

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 0h53

EXERCICE 2 : 5 points

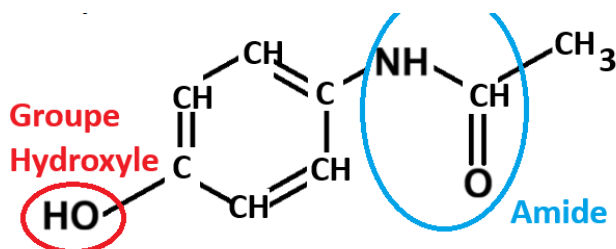
ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui « type collège »

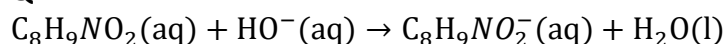
EXERCICE 2 : Le paracétamol

1. Contrôle de la teneur en principe actif

Q1.



Q2.



Avant l'équivalence :

- $[\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2^-]$ augmente car c'est un produit de la réaction.
- $[\text{HO}^-]$ est nulle car les ions HO^- sont en défaut avant l'équivalence
- $[\text{Na}^+]$ augmente car les ions Na^+ sont spectateurs et ajoutés au cours du titrage.

Ions	Avant l'équivalence
$\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2^-$	↗
HO^-	0
Na^+	↗

Après l'équivalence :

- $[\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2^-]$ reste car constant. $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2^-$ est un produit de la réaction or après l'équivalence, il n'y a plus de réaction entre $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2(\text{aq})$ et $\text{HO}^-(\text{aq})$ car tous les $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ ont été consommés.
- $[\text{HO}^-]$ augmente car les ions HO^- sont en excès après l'équivalence et ils ne réagissent plus
- $[\text{Na}^+]$ augmente car les ions Na^+ sont spectateurs et ajoutés au cours du titrage.

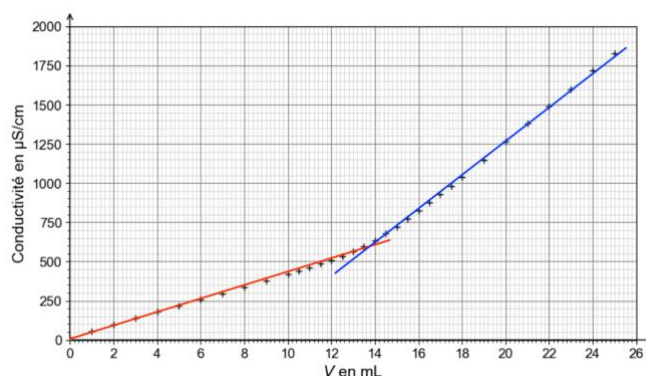
Ions	Après l'équivalence
$\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2^-$	=
HO^-	↗
Na^+	↗

Avant l'équivalence, la concentration des ions augmente donc la conductivité augmente.

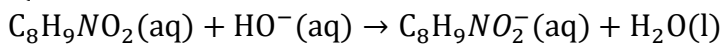
Après l'équivalence, la concentration des ions augmente donc la conductivité augmente.

Comparons les deux augmentations :

$\lambda_{\text{HO}^-} > \lambda_{\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2^-}$ donc l'augmentation de la conductivité est plus importante après l'équivalence.



Q3.



A l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques :

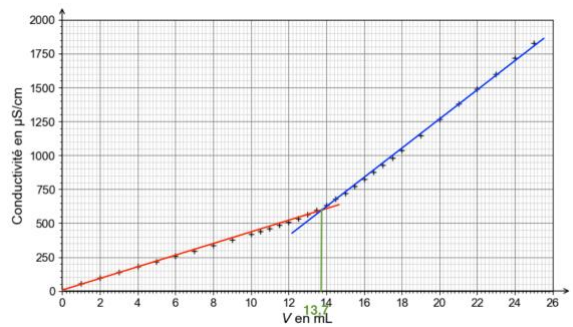
$$\frac{n_{\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2}^i}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-}^{\text{eq}}}{1}$$

$$n_p = C \times V_{\text{eq}}$$

On trouve graphiquement V_{eq} à l'intersection des deux segments : $V_{\text{eq}} = 13,7 \text{ mL}$

$$n_p = 0,250 \times 13,7 \times 10^{-3}$$

$$n_p = 3,43 \times 10^{-3} \text{ mol}$$



Q4.

