

## Bilan de matière et tableau d'avancement - Proportions stœchiométriques

Le bilan de matière consiste à indiquer les **quantités de matière de réactifs et produits à l'état final** d'une transformation.

L'outil qui permet de réaliser un bilan de matière est le tableau d'avancement en tenant compte des nombres ..... de l'équation de réaction.

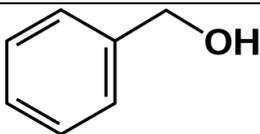
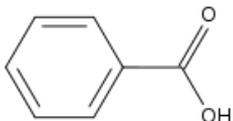
### I- Synthèse de l'acide benzoïque

L'acide benzoïque  $C_6H_5COOH$  est utilisé comme conservateur alimentaire. En tant qu'additif alimentaire, il est référencé en Europe sous le code E210.

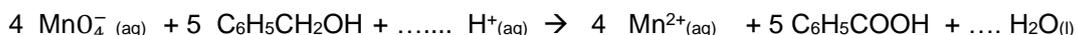
On peut synthétiser l'acide benzoïque au laboratoire par oxydation de l'alcool benzylique  $C_6H_5CH_2OH$  dans un montage à reflux. Avant de chauffer, on introduit dans un ballon monocol :

- $V_1 = 2,0$  mL d'alcool benzylique (produit pur) de formule  $C_6H_5CH_2OH$
- $V_2 = 20$  mL de solution aqueuse de permanganate de potassium ( $K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)}$ ) à  $c_2 = 1,00$  mol.L<sup>-1</sup>.
- 3 mL d'acide sulfurique ( $2 H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ ) concentré.

#### Données :

	Alcool benzylique (= phénylméthanol)	acide benzoïque
formule topologique		
masse molaire en g.mol <sup>-1</sup>	108	122
masse volumique en g.mL <sup>-1</sup>	1,04	
température de fusion en °C	-15	122
température d'ébullition à P <sub>atm</sub> en °C	205	250

- Equation de la réaction d'oxydation du phénylméthanol (à compléter à la question 3)



- Les ions  $H^+$  seront considérés en excès.
- Les couples Ox / Red mis en jeu sont  $MnO_4^- / Mn^{2+}$  et  $C_6H_5COOH / C_6H_5CH_2OH$

1. Quelle verrerie utiliser pour prélever précisément 2,0 mL d'alcool benzylique ?

.....

Pour les autres prélèvements, la précision est moins importante. Quelle verrerie utiliser sans être trop imprécis malgré tout ?

.....

(aide question 1 : voir **fiche pratique de révision sur la verrerie page B.14 du tome 1 du manuel**)

2. Indiquer l'état physique de l'acide benzoïque à température ambiante ..... Justifier à l'aide d'un axe gradué indiquant les températures de changement d'état de l'acide benzoïque.
3. Equilibrer l'équation d'oxydation du phénylméthanol ci-dessus en rappelant au préalable les 2 lois de conservation pour les réactions chimiques.
4. Entourer les groupes caractéristiques des molécules de phénylméthanol et d'acide benzoïque puis nommer les familles auxquelles appartiennent ces molécules.
5. Donner la formule développée du phénylméthanol. En déduire la formule brute du phénylméthanol.

6. Lister les espèces chimiques qui sont des réactifs lors de cette synthèse :

.....

En déduire les espèces spectatrices : .....

7. Pour chaque réactif, exprimer **littéralement** ( en respectant les notations de l'énoncé ! ) sa quantité initiales de matière. Faire ensuite l' application numérique.

• réactif ion ..... :  $n_i ( \quad ) = \dots\dots\dots$

.....

• .....

.....

.....

.....

8. Compléter le tableau d'avancement suivant avec des valeurs numériques de qté de matière en mmol.

Etat système	Avancement x en mmol	$4 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 5 \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH} + \dots \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow 4 \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 5 \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \dots \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
Etat initial	x = .....	
En cours	x = .....	
Etat final	$x_f = x_{\text{max}} = \dots\dots\dots$	

**9. Détermination du réactif limitant**

**1<sup>ère</sup> hypothèse** : les ions permanganate sont le réactif limitant ; ils sont alors entièrement consommés à l'état final :

$$n_f ( \text{MnO}_4^- ) = 0 \text{ mol}$$

Or par lecture du tableau d'avancement  $n_f ( \text{MnO}_4^- ) = \dots\dots\dots$

On en déduit l'avancement maximal  $x_{1 \text{ max}}$  :

.....

**2<sup>ème</sup> hypothèse** : le ..... est le réactif limitant .

.....

.....

**Conclusion** :

.....

.....

10. Déduire la masse d'acide benzoïque produite lors de cette synthèse.

.....

.....

## II- Proportions stoechiométriques

### 1. Définition

Les **proportions stoechiométriques** sont les proportions de **réactifs** telles qu'à l'état final tous les **réactifs** soient .....

On parle aussi de mélange stoechiométrique lorsque les réactifs sont dans les proportions stoechiométriques.

### 2. Relation de stoechiométrie

Pour une équation de réaction notée :  **$a A + b B \rightarrow c C + d D$**

( a, b, c et d sont des nombres stoechiométriques ; A, B , C et D sont des espèces chimiques )

, les réactifs sont dans les **proportions stoechiométriques** si la relation suivante est vérifiée :

$$\frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b}$$

Exemple : écrire la relation de stoechiométrie pour l'équation  $2 Ag^+ + CrO_4^{2-} \rightarrow Ag_2CrO_{4(s)}$

.....

### 3. Exercice d'application sur les proportions stoechiométriques.

Lors de la synthèse de l'acide benzoïque (Partie I) , on a montré que les ions permanganate étaient introduits en excès par rapport à l'alcool benzylique.

**Question** : Quel volume  $V_3$  minimal de solution d'ions permanganate suffirait-il d'introduire dans le ballon pour oxyder entièrement 2,0 mL d'alcool benzylique ? On rédigera la réponse de façon argumentée, expliciter les différentes étapes du raisonnement.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....