

**PHYSQ 126 LEC B1 : Fluides, champs et radiation**  
**Examen partiel 2 - Hiver 2011**

**Nom** **SOLUTIONS**

**Numéro d'étudiant.e** \_\_\_\_\_

**Professeur** Marc de Montigny

**Horaire** Jeudi, 24 mars 2011, de 8h30 à 9h30

**Lieu** Pavillon McMahon, local 366

**Instructions**

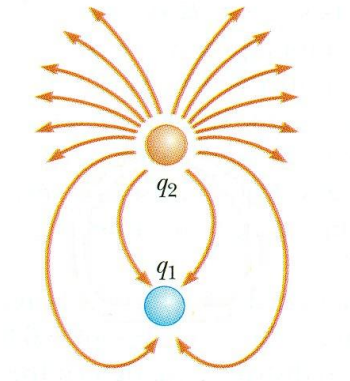
- Ce cahier contient **7 pages**. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **10 questions courtes** (5 points) et **3 problèmes** (10 points). Vous pouvez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée. Expliquez 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 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. Lignes de champ électrique [0.6 point]**

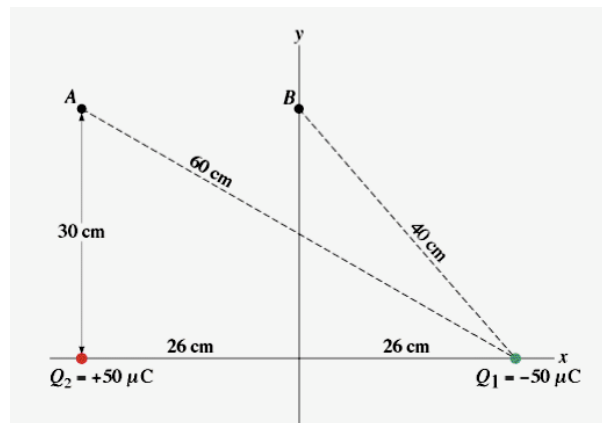
La figure ci-contre illustre deux charges ponctuelles séparées d'une courte distance. Déterminez :

- (a) le rapport  $\left| \frac{q_2}{q_1} \right| = \frac{16}{4} = 4$   
(b) le signe de  $q_1$  -  
(c) le signe de  $q_2$  +



**Question 2. Potentiel électrique [0.4 point]**

À la figure ci-dessous, le potentiel électrique au point  $B$  est-il négatif, positif ou nul?



**Question 3. Condensateurs [0.5 point]**

Un condensateur  $C_1$  est branché à une pile de 10 V et on observe une charge  $Q$ . On branche la même pile à un condensateur  $C_2$  et la charge obtenue est  $3Q$ . Vous pouvez

affirmer que  $\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{3}$ .

**Question 4. Diélectriques [0.5 point]**

On fabrique un condensateur avec deux plaques parallèles d'aires égales à  $1.00 \text{ cm}^2$ , séparées de  $1.00 \text{ mm}$  et le diélectrique qu'on y insère est du rutile (constante diélectrique  $\kappa = 100$ ). Quelle est la capacité de ce condensateur?

$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} = \frac{(100)(8.85 \times 10^{-12})(10^{-4})}{(10^{-3})} = 88.5 \text{ pF}$$

**Question 5. Énergie emmagasinée dans un champ électrique [0.6 point]**

Deux plaques séparées de  $2.2 \text{ mm}$  (avec du vide entre les deux) sont branchées à une pile de  $9.0 \text{ volts}$ . Quelle est la *densité d'énergie*, en joules par  $\text{m}^3$ , associée au champ électrique uniforme entre les plaques?

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \left( \frac{V}{d} \right)^2 = \frac{1}{2} (8.85 \times 10^{-12}) \left( \frac{9}{2.2 \times 10^{-3}} \right)^2 = 74 \text{ } \mu\text{J}$$

**Question 6. Courant électrique [0.3 point]**

Les piles d'automobile sont souvent classées en ampère-heure. Quelle caractéristique de la pile cette unité représente-t-elle?

Charge

**Question 7. Résistivité [0.6 point]**

Un câble de nichrome a une longueur de  $1 \text{ m}$  et un rayon de  $0.321 \text{ mm}$ . Si la résistivité du nichrome est égale à  $1.50 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ , quelle est la résistance de ce bout de câble?