$$n_p = \frac{m_p}{M_p}$$

$$\frac{m_p}{M_p} = n_p$$

$$m_p = n_p \times M_p$$

$$m_{\text{mes}} = n_p \times M(\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2)$$

$$m_{\text{mes}} = 3,43 \times 10^{-3} \times 151$$

$$m_{\text{mes}} = 0,518 \text{ g}$$

$$u(m) = m \times \sqrt{\left(\frac{u(C)}{C}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2}$$

$$u(m) = 0,518 \times \sqrt{\left(\frac{0,010}{0,250}\right)^2 + \left(\frac{0,29}{13,7}\right)^2}$$

$$u(m) = 3 \times 10^{-2} \text{ g}$$

$$m_{\text{mes}} = 0,518 \pm 3 \times 10^{-2} \text{ g}$$

$$m_{\text{mes}} = 518 \pm 30 \text{ mg}$$

Q5.

$$z = \left| \frac{m_{\text{mes}} - m_{\text{ref}}}{u(m_{\text{mes}})} \right|$$

$$z = \left| \frac{518 - 500}{30} \right|$$

$$z = 0,6$$

$z < 2$: Ainsi, la valeur de la masse de paracétamol mesurée, notée m_{mes} , et la valeur de référence, notée m_{ref} , indiquée sur la notice du médicament sont compatibles.

2. Étude cinétique

Q6.

$$v_p = - \frac{d[\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2]}{dt}$$

Q7.

Dans le cas d'une loi de vitesse d'ordre 1, la relation existante entre la vitesse volumique de disparition v_p , la concentration $[C_8H_9NO_2]$ et une constante positive k est :

$$v_p = k \times [C_8H_9NO_2]$$

Ainsi

$$-\frac{d[C_8H_9NO_2]}{dt} = k \times [C_8H_9NO_2]$$

$$\frac{d[C_8H_9NO_2]}{dt} = -k \times [C_8H_9NO_2]$$

Q8.

$$v_p = -\frac{d[C_8H_9NO_2]}{dt}$$

La dérivée se calcul en trouvant le coefficient directeur de la tangente en un point de la courbe.

En traçant la tangente à la courbe pour différents temps, on observe que la valeur absolue de la pente diminue au cours du temps. Ainsi, la vitesse volumique de disparition de l'aspirine du paracétamol au cours du temps.

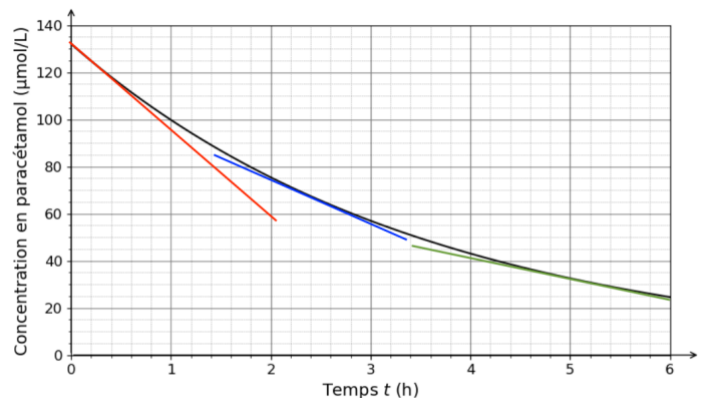


Figure 1. Évolution de la concentration en quantité de matière de paracétamol en fonction du temps

