

NOM :

Prénom :

Vendredi 15/12/ 2017

DEVOIR SURVEILLE N°3

1ère S

Chaque réponse devra être rédigée.

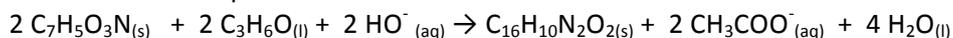
Pour ce devoir, voici le conseil de la #TeamPhys : #FaisGaffeATesBadges

Exercice 1 : Étude de la fabrication d'un colorant (13 points)

L'indigo est l'un des plus anciens colorants connus (il a été identifié sur des bandelettes de momies) et il reste aujourd'hui très employé ; la mode des jeans, depuis les années 1960, lui ayant redonné une nouvelle jeunesse. C'est en 1850 que le californien Levi Strauss fabriqua le premier blue-jean, taillé dans la toile de tente et teint en bleu de Gênes à l'aide de l'indigo.

La #TeamPhys désire fabriquer de l'indigo pour teindre l'un de ses jeans. Après quelques recherches sur Internet, elle trouve un protocole lui permettant de réaliser cette opération.

L'indigo (C₁₆H₁₀N₂O₂) peut-être synthétisé à partir de 2-nitrobenzaldéhyde (C₇H₅O₃N), d'acétone (C₃H₆O) et d'ions hydroxyde (HO⁻) selon la réaction d'équation :



La synthèse est réalisée avec une masse m₁ = 1,00 g de 2-nitrobenzaldéhyde solide (C₇H₅O₃N), un volume V₂ = 20,0 mL d'acétone (C₃H₆O) et un volume V₅ = 2,5 mL d'une solution aqueuse contenant des ions hydroxyde (HO⁻) et des ions sodium (Na⁺). La concentration en ions hydroxyde (ainsi que celle en ions sodium) vaut c_s = 4,0 mol.L⁻¹.

Données : M(H) = 1,00 g.mol⁻¹ ; M(C) = 12,0 g.mol⁻¹ ; M(N) = 14,0 g.mol⁻¹ ; M(O) = 16,0 g.mol⁻¹

M(C₁₆H₁₀N₂O₂) = 262,0 g.mol⁻¹

- | | |
|--|-----|
| 1) L'ion éthanoate (CH ₃ COO ⁻) est-il un réactif ou un produit ? Justifier votre réponse. | 0,5 |
| 2) Quelle(s) est (sont) le ou les nom(s) et les formule(s) de(s) espèce(s) chimique(s) spectatrice(s) ? | 0,5 |
| 3) Calculer les quantités de matière de 2-nitrobenzaldéhyde et des ions hydroxyde à l'état initial. | 3 |
| 4) Déterminer l'avancement maximal de cette réaction. <i>Vous pourrez vous aider du tableau d'avancement si besoin. L'acétone étant introduit en excès, il ne faudra pas en tenir compte pour déterminer l'avancement maximal.</i> | 2,5 |
| 5) En déduire le réactif limitant. | 0,5 |
| 6) Déterminer les quantités de matière des réactifs (sauf l'acétone) à l'état final. | 2 |
| 7) Déterminer les quantités de matière d'indigo et d'ions éthanoate formés à l'état final. | 2 |
| 8) Calculer la masse d'indigo formé à l'état final. | 1 |
| 9) Calculer la concentration molaire des ions éthanoate à l'état final. | 1 |

Equation chimique		2 C ₇ H ₅ O ₃ N _(s) + 2 C ₃ H ₆ O _(l) + 2 HO ⁻ _(aq) → C ₁₆ H ₁₀ N ₂ O _{2(s)} + 2 CH ₃ COO ⁻ _(aq) + 4 H ₂ O _(l)					
Etat du système	Avancement	Quantités de matière					
			excès				
			excès				
			excès				

Exercice 2 : Les interactions fondamentales (4 points)

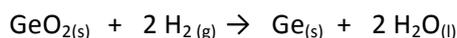
Pour chaque ligne, veuillez entourer la ou les bonnes réponses. Aucun point ne sera attribué en cas d'erreur ou de réponse partielle pour chaque ligne.

Quelle interaction prédomine entre un électron et un proton ?	interaction forte	interaction faible	interaction électromagnétique	interaction gravitationnelle
Quelle interaction prédomine entre deux protons du même noyau ?	interaction forte	interaction faible	interaction électromagnétique	interaction gravitationnelle
Quelle interaction prédomine entre la Lune et la Terre ?	interaction forte	interaction faible	interaction électromagnétique	interaction gravitationnelle
Quelle interaction est responsable de la radioactivité ?	interaction forte	interaction faible	interaction électromagnétique	interaction gravitationnelle

L'interaction gravitationnelle :	est toujours répulsive	est toujours attractive	est attractive ou répulsive	s'exerce entre 2 corps ayant une masse	s'exerce entre 2 corps ayant une charge
L'interaction électromagnétique :	est toujours répulsive	est toujours attractive	est attractive ou répulsive	s'exerce entre 2 corps ayant une masse	s'exerce entre 2 corps ayant une charge

Exercice 3 : Étude de l'obtention d'un élément chimique (3 points)

Le germanium (Ge) est utilisé dans la fabrication des composants électroniques et de la fibre optique. On le prépare à partir du dioxyde de germanium (GeO₂), que l'on fait réagir avec du dihydrogène gazeux (H₂). On obtient du germanium et de l'eau selon l'équation bilan suivante :



On souhaite transformer 1,00 tonne de roche contenant du dioxyde de germanium (GeO₂).

