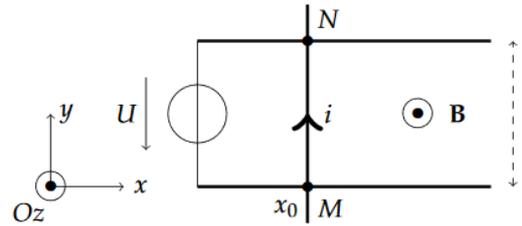


Révisions électromagnétisme : champs et induction .

Partie I - :



On considère des rails de Laplace, conducteurs et de résistance négligeable, distants de l , disposés selon un plan horizontal. Une barre rigide MN conductrice, de résistance $R = 10 \text{ k}\Omega$ et de masse linéique ρ_l , est assujettie à rester perpendiculaire aux deux rails. Elle peut se déplacer sans frottement, selon un mouvement de translation rectiligne, le long des rails. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique $\mathbf{B} = B_0 \mathbf{e}_z$ externe uniforme et une tension constante U (cf. Fig 2). On notera i l'intensité (éventuellement variable) du courant électrique qui circule dans le circuit.

Dans ce problème, on désigne par (x, y, z) les coordonnées cartésiennes et $(\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z)$ les trois vecteurs unitaires de la base correspondantes. L'origine du repère est un point O quelconque. On note x_0 la position initiale de la barre.

Les caractères gras désigne des vecteurs .

- 1- En vous appuyant sur la figure ci-dessus, déterminer à tout instant, le vecteur force de Laplace \mathbf{F}_L .
 A. $\mathbf{F}_L = ilB_0 \mathbf{e}_x$ B. $\mathbf{F}_L = -ilB_0 \mathbf{e}_x$ C. $\mathbf{F}_L = ilB_0 \mathbf{e}_y$ D. $\mathbf{F}_L = -ilB_0 \mathbf{e}_y$

- 2- Donner l'équation du mouvement de la barre.
 A. $\ddot{x} = -i \frac{B_0}{\rho_l}$ B. $\ddot{x} = -i \rho_l B_0$ C. $\ddot{x} = -ilB_0$ D. $\ddot{x} = i \frac{B_0}{\rho_l}$

- 3- Le déplacement de la tige provoquée par la force de Laplace génère un phénomène d'induction dans le circuit. Quelle est la force électromotrice e_{in} correspondante ?
 A. $e_{in} = -lB_0 \dot{x}$ B. $e_{in} = lB_0 \dot{x}$ C. $e_{in} = -ilB_0 \dot{x}$ D. $e_{in} = ilB_0 \dot{x}$

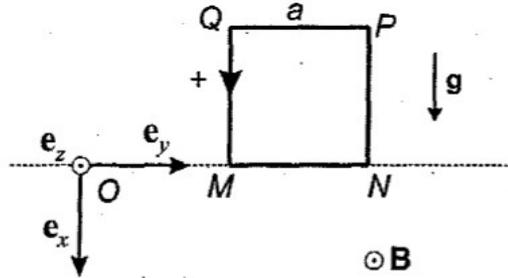
- 4- Quelle relation entre \dot{x} , i et U peut-on déduire de la question qui précède ?
 A. $B_0 l \dot{x} + Ri = -U$ B. $B_0 l \dot{x} - Ri = U$ C. $B_0 l \dot{x} + Ri = U$ D. $-B_0 l \dot{x} + Ri = U$

- 5- Déduire de ce qui précède l'équation différentielle décrivant l'évolution de i dans le circuit, puis celle décrivant l'évolution de la vitesse $v = \dot{x}$ de la barre.

- A. $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = 0$ et $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = \frac{B_0 U}{\rho_l R}$ avec $\tau = \frac{\rho_l R}{l B_0^2}$
 B. $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = 0$ et $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = \frac{B_0 l U}{\rho_l R}$ avec $\tau = \frac{\rho_l R}{l^2 B_0^2}$
 C. $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = 0$ et $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = \frac{\rho_l R}{B_0 U}$ avec $\tau = \frac{l B_0^2}{\rho_l R}$
 D. $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = 0$ et $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = \frac{\rho_l R}{B_0 l U}$ avec $\tau = \frac{l^2 B_0^2}{\rho_l R}$

Partie II :

