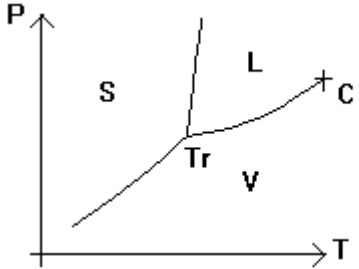


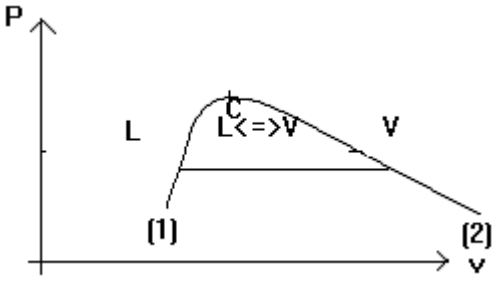
correction de l'épreuve de physique du concours Agro/Véto 2006 A

partieA	PIÉZOÉLECTRICITÉ
	<u>Propriétés fondamentales</u>
A.1.a	Effet « direct » $V = \frac{\alpha F}{C}$ $p = \frac{CV}{\alpha S}$ et AN : si $V = 1 \text{ V}$, alors : $p = 4.10^4 \text{ Pa}$
A.1.b	$p = \frac{CV}{\alpha S} \quad \frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta V}{V}$ de : on déduit : donc, pour des variations de pression atmosphérique qui sont typiquement de l'ordre de 0,01 bar, avec p de l'ordre de 1 bar, $\frac{\Delta V}{V}$ on aurait une variation relative de tension de l'ordre de 0,01, ce qui est faible : on aurait donc une mauvaise précision.
A.1.c	on applique une surpression ; il en résulte une tension entre deux faces du cristal, tension suffisamment importante pour provoquer une étincelle
A.2	Effet « inverse » : $\frac{\Delta L}{L} = \frac{F}{ES} = \frac{Q}{\alpha ES} = \frac{CV}{\alpha ES} ; \text{ donc : } V = \frac{\alpha ES}{C} \cdot \frac{\Delta L}{L}$ $\frac{\Delta L}{L} = 10^{-3}$ si l'on veut avoir , il faut donc : $V = 2\,000 \text{ V}$ c'est une valeur élevée mais néanmoins accessible selon le type de dispositif remarque il y a une ambiguïté dans le texte, la tension pouvant être compris au sens mécanique (dans ce cas : $F = ES \frac{\Delta L}{L}$; AN : $F = 8,0.10^3 \text{ N}$)
	<u>Modélisation microscopique</u>
A.3	il y a n molécules par unité de longueur ; or il y a une molécule par longueur a ; $n = \frac{1}{a} \text{ ou } n - 1 = \frac{1}{a}$ donc :

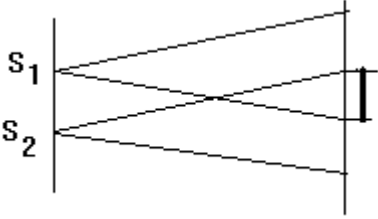
	si la surface S, rectangulaire, a pour côtés L et L', elle contient $nL \cdot nL' = n^2 LL' = n^2 S$ ressorts ; le nombre de ressorts sur lesquels agit une force F s'exerçant sur une surface S est donc : $n^2 S = \frac{S}{a^2}$ d'après la description du problème, on a un réseau cubique simple ; la maille élémentaire contient donc en propre une molécule ; donc : $\rho = \frac{M}{N_A a^3}$
A.4	$F = k_{eq} \varepsilon$, où k_{eq} est la raideur du ressort équivalent à l'ensemble de tous les ressorts en parallèle s'exerçant sur la surface S ; donc : $k_{eq} = \frac{S}{a^2} k$ d'où : $F = k \frac{S}{a^2} \varepsilon$
A.5	on a, dans la direction perpendiculaire à S, un nombre de ressorts en série, sur une longueur L, égal à : nL ; chacun de ces ressorts subit un raccourcissement ε ; le raccourcissement global est donc : $\Delta L = nL \varepsilon$; la variation relative d'épaisseur de la lame est donc : $\frac{\Delta L}{L} = n \varepsilon = \frac{\varepsilon}{a}$
A.6	$\frac{\Delta L}{L} = \frac{F}{ES} = \frac{\varepsilon}{a}$; donc : $E = \frac{aF}{\varepsilon S} = \frac{a}{\varepsilon S} \cdot k \frac{S}{a^2} \varepsilon = \frac{k}{a}$ homogénéité : $[E] = M.L^{-1}.T^{-2}$ (ou : $N.m^{-2}$) $[k] = M.T^{-2}$ (ou : $N.m^{-1}$) donc : $[k/a] = M.L^{-1}.T^{-2}$ (ou : $N.m^{-2}$)
A.7	AN : $a = \left(\frac{M}{\rho N_A} \right)^{1/3} = 3,35.10^{-10} m$ $n = \frac{1}{a} = 2,98.10^9 m^{-1}$ $k = Ea = 26,8 N.m^{-1}$
	<u>Amplification</u>
A.8	$\frac{v_s}{v_e} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$
A.9	il s'agit d'un montage amplificateur (non inverseur)