Q9.**Méthode 1 :**

$$[C_8H_9NO_2](t) = [C_8H_9NO_2]_0 \times e^{-k \times t}$$

$$[C_8H_9NO_2]_0 \times e^{-k \times t} = [C_8H_9NO_2](t)$$

$$e^{-k \times t} = \frac{[C_8H_9NO_2](t)}{[C_8H_9NO_2]_0}$$

$$\ln(e^{-k \times t}) = \ln\left(\frac{[C_8H_9NO_2](t)}{[C_8H_9NO_2]_0}\right)$$

$$-k \times t = \ln\left(\frac{[C_8H_9NO_2](t)}{[C_8H_9NO_2]_0}\right)$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{[C_8H_9NO_2](t)}{[C_8H_9NO_2]_0}\right)}{-k}$$

$$t_{lim} = \frac{\ln\left(\frac{[C_8H_9NO_2](t_{lim})}{[C_8H_9NO_2]_0}\right)}{-k}$$

Or

$$c_{lim} = [C_8H_9NO_2](t_{lim}) \times M(C_8H_9NO_2)$$

$$[C_8H_9NO_2](t_{lim}) \times M(C_8H_9NO_2) = c_{lim}$$

$$[C_8H_9NO_2](t_{lim}) = \frac{c_{lim}}{M(C_8H_9NO_2)}$$

d'où

$$t_{lim} = \frac{\ln\left(\frac{c_{lim}}{[C_8H_9NO_2]_0}\right)}{-k}$$

$$t_{lim} = \frac{\ln\left(\frac{c_{lim}}{[C_8H_9NO_2]_0 \times M(C_8H_9NO_2)}\right)}{-k}$$

$$t_{lim} = \frac{\ln\left(\frac{8,0 \times 10^{-3}}{132 \times 10^{-6} \times 151}\right)}{-0,28}$$

$$t_{lim} = 3,3 \text{ h}$$

Méthode 2 :

$$c_{lim} = [C_8H_9NO_2](t_{lim}) \times M(C_8H_9NO_2)$$

$$[C_8H_9NO_2](t_{lim}) \times M(C_8H_9NO_2) = c_{lim}$$

$$[C_8H_9NO_2](t_{lim}) = \frac{c_{lim}}{M(C_8H_9NO_2)}$$

$$[C_8H_9NO_2](t_{lim}) = \frac{8,0 \times 10^{-3}}{151}$$

$$[C_8H_9NO_2](t_{lim}) = 5,3 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[C_8H_9NO_2](t_{lim}) = 53 \mu\text{mol.L}^{-1}$$

Graphiquement, la concentration atteint $53 \mu\text{mol.L}^{-1}$ pour $t_{lim} = 3,3 \text{ h}$

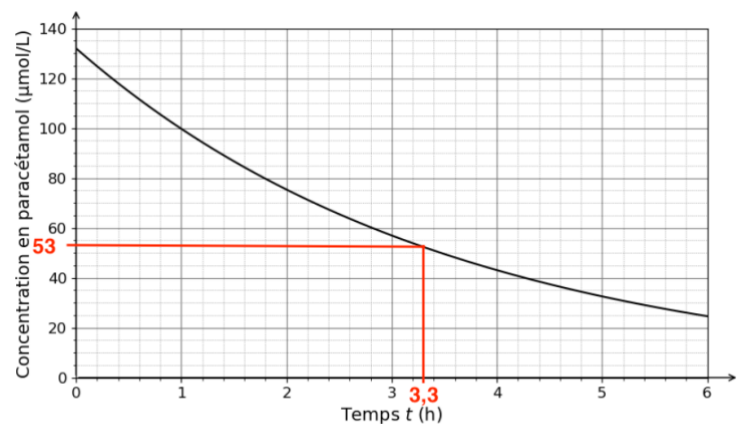


Figure 1. Évolution de la concentration en quantité de matière de paracétamol en fonction du temps

D'après le sujet, le pic est atteint 30 min après la prise.
Donc la durée depuis la prise vaut $3,3 + 0,5 = 3,8 \text{ h}$

La notice recommande d'attendre au moins 6 h entre deux prises, car il faut éviter une accumulation de paracétamol et de produits toxiques dans l'organisme.