

### Exercice 1 Pression exercée par la pluie sur une vitre

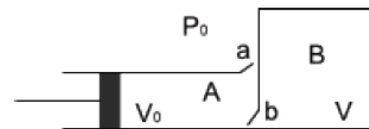
Des gouttes de pluie, de masse  $m = 0,1 \text{ g}$  et de vitesse  $v = 2 \text{ m.s}^{-1}$ , frappent la surface d'une vitre verticale de surface  $S = 2 \text{ m}^2$ , en formant un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à la verticale en arrivant sur la vitre. La densité de gouttes est  $n^* = 800 \text{ gouttes.m}^{-3}$ . On suppose que lors de leur choc sur la vitre, les gouttes rebondissent de manière parfaite.

1. Combien de gouttes  $\delta N$  frappent la vitre pendant la durée  $\delta t = 1 \text{ s}$  ?
2. Exprimer la variation  $\delta \vec{p}$  de la quantité de mouvement de ces  $\delta N$  gouttes au cours de leur rebond.
3. Déterminer la force  $\delta \vec{F}$  exercée sur la vitre pendant  $\delta t$ .
4. En déduire la pression  $P$  exercée par ces gouttes sur la vitre. La calculer.

### Exercice 2 Pompe isotherme

On considère une pompe destinée à vider l'air contenu dans le compartiment  $B$  de volume  $V$  constant égal à  $1000 \text{ L}$ . Le corps de la pompe  $A$  a un volume maximal  $V_0$  de  $10 \text{ L}$ . Le piston est mobile sans frottement et sa masse est négligeable. Lors de chaque coup de pompe le piston effectue un aller-retour complet : à l'aller le volume du compartiment  $A$  passe de  $V_0$  à  $0$ , puis au retour, de  $0$  à  $V_0$ . La soupape ( $a$ ) ne laisse passer l'air que du compartiment  $A$  vers l'extérieur. La soupape ( $b$ ) ne laisse passer l'air que du compartiment  $B$  vers le compartiment  $A$ .

L'air est considéré comme un gaz parfait. L'opération de vidange est dans les conditions de l'expérience, isotherme ( $T_0 = \text{cte}$ ). Au début de l'opération la température de l'air et sa pression sont égales à  $T_0 = 298 \text{ K}$  et  $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$  dans tous les compartiment et à l'extérieur du dispositif. On prendra pour la valeur de la constante des gaz parfaits :  $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .



1. Calculer numériquement la pression  $P_1$  dans le compartiment  $B$  après le premier aller retour du piston.
2. Calculer la variation d'énergie interne du gaz contenu dans le compartiment  $B$  au cours du premier aller retour du piston.
3. Établir la relation entre  $P_k$ ,  $P_0$ ,  $V$ ,  $V_0$ ,  $k$ ,  $P_k$  étant la pression du gaz restant dans le compartiment  $B$  après  $k$  coups de pompe.
4. Calculer la valeur numérique de  $k$  si  $P_k = \frac{P_0}{100}$  ?

### Exercice 3 Airbag

L'ouverture d'un coussin gonflable permet d'amortir la décélération subie par le thorax et la tête du passager. Le sac doit être entièrement gonflé en  $25 \text{ ms}$  environ avant de réceptionner le passager. Soit  $P_1 = 1 \text{ bar}$  et  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  la pression et la température de gonflage avant réception du passager. On assimilera le coussin gonflé à un sac cylindrique de hauteur  $H = 30 \text{ cm}$  et de surface  $S = 50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ . Un détecteur de choc déclenche électriquement l'explosion d'une poudre d'azoture de sodium  $\text{NaN}_3$  qui se décompose totalement en diazote gazeux et en sodium solide.

Données :  $M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(\text{Na}) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$  et  $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ .

1. Ecrire la réaction chimique d'explosion de la poudre
2. Quel est le nombre  $n$  de moles de diazote formé, considéré comme un gaz parfait ?
3. Quelle masse de  $\text{NaN}_3$  cela nécessite-t-il au départ ?

### Exercice 4 Gaz vérifiant l'équation de Van der Waals

Soit une mole de gaz réel qui satisfait à l'équation de Van der Waals :  $(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT$ .

1. Donner l'expression du coefficient thermoélastique  $\alpha$ .
2. Retrouver la continuité avec le gaz parfait