

I. Contrôle de vitesse (3 points)

- 1) La propriété des ondes vue en seconde que cette expérience utilise est la réflexion des ondes.
- 2) La fréquence de l'onde émise f_E est inférieure à la fréquence de l'onde reçue f_R . A l'approche du véhicule, la fréquence reçue est supérieure à la fréquence émise.
- 3) Par lecture sur le document, la fréquence $f_E = 40,000$ kHz et $f_R = 40,280$ kHz.
- 4) Le nombre 2 dans les expressions de la fréquence f_E vient de la réflexion de l'onde sur le véhicule. La distance parcourue par l'onde est double que celle effectuée pour une simple mesure de fréquences (véhicule à l'arrêt et véhicule en marche).
- 5) D'après la question 2), la fréquence f_E est inférieure à f_R donc la relation à utiliser est $f_E = f_R \times (1 - \frac{2v}{c})$. Le terme entre parenthèses est inférieur à 1 car $2v/c$ est positif.

$$f_E = f_R - f_R \times \frac{2v}{c} \text{ soit } f_R \times \frac{2v}{c} = f_R - f_E \text{ donc } \frac{2v}{c} = \frac{f_R - f_E}{f_R}. \text{ On obtient } v = \frac{c}{2} \times \frac{f_R - f_E}{f_R} \text{ ou } v = \frac{c}{2} \times (1 - \frac{f_E}{f_R})$$

$$\text{Application numérique : } v = \frac{340}{2} \times \frac{40280 - 40000}{40280} = 1,18 \text{ m.s}^{-1} \text{ (3 chiffres significatifs).}$$

II. La grande roue à Rennes (6,5 points)

- 1) Le référentiel adéquat pour étudier le mouvement de la grande roue est le référentiel terrestre.
- 2) La nature du mouvement de la nacelle est circulaire et uniforme. La trajectoire du point de la nacelle est un cercle de centre O et de rayon $r = 16$ m. Le mouvement est uniforme car à intervalles de temps égaux ($= \tau$), la distance parcourue par le point de la nacelle est constant.
- 3) La grande roue fait un diamètre $d = 2r = 32$ m. La hauteur maximale par rapport au sol est de $32 + 1 = 33$ m.
- 4) $v_2 = \frac{A_1A_3}{2\tau}$ et $v_4 = \frac{A_3A_5}{2\tau}$. Il faut tenir compte de l'échelle : 20 m en réalité correspond à 100 mm

$$A_1A_3 = A_3A_5 = 33 \text{ mm sur le schéma soit en réalité } \frac{33 \times 20}{100} = 6,6 \text{ m}$$

$$v_2 = v_4 = \frac{6,6}{2 \times 14} = 0,24 \text{ m.s}^{-1} \text{ (2 chiffres significatifs).}$$

L'échelle de représentation peut-être 1 cm pour $0,10 \text{ m.s}^{-1}$ soit 2,4 cm pour représenter les vecteurs vitesses.

- 5) Il faut reporter le vecteur \vec{v}_4 au point A_3 et ajouter le vecteur $-\vec{v}_2$ à l'extrémité de ce vecteur. Le vecteur variation de vitesse $\vec{\Delta v}_3$ part du point A_3 jusqu'à l'extrémité du de la construction.

Par mesure graphique, $\Delta v_3 \Leftrightarrow 1,0 \text{ cm}$ soit $\Delta v_3 = 0,10 \text{ m.s}^{-1}$.

- 6) Le vecteur accélération \vec{a}_3 au point A_3 a même direction et même sens que le vecteur variation de vitesse $\vec{\Delta v}_3$.

$$\text{Sa valeur est : } a_3 = \frac{\Delta v_3}{2\tau} = \frac{0,10}{2 \times 14} = 3,6 \times 10^{-3} \text{ m.s}^{-2}$$

Autre méthode : Le mouvement étant circulaire et uniforme, le vecteur accélération est normal et centripète. Sa

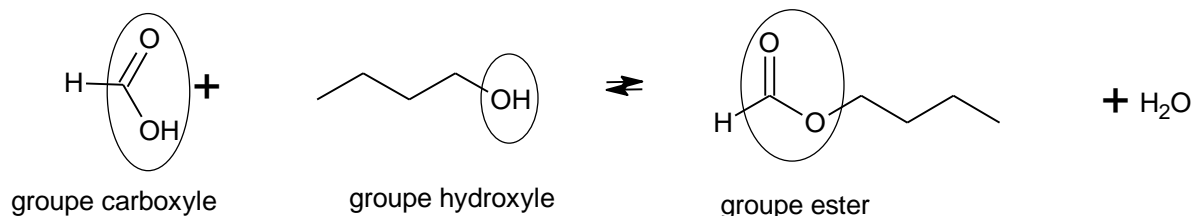
direction est celle du rayon au point A_3 . Sa valeur est telle que $a_3 = \frac{v^2}{r} = \frac{0,24^2}{16} = 3,6 \times 10^{-3} \text{ m.s}^{-2}$.

- 7) La durée T en minutes pour faire un tour est telle que $T = \frac{2\pi r}{v}$ soit $T = \frac{2 \times \pi \times 16}{0,24} = 419 \text{ s} \approx 7 \text{ min}$.

III. D'une odeur âcre à une odeur fruitée (10,5 points)**1. Réaction de synthèse du méthanoate de butyle et son mécanisme**

1.1. Le nom en nomenclature officielle de l'acide formique est l'acide méthanoïque.

1.2.



2. Optimisation du protocole de synthèse

2.1. Le mélange introduit est stœchiométrique si on a introduit les mêmes quantités de matière de chacun des réactifs (les coefficients stœchiométriques étant égaux à 1).

