PHYSQ 126 LEC B1: Fluides, champs et radiation **Hiver 2006**

Professeur: Marc de Montigny

Examen partiel 2: jeudi 16 mars, de 8h30 à 9h50

Matériel: aide-mémoire (distribué) et calculatrice

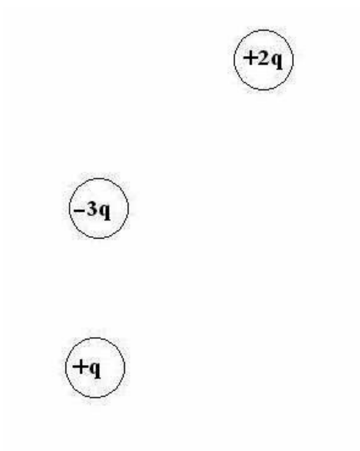
Remarques: L'examen vaut 15 points. Ce questionnaire contient cinq pages.

Question 1. [2.0 points] Force électrique.

Une charge de $+6.0 \times 10^{-9}$ C se trouve à 60.0 cm à gauche d'une charge de -3.0×10^{-9} C. Trouvez la position à laquelle la force électrique totale exercée sur une troisième charge, de $+12.0 \times 10^{-9}$ C, sera nulle.

Question 2. [1.0 points] Lignes de champs électriques.

Tracez les lignes de champs électriques pour les trois charges ci-dessous, en prenant neuf lignes qui touchent la charge $-3q$.



Question 3. [1.0 points] Théorème de Gauss.

(a) On place une charge Q au *centre* d'un cube. Le flux électrique Φ_E au travers *chacune* des faces est alors donné par

$$x\frac{Q}{\epsilon_0},$$

où x est un nombre sans unités. Que vaut x? (b) Si la charge Q est placée à un *coin* du cube, quelles sont les différentes valeurs de x qui donnent le flux passant par chaque surface?

Question 4. [1.0 points] Potentiel électrique.

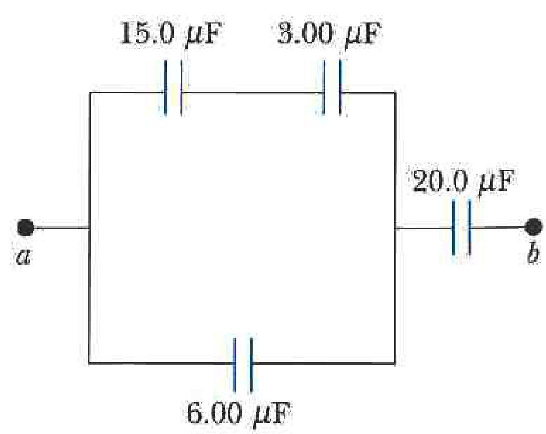
Si, dans une certaine région de l'espace, le champ électrique est uniforme (c.-à-d. il est le même en chaque point, tout comme, par exemple, à l'intérieur d'un condensateur plan), est-ce que le potentiel est aussi le même partout? Expliquez brièvement.

Question 5. [1.5 points] Potentiel électrique.

Un proton (masse 1.67×10^{-27} kg et charge $+e$) est lâché *à partir du repos* dans un champ électrique uniforme de 8.0×10^4 V/m. Si le proton se déplace de 50.0 cm dans la direction parallèle au champ, calculez, suite à ce déplacement: (a) la variation de potentiel électrique; (b) le changement d'énergie potentielle, et (c) la vitesse finale du proton.

Question 6. [1.5 points] Combinaison de condensateurs.

La figure ci-dessous représente un circuit consistant en quatre condensateurs. Calculez : (a) la capacité équivalente du système entre les points a et b; (b) la charge sur chaque condensateur, dans le cas où $V_{ab} = 15.0$ V.

