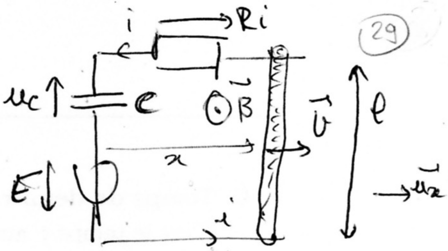
Exo 6a p46 - 2410251 (29)



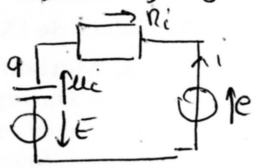
2°) • $\vec{F}_L = i\vec{l}\wedge\vec{B} = ilB\,\vec{u}_x \Rightarrow \boxed{m\frac{dv}{dt} = ilB}$ (EM)

• Loi des mailles : $u_c + Ri - e - E = 0 \Rightarrow u_c + Ri = E + e$

avec * $u_c = \frac{q}{C}$

* $\Phi = xlB \Rightarrow e = -\frac{d\Phi}{dt} = -lBv$

$\Rightarrow \boxed{\frac{q}{C} + Ri = E - Blv}$ (EE)



3°) (EM)$\times v$ + (EE$\times i$) $\Rightarrow \begin{cases} mv\frac{dv}{dt} = ilBv \\ Ri^2 + \frac{q}{C}\times\frac{dq}{dt} = Ei - Blvi \end{cases}$

$\Rightarrow \boxed{\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}mv^2 + \frac{q^2}{2C}\right) + Ri^2 = Ei}$

énergie électrique fournie

Énergie totale accumulée

Perte par effet Joule

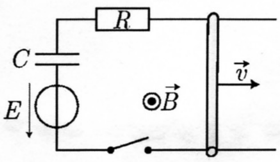
IV- MINES-TELECOMS (2025)

6– Induction, optique (Merzougui, 2025)

a– Exercice 1 : Rails de Laplace

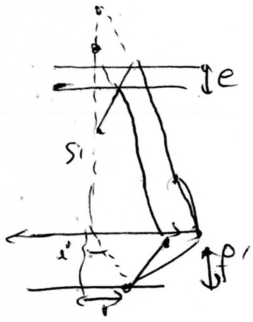
Dans le circuit ci-dessous, l'interrupteur est fermé à $t = 0$, $\vec{B}$ est un champ magnétique uniforme et constant, la tension E délivrée par le générateur est constante, le condensateur est initialement déchargé.

1. Interpréter physiquement le phénomène.
2. Établir les équations différentielles électrique et mécanique (on ne demande pas de les résoudre).
3. Faire un bilan d'énergie.



Exo 6b-p47- 2410252

30

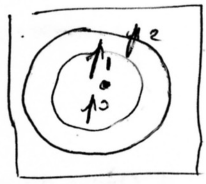


1°) $\delta = 2e\cos i \Rightarrow p = \frac{2e}{\lambda_0}\cos i \Rightarrow \boxed{p_0 = \frac{2e}{\lambda_0} = 3208{,}8} \rightarrow$ ni sombre ni clair

2°) $\boxed{p_k = \frac{2e}{\lambda_0}\cos i_k} \Rightarrow \cos i_k = \frac{p_k}{p_0} \simeq 1 - \frac{i_k^2}{2} \Rightarrow i_k \simeq \sqrt{2}\sqrt{1-\frac{p_k}{p_0}}$

3°) $\tan i \simeq \frac{r}{f'} \Rightarrow \boxed{r_k = f'\sqrt{2}\sqrt{1-\frac{p_k}{p_0}}}$

- 1er anneau brillant : $r_1 \Leftrightarrow p_1 = E(p_0) = 3208 \Rightarrow \boxed{r_1 = f'\sqrt{2}\sqrt{1-\frac{3208}{3208{,}8}}}$
- 2e anneau brillant : $p_2 = p_1 - 1 \Rightarrow \boxed{r_2 = f'\sqrt{2}\sqrt{1-\frac{3207}{3208{,}8}}}$
- 3e anneau brillant : $\boxed{r_3 = f'\sqrt{2}\sqrt{1-\frac{3206}{3208{,}8}}}$



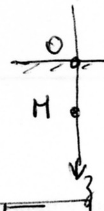
IV- MINES-TELECOMS (2025)

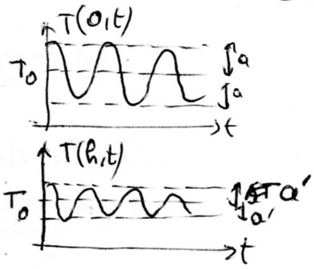
b– Exercice 2 : Michelson en lame d'air

On considère un Michelson réglé en lame d'air d'épaisseur e, éclairé par une source monochromatique (λ_0) et l'observation se fait dans le plan focal d'une lentille convergente (f').

