

PHYSQ 126 LEC B1 : Fluides, champs et radiation
Examen partiel 2 - Hiver 2014

Nom _____ **SOLUTIONS** _____

Numéro d'étudiant.e _____

Professeur Marc de Montigny
Horaire jeudi, 13 mars 2014, de 8h30 à 9h50
Lieu local 366

Instructions

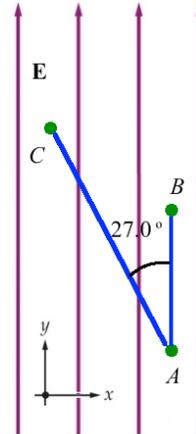
- Ce cahier contient **6 pages**. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen contient **15 points** et vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen compte **9 questions**. Vous pouvez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée.
- Cet examen est à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez complété avec d'autres formules. Vous perdrez 3/15 si vous y avez inclus des solutions ou si vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen.
- Vous pouvez utiliser le verso des pages de ce cahier pour vos calculs. Je ne le corrigerai pas, sauf si vous m'indiquez de le faire.
- Matériel permis: crayons ou stylos, calculatrices (programmables et graphiques permises). Tout appareil électronique ou système de communication est interdit. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

Si une question n'est pas claire, n'hésitez pas à me le demander !

Question 1. Potentiel électrique [2.0 points]

À la figure ci-dessous, le champ électrique pointe vers y positif avec une grandeur de 1640 N/C. La distance entre les points A et B est 3.40 cm, et la distance entre A et C est égale à 6.00 cm.

- Que vaut $\Delta V_{BA} = V_B - V_A$ entre B et A ?
- Que vaut $\Delta V_{CA} = V_C - V_A$ entre C et A ?
- Tracez l'équipotentielle $V = 0$ volt par le point A .
- Tracez l'équipotentielle $V = + 20$ volt, en indiquant à quelle distance elle se trouve de l'équipotentielle tracée à la partie C.



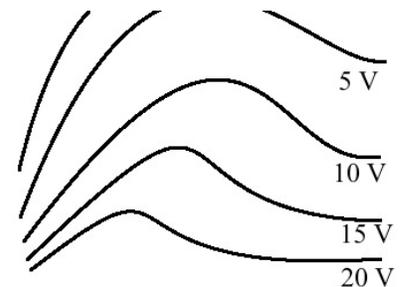
Solution

- $\Delta V_{BA} = -E\Delta s \cos\theta = -(1640)(0.034)\cos(0^\circ) = -55.8 \text{ V}$
- $\Delta V_{CA} = -E\Delta s \cos\theta = -(1640)(0.06)\cos(27^\circ) = -87.7 \text{ V}$
- Droite *horizontale* passant par A .
- Droite horizontale qui se trouve à $d = \frac{V}{E} = \frac{20}{1640} = 1.22 \text{ cm}$ sous le point A .

Question 2. Potentiel et champ électriques [1.0 point]

Sur la figure ci-contre, qui représente des équipotentiels électriques,

- indiquez dans quelle région E est plus intense,
- tracez les lignes de champ électrique en indiquant la direction avec des flèches.



Solution

- Dans la région où les lignes sont plus concentrées, en bas à gauche.
- Les flèches pointent vers le haut, et les courbes sont perpendiculaires aux équipotentiels.

Question 3. Conservation de l'énergie [2.0 points]

Un proton, de masse 1.673×10^{-27} kg et de charge $+e$, a une vitesse initiale égale à 3.25×10^5 m/s.

- A. Quelle différence de potentiel est requise pour arrêter ce proton ?
- B. Quelle différence de potentiel est requise pour réduire de moitié la vitesse de ce proton ?

