - **7 problèmes**. Ils n'ont pas tous la même valeur et cumulent un **total de 70 points**. Vous pourrez obtenir des points partiels pour cette partie. Soyez clairs et précis.
- Vous pouvez utiliser le verso des pages pour vos calculs. Je ne les corrigerai pas, sauf si vous m'indiquez de le faire.

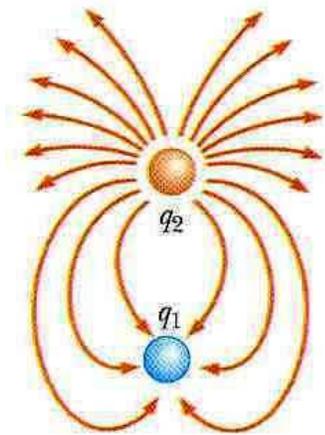
Choix multiples (Total : 30 points)

Encerclez la meilleure réponse.

CM-1. (3 points) Si une tige chargée négativement est tenue proche d'une petite balle métallique neutre, la balle sera attirée vers la tige surtout parce que

- A. des effets magnétiques agissent sur la balle ;
- B. la force gravitationnelle est une force d'attraction ;
- C. la présence de la tige induit une séparation de charges dans la balle ;
- D. des charges sont transférées de la tige à la balle.

CM-2. (2 points) La figure ci-dessous montre les lignes de champ électrique produites par deux charges ponctuelles.



Vous pouvez affirmer que

- A. $q_1/q_2 = -3$, avec q_1 positive et q_2 négative ;
- B. $q_1/q_2 = -3$, avec q_1 négative et q_2 positive ;
- C. $q_1/q_2 = -1/3$, avec q_1 positive et q_2 négative ;
- D. $q_1/q_2 = -1/3$, avec q_1 négative et q_2 positive.

CM-3. (3 points) Un anneau circulaire de rayon r contient une charge q uniformément distribuée autour de l'anneau. L'intensité du champ électrique au centre de l'anneau est

- A. 0 ;
- B. kq/r^2 ;
- C. kq^2/r^2 ;
- D. kq^2/r .

CM-4. (2 points) Le champ électrique

- A. est toujours perpendiculaire à une surface équipotentielle ;
- B. est toujours tangent à une surface équipotentielle ;
- C. fait avec une équipotentielle un angle qui dépend de la charge ;
- D. n'a pas de relation avec les surfaces équipotentielles parce que le champ est un vecteur et le potentiel et un scalaire.

CM-5. (3 points) Deux points, A et B, sont tels que $V_B - V_A = 150$ V. Le travail qui doit être effectué par une force extérieure pour amener une charge $Q = -0.5$ C du point A au point B est de

- A. -300 J ;
- B. -75 J ;
- C. 75 J ;
- D. 300 J.

CM-6. (2 points) La capacité équivalente d'une combinaison de condensateurs en série

- A. est plus grande que n'importe quel condensateur de l'ensemble ;
- B. est égale à la plus grande capacité de l'ensemble ;
- C. donne la capacité moyenne de l'ensemble ;
- D. est égale à la plus petite capacité de l'ensemble ;
- E. est plus petite que n'importe quel condensateur de l'ensemble.

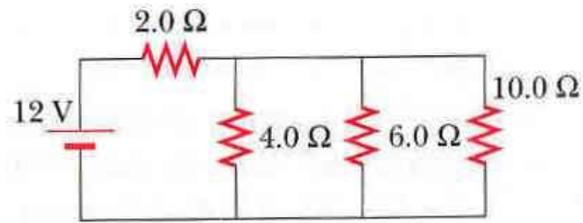
CM-7. (4 points) On construit un thermomètre à résistance qui mesure la température grâce à la variation de résistance d'un fil de platine (en anglais, *platinum*) dont le coefficient de résistivité thermique est $\alpha = 3.92 \times 10^{-3} (\text{°C})^{-1}$. Si la résistance du fil vaut 50.0Ω à 20.0 °C, à quelle température cette résistance sera-t-elle donc égale à 76.8Ω ?

- A. -117 °C ;
- B. -0.117 °C ;
- C. 0.157 °C ;
- D. 157 °C.

CM-8. (3 points) Une différence de potentiel de 1.0 V est maintenue aux bornes d'une résistance de 10Ω pendant 20 s. Quelle charge totale circule à travers le fil pendant cet intervalle de temps?

- A. 0.005 C ;
- B. 2.0 C ;
- C. 20 C ;
- D. 200 C.

CM-9. (4 points) Quel courant circule dans la pile ci-dessous?



- A. 0.378 A ;
- B. 0.545 A ;
- C. 3.05 A ;**
- D. 4.77 A.

CM-10. (4 points) Une chaufferette électrique dissipe 1300 W, un grille-pain dissipe 1000 W, et un four dissipe 1540 W. Si ces trois appareils sont branchés en parallèle sur un circuit fonctionnant à 120 V, quel sera le courant total tiré d'une source externe ?

- A. 24 A ;
- B. 32 A ;**
- C. 40 A ;
- D. 48 A.

