

1. La caféine

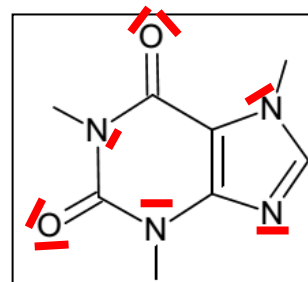
1.1.

N : Z = 7 Formule électronique : $(K)^2(L)^5$

L'atome N possède un doublet non-liant et 3 électrons engagés dans des doublets liants.

O : Z = 8 Formule électronique : $(K)^2(L)^6$

L'atome O possède deux doublets non-liants et 2 électrons engagés dans des doublets liants.



1.2. Formule brute de la caféine : $C_8H_{10}N_4O_2$

On vérifie que $M = 194 \text{ g.mol}^{-1}$ conformément aux données.

1.3. Les données indiquent que 75 mg de caféine correspond environ à deux canettes de soda :

$$c = \frac{n}{V} \text{ or } n = \frac{m}{M} \text{ donc } c = \frac{m}{M.V}$$

$$c = \frac{75 \times 10^{-3}}{194 \times 2 \times 33 \times 10^{-2}} = \boxed{5,9 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}}$$

2. L'acide benzoïque

2.1. L'équation de la synthèse (Étape (a)) montre de l'eau du côté des réactifs. Cette eau est apportée par la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

Si l'on utilise des pastilles alors il n'y aura pas d'eau dans le milieu réactionnel, c'est pourquoi il semble préférable de ne pas les utiliser.

Remarque : Par ailleurs la dissolution des pastilles est très exothermique, ce qui peut être dangereux.

2.2. L'étape (a) de la synthèse de l'acide benzoïque correspond aux opérations ①, ② et ③.

Dans l'étape ④ on ajoute de l'acide chlorhydrique ce qui correspond à l'étape (b).

2.3. Le chauffage permet d'augmenter la température qui est un facteur cinétique. Cela permet de réduire la durée de réaction. De plus le réfrigérant à eau permet d'éviter les pertes de matière.

2.4. Opération ④ : Réaction acide – base correspondant à l'équation de l'étape (b).

Diminution de la température qui entraîne la précipitation de l'acide benzoïque (moins soluble à 0°C).

Opération ⑤ : filtration : récupération de l'acide benzoïque solide.

Opération ⑥ : séchage : élimination de l'eau éventuellement présente dans les cristaux d'acide benzoïque.

2.5. L'eau doit s'évaporer, il faut une température assez élevée. Mais l'acide benzoïque doit rester à l'état solide, or il possède une température de fusion de 122,4°C qu'il ne faut pas dépasser.

2.6. On peut vérifier la température de fusion du solide obtenu à l'aide d'un banc Kofler ou effectuer une Chromatographie sur Couche Mince.

Remarque : on peut aussi effectuer le spectre IR ou de RMN du produit.

2.7. Pour déterminer la masse d'acide benzoïque obtenue on doit connaître le réactif limitant entre le benzonitrile et la solution d'hydroxyde de sodium. On considère l'eau en excès.

$$n(\text{benzonitrile}) = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V}{M}$$

$$n(\text{benzonitrile}) = \frac{1,01 \times 2,0}{103,04} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} = \boxed{20 \text{ mmol}}$$

$$n(\text{HO}^-) = c \cdot V = \frac{c_m \cdot V}{M}$$

$$n(\text{HO}^-) = \frac{100 \times 24 \times 10^{-3}}{40,00} = 6,0 \times 10^{-2} \text{ mol} = \boxed{60 \text{ mmol}}$$

$$\frac{n(\text{HO}^-)}{1} > \frac{n(\text{benzonitrile})}{1}$$

Les ions hydroxyde sont en excès.

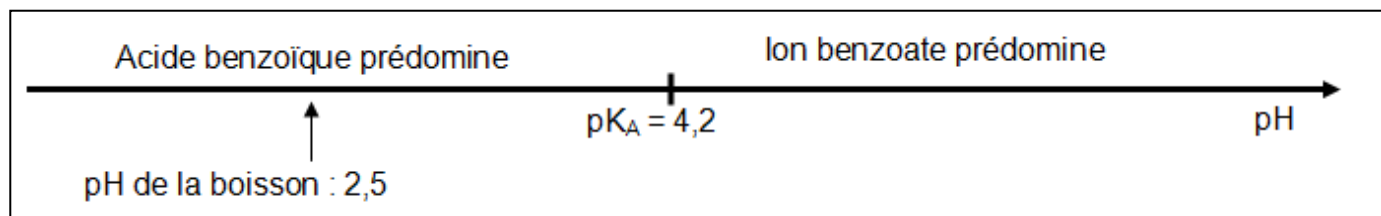
Il se forme $2,0 \times 10^{-2}$ mol d'ions benzoate et donc $2,0 \times 10^{-2}$ mol d'acide benzoïque.

On peut espérer obtenir :

$$m = n(\text{benzonitrile}) \cdot M(\text{acide benzoïque}) = \frac{\rho \cdot V}{M} \cdot M(\text{acide benzoïque})$$

$$m = \frac{1,01 \times 2,0}{103,04} \times 122,4 = \boxed{2,4 \text{ g}}$$

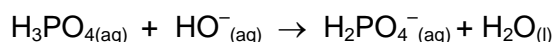
2.8. L'acide benzoïque est un acide faible, sa base conjuguée est l'ion benzoate ; suivant le pH une des formes prédomine :



L'acide benzoïque prédomine dans la boisson sous sa forme acide.

