

PHYSQ 126 LEC B1 : Fluides, champs et radiation
Examen partiel 2 - Hiver 2013

Nom _____ **SOLUTIONS** _____

Numéro d'étudiant.e _____

Professeur Marc de Montigny

Horaire Mardi, 19 mars 2013, de 8h30 à 9h50

Lieu Local 366

Instructions

- Ce cahier contient **9 pages**. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen contient **15 points** et vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **8 questions**. Vous pouvez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée. Expliquez de façon claire et précise.
- 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 pour vos calculs. Je **ne le corrigerai pas, sauf** si vous m'indiquez de le faire.
- Matériel permis: crayon ou stylo, calculatrice (programmable et graphique permise). 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. Conservation de l'énergie [1.0 point]

Dans une vieille télévision à tube, un électron ($m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg) est accéléré par une différence de potentiel de 5400 V. Si l'électron part du repos, quelle sera sa vitesse finale après avoir traversé cette différence de potentiel? Si on doublait la différence de potentiel, est-ce que la vitesse finale doublerait aussi (aucun calcul requis)?

Solution

Conservation de l'énergie : $\frac{1}{2}mv_i^2 + qV_i = \frac{1}{2}mv_f^2 + qV_f$ devient $0 + 0 = \frac{1}{2}mv_f^2 - eV$, qui

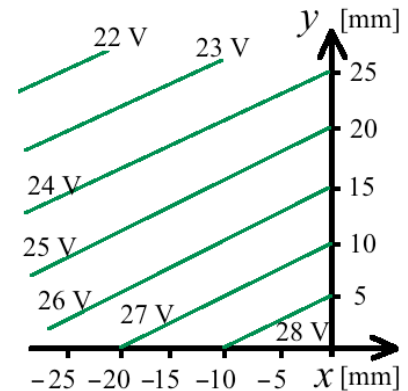
$$\text{donne } v_f = \sqrt{\frac{2eV}{m}} = \sqrt{\frac{2(1.6 \times 10^{-19})(5400)}{(9.11 \times 10^{-31})}} = 43.6 \times 10^6 \text{ m/s}$$

Non, car v n'est pas proportionnelle à V .

Question 2. Équipotentielles [3.0 points]

La figure ci-dessous illustre des droites équipotentielles dans le plan x - y . Les distances sont données en mm.

- Calculez les *composantes* E_x et E_y du champ électrique \mathbf{E} , en V/m.
- Quelle est la *grandeur* de \mathbf{E} ?
- Quel est l'angle entre \mathbf{E} et l'axe x ?
- Dessinez le vecteur \mathbf{E} sur la figure.
- Si une charge de $-6.00 \mu\text{C}$ est placée dans ce champ, quelle sera la force (*grandeur et direction*) sur cette charge ?



Solution

A. $E_x = -\frac{\Delta V}{\Delta x} = -\frac{(+1 \text{ V})}{(+10 \text{ mm})} = -100 \text{ V/m}$, $E_y = -\frac{\Delta V}{\Delta y} = -\frac{(-1 \text{ V})}{(+5 \text{ mm})} = +200 \text{ V/m}$

B. $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 224 \text{ V/m}$

C. $\tan \theta = \frac{E_y}{E_x}$ donne $\theta = 117^\circ$ (de la droite) ou 63.4° (de la gauche)

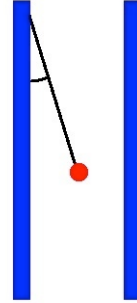
D. \mathbf{E} pointe vers la gauche et le haut, à 63.4° au-dessus de l'horizontale.

E. $\mathbf{F} = q\mathbf{E}$ donne $\mathbf{F} = 600 \mathbf{x} - 1200 \mathbf{y} \mu\text{N}$; grandeur $F = 1.34 \text{ mN}$, vers la droite et le bas, à 63.4° sous l'horizontale.

