

Concours B
INA - ENSA
B - 0500

correction du problème de physique

PHYSIQUE

QUESTION 1

1.a	L'orientation des lignes de champ montre que : $q_A > 0$ et $q_B < 0$
1.b	D'après le théorème de Gauss : $q_A + q_B = 0$
1.c	Il s'agit d'un doublet. Si on étudie le champ et le potentiel créés à une distance $d \gg AB$, alors on a un dipôle électrique Exemple de système descriptible ainsi : molécule polaire
1.d	$\vec{E} = -\text{grad}V$ au voisinage d'un point M : $dV(M) = -\vec{E}(M) \cdot d\vec{M}$; si $d\vec{M}$ appartient à la surface équipotentielle contenant M, alors $dV(M) = 0$ et donc $\vec{E}(M) \cdot d\vec{M} = 0$: le champ électrique $\vec{E}(M)$ est donc orthogonal à $d\vec{M}$, et ce quel que soit $d\vec{M}$ appartenant à la surface équipotentielle contenant M : celle-ci est donc orthogonale à $\vec{E}(M)$

QUESTION 2

2.a	Première méthode : effectuer le calcul "élémentaire" Deuxième méthode : - Tout plan contenant l'axe Oz est plan de symétrie pour la distribution de charge ; donc le champ $\vec{E}(O)$ appartient à chacun de ces plans ; il est donc colinéaire à Oz - Le plan $z = 0$ est plan de symétrie pour la distribution de charge ; donc le champ $\vec{E}(O)$ appartient à ce plan ; donc $\vec{E}(O)$ est orthogonal à Oz - Donc $\vec{E}(O)$ est nul
2.b	$V(O) = \int_{\text{spire}} \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda}{2\epsilon_0} \neq 0$ $V(O)$ n'est pas nul ; en effet : Remarque : on peut d'ailleurs dire que, le potentiel étant défini à une constante additive arbitraire près, la question de sa nullité est sans objet
2.c	Énergie : $W = -\vec{p} \cdot \vec{E}$ Actions mécaniques : Moment en O : $\vec{\Gamma}(O) = \vec{p} \wedge \vec{E}(O) = \vec{0}$

	$\vec{F} = -\text{grad}W = +\text{grad}_o(\vec{p} \cdot \vec{E}) = \text{grad}_o(p \cdot E_z) = p \cdot \left(\frac{dE_z}{dz} \right)_o \vec{e}_z \neq 0$ ▪ force : or $\left(\frac{dE_z}{dz} \right)_o \neq 0$ (car, par exemple : $E_z(z>0) > 0$ et $E_z(z<0) < 0$) donc : $\vec{F} \neq 0$
--	--

QUESTION 3

3.a	$E_p = \frac{1}{2}k(l - l_0)^2 = \frac{1}{2}k(\sqrt{l_0^2 + x^2} - l_0)^2$
3.b	Oui car les positions d'équilibre correspondent aux extrema de $E_p(x)$, c'est-à-dire aux annulations de $\frac{dE_p}{dx}$; or $\frac{dE_p}{dx} = k(\sqrt{l_0^2 + x^2} - l_0) \cdot x$ ne s'annule qu'en $x=0$
3.c	$E_c = \frac{1}{2}m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2$ or : $E_c + E_p = \text{cte} = 0 + \frac{1}{2}k(\sqrt{l_0^2 + l_0^2} - l_0)^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2_{x=0} + \frac{1}{2}k(l_0 - l_0)^2$ d'où : $E_{c(x=0)} = \frac{1}{2}k(\sqrt{l_0^2 + l_0^2} - l_0)^2 = \frac{1}{2}kl_0(\sqrt{2} - 1)^2$ et : $\left \frac{dx}{dt} \right _{x=0} = \sqrt{\frac{k}{m}}l_0(\sqrt{2} - 1)$

QUESTION 4

4.a	$\Delta U = W + Q$ or : P =cte n'entraîne pas : $W = 0$ donc, a priori : $\Delta U \neq Q$
4.b	Le fluide subit une transformation réversible, donc la création d'entropie est nulle
4.c	$\Delta S \neq 0 \quad \text{car} \quad \Delta S = S_{\text{créée}} + S_{\text{échange}} = 0 + \frac{Q}{T} \neq 0, \quad \text{où } T = \text{température du thermostat} = \text{température du fluide}$

QUESTION 5

5.a	$\Delta U_S = 0$ car le système (S) est un ensemble de gaz parfaits, dont l'énergie interne ne dépend que de la température, et que, pour chaque gaz parfait : $T_i = T_f = T_0$
5.b	L'ensemble $(S) \cup (thermostat)$ est isolé, donc : $\Delta U_{(S) \cup (thermostat)} = 0 = \Delta U_S + \Delta U_{thermostat} = 0 + \Delta U_{thermostat}$ Donc : $\Delta U_{thermostat} = 0$
5.c	S_S augmente car : $(W = 0, \Delta U = 0) \Rightarrow Q = 0 \Rightarrow S_{échange} = 0$ or la transformation est irréversible, donc : $S_{créée} > 0$ donc : $\Delta S = S_{échange} + S_{créée} > 0$ remarque : on peut aussi accepter le calcul basé sur : $dS = C_V \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V}$ $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = \left(\int_i^f C_V \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V} \right)_1 + \left(\int_i^f C_V \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V} \right)_2 = R \ln \frac{4}{3} > 0$ puis :
5.d	$F = U - T.S$ diminue puisque u est constante et que S augmente
5.e	S_2 diminue ; en effet : on a : $dS = C_V \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V}$ $\Delta S_2 = \left(\int_i^f C_V \frac{dT}{T} + R \frac{dV}{V} \right)_2 = R \ln \frac{2}{3} < 0$ donc :

QUESTION 6

6.a	Loi du déplacement de Wien : $\lambda_{\max} \cdot T = cte$ Application : $\lambda_{\max, \text{Soleil}} \cdot T_{\text{Soleil}} = \lambda_{\max, \text{corps_humain}} \cdot T_{\text{corps_humain}}$; d'où : $\lambda_{\max, \text{corps_humain}} = 11 \mu m$ Cette longueur d'onde est dans le domaine de l'infrarouge
6.b	Loi de Stefan : $\frac{dP}{dS} = \sigma T^4$ Donc si T est divisée par 2, $\frac{dP}{dS}$ est divisé par $2^4 = 16$ AN : $\left(\frac{dP}{dS} \right)_{T=3000K} = 0,1 kW.m^{-2}$