PHAINÉ
Romany
MPI

Mercredi 3 novembre 2026

DM

Note: | Observation

Exercice n°1

1_ Symétrie : Le plan passant par M et contenant l'axe (Oz) est un plan de symétrie. Le champ magnétique $\vec{B}(M)$ est orthogonal à ce plan $\vec{B}(M) = B(r, \theta, z)\vec{u}_\theta$

On utilise les coordonnée cylindriques (r, θ, z)

Invariances : La distribution de courant est invariante par translation de (Oz) et par rotation autour de cet axe. Le champ magnétique ne dépend ni de z, ni de θ alors :

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

2_ On applique le théorème d'Ampère en prenant pour contour le cercle d'axe (Oz) de rayon r dans le sens direct

Circulation de $\vec{B}$:

$$\oint_{cercle} \vec{B} \cdot \overrightarrow{dl} = \int_0^{2\pi} B(r)\, r\, d\theta = 2\pi r B(r)$$

Courant enlacé

Si $r \leq R_1$:

$$I_{enlacé} = \iint_S \vec{j}_1 \cdot d\vec{S} = \frac{i}{\pi R_1^2} \pi r^2$$

$$= \frac{i r^2}{R_1^2}$$

Si $R_1 < r < R_2$:

$$I_{enlacé} = i$$

Si $R_2 \leq r \leq R_3$:

$$I_{enlacé} = i - \frac{i}{\pi (R_3^2 - R_2^2)} \pi (r^2 - R_2^2)$$

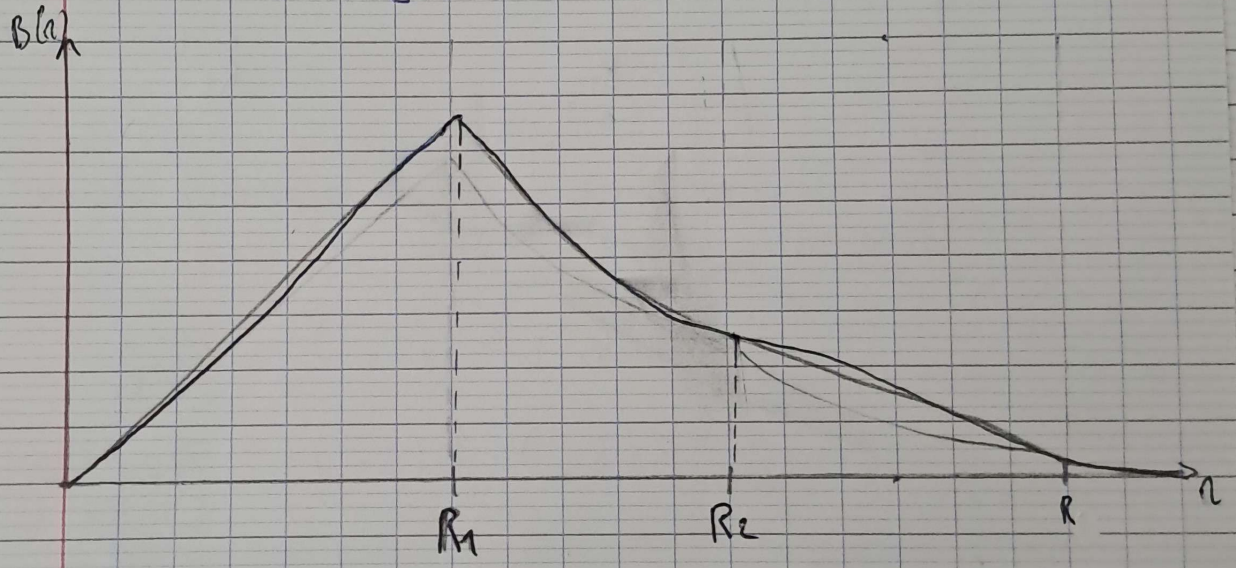
$$= i \frac{R_3^2 - r^2}{R_3^2 - R_2^2}$$

Si $r \geq R_3$:

$$I_{enlacé} = i - i = 0$$

Donc

$$\vec{B}(M) = \begin{cases} \dfrac{\mu_0 i r}{2\pi R_1^2}\vec{u_\theta} & \text{si } r \leq R_1 \\ \dfrac{\mu_0 i}{2\pi r}\vec{u_\theta} & \text{si } R_1 < r < R_2 \\ \dfrac{\mu_0 i (R_3^2 - r^2)}{2\pi r (R_3^2 - R_2^2)}\vec{u_\theta} & \text{si } R_2 \leq r \leq R_3 \\ \vec{0} & \text{si } r > R_3 \end{cases}$$



