

DEVOIR SURVEILLE N°6
PHYSIQUE-CHIMIE
Première Scientifique
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h00

L'usage d'une calculatrice EST autorisé
Le sujet doit être rendu avec la copie

Exercice 1 Décomposition de l'hydrogénocarbonate

On pèse initialement 3,0 g d'hydrogénocarbonate de sodium $NaHCO_3(s)$ et on réalise sa décomposition thermique.
La réaction est totale.

- 1) Compléter le tableau ci-dessous, **à rendre avec la copie ou à recopier sur la copie.**
- 2) Donner la valeur de la masse de produit solide obtenue à la fin de la réaction.

En mol	$2 NaHCO_3 (s)$	$= Na_2CO_3 (s)$	$+ CO_2 (g)$	$+ H_2O(g)$
Etat initial				
En cours de transformation				
Etat final				

- 2) Calculer la masse de produit solide obtenue à la fin de la réaction.

Données : $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(Na) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$

- 3) Ecrire la formule chimique des composés suivants :
ions phosphates, ions hydroxydes, ions oxonium, ions calcium, ions nitrates, ions sulfates

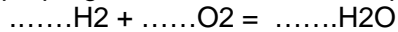
Exercice 2 Lancement de l'ATV par Ariane 5

Étude du fonctionnement du moteur Vulcain lors du lancement.

Lors du fonctionnement, le moteur est alimenté séparément en dihydrogène et en dioxygène par deux turbopompes de forte puissance permettant aux propergols d'acquies un débit, une pression et une vitesse élevés. Une fois mélangés, les deux propergols explosent, produisant les gaz d'échappement à l'origine de la force de poussée qui propulse la fusée.

Étude de la réaction

1. Réécrire l'équation suivante (dans le tableau d'avancement) de la réaction chimique qui a lieu entre les deux propergols du moteur et la compléter à l'aide des coefficients stœchiométriques appropriés :



2. Les réservoirs de propergols de la fusée contiennent $1,2 \cdot 10^7$ mol de dihydrogène et $4,7 \cdot 10^6$ mol de dioxygène. Déterminer le réactif limitant et calculer la quantité de matière d'eau produite lors du fonctionnement du moteur, sachant que tout le dioxygène initialement présent dans le réservoir sera consommé.

	$\dots\dots\text{H}_2$	+	$\dots\dots\text{O}_2$	=	$\dots\dots\text{H}_2\text{O}$
Etat initial					
En cours de transformation					
Etat final					

3. En déduire que la masse d'eau produite vaut 170 tonnes.

Données : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

4. Sachant que la masse de vapeur d'eau éjectée par le moteur correspond à la masse de propergols consommée, déterminer, en exploitant la donnée utile de l'annexe B1, la durée de fonctionnement du moteur.

Annexe B1 :
Caractéristiques du moteur Vulcain (d'après www.snecma.com)



F_{Vulc} (Force de poussée en kN)	1 100
Pression de combustion (bar)	115
Propergols	dihydrogène et dioxygène
D_m (Débit massique de propergols en kg.s^{-1})	320
Vitesse de rotation des turbopompes (tr.min^{-1})	H_2 : 35800 O_2 : 12300
Hauteur (m)	3,45
Diamètre de sortie de la tuyère (m)	2,10
Masse du moteur (kg)	2100
Rendement (%)	40

CORRECTION Exercice 1 Décomposition de l'hydrogénocarbonate

On pèse initialement 3,0 g d'hydrogénocarbonate de sodium $NaHCO_3(s)$ et on réalise sa décomposition thermique.

La réaction est totale.

1) Compléter le tableau ci-dessous, à rendre avec la copie ou à recopier sur la copie.

2) Donner la valeur de la masse de produit solide obtenue à la fin de la réaction.