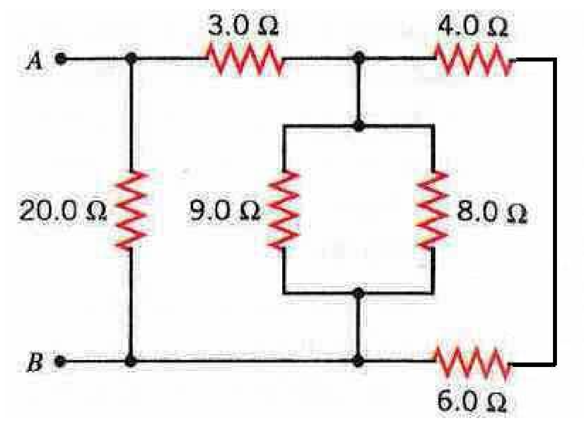


Question 7. [1.0 points] Résistance et température.

Un *thermomètre à résistance* est un appareil qui détermine la température d'un fluide en mesurant la variation de résistance du matériau qui constitue le thermomètre. Supposez que le matériau du thermomètre soit fait de platine, dont la résistance vaut 50.0 Ω à 20 °C. Si on le plonge dans de l'indium en fusion, sa résistance augmente pour atteindre 76.8 Ω. Déduisez-en le point de fusion de l'indium, sachant que le coefficient thermique de résistance du platine est $\alpha_{\text{platine}} = 3.92 \times 10^{-3}$ (°C)$^{-1}$.

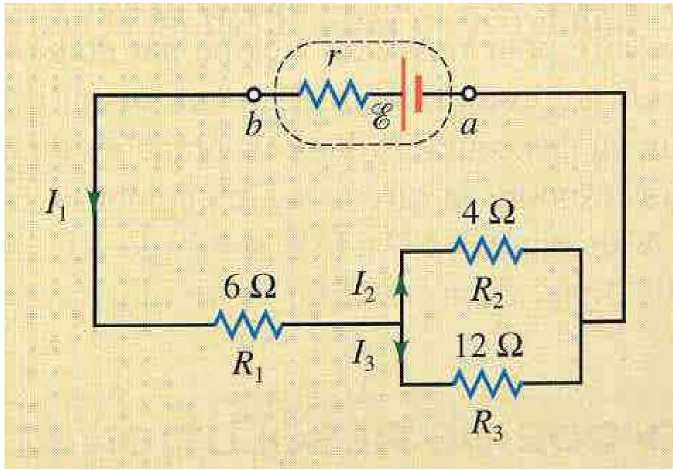
Question 8. [1.0 points] Résistance équivalente.

Quelle est la résistance équivalente à la combinaison représentée ci-dessous?



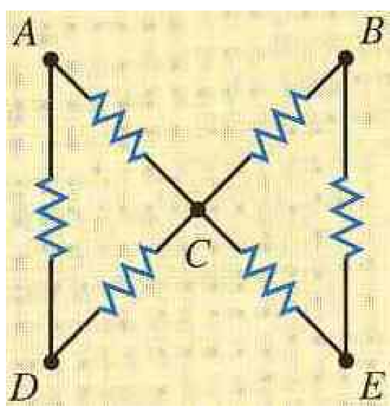
Question 9. [2.0 points] Lois de Kirchhoff.

Une pile de f.é.m. $\mathcal{E} = 20$ V et de résistance interne $r = 1$ Ω est reliée à trois résistances selon le schéma à la page suivante. Déterminez: (a) la différence de potentiel V_{ab} aux bornes de la pile; (b) le courant qui traverse chaque résistance; (c) la différence de potentiel aux bornes de chaque résistance; (d) la puissance fournie par la f.é.m., et (e) la puissance dissipée dans chaque résistance, et comparez-les à votre réponse en partie (d).



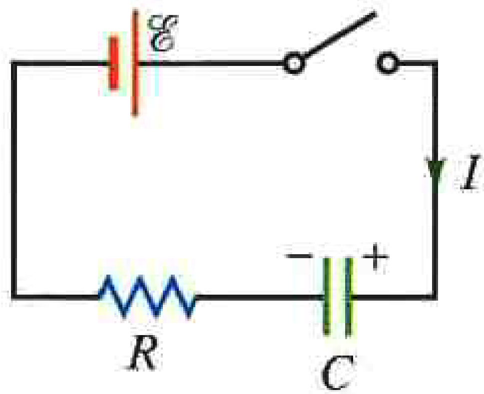
Question 10. [1.5 points] Lois de Kirchhoff et résistance équivalente.

