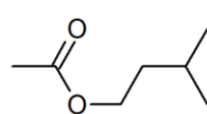


DEVOIR DE SCIENCES - PHYSIQUES N°6

A. NOMENCLATURE (/ 2)

formule semi-développée de l'acide 3-méthylpentanoïque	formule topologique de l'éthanoate de 3-méthylbutyle
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	

B. LA RELATIVITÉ DU TEMPS (/ 5)

- Les deux événements dont on cherche à mesurer la durée qui les sépare sont les passages de l'OVNI au-dessus de Bordeaux et d'Arcachon.
- Dans le référentiel de la soucoupe, ces deux événements se produisent au même endroit. La durée mesurée par l'extraterrestre est une durée propre, notée ΔT_0 . La durée mesurée par Nicolas sera plus grande en raison de la dilatation des durées : $\Delta T' = \gamma \cdot \Delta T_0$
- Nicolas mesure la durée :
$$\Delta T' = \frac{\text{distance à parcourir}}{\text{vitesse de l'OVNI}} = \frac{49,0 \cdot 10^3}{0,667 \times 3,00 \cdot 10^8} = 2,45 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$
- L'E.T. dans l'OVNI mesure :
$$\Delta T_0 = \frac{\Delta T'}{\gamma} = \frac{\Delta T'}{1/\sqrt{1-v^2/c^2}} = \Delta T' \times \sqrt{1-v^2/c^2} = 2,45 \cdot 10^{-4} \times \sqrt{1-0,667^2} = 1,82 \cdot 10^{-4} \text{ s} < \Delta T'$$

C. TEST D'ALCOOLÉMIE (/ 13)

- $$\begin{aligned} \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+} : & \quad \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} & | \times 2 \\ \text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} : & \quad \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- & | \times 3 \\ \hline & \quad 3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{aq}) + 2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 16\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + 4\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 11\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \end{aligned}$$
- La réaction est terminée lorsque le système n'évolue plus (vers $t \approx 30\text{min}$) : l'absorbance de la solution (due aux seuls ions dichromate) se stabilise à une valeur non nulle égale à 2,39. Il reste ainsi des ions dichromate qui sont donc en excès. L'éthanol est donc en défaut.
- Tableau d'avancement :

équation de la réaction	$3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 16\text{H}^+ \rightarrow 3\text{CH}_3\text{COOH} + 4\text{Cr}^{3+} + 11\text{H}_2\text{O}$					
avancement	quantités de matière (mol)					
état initial ($x = 0$)	n_1	n_2	excès	0	0	solvant
en cours de transformation (x)	$n_1 - 3 \cdot x$	$n_2 - 2 \cdot x$	excès	$3 \cdot x$	$4 \cdot x$	solvant
état final ($x_f = n_1 / 3$)	$n_1 - 3 \cdot x_f = 0$	$n_2 - 2 \cdot x_f$	excès	$3 \cdot x_f$	$4 \cdot x_f$	solvant

- L'éthanol est en défaut : $n_1 - 3 \cdot x_f = 0$ donc : $x_f = \frac{n_1}{3}$ (la transformation est ici totale " \rightarrow " : $x_f = x_{\text{max}}$)
- La concentration finale des ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ a pour expression d'après la dernière ligne du tableau d'avancement :

$$[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_f = \frac{n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})_f}{V} = \frac{n_2 - 2 \cdot x_f}{V} \quad \text{d'où : } [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_f \cdot V = n_2 - 2 \cdot x_f \quad \text{et : } x_f = \frac{n_2 - [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_f \cdot V}{2}$$
- D'après le document 2, l'absorbance finale vaut : $A_f = 2,39$
La loi de Beer-Lambert permet alors de calculer la concentration finale en ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$:

$$[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_f = \frac{A_f}{k} = \frac{2,39}{150} = 0,0159 \text{ mol.L}^{-1}$$
 Et en remplaçant dans l'expression du 5. :

$$x_f = \frac{c_2 \cdot v_2 - [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_f \cdot V}{2} = \frac{2,00 \cdot 10^{-2} \times 10,0 \cdot 10^{-3} - 0,0159 \times 12,0 \cdot 10^{-3}}{2} = 4,40 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$
- La quantité d'éthanol dans le prélèvement vaut donc : $n_1 = 3 \cdot x_f = 1,32 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ pour 2,0mL de sang
Donc pour 1L = 1000mL, la quantité d'éthanol est 500 fois plus importante : $n = 6,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
La masse d'éthanol par litre de sang vaut alors : $m = n \cdot M = 0,303 \text{ g} < 0,50 \text{ g} \Rightarrow$ Le conducteur n'est pas en infraction.
- Pour obtenir une transformation plus rapide, on peut augmenter la température, augmenter la concentration initiale en ions dichromate, utiliser un catalyseur de cette réaction s'il en existe un.