

## Devoir n°4 de Sciences Physiques (Durée: 2 heures)

### Exercice 1: (8 points)

Le fluorure d'aluminium  $\text{AlF}_3$  est obtenu par action à  $400^\circ\text{C}$ , sous une pression de 1 bar, du fluorure d'hydrogène gazeux HF sur l'oxyde d'aluminium solide, ou alumine,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; il se forme également de l'eau vapeur.

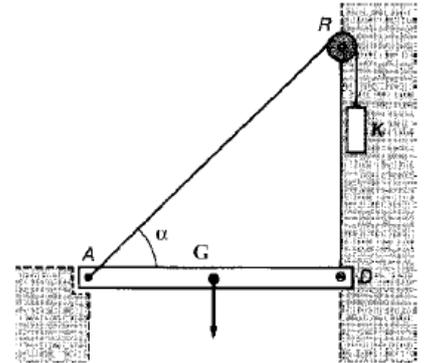
1. Écrire l'équation de cette réaction.
2. On souhaite obtenir 1,00 kg de fluorure d'aluminium; déterminer les quantités, puis les masses de réactifs nécessaires.
3. On fait réagir 250 g d'alumine avec la quantité juste suffisante de fluorure d'hydrogène.
  - a. Déterminer la quantité, puis la masse de fluorure d'hydrogène nécessaire.
  - b. En déduire le volume de fluorure d'hydrogène correspondant à  $400^\circ\text{C}$  sous une pression de 1 bar.
4. On fait réagir 510 g d'alumine avec 1200 g de fluorure d'hydrogène. Déterminer la composition finale du système après réaction en précisant la masse de chacun des corps présents.
5. On fait réagir 816 g d'alumine et 144 L de fluorure d'hydrogène, volume mesuré à  $25^\circ\text{C}$  sous 1 bar. Déterminer la nouvelle composition finale du système.

### Exercice 2: (6 points)

On veut soulever le pont levé, mobile autour du point D, à l'aide du corps K qui exerce une force de traction  $\vec{T}$  sur le pont.

La longueur du pont  $\ell = DA = 6 \text{ m}$ , son poids est  $P = 8000 \text{ N}$  et l'angle  $\alpha = 40^\circ$ .

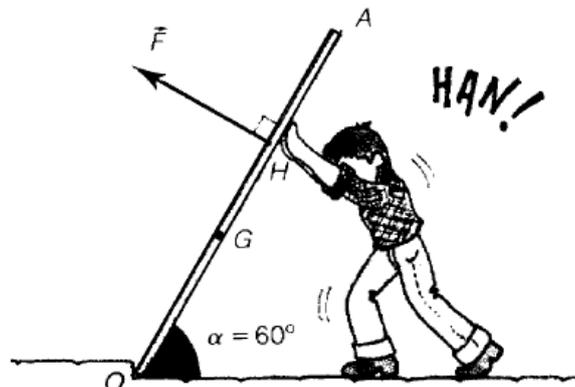
1. Déterminer les bras de levier de  $\vec{P}$  et de  $\vec{T}$ .
2. Calculer l'intensité de la force  $\vec{T}$  et la masse du corps K.  
On donne:  $g = 10 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
3. Déterminer par le calcul les caractéristiques (intensité et direction) de la réaction  $\vec{R}$  de l'axe de rotation.



### Exercice 3: (6 points)

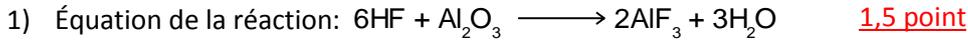
Un homme maintient en équilibre un panneau de poids  $P = 800 \text{ N}$ , de longueur  $OA = 3 \text{ m}$ , dans une position inclinée d'un angle  $\alpha = 60^\circ$  avec le sol horizontal. Il exerce en H, à la distance  $OH = 2 \text{ m}$  une force perpendiculaire au panneau, dont le sens est indiquée sur la figure.

1. Calculer l'intensité de la force  $\vec{F}$  sachant que le poids de la tige s'applique en G tel que  $OG = 1,20 \text{ m}$ .
2. Déterminer graphiquement la force exercée en O par le sol sur le panneau.