Toutes les résistances de la figure ci-dessous valent R. (a) Calculez la résistance équivalente entre les points A et D en branchant une pile imaginaire entre ces deux points. (b) Si on branche réellement une pile aux bornes de A et D, quel courant circulera dans la boucle de droite, c.-à-d. entre les point CBE?



Question 11. [1.5 points] Circuits RC.

Pour le circuit ci-dessous, on donne $\mathcal{E} = 200$ V, $R = 2 \times 10^5$ Ω et $C = 50$ μF. À $t = 0$ s, on branche le circuit. Calculez: (a) la charge maximale atteinte aux bornes du condensateur; (b) le temps que met la charge aux bornes du condensateur pour atteindre 90% de sa valeur maximale, et (c) l'énergie emmagasinée dans le condensateur au temps $t = RC$.



PHYSQ 126 : Fluides, champs et radiation.

Aide-mémoire pour l'examen partiel (jeudi 16 mars 2006).

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad \mathbf{F} = q\mathbf{E}, \quad E = k\frac{q}{r^2}, \qquad \Phi_E = \sum_{\text{surface}} E(\Delta A)\cos\phi = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

$$k \simeq 8.99 \times 10^9 \ \mathrm{N \cdot m^2/C^2}, \ e \simeq 1.60 \times 10^{-19} \ \mathrm{C}, \ \epsilon_0 \simeq 8.854 \times 10^{-12} \ \mathrm{C^2/(N \cdot m^2)}$$

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} = -E\Delta s, \qquad E = -\frac{\Delta V}{\Delta s}, \qquad W_{\text{EXT}} = q\Delta V$$

$$V = k\frac{q}{r}, \qquad V = \sum_i k\frac{q_i}{r_i}, \qquad E_0 = \frac{q}{\epsilon_0 A}, \qquad \kappa = \frac{E_0}{E}$$

$$q = CV, \ C = \frac{\kappa\epsilon_0 A}{d}, \ \text{énergie} = \frac{1}{2}CV^2, \ \text{densité d'énergie} = \frac{1}{2}\kappa\epsilon_0 E^2$$

$$C_p = C_1 + \cdots + C_N, \qquad C_s^{-1} = C_1^{-1} + \cdots + C_N^{-1}$$

$$R_s = R_1 + \cdots + R_N, \qquad R_p^{-1} = R_1^{-1} + \cdots + R_N^{-1}$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}, \quad R = \rho\frac{L}{A}, \quad \rho = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)], \quad V = RI$$

$$P = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}, \qquad \sum_{\text{boucle}} V = 0, \qquad \sum_{\text{noeud}} I = 0$$

$$q(t) = \mathcal{E}C\ (1 - e^{-t/RC}), \qquad q(t) = q_0\ e^{-t/RC}$$

PHYSQ 126 EXAMEN PARTIEL 2 16 MARS 2006

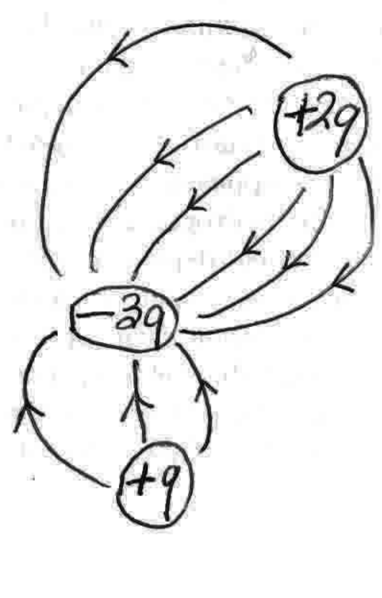
#1. À GAUCHE des deux CHARGES, ON A $F_{PAR\ +6mC}$ VERS LA GAUCHE ET $F_{PAR\ -3mC}$ VERS LA DROITE MAIS $F_{PAR\ 6} > F_{PAR\ -3}$ CAR $Q_6 > Q_3$ ET $r_6 < r_3$. DANS LE MILIEU LES deux FORCES SONT VERS LA DROITE ; ON NE PEUT donc AVOIR ÉQUILIBRE. LA RÉPONSE EST donc À DROITE à une distance x de $-3mC$:

