

Nom

SOLUTIONS

Numéro d'étudiant

Professeur

Marc de Montigny

Date

Mardi 24 mars 2020, de 8h30 à 11h

Local

En ligne. Les questions seront envoyées par courriel et affichées sur le web.

INSTRUCTIONS

- Cet examen contient 5 pages. Écrivez-y directement vos réponses (si vous le faites imprimer) ou répondez sur des feuilles séparées. Vous devrez scanner ou prendre des photos que vous m'enverrez par courriel avant 11 h selon l'horloge de gmail.
- L'examen contient 20 points et il vaut 20% de la note finale du cours.
- L'examen contient 7 questions. À l'exception de la Question 1, vous pourrez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée. Expliquez de façon claire et précise.
- Examen à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire (une feuille recto-verso) que vous aurez complété. Vous perdrez 5/20 si vous y avez inclus des solutions ou ne retournez pas votre aide-mémoire avec l'examen.
- Attestez-vous que l'examen sera fait sans discussion ni accès à des ressources? oui non
- Si l'examen est sur feuilles séparées, veuillez ajouter une phrase semblable à "J'atteste que j'ai fait l'examen sans discussion ni accès à des ressources".
- Matériel permis: aide-mémoire, crayons ou stylos, calculatrice. Tout autre appareil électronique ou moyen de communication est interdit. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.
- Je serai disponible par email pendant l'examen.

Si quelque chose n'est pas clair, demandez-moi de clarifier!

Question 1. Potentiel électrique [1.5 point]

Dans un champ électrique statique, on donne que le potentiel électrique est plus élevé au point A qu'au point B. Lequel des énoncés ci-dessous est vrai? [Pas de points partiels.]

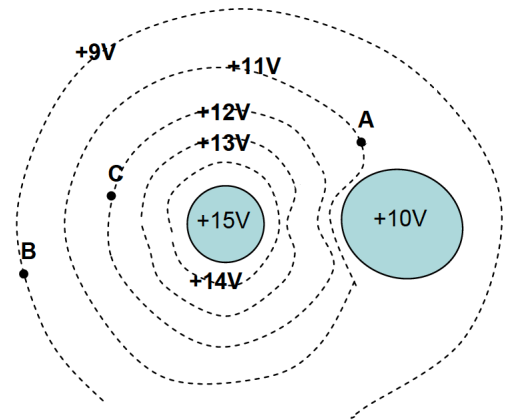
- (a) Une charge test positive subira une plus grande force électrique en A qu'en B.
- (b) Une charge test négative subira une plus grande force électrique en A qu'en B.
- (c) Une charge test positive aura une plus grande énergie potentielle en A qu'en B.
- (d) Une charge test négative aura une plus grande énergie potentielle en A qu'en B.
- (e) Aucune de ces réponses.

Réponse: (c) car $\Delta U = q\Delta V$

Question 2. Équipotentiels électriques [3.0 points]

Deux conducteurs génèrent les lignes équipotentiels montrées ci-dessous.

- (a) Montrez par des flèches la direction et la grandeur approximative des champs électriques \mathbf{E} aux points A, B et C. **Si vous répondez sur une feuille séparée, ne tracez que chaque point et sa flèche.**
- (b) Pour une charge négative, quel point, parmi A, B et C, a la plus grande énergie potentielle?
- (c) Si on place une charge négative au point A, dans quelle direction la force électrique agira-t-elle?
- (d) Quel travail externe est requis pour déplacer une charge test de $+2 \mu\text{C}$ du point B au point C?



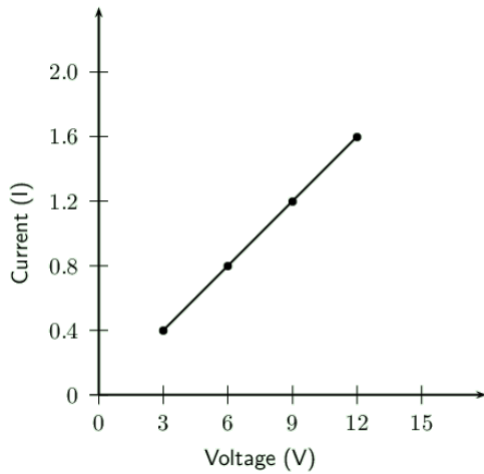
Réponses

- (a) A vers la droite, B et C vers la gauche \perp aux lignes, avec $E_A < E_B < E_C$.
- (b) B
- (c) Vers la gauche opposée au champ \mathbf{E} qui pointe vers la droite.
- (d) $W_{ext} = q(V_C - V_B) = 2 \times 10^{-6}(12 - 9) = 6 \times 10^{-6} = +6 \mu\text{J}$

suite à la page suivante...

Question 3. Loi d'Ohm [2.5 points]

Le graphique ci-dessous montre le courant, en ampères, mesuré dans une résistance en fonction de la différence de potentiel, en volts, appliquée à cette résistance. Quelle est la valeur de la résistance R ?



Solution

Loi d'Ohm $V = RI$ donne $I = \frac{V}{R}$ de sorte que la pente de I en fonction de V vaut $\frac{1}{R}$ (et non R).
Pente = $\frac{1.6-0.4}{12-3} = 0.1333$ et $R = \text{pente}^{-1} = \boxed{7.5 \text{ ohms}}$

Question 4. Puissance [3.0 points]

Une pile de fém $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$ est branchée en série à deux résistances, avec $R_1 = 23 \Omega$ et $R_2 = 1.0 \Omega$.