## Correction du devoir n°4

### Exercice 1: (8 points)



2) Quantité et masse des réactifs nécessaires pour obtenir 1 kg de  $\text{AlF}_3$

- Nombre de mol de  $\text{AlF}_3$ :  $n_{\text{AlF}_3} = \frac{m}{M} = \frac{1000}{84} = 11,9 \text{ mol}$

- Quantité et masse de HF:  $n_{\text{HF}} = \frac{6}{2} \times n_{\text{AlF}_3} = \frac{9}{2} \times 11,9 = 53,7 \text{ mol}$ ;  $m_{\text{HF}} = n_{\text{HF}} \times M_{\text{HF}} = 53,7 \times 20 = 1074 \text{ g}$  0,5 point

- Quantité et masse de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :  $n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{n_{\text{AlF}_3}}{2} = \frac{11,9}{2} = 5,95 \text{ mol}$ ;  $m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = n \times M = 5,95 \times 102 = 606,9 \text{ g}$  0,5 point

3)

a) Quantité et masse de HF

- Nombre de mol de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :  $n_0(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{250}{102} = 2,45 \text{ mol}$

- Quantité de HF:  $n_{\text{HF}} = 6n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 6 \times 2,45 = 14,7 \text{ mol}$  0,5 point

- Masse de HF:  $m_{\text{HF}} = n_{\text{HF}} \times M_{\text{HF}} = 14,7 \times 20 = 294 \text{ g}$  0,5 point

b) Volume de HF:  $V_{\text{HF}} = \frac{n_{\text{HF}}RT}{P} = \frac{14,7 \times 8,314 \cdot 10^3 \times (400 + 273)}{1 \cdot 10^5} = 822,5 \text{ L}$  0,5 point

4)

- Détermination du réactif limitant:  $n_0(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{210}{102} = 2,06 \text{ mol}$ ;  $n_0(\text{HF}) = \frac{m}{M} = \frac{1200}{20} = 60 \text{ mol}$

$$\frac{n_0(\text{Al}_2\text{O}_3)}{1} = 2,06 \text{ et } \frac{n_0(\text{HF})}{6} = 10; \frac{n_0(\text{Al}_2\text{O}_3)}{1} < \frac{n_0(\text{HF})}{6} \Rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ est le réactif limitant.}$$

- Masse d'eau formée:  $n_{\text{H}_2\text{O}} = 3 \times n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 6 \times 2,06 = 12,36 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = n \times M = 12,36 \times 18 = 222,48 \text{ g}$  0,5 point

- Masse de  $\text{AlF}_3$  formée:  $n_{\text{AlF}_3} = 2 \times n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 2 \times 2,06 = 4,12 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{AlF}_3} = n \times M = 4,12 \times 84 = 346,08 \text{ g}$  0,5 point

- Masse de HF restante:

$$n_{\text{HF}_{\text{réagit}}} = 6 \times n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 6 \times 2,06 = 12,36 \text{ mol}; n_{\text{HF}_{\text{restant}}} = n_{\text{HF}_{\text{initial}}} - n_{\text{HF}_{\text{réagit}}} = 60 - 12,36 = 47,64 \text{ mol}$$

$$m_{\text{HF}_{\text{restant}}} = n \times M = 47,64 \times 20 = 952,8 \text{ g} \quad \text{0,5 point}$$

5)

Cherchons le réactif limitant:

$$n_0(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{816}{102} = 8 \text{ mol}; n_0(\text{HF}) = \frac{PV}{RT} = \frac{144 \times 10^5}{8,314 \cdot 10^3 \times (25 + 273)} = 5,8 \text{ mol}$$

$$\frac{n_0(\text{Al}_2\text{O}_3)}{1} = 8 \text{ et } \frac{n_0(\text{HF})}{6} = \frac{5,8}{6} = 0,97; \frac{n_0(\text{Al}_2\text{O}_3)}{1} > \frac{n_0(\text{HF})}{6} \Rightarrow \text{HF est le réactif limitant.}$$

- Masse d'eau formée:  $n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{3}{6} \times n_{\text{HF}} = \frac{3}{6} \times 5,8 = 2,9 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = nM = 2,9 \times 18 = 52,2 \text{ g}$  0,5 point

- Masse de  $\text{AlF}_3$  formée:  $n_{\text{AlF}_3} = \frac{2}{6} \times n_{\text{HF}} = \frac{2}{6} \times 5,8 = 1,9 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{AlF}_3} = nM = 1,9 \times 84 = 159,6 \text{ g}$  0,5 point

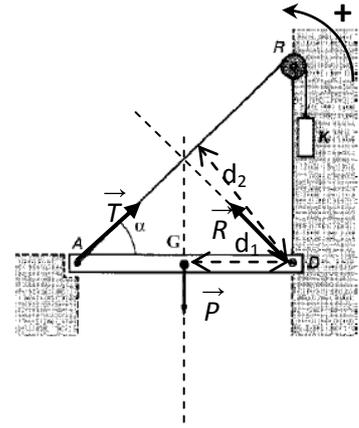
- Masse de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  restante:

$$n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = n_{\text{initial}} - n_{\text{réagit}} = n_{\text{initial}} - \frac{n_{\text{HF}}}{6} = 8 - \frac{5,8}{6} = 8 - 0,97 = 7,03 \text{ mol} \Rightarrow m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 7,03 \times 102 = 717,06 \text{ g} \quad \text{0,5 point}$$

