

Préparation aux oraux

Feuille n° 1

1 — Oral CCINP

On considère une bille de masse m et de rayon b , placée dans un fluide de masse volumique ρ et de viscosité η . La bille est suspendue à un ressort de raideur k et de longueur à vide ℓ_0 . Elle subit de la part du liquide une force de frottements fluides donnée par la loi de Stokes $\vec{F} = -6\pi\eta b \vec{v}$, en plus de la poussée d'Archimède. Le champ de pesanteur est $\vec{g} = -g \vec{e}_z$.

1. Soit ℓ_e la longueur à l'équilibre du ressort. Exprimer $\ell_e - \ell_0$ en fonction des données.
2. On note z l'allongement du ressort par rapport à sa position d'équilibre. Montrer que z vérifie une équation différentielle de la forme

$$\ddot{z} + 2\lambda\dot{z} + \omega_0^2 z = 0,$$

où l'on exprimera λ et ω_0 .

3. À quelle condition, liant ω_0 et λ , obtient-on des oscillations?

Calculer dans ce cas la période T des pseudo-oscillations.

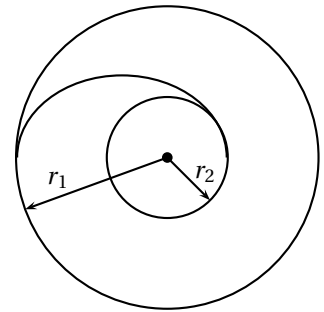
4. Si le mouvement a lieu dans l'air et que l'on néglige tout frottement fluide, donner la période T_0 du mouvement.

5. Exprimer η en fonction de T , T_0 , b et m .

En déduire un protocole expérimental pour déterminer η .

2 — Oral CCINP PC 2024

Un satellite de masse m est en orbite circulaire de rayon r_1 autour de la Terre à une vitesse v_1 . Le satellite rejoint l'orbite circulaire de rayon r_2 par une orbite elliptique, avec la vitesse v_s (au périgée), puis le satellite est en orbite circulaire de rayon r_2 à la vitesse v_2 .



1. Rappeler l'expression de l'énergie mécanique sur une orbite elliptique et l'expression de la vitesse sur une orbite circulaire.
2. Trouver le facteur k qui relie v_s à v_1 , à exprimer en fonction de r_1 et r_2 .

On introduit une force de frottement de la forme $\vec{F} = -\lambda \vec{v}$.

3. Montrer que le moment cinétique par rapport à O s'écrit $\vec{L}_O(t) = \vec{L}_O(t=0) e^{-t/\tau}$.

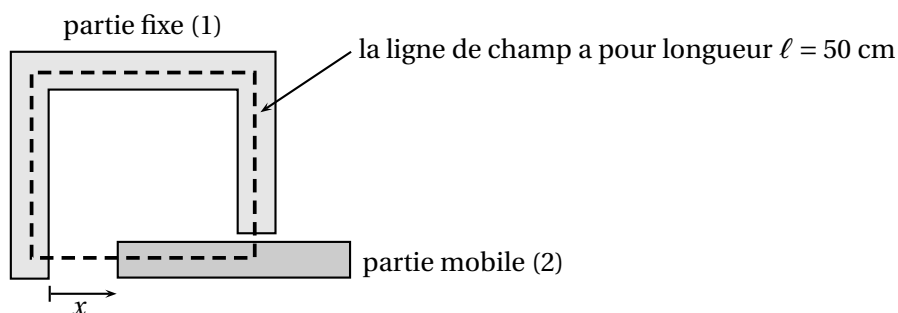
À $t = 0$, le satellite se trouve sur l'orbite basse de rayon r_2 . On suppose les frottements faibles et le mouvement quasi-circulaire.

4. Grâce au théorème de l'énergie mécanique, montrer que $r(t) = r_2 \exp\left(-\frac{2t}{\tau}\right)$.

5. Exprimer la vitesse $v(t)$ du satellite puis son énergie mécanique en fonction du temps.

3 — Oral CCINP PSI 2024

On s'intéresse à une porte coulissante.



La partie (1), de section S carrée, a pour perméabilité relative $\mu_r = 1000$.

La partie (2), de section S carrée, a pour perméabilité relative $\mu_r = 1000$.

Quand $x = 0$, la porte est fermée.

La partie (1) est entourée d'un bobinage de $N = 200$ spires, d'une résistance $R = 5 \Omega$, soumis à une tension U .

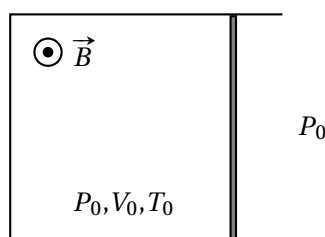
D'après le constructeur, la tension U est telle que quand la porte est fermée, la partie mobile exerce sur la partie fixe une pression de 5 bar.

Calculer U .

4 — Piston mobile (oral Mines)

On introduira toute grandeur nécessaire.