Solution

- A. Par conservation de l'énergie, on a $\frac{1}{2}mv_i^2 + eV_i = \frac{1}{2}mv_f^2 + eV_f$ qui donne

$$V_f - V_i = \frac{m(v_i^2 - v_f^2)}{2e} = \frac{(1.673 \times 10^{-27})((3.25 \times 10^5)^2 - 0)}{2(1.60 \times 10^{-19})} = 552 \text{ V}$$

- B. On utilise la même équation, mais avec $v_f = \frac{1}{2}v_i$:

$$V_f - V_i = \frac{m\left(v_i^2 - \left(\frac{1}{2}v_i\right)^2\right)}{2e} = \frac{3mv_i^2}{8e} = \frac{3(1.673 \times 10^{-27})(3.25 \times 10^5)^2}{8(1.60 \times 10^{-19})} = 414 \text{ V}$$

Question 4. Énergie potentielle d'un système de charges [1.5 point]

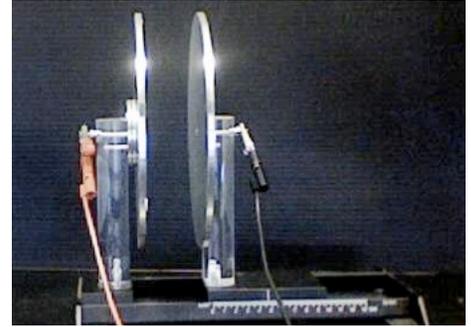
Selon le modèle des quarks, un proton contient trois quarks : deux quarks « up », chacun de charge $+2e/3$, et un quark « down » de charge $-e/3$. Quelle est l'énergie potentielle électrique de ces trois quarks, en électronvolts, s'ils sont équidistants avec une distance de 1.3×10^{-15} m ?

Solution

$$U = U_{12} + U_{13} + U_{23} = \frac{k}{r}\left(\frac{2e}{3}\right)\left(\frac{2e}{3}\right) + 2\frac{k}{r}\left(\frac{2e}{3}\right)\left(\frac{-e}{3}\right) = 0 \text{ eV}$$

Question 5. Condensateurs [1.0 point]

Dans l'expérience sur les condensateurs, vous avez utilisé un condensateur dont les armatures avaient un diamètre de 20.0 cm. Si la distance entre les armatures étaient de 8.50 mm et que l'air a une constante diélectrique égale à $\kappa = 1.00059$, quelle était la capacité du condensateur ?



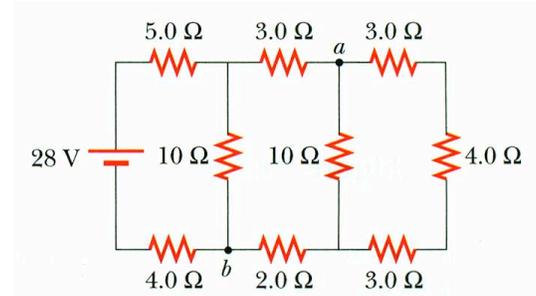
Solution

$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} = \frac{(1.00059)(8.85 \times 10^{-12}) \pi \left(\frac{0.200}{2}\right)^2}{8.5 \times 10^{-3}} = 32.8 \text{ pF}$$

Question 6. Circuits équivalents [2.0 points]

Pour le circuit à droite, calculez

- A. la résistance équivalente à l'ensemble,
- B. le courant qui passe dans la pile et
- C. la puissance fournie par la pile.



