Lundi 2 Novembre 2026

DM Physique-chimie

Q1 On se place dans un repère cylindrique

$$\vec{B}(M) = B_r(r,\theta,z)\vec{U_r} + B_\theta(r,\theta,z)\vec{U_\theta} + B_z(r,\theta,z)\vec{U_z}$$

Symétries : On place un point M quelconque.

$\mathcal{P}_1 = (M, \vec{U_r}, \vec{U_z})$ est un $\mathcal{P}^\oplus$

$\vec{B}$ est $\perp$ au $\mathcal{P}^\oplus$ d'où $B_\theta(\theta)\vec{U_\theta}$

Invariance : Invariance par translation et par rotation :

$$\boxed{\vec{B}(M) = B(r)\vec{U_\theta}}$$

Q2 Th. Ampère : $\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{enlacé}$

$\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = B_r \oint dl = B_r \cdot 2\pi r$

1er cas ($r < R_1$) : $I_{enlacé} = i\frac{\pi r^2}{\pi R_1^2} = i\frac{r^2}{R_1^2}$

Ainsi : $\boxed{B(r) = \frac{\mu_0 i r}{2\pi R_1^2}}$

2e cas ($R_1 \leqslant r < R_2$) : $I_{enlacé} = i$

Ainsi : $\boxed{B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}}$

3e cas : $(R_2 \leqslant r < R_3)$

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

Ainsi : $\boxed{B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}\frac{R_3^2 - r^2}{R_3^2 - R_2^2}}$

4e cas : $r \geqslant R_3$

$I_{enlacé} = 0$, ainsi : $\boxed{B(r) = 0}$

Q3 Dans ce modèle :

$$\boxed{B(r) = \begin{cases} 0 & \text{pour } r < R_1 \\ \frac{\mu_0 i}{2\pi r} & R_1 < r < R_2 \\ 0 & \text{pour } r > R_2 \end{cases}}$$

On retrouve deux discontinuité en R_1 et R_2

Q4 On sait que $U_m = \frac{B^2}{2\mu_0}$ pour la densité volumique d'énergie mécanique.

L'énergie mécanique U_m s'écrit :

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

Le champ est nul entre R_1 et R_2 et $d\tau = 2\pi r l\, dr$:

$$U_m = \int_{R_1}^{R_2} \frac{1}{2\mu_0} \left(\frac{\mu_0 i}{2\pi r}\right)^2 2\pi r l\, dr$$

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

Q5 L'énergie dans une bobine se note :

$$U_L = \frac{1}{2} L i^2 = U_m$$

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

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

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

Q6

$$L = \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \ln\left(\frac{2{,}0 \times 10^{-3}}{4{,}0 \times 10^{-2}}\right)}{2\pi}$$

$$\boxed{L = 1{,}39 \times 10^{-7}\ H}$$

Q7 $Q = \sigma_1 S_1$ et $S_1 = 2\pi R_1 l$ ainsi :

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

En - Q, on a : $2\pi R_1 l \sigma_1 + 2\pi R_2 l \sigma_2 = 0$

$$2\pi R_2 l \sigma_2 = -2\pi R_1 \sigma_1 l$$

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

Q8 On se place en coordonnées ~~sphériques~~ cylindriques :

$$\vec{E}(M) = E_r(r,\theta,z)\vec{U_r} + E_\theta(r,\theta,z)\vec{U_\theta} + E_z(r,\theta,z)\vec{U_z}$$

Symétrie : On place un point M quelconque.

Le plan (M, U_r, U_z) et (M, U_r, U_θ) sont des plans des plans de symétrie donc E appartient aux plans.

Donc, $\vec{E}(M) = E_r(r,\theta,z)\vec{U_r}$

Invariance : Invariance par translation selon Oz et par rotation selon Oz.

$$\boxed{\vec{E}(M) = E(r)\vec{U_r}}$$

Q9 Surface de Gauss : un cylindre

Th. de Gauss : $\iint_S \vec{E} \cdot \vec{dS} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

Pour $R_1 < r < R_2$; $Q_{int} = Q$

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

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

Dans les conducteurs :

À l'équilibre électrostatique, le champ électrique est nulle à l'intérieure et à l'extérieure $Q_{totale} = 0$

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

Q10 $v_e = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$ et U_e se note : $\iiint v_e \, d\tau$

$d\tau = 2\pi r l \, dr$

Le champ est pas nul entre R_1 et R_2 :

$$U_e = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} 2\pi r l \, dr$$

$$U_e = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\varepsilon_0}{2}\left(\frac{Q}{2\pi\varepsilon_0 l r}\right)^2 2\pi r l \, dr$$

$$U_e = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 l}\int_{R_1}^{R_2}\frac{1}{r}dr$$

