Activité 0 : Entraînement au calcul différentiel

1) Un moteur voit sa vitesse de rotation $\omega(t)$ vérifier l'équation différentielle suivante :

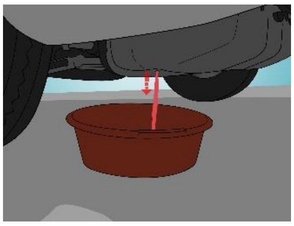
$$\frac{d\omega}{dt}+\frac{\omega}{\tau}=0$$

a) Exprimer $\omega(t)$ en sachant que $\omega(0)=\omega_0$

b) Exprimer la petite variation angulaire $d\theta$ que le rotor de ce moteur balaye pendant l'intervalle de temps dt

c) En déduire alors le nombre de tours que fait le moteur avant de s'arrêter.

2) Un réservoir contient un liquide sur une hauteur $h(t)$. On vidange ce réservoir et on montrer que $\frac{dh(t)}{dt}=-K\sqrt{h}$



a) Quelle est la variation élémentaire de hauteur dh de liquide perdu pendant l'intervalle de temps dt ?

b) Exprimer le temps de vidange sachant que $h(0)=h_0$

3) On définit le coefficient de tension superficielle γ comme le travail surfacique mis en jeu pour modifier la surface d'une bulle de rayon R d'une quantité dS par accroissement dR de son rayon : $\delta W=\gamma dS$.

a) Exprimer δW en fonction de R et dR

b) δW est aussi donné par $\delta W=(P_{int}-P_{ext})dV$ où dV est la variation élémentaire du volume de la sphère de la sphère, P_{int} la pression dans la bulle et P_{ext} la pression à l'extérieur de la bulle. Montrer que $(P_{int}-P_{ext})=\frac{2\gamma}{R}$.

Activité 1 : Modèle du gaz parfait

A) Quelques questions ouvertes :

1) Estimer le nombre de moles et la masse d'air présente dans la classe.

2) Exprimer puis calculer la masse volumique de l'air présent dans la classe ?

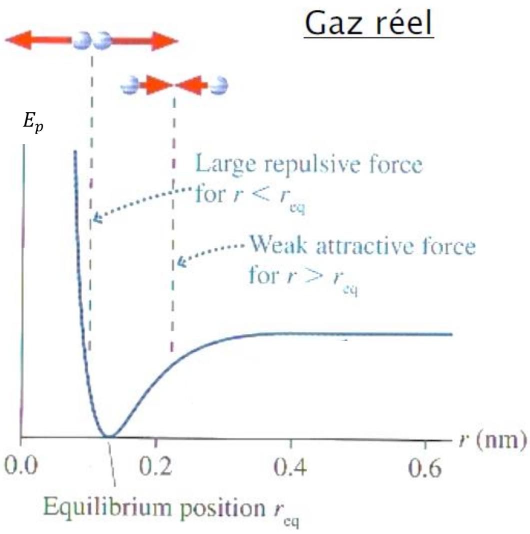
3) Exprimer puis calculer le volume molaire d'un gaz supposé parfait dans les conditions de température et de pression de la classe.

B) Validité du modèle du gaz parfait

1) Etablir la relation $P=n^*k_BT$ pour un gaz parfait (avec $k_B=\frac{R}{N_a}\approx 10^{-23}J.K^{-1}$ la constante de Boltzmann). Quelle est, en particules par mm^3, la densité particulaire n^* des molécules de l'air dans une salle de classe ?

2) En déduire par un modèle simple la distance typique entre deux molécules.

3) Un gaz présente toujours des interactions entre particules. Le graphe ci-dessous représente le profil de l'énergie potentielle d'interaction $E_p(r)$ en fonction de la distance r entre deux particules (typiquement dans un gaz monoatomique). A partir de quelle valeur du rapport $\frac{T(K)}{P(bar)}$ peut-on utiliser le modèle du gaz parfait ?



