

NOM :

Prénom :

Vendredi 09/12/ 2016

**DEVOIR SURVEILLE N°3**

1ère S

Chaque réponse devra être rédigée. On déterminera d'abord les relations littérales et on fera ensuite les applications numériques (aucun point ne sera attribué pour les calculs intermédiaires). Chaque résultat doit être accompagné de son unité et donné avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données.

**Exercice 1 : La fabrique d'argent (13,5 points)**

Dans un tube à essais, on verse un volume  $V_1 = 5,0$  mL de solution aqueuse de nitrate d'argent composée d'ions argent  $Ag^+$  et d'ions nitrate  $NO_3^-$ . La concentration en ions argent  $Ag^+$  (et en ions nitrate  $NO_3^-$ ) vaut  $c_1 = 2,0$  mol.L<sup>-1</sup>.

On immerge un fil de cuivre métallique (Cu) de masse  $m_2 = 0,635$  g.

Le cuivre se recouvre progressivement d'un dépôt gris d'argent métallique (Ag) et la solution bleuit à cause de la présence d'ions cuivriques  $Cu^{2+}$ .

L'équation de la réaction est :  $2 Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2 Ag_{(s)}$

Données :  $M(N) = 14,0$  g.mol<sup>-1</sup> ;  $M(O) = 16,0$  g.mol<sup>-1</sup> ;  $M(Cu) = 63,5$  g.mol<sup>-1</sup> ;  $M(Ag) = 107,9$  g.mol<sup>-1</sup>



- 1) Donner le nom et la formule des espèces chimiques constituant les réactifs et les produits.
- 2) Quelle(s) est (sont) le ou les nom(s) et les formule(s) de(s) espèce(s) chimique(s) spectatrice(s) ?
- 3) Calculer les quantités de matière initiales de chacun des réactifs.
- 4) Déterminer l'avancement maximal de cette réaction.
- 5) Préciser le réactif limitant.
- 6) Déterminer les quantités de matière de toutes les espèces chimiques (réactifs, produits et espèces spectatrices) dans l'état final.
- 7) Calculer la masse d'argent métallique déposé sur le fil.
- 8) Calculer la concentration molaire des ions cuivriques  $Cu^{2+}$  dans l'état final.

|       |
|-------|
| 1     |
| 1     |
| 3     |
| 2     |
| 0,5   |
| 3     |
| 1,5   |
| 1,5   |
| _____ |

| Equation chimique |            | $2 Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2 Ag_{(s)}$ |  |  |  |
|-------------------|------------|--|--|--|--|
| Etat du système   | Avancement | Quantités de matière   |  |  |  |
|                   |            |  |  |  |  |
|                   |            |  |  |  |  |
|                   |            |  |  |  |  |

### Exercice 2 : QCM (2 points)

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

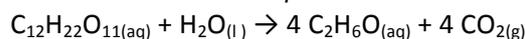
|  |  |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
| <b>Au cours d'une transformation chimique :</b>        | la quantité de matière des réactifs augmente     | la quantité de matière des réactifs diminue | l'avancement augmente   | l'avancement diminue   |
| <b>Lorsque l'avancement de la réaction est nul :</b>   | aucun réactif n'a été consommé                   | aucun produit n'a été formé                 | l'état final est atteint  | le système est à l'état initial  |
| <b>Le réactif limitant :</b>                           | n'est pas présent à l'état initial               | est le réactif qui sera totalement consommé | est le réactif dont la quantité initiale est la plus petite           | est le réactif pour lequel le nombre stœchiométrique est le plus petit |
| <b>Le mélange de réactifs est stœchiométrique si :</b> | les quantités initiales des réactifs sont égales | il reste des réactifs à l'état final        | les proportions des réactifs respectent celles de l'équation chimique | il s'est formé la même quantité de matière de chacun des produits      |

### Exercice 3 : La suite des aventures de la #TeamPhys (4,5 points)

M. Chauvière doit prévoir de la place dans son jardin pour construire sa serre avec l'aide de M. Péncreach. Pour cela, il a dû arracher ses betteraves sucrières. Mmes Marquois et Raffin, vexées d'avoir eu tort la dernière fois pour les tomates, lui expliquent alors comment valoriser ce produit.



La fermentation alcoolique des jus sucrés sous l'action de micro-organismes est une source de production d'alcools. Dans le cas de la betterave sucrière, la solution de saccharose (jus sucré) de formule  $C_{12}H_{22}O_{11}$  extrait de la betterave fermente pour produire de l'éthanol (bioéthanol) de formule  $C_2H_6O$  et du dioxyde de carbone selon la réaction d'équation :



#### Données :

- Pourcentage massique moyen de saccharose dans la betterave sucrière : 20,0 %
- Masses molaires moléculaires :  $M(C_2H_6O) = 46,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Lors de la fermentation, l'eau est en excès.

