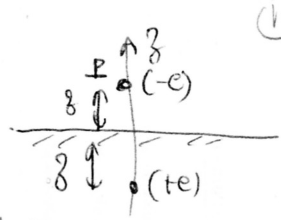
Exo14 p42 - 090925 1



1°) $\cancel{\mathcal{E}_p}$ $V(P) = \frac{e}{4\pi\varepsilon_0 \times 2z} \Rightarrow \boxed{\mathcal{E}_p = qV(P) = \frac{-e^2}{8\pi\varepsilon_0 z}}$

2°) $\mathcal{E}_c + \mathcal{E}_p = \mathcal{E} = \text{cte} \Rightarrow \frac{1}{2} m\dot{z}^2 - \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 z} = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 a} \Rightarrow m\dot{z}^2 = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{z}-\frac{1}{a}\right) \Rightarrow \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m}\times\frac{a-z}{az}$

$\Rightarrow \frac{dz}{dt} = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m}}\sqrt{\frac{a-z}{za}} \Rightarrow \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m}}\int_0^t dt = \int_a^z dz\sqrt{\frac{za}{a-z}}$

Changement de variable : $\boxed{z = a\sin^2 u} \Rightarrow a - z = a\cos^2 u$ et $dz = 2a\sin u\cos u$

$\Rightarrow t\times\sqrt{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m}} = \int_{\pi/2}^{u} 2a\sin u\,\cancel{\cos u}\sqrt{\frac{a^2\sin^2 u}{a\cos^2 u}}\,du = 2a^{3/2}\int_{\pi/2}^{u}\sin^2 u\,du.$

$= a^{3/2}\int_{\pi/2}^{u}(1-\sin 2u)\,du = a^{3/2}\left[u + \frac{\cos 2u}{2}\right]_{\pi/2}^{u}$

$\Rightarrow \boxed{u - \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2}\cos 2u = \frac{1}{a^{3/2}}\sqrt{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m}}\times t}$

2°) a - $\boxed{-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\phi}{dz^2} + V\phi = E\phi}$ où $\phi = Cze^{-kz} \Rightarrow \frac{d\phi}{dz} = C e^{-kz}(1-kz)$

$\Rightarrow \frac{d^2\phi}{dz^2} = Ce^{-kz}(k^2 z - 2k)$

$\Rightarrow E\times Cze^{-kz} = -\frac{\hbar^2}{2m}Ce^{-kz}(k^2 z - 2k) - \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 z}\times Cze^{-kz}$ et $V = \frac{-e^2}{8\pi\varepsilon_0 z}$

$\Rightarrow \boxed{E = -\frac{\hbar^2 k}{2m} + \frac{1}{z}\times\left(\frac{\hbar^2 k}{m} - \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0}\right)}$

III- CCINP (2025)

14– Physique classique et quantique, thermodynamique (Izelfanane, 2025)

a– Exercice 1 : Action sur un électron

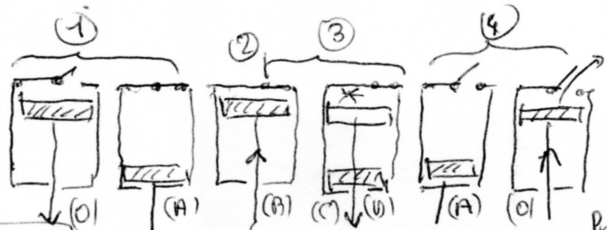
Un électron est situé à distance z d'une surface métallique qui remplit le demi-espace $z < 0$. L'effet de l'électron sur le plan est modélisé par une charge positive e en $-z$.

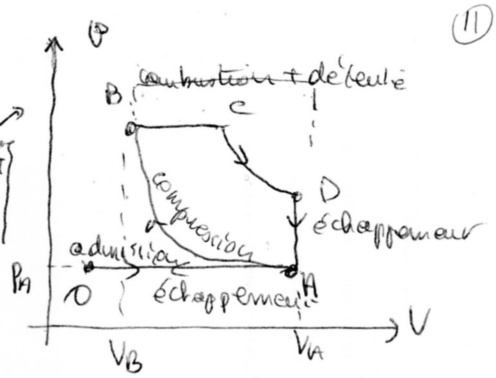
1. **Physique classique**
   Déterminer l'énergie potentielle de l'électron.
   Étudier son mouvement depuis un point ($Z = a$) où il est immobile.

2. **Physique quantique**
   - a- Donner l'équation de Schrödinger en régime stationnaire.
   - b- On cherche les solutions sous la forme $\phi(z) = C\,z\,\mathrm{e}^{-kz}$ et on prend le potentiel de la question 1. Exprimer l'énergie E.