En mol	$2 NaHCO_3 (s)$	=	$Na_2CO_3 (s)$	+	$CO_2 (g)$	+	$H_2O(g)$
Etat initial	$n=m/M=3,0/84$ $n= 3,6 \cdot 10^{-2}$		0		0		0
En cours de transformation	$3,6 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot x$		X		x		x
Etat final	$3,6 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot x_f = 0$		$X_f = 1,8 \cdot 10^{-2}$		$X_f = 1,8 \cdot 10^{-2}$		$X_f = 1,8 \cdot 10^{-2}$

On calcule les masses molaires des entités chimiques

$$M(NaHCO_3) = 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{On en déduit leur quantité de matière } n = m/M = 3,0/84 = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

2) Calculer la masse de produit solide obtenue à la fin de la réaction.

$$M(Na_2CO_3) = 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{soit } m(Na_2CO_3) = x_f \cdot M(Na_2CO_3) = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot 106 = 1,9 \text{ g}$$

$$M(CO_2) = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{soit } m(CO_2) = x_f \cdot M(CO_2) = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot 44 = 0,79 \text{ g}$$

$$M(H_2O) = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{soit } m(H_2O) = x_f \cdot M(H_2O) = 1,8 \cdot 10^{-2} \cdot 18 = 0,32 \text{ g}$$

3) Ecrire la formule chimique des composés suivants :

ions phosphates, ions hydroxydes, ions oxonium, ions calcium, ions nitrates, ions sulfates
 PO_4^{3-} HO^- H_3O^+ Ca^{2+} NO_3^- SO_4^{3-}

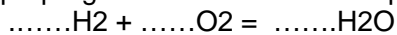
CORRECTION Exercice 2 Lancement de l'ATV par Ariane 5(8 points)

Étude du fonctionnement du moteur Vulcain lors du lancement.

Lors du fonctionnement, le moteur est alimenté séparément en dihydrogène et en dioxygène par deux turbopompes de forte puissance permettant aux propergols d'acquies un débit, une pression et une vitesse élevés. Une fois mélangés, les deux propergols explosent, produisant les gaz d'échappement à l'origine de la force de poussée qui propulse la fusée.

Étude de la réaction

1. Réécrire l'équation suivante (dans le tableau d'avancement) de la réaction chimique qui a lieu entre les deux propergols du moteur et la compléter à l'aide des coefficients stœchiométriques appropriés :



2. Les réservoirs de propergols de la fusée contiennent $1,2 \cdot 10^7$ mol de dihydrogène et $4,7 \cdot 10^6$ mol de dioxygène. Déterminer le réactif limitant et calculer la quantité de matière d'eau produite lors du fonctionnement du moteur, sachant que tout le dioxygène initialement présent dans le réservoir sera consommé. Le réactif limitant est le dioxygène car $n(\text{H}_2)/2 > n(\text{O}_2)/1$ donc $x = n(\text{O}_2)/1 = 4,7 \cdot 10^6$ mol

	.2 H ₂	+O ₂	=	2 H ₂ O
Etat initial	$1,2 \cdot 10^7$		$4,7 \cdot 10^6$		0
En cours de transformation	$1,2 \cdot 10^7 - 2x$		$4,7 \cdot 10^6 - x$		2x
Etat final	$1,2 \cdot 10^7 - 2xf = 0,26 \cdot 10^7$		$4,7 \cdot 10^6 - xf = 0$		$2xf = 9,4 \cdot 10^6$

3. En déduire que la masse d'eau produite vaut 170 tonnes : $m = n \times M = 9,4 \times 10^6 \times 18 = 169 \times 10^6 \text{ g} = 1,7 \cdot 10^5 \text{ kg}$, ou 170 tonnes

Données : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. Sachant que la masse de vapeur d'eau éjectée par le moteur correspond à la masse de propergols consommée, déterminer, en exploitant la donnée utile de l'annexe B1, la durée de fonctionnement du moteur.

$$t = m/D = 1,69 \cdot 10^5 \text{ kg} / 320 = 529 \text{ s (ou 8,8 minutes)}$$