M. Chauvière a récolté 85,5 kg de betterave sucrière dans son jardin, calculer la masse d'éthanol qu'il peut espérer produire.

4,5

*Vous êtes invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

| Equation chimique |            | $C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 4 C_2H_6O_{(aq)} + 4 CO_{2(g)}$ |  |  |  |
|-------------------|------------|--|--|--|--|
| Etat du système   | Avancement | Quantités de matière   |  |  |  |
|                   |            |  |  |  |  |
|                   |            |  |  |  |  |
|                   |            |  |  |  |  |

**Exercice 1 : La fabrique d'argent** (13,5 points)

1) Donner le nom et la formule des espèces chimiques constituant les réactifs et les produits.

Les **réactifs** sont les **ions argent** ( $\text{Ag}^+$ ) et le **métal cuivre** ( $\text{Cu}$ ) et

les **produits** sont les **ions cuivre II** (ou cuivriques  $\text{Cu}^{2+}$ ) et le **métal argent** ( $\text{Ag}$ ).

2) Quelle(s) est (sont) le ou les nom(s) et les formule(s) de(s) espèce(s) chimique(s) spectatrice(s) ?  
Les **ions nitrate** ( $\text{NO}_3^-$ ) sont **spectateurs** lors de cette réaction car ils n'interviennent pas lors de la réaction.

3) Calculer les quantités de matière initiales de chacun des réactifs.

Pour déterminer la **quantité de matière initiale de cuivre**  $n_i(\text{Cu})$ , on applique la formule :

$$n_i(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) / M(\text{Cu}) = 0,635 / 63,5 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Pour déterminer la **quantité de matière initiale d'ions argent**  $n_i(\text{Ag}^+)$ , on applique la formule :

$$n_i(\text{Ag}^+) = c_1 \times V_1 = 2,0 \times 5,0 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

4) Déterminer l'avancement maximal de cette réaction.

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

Si le métal cuivre est le réactif limitant alors l'avancement maximal est :

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{Cu}) / 1 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

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

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

Donc **l'avancement maximal**  $x_{\text{max}}$  vaut  **$5,0 \times 10^{-3}$  mole**.

5) Préciser le réactif limitant.

Sachant que la réaction est limitée par les **ions argent** (avancement maximal plus faible), donc ces derniers sont le **réactif limitant**.

6) Déterminer les quantités de matière de toutes les espèces chimiques (réactifs, produits et espèces spectatrices) dans l'état final.

A l'état final, la quantité de matière des ions nitrates est identique à l'état initial, c'est à dire qu'elle correspond à la quantité de matière initiale des ions argent :

$$n_f(\text{NO}_3^-) = n_i(\text{Ag}^+) = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Les ions argent étant le réactif limitant, leur quantité de matière est nulle à l'état final :

$$n_f(\text{Ag}^+) = 0 \text{ mol}$$

A l'état final, la quantité de matière de métal cuivre est :

$$n_f(\text{Cu}) = n_i(\text{Cu}) - x_{\text{max}} = 1,00 \times 10^{-2} - 5,0 \times 10^{-3} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

A l'état final, la quantité de matière de métal argent formé est :

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

A l'état final, la quantité de matière d'ions cuivre II formé est :  $n_f(\text{Cu}^{2+}) = x_{\max} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

7) Calculer la masse d'argent métallique déposé sur le fil.

Pour déterminer la masse de métal argent formé, on applique la formule :

$$m(\text{Ag}) = n_f(\text{Ag}) \times M(\text{Ag}) = 1,0 \times 10^{-2} \times 107,9 = 1,1 \text{ g}$$

Il s'est donc déposé **1,1 grammes** de métal **argent** sur le fil.

8) Calculer la concentration molaire des ions cuivre II ( $\text{Cu}^{2+}$ ) dans l'état final.

