

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

Exercice 1: (8 points)

Le fluorure d'aluminium AlF_3 est obtenu par action à $400^\circ C$, sous une pression de 1 bar, du fluorure d'hydrogène gazeux HF sur l'oxyde d'aluminium solide, ou alumine, Al_2O_3 ; il se forme également de l'eau vapeur.

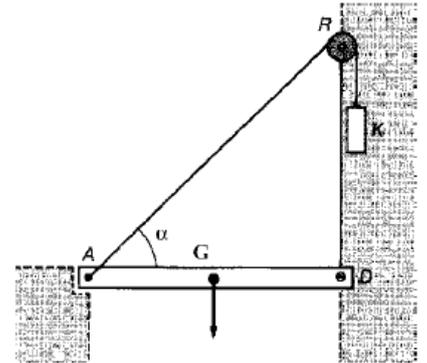
1. Écrire l'équation de cette réaction.
2. On souhaite obtenir 1,00 kg de fluorure d'aluminium; déterminer les quantités, puis les masses de réactifs nécessaires.
3. On fait réagir 250 g d'alumine avec la quantité juste suffisante de fluorure d'hydrogène.
 - a. Déterminer la quantité, puis la masse de fluorure d'hydrogène nécessaire.
 - b. En déduire le volume de fluorure d'hydrogène correspondant à $400^\circ C$ 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 $25^\circ C$ 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 $\ell = DA = 6$ m, son poids est $P = 8000$ N et l'angle $\alpha = 40^\circ$.

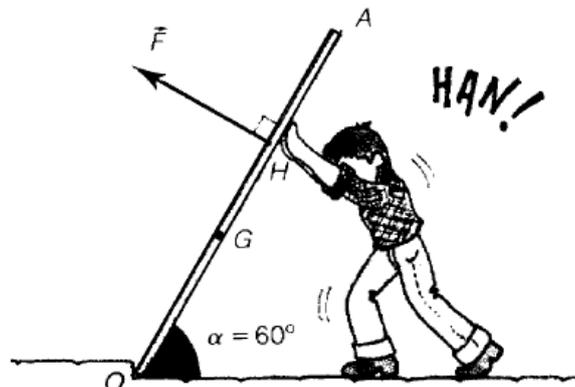
1. Déterminer les bras de levier de \vec{P} et de \vec{T} .
2. Calculer l'intensité de la force \vec{T} et la masse du corps K.
On donne: $g = 10 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$
3. Déterminer par le calcul les caractéristiques (intensité et direction) de la réaction \vec{R} de l'axe de rotation.



Exercice 3: (6 points)

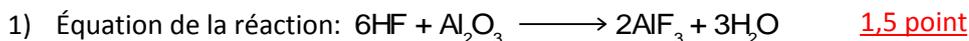
Un homme maintient en équilibre un panneau de poids $P = 800$ N, de longueur $OA = 3$ m, dans une position inclinée d'un angle $\alpha = 60^\circ$ avec le sol horizontal. Il exerce en H, à la distance $OH = 2$ m une force perpendiculaire au panneau, dont le sens est indiquée sur la figure.

1. Calculer l'intensité de la force \vec{F} sachant que le poids de la tige s'applique en G tel que $OG = 1,20$ 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 AlF_3

- Nombre de mol de 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 Al_2O_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 Al_2O_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: $n_0(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{210}{102} = 2,06 \text{ mol}$; $n_0(\text{HF}) = \frac{m}{M} = \frac{1200}{20} = 60 \text{ mol}$

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

- 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 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:

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

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

5)

Cherchons le réactif limitant:

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

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

- 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 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

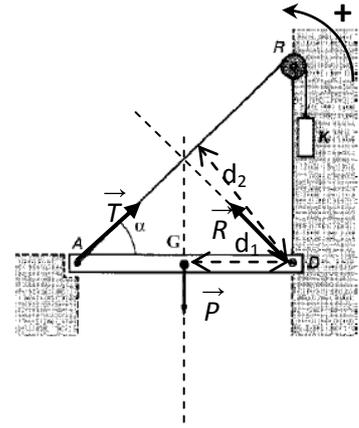
- Masse de Al_2O_3 restante:

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

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 $\mathcal{M}(\vec{P}) + \mathcal{M}(\vec{T}) + \mathcal{M}(\vec{R}) = 0$

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

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

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

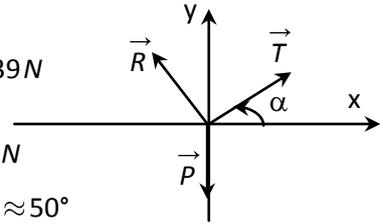
$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$$

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

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

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

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

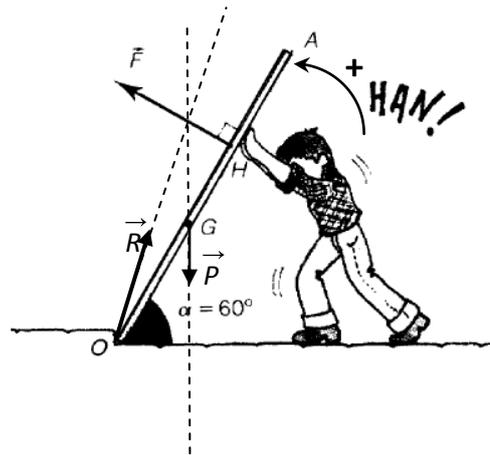


\vec{R} fait un angle de 50° par rapport à la verticale et d'intensité $R = 6221,98\text{N}$ **1,5 point**

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



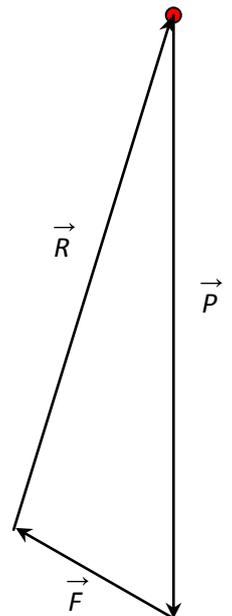
Conditions d'équilibre:

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

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

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

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**