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

Q11 $\boxed{C = \frac{Q}{U}}$ aussi : $U = V_1 - V_2$ et $\vec{E} = -\overrightarrow{grad}(V)$

$$V_1 - V_2 = \int_{R_1}^{R_2} E(r)\,dr$$

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

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

$$\boxed{\Gamma = \frac{C}{l} = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}\ F\cdot m^{-1}}$$

Q12 A.N : $C = \frac{2\pi \times 8{,}85\times10^{-12}\times 1{,}0}{\ln(2)}$

$$\boxed{C \approx 8{,}02\times10^{-11}\ F}$$

Exo 2

Q1 On utilise la formule : $n = \frac{m}{M}$

$n_{Hb} = \frac{m}{M_{Hb}} = \frac{15}{16 \times 10^4} \rightarrow 9{,}375 \times 10^{-4}$ mol

Puis : $[Hb]_i = \frac{n_{Hb}}{V} = \frac{9{,}375 \times 10^{-4}}{0{,}1} = 9{,}375 \times 10^{-3}$ mol/L

Tableau d'avancement :

	$Hb_{(aq)}$	+	$O_{2(aq)}$	=	$HbO_{2(aq)}$
E.I	$[Hb]$		$[O_2]$		0
E.F	$[Hb]-x_f$		$[O_2]-x_f$		x_f

$K_1 = \frac{[HbO_2]_{eq}}{[Hb]_{eq}[O_2]_{eq}} \rightarrow 3{,}0 \times 10^5 = \frac{x}{(9{,}375 \times 10^{-3} - x)(9{,}2 \times 10^{-3} - x)}$

$x = 9{,}0924 \times 10^{-3}$

$[HbO_2]_{eq} \simeq 9{,}0924 \times 10^{-3}$ mol/L

Q2 $Hb + O_2 = HbO_2$

Calcul de Q :

$$Q = \frac{\frac{[HbO_2]}{c^\circ}}{\frac{[Hb] \times [O_2]}{c^{\circ 2}}}$$

A.N : $Q = \frac{\frac{9,09 \times 10^{-3}}{c^\circ}}{\frac{(2,85 \times 10^{-4} \times 3,6 \times 10^{-5})}{c^{\circ 2}}}$

$Q = 8,86 \times 10^5$

$[Hb] = [Hb_{total}] - [HbO_2]$

$[Hb] = 2,85 \cdot 10^{-4}$ mol/L

$K_1 = 3,0 \times 10^5$

$Q > K$

(sens indirect)

Q3 La réaction : $CO_{2(aq)} + 2\,H_2O_{(l)} = HCO_{3(aq)}^- + H_3O^+_{(aq)}$ produit des ions H_3O^+ et la formule du ph qui est : $ph = -\log([H_3O^+])$ fait que le ph diminue.

Q4 Grâce à la 3e réaction chimique qui est :

$$HbO_{2(aq)} + H_3O^+ = O_{2(aq)} + HbH^+_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

On remarque bien une production d'O_2 et en plus les ions oxonium se retrouvent consommer permettant une limitation dans la variation du ph.

Q5 On a : $Hb_{(aq)} + CO_{(aq)} = HbCO_{(aq)}$ et $K_4 = 7,5 \times 10^4$

$$K_4 = \frac{[HbCO]_{(aq)}}{[Hb] \times [CO]} \rightarrow K_4 [CO]_{(aq)} = \frac{[HbCO]_{(aq)}}{[Hb]_{(aq)}}$$

A.N : $K_4 \times [CO] = 1,5 \times 10^4$, ce qui correspond à des maux de tête.

Q6 $K_5 = \frac{[HbCO] * [O_2]}{[HbO_2] * [CO]}$

on sait que : $K_4 [Hb] = \frac{[HbCO]}{[CO]}$; $K_1 = \frac{[HbO_2]}{[O_2][Hb]}$

$$K_5 = \frac{K_4 [Hb]}{K_1 [Hb]} \rightarrow \boxed{K_5 = \frac{K_4}{K_1}}$$

A.N : $K_5 = \frac{(7,5 \times 10^7)}{(3,0 \times 10^5)} = 250$

Q7 Comme la concentration en O_2 augmente alors Q augmente : $Q = \frac{[HbCO] \times [O_2]}{[HbO_2] \times [CO]}$ faisant que la transformation aille dans le sens indirect ($Q > K$), permettant une ~~production~~ consommation d'HbCO afin d'éliminer le poison.