Un cadre $MNPQ$ sur lequel est enroulé un circuit fermé constitué de $n = 100$ spires conductrices carrées de côtés $a = 10 \text{ cm}$, est placé verticalement de telle sorte qu'à l'instant initial, l'abscisse x de M soit nulle (Fig. ci-après). Le circuit a une résistance totale $R = 10 \Omega$ et un coefficient d'autoinduction $L = 10 \text{ mH}$. On applique dans le demi-espace $x > 0$, un champ magnétique uniforme et stationnaire $\mathbf{B} = B_0 \mathbf{e}_x$ où $B_0 = 0,5 \text{ T}$. Le cadre, initialement abandonné sans vitesse initiale dans le champ de pesanteur $\mathbf{g} = g_0 \mathbf{e}_x$ où $g_0 = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, pénètre dans la région où le champ magnétique est appliqué. On néglige l'influence des frottements de l'air sur le mouvement du cadre et on adopte comme convention d'orientation algébrique du circuit, le sens direct. On se limite à l'étude du mouvement du cadre correspondant à l'immersion partielle de ce dernier dans le champ magnétique. La masse totale du système est $m = 200 \text{ g}$.



1-

Exprimer la force électromotrice induite e dans le circuit :

- A) $e = n^2 B_0 a \dot{x}$ B) $e = 0$ C) $e = -n B_0 a \dot{x}$ D) $e = n B_0 \frac{x^2 \dot{x}}{a}$

2-

Exprimer la résultante des forces de Laplace \mathbf{F}_L , en fonction de l'intensité du courant induit i :

- A) $\mathbf{F}_L = n B_0 a i \mathbf{e}_x$ B) $\mathbf{F}_L = -n^2 B_0 a i \mathbf{e}_x$ C) $\mathbf{F}_L = -B_0 a i \mathbf{e}_x$ D) $\mathbf{F}_L = 0$

3-

En désignant par $v_x = \dot{x}$ la vitesse de translation du cadre, l'équation différentielle du mouvement s'écrit :

$$\frac{d^2 v_x}{dt^2} + \frac{1}{\tau} \frac{dv_x}{dt} + \omega_0^2 v_x = \frac{g}{\tau}$$

Calculer τ :

- A) $\tau = 1 \text{ ms}$ B) $\tau = 1 \text{ s}$ C) $\tau = 2 \text{ s}$ D) $\tau = 16 \text{ min } 40 \text{ s}$

4-

Exprimer ω_0 :

- A) $\omega_0 = \frac{n B_0 a}{(mL)^{1/2}}$ B) $\omega_0 = \frac{n B_0 x^2}{a(mL)^{1/2}}$ C) $\omega_0 = \frac{n^2 B_0 a}{(mL)^{1/2}}$ D) $\omega_0 = \frac{B_0 a}{(mL)^{1/2}}$

5-

On néglige l'autoinduction dans le circuit. L'équation du mouvement devient alors :

$$\frac{dv_x}{dt} + \frac{1}{\tau'} v_x = g$$

Exprimer τ' :

- A) $\tau' = \frac{mR}{n^2 B_0^2 a^2}$ B) $\tau' = \frac{L}{R}$ C) $\tau' = (mL)^{1/2} n B_0 a$ D) $\tau' = \frac{mR}{B_0^2 a^2}$

6- Calculer la vitesse limite v_l vers laquelle le cadre tend dans cette phase de mouvement :

- A) $v_l = 8 \text{ mm.s}^{-1}$ B) $v_l = 80 \text{ mm.s}^{-1}$ C) $v_l = 0,8 \text{ m.s}^{-1}$ D) $v_l = 8 \text{ m.s}^{-1}$

7- Question non qcm : établir le bilan de puissance .

Partie II :

Dans un repère galiléen $\mathcal{R} = (O, xyz)$, on considère un solénoïde infini d'axe Oz , de rayon R , et constitué de n spires par unité de longueur. On s'intéresse au champ magnétique $\vec{B}(M)$ créé par le système en un point M quelconque de l'espace. Le solénoïde est parcouru par un courant d'intensité constante I , dans le sens du vecteur $+\vec{e}_\varphi$ de la base cylindrique $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z)$ associée à M .

- 1-
A) Le plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi)$ est un plan de symétrie de la distribution.
B) Le plan $(M, \vec{e}_\rho, \vec{e}_z)$ est un plan de symétrie de la distribution.
C) Le plan $(M, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z)$ est un plan de symétrie de la distribution.
D) Le plan $(M, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$ est un plan de symétrie de la distribution.