On emprisonne un gaz parfait dans une enceinte constituée d'un réservoir et d'une paroi mobile. Toutes les parois sont calorifugées et conductrices de l'électricité. L'ensemble est soumis à un champ magnétique stationnaire, orienté comme le montre la figure ci-après. Le piston mobile, pouvant se déplacer sans frottement, a une résistance électrique R .



On déplace le piston mobile de sa position d'équilibre. Étudier son mouvement.

5 — Appareil photo (oral Centrale)

On considère un appareil photo jetable dont on ne peut donc pas régler la mise au point. L'objectif de l'appareil photo est assimilé à une lentille convergente de distance focale $f' = 65$ mm. Le rayon de cette lentille est $R = 2$ mm. L'émulsion photosensible, c'est-à-dire le rayon minimum pour lequel on peut distinguer deux cellules différentes, est $g = 20 \mu\text{m}$.

On place la pellicule de l'appareil photo dans le plan focal de la lentille.

1. Déterminer la profondeur de champ, c'est-à-dire la distance minimum à laquelle l'image nous apparaît nette.
2. Comment améliorer l'appareil photo? Quels paramètres augmenter, diminuer?
3. Quels effets peut-on retrouver suite à une diminution de R ?

Formulaire

Soit AB perpendiculaire à l'axe optique d'une lentille sphérique mince de centre O et de focale f' . En notant $A'B'$ son image par la lentille, on donne :

Relations de conjugaison $\frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f'}$ (Descartes) et $\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = -f'^2$ (Newton).

Relations de grandissement $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$ (Descartes) et $\gamma = -\frac{\overline{F'A'}}{f'}$ (Newton).

6 — Oral Centrale PSI 2022

On considère une piscine dans laquelle se propage une onde. La pression à la surface est considérée comme uniforme et valant p_0 , valeur de la pression atmosphérique.

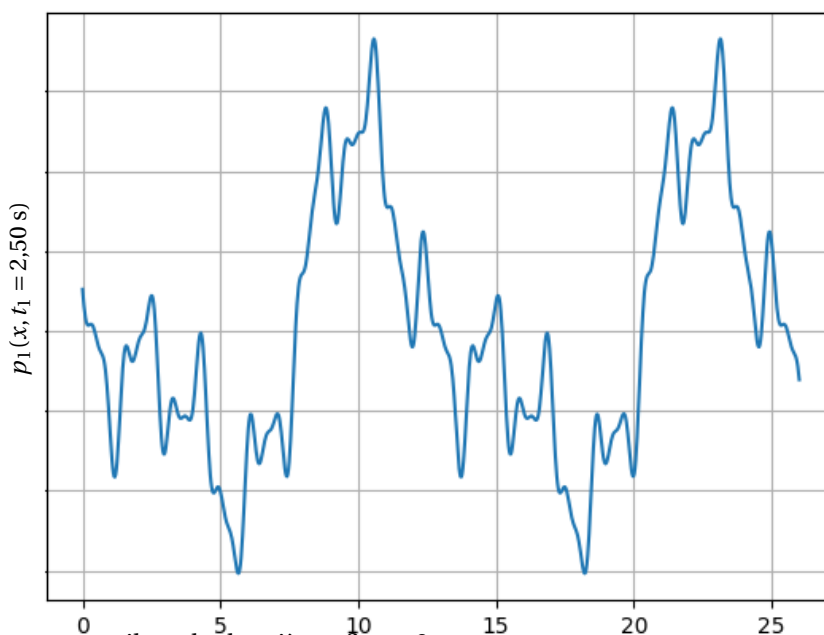
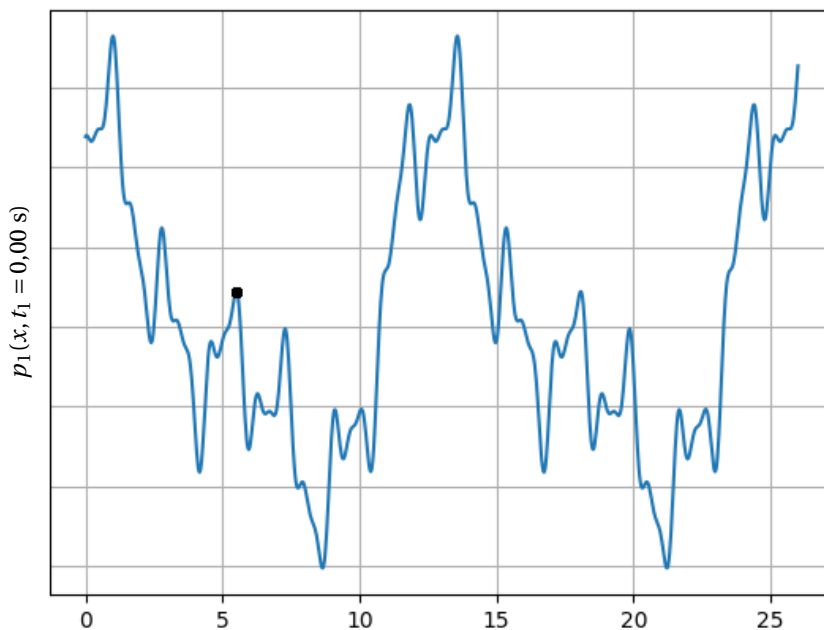
On note H la profondeur moyenne de la piscine et $h(x, t)$ la variation de hauteur, de valeur moyenne nulle. La longueur de la piscine est selon l'axe x et on la considère comme très inférieure à la longueur selon y . On envisage que l'onde qui se propage puisse s'écrire sous la forme d'une onde plane harmonique.