Question 3. Potentiel et champ électrique [3.0 points]

Considérez deux plaques verticales, séparées d'une distance d , auxquelles on applique une différence de potentiel V . Une petite sphère de charge positive Q et de masse m est attachée par une ficelle (masse négligeable) à la plaque de gauche.

- A. Quelle plaque a le potentiel le plus élevé ?
- B. Si la ficelle fait un angle de θ avec la plaque de gauche, quelle est la différence de potentiel V , exprimée en termes des variables m , Q , d et θ ?
- C. Si on donne $d = 1.80$ cm, $Q = 7.53$ μC , $m = 64.5$ g et $\theta = 29.0^\circ$, quelle est la valeur numérique de V ?
- D. Si la ficelle a une longueur $L = 2.50$ cm, pour quelle valeur de V la charge touchera-t-elle tout juste la plaque de droite ?



Solution

- A. **Plaque de gauche.** \mathbf{F}_E et \mathbf{E} vers la droite, donc V diminue vers la droite.
- B. $T \sin \theta = QE = Q \frac{V}{d}$, $T \cos \theta = mg$ donnent $\tan \theta = \frac{QV}{mgd}$ et $V = \frac{mgd}{Q} \tan \theta$.
- C. $V = \frac{mgd}{Q} \tan \theta = \frac{(0.0645)(9.81)(0.018)}{7.53 \times 10^{-6}} \tan 29 = 838$ V
- D. La sphère touche la plaque de droite si $d = L \sin \theta$. On trouve donc $V = \frac{mgd}{Q} \tan \left(\sin^{-1} \frac{d}{L} \right) = 1570$ V

Question 4. Condensateurs et diélectriques [1.5 point]

Les plaques d'un condensateur plan ont une surface égale à 5.60 cm^2 . On suppose que l'espace entre ces plaques est rempli de polychloroprène, de constante diélectrique égale à 6.70. La distance entre les plaques est de $5.14 \text{ }\mu\text{m}$.

- A. Quelle est la capacité C de ce condensateur ?
- B. Si les plaques sont branchées à une source de fém de 1.50 V, quelle est la charge électrique sur chaque plaque ?
- C. Quelle quantité d'énergie est alors entreposée dans ce condensateur ?

Solutions

A.
$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} = \frac{(6.7)(8.85 \times 10^{-12})(5.6 \times 10^{-4})}{5.14 \times 10^{-6}} = 6.46 \text{ nF}$$

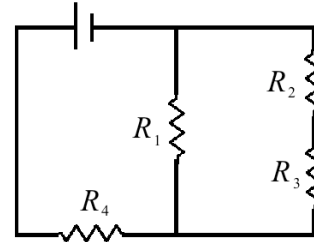
B.
$$Q = CV = (6.46 \times 10^{-9})(1.50) = 9.69 \text{ nC}$$

C.
$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} (6.46 \times 10^{-9})(1.50)^2 = 7.27 \text{ nJ}$$

Question 5. Circuits électriques [1.5 point]

Dans le circuit ci-dessous, une fém de 150 V est branchée à une combinaison de résistances. Prenez $R_1 = 1.50 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2.50 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 2.00 \text{ k}\Omega$ et $R_4 = 750 \Omega$.

- A. Quel courant passe par la résistance R_4 ?
- B. Quel courant passe par la résistance R_1 ?
- C. Quel courant passe par la résistance R_2 ?



Solution

A. Avec la notation R_{ab} = résistance équivalente à R_a et R_b , etc., nous avons

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 4500 \Omega, R_{123} = (R_1^{-1} + R_{23}^{-1})^{-1} = 1125 \Omega, R_{1234} = R_4 + R_{123} = 1875 \Omega.$$

Donc, on a $I_4 = \frac{\mathcal{E}}{R_{1234}} = 0.08 \text{ A} = 80.0 \text{ mA}$.

B. Comme $R_4 I_4 = 60 \text{ V}$, il reste $150 - 60 = 90 \text{ V}$ aux bornes de R_1 et R_{23} . Par conséquent le courant qui passe par R_1 est $\frac{90}{1500} = 0.06 \text{ A} = 60.0 \text{ mA}$.