(Les problèmes débutent à la page suivante)

Problèmes (Total : 70 points) Expliquez clairement votre raisonnement et vos calculs.

P-1. (12 points) Loi de Coulomb.

Deux petites balles identiques non-conductrices sont suspendues par des fils de 25 cm de long, attachés au même point d'un plafond. Chaque balle a une masse égale à 8.0×10^{-4} kg. Quand les balles ne sont pas chargées, elles pendent au bout des fils verticaux. Si on donne à chaque balle une charge Q , elles s'éloignent l'une de l'autre jusqu'à ce qu'il y ait un angle de 36° entre les deux fils. Déterminez :

- A. la charge Q sur chaque balle ; [9 points]
B. la tension dans chaque fil. [3 points]

Solution :

A. $T \sin 18 = F_E$ et $T \cos 18 = mg$ donnent $F_E = mg \tan 18$

$$F_E = \frac{kQ^2}{r^2} \text{ où } r = 2L \sin 18, \text{ avec } L = 0.25 \text{ m}$$

$$Q = r \sqrt{\frac{F_E}{k}} = 2L \sin 18 \sqrt{\frac{mg \tan 18}{k}} = 8.23 \times 10^{-8} \text{ C}$$

B. $T = \frac{mg}{\cos 18} = 8.24 \times 10^{-3} \text{ N}$

P-2. (12 points) Théorème de Gauss.

A. Un électron de charge électrique -1.60×10^{-19} C est situé au *centre* d'un cube d'arête égale à 50 cm. Quel est le flux (y compris le signe) à travers chacune des six faces du cube ?

[4 points]

B. Quel est le flux à travers chacune des six faces du cube si l'électron est situé à un des *coins* du cube ?

[8 points]

Solution :

A. Le flux à travers tout le cube est $\Phi_E = \frac{q}{\epsilon_0}$. Donc, pour une face, le flux vaut

$$\Phi_E = \frac{1}{6} \frac{q}{\epsilon_0} = -3.01 \times 10^{-9} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$$

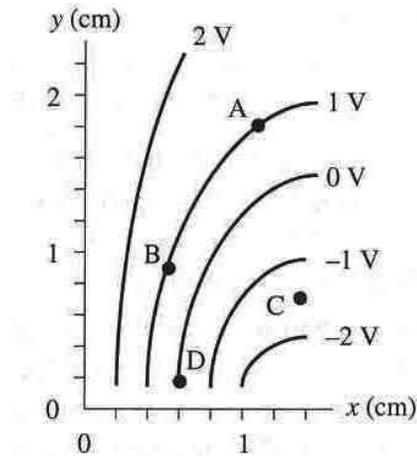
B. Pour les trois faces qui touchent au coin où se trouve la charge : $\Phi_E = 0 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$, car le champ électrique est parallèle aux surfaces. Pour les trois faces qui restent, nous ajoutons 7 cubes de façons à ce que la charge se trouve maintenant au centre d'un cube d'arête 2 fois plus grandes, et donc chaque face est 4 fois plus grande que le

cube initial. On trouve donc $\Phi_E = \frac{1}{6} \Phi_{E,\text{partie A}} = -7.53 \times 10^{-10} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$

P-3. (9 points) Potentiel électrique.

La figure ci-dessous contient des courbes équipotentielles dans le plan xy .

- A. Déterminez la grandeur et la direction du champ électrique au point D. **[3 points]**
- B. Est-ce que la grandeur du champ électrique au point A est plus grande, plus petite ou égale à celle au point B ? Expliquez brièvement. **[3 points]**
- C. Est-ce que la grandeur du champ électrique au point C est plus grande, plus petite ou égale à celle au point D ? Expliquez brièvement. **[3 points]**



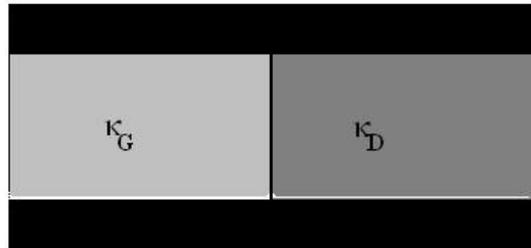
A. $E = \frac{\Delta V}{\Delta s} = \frac{1}{0.002 \text{ m}} = 500 \text{ V/m vers la droite}$

B. De la relation précédente, le champ est égal au taux de variation de V par unité de distance, autrement dit, le champ est proportionnel à la densité de lignes. Au point A, l'écart Δs entre deux lignes est plus grand qu'au point B ; le champ en A est donc plus petit qu'en B.

C. Vu que les lignes sont plus denses en D qu'en C, le champ en C est donc plus petit qu'en D.

P-4. (8 points) Condensateurs et diélectriques.