1. Déterminer l'expression de l'ordre d'interférence p_0 au centre ; l'application numérique donne $p_0 = 3\,208,8$. Le centre est-il sombre ? clair ?
2. Trouver l'expression de l'ordre d'interférence p_k du $k^{\text{ième}}$ anneau brillant.
3. Calculer les rayons des trois premiers anneaux brillants, en fonction de f' et de p_0.

Exo 7a P47 - 0611251





• $T(0,t) = T_0 + a\cos(\omega t) \Rightarrow$ Recherche de $\underline{T} = T_0 + a e^{i(kz-\omega t)}$

• $\rho c \frac{\partial \underline{T}}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 \underline{T}}{\partial z^2} \Rightarrow -\rho c i\omega = -\lambda k^2 \Rightarrow k^2 = \frac{\rho c\omega}{\lambda} e^{i\pi/2}$

$\Rightarrow k = \sqrt{\frac{\rho c \omega}{\lambda}}\, e^{i\pi/4} = \sqrt{\frac{\rho c\omega}{\lambda}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}+\frac{i}{\sqrt{2}}\right) = \frac{(1+i)}{\delta}$ / $\boxed{\delta = \sqrt{\frac{2\lambda}{\rho c\omega}}}$

• $\underline{T} = T_0 + a e^{i[(1+i)z/\delta - \omega t]} = T_0 + a e^{-z/\delta} e^{i(z/\delta - \omega t)}$

$\Rightarrow T(z,t) = T_0 + a e^{-z/\delta}\cos(z/\delta - \omega t) \Rightarrow \cancel{T_0 + a}$ $T(h,t) = T_0 + a'\cos(z/\delta - \omega t)$ où $a' = a e^{-h/\delta}$.

• Si on souhaite une atténuation $\alpha = \frac{a'}{a} \ll 1$: $\alpha = e^{-h/\delta} \Rightarrow \boxed{h = \delta \ln\alpha = -\ln\alpha \times \sqrt{\frac{2\lambda}{\rho c\omega}}}$

IV- MINES-TELECOMS (2025)

7– Thermodynamique, mécanique (Gibert, 2025)

a– Exercice 1 : Onde thermique

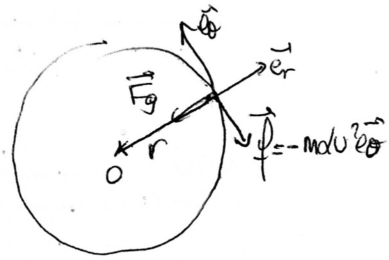
On donne :
- la masse volumique de la Terre : ρ
- conductivité thermique de la Terre : λ
- capacité thermique massique de la Terre : c

À la surface de la Terre, la température est donnée par : $T(0,t) = T_0 + a\cos(\omega t)$.

Question ouverte : On souhaite stocker du vin dans une cave. À quelle profondeur faut-il le mettre ?

Exo 86 p47- 0611252

(32)



- Trajectoire quasi circulaire $\Rightarrow$ PFD : $m[\cancel{\ddot{r}} - r\omega^2]\vec{e_r} = -\frac{GMm}{r^2}\vec{e_r}$.

$\Rightarrow r\omega^2 = \frac{GM}{r^2}$ où $v = r\omega \Rightarrow \frac{v^2}{r} = \frac{GM}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

- théorème de la puissance mécanique : $\frac{d\mathcal{E}_m}{dt} = \frac{\delta W_f}{dt} = \vec{f}\cdot\vec{v}$

avec : $\mathcal{E}_m = -\frac{GMm}{2r} \Rightarrow \frac{GMm}{2r^2}\frac{dr}{dt} = -m\alpha v^3 \Rightarrow \frac{GM}{2r^2}\frac{dr}{dt} = -\alpha\frac{(GM)^{3/2}}{r^{3/2}}$

$\Rightarrow dt = -\frac{GM}{2} \times \frac{1}{\alpha(GM)^{3/2}} dr \frac{r^{3/2}}{r^2} \Rightarrow = -\frac{1}{2\alpha\sqrt{GM}} \times \frac{dr}{\sqrt{r}}$.

où $\Delta r \ll r_0 \Rightarrow$ $\boxed{\Delta t \simeq -\frac{1}{2\alpha\sqrt{GM}} \times \frac{\Delta r}{\sqrt{r_0}}}$

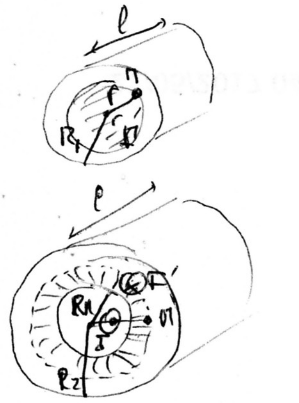
IV- MINES-TELECOMS (2025)

b– Exercice 2 : Chute d'un satellite

On donne :
- la masse de la Terre : M
- le rayon de la Terre : R
- la masse d'un satellite : m.