partieB	UN PEU D'OCÉANOGRAPHIE
	<u>Le changement d'état solide-liquide</u>
B.1	diagramme de la plupart des corps purs :  S = solide ; L = vapeur ; V = liquide courbes = équilibres diphasés Tr = point triple C = point critique
B.2	condition d'équilibre entre les phases 1 et 2 : $\mu_1 = \mu_2$ si on différentie cette relation : $dg_1(T,P) = dg_2(T,P)$ c'est-à-dire : $v_1 dP - s_1 dT = v_2 dP - s_2 dT$, où v_i est le volume molaire du corps pur dans la phase i et s_i l'entropie molaire du corps pur dans la phase i d'où : $(v_2 - v_1) dP = (s_2 - s_1) dT$ or : $s_2 - s_1 = \frac{L_{1 \rightarrow 2}}{T}$ où $L_{1 \rightarrow 2}$ est l'enthalpie molaire de changement de phase 1 $\rightarrow$ 2 donc : $L_{1 \rightarrow 2} = T(v_2 - v_1) \left(\frac{dP}{dT} \right)_{\text{équilibre } 1 \leftrightarrow 2}$ (C)
B.3.a	on utilise la relation de Clapeyron (C) avec des grandeurs massiques : $\left(\frac{dP}{dT} \right)_{\text{équilibre } S \leftrightarrow L} = \frac{\Delta H_F}{T(v_L - v_S)} = -1,35 \cdot 10^7 \text{ Pa.K}^{-1}$
B.3.b	si on assimile la pente de la courbe de fusion au taux d'accroissement entre la pression de 1 bar et la pression de 1000 bars, on obtient : $\frac{\Delta P}{\Delta T} \approx \frac{dP}{dT} = -1,35 \cdot 10^7 \text{ Pa.K}^{-1}$ $\Delta T \approx \frac{\Delta P}{\left(\frac{dP}{dT} \right)} = -7,49 \text{ K}$ donc : donc : $T_{\text{fusion}} = 265,5 \text{ K}$ on obtient une variation de température faible, ce qui est lié à la très grande pente, en valeur absolue, de la courbe de fusion
	<u>Pression sous-marine</u>