2- Le contour d'Ampère choisi pour déterminer $\vec{B}(M)$ à l'aide du théorème d'Ampère est :

- A)** Un cercle d'axe Oz , de rayon ρ .
B) Un cylindre d'axe Oz , de rayon ρ et de longueur h .
C) Un rectangle $PQRS$, de longueur $PQ = SR = h$, de côté $QR = SP = \rho$, s'appuyant sur Oz .
D) Un rectangle $PQRS$, de longueur $PQ = SR = h$, tel que la distance de S et R à l'axe Oz est ρ , et celle de P et Q à l'axe Oz est $\rho' > R$.

3- Le champ magnétique étant nul à l'extérieur du solénoïde, l'application du théorème d'Ampère permet de déterminer la valeur algébrique B de $\vec{B}(M)$ en tout point M à l'intérieur du solénoïde.

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| A) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi\rho}$ | B) $B = \frac{\mu_0 nI}{2\pi\rho}$ |
| C) $B = \mu_0 nI$ | D) $B = \frac{\mu_0 I}{\pi\rho^2}$ |

On considère maintenant un solénoïde infini épais, de rayon intérieur R_1 et de rayon extérieur R_2 , constitué de n spires par unité de longueur suivant l'axe Oz du solénoïde, et m couches de spires par unité de longueur entre R_1 et R_2 . Le solénoïde est parcouru par un courant d'intensité constante I , dans le sens $+\vec{e}_\varphi$. On s'intéresse aux mesures algébriques du champ magnétostatique $\vec{B}(M)$ et du potentiel vecteur associé $\vec{A}(M)$ dans les trois zones de l'espace $\rho < R_1$, $R_1 < \rho < R_2$ et $\rho > R_2$.

- 4-
A- $B(\rho < R_1) = \frac{\mu_0 nmI}{2\pi\rho}$ **B-** $B(\rho < R_1) = \mu_0 nm (R_2 - R_1) I$
C) $B(\rho < R_1) = \mu_0 nI (R_2 - R_1)$ **D)** $B(\rho < R_1) = \frac{\mu_0 nmI}{2\pi\rho} (R_2 - R_1)$

5-

$$\text{A) } B(R_1 < \rho < R_2) = \frac{\mu_0 n m I}{2\pi \rho} (R_2 - \rho)$$

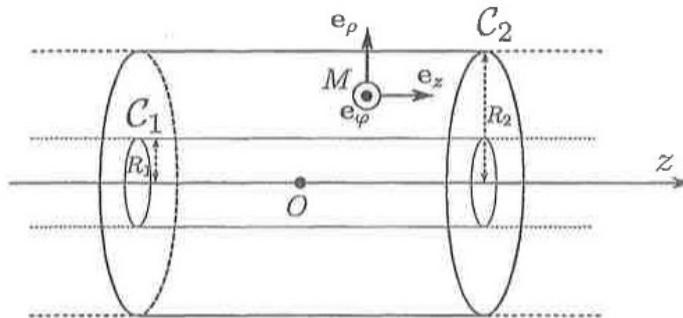
$$\text{B) } B(\rho > R_2) = 0$$

$$\text{C) } B(R_1 < \rho < R_2) = \mu_0 n m I (R_2 - \rho)$$

$$\text{D) } B(\rho > R_2) = \frac{\mu_0 n m I}{2\pi R_2} (R_2 - R_1)$$

Partie III :

Un conducteur cylindrique creux C_1 , de rayon R_1 , d'épaisseur négligeable et d'axe de symétrie de révolution Oz est placé à l'intérieur d'un second conducteur cylindrique creux C_2 de rayon $R_2 > R_1$, d'épaisseur négligeable et de même axe de symétrie de révolution Oz (Fig. ci-après). On néglige les effets de bord, ce qui revient à supposer que les deux conducteurs sont infiniment longs. On désigne par ϵ_0 la permittivité du vide et par μ_0 la perméabilité magnétique du vide. On repère la position d'un point M en coordonnées cylindriques ρ, φ, z de base locale e_ρ, e_φ, e_z .