C) Etude expérimentale (acf3-1760243)

Activité 2 : Coefficients thermoélastique

On définit les coefficients positifs thermo-élastiques isobare $\alpha=\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$ et isotherme $\chi_T=-\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$

1) Etude du gaz parfait

a) Exprimer ces coefficients dans le cas d'un gaz parfait.

b) Calculer les coefficients α et χ_T dans le cas d'un gaz parfait à la pression atmosphérique et à 27°C.

c) Un gaz obéit à l'équation du gaz parfait. En utilisant le calcul différentiel, estimer sa variation relative de volume si sa pression augmente de 1% et sa température de 2%.

d) Soit un volume V_0 d'un gaz supposé parfait à la température $T_0 = 300K$ et à la pression P_0. On effectue un chauffage isobare conduisant à une augmentation de température de 10°C. Estimer la valeur de la variation relative du volume $\frac{\Delta V}{V_0}$.

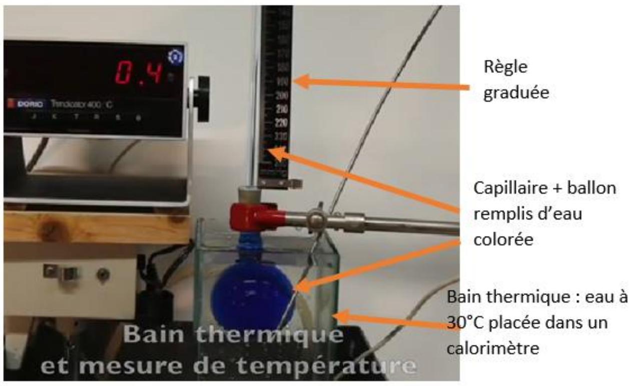
e) Soit un volume V_0 d'un gaz supposé parfait à la température T_0 et la pression $P_0 = 10^5\ Pa$. On effectue une compression isotherme de 0,1bar. Donner la variation relative du volume.

2) Etude d'une phase condensée

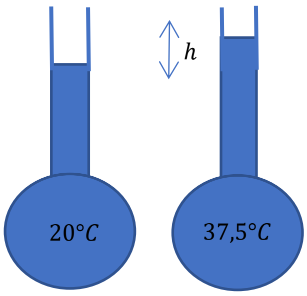
L'eau liquide à 27°C, sous 1 bar, a un coefficient de compressibilité isotherme de $\chi_T = 5.10^{-10} Pa^{-1}$ et un coefficient de dilatation isobare de $\alpha = 3.10^{-4} K^{-1}$.

a) Comparer ces valeurs à celles calculées à la question précédente dans le cas d'un gaz parfait.

On utilise le dispositif ci-dessous afin d'estimer la valeur supposée constante de α aux alentours de 30°C. Initialement l'eau est à 20°C et au contact du bain marie elle atteint 37,5°C



Au niveau du capillaire on observe une élévation h du niveau de la surface libre de l'eau colorée :



On a typiquement :

$$V_{ballon} \approx 0{,}15L$$

$$h \approx 3{,}2cm$$

$$\Delta T \approx 17{,}5K$$

$$S = \pi \times (0{,}452 * 10^{-2})^2$$

b) Quel est l'intérêt du capillaire ?

c) Estimer le coefficient de dilatation.

d) Estimer la variation de pression ΔP nécessaire pour créer, dans le cas de l'eau à une température de 27°C constante, une variation relative du volume $\frac{\Delta V}{V_0}$ de 10% (on supposera χ_T constant). Conclure.

Activité 3 : Définitions

Justifier, de manière simple, concise et précise vos réponses aux questions suivantes :

1) Un système fermé est-il nécessairement isolé ?
2) Un système isolé est-il nécessairement fermé ?
3) Un système ayant une température et une pression uniforme dans un réacteur thermomécanique est-il en équilibre ?
4) Une transformation quasistatique est-elle réversible ?
5) Une transformation réversible est-elle quasistatique ?
6) Une transformation mécaniquement réversible et isotherme est-elle réversible
7) Une transformation mécaniquement réversible et adiabatique est-elle réversible ?