**Exercice 2: (6 points)**

1. Déterminer les bras de levier de  $\vec{P}$  et de  $\vec{T}$ .

- Bas de levier du poids:  $d_1 = GD = \frac{DA}{2} = \frac{6}{2} = 3\text{m}$  **1 point**
- Bras de levier de  $\vec{T}$ :  $\sin\alpha = \frac{d_2}{AD} \Rightarrow d_2 = AD\sin\alpha = 6 \times \sin 40 = 3,86\text{m}$  **1 point**



2. Calcul de l'intensité de la force  $\vec{T}$  et la masse du corps K.

- Système: le pont de levier
- Bilan des forces
  - Poids  $\vec{P}$  du pont
  - Force de traction  $\vec{T}$  exercée en A
  - Réaction  $\vec{R}$  de l'axe exercée en D
- Conditions d'équilibre:  $\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$  et  $\mathcal{M}(\vec{P}) + \mathcal{M}(\vec{T}) + \mathcal{M}(\vec{R}) = 0$

$$\mathcal{M}(\vec{P}) + \mathcal{M}(\vec{T}) + \mathcal{M}(\vec{R}) = 0 \Rightarrow +Pd_1 - Td_2 + 0 = 0 \Rightarrow T = P \times \frac{d_1}{d_2} = 8000 \times \frac{3}{3,86} = 6217,62\text{N} \quad \text{1 point}$$

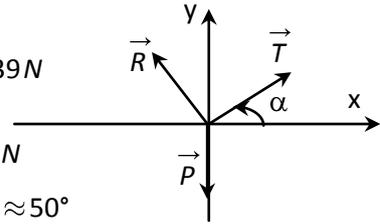
$$\text{Masse du corps k: } m_k = \frac{T}{g} = \frac{6217,62}{10} = 621,7\text{kg} \quad (\text{une poulie ne modifie pas l'intensité d'une force}) \quad \text{1,5 point}$$

3. Détermination par le calcul des caractéristiques (intensité et direction) de la réaction  $\vec{R}$  de l'axe de rotation.

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$$

$$\text{Ox: } 0 + T\cos\alpha + R_x = 0 \Rightarrow R_x = -T\cos\alpha = -6217,62 \times \cos 40 = -4762,97\text{N}$$

$$\text{Oy: } -P + T\sin\alpha + R_y = 0 \Rightarrow R_y = P - T\sin\alpha = 8000 - 6217,62 \times \sin 40 = 3003,39\text{N}$$



$$R = \sqrt{4762,97^2 + 3003,39^2} = 6221,98\text{N}$$

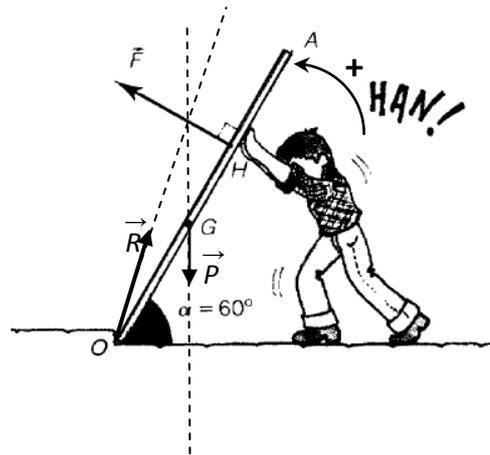
$$\tan\beta = \left| \frac{R_x}{R_y} \right| = \frac{4762,97}{3003,39} = 1,19 \Rightarrow \beta \approx 50^\circ$$

$\vec{R}$  fait un angle de  $50^\circ$  par rapport à la verticale et d'intensité  $R = 6221,98\text{N}$  **1,5 point**

**Exercice 3: (6 points)**

1. Calcul de l'intensité de la force  $\vec{F}$

- Système: panneau
- Bilan des forces
  - Poids  $\vec{P}$  du panneau
  - Force  $\vec{F}$  exercée en H par l'homme
  - Réaction  $\vec{R}$  de l'axe exercée en O



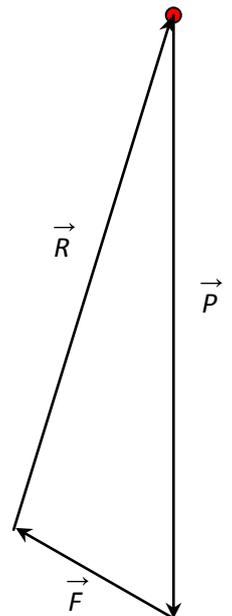
Conditions d'équilibre:

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0} \text{ et } \mathcal{M}(\vec{P}) + \mathcal{M}(\vec{F}) + \mathcal{M}(\vec{R}) = 0$$

$$\mathcal{M}(\vec{P}) + \mathcal{M}(\vec{F}) + \mathcal{M}(\vec{R}) = 0 \Rightarrow -P \times OG \cos\alpha + F \times OH + 0 = 0$$

$$\Rightarrow F = \frac{P \times OG \times \cos\alpha}{OH} \Rightarrow F = \frac{800 \times 1,2 \times \cos 60}{2} = 240\text{N} \quad \text{3 points}$$

2. Détermination graphique la force  $\vec{R}$  exercée en O par le sol sur le panneau.



Échelle: 1 cm  $\rightarrow$  100N  $\Rightarrow \vec{F}(2,4\text{cm})$  et  $\vec{P}(8\text{cm})$ : Le vecteur force  $\vec{R}$  a une longueur de 7,1 cm soit:  $R = 710\text{N}$  **3 points**

## Devoir n°4 de Sciences Physiques (Durée: 2 heures) – 2S<sub>2</sub>I et 2S<sub>2</sub>K

### Exercice 1: (8 points)

Cet exercice comporte deux parties A et B indépendantes.

On donne:  $M(H) = 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $M(C) = 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $M(O) = 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $M(N) = 14 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et  $M(Cl) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

A.

1. L'ammoniac a pour formule  $\text{NH}_3$ 
  - a. Calculer la masse molaire de l'ammoniac et la masse d'une molécule d'ammoniac.
  - b. Un ballon contient 6,8 g d'ammoniac. Quel nombre de mole cette masse représente-t-elle?
2. Le chlorure d'hydrogène a pour formule  $\text{HCl}$ .
  - a. Calculer la masse molaire moléculaire du chlorure d'hydrogène et la masse d'une molécule de  $\text{HCl}$ .
  - b. Un ballon contient 500 mL de chlorure d'hydrogène à la température de  $27^\circ\text{C}$  et sous la pression de 76 cm de mercure.
    - Calculer le nombre de mole de chlorure d'hydrogène dans ce ballon.
    - Calculer le nombre de molécules de chlorure d'hydrogène dans ce ballon.

B. Un corps a pour formule  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$ , les coefficients  $x$  et  $y$  étant des nombre entiers naturels. Les pourcentages en masse des éléments C et H sont: C: 52,2%; H: 13,0%.

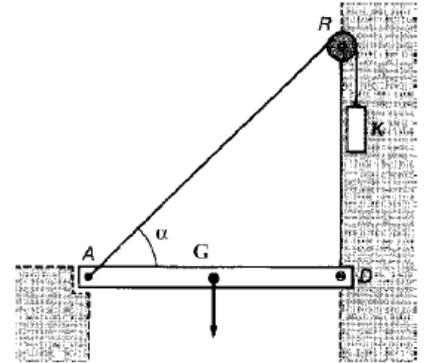
1. Calculer le pourcentage en masse de l'élément oxygène. En déduire la masse molaire  $M$  de ce composé ( $M$  est un nombre entier)
2. Déterminer les valeurs des coefficients  $x$  et  $y$ .

### Exercice 2: (6 points)

On veut soulever le pont levé, mobile autour du point D, à l'aide du corps K qui exerce une force de traction  $\vec{T}$  sur le pont.

La longueur du pont  $\ell = DA = 6 \text{ m}$ , son poids est  $P = 8000 \text{ N}$  et l'angle  $\alpha = 40^\circ$ .

4. Déterminer les bras de levier de  $\vec{P}$  et de  $\vec{T}$ .
5. Calculer l'intensité de la force  $\vec{T}$  et la masse du corps K.  
On donne:  $g = 10 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
6. Déterminer par le calcul les caractéristiques (intensité et direction) de la réaction  $\vec{R}$  de l'axe de rotation.



### Exercice 3: (6 points)

Un homme maintient en équilibre un panneau de poids  $P = 800 \text{ N}$ , de longueur  $OA = 3 \text{ m}$ , dans une position inclinée d'un angle  $\alpha = 60^\circ$  avec le sol horizontal. Il exerce en H, à la distance  $OH = 2 \text{ m}$  une force perpendiculaire au panneau, dont le sens est indiquée sur la figure.

3. Calculer l'intensité de la force  $\vec{F}$  sachant que le poids de la tige s'applique en G tel que  $OG = 1,20 \text{ m}$ .
4. Déterminer graphiquement la force exercée en O par le sol sur le panneau.