Données :

- Pourcentage massique de dioxyde de germanium dans la roche : 9,00 %
- 1 tonne = 1.10⁶ g
- Masses molaires atomiques : M(H) = 1,00 g.mol⁻¹ ; M(O) = 16,0 g.mol⁻¹ ; M(Ge) = 70,6 g.mol⁻¹

3

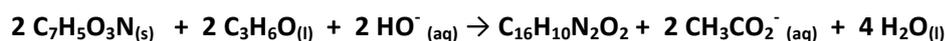
Déterminer la quantité de matière minimale de dihydrogène (H₂) à introduire pour que tout le dioxyde de germanium soit transformé.

Vous êtes invité à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.

La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée. Vous pourrez vous aider, si vous le souhaitez, d'un tableau d'avancement.

Equation chimique		GeO _{2(s)} + 2 H _{2(g)} → Ge _(s) + 2 H _{2O(l)}			
Etat du système	Avancement	Quantités de matière			

Exercice 1 : Etude de la fabrication d'un colorant



10) L'ion éthanoate (CH_3COO^-) est-il un réactif ou un produit ? Justifier votre réponse.

L'**ion éthanoate** (CH_3COO^-) est un **produit** car il apparaît lors de la transformation chimique (il est noté à droite dans l'équation de la transformation chimique).

11) Quelle(s) est (sont) le ou les nom(s) et les formule(s) de(s) espèce(s) chimique(s) spectatrice(s) ?

Les **ions sodium** (Na^+) sont une **espèce chimique spectatrice** car ils n'interviennent pas lors de cette transformation chimique (ils n'apparaissent pas dans l'équation de la transformation chimique).

12) Calculer les quantités de matière initiales de 2-nitrobenzaldéhyde et d'ions hydroxyde.

On détermine d'abord la masse molaire du de 2-nitrobenzaldéhyde:

$$\begin{aligned} M(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}) &= 7 \times M(\text{C}) + 5 \times M(\text{H}) + 3 \times M(\text{O}) + M(\text{N}) \\ &= 7 \times 12,0 + 5 \times 1,0 + 3 \times 16,0 + 14,0 = \mathbf{151,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} \end{aligned}$$

On détermine alors la quantité de matière initiale de 2-nitrobenzaldéhyde avec la formule :

$$n_i(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}) = m_i(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}) / M(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}) = 1,00 / 151,0 = \mathbf{6,62 \times 10^{-3} \text{ mol}}$$

Pour déterminer la **quantité de matière initiale d'ions hydroxyde $n_i(\text{HO}^-)$** ,

$$\text{on applique la formule : } n_i(\text{HO}^-) = c_s \times V_s = 4,0 \times 2,5 \times 10^{-3} = \mathbf{1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}}$$

A l'état initial, nous avons **$6,62 \times 10^{-3}$ mole de 2-nitrobenzaldéhyde**
et **$1,0 \times 10^{-2}$ mole d'ions hydroxyde.**

13) Déterminer l'avancement maximal de cette réaction.

Pour déterminer l'avancement maximal x_{max} , on émet 2 hypothèses :

Si le 2-nitrobenzaldéhyde est le réactif limitant alors l'avancement maximal est :

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}) / 2 = 6,62 \times 10^{-3} / 2 = 3,31 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Si les ions hydroxyde sont le réactif limitant alors l'avancement maximal est :

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{HO}^-) / 2 = 1,0 \times 10^{-2} / 2 = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Donc l'**avancement maximal x_{max} vaut $3,31 \times 10^{-3}$ mole** (valeur la plus petite).

14) Déterminer alors le réactif limitant.

Sachant que la **réaction est limitée par le 2-nitrobenzaldéhyde** (ou sachant qu'il n'est **plus présent à l'état final**), alors ce dernier est le **réactif limitant**.

15) Quelles sont les quantités de matière de réactifs (sauf acétone) à l'état final ?

Le **2-nitrobenzaldéhyde** étant le réactif limitant, sa **quantité de matière** est **nulle à l'état final** et on peut déterminer par la formule :

$$n_f(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}) = n_i(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}) - 2x_{\max} = 6,6 \times 10^{-3} - 2 \times 3,3 \times 10^{-3} = 0 \text{ mol}$$

A l'état final, la quantité de matière d'ions hydroxyde est :

$$n_f(\text{HO}^-) = n_i(\text{HO}^-) - 2x_{\max} = 1,0 \times 10^{-2} - 2 \times 3,3 \times 10^{-3} = 3,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

16) Déterminer les quantités de matière d'indigo et d'ions éthanoate formés.