$$\frac{\cancel{k}(6)\cancel{(q)}}{(60+x)^2} = \frac{\cancel{k}(3)\cancel{(q)}}{x^2}$$

$$6x^2 = 3(60+x)^2 \qquad x^2 - 120x - 3600 = 0$$

Seule RACINE positive $= 145$ $\boxed{\text{RÉPONSE : } 1{,}45\ m \text{ à droite de } -3mC}$

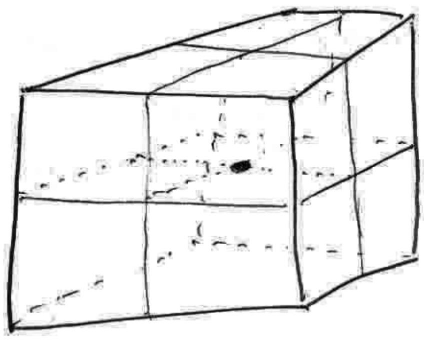
#2.



#3. (a) FLUX TOTAL $\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon_0}$ POUR SIX FACES

POUR 1 FACE $\Phi_E = \frac{Q}{6\epsilon_0}$ $\boxed{\alpha = \frac{1}{6}}$

(b)



$\Phi_E = 0$ POUR 3 FACES QUI TOUCHENT À LA CHARGE

ON COMPLÈTE LE CUBE EN AJOUTANT 7 CUBES SEMBLABLES POUR OBTENIR UN CUBE 8 FOIS PLUS GROS. CHAQUE FACE EST TRAVERSÉE PAR $\Phi_E = \frac{Q}{6\epsilon_0}$, QUE L'ON divise PAR 4

$\alpha = 0$: 3 faces adjacentes à Q
$\alpha = \frac{1}{24}$: 3 faces éloignées de Q

#4. de $E = -\frac{\Delta V}{\Delta s}$ ON TROUVE $\Delta V = -E\Delta s$

SI E EST UNIFORME ALORS V VARIE LINÉAIREMENT SELON LA POSITION S, ET N'EST DONC PAS LE MÊME PARTOUT

#5. (a) $\Delta V = -E\Delta s = -(8\times10^4)(0.5)$

$= -4\times10^4\ V$ DIMINUE DANS LE SENS DE $\vec{E}$.

(b) $\Delta U = q\,\Delta V$ où $q = 1.6\times10^{-19}C$

$= -6.4\times10^{-15}J$

(c) $\Delta U + \Delta K = 0$, AVEC $K_i = 0$, donne $K_f = -\Delta U$

$$v = \sqrt{-\frac{2}{m}\Delta U} = 2.77\times10^{6}\ m/s$$

m: 1.67×10^{-27}

#6. (a) $\left(\frac{1}{15}+\frac{1}{3}\right)^{-1} + 6 = 8.5$

$(8.5^{-1} + 20^{-1})^{-1} = 5.96\ \mu F$

(b) $Q = C_{EQ}V = (5.96)(15) = \boxed{89.5\mu C = Q_{20}}$ aux BORNES de $20\mu F$ et $8.5\mu F$

$V_{20} = \frac{Q}{C} = 4.47V$. Aux BORNES de 6 (ou 15+3) ON A $15 - 4.47 \simeq 10.53V$