A l'état final, le volume de la solution est identique au volume initial de la solution de nitrate d'argent donc pour déterminer la concentration molaire des ions cuivre II, on applique la formule :

$$c_f = n_f(\text{Cu}^{2+}) / V_1 = 5,0 \times 10^{-3} / 5,0 \times 10^{-3} = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}.$$

|                                   |                                 |  |   |                                 |                                  |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|---|---------------------------------|----------------------------------|
| Equation chimique                 |                                 | $2 \text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cu}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{Ag}_{(\text{s})}$ |   |                                 |                                  |
| Etat du système                   | Avancement                      | Quantités de matière   |   |                                 |                                  |
| <i>Initial</i>                    | <b>0</b>                        | $1,00 \times 10^{-2}$  | $1,00 \times 10^{-2}$                                 | <b>0</b>                        | <b>0</b>                         |
| <b>En cours de transformation</b> | <b>x</b>                        | $1,00 \times 10^{-2} - 2x$   | $1,00 \times 10^{-2} - x$                             | <b>x</b>                        | <b>2x</b>                        |
| <b>Final</b>                      | $x_{\max} = 5,0 \times 10^{-3}$ | $1,00 \times 10^{-2} - 2x = 0$   | $1,00 \times 10^{-2} - x_{\max} = 5,0 \times 10^{-3}$ | $x_{\max} = 5,0 \times 10^{-3}$ | $2x_{\max} = 1,0 \times 10^{-2}$ |

### Exercice 2 : QCM (2 points)

|   |                                       |  |  |  |
|---|---------------------------------------|--|--|--|
| Au cours d'une transformation chimique :        |                                       | la quantité de matière des réactifs diminue        | l'avancement augmente  |  |
| Lorsque l'avancement de la réaction est nul :   | <b>aucun réactif n'a été consommé</b> | <b>aucun produit n'a été formé</b>                 |  | <b>le système est à l'état initial</b> |
| Le réactif limitant :                           |                                       | <b>est le réactif qui sera totalement consommé</b> |  |  |
| Le mélange de réactifs est stœchiométrique si : |                                       |  | <b>les proportions des réactifs respectent celles de l'équation chimique</b> |  |

**Exercice 3 : La suite des aventures de la #TeamPhys (4,5 points)**

Pour calculer la **masse d'éthanol produit m (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O)**,  
il faut déterminer la **quantité de matière d'éthanol produit : n<sub>f</sub>(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O)**

Pour cela, il faut déterminer **l'avancement maximal** de la réaction : **x<sub>max</sub>**

Pour déterminer l'avancement maximal, il faut déterminer la **quantité de matière initiale de saccharose** contenu dans les betteraves : **n<sub>i</sub>(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)**

On détermine d'abord la **masse de saccharose** contenu dans les betteraves :

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = m(\text{betteraves}) \times 20\% = 85,5 \times 20 / 100 = 17,1 \text{ kg} = 17,1 \times 10^3 \text{ g}$$

On détermine alors la **quantité de matière initiale de saccharose** contenu dans les betteraves :

$$n_i(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) / M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 17,1 \times 10^3 / 342,0 = 50 \text{ mol} .$$

On sait que l'eau est en excès, donc le **saccharose** est le **réactif limitant**  
donc on détermine **l'avancement maximal** par la formule :

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) / 1 = 50 \text{ mol} .$$

A l'aide de l'équation, on détermine alors la **quantité de matière d'éthanol** produit :

$$n_f(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 4 \times x_{\text{max}} = 4 \times 50 = 2,0 \times 10^2 \text{ mol} .$$

On peut alors en déduire la **masse d'éthanol** produit grâce à la formule :

$$m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = n_f(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) \times M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 2,0 \times 10^2 \times 46,0 = 9,2 \times 10^3 \text{ g} = 9,2 \text{ kg}$$

**Mr Chauvière** peut espérer **produire** environ **9,2 kilogrammes d'éthanol** avec ses betteraves.

|                                   |                             |  |              |  |  |
|-----------------------------------|-----------------------------|--|--------------|--|--|
| Equation chimique                 |                             | $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 4 \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 4 \text{CO}_{2(\text{g})}$ |              |  |  |
| Etat du système                   | Avancement                  | Quantités de matière   |              |  |  |
| <i>Initial</i>                    | <b>0</b>                    | <b>50</b>  | <i>Excès</i> | <b>0</b>                                       | <b>0</b>                                       |
| <b>En cours de transformation</b> | <b>x</b>                    | <b>50 - x</b>  | <b>Excès</b> | <b>4x</b>                                      | <b>4x</b>                                      |
| <b>Final</b>                      | <b>x<sub>max</sub> = 50</b> | <b>50 - x<sub>max</sub> = 0</b>  | <b>Excès</b> | <b>4x<sub>max</sub> = 2,0 x 10<sup>2</sup></b> | <b>4x<sub>max</sub> = 2,0 x 10<sup>2</sup></b> |