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho L}{\pi R^2} = \frac{(1.5 \times 10^{-6})(1.0)}{\pi (0.321 \times 10^{-3})^2} = 4.6 \Omega$$

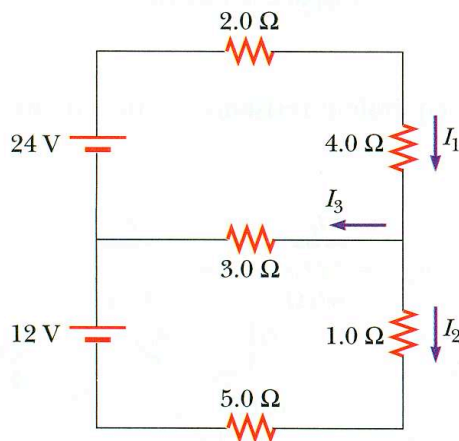
**Question 8. Résistances en série et en parallèle [0.3 point]**

On vous donne deux résistances semblables. Comment devez-vous les combiner si vous voulez une résistance équivalente plus petite que chacune des résistances?

En parallèle

**Question 9. Lois de Kirchhoff [0.5 point]**

À partir du circuit ci-dessous, écrivez *une* équation donnée par la *loi des boucles*. Choisissez la boucle de votre choix et donnez votre réponse en termes des résistances, des f.é.m.s et des courants donnés. *Ne résolvez pas votre équation.*



Réponses possibles

$$24 - 2I_1 - 4I_1 - 3I_3 = 0$$

$$12 + 3I_3 - I_2 - 5I_2 = 0$$

$$12 + 24 - 2I_1 - 4I_1 - I_2 - 5I_2 = 0$$

**Question 10. Circuit RC en série [0.7 point]**

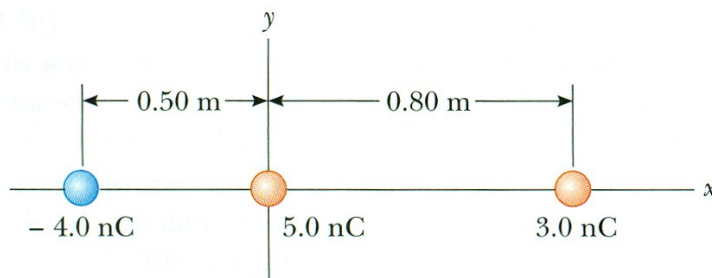
À  $t = 0$  s, une résistance de  $574 \, \Omega$  est branchée en série avec un condensateur de  $136 \, \mu\text{F}$ , initialement chargé. Après combien de temps la charge est-elle réduite à 10% de sa valeur initiale?

$$q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \text{ donne } t = -RC \ln \frac{q}{Q_0} = -(574)(136 \times 10^{-6}) \ln(0.10) = 180 \text{ ms}$$

**Problème 1. Force, champ et potentiel électriques****[3.5 points]**

Trois charges ponctuelles sont alignées sur l'axe  $x$ , tel qu'illustré ci-dessous.

- A. Quelle est la force totale (grandeur et direction) exercée sur la charge de 5.0 nC par les deux autres charges? **[1.5 points]**
- B. Quel est le champ électrique total (grandeur et direction) créé au point  $x = 2.0$  m,  $y = 0$  m par les trois charges? **[1.0 point]**
- C. Quel est le potentiel électrique créé au point  $x = 2.0$  m,  $y = 0$  m par les trois charges? **[1.0 point]**

**Solutions**

(Notation :  $|q_1| = 4.0$  nC,  $|q_2| = 5.0$  nC,  $|q_3| = 3.0$  nC)

A. 
$$F = -k \left( \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} + \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} \right) = 9.3 \times 10^{-7} \text{ N vers la gauche}$$

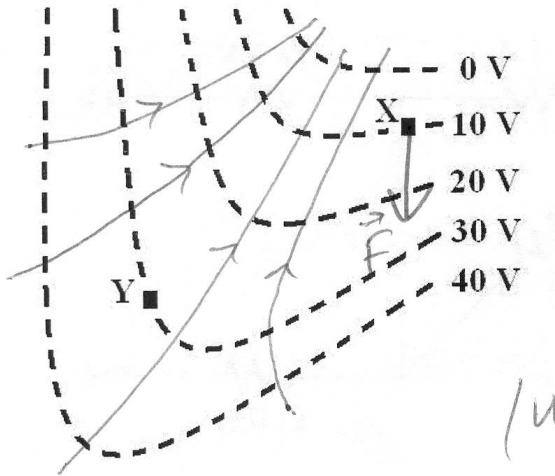
B. 
$$E = \sum_n \frac{kq_n}{r_n^2} = k \left( -\frac{|q_1|}{2.5^2} + \frac{|q_2|}{2.0^2} + \frac{|q_3|}{1.2^2} \right) = 24 \text{ N/C vers la droite}$$

C. 
$$V = \sum_n \frac{kq_n}{r_n} = k \left( -\frac{|q_1|}{2.5} + \frac{|q_2|}{2.0} + \frac{|q_3|}{1.2} \right) = 30.6 \text{ V}$$

**Problème 2. Courbes équipotentielles****[2.0 points]**

À la figure ci-dessous, les courbes hachurées représentent des équipotentiels électriques, dont les potentiels respectifs sont indiqués à leur droite.