- (a) Quelle est la puissance totale fournie par la pile?
- (b) Quelle est la puissance dissipée dans R_1 ?
- (c) Et la puissance dissipée dans R_2 ?

Solutions

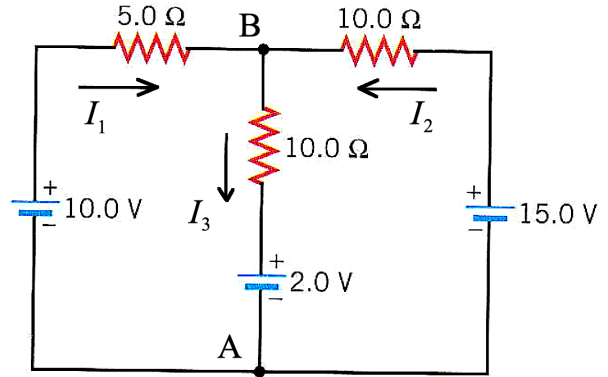
- (a) $P = \mathcal{E}I$ avec $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1+R_2} = 0.5 \text{ A}$, d'où $P = (12)(0.5) = \boxed{6 \text{ watts}}$
- (b) $P = R_1 I^2 = (23)(0.5)^2 = \boxed{5.75 \text{ watts}}$
- (c) $P = R_2 I^2 = (1)(0.5)^2 = \boxed{0.25 \text{ watt}}$

suite à la page suivante...

Question 5. Lois de Kirchhoff [5.0 points]

À l'aide des lois de Kirchhoff,

- (a) calculez les courants définis, I_1 , I_2 et I_3 , dans chaque résistance, et
(b) en prenant $V_A = 0$ V, déterminez la valeur de V_B .



Solutions

- (a) Avec trois courant, on a besoin de trois équations distinctes. Prenons

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1)$$

$$10 - 5I_1 - 10I_3 - 2 = 0 \quad (2)$$

$$15 - 10I_2 - 10I_3 - 2 = 0. \quad (3)$$

Il y a plusieurs façons de résoudre ces équations. Si on soustrait la 2ème équation de la 3ème:

$$5I_1 - 10I_2 + 5 = 0 \quad (4)$$

et on multiplie l'équation (1) par 10 et on en soustrait l'équation (3):

$$10I_1 + 20I_2 - 13 = 0. \quad (5)$$

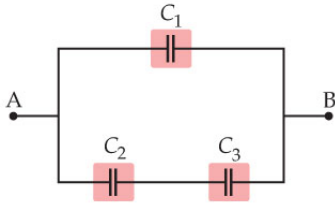
On multiplie l'équation (4) par 2 et on additionne l'équation (5): $20I_1 = 3$ d'où $I_1 = 0.15$ A. On remplace cette valeur dans (5) qui donne $20I_2 - 11.5 = 0$ et $I_2 = 0.575$ A. Finalement l'équation (1) donne $I_3 = 0.15 + 0.575 = 0.725$ A. En résumé, $I_1 = 0.15$ A, $I_2 = 0.575$ A, $I_3 = 0.725$ A

- (b) Si $V_A = 0$ A alors à V_B on a $10 - 5 \times 0.15 = 9.25$ V

suite à la page suivante...

Question 6. Combinaison de condensateurs [2.0 points]

Quelle est la capacité équivalente entre les points A et B pour la combinaison de condensateurs ci-dessous, avec $C_1 = 15 \mu\text{F}$, $C_2 = 9.9 \mu\text{F}$ et $C_3 = 27 \mu\text{F}$?



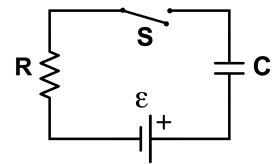
Solution

$$C_{eq} = C_1 + (C_2^{-1} + C_3^{-1})^{-1} = 15 + (9.9^{-1} + 27^{-1})^{-1} = \boxed{22 \mu\text{F}}$$

Question 7. Circuit RC [3.0 points]

On branche une fém de $\mathcal{E} = 3.5 \text{ V}$ en série avec une résistance de $R = 9.8 \text{ k}\Omega$, un condensateur de $C = 8.2 \mu\text{F}$ et un interrupteur S . Initialement, le condensateur n'est pas chargé. À $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

- (a) Quelle est la charge maximale de ce circuit?
- (b) À quel temps t la charge vaut-elle $2.0 \mu\text{C}$?
- (c) Quelle est la charge à $t = 30 \text{ ms}$?



Solutions

(a) $Q_{max} = C\mathcal{E} = (8.2 \times 10^{-6})(3.5) = 28.7 \times 10^{-6} \approx \boxed{29 \mu\text{C}}$

(b) De $Q = C\mathcal{E} [1 - \exp(-\frac{t}{RC})]$ on trouve

$$t = -RC \ln \left(1 - \frac{Q}{C\mathcal{E}} \right) = -(9800)(8.2 \times 10^{-6}) \ln \left(1 - \frac{2}{28.7} \right) = \boxed{5.8 \text{ ms}}$$

(c) La constante de temps $RC = 80.4 \text{ ms}$. La charge vaut

$$Q = C\mathcal{E} \left[1 - \exp \left(-\frac{t}{RC} \right) \right] = (28.7 \mu\text{C}) \left[1 - \exp \left(-\frac{0.030}{0.0804} \right) \right] = \boxed{8.9 \mu\text{C}}$$

Bonne chance!