1-

Le conducteur C_1 porte une charge électrique uniformément répartie à sa surface que l'on caractérise par la charge surfacique σ . Chaque tronçon cylindrique du système $C_1 + C_2$ d'épaisseur dz est électriquement neutre. Quelle charge surfacique σ' uniforme porte le conducteur C_2 ?

$$\text{A) } \sigma' = -\sigma$$

$$\text{B) } \sigma' = -\frac{R_1}{R_2} \sigma$$

$$\text{C) } \sigma' = -\frac{R_2}{R_1} \sigma$$

$$\text{D) } \sigma' = -\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \sigma$$

2-

Que vaut le champ électrique \mathbf{E} en M ?

$$\text{A) } \mathbf{E} = \frac{R_1 \sigma}{\epsilon_0 r} \mathbf{e}_\rho \quad \text{si } R_1 < r < R_2$$

$$\text{C) } \mathbf{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \mathbf{e}_\rho \quad \text{si } R_1 < r < R_2$$

$$\text{B) } \mathbf{E} = -\frac{R_1 \sigma}{\epsilon_0} \mathbf{e}_\varphi \quad \text{si } r > R_2$$

$$\text{D) } \mathbf{E} = \mathbf{0} \quad \text{si } r > R_2$$

3-

Que vaut l'énergie électrique \mathcal{E}_e de la portion du système $C_1 + C_2$ contenue entre deux plans parallèles et orthogonaux à l'axe Oz séparés d'une distance L ?

$$\text{A) } \mathcal{E}_e = \frac{\pi R_2^2 \sigma^2 L}{\epsilon_0} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\text{C) } \mathcal{E}_e = \frac{\pi R_1^2 \sigma^2 L}{\epsilon_0} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\text{B) } \mathcal{E}_e = \frac{\pi R_1^2 \sigma^2 L}{\epsilon_0}$$

$$\text{D) } \mathcal{E}_e = \frac{\pi R_1^2 \sigma^2 L}{\epsilon_0 \ln(R_2/R_1)}$$

4-

Quelle est l'expression de la capacité linéique C_l (capacité par unité de longueur le long de l'axe Oz) du système $C_1 + C_2$?

$$\text{A) } C_l = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln(R_2/R_1)}$$

$$\text{B) } C_l = 2\pi\epsilon_0 \ln \frac{R_2}{R_1}$$

$$\text{C) } C_l = \frac{\epsilon_0 \pi R_1^2}{R_2 - R_1}$$

$$\text{D) } C_l = \frac{2\pi\epsilon_0 R_2}{R_1}$$

5-

Le conducteur C_1 est parcouru par un courant stationnaire d'intensité I , algébriquement orienté dans le sens croissant de l'axe Oz . Le conducteur C_2 est, lui, parcouru par un courant opposé $I' = -I$. Le système $C_1 + C_2$ est invariant par rotation autour de l'axe Oz . Que vaut le champ magnétique B en un point M de l'espace?

A) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} e_\rho$ si $R_1 < r < R_2$

C) $B = \frac{\mu_0 I}{r} e_\varphi$ si $R_1 < r < R_2$

B) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} e_\varphi$ si $r > R_2$

D) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} e_\varphi$ si $r < R_1$

6-

Exprimer l'énergie magnétique \mathcal{E}_m de la portion du système $C_1 + C_2$ contenue entre deux plans parallèles et orthogonaux à l'axe Oz séparés d'une distance L ?

A) $\mathcal{E}_m = \frac{\mu_0 I^2 L}{4\pi}$

C) $\mathcal{E}_m = \mu_0 I^2 L$

B) $\mathcal{E}_m = \frac{\mu_0 I^2 L}{4\pi \ln(R_2/R_1)}$

D) $\mathcal{E}_m = \frac{\mu_0 I^2 L}{4\pi} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$

7-

Quelle est l'expression de l'inductance linéique L_l (inductance par unité de longueur le long de l'axe Oz) du système $C_1 + C_2$?

A) $L_l = \frac{\mu_0}{2\pi}$

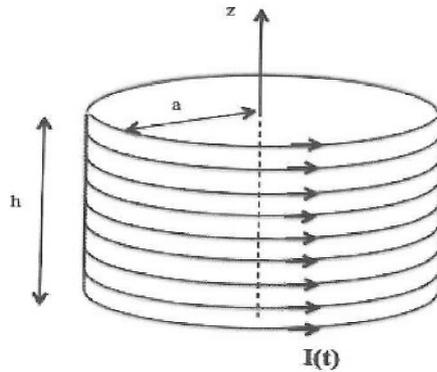
B) $L_l = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$

C) $L_l = \frac{\mu_0}{2\pi \ln(R_2/R_1)}$

D) $L_l = \frac{\mu_0 R_2}{2\pi R_1}$

Partie IV :

On considère un long solénoïde circulaire, d'axe Oz , de longueur h , de rayon a , comportant n spires par unité de longueur parcourues par un courant d'intensité $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$.