A l'état final, la **quantité de matière** maximale d'**indigo** obtenue est :

$$n_f(\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2) = x_{\max} = 3,31 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

A l'état final, la **quantité de matière** maximale d'**ions éthanoate** obtenue est :

$$n_f(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = 2x_{\max} = 6,62 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

17) Calculer la masse d'indigo formé à l'état final.

Pour déterminer la masse d'indigo formé, on applique la formule :

$$m(\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2) = n_f(\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2) \times M(\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2) = 3,31 \times 10^{-3} \times 262,0 = 0,867 \text{ g} = 8,67 \times 10^{-1} \text{ g}$$

Il s'est formé **8,6 x 10⁻¹ gramme d'indigo**.

18) Calculer la concentration molaire des ions éthanoate à l'état final.

$$\text{Le volume de la solution finale est : } V_f = V_s + V_2 = 20 + 2,5 = 22,5 \text{ mL} = 22,5 \times 10^{-3} \text{ L}$$

Donc la concentration molaire des ions éthanoate à l'état final est :

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = n_f(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) / V_f = 6,62 \times 10^{-3} / (22,5 \times 10^{-3}) = 0,294 \text{ mol/L} = 2,94 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

Equation chimique		$2 \text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}_{(s)} + 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{(l)} + 2 \text{HO}^-_{(aq)} \rightarrow \text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2 + 2 \text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(aq)} + 4 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$					
Etat du système	Avancement	Quantités de matière					
<i>Initial</i>	0	$n_i(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N})$	excès	$n_i(\text{HO}^-)$	0	0	0
En cours	x	$n_i(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}) - 2x$	excès	$n_i(\text{HO}^-) - 2x$	x	2x	4x
Final	$x_{\max} = 3,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$n_i(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{N}) - 2x_{\max} = 0 \text{ mol}$	excès	$n_i(\text{HO}^-) - 2x_{\max} = 3,4 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$x_{\max} = 3,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$2x_{\max} = 6,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$4x_{\max}$

Exercice 2 : Les interactions fondamentales

Quelle interaction prédomine entre un électron et un proton ?			interaction électromagnétique	
Quelle interaction prédomine entre deux protons du même noyau ?	interaction forte			
Quelle interaction prédomine entre la Lune et la Terre ?				interaction gravitationnelle

Quelle interaction est responsable de la radioactivité ?		interaction faible		
--	--	---------------------------	--	--

L'interaction gravitationnelle :	est toujours attractive		s'exerce entre 2 corps ayant une masse	
L'interaction électromagnétique :		est attractive ou répulsive		s'exerce entre 2 corps ayant une charge

Exercice 3 : Etude de l'obtention d'un élément chimique



Déterminer la quantité de matière minimale de dihydrogène (H_2) à introduire pour que tout le dioxyde de germanium soit transformé.

Il faut d'abord déterminer la masse $m_i(\text{GeO}_2)$ de dioxyde de germanium contenue dans 1,00 tonne de roche sachant que le pourcentage massique est de 9,00% :

$$m_i(\text{GeO}_2) = m(\text{roche}) \times 9,00/100 = 1,00 \times 9,00/100 = 9,00 \times 10^{-2} \text{ t} = 9,00 \times 10^4 \text{ g}$$

Pour **déterminer** la quantité de matière $n_i(\text{H}_2)$ de dihydrogène nécessaire pour transformer une masse $m_i(\text{GeO}_2) = 9,00 \times 10^4 \text{ g}$ de dioxyde de germanium, **il faut déterminer** préalablement la quantité de matière de dioxyde de germanium $n_i(\text{GeO}_2)$ à transformer.

La masse molaire du dioxyde de germanium est :

$$M(\text{GeO}_2) = M(\text{Ge}) + 2xM(\text{O}) = 70,6 + 2 \times 16,0 = 102,6 \text{ g/mol}$$

Donc la quantité de matière de dioxyde de germanium $n_i(\text{GeO}_2)$, à transformer, est :

$$n_i(\text{GeO}_2) = m_i(\text{GeO}_2) / M(\text{GeO}_2) = 9,00 \times 10^4 / 102,6 = 877 \text{ mol} = 8,77 \times 10^2 \text{ mol}$$

On cherche la **quantité de matière minimale de dihydrogène** pour faire réagir tout le dioxyde de germanium donc nous cherchons les **conditions de stœchiométrie** (plus de réactifs à l'état final)

D'après l'équation, pour être dans les **conditions de stœchiométrie**, (il faut **2 moles de dihydrogène H_2 pour 1 mole de dioxyde de germanium GeO_2**) :

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{H}_2)/2 = n_i(\text{GeO}_2)/1 \quad \text{donc} \quad n_i(\text{H}_2) = 2 \times n_i(\text{GeO}_2) = 2 \times 8,77 \times 10^2 = 1,75 \times 10^3 \text{ mol}$$

Il faut minimum **$1,75 \times 10^3$ moles de dihydrogène** pour transformer tout le dioxyde de germanium.