

Nom de l'U.E : Physique de la Matière.....
Responsable du sujet : ...M. Barzoukas.....
Durée 2h.....

Calculatrices autorisées / documents non autorisés

Formules utiles :

- Loi de Bernoulli : $\rho \frac{v^2}{2} + \rho g z + P = \text{cste le long d'une ligne de courant}$
- Vitesse quadratique moyenne d'une molécule de masse molaire M :
$$u = \sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Données : $T(K) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$; $1 \text{ atm} = 1.013 \text{ bar}$; R la constante des gaz parfaits = $8.31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

EX1. Une boulette de papier tirée par une sarbacane est poussée par une force de la forme : $F(x) = ax - bx^2$, où a et b sont deux constantes positives.

- 1) Donner l'expression de l'énergie potentielle $E_p(x)$ de cette force.
- 2) Calculer le travail de cette force sur la boulette déplacée de x_0 à x_1 .
- 3) Calculer numériquement ce travail. On donne : $a = 0.050 \text{ N.m}^{-1}$, $b = 0.030 \text{ N.m}^{-2}$ et $x_0 = 0$, $x_1 = 10 \text{ cm}$

EX2. Au cours d'une journée la température a été 20°C et le taux d'humidité de l'air de 65%. Le taux d'humidité est défini comme le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air et la pression de vapeur saturante à la température T.

- 1) La pression de vapeur saturante à 20°C est égale à $2.3 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$. En déduire la valeur de P_2 la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air à cette température.
- 2) Calculer la température à laquelle la pression P_2 est saturante. Pour cela, on admet la relation de Clausius – Clapeyron :

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{L_v}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right),$$

où Ln est le logarithme népérien, P_1 et P_2 sont les pressions de vapeur saturante respectivement aux températures T_1 et T_2 . On admet que la chaleur latente de

vaporisation de l'eau est indépendante de la température et égale à $L_v = 2.4 \cdot 10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$. La masse molaire de l'eau est égale à $M = 18 \text{ g.mol}^{-1}$.

- 3) A quelle valeur, en $^{\circ}\text{C}$, la température devra-t-elle descendre la nuit suivante pour qu'il se forme de la rosée ?

EX3. Si on place simultanément aux extrémités d'un tube de verre deux tampons d'ouate imprégnés l'un d'une solution d'ammoniac NH_3 et l'autre d'une solution de chlorure d'hydrogène HCl , il se forme un disque de fumée blanche à l'intérieur du tube, à l'endroit où les deux gaz se rencontrent (cette fumée est constituée de monocristaux du composé NH_4Cl , produit par la réaction des deux gaz). L'ensemble est à la température constante $T = 300 \text{ K}$.

- 1) Calculer les vitesses quadratiques moyennes des molécules HCl et NH_3 . Pour l'application numérique, on donne $M_{\text{HCl}} = 36.5 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_{\text{NH}_3} = 17 \text{ g.mol}^{-1}$.
- 2) Montrer que ce disque blanc apparaît à peu près aux $2/5$ de la longueur du tube coté tampon HCl .

EX4. Un pistolet de vaccination propulse un jet ultra fin de vaccin par un minuscule orifice à haute pression P_1 . On suppose que la vitesse du vaccin dans le réservoir à l'intérieur du pistolet est négligeable et on admet que la pression atmosphérique est très petite devant P_1 . On note ρ la masse volumique du vaccin.

- 1) On admet que la loi de Bernoulli peut s'appliquer. Quelles sont les conditions de son application ?
- 2) Etablir, en justifiant succinctement les étapes du calcul, l'expression de la vitesse à laquelle le vaccin quitte le pistolet.
- 3) Calculer numériquement cette vitesse. On donne : $\rho = 1.1 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ et $P_1 = 3.8 \cdot 10^6 \text{ Pa}$.