Il crée, en un point M repéré en coordonnées cylindriques par (r, θ, z) , un champ magnétique :

$$\vec{B}(M, t) = \vec{0} \quad \text{pour } r > a.$$

$$\vec{B}(M, t) = \mu_0 n I(t) \vec{e}_z \quad \text{pour } r < a.$$

On cherche le champ électrique dans le solénoïde ($r < a$) sous la forme : $\vec{E}(M, t) = E(r, t) \vec{e}_\theta$.

1- $\vec{E}(M,t)$ et $\vec{B}(M,t)$ sont reliés par l'équation de Maxwell-Faraday qui s'écrit sous la forme :

A) $\text{div } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ B) $\text{div } \vec{E} = 0$ C) $\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}_v + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ D) $\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

2- La forme intégrale de l'équation de Maxwell-Faraday est :

A) $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \iint_S \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$ B) $\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = \iint_S -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$
 C) $\iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}_{\text{ext}} = \iiint_V -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{\tau}$ D) $\iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}_{\text{ext}} = 0$

3- A partir de l'équation de Maxwell-Faraday sous forme intégrale, on trouve que, dans le solénoïde, $E(r,t)$ s'écrit sous la forme :

A) $E(r,t) = -\frac{\mu_0 n I_0 \omega r \sin(\omega t)}{2}$ B) $E(r,t) = \frac{2 n I_0 \sin(\omega t)}{\epsilon_0 \omega r}$
 C) $E(r,t) = \frac{\mu_0 n I_0 \omega r \sin(\omega t)}{2}$ D) $E(r,t) = -\frac{\mu_0 n I_0 \omega \pi r^2 \sin(\omega t)}{h}$

4- Dans le solénoïde, le vecteur de Poynting s'écrit :

A) $\vec{\Pi}(M,t) = \frac{\mu_0 n^2 I_0^2 \omega r \cos(\omega t) \sin(\omega t)}{2} \vec{e}_r$
 B) $\vec{\Pi}(M,t) = -\frac{\mu_0 n^2 I_0^2 \omega \pi r^2 \cos(\omega t) \sin(\omega t)}{h} \vec{e}_r$
 C) $\vec{\Pi}(M,t) = -\frac{\mu_0 n^2 I_0^2 \omega r \cos(\omega t) \sin(\omega t)}{2} \vec{e}_r$
 D) $\vec{\Pi}(M,t) = \frac{2 n^2 I_0^2 \cos(\omega t) \sin(\omega t)}{\epsilon_0 \omega r} \vec{e}_r$

5- La moyenne temporelle de l'énergie magnétique contenue dans tout le solénoïde a pour expression :

A) $\langle W_m \rangle = \frac{\mu_0^2 n^2 I_0^2}{4}$ B) $\langle W_m \rangle = \frac{\mu_0 n^2 I_0^2 \pi a^2 h}{4}$
 C) $\langle W_m \rangle = \frac{\mu_0^2 n^2 I_0^2 \pi a^2}{2}$ D) $\langle W_m \rangle = \frac{\mu_0 n^2 I_0^2 \pi a^2 h}{2}$

6- La moyenne temporelle de l'énergie électrique contenue dans tout le solénoïde a pour expression :

A) $\langle W_e \rangle = \frac{n^2 I_0^2 2 \pi h \ln(a)}{\epsilon_0 \omega^2}$ B) $\langle W_e \rangle = \frac{\epsilon_0 \mu_0^2 n^2 I_0^2 \omega^2 \pi a^4 h}{32}$
 C) $\langle W_e \rangle = \frac{\epsilon_0 \mu_0^2 n^2 I_0^2 \omega^2 \pi^3 a^5}{10}$ D) $\langle W_e \rangle = \frac{\epsilon_0 \mu_0^2 n^2 I_0^2 \omega^2 \pi a^4 h}{16}$

7- Le rapport ρ de la moyenne temporelle de l'énergie magnétique sur la moyenne temporelle de l'énergie électrique a pour expression :