Eao 44b p 42- 0909252 (11)

1°) $\boxed{\text{2 tours par cycle}}$ →





3°) • $p_B V_B^{\gamma} = p_A V_A^{\gamma}$

$\Rightarrow \boxed{p_B = p_A \times \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma} = a^{\gamma} P_0}$

• $T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1} \Rightarrow \boxed{T_B = T_A \times a^{\gamma-1}}$

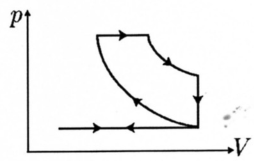
4°) Phase (3) : $\frac{1}{2}$ tour de villebrequin avec 2300 tr ⟷ 60 s
0,5 tr ⟷ Δt.

$$\boxed{\Delta t = \frac{0{,}5 \times 60}{2300} = 1{,}3.10^{-2}\ s}$$

III- CCINP (2025)

b– Exercice 2 : Cycle moteur

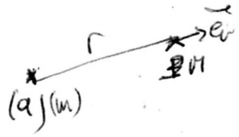
Un moteur 4-temps effectue les cycles suivants :
- Phase 1 : admission ;
- Phase 2 : compression ;
- Phase 3 : combustion + détente ;
- Phase 4 : échappement.



1. Combien de tours le vilebrequin effectue-t-il dans chaque cycle ?
2. Où est la phase 1 dans le cycle ? sens physique ?
3. Déterminer p_B et T_B (à l'issue de la compression adiabatique).
Les points A et B ne sont pas représentés sur le graphique ; on doit les déduire.
4. Quel est le temps maximum de la durée de la phase 3 ?
5. Donner l'état des soupapes lors de chaque phase.

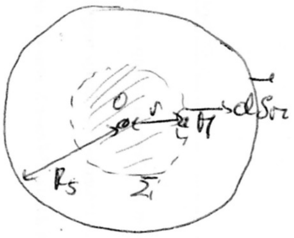
Données :
- Rapport de compression : $a = \frac{V_A}{V_B} = 18$;
- $p_A = P_0 = 10^5$ Pa ;
- vitesse de rotation du moteur : 2 300 tr/min ;
- Rapport des capacités thermiques du gaz : $\gamma = 1,4$.

Exo15a p43 – 1009251 – (12)



1°) $\boxed{\vec{E} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{e_r}}{r^2}}$ $\boxed{\vec{g} = -\frac{Gm}{r^2}\vec{e_r}}$

2°) $\frac{q}{4\pi\varepsilon} \equiv -Gm \Rightarrow \frac{q}{\varepsilon_0} \equiv -4\pi G m \Rightarrow \boxed{\Phi_E = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \equiv \Phi_g = -4\pi G M_{int}}$



3°) a- Gauss gravitationnel : $\Phi_g = \oint_{\Sigma} \vec{g}(M)\cdot\vec{dS_M} = g\times 4\pi r^2$

$M_{int} = \mu_S \times \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow g\times 4\pi r^2 = -4\pi G\times\mu_S\frac{4\pi r^3}{3}$

$\Rightarrow \boxed{g(r) = -\frac{4\pi\mu_S G r}{3}}$

b- $\frac{dp}{dr} = \mu_S g(r) = -\frac{4\pi\mu_S^2 G}{3} r \Rightarrow \int_{P_{vide}=0}^{p(r)} dp = -\frac{4\pi\mu_S^2 G}{3}\int_{R_S}^{r} r\,dr \Rightarrow \boxed{p(r) = \frac{4\pi\mu_S^2 G}{3}(R_S^2 - r^2)}$

c- $\mu_S = \frac{M_S}{\frac{4}{3}\pi R_S^3} = \frac{2.10^{3}}{\frac{4}{3}\pi\times(700000.10^3)^3} \Longrightarrow \boxed{\mu_S = 1{,}4.10^3\ kg/m^3}$

$\boxed{P_0 = \frac{4\pi\mu_S^2 G}{3}R_S^2} = 4\pi\times\frac{\mu_S^2\times 6{,}67.10^{-11}}{3}\times(700000.10^3)^2 \Rightarrow \boxed{P_0 = 2{,}7.10^{14}\ Pa}$

$PV = nRT = \frac{mRT}{M_H} \Rightarrow T = P\frac{M_H}{\mu_S R} = \frac{2{,}7.10^{14}\times 10^{-3}}{1400\times 8{,}31} \Rightarrow \boxed{T_0 = 2{,}3.10^7\ K}$