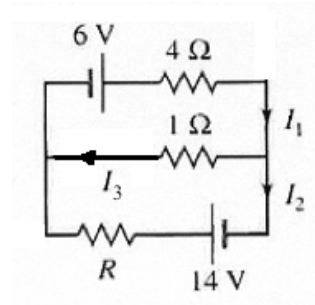
C. En soustrayant la réponse en B du courant total trouvé en A, on trouve $80 - 60 \text{ mA} = 20.0 \text{ mA}$.

On peut aussi répondre en utilisant les lois de Kirchhoff.

Question 6. Lois de Kirchhoff [1.5 point]

Considérez le circuit ci-dessous, composé de deux piles et de trois résistances.

- A. Quelle est la loi des noeuds, en termes des courant I_1 , I_2 et I_3 ?
- B. Quelle est la loi des mailles pour la boucle supérieure, en termes des courants, des résistances et des fém's données ?
- C. Même question pour la boucle inférieure.

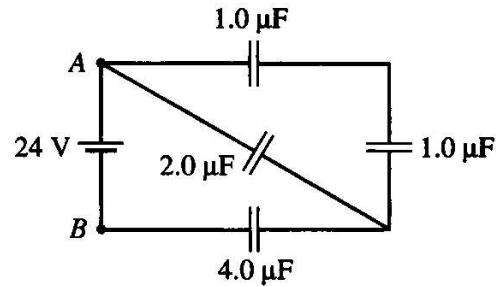


Solutions

- A. $I_1 - I_2 - I_3 = 0$
- B. $6 - 4I_1 - I_3 = 0$
- C. $14 - RI_2 + I_3 = 0$

Question 7. Combinaisons de condensateurs [1.5 point]

- A. Quelle est la capacité équivalente du système ci-dessous entre les points A et B ?
B. Quelle est la charge sur le condensateur de $4.0 \mu\text{F}$?



Solution

A. $C_{11}^{-1} = C_1^{-1} + C_1^{-1}$ donne $C_{11} = 0.5 \mu\text{F}$.

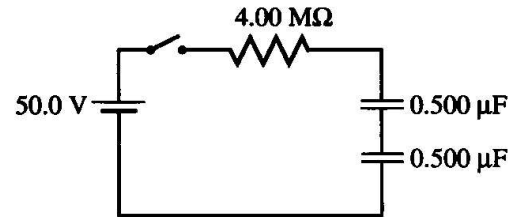
1+1 en parallèle avec 2 : $C_{112} = C_{11} + C_2$ donne $C_{112} = 2.5 \mu\text{F}$.

112 en série avec 4 : $C_{1124}^{-1} = C_{112}^{-1} + C_4^{-1}$ donne $C_{1124} = 1.53846 \mu\text{F}$. Donc $C_{\text{eq}} = 1.54 \mu\text{F}$.

B. $Q = C_{\text{eq}}V = (1.53846 \mu\text{C})(24 \text{ V}) = 36.9 \mu\text{C}$. Comme le condensateur $4.0 \mu\text{F}$ est en série dans C_{eq} , alors cette charge est égale à la charge aux bornes de $4.0 \mu\text{F}$.

Question 8. Circuits RC [2.0 points]

À $t = 0.00$ s, on branche deux condensateurs de $0.500 \mu\text{F}$ en série avec une pile de 50.0 V et une résistance de $4.00 \text{ M}\Omega$. Quelle sera la charge sur les deux condensateurs aux temps $t = 1.00$ s et $t = 3.00$ s ?



Solution

On utilise $q = C\varepsilon \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$ avec C équivalent aux 2 condensateurs en série, donc $C_{eq} =$

$0.25 \mu\text{F}$, de sorte que $C\varepsilon = 1.25 \times 10^{-5}$ C. On calcule $RC = 1$ s.

À 1 s : $q = 7.90 \mu\text{C}$

À 3 s : $q = 11.9 \mu\text{C}$

Bonne chance !
Marc de Montigny