A) $\rho = \frac{\omega^2 a^2}{4 c^2 \ln a}$ B) $\rho = \frac{5 h c^2}{\omega^2 \pi^2 a^3}$ C) $\rho = \frac{8 c^2}{\omega^2 a^2}$ D) $\rho = \frac{16 c^2}{\omega^2 a^2}$

8- Pour $a = 10 \text{ cm}$, $h = 1 \text{ m}$ et un courant I de fréquence 1 kHz , ρ a pour valeur :

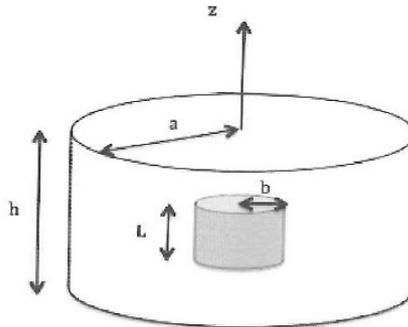
A) $\rho = 1,8 \cdot 10^{10}$

B) $\rho = 1,1 \cdot 10^{10}$

C) $\rho = 3,6 \cdot 10^{12}$

D) $\rho = 1,8 \cdot 10^{12}$

Dans le solénoïde, on place un cylindre métallique de conductivité électrique γ , d'axe Oz, de longueur L inférieure à h et de section circulaire de rayon $b < a$.



9- La puissance volumique p_J dissipée par effet Joule dans le métal en un point M s'écrit :

A) $p_J = \frac{\gamma \mu_0^2 n^2 I_0^2 \omega^2 r^2 \sin^2(\omega t)}{4}$

B) $p_J = \frac{4 \gamma n^2 I_0^2 \sin^2(\omega t)}{\epsilon_0^2 \omega^2 r^2}$

C) $p_J = \frac{\mu_0^2 n^2 I_0^2 \omega^2 r^2 \sin^2(\omega t)}{4 \gamma}$

D) $p_J = \frac{\mu_0^2 n^2 I_0^2 \omega^2 \pi^2 r^4 \sin^2(\omega t)}{\gamma h^2}$

10- La moyenne temporelle de la puissance dissipée par effet Joule dans le cylindre métallique a pour expression :

A) $\langle P_J \rangle = \frac{4 \pi L \gamma n^2 I_0^2 \ln\left(\frac{a}{b}\right)}{\epsilon_0^2 \omega^2}$

B) $\langle P_J \rangle = \frac{\gamma \pi L \mu_0^2 n^2 I_0^2 \omega^2 b^4}{16}$

C) $\langle P_J \rangle = \frac{\mu_0^2 n^2 I_0^2 \omega^2 \pi^3 L b^6}{6 \gamma h^2}$

D) $\langle P_J \rangle = \frac{\pi \mu_0^2 n^2 I_0^2 \omega^2 L b^4}{16 \gamma}$

11- La puissance moyenne dissipée par effet Joule est :

A) est proportionnelle à la fréquence du courant.

B) est proportionnelle au carré de la fréquence du courant.

C) ne dépend pas de la fréquence.

D) est inversement proportionnelle au carré de la fréquence du courant.

Partie V :

En coordonnées cartésiennes, un point M a pour coordonnées (x, y, z) .

$$\vec{OM} = x \cdot \vec{e}_x + y \cdot \vec{e}_y + z \cdot \vec{e}_z.$$

■ (5)

Un carré, de sommets A, B, C, D, a pour centre O et pour côté $2 \cdot a$.

A($a, a, 0$)

B($a, -a, 0$)

C($-a, -a, 0$)

D($-a, a, 0$)

■ (6)

On se place en régime stationnaire.

Pour les Qu. 19 et 20, en A, B, C et D sont placés des particules identiques de charge q .

1- Le champ électrique en O a pour expression :

(a) $\vec{E}(O) = \vec{0}$.

(b) $\vec{E}(O) = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2} \cdot \vec{e}_x$.

(c) $\vec{E}(O) = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2} \cdot \vec{e}_y$.

(d) $\vec{E}(O) = \frac{q}{\pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2} \cdot \vec{e}_x$.

(e) Aucune réponse n'est correcte.

2- L'origine des potentiels est choisie à l'infini. Le potentiel électrique en O a pour expression :

(a) $V(O) = 0$.

(b) $V(O) = \frac{q}{\pi \cdot \epsilon_0 \cdot a}$.

