

CORRECTION – DS 2 de CHIMIE

Premières S^{1, 2, 3, 4, 5 & 6}

Durée : 1h00

Exercice 1 - QCM (Cocher dans la case prévue à cet effet la bonne réponse...)

On mélange 20,0 tonnes d'oxyde de fer $Fe_2O_3(s)$ et 5,00 tonnes d'aluminium en poudre puis on initie la réaction en chauffant le mélange. On observe la formation de fer métallique et d'oxyde d'aluminium $Al_2O_3(s)$. Pour chacun des points suivants, indiquer la bonne réponse parmi les propositions.

- 1 .** La réaction a pour équation :

<input type="checkbox"/>	$Fe_2O_3(s) + O_2(g) \rightarrow 2Fe(s) + Al_2O_3(s)$
<input checked="" type="checkbox"/>	$Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow 2Fe(s) + Al_2O_3(s)$
<input type="checkbox"/>	$Fe_2O_3(s) + Fe(s) \rightarrow Al(s) + Al_2O_3(s)$
<input type="checkbox"/>	$Fe_2O_3(s) + Al(s) \rightarrow Fe(s) + Al_2O_3(s)$
- 2 .** La quantité de matière initiale d'oxyde de fer est égale à :

<input type="checkbox"/>	5,00 mol
<input checked="" type="checkbox"/>	$1,25 \cdot 10^5$ mol
<input type="checkbox"/>	$2,79 \cdot 10^5$ mol
<input type="checkbox"/>	$7,98 \cdot 10^{-6}$ mol

$$n_i(Fe_2O_3) = \frac{m_i(Fe_2O_3)}{M(Fe_2O_3)}$$

$$n_i(Fe_2O_3) = \frac{20,0 \cdot 10^6}{(2 \cdot 55,8 + 3 \cdot 16,0)} = 1,25 \cdot 10^5 \text{ mol}$$
- 3 .** La quantité de matière initiale d'aluminium est égale à :

<input type="checkbox"/>	$1,85 \cdot 10^2$ mol
<input type="checkbox"/>	$5,40 \cdot 10^{-6}$ mol
<input checked="" type="checkbox"/>	$1,85 \cdot 10^5$ mol
<input type="checkbox"/>	$5,40 \cdot 10^{-3}$ mol

$$n_i(Al) = \frac{m_i(Al)}{M(Al)}$$

$$n_i(Al) = \frac{5,00 \cdot 10^6}{27,0} = 1,85 \cdot 10^5 \text{ mol}$$
- 4 .**

<input type="checkbox"/>	Les réactifs sont introduits dans les proportions stoechiométriques
<input type="checkbox"/>	Le réactif limitant est l'oxyde d'aluminium
<input checked="" type="checkbox"/>	Le réactif limitant est l'aluminium
<input type="checkbox"/>	Le réactif limitant est l'oxyde de fer
- 5 .** La masse de fer obtenue à la fin de la transformation est égale à :

<input type="checkbox"/>	5,15 tonnes
<input checked="" type="checkbox"/>	10 tonnes
<input type="checkbox"/>	20,6 tonnes
<input type="checkbox"/>	41,2 tonnes

$$n_f(Fe) = 2 \cdot x_{\max}$$

$$m(Fe) = n_f(Fe) \cdot M(Fe) = 2 \cdot x_{\max} \cdot M(Fe)$$

$$m(Fe) = 2 \cdot 9,3 \cdot 10^4 \cdot 55,8 = 1,0 \cdot 10^7 \text{ g} = 10 \text{ t}$$
- 6 .** La masse d'aluminium consommé au cours de la transformation est égale à :

<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	$1,85 \cdot 10^5$ g
<input type="checkbox"/>	$3,15 \cdot 10^6$ g
<input checked="" type="checkbox"/>	$5,00 \cdot 10^6$ g

$$m(Al)_{\text{consommé}} = n_i(Al) \cdot M(Al)$$

$$m(Al)_{\text{consommé}} = 1,85 \cdot 10^5 \cdot 27,0 = 5,00 \cdot 10^6 \text{ g} = 5,00 \text{ t}$$
- 7 .** La masse d'oxyde de fer consommé au cours de la transformation est égale à :

<input checked="" type="checkbox"/>	15 tonnes
<input type="checkbox"/>	$1,85 \cdot 10^7$ g
<input type="checkbox"/>	$3,15 \cdot 10^6$ g
<input type="checkbox"/>	$1,20 \cdot 10^3$ kg

$$n(Fe_2O_3)_{\text{consommé}} = x_{\max}$$

$$m(Fe_2O_3)_{\text{consommé}} = n(Fe_2O_3)_{\text{consommé}} \cdot M(Fe_2O_3) = x_{\max} \cdot M(Fe_2O_3)$$

$$m(Fe_2O_3)_{\text{consommé}} = 9,3 \cdot 10^4 \cdot 159,6 = 1,5 \cdot 10^7 \text{ g} = 15 \text{ t}$$

Données : masses molaires atomiques (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : O : 16,0 / Al : 27,0 / Fe : 55,8

4.

