

CC3
Électromagnétisme
26 Janvier 2023 — PréIng2

Durée : 1h30 (2h en cas de tiers temps)

Sont interdits :

- les documents ;
- tous les objets électroniques (calculatrice, téléphone, tablette, ordinateur...) de même que les montres connectées ;
- les déplacements et les échanges.

Consignes :

1. Vérifiez que le sujet est composé de ? pages et ? questions ;
2. Seules les dernières feuilles doivent être rendues ;
3. Les questions à rédiger, sur les dernières feuilles, sont indiquées par une icône ♣ ;
4. Remplir complètement au stylo noir la case correspondant à la bonne réponse ;
5. Complétez avec vos nom, prénom et groupe cette dernière feuille dès le début officiel de l'épreuve ;
6. Chaque question ne comporte qu'une seule réponse ;
7. Il n'y a pas de point négatif pour une mauvaise réponse ;
8. Une case simplement cochée ne sera pas comptabilisée.

Le barème est donné à titre indicatif.

Questions de cours (5 points)

Question 1 (1 point) La loi de Biot et Savart permet de calculer le champ magnétique \vec{B} , pour une distribution linéique de courant. Elle s'énonce :

$\vec{B} = \oint_{\Gamma} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge \overrightarrow{PM}}{PM^3}$

$\vec{B} = \oint_{\Gamma} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge \overrightarrow{MP}}{MP^2}$

$\vec{B} = \oint_{\Gamma} \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \wedge \overrightarrow{PM}}{PM^2}$

Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 2 (1 point) Le théorème d'Ampère relie le *champ magnétique* \vec{B} et l'*intensité* des courants I_i (comptés algébriquement) qui traversent toute surface ouverte S , s'appuyant sur un contour Γ (le long duquel \vec{B} est constant) . Il s'énonce :

$\oint_{\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_i I_i$

$\oint_{\Gamma} \vec{B} \wedge d\vec{l} = \mu_0 \sum_i I_i$

$\oiint_{\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_i I_i$

$\oiint_{\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{S} = \mu_0 \sum_i I_i$

Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 3 (1 point) Soient la densité de courant \vec{j} et la densité volumique de charges ρ , l'équation locale de conservation de la charge électrique s'écrit alors :

$\text{div } \vec{j} - \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

$\text{div } \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

$\text{div } \vec{j} + \varepsilon_0 \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

Aucune de ces réponses n'est correcte.

$\text{div } \vec{j} - \varepsilon_0 \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

Question 4 (1 point) Le champ électromagnétique est solution des quatre équations de Maxwell suivantes :

$\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} ; \text{div } \vec{B} = 0 ; \overrightarrow{\text{rot}} \vec{E} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} ; \overrightarrow{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

$\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} ; \text{div } \vec{B} = 0 ; \overrightarrow{\text{rot}} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} ; \overrightarrow{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

$\text{div } \vec{E} = \rho ; \text{div } \vec{B} = 0 ; \overrightarrow{\text{rot}} \vec{E} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} ; \overrightarrow{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 5 (1 point) La loi d'Ohm locale, pour un conducteur de conductivité γ , s'écrit :

$\vec{j} = \gamma^2 \vec{E}$

$\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\gamma}$

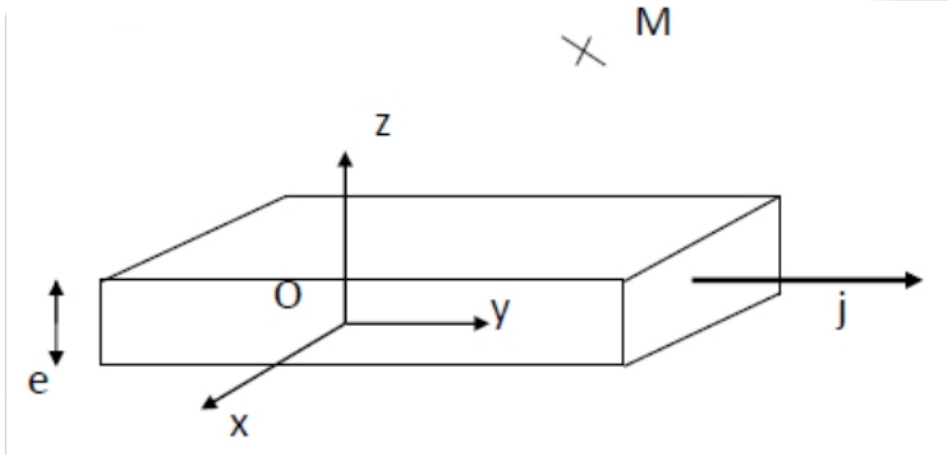
$\vec{j} = \gamma \vec{E}$

Aucune de ces réponses n'est correcte.