(c) $V(O) = \frac{q}{\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \sqrt{2} \cdot a}$.

(d) $V(O) = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2}$.

(e) Aucune réponse n'est correcte.

Pour les Qu. 21 et 22, en A et B sont placés deux particules identiques de charge q , en C et D deux particules identiques de charge $-q$.

3- Le champ électrique en O a pour expression :

(a) $\vec{E}(O) = \vec{0}$.

(b) $\vec{E}(O) = -\frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2} \cdot \vec{e}_x$.

(c) $\vec{E}(O) = -\frac{q}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2} \cdot \vec{e}_x$.

(d) $\vec{E}(O) = -\frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2} \cdot \vec{e}_y$.

(e) Aucune réponse n'est correcte.

4- L'origine des potentiels est choisie à l'infini. Le potentiel électrique en O a pour expression :

(a) $V(O) = 0$.

(b) $V(O) = \frac{q}{\pi \cdot \epsilon_0 \cdot a}$.

(c) $V(O) = \frac{q}{\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \sqrt{2} \cdot a}$.

(d) $V(O) = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2}$.

(e) Aucune réponse n'est correcte.

Pour les Qu. 23 et 24, en A et C sont placés deux particules identiques de charge q , en B et D deux particules identiques de charge $-q$.

5- Le champ électrique en O a pour expression :

(a) $\vec{E}(O) = \vec{0}$.

(b) $\vec{E}(O) = -\frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2} \cdot \vec{e}_x$.

(c) $\vec{E}(O) = -\frac{q}{2 \cdot \sqrt{2} \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2} \cdot \vec{e}_x$.

(d) $\vec{E}(O) = -\frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2} \cdot \vec{e}_y$.

(e) Aucune réponse n'est correcte.

6- L'origine des potentiels est choisie à l'infini. Le potentiel électrique en O a pour expression :

(a) $V(O) = 0$.

(b) $V(O) = \frac{q}{\pi \cdot \epsilon_0 \cdot a}$.

(c) $V(O) = \frac{q}{\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \sqrt{2} \cdot a}$.

(d) $V(O) = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot a^2}$.

(e) Aucune réponse n'est correcte.

7- La permittivité électrique du vide, ϵ_0 , a pour unité :

(a) $F^{-1} \cdot m$.

(b) $F \cdot m$.

(c) $F^{-1} \cdot m^{-1}$.

(d) $F \cdot m^{-1}$.

(e) Aucune réponse n'est correcte.

8- L'ordre de grandeur de ϵ_0 dans le système international d'unités est :

- (a) 10^{-11} .
- (b) 10^{-9} .
- (c) 10^{-6} .
- (d) 10^7 .
- (e) Aucune réponse n'est correcte.

Partie VI :

Un cylindre infini d'axe (O_z) et de rayon R est chargé uniformément en volume. On note ρ_0 sa charge volumique. On se place en régime stationnaire.

Un point M de l'espace est repéré par les coordonnées cylindriques (r, θ, z).

$$\vec{OM} = r \cdot \vec{e}_r + z \cdot \vec{e}_z. \quad \blacksquare \quad (7)$$

1- Les équations de Maxwell qui régissent l'électrostatique sont :

- (a) l'équation de Maxwell-Faraday.
- (b) l'équation de Maxwell-Ampère.
- (c) l'équation de Maxwell-Thomson.
- (d) l'équation de Maxwell-Gauss.
- (e) Aucune réponse n'est correcte.

2- Le champ électrique est :

- (a) contenu dans les plans de symétrie pour les charges.
- (b) orthogonal aux plans de symétrie pour les charges.

Les équipotentiels sont :

- (c) des cylindres.
- (d) des plans.
- (e) Aucune réponse n'est correcte.

3- Pour $r < R$, le champ électrique en M s'écrit :

- (a) $\vec{E}(M) = \vec{0}$.
- (b) $\vec{E}(M) = \frac{\rho_0 \cdot r}{2 \cdot \epsilon_0} \cdot \vec{e}_r$.
- (c) $\vec{E}(M) = \frac{\rho_0 \cdot R^2}{2 \cdot \epsilon_0 \cdot r} \cdot \vec{e}_r$.
- (d) $\vec{E}(M) = \frac{\rho_0 \cdot R^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r} \cdot \vec{e}_r$.
- (e) Aucune réponse n'est correcte.