Solution

A. De la droite vers la gauche, on a

$$3 + 4 + 3 = 10 \Omega$$

$$(10^{-1} + 10^{-1})^{-1} = 5 \Omega$$

$$3 + 5 + 2 = 10 \Omega$$

$$(10^{-1} + 10^{-1})^{-1} = 5 \Omega$$

$$R_{eq} = 5 + 5 + 4 = 14 \Omega$$

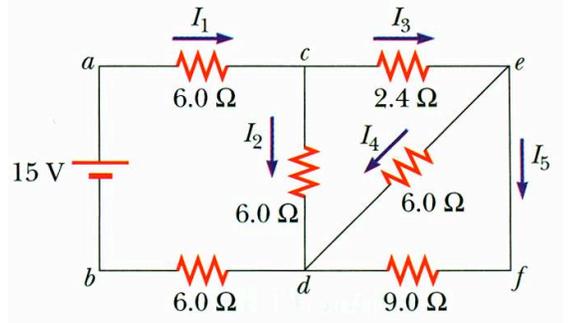
$$B. I = V/R = 28/14 = 2.0 \text{ A}$$

$$C. P = VI = (28)(2) = 56 \text{ W}$$

Question 7. Lois de Kirchhoff [2.0 points]

Étant donné le circuit ci-contre, écrivez, *sans résoudre ni simplifier vos équations* mais en les laissant en termes des courants, l'équation qui

- A. relie les courants au noeud c ,
- B. relie les courants au noeud e ,
- C. qui décrit la boucle de gauche (pile et les trois résistances de 6.0Ω),
- D. qui décrit le triangle supérieur (les trois résistances de 6.0 , 2.4 et 6.0Ω).



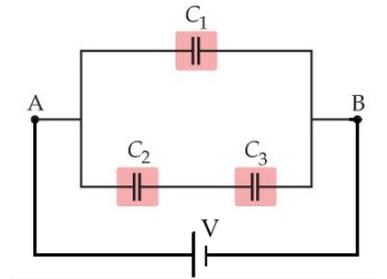
Solution

- A. $I_1 = I_2 + I_3$
- B. $I_3 = I_4 + I_5$
- C. $15 - 6.0I_1 - 6.0I_2 - 6.0I_1 = 0$
- D. $6.0I_2 - 2.4I_3 - 6.0I_4 = 0$

Question 8. Combinaison de condensateurs [1.5 point]

Le circuit à droite contient une combinaison de trois condensateurs branchés à une pile **de 12 V**. Si on donne $C_1 = 13.0 \mu\text{F}$, $C_2 = 8.10 \mu\text{F}$ et $C_3 = 22.0 \mu\text{F}$, calculez

- A. la capacité équivalente à cette combinaison, et
- B. la charge totale sur l'ensemble du circuit.



Solution

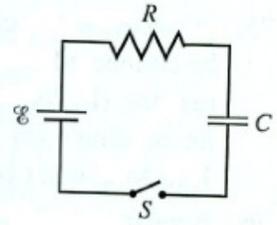
A. $C_{eq} = C_1 + \left(\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)^{-1} = 13.0 + \left(\frac{1}{8.10} + \frac{1}{22.0} \right)^{-1} = 18.9 \mu\text{F}$

B. $Q_{totale} = C_{eq} V = (18.9 \times 10^{-6})(12.0) = 227 \mu\text{C}$.

« de 12 V » ajouté à l'examen

Question 9. Circuit RC [2.0 points]

Un circuit RC contient une pile de 9.00 V en série avec un interrupteur, une résistance de 160 Ω et un condensateur de 21.0 μF . Si on ferme l'interrupteur à $t = 0.00$ s, calculez



- A. la charge sur le condensateur à $t = 4.00$ ms,
- B. la charge maximale du condensateur et
- C. le temps t (en ms) auquel la charge vaut 100 μC .

Solution

$$\text{A. } q = C\mathcal{E}\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) = (21 \times 10^{-6})(9.0)\left(1 - e^{-\frac{4 \times 10^{-3}}{(160)(21 \times 10^{-6})}}\right) = 131 \mu\text{C}$$

$$\text{B. } q_{\text{max}} = C\mathcal{E} = (21 \times 10^{-6})(9.0) = 189 \mu\text{C}$$

$$\text{C. } t = -RC \ln\left(1 - \frac{q}{q_{\text{max}}}\right) = -(160)(21 \times 10^{-6}) \ln\left(1 - \frac{100}{189}\right) = 2.53 \text{ ms}$$

**Bonne chance !
Marc de Montigny**