Préparation aux oraux — Feuille n° 2

1 — Climatiseur

oral Mines

Un climatiseur fait passer la température d'une salle de $T_0 = 300$ K à $T_1 = 295$ K en 1000 s. Il est en relation avec l'air extérieur à T_0. On lui fournit une puissance $P = 180$ W et on suppose son fonctionnement réversible. Déterminer la capacité thermique C de la pièce.

---

2 — Puit de potentiel gaussien

oral type CCINP

Une particule de masse m connue peut se déplacer le long d'un axe Ox, en étant soumise au potentiel gaussien

$$E_\mathrm{p}(x) = -E_0 \exp\left(-\frac{(x-a)^2}{2d^2}\right) \quad \text{avec} \quad E_0 > 0 \text{ et } a > 0\,.$$

On désire déterminer expérimentalement les caractéristiques E_0 et d de ce potentiel.

1. Quelles sont les dimensions de a, d et E_0 ? Représenter l'allure de ce potentiel.

2. Si la particule se situe initialement au minimum du potentiel, quelle vitesse minimale v_min faut-il lui communiquer pour qu'elle puisse s'échapper de ce puits de potentiel ? Quelle grandeur caractéristique du potentiel peut-on ainsi déterminer ?

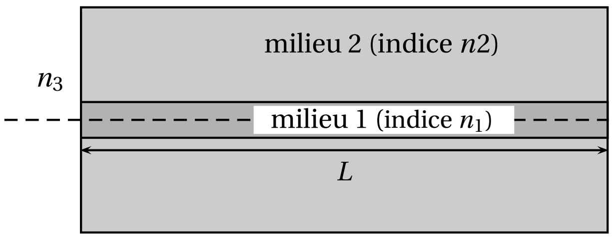
3. On étudie maintenant les petites oscillations de la particule au voisinage de sa position d'équilibre. Montrer que l'on obtient l'équation différentielle d'un oscillateur harmonique (à déterminer) en posant $u(t) = x(t) - a$. En déduire que l'on peut ainsi déterminer l'autre caractéristique du potentiel, en explicitant le protocole.

---

3 — Fibre optique

oral type CCINP

On considère une fibre optique constituée d'un milieu d'indice n_1 inséré entre deux milieux d'indice n_2. L'ensemble est placé dans un milieu d'indice n_3 avec $n_1 > n_2 > n_3$.



À l'aide d'une lentille, on focalise la lumière émise par une source monochromatique ponctuelle S à l'entrée du milieu 1. On ne considère que les rayons qui entrent dans le milieu 1.
On donne $n_1 = 1{,}5227$, $n_2 = 1{,}5200$ et $n_3 = 1{,}0000$; $L = 10{,}0$ cm.

1. Calculer l'angle d'incidence limite i_ℓ d'un rayon à l'interface entre le milieu 1 et le milieu 2 pour que la lumière ne sorte pas du milieu 1.

2. En déduire l'angle formé, à l'entrée du milieu 1, par les deux rayons plus plus inclinés par rapport à l'axe, et qui seront guidés par ce même milieu.

3. Dans le cas où la lumière arrivé à l'entrée du milieu 1 sous forme d'impulsions de durée 1 ns, calculer l'allongement de ces impulsions en sortie du guide.

4 — Cinétique d'une réaction — oral Centrale MP

On cherche à étudier la cinétique de la réaction entre les ions Fe^{3+} et Sn^{2+} à la température $T = 25$ °C :

$$\mathrm{Fe^{3+} + Sn^{2+} \longrightarrow Fe^{2+} + Sn^{3+}}.$$

On pose $v = k[\mathrm{Fe^{3+}}]^\alpha[\mathrm{Sn^{2+}}]^\beta$ la vitesse de réaction.

1. Dans un premier temps, on met les ions Fe^{3+} en grande quantité. On constate que le temps de demi-réaction τ est indépendant de la concentration initiale en ions Sn^{2+}. En déduire β.

2. On se place maintenant dans les conditions stœchiométriques. Cette fois, le temps de demi-réaction dépend de la concentration initiale c_0 en ions Fe^{3+}.

2.a) Exprimer τ en fonction de k, α et c_0.

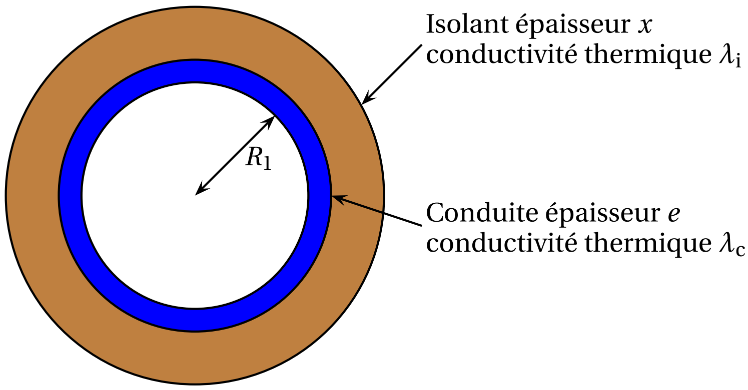
2.b) On remarque que τ est divisé par 4 lorsque c_0 est multiplié par 2. En déduire α.

3. On donne k_2 à la température T_2 et k_3 à la température T_3. Exprimer l'énergie d'activation de la réaction.

---

5 — Isolation d'une conduite — oral CCINP PSI 2018 résolution de problème : BEOS 5707

On considère une conduite entourée d'un isolant.



Les phénomènes de convection sont modélisés par la loi de Newton : $\mathrm{d}\Phi = h(T - T_e)\,\mathrm{d}S$.
On note h_1 le coefficient d'échange air/conduite et h_2 le coefficient d'échange isolant/air.
On donne également l'expression de la résistance thermique en coordonnées cylindriques

$$R_{th} = \frac{1}{2\pi\lambda L}\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right),$$

où R_1 est le rayon intérieur, R_2 le rayon extérieur, λ la conductivité thermique du cylindre de longueur L.
Est-il vrai que plus il y a d'isolant, meilleure est l'isolation ? Si non, quelle est la condition sur x pour avoir la meilleure isolation ?