Un satellite est en rotation autour de la Terre, avec une force de frottements $f = -\alpha m v\,\vec{v}$.
Initialement, le satellite se trouve à une altitude h_0.
Question ouverte : En combien de temps l'altitude du satellite s'abaisse-t-elle de $\Delta h \ll h_0$?

Exo 8a p47 - 14/11/25



1°) $\Phi_B = \oint_\Gamma \vec{B}\cdot d\vec{l} = B\times 2\pi r$ et pour $r<R_1$: $\begin{cases} I_{int} = j\pi r^2 \\ I = j\pi R_1^2\end{cases} \Rightarrow I_{int} = I\frac{r^2}{R_1^2}$

$\Rightarrow B_1\times 2\pi r = \mu_0 I\frac{r^2}{R_1^2} \Rightarrow \boxed{B_1 = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R_1^2}}$

• Pour $R_1<r<R_2$: $I'_{int} = I - I'$ où $\begin{cases} I' = j'\times\pi(r^2-R_1^2) \\ I = j'\times\pi(R_2^2-R_1^2)\end{cases} \Rightarrow I' = I\times\frac{r^2-R_1^2}{R_2^2-R_1^2}$

$\Rightarrow I'_{int} = I\times\left(1-\frac{r^2-R_1^2}{R_2^2-R_1^2}\right) = I\times\frac{R_2^2-r^2}{R_2^2-R_1^2}$

$\Rightarrow B_2\times 2\pi r = \mu_0 I'_{int} \Rightarrow \boxed{B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\times\frac{R_2^2-r^2}{R_2^2-R_1^2}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi(R_2^2-R_1^2)}\times\left(\frac{R_2^2}{r}-r\right)$

2°) $\frac{dW_e}{d\tau} = \frac{B^2}{2\mu_0}$ avec $d\tau = 2\pi r\,dr\,\ell$

$\Rightarrow W_e = \iiint_{(1)}\frac{B_1^2}{2\mu_0}d\tau + \iiint_{(2)}\frac{B_2^2}{2\mu_0}d\tau$

$= \frac{1}{2\mu_0}\int_{r=0}^{R_1}\left(\frac{\mu_0^2 I^2}{4\pi^2 R_1^4}r^2\right)\times 2\pi r\,dr\,\ell + \frac{1}{2\mu_0}\int_{r=R_1}^{R_2}\left[\frac{\mu_0^2 I^2}{4\pi^2(R_2^2-R_1^2)}\times\left(\frac{R_2^2}{r}-r\right)^2\right]\times 2\pi r\,dr\,\ell$

$= \frac{1}{2\mu_0}\times\frac{\mu_0^2 I^2}{4\pi^2 R_1^4}\times 2\pi\ell\int_{r=0}^{R_1} r^3 dr + \frac{1}{2\mu_0}\times\frac{\mu_0^2 I^2\times 2\pi\ell}{(R_2^2-R_1^2)^2 4\pi^2}\int_{r=R_1}^{R_2}\left(\frac{R_2^4}{r^2}-2R_2^2+r^2\right)r\,dr$

$\Rightarrow \boxed{W_e = \frac{\mu_0 I^2\ell}{4\pi R_1^4}\times\frac{R_1^4}{4} + \frac{\mu_0 I^2\ell}{\cancel{4}2\pi(R_2^2-R_1^2)^2}\left[R_2^4\ln r - R_2^2 r^2 + \frac{r^4}{4}\right]_{R_1}^{R_2}}$

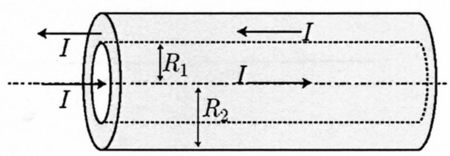
3°) $\boxed{W_e = \frac{1}{2}LI^2}$

IV- MINES-TELECOMS (2025)

8– Électromagnétisme, thermodynamique (Boudiaf, 2025)

a– Exercice 1 : Câble coaxial

Un câble coaxial est constitué de deux conducteurs cylindriques concentriques, acheminant le courant I dans deux sens inverses :



1. Exprimer le champ magnétique $\vec{B}$.
2. Calculer l'énergie magnétique W_e emmagasinée dans le câble coaxial.
3. Calculer l'auto-inductance L.