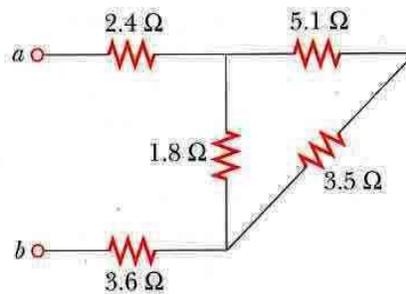
La figure illustre un condensateur plan. La moitié de gauche contient un matériau de constante diélectrique κ_G , et la moitié de droite, de constante κ_D . La surface totale de chaque plaque (supérieure et inférieure) vaut A , et les deux plaques sont séparées d'une distance d . Quelle est la capacité de ce condensateur, en termes de A , κ_G , κ_D et d ?



A. $q_G = \frac{\kappa_G \epsilon_0 (A/2)}{d} V$ et $q_D = \frac{\kappa_D \epsilon_0 (A/2)}{d} V$
 $q_{\text{totale}} = q_G + q_D = \frac{(\kappa_G + \kappa_D) \epsilon_0 A}{2d} V = CV$ si $C = (\kappa_G + \kappa_D) \epsilon_0 A / 2d$

P-5. (5 points) Résistance équivalente.

Quelle est la résistance équivalente entre les points a et b de la combinaison suivante ?

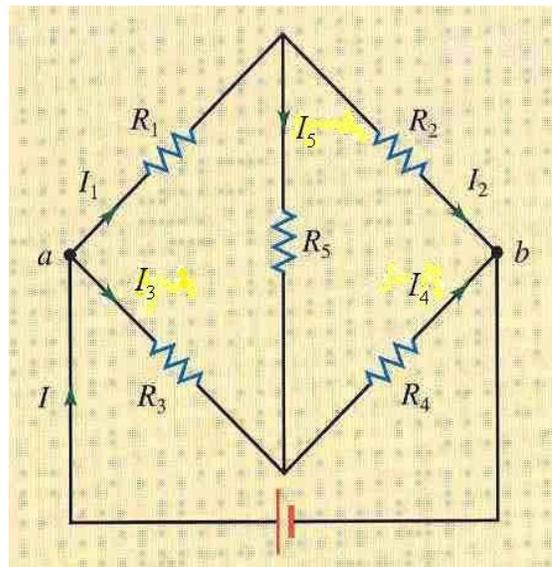


7.49Ω

P-6. (12 points) Lois de Kirchhoff.

Cinq résistances sont reliées comme l'indique la figure ci-dessous.

- A. Écrivez le courant I_3 en termes de I et I_1 . [2 points]
- B. Écrivez le courant I_5 en termes de I_1 et I_2 . [2 points]
- C. Écrivez la loi de Kirchhoff pour la boucle de gauche, en exprimant l'équation en termes de R_1 , R_3 , R_5 , I , I_1 et I_2 . [4 points]
- D. Écrivez la loi de Kirchhoff pour la boucle de droite, en exprimant l'équation en termes de R_2 , R_4 , R_5 , I , I_1 et I_2 . [4 points]

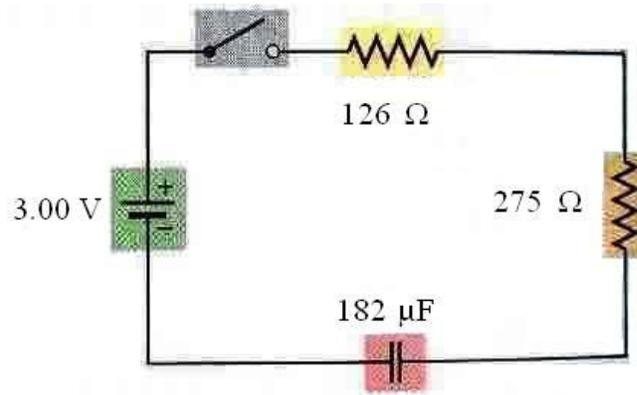


- A. $I_3 = I - I_1$
- B. $I_5 = I_1 - I_2$
- C. $(R_1 + R_5 + R_3) I_1 - R_5 I_2 - R_3 I = 0$
- D. $(R_2 + R_4 + R_5) I_2 - R_4 I - R_5 I_1 = 0$

P-7. (12 points) Circuits RC.

Un circuit RC contient deux résistances, de 126Ω et 275Ω , toutes deux en série avec un condensateur dont la capacité est $182 \mu\text{F}$, une pile de 3.00 V et un interrupteur (figure ci-dessous). L'interrupteur est fermé à $t = 0$, de sorte que le condensateur, initialement de charge nulle, commence à accumuler une charge.

- A. Quelle charge le condensateur aura-t-il, longtemps après que l'interrupteur ait été fermé ? **[4 points]**
- B. Combien de temps, après avoir fermé l'interrupteur, est nécessaire pour que la charge du condensateur atteigne 80% de la valeur maximale trouvée en partie A ? **[8 points]**



- A. $q(t) = VC(1 - e^{-t/RC})$ où $R = R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 = 401$, $V = 3$, et $C = 1.82 \times 10^{-4}$
à $t \rightarrow \infty$, $q = VC = 546 \mu\text{C}$
- B. De l'équation précédente, $q(t) = (0.80)VC = VC(1 - e^{-t/RC})$, d'où $t = 117 \text{ ms}$.