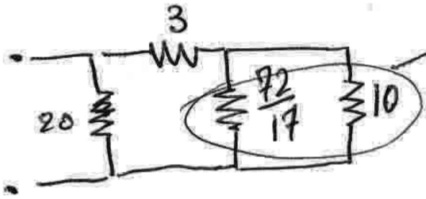
$\boxed{Q_6} = C_6V_6 = 6\ (10.53) = \boxed{63.2\mu C}$

$\boxed{Q_3 = Q_{15}} = Q_{20} - Q_6 = 89.5 - 63.2 = \boxed{26.3\mu C}$

#7. $R = R_0\left[1+\alpha(T-T_0)\right]$ donne

$$T = T_0 + \frac{R-R_0}{\alpha R_0} = 20 + \frac{76.8-50}{(3.92\times 10^{-3})50} = \boxed{157^\circ C}$$

#8. $\left(\frac{1}{9}+\frac{1}{8}\right)^{-1} = \frac{72}{17}$ $\qquad 4+6=10$



$\left(\frac{17}{72}+10^{-1}\right)^{-1} + 3 \simeq 5.98$ en parallèle avec $20\,\Omega$

$$\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{5.98}\right)^{-1} = \boxed{4.60\,\Omega}$$

#9. (a) $R_{éq} = (4^{-1}+12^{-1})^{-1}+6+1 = 10\,\Omega$, $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_{éq}} = \frac{20}{10} = 2\,A$

$V_{ab} = \mathcal{E} - rI_1 = 20-2 = \boxed{18\,V}$

(b) $4I_2 = 12I_3$, $I_2+I_3 = I_1$ $\qquad \boxed{I_1 = 2\,A,\ I_2 = 1{,}5\,A,\ I_3 = 0{,}5\,A}$

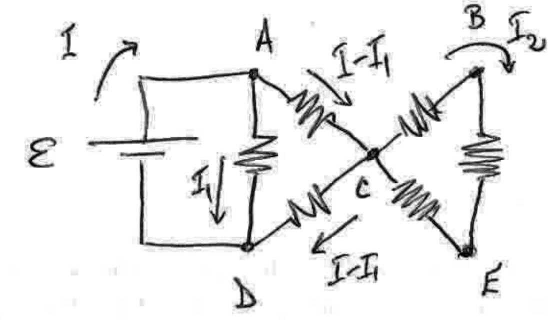
(c) de $V = IR$: $\boxed{V_r = 2\,V,\ V_4 = 6\,V,\ V_6 = 12\,V,\ V_{12} = 6\,V}$

(d) $P = I_1\mathcal{E} = \boxed{40\,W}$

(e) de $P = IV$: $\boxed{P_r = 4\,W,\ P_4 = 9\,W,\ P_6 = 24\,W,\ P_{12} = 3\,W}$

$P_r + P_4 + P_6 + P_{12} = 40\,W$ comme en (d)

#10. (a)



ADEA: $-\mathcal{E} + R I_1 = 0$

ACDA: $R(I - I_1) + R(I - I_1) - R I_1 = 0$

$$2I = 3I_1$$

$$\mathcal{E} = R I_1 = R\,\frac{2I}{3} \qquad R_{EQ} = \frac{\mathcal{E}}{I} = \boxed{\frac{2R}{3}}$$

(b) CBEC $\quad R I_2 + R I_2 + R I_2 = 0 \quad \boxed{I_2 = 0}$

#11. (a) $Q_{MAX} = C\mathcal{E} = \boxed{0.01\ C}$

(b) $Q = Q_{MAX}\left(1 - e^{-t/RC}\right)$ donné

$$t = -\underbrace{RC}_{10} \ln\left(1 - \underbrace{Q/Q_{MAX}}_{0.9}\right) = \boxed{23\ \text{sec}}$$

(c) $\text{énergie} = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{Q^2}{2C}$ $\qquad V = \frac{Q}{C}$ $\qquad Q = Q_{MAX}\left(1 - e^{-1}\right) = 6.3\times10^{-3}$

$$\text{énergie} = \frac{(6.3\times10^{-3})^2}{2\,(50\times10^{-6})} = \boxed{0.40\ J}$$