3_ D'après le théorème d'Ampère :

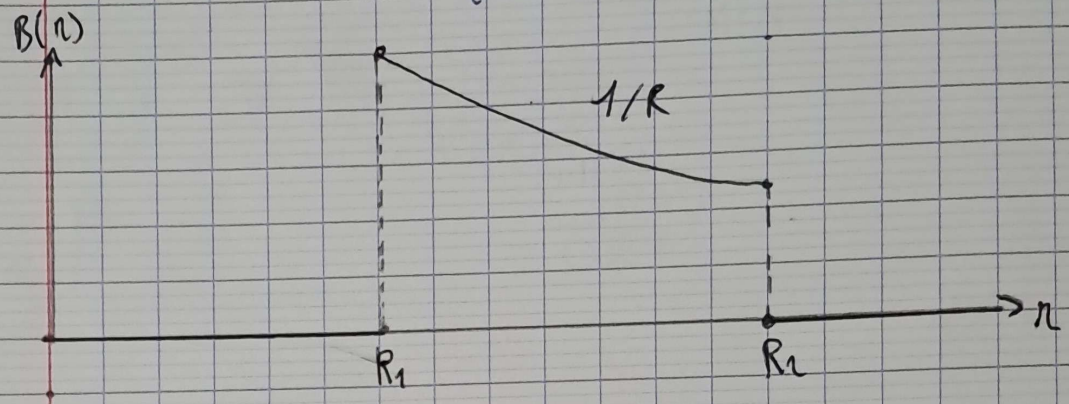
$$2\pi r B(r) = \mu_0 I_{enlacé}$$

avec :

$$I_{enlacé} \begin{cases} 0 & \text{si } r < R_1 \\ i & \text{si } R_1 < r < R_2 \\ 0 & \text{si } r > R_2 \end{cases}$$

Donc :

$$\overrightarrow{B(M)} = \begin{cases} 0 & r < R_1 \\ \dfrac{\mu_0 i}{2\pi r}\vec{u}_\theta & R_1 < r < R_2 \\ 0 & r > R_2 \end{cases}$$



Le champ magnétique présente deux discontinuités :

$$B(R_1^+) - B(R_1^-) = \frac{\mu_0 i}{2\pi R_1}$$

$$B(R_2^+) - B(R_2^-) = -\frac{\mu_0 i}{2\pi R_2}$$

Ces discontinuités sont dues à la présence de courants surfaciques

4_ La densité volumique d'énergie magnétique vaut :

$$u_m = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

PHAINÉ Samara MPI

Le champ est non nul pour $R_1 < r < R_2$ et l'énergie magnétique est contenue dans une longueur l :

$$U_m = \iiint_V \frac{B^2}{2\mu_0} d\tau$$

Etant en coordonnées cylindrique $d\tau = r\, dr\, d\theta\, dz$ donc :

$$U_m = \int_0^l \int_0^{2\pi} \int_R^R \frac{\mu_0 i^2}{8\pi^2 r^2} r\, dr\, d\theta\, dz$$

$$= \frac{\mu_0 i^2 l}{4\pi} \int_{R_1}^{R_2} \frac{1}{r} dr$$

Donc $U_m = \frac{\mu_0 i^2 l}{4\pi} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$

5. Par définition : $U_m = \frac{1}{2} L i^2$

alors :

$$\frac{1}{2} L i^2 = \frac{\mu_0 i^2 l}{4\pi} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

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

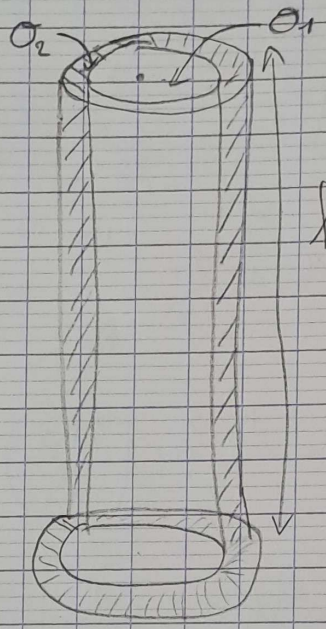
Alors l'inductance vaut :

$$\Lambda = \frac{L}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

6- AN: $L = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1,0}{2\pi} \ln\left(\frac{2,0}{1,0}\right)$

$$\simeq 1,3 \times 10^{-7}\ H$$

7-



La densité surfacique est uniforme:

$Q = 2\pi R_1 l \sigma_1$ et

la gaine:

$-Q = 2\pi R_2 l \sigma_2$

$Q - Q = 0$

$2\pi R_1 l \sigma_1 + 2\pi R_2 l \sigma_2 = 0$

alors $\sigma_2 = -\frac{R_1}{R_2} \sigma_1$

8- On choisi les coordonnées cylindrique (r, θ, z)

Symétries : Le plan contenant un point M quelconque et l'axe (Oz), ainsi que le plan passant par M et orthogonal à cet axe, sont deux plans de symétrie de la distribution de charge alors le champ électrostatique appartient à l'intersection de ces deux plan : $\vec{E}(M) = E(r, \theta, z)\,\vec{u}_r$

Invariances : La distribution de charges est invariant par translation de (Oz) et par rotation autour de cet axe et ne dépend ni de z et de θ alors

$$\vec{E}(M) = E(r)\,\vec{u}_r$$

9_ Théorème de Gauss : On choisi une surface cylindrique de rayon r et de hauteur h

$$\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = E(r)\, 2\pi r h$$

$$2\pi r h E(r) = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

Charge intérieur :

Si $R_1 < r < R_2$:

$Q_{int} = \sigma_1 \, 2\pi R_1 h = \frac{Q h}{l}$

alors : $2\pi r h E(r) = \frac{Q h}{\varepsilon_0 l}$

Donc : $E(M) = \frac{Q}{2\pi r \varepsilon_0 l} \vec{u_r}$

A l'exterieur du cable :

$$Q_{int} = Q_h - Q_h = 0$$

$$\vec{E}(M) = \begin{cases} 0 & r < R_1 \\ \frac{Q}{2\pi r \varepsilon_0 l} \vec{u_r} & R_1 < r < R_2 \\ 0 & r > R_2 \end{cases}$$

10. Par definition : $u_e = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$ et

$$U_e = \iiint_V \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} d\tau$$

PHAINE Yamang MP1

$$Q = \frac{[HbO_2]}{[Hb][O_2]} \quad ; \quad [Hb] = \frac{n_{HB} - \xi_f}{V}$$

$$K_1 = \frac{\xi_f / V}{\frac{n_{Hb} - \xi_f}{V} \times \frac{n_{O_2} - \xi_f}{V}} \qquad [HbO_2] = \frac{\xi_f}{V}$$

$$[O_2] = \frac{n_{O_2} - \xi_f}{V}$$

$$= \frac{\xi_f / V}{\frac{(n_{Hb} - \xi_f)(n_{O_2} - \xi_f)}{V}}$$

$$= \frac{\xi_f}{\frac{(n_{Hb} - \xi_f)(n_{O_2} - \xi_f)}{V}}$$

$$K_1 = \frac{\xi_f V C^\circ}{(n_{Hb} - \xi_f)(n_{O_2} - \xi_f)}$$

$$K_1 (n_{Hb} - \xi_f)(n_{O_2} - \xi_f) = \xi_f V C^\circ$$

$$K_1 n_{Hb} n_{O_2} - K_1 \xi_f (n_{Hb} + n_{O_2}) + K_1 \xi_f^2 = \xi_f V C^\circ$$

$$K_1 \xi_f^2 - [K_1 (n_{Hb} + n_{O_2}) + V C^\circ] \xi_f + K_1 n_{Hb} n_{O_2} = 0$$

$$AN : 3 \times 10^5 \xi_f^2 - 557{,}35 \xi_f + 0{,}25875 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$
$$= (-557{,}35)^2 - 4 \times 0{,}25875 \times 10^5 \times 3$$
$$= 139{,}0225$$

9/14

$\xi_1 \simeq 9,49 \times 10^{-4}$ mol

$\xi_2 \simeq 9,09 \times 10^{-4}$ mol

alors $\xi_{max} = \min(n_{Hb}, n_a) = 9,2 \times 10^{-4}$

Donc $\xi_f \simeq 9,09 \times 10^{-4}$ car la premiere solution est superieure à ξ_{max} :