B.4	$\vec{\text{grad}}P = \rho \vec{g} \text{ ou, algébriquement : } \frac{dP}{dz} = -\rho g$ dans le liquide qui constitue l'océan, on peut considérer que ρ est pratiquement une constante ; l'équation précédente s'intègre donc en : $P = P_0 - \rho g z$
B.5	la variation de pression entre la surface libre et une profondeur $ z $ de 10 m est donc de : $\rho g z = 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$, quantité égale à la pression atmosphérique
B.6	$\chi_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$; donc, si on considère l'eau comme isotherme : $\chi_T = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta P}$; donc : $\frac{\Delta V}{V} = -\chi_T \Delta P$; ΔP peut se calculer pour une profondeur de 40 m : $\Delta P = \rho g z = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 4 \text{ bar}$ d'où l'application numérique : $\frac{\Delta V}{V} = -2 \cdot 10^{-4}$ cette valeur extrêmement faible justifie le fait de considérer l'eau comme incompressible
	<u>Une source sous-marine</u>
B.7	pour un fluide parfait, la vitesse est uniforme dans une section droite du cylindre ; pour un fluide visqueux, la vitesse a un profil parabolique les forces de viscosité sont des forces de cisaillement s'opposant au glissement des couches de fluide les unes par rapport aux autres
B.8	$D_v = \pi a^4 \frac{\Delta P - \rho g L}{8 \eta L} = \pi d^4 \frac{\Delta P - \rho g L}{128 \eta L}$ loi de Poiseuille : où d est le diamètre conditions de validité : écoulement unidimensionnel, incompressible, laminaire, permanent, dans un champ de pesanteur uniforme
B.9.a	si $\Delta P = \rho g L$, alors le liquide ne circule plus
B9.b	AN : $\Delta P - \rho g L = 2 \text{ Pa}$ (valeur extrêmement faible)
B.9.c	$v_m = \frac{D_v}{S} = \frac{D_v}{\pi a^2} = 0,51 \text{ m.s}^{-1}$ $\Re = \frac{\rho v \cdot 2a}{\eta} = 2,5 \cdot 10^5$: ce nombre de Reynolds correspond à un écoulement turbulent : l'hypothèse de validité de la loi de Poiseuille est donc fausse...

	<u>Le changement d'état</u>
C.1	 mélange diphasé : coexistence liquide-vapeur palier de changement d'état = segment horizontal, correspondant à l'ensemble des mélanges diphasés pour une température ou une pression donnée courbe de rosée = courbe (2) courbe d'ébullition = courbe (1) point critique = C
C.2	$\Delta h = L_{\text{vap}} = 2,24.10^6 \text{ J.kg}^{-1}$ $\Delta s = \frac{L_{\text{vap}}}{T_{\text{vap}}} = 6005 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ $\Delta s > 0$ car la phase liquide est plus ordonnée que la phase vapeur
C.3	pour l'eau : $\Delta s = s^{\text{ech}} + s^{\text{cr}}$; donc : $s^{\text{cr}} = \Delta s - s^{\text{ech}}$ $\Delta s = \frac{\Delta h}{T_{\text{vap}}}$ or : $s^{\text{ech}} = \frac{Q}{T_{\text{vap}}} = \frac{\Delta h}{T_{\text{vap}}}$ et : donc : $s^{\text{cr}} = 0$
	<u>Stockage des fluides</u>
C.4	pour chacun des deux gaz : $\mu_{\text{vap}} = \frac{P_{\text{sat}} M}{RT}$ AN : $\mu_{\text{vap, but}} = 2,61 \text{ kg.m}^{-3}$ $\mu_{\text{vap, prop}} = 12,64 \text{ kg.m}^{-3}$ pour les deux corps purs (butane et propane) contenus dans les bouteilles de stockage : $\mu_{\text{moyenne}} = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi D^2 h}$ AN : $\mu_{\text{moyenne, but}} = \mu_{\text{moyenne, prop}} = 202 \text{ kg.m}^{-3}$ On constate, d'après les valeurs numériques fournies pour les masses volumiques du butane et du propane liquide, que : $\mu_{\text{vap, but}} < \mu_{\text{moyenne, but}} < \mu_{\text{liq, but}}$ $\mu_{\text{vap, prop}} < \mu_{\text{moyenne, prop}} < \mu_{\text{liq, prop}}$