4°/a- $\boxed{\mathcal{E}_p = -\frac{Gm_1m_2}{r}}$

b- $\boxed{\delta\mathcal{E}_p = -\frac{Gm_1\,\delta m_1}{r}}$ où $m_1 = \frac{4}{3}\pi r^3\mu_S$ or $\delta m_1 = \mu_S\times 4\pi r^2 dr$

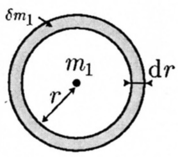
c- $\mathcal{E}_p = \int_0^{R_S} -\frac{G}{r}\times\frac{4}{3}\pi r^3\mu_S\times\mu_S 4\pi r^2 dr = -\frac{16\pi^2 G\mu_S^2}{3}\int_0^{R_S} r^4 dr \Rightarrow \boxed{\mathcal{E}_p = -\frac{16\pi^2 G\mu_S^2}{3}\times\frac{R_S^5}{5}}$

III- CCINP (2025)

15– Graviation, électrocinétique (Trullier, 2025)

a– Exercice 1 : Énergie gravitationnelle

1. Donner les expressions du champ électrostatique $E(M)$ (et gravitationnel $g(M)$) pour un point M situé à une distance r d'une charge q (ou d'une masse m).
2. Établir l'analogie entre les deux (théorème de Gauss et Gauss gravitationnel).
3. On s'intéresse au Soleil, sphère de rayon R, de masse volumique μ, assimilé à un fluide parfait.
   a- Calculer $g(M)$ à l'intérieur du Soleil.
   b- On donne $\frac{\mathrm{d}p(r)}{\mathrm{d}r} = \mu\, g(r)$ et on suppose le vide interstellaire. Exprimer $p(r)$.
   c- Exprimer et calculer P_0 et T_0 au centre du Soleil. Commenter le modèle.
4. a- Rappeler ou retrouver l'énergie l'expression de l'énergie potentielle gravitationnelle $\mathcal{E}_p$.
   b- Exprimer $\delta\mathcal{E}_p$ d'une couronne de masse δm_1.
   c- *Il me semble qu'il fallait intégrer l'expression précédente.*



Données :
- Constante gravitationnelle : $G = 6,67.10^{-11}$u.s.i.
- Masse du Soleil : $M_S = 2.10^{30}$ kg
- Rayon du Soleil : $R_S = 700\,000$ km
- Masse molaire de l'hydrogène : $M_{\mathrm{H}} = 1$ g.mol^{-1}

Ex 156 p 43 - 1009252.

(13)

1°) $\boxed{G_{dB} = 20\log H_0 - 10\log\left[1+Q^2\left(\frac{f}{f_r}-\frac{f_r}{f}\right)^2\right]}$ $\quad |H(f)| = \dfrac{H_0}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{f}{f_r}-\frac{f_r}{f}\right)^2}}$

$G_{dB}^{max} = 20\log H_0 = 0 \Rightarrow \boxed{H_0 = 1}$ et $\boxed{f_r = 500\,Hz}$

2°) $\bullet\ f \ll f_r \Rightarrow G_{dB} \simeq 20\log H_0 - 20\log Q + 20\log f/f_r$

$\bullet\ f \gg f_r \Rightarrow G_{dB} \simeq 20\log H_0 - 20\log Q - 20\log f/f_r$

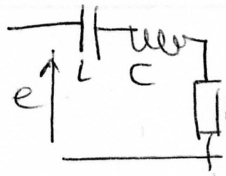
3°) $\Delta\omega = \frac{\omega_0}{Q} \Rightarrow Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{500}{100} \Rightarrow \boxed{Q = 5}$

4°) $e(t) = E + E\cos(2\pi f_1 t) \Rightarrow \underline{e} = E + E e^{j2\pi f_1 t} \Rightarrow \underline{s} = E \times \underline{H}(0) + E\, e^{j2\pi f_1 t} \times \frac{1}{1+jQ\left(\frac{f_1}{f_r}-\frac{f_r}{f_1}\right)}$

avec $\underline{H}(0) = \lim_{f\to 0} \underline{H}(jf) = 0 \Rightarrow \underline{s} = \dfrac{E\, e^{j2\pi f_1 t}}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{f_1}{f_r}-\frac{f_r}{f_1}\right)^2}}\, e^{-j\Phi_1}$ avec $\boxed{\tan\Phi_1 = Q\left(\frac{f_1}{f_r}-\frac{f_r}{f_1}\right)}$