3. L'acide phosphorique

On effectue un titrage de l'acide phosphorique ;



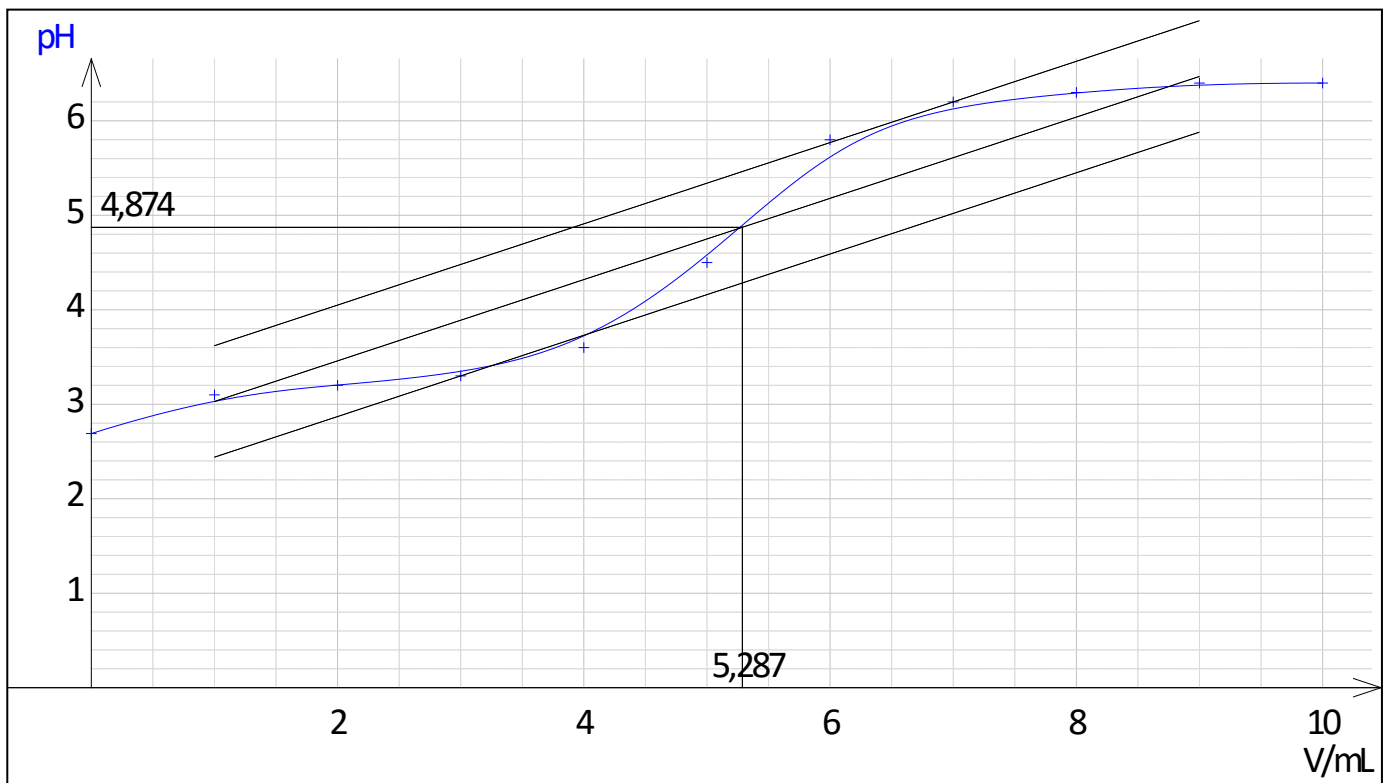
Déterminons la quantité d'acide phosphorique présente dans 10,0 mL de soda.

À l'équivalence, on a versé autant d'ions HO^- qu'il y avait d'acide H_3PO_4 dans les 10,0 mL de soda.

$$n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = n_{\text{HO}^-}$$

$$n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = C \cdot V_{\text{BE}}$$

Il faut déterminer la valeur du volume équivalent, et pour cela tracer la courbe représentative du pH en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé ; puis mettre en œuvre la méthode des tangentes parallèles.



On lit $V_{BE} = 5,3 \text{ mL}$

soit $n_{H_3PO_4} = 1,0 \times 10^{-2} \times 5,3 \times 10^{-3} = 5,3 \times 10^{-5} \text{ mol}$

Soit une masse de $m = n.M$

$m = 5,3 \times 10^{-5} \times (3 \times 1,0 + 31,0 + 4 \times 16,0) = 5,2 \text{ mg}$

Dans 10 mL il y a 5,2 mg d'acide phosphorique.

Par proportionnalité, dans 1,5 L = 1500 mL de soda il y a donc une masse de $150 \times 5,2 = 0,78 \text{ g}$ d'acide phosphorique.

La DJA est de $70 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{jour}^{-1}$, donc une personne de 70 kg pourra ingérer sans danger $70 \times 70 = 4,9 \times 10^3 \text{ mg} = 4,9 \text{ g}$ d'acide phosphorique par jour.

Sachant qu'une bouteille contient 0,78 g d'acide phosphorique la personne pourra boire :

$$\frac{4,9}{0,78} = 6 \text{ bouteilles de } 1,5 \text{ L de soda.}$$

Ce qui est largement supérieur à une consommation normale.