	donc, dans chacune des deux bouteilles, on a un mélange diphasé liquide-vapeur donc, dans chaque bouteille : $P = P_{\text{sat}}$: $P_{\text{but}} = 1,1 \text{ bar}$; $P_{\text{prop}} = 7 \text{ bar}$
C.5	Dans chaque bouteille, la pression est supérieure à la pression atmosphérique. Par conséquent, pour faire sortir le gaz de la bouteille à la pression atmosphérique, on a besoin d'un détendeur ramenant sa pression à la valeur de 1 bar
C.6	dans l'hypothèse d'une détente adiabatique réversible, la loi de Laplace est vérifiée : $P.V^\gamma = \text{cte}$; donc : $P.\left(\frac{T}{P}\right)^\gamma = \text{cte}$; donc : $P^{1-\gamma}.T^\gamma = \text{cte}$ ou : $T.P^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{cte}$; donc, entre l'état initial et l'état final de la détente : $\frac{P_{\text{in}}}{P_{\text{f}}} > 1$ $T_{\text{f}}.P_{\text{f}}^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_{\text{in}}.P_{\text{in}}^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} ; \text{ donc : } T_{\text{f}} = T_{\text{in}}.\left(\frac{P_{\text{in}}}{P_{\text{f}}}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} < T_{\text{in}} \quad \text{car : } \frac{1-\gamma}{\gamma} < 0$
	<u>Pression dans un gaz</u>
C.7	loi de Gladstone : $\frac{(n-1)M}{\rho} = C$ équation d'état des gaz parfaits : $P = \frac{RT\rho}{M}$; donc : $\frac{M}{\rho} = \frac{RT}{P}$ donc : $\frac{(n-1)RT}{P} = C$ ou : $\frac{(n-1)T}{P} = \frac{C}{M} = C'$ si P tend vers 0, à T fixée, alors le gaz se raréfie et on se rapproche du vide ; l'indice de réfraction n tend donc vers 1, ce qui est cohérent avec le résultat obtenu
C.8	b = covolume = volume propre des molécules : pour le gaz parfait, ce volume est nul P est la pression cinétique, $-a/V^2$ est la pression moléculaire, traduisant les interactions attractives dipôle-dipôle entre les molécules

partie D	PROPRIÉTÉS OPTIQUES
D.1	zone d'interférences : elle est représentée en gras : 
D.2	cours : $\delta = [S_2 M] - [S_1 M] = \frac{ax}{D}$

	$\tan \alpha \approx \alpha = \frac{x}{D}$ or : donc : $\delta = a\alpha$ $I(M) = \frac{I_0}{2} \left(1 + \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} \right) = \frac{I_0}{2} \left(1 + \cos 2\pi \frac{ax}{\lambda D} \right) = \frac{I_0}{2} \left(1 + \cos 2\pi \frac{a\alpha}{\lambda} \right)$ alors : on en déduit l'interfrange linéaire Δx, tel que : $2\pi \frac{a\Delta x}{\lambda D} = 2\pi$; donc : $\Delta x = \frac{\lambda D}{a}$
D.3	$D = \frac{a\Delta x}{\lambda}$ AN : ; donc : $D = 1,69 \text{ m}$
D.4	$\delta' = [S_2 M] - [S_1 M] = (n_2 - n_1)d + \delta = (n_2 - n_1)d + \frac{ax}{D}$ entre les deux états, la différence de différence de marche est : $(n_2 - n_1)d$; or lorsque la différence de différence de marche est égale à λ, il défile une frange ; donc, ici, le nombre de franges qui défilent est : $N = \frac{(n_2 - n_1)d}{\lambda}$ ou, plus rigoureusement $N = E \left(\frac{(n_2 - n_1)d}{\lambda} \right)$
D.5	si $N = 1$, alors : $n_2 - n_1 = \frac{\lambda}{d} = 0,59 \cdot 10^{-6}$
D.6	à température fixée, la loi de Gladstone devient : $\frac{n-1}{P} = \text{cte}$ en différenciant logarithmiquement : $\frac{dn}{n-1} = \frac{dP}{P}$; donc : $dP = P \frac{dn}{n-1}$ AN : $dP = 217 \text{ Pa}$
D.7	si T varie : la différentiation logarithmique de la loi de Gladstone conduit à : $\frac{dn}{n-1} + \frac{dT}{T} = \frac{dP}{P}$ si l'on veut que dT/T soit négligeable devant les autres termes, il faut que l'on ait : $dT/T \ll 217/10^5 = 2 \cdot 10^{-3}$