$[HbO_2] = \frac{\xi_f}{V} = 9,09 \times 10^{-3}$ mol L^{-1}

2- $Q = \frac{[HbO_2]c^\circ}{[Hb][O_2]} = \frac{9,09 \times 10^{-3}}{2,85 \times 10^{-4} \times 3,6 \times 10^{-5}}$

$= 8,86 \times 10^5$

$[Hb] = \frac{9,375 \times 10^{-4} - 9,09 \times 10^{-4}}{0,100}$

$= 2,85 \times 10^{-4}$

Comme $Q > K_1$ alors le système evolue dans le sens indirect

3- En solution aqueuse diluée, on definit ph par :

$pH = -\log_{10}\left(\frac{[H_3O^+]}{c^\circ}\right)$

$= -3$, alors lorsque $[H_3O^+]$ augmente le pH diminue. Donc la dissolution du dioxyde de carbone provoque une acidification du sang.

Nous sommes en coordonnées cylindrique :

$$U_e = \int_0^l \int_0^{2\pi} \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q^2}{8\pi^2 \varepsilon_0 l^2 r^2} r \, dr \, d\theta \, dz$$

alors : $U_e = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 l} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$

11- Par définition, la capacité d'un condensateur est : $C = Q/U$

$U_e = \frac{1}{2} C U^2$, mais comme $U = Q/C$

alors $U_e = \frac{Q^2}{2C}$

$$\frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 l} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0 l}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$

La capacité linéique :

$$\Gamma = \frac{C}{l} = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$

11/14

12_ AN : $C = \frac{2\pi \times 8,85 \times 10^{-12} \times 1,0}{\ln(2)}$

$\simeq 8,0 \times 10^{-11} = 80\ pF$

Exercice 2

1_ $n_{HB} = \frac{m_{HB}}{M_{HB}} = \frac{15}{1,6 \times 10^4} = 9,375 \times 10^{-4}$

$C = \frac{n_{HB}}{V} = \frac{9,375 \times 10^{-4}}{0,100}$

$n_{O_2} = C \times V = 9,2 \times 10^{-3} \times 0,100 = 9,2 \times 10^{-4}$

	$Hb + O_2 = HbO_2$		
EI	n_{Hb}	n_{O_2}	0
Etat intermédiaire	$n_{Hb} - x$	$n_{O_2} - x$	x
Etat d'équilibre	$n_{Hb} - x_f$	$n_{O_2} - x_f$	x_f

12/12

PHASINÉ Germany

4- $HbO_2 + H_3O^+ = O_2 + HbH^+ + H_2O$

$$Q = \frac{[O_2][HbH^+]}{[HbO_2][H_3O^+]}$$

D'après la réaction (2), la dissolution du dioxyde de carbone entraine une augmentation de la concentration en ions oxonium $[H_3O^+]$. Cette concentration apparait au dénominateur du quotient réactionnel, son augmentation entraine une diminution de Q alors

$$Q < K$$

alors la réaction (3) favorise la libération du dioxygène tout en limitant l'acidification du sang.

5- $K_4 = \frac{[HbCO]^0}{[Hb][CO]}$

$$\frac{[HbCO]}{[Hb]} = \frac{[CO]}{C^0} \times K_4$$

AN: $\frac{[HbCO]}{[Hb]} = \frac{7,5 \times 10^{-7} \times 2,0 \times 10^{-4}}{4}$

$= 1,5 \times 10^{4}$

$1,1 \times 10^{4} < \frac{[HbCO]}{[Hb]} < 2,6 \times 10^{4}$

13/14

Alors la personne présente des maux de tête:

6- $K_5 = \frac{[HbCO][O_2]}{[HbO_2][CO]}$ | avec $K_4 = Hb + CO = HbCO$

$1/K_1 = HbO_2 = Hb + O_2$

$= K_4 \times \frac{1}{K_4}$

$= \frac{K_4}{K_4}$

AN: $K_5 = \frac{7,5 \times 10^7}{3,0 \times 10^5} = 250$

7- $Q = \frac{[HbCO][O_2]}{[HbO_2][CO]}$

Dans le caisson hyperbare, l'augmentation de la pression partielle en dioxygène entraîne une augmentation de sa concentration dans le sang. Comme $[O_2]$ est au numérateur, le quotient augmente $Q > K_5$ ainsi il permet de favoriser la libération du monoxyde de carbone.