Equation	$Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow 2Fe(s) + Al_2O_3(s)$			
E.I. (x=0)	$n_i(Fe_2O_3)$	$n_i(Al)$	0	0
E.int (x)	$n_i(Fe_2O_3) - x$	$n_i(Al) - 2x$	$2x$	x
E.F. (x _{max})	$n_i(Fe_2O_3) - x_{\max}$	$n_i(Al) - 2x_{\max}$	$2x_{\max}$	x_{\max}

Détermination de l'avancement maximal :

$$n_i(Fe_2O_3) - x_1 = 0$$

$$x_1 = n_i(Fe_2O_3) = 1,25 \cdot 10^5 \text{ mol}$$

$$x_1 > x_2$$

$$x_{\max} = x_2 = 9,3 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

$$n_i(Al) - 2x_2 = 0$$

$$x_2 = \frac{n_i(Al)}{2} = \frac{1,85 \cdot 10^5}{2} = 9,3 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

... l'**aluminium** est le *réactif limitant*. L'oxyde de fer est le réactif en excès.

Exercice 2

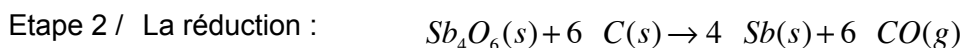
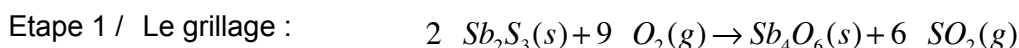
A propos de l'antimoine...

L'antimoine, de symbole chimique Sb, de numéro atomique 51, est un métal qui présente de mauvaises propriétés mécaniques. Il est utilisé essentiellement comme constituant d'alliages avec le plomb et l'étain, comme pigment et comme ignifugeant. Il se présente dans la nature sous forme de sulfure, Sb_2S_3 , appelé stibine.



En Mayenne, les Mines de La Lucette exploitèrent des gisements de stibine de 1899 à 1934 et furent le premier producteur mondial à l'époque. Elles produisirent ainsi $42 \cdot 10^3$ tonnes d'antimoine durant cette période.

L'extraction de l'antimoine à partir de la stibine est réalisée en deux étapes :



1 . 2 . Si l'on procède au grillage d'une quantité de matière n de stibine avec du dioxygène en excès, quelle quantité de matière n' d'oxyde d'antimoine obtient-on ?

Equation	$2 Sb_2S_3(s) + 9 O_2(g) \rightarrow Sb_4O_6(s) + 6 SO_2(g)$			
E.I. (x=0)	$n_i(Sb_2S_3)$	$n_i(O_2)$	0	0
E.int (x)	$n_i(Sb_2S_3) - 2x$	$n_i(O_2) - 9x$	x	$6x$
E.F. (x _{max})	$n_i(Sb_2S_3) - 2x_{\max}$	$n_i(O_2) - 9x_{\max}$	x_{\max}	$6x_{\max}$

Le dioxygène est en excès : La stibine est le réactif limitant. On peut donner l'expression de l'avancement maximal de la réaction en sachant que la stibine est totalement consommée :

$$n_i(Sb_2S_3) - 2x_{\max} = n - 2x_{\max} = 0$$

$$x_{\max} = \frac{n}{2}$$

La quantité de matière d'oxyde d'antimoine obtenue à l'état final vaut donc :

$$n_f(Sb_4O_6) = x_{\max}$$

$$n' = \frac{n}{2}$$

3 . 4 . Si l'on procède à la réduction d'une quantité de matière n' d'oxyde d'antimoine avec du carbone en excès, quelle quantité de matière n'' d'antimoine obtient-on ?

Equation	$Sb_4O_6(s) + 6 C(s) \rightarrow 4 Sb(s) + 6 CO(g)$			
E.I. ($x=0$)	$n_i(Sb_4O_6)$	$n_i(C)$	0	0
E.int (x)	$n_i(Sb_4O_6) - x$	$n_i(C) - 6x$	$4x$	$6x$
E.F. (x_{\max})	$n_i(Sb_4O_6) - x_{\max}$	$n_i(C) - 6x_{\max}$	$4x_{\max}$	$6x_{\max}$

Le carbone est en excès : L'oxyde d'antimoine est le réactif limitant. On peut donner l'expression de l'avancement maximal de la réaction en sachant que l'oxyde d'antimoine est totalement consommée :

$$n_i(Sb_4O_6) - x_{\max} = 0$$

$$x_{\max} = n_i(Sb_4O_6) = n'$$

La quantité de matière d'antimoine obtenue à l'état final vaut donc :

$$n_f(Sb) = 4x_{\max}$$

$$n'' = 4n'$$

5 . En déduire une expression de n en fonction de n'' .

$$n' = \frac{n}{2} \quad \text{et} \quad n'' = 4n'$$

$$n'' = 2n$$

6 . Calculer la quantité de matière d'antimoine produite par les mines de la Lucette de 1899 à 1934.

L'énoncé précise : « En Mayenne, les Mines de La Lucette exploiteront des gisements de stibine de 1899 à 1934 et furent le premier producteur mondial à l'époque. Elles produisirent ainsi **42.10³ tonnes d'antimoine** durant cette période ».

$$n_f(Sb) = \frac{m(Sb)}{M(Sb)}$$

$$n_f(Sb) = \frac{42 \cdot 10^3 \cdot 10^6}{121,8} = 3,4 \cdot 10^8 \text{ mol}$$

7 . Quelle masse de stibine, en tonne, a été extraite par les mines de la Lucette de 1899 à 1934 ?

$$m(Sb_2S_3)_{\text{extraite}} = n \cdot M(Sb_2S_3) = \frac{n''}{2} \cdot M(Sb_2S_3)$$

$$m(Sb_2S_3)_{\text{extraite}} = \frac{3,4 \cdot 10^8}{2} \cdot (2 \cdot 121,8 + 3 \cdot 32,1) = 5,8 \cdot 10^{10} \text{ g} = 5,8 \cdot 10^4 \text{ t}$$

Données : masses molaires atomiques (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : O : 16,0 / S : 32,1 / Sb : 121,8