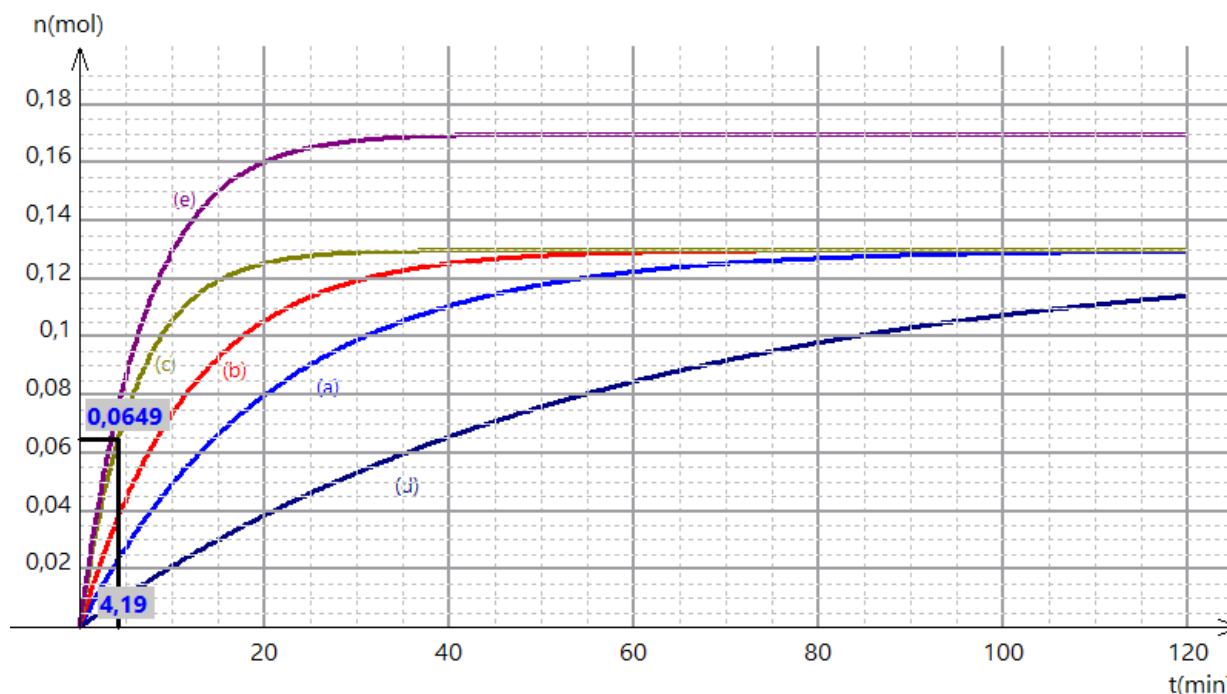
Quantité d'acide formique introduite initialement : $n_1 = m_1/M_1 = \rho_1 \times V_1/M_1 = 1,22 \times 7,5/46,0 = 0,20$ mol

Quantité de butan-1-ol introduite initialement : $n_2 = m_2/M_2 = \rho_2 \times V_2/M_2 = 0,81 \times 18,0/74,0 = 0,20$ mol

Les résultats doivent être donnés avec 2 chiffres significatifs.

2.2. Le protocole indique un bain-marie à une température de 50°C, en présence d'acide sulfurique concentré qui est un catalyseur. On a donc un mélange stœchiométrique, avec catalyseur et un chauffage de 50°C, soit la **courbe (c)**.

2.3. Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée pour laquelle la réaction atteint la moitié de son avancement final. Pour la courbe (c), l'avancement final est égal à $x_{\text{final}} = 130$ mmol donc pour $x_{\text{final}}/2 = 65$ mmol. La durée correspondante est $t_{1/2} \approx 4 \text{ min} \pm 1 \text{ min}$ par lecture graphique.



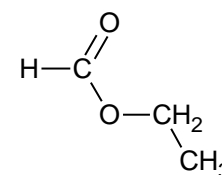
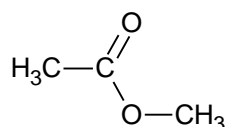
2.4. Les facteurs cinétiques possibles sont la température, l'excès d'un des réactifs ou la présence d'un catalyseur.

- La température : si on compare les courbes (c) et (b), le même état final d'équilibre est atteint plus rapidement en chauffant (50°C).
- La présence du catalyseur : on compare les courbes (a) et (c) : le même état final d'équilibre est atteint plus rapidement en utilisant un catalyseur.
- L'excès d'un des réactifs : si on compare les courbes (e) et (d), on voit sur la courbe (e) que l'état final d'équilibre est atteint plus vite et la quantité finale d'ester formée est plus importante. L'excès d'un réactif favorise la formation de l'ester.

3. Identification d'esters

• La formule semi-développée du méthanoate d'éthyle est ci-contre.

3.1. La formule semi-développée de l'éthanoate de méthyle est ci-dessous



3.2. Le méthanoate d'éthyle et l'éthanoate de méthyle possèdent le même groupe caractéristique ester ce qui provoquera la même bande d'absorption en spectroscopie IR, on ne pourra donc pas différencier ces deux molécules.

3.3. La molécule d'éthanoate de méthyle présente deux groupes d'atomes d'hydrogène équivalents, donc son spectre présente deux signaux (un singulet à chaque fois car aucun hydrogène voisin) alors que la molécule de méthanoate d'éthyle présente trois groupes d'atomes d'hydrogène équivalents - multiplicité respective de 1 (pas de voisin), 4 (3 voisins) et 3 (2 voisins), soit trois signaux.

Le spectre de RMN 1 correspond au méthanoate d'éthyle et le spectre de RMN 2 à l'éthanoate de méthyle.