- A. Sur le schéma, tracez quatre lignes de champ électrique bien espacées, et indiquez leurs directions par des flèches? **Figure** **[0.6 point]**
- B. Sur le schéma, indiquez par une flèche la direction de la force effectuée par le champ électrique sur un électron placé au point X. **Figure** **[0.3 point]**
- C. Le champ électrique est-il plus grand en X ou en Y? **[0.4 point]**
- D. Quel travail une force *externe* doit-elle effectuer pour apporter un électron du point X au point Y? **[0.7 point]**



- A. Les lignes de champ doivent être localement *perpendiculaires* aux équipotentiels.
- C. Les équipotentiels sont plus denses dans la région X que dans la région Y.
- D.  $W = q\Delta V = -e(30 - 10) = -3.2 \times 10^{-18} \text{ J}$ . Travail négatif car une force externe *retient* l'électron, qui se déplace naturellement contre le champ  $\mathbf{E}$ , de X vers Y.

### Problème 3. Circuits électriques [4.5 points]

Considérez la combinaison de résistances ci-dessous.

A. Quelle est sa résistance équivalente? [1.2 points]

Pour les questions suivantes, on branche une pile de 12 volts aux points  $a$  et  $b$ .

B. Combien de courant passe par la pile? [0.4 point]

C. Quelle est la différence de potentiel aux bornes de  $2.4\ \Omega$ ? [0.5 point]

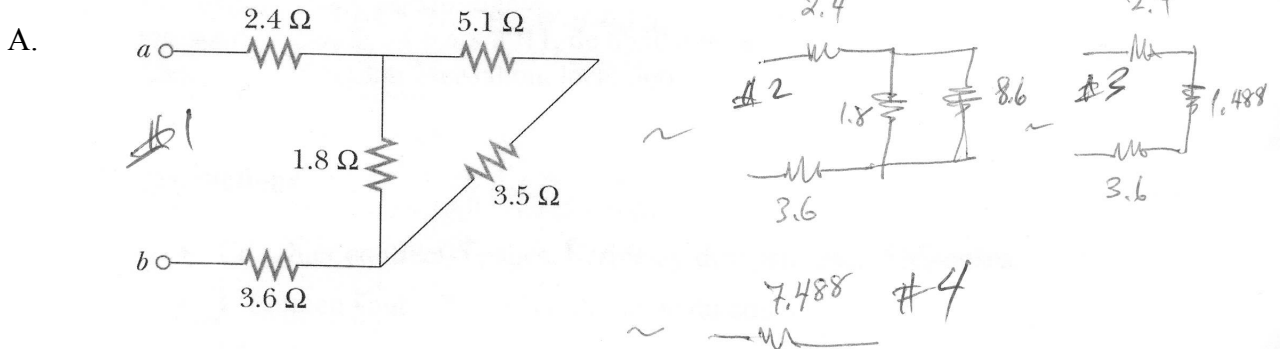
D. Quelle est la différence de potentiel aux bornes de  $3.6\ \Omega$ ? [0.5 point]

E. Quelle est la différence de potentiel aux bornes de  $1.8\ \Omega$ ? [0.7 point]

F. Combien de courant passe par  $1.8\ \Omega$ ? [0.5 point]

G. Combien de courant passe par  $5.1\ \Omega$ ? [0.7 point]

#### Solutions



A. **7.5  $\Omega$**  (voir figure)

B.  $I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{7.5} = 1.602465 \approx \mathbf{1.6\ A}$

C.  $V_{2.4} = 2.4I = 3.8459 \approx \mathbf{3.8\ V}$

D.  $V_{3.6} = 3.6I = 5.768875 \approx \mathbf{5.8\ V}$

E.  $V_{2.4} + V_{1.8} + V_{3.6} = 12$  donne  $V_{1.8} = 2.3852 \approx \mathbf{2.4\ V}$

F.  $I_{1.8} = \frac{V_{1.8}}{R_{1.8}} = \frac{2.3852}{1.8} = 1.32511 \approx \mathbf{1.3\ A}$

G. Le courant par la résistance de  $5.1\ \Omega$  est le courant qui passe par la résistance de  $8.6\ \Omega$  (figure #2 ci-dessus)  $I_{5.1} = I_{8.6} = \frac{V_{1.8}}{R_{8.6}} = \frac{2.3852}{8.6} = 0.2773 \approx \mathbf{0.28\ A}$ . Autre méthode :  $I_{5.1} = I_{pile} - I_{1.8}$ .