La vitesse de propagation est caractérisée par une vitesse de phase v_φ et une vitesse de groupe v_g . La propagation est considérée selon \vec{e}_x ; on donne $\vec{v}_\varphi = v_\varphi \vec{e}_x$.

Dans le cadre considéré, on donne la relation de dispersion

$$\omega^2 = gk \tanh(kH) \quad \text{où} \quad \tanh(kH) = \frac{\sinh(kH)}{\cosh(kH)} = \frac{e^{2kH} - 1}{e^{2kH} + 1}.$$

1. Donner le comportement asymptotique de $\omega(k)$ aux valeurs extrêmes de kH . Tracer le graphe de $\omega(k)$.
2. Déterminer la vitesse de phase v_φ et la vitesse de groupe v_g aux valeurs extrêmes de k . Indiquer si les milieux sont dispersifs ou non.
3. Dans l'hypothèse d'une grande profondeur H , calculer v_φ . Montrer que $v_g = \beta v_\varphi$ où l'on exprimera β . Établir une inégalité sur H pour vérifier l'hypothèse de grande profondeur.
4. On considère l'onde en surpression $p_1(x, t)$ qui se propage dans le fluide. On représente $p_1(x, t_1 = 0,00 \text{ s})$ et la même onde à l'instant $t_2 = 2,50 \text{ s}$, où x (abscisse) est en cm.



Où le point en noir se trouve-t-il sur la deuxième figure?

Dans quel cas sommes-nous : bassin profond ou peu profond?

Calculer v_φ et v_g .

7 — Réfrigérateur (oral Mines)

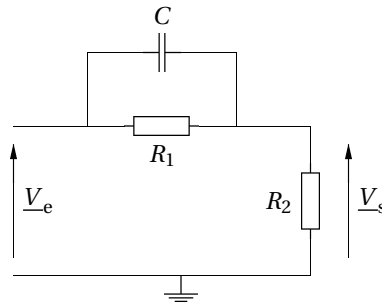
La température vaut 20 °C dans la cuisine et -18 °C dans le congélateur. Le congélateur fonctionne selon un cycle de Carnot. Son efficacité est égale à 50 % de sa valeur maximale théorique.

En régime permanent, le compresseur fonctionne 8 minutes par heure, et sa puissance vaut $P = 160\text{ W}$.

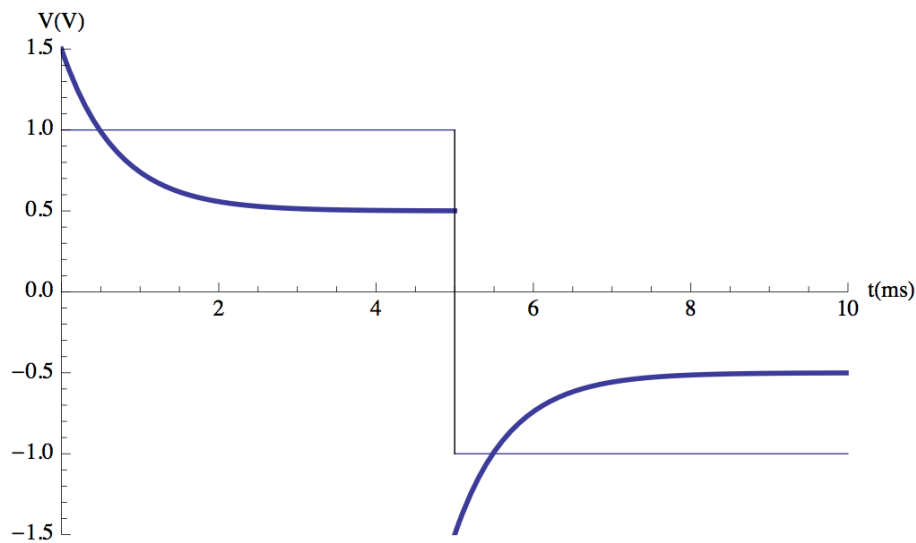
Calculer la résistance thermique des parois du congélateur.

8 — Étude d'un filtre

On considère le filtre suivant :



1. Effectuer l'étude asymptotique de ce montage.
2. Établir sa fonction de transfert. On fera apparaître deux pulsations ω_1 et ω_2 .
3. Tracer le diagramme de Bode asymptotique.
4. On donne la réponse du filtre à un signal carré :



Sachant que $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, déterminer R_2 et C .