Pavé infini (2 points)

Un pavé d'épaisseur e et de dimensions infinies, est parcouru par un courant uniforme et constant, de vecteur densité de courant \vec{j} constant, comme détaillés sur la figure ci-dessous. On choisit un système orthogonal direct d'axes cartésiens $Oxyz$. Le plan Oxy est le plan médian du pavé; l'axe Oz est perpendiculaire à ses faces.

Le courant uniforme circule dans le sens de l'axe (Oy) orienté. La base d'étude est la base de coordonnées cartésiennes : $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$.



Soit \vec{B} , le champ magnétique créé par cette distribution de courants en tout point $M(x, y, z)$ de l'espace.

Question 6 (1 point) En cherchant les plans de symétrie et d'antisymétrie du champ magnétique, on trouve que :

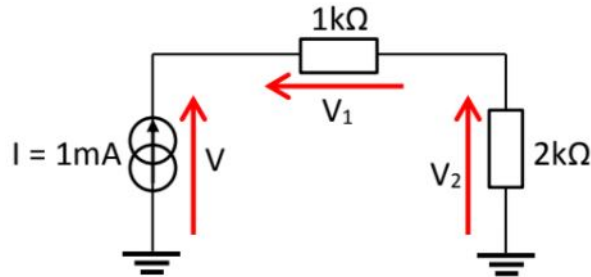
- | | |
|--|---|
| <p><input type="checkbox"/> A Le champ magnétique $\vec{B}(M)$ est perpendiculaire au plan parallèle à (xOz) en M.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> B Le champ magnétique $\vec{B}(M)$ est perpendiculaire au plan (yOz) en M.</p> | <p><input type="checkbox"/> C Le plan parallèle au plan (yOz) en M est un plan d'antisymétrie.</p> <p><input type="checkbox"/> D Le plan parallèle au plan (xOz) en M est un plan de symétrie.</p> <p><input type="checkbox"/> E Aucune de ces réponses n'est correcte.</p> |
|--|---|

Question 7 (1 point) En regardant les invariances, le vecteur champ magnétique \vec{B} s'écrit alors :

- | | |
|--|--|
| <p><input checked="" type="checkbox"/> A $\vec{B} = B(z)\vec{u}_x$</p> <p><input type="checkbox"/> B $\vec{B} = B(z)\vec{u}_y$</p> | <p><input type="checkbox"/> C $\vec{B} = B(x, y)\vec{u}_z$</p> <p><input type="checkbox"/> D $\vec{B} = B(x, y)\vec{u}_x$</p> <p><input type="checkbox"/> E Aucune de ces réponses n'est correcte.</p> |
|--|--|

Électrocinétique (4 points)

Soit le circuit suivant composé d'un générateur de courant ($I = 1 \text{ mA}$) et de deux résistances $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$.



Question 8 (1 point) La loi des mailles reliant les tensions dans ce circuit s'écrit :

A $V = V_1 - V_2$

C $V + V_1 + V_2 = 0$

B $V = V_1 + V_2$

D Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 9 (1 point)

A $V = \frac{I}{R_1} - \frac{I}{R_2}$

C $V = \frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2}$

B $V = R_1 I + R_2 I$

D $V = R_1 I - R_2 I$

E Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 10 (1 point) La valeur de la tension V aux bornes du générateur de courant vaut alors :

A $V = 3 \text{ kV}$

E $V = 2 \text{ kV}$

B $V = 0,5 \text{ V}$

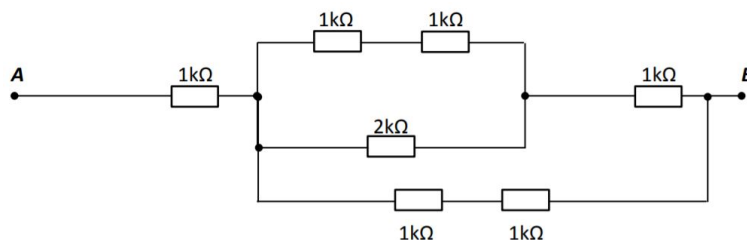
F $V = 1,5 \text{ V}$

C $V = 3 \text{ V}$

G Aucune de ces réponses n'est correcte.

D $V = 2 \text{ V}$

Question 11 (1 point) Soit le réseau de résistances suivant :



La valeur de la résistance équivalente notée R_{AB} entre A et B est :

A $R_{AB} = 1 \text{ k}\Omega$

D $R_{AB} = 2,5 \text{ k}\Omega$

B $R_{AB} = 1,5 \text{ k}\Omega$

E Aucune de ces réponses n'est correcte.

C $R_{AB} = 2 \text{ k}\Omega$

Fil infini (5 points)

On considère un fil rectiligne de longueur infinie, parcouru par un courant constant I . On prend le fil comme axe (Oz).