4- Pour $r > R$, le champ électrique en M s'écrit :

- (a) $\vec{E}(M) = \vec{0}$.
- (b) $\vec{E}(M) = \frac{\rho_0 \cdot r}{2 \cdot \epsilon_0} \cdot \vec{e}_r$.
- (c) $\vec{E}(M) = \frac{\rho_0 \cdot R^2}{2 \cdot \epsilon_0 \cdot r} \cdot \vec{e}_r$.
- (d) $\vec{E}(M) = \frac{\rho_0 \cdot R^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r} \cdot \vec{e}_r$.
- (e) Aucune réponse n'est correcte.

5- Le potentiel électrique en M est noté $V(r)$. On choisit l'origine des potentiels en $r = R$. Pour $r < R$, il s'écrit :

- (a) $V(M) = -\frac{\rho_0 \cdot (r^2 - R^2)}{4 \cdot \epsilon_0}$.
- (b) $V(M) = 0$.
- (c) $V(M) = -\frac{\rho_0 \cdot R^2}{2 \cdot \epsilon_0} \cdot \ln\left(\frac{r}{R}\right)$.
- (d) $V(M) = -\frac{\rho_0 \cdot R^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \ln\left(\frac{r}{R}\right)$.
- (e) Aucune réponse n'est correcte.

6- Pour $r > R$, il s'écrit :

- (a) $V(M) = -\frac{\rho_0 \cdot (r^2 - R^2)}{4 \cdot \epsilon_0}$.
- (b) $V(M) = 0$.
- (c) $V(M) = -\frac{\rho_0 \cdot R^2}{2 \cdot \epsilon_0} \cdot \ln\left(\frac{r}{R}\right)$.
- (d) $V(M) = -\frac{\rho_0 \cdot R^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \ln\left(\frac{r}{R}\right)$.
- (e) Aucune réponse n'est correcte.

Partie VII :

Un fil cylindrique infini d'axe (O_z) et de rayon R est parcouru par un courant I réparti uniformément en volume. On se place en régime stationnaire.

Un point M de l'espace est repéré par les coordonnées cylindriques (r, θ, z).

$$\vec{OM} = r \cdot \vec{e}_r + z \cdot \vec{e}_z.$$

■ (8)

1- Le champ magnétique est :

- (a) contenu dans les plans de symétrie pour les courants. (b) orthogonal aux plans de symétrie pour les courants.

Les lignes de champ magnétique créées par ce fil sont :

- (c) des cercles. (e) Aucune réponse n'est correcte.
(d) des droites.

2- Les équations de Maxwell qui régissent la magnétostatique sont :

- (a) l'équation de Maxwell-Faraday. (d) l'équation de Maxwell-Gauss.
(b) l'équation de Maxwell-Ampère.
(c) l'équation de Maxwell-Thomson. (e) Aucune réponse n'est correcte.

3- Pour $r < R$, le champ magnétique en M s'écrit :

- (a) $\vec{B}(M) = \vec{0}$. (d) $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot r}{\pi \cdot R^2} \cdot \vec{e}_\theta$.
(b) $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot \vec{e}_\theta$. (e) Aucune réponse n'est correcte.
(c) $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot r}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \vec{e}_\theta$.

4- Pour $r > R$, le champ magnétique en M s'écrit :

- (a) $\vec{B}(M) = \vec{0}$. (d) $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot r}{\pi \cdot R^2} \cdot \vec{e}_\theta$.
(b) $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r} \cdot \vec{e}_\theta$. (e) Aucune réponse n'est correcte.
(c) $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot r}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \vec{e}_\theta$.

5- La perméabilité magnétique du vide, μ_0 , a pour unité :

- (a) $H^{-1} \cdot m$. (d) $H \cdot m^{-1}$.
(b) $H \cdot m$.
(c) $H^{-1} \cdot m^{-1}$. (e) Aucune réponse n'est correcte.

6- L'ordre de grandeur de μ_0 dans le système international d'unités est :

- (a) 10^{-9} . (d) 10^7 .
(b) 10^{-11} .
(c) 10^{-6} . (e) Aucune réponse n'est correcte.

Refaire les calculs du cours sur le calcul du champ créé par un plan infini uniformément chargé en surface, le condensateur plan et le dipôle électrostatique (potentiel à grande distance, effet d'un champ extérieur sur un dipôle).