$\Rightarrow \boxed{s(t) = \dfrac{E}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{f_1}{f_r}-\frac{f_r}{f_1}\right)^2}}\cos(2\pi f_1 t)}$

5°)



$\boxed{\omega_0^2 = \frac{1}{LC}}$

$\boxed{Q = \frac{L\omega_0}{R}}$

par exemple, avec $\boxed{R = 100\,\Omega}$:

$\bullet\ L = \frac{RQ}{\omega_0} = \frac{100\times 5}{2\pi \times 500} \Rightarrow \boxed{L = 159\,mH}$

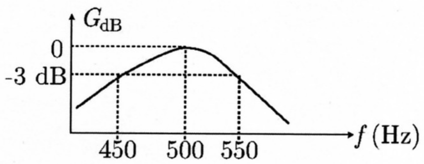
$\bullet\ C = \frac{1}{L\omega_0^2} = \frac{1}{0{,}159\times(1000)^2} \Rightarrow \boxed{C = 2{,}5\cdot 10^{-5}\,F}$

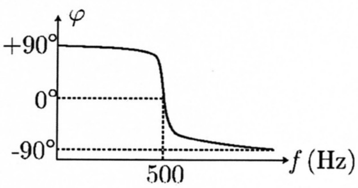
III- CCINP (2025)

b– Exercice 2 : Filtre passe-bande

Un filtre électronique présente la fonction de transfert :

$$\underline{H}(jf) = \frac{H_0}{1 + jQ\left(\dfrac{f}{f_r} - \dfrac{f_r}{f}\right)}$$





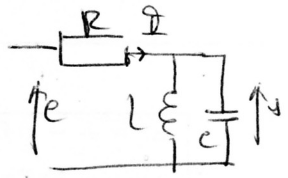
1. Donner les valeurs de H_0 et de f_r.
2. Exprimer le gain en décibel G_{dB} et ses asymptotes.
3. Donner la valeur de Q.
4. La tension d'entrée est de la forme :

$$e(t) = E \times [1 + \cos(2\pi f_1 t)]$$

Exprimer $s(t)$.

5. Proposer un circuit à réaliser au laboratoire avec les valeurs des différents composants.

Exo 16.a p43- 1609251 (14)

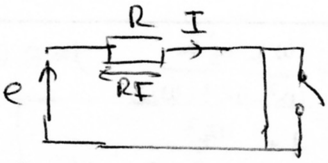


1°) $\underline{H}(j\omega) = \frac{Z_{//}}{Z_{//}+R} = \frac{1}{1+R\times\left(C\omega j+\frac{1}{L\omega j}\right)} \Rightarrow \frac{1}{jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)}$

$\boxed{\omega_0 = 2\pi f_0 = 10^4 \text{ rad/s}}$

$\Rightarrow \begin{cases} \frac{Q}{\omega_0} = RC \\ Q\omega_0 = \frac{R}{L} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\omega_0^2 = \frac{1}{LC}}$ et $\boxed{Q = \frac{R}{L\omega_0}}$

2°) Régime continu :



$e = RI \Rightarrow R = \frac{e}{I} = \frac{3}{10^{-3}} \Rightarrow \boxed{R = 3000\,\Omega}$

• $Q = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{1590}{530} = 3 \Rightarrow \frac{R}{L\omega_0} = 3 \Rightarrow L = \frac{R}{3\omega_0} = \frac{3000}{3\times 10^4} \Rightarrow \boxed{L = 0{,}1\,H}$

• $C = \frac{1}{L\omega_0^2} = \frac{1}{0{,}1\times(10^4)^2} \Rightarrow \boxed{C = 10^{-7}\,F = 100\,nF}$

III- CCINP (2025)

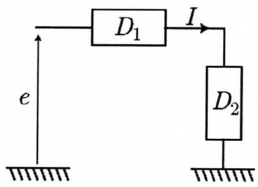
16– Électronique, électromagnétisme (Dahan, 2025)

a– Exercice 1 : Circuit inconnu

On considère le circuit ci-contre.

– On sait qu'en régime continu, $I = 1$ mA pour $e = 3$ V.
– Ce montage réalise un filtre passe-bande.

1. Déterminer les dipôles D_1 et D_2, sachant que le montage contient une résistance, un condensateur et une bobine.



2. Déterminer les valeurs de R, C et L.

Données :

– Fonction de transfert du circuit : $\underline{H}(jx) = \dfrac{H_0}{1+jQ\left(x-\dfrac{1}{x}\right)}$ où $x = \dfrac{f}{f_0}$
– Fréquence $f_0 = 1\,590$ Hz et bande passante : $\Delta f = 530$ Hz.