TD n°4 Révisions Oraux

1 CCP

On donne à toute fin utile, en coordonnées cylindriques :

$$\mathrm{div}(\,f(r)\vec{u}_r\,) = \frac{1}{r}\frac{d(\,r\,f(r))}{dr} \quad \text{et} \quad \overrightarrow{\mathrm{rot}}(\,f(r)\,\vec{u}_\theta\,) = \frac{1}{r}\frac{d(\,rf(r)\,)}{dr}\,\vec{u}_z$$

Un câble coaxial est formé d'un cylindre creux de rayon a entouré d'un cylindre coaxial de rayon $b > a$. L'espace entre $r = a$ et $r = b$ est le vide. On note σ la densité superficielle de charge (constante) du cylindre intérieur. Un courant I constant circule selon $+Oz$ sur le cylindre extérieur et revient par le cylindre intérieur. Les deux cylindres portent des charges opposées.

1. Déterminer le champ électrique $\vec{E}$ entre les deux cylindres, puis en tout point de l'espace.
2. Quelle est la différence de potentiel entre les deux cylindres ?
3. Déterminer le champ magnétique $\vec{B}$ en tout point de l'espace
4. Calculer le flux du vecteur de Poynting à travers la surface du câble comprise entre les rayons $r = a$ et $r = b$.

2 CCP

On étudie la décomposition de l'oxyde d ?argent selon :

$$2\ Ag_2O_{(s)} = 4\ Ag_{(s)} + O_{2(\mathrm{gaz})}$$

1. Calculer la variance, commenter.
2. A 100°C, les deux solides sont en équilibre sous une pression de dioxygène égale à $1{,}25\times10^4$ Pa. Calculer $\Delta_r G^0(373\mathrm{K})$.
3. Le volume du système thermostaté à 100°C et en équilibre défini ci-dessus est V = 2 L. On part de 1 mol de $Ag_2O_{(s)}$. On augmente progressivement V . Que se passe-t-il ? Discuter.

3 Petites Mines

Exercice

Une pompe à chaleur à fréon 22 CHF_2Cl prélève de l'énergie par transfert thermique à un circuit d'eau froide et en cède toujours par transfert thermique à l'air d'une habitation. Le fréon est en écoulement permanent dans la machine et décrit le cycle suivant :

- Dans l'évaporateur, il subit une évaporation complète sous la pression $P_2 = 5$ bar à la température $T_2 = 273$ K.
- Il entre alors dans un compresseur où il subit une compression adiabatique et réversible. Il en ressort sous la pression $P_1 = 12{,}65$ bar et à la température T_3.
- Ensuite dans un condenseur, le fréon gazeux se refroidit et se liquéfie complètement à la pression P_1 et à la température $T_1 = 305$ K.
- Enfin, il traverse un détendeur calorifugé et sans partie mobiles. Il en ressort à T_2 et P_2. La détente s'accompagne d'une vaporisation partielle.

Données : Capacité thermique du fréon liquide : $c_\ell = 1{,}5$ kJ.kg^{-1}.K^{-1}. Le fréon gazeux est assimilé à un gaz parfait de coefficient $\gamma = 1{,}20$; les enthalpies massiques de vaporisation sont $L_{\mathrm{vap}}(T_1) = 175$ kJ.kg^{-1} et $L_{\mathrm{vap}}(T_2) = 205$ kJ.kg^{-1} ; masse molaire du fréon $M = 86{,}5$ g.mol^{-1}.

L'étude sera faite en régime permanent. On négligera tout variation de l'énergie cinétique macroscopique ainsi que toute variation d'énergie potentielle.

1. Calculer le travail utile w_u transféré au fréon lors de son passage dans le compresseur.
2. Calculer le transfert thermique q_1 qui s'est effectué dans le condenseur.

3. Calculer à la sortie du détendeur la fraction massique x de fréon gazeux.
4. Évaluer le transfert thermique q_2 qui s'effectue dans l'évaporateur.
5. Le compresseur est entraîné par un moteur électrique de rendement électromécanique $r = 0{,}8$. Définir l'efficacité de cette pompe à chaleur. Quel avantage présente ce chauffage par rapport au chauffage électrique ?

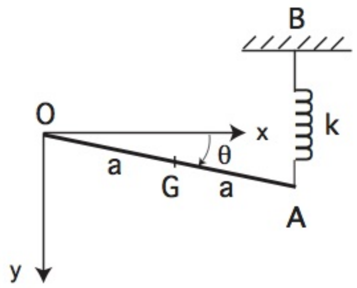
Cette pompe à chaleur sert à compenser les pertes thermiques de l'habitation maintenue à la température $T_4 = 293$ K, alors que la température extérieure est $T_{\text{ext}} = 273$ K. Dans le but d'évaluer ces pertes, on coupe le chauffage. La température de l'habitation passe alors en une durée $\Delta t = 4$ h de T_4 à $T_5 = 283$ K. On admet que le transfert thermique avec l'extérieur sur une durée dt s'écrit :

$$\delta Q = -\,k\,(T - T_{\text{ext}})\,dt$$

où k est une constante et T la température de l'habitation à la date t.

6. L'habitation a une capacité thermique $C = 2 \times 10^7$ J.K^{-1}. Établir une équation différentielle décrivant l'évolution de T et en déduire k.
7. Calculer la puissance électrique consommée $P_{\text{élec}}$ pour maintenir la température de l'habitation à la valeur constante de 293 K.

4 Mécanique (CCP)



Une tige homogène de centre de masse G, de masse m, de longueur $2a$ est fixée en O à une de ses extrémités, l'autre étant fixée à un ressort de longueur à vide ℓ_0 et de constante de raideur k. La tige a un moment d'inertie par rapport à Oz égal à $J = \dfrac{4}{3}ma^2$. On note $\vec{g}$ le champ de pesanteur. Il n'y a aucun frottement. À l'équilibre, la tige est horizontale et on considère le ressort constamment parallèle à l'axe vertical Oy.

1. Trouver la relation entre la longueur ℓ_e du ressort à l'équilibre et ℓ_0.
2. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par θ.
3. Exprimer T_0, période des petites oscillations.