On repère un point M de l'espace par ses coordonnées cylindriques (r, θ, z) . La base d'étude est la base de coordonnées cylindriques : $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$. On va chercher l'expression du champ magnétique \vec{B} généré par ce fil au point M .

Question 12 (1 point) Dans la base de coordonnées cylindriques, en regardant les invariances, le vecteur champ magnétique \vec{B} ne dépend que de :

A θ

r

B z

E Aucune de ces réponses n'est correcte.

C φ

Question 13 (1 point) Dans la base de coordonnées cylindriques, en utilisant les symétries, le vecteur champ magnétique \vec{B} est de la forme :

A $\vec{B} = B(\theta)\vec{u}_\theta$

D $\vec{B} = B(r)\vec{u}_r$

$\vec{B} = B(r)\vec{u}_\theta$

E Aucune de ces réponses n'est correcte.

C $\vec{B} = B(r)\vec{u}_z$

Question 14 (1 point) En utilisant le théorème d'Ampère, on peut écrire le vecteur champ magnétique \vec{B} :

A $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{\pi r} \vec{u}_r$

$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{u}_\theta$

B $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{\pi r} \vec{u}_\theta$

D $\vec{B} = \frac{2\mu_0 I}{\pi r} \vec{u}_z$

E Aucune de ces réponses n'est correcte.

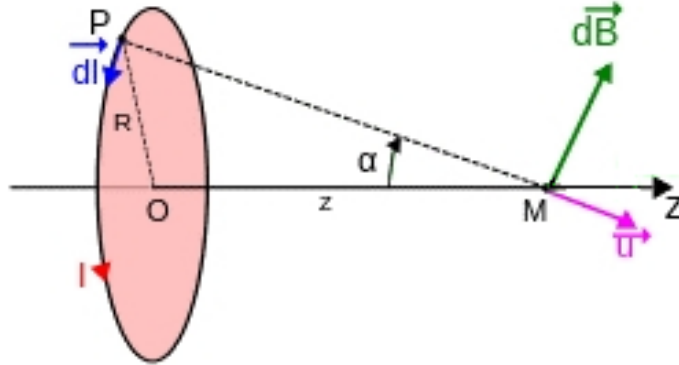
Question 15 ♣ (2 points) Détailler les calculs permettant d'obtenir l'expression du champ magnétique \vec{B} .

Spire (6 points)

Une spire de centre O et de rayon R est parcourue par un courant d'intensité I constante.

On repère un point M de l'espace par ses coordonnées cylindriques (r, θ, z) . La base d'étude est la base de coordonnées cylindriques : $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$.

On cherche à calculer le champ magnétique \vec{B} (direction, sens et module) créé en un point M de l'axe de révolution de cette spire.



Question 16 (1 point) Du fait des invariances, le champ magnétique \vec{B} ne dépend que de :

- A r
 B φ
 C θ

- z
 E Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 17 (1 point) Du fait des symétries, le champ magnétique \vec{B} est de la forme :

- A $\vec{B} = B(\theta)\vec{u}_\theta$
 B $\vec{B} = B(r)\vec{u}_r$
 C $\vec{B} = B(r)\vec{u}_z$

- $\vec{B} = B(z)\vec{u}_z$
 E Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 18 (2 points) Par intégration en utilisant la loi de Biot et Savart, en tout point de son axe, à une distance z , le champ magnétique \vec{B} s'écrit :

- A $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{\pi r} \sin^3(\alpha)\vec{u}_\theta$
 B $\vec{B} = \frac{2\mu_0 I}{\pi r} \sin^3(\alpha)\vec{u}_z$

- $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \sin^3(\alpha)\vec{u}_z$
 D $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{\pi r} \sin^3(\alpha)\vec{u}_r$

- E Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 19 ♣ (2 points) Détailler les calculs permettant d'obtenir l'expression du champ magnétique \vec{B} .

CORRECTION

Nom et prénom :

.....

.....

Groupe :

Les réponses ne doivent être apportées que sur cette feuille.

La copie ne sera corrigée que si :

- elle comporte vos nom, prénom et groupe ;
- les cases sont complètement coloriées avec un stylo noir ;
- la feuille réponse ne comporte pas de ratures.

Question 1 : B C D

Question 2 : B C D E

Question 3 : A B C E

Question 4 : A C D

Question 5 : A C D

Question 6 : A C D E

Question 7 : B C D E

Question 8 : A C D

Question 9 : A C D E

Question 10 : A B D E F G

Question 11 : A B D E

Question 12 : A B C E

Question 13 : A C D E

Question 14 : A B D E

Question 16 : A B C E

Question 17 : A B C E

Question 18 : A B D E

Question 19 :



A large rectangular frame containing 18 horizontal dotted lines for writing.

CORRECTION

Feuille supplémentaire - (indiquer le numéro de la question rédigée)

