

I. L'effet Doppler (7 points)

- 1) Les ondes sonores sont longitudinales. La direction de la perturbation est parallèle à la direction de propagation.
 2) L'effet Doppler est le changement apparent de la fréquence d'une onde (sonore ou lumineuse) lorsque la source émettrice est en mouvement relatif par rapport à l'observateur.

3) La vitesse V s'exprime par $V = \frac{d}{\Delta t}$. Dans ce cas :

4) La longueur d'onde λ' perçue par l'observateur B s'écrit : $\lambda' = \lambda - V \times T$ **expression ①**

Par définition de la longueur d'onde qui est la longueur parcourue par une onde pendant une période

$\lambda = c \times T = \frac{c}{f}$. Pour l'observateur $\lambda' = \frac{c}{f'}$, car la fréquence de l'onde est modifiée.

$$\frac{c}{f'} = \frac{c}{f} - V \times T \text{ soit } \frac{c}{f'} = \frac{c}{f} - V \times \frac{1}{f} = \frac{1}{f} \times (c - V) \text{ d'où } \frac{f'}{c} = f \times \frac{1}{(c - V)} \text{ soit la relation } f' = f \times \frac{c}{(c - V)} \quad \textcircled{2}$$

5) Le conducteur de A étant immobile par rapport à la voiture, sa vitesse V est donc nulle. L'expression ② devient donc pour lui : $f' = f \times \frac{c}{(c - 0)} = f$. On en conclut qu'il n'y a **pas d'effet Doppler pour A**.

6) Vu que $(c - V)$ est forcément inférieur à c , le terme $c/(c - V)$ de l'expression ② est donc nécessairement supérieur à 1. Donc, toujours d'après l'expression ②, on a forcément : $f' > f$. Le son perçu par B est-il plus aigu que le son réel du moteur.

$$7) f' = f \times \frac{c}{(c - V)} \text{ soit } f' \times (c - V) = f \times c \text{ donc } (c - V) = \frac{f \times c}{f'} \Leftrightarrow V = c - \frac{f \times c}{f'} \Leftrightarrow V = c \times \left(1 - \frac{f}{f'}\right)$$

Application numérique : $V = 340 \times \left(1 - \frac{680}{715}\right)$; $V = 16,6 \text{ m.s}^{-1}$ (3 chiffres significatifs).

8) D'après l'effet Doppler, si le véhicule s'éloigne de l'observateur, la fréquence f'' perçue par ce dernier doit être plus basse que la fréquence réelle du moteur.

On écarte alors l'expression a) car, dans cette expression, le terme $(c + V)/c$ est nécessairement plus grand que 1, donc $f'' > f$, ce qui ne correspond pas à ce qu'on attend.

On écarte aussi l'expression c) car l'égalité n'est pas homogène (et est donc fausse) : l'unité du membre de gauche est le Hz alors qu'à droite c'est le $\text{Hz} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (ou $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$).

9) D'après la définition du niveau sonore, $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ soit $\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = \frac{L}{10}$.

Comme la fonction $\log(x)$ a pour fonction réciproque 10^x , $\frac{I}{I_0} = 10^{L/10}$ d'où $I = I_0 \times 10^{L/10}$

$$I = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{67/10} = 5,0 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2.$$

II. Recherche d'une molécule (6,5 points)

1. Spectre infrarouge de la molécule

1.1. La grandeur en abscisse notée σ est le nombre d'ondes.

1.2. Le nombre d'ondes σ est l'inverse de la longueur d'onde λ : $\sigma = \frac{1}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{1}{\sigma}$

Sur le spectre, $400 \text{ cm}^{-1} < \sigma < 4000 \text{ cm}^{-1}$. En prenant l'inverse, $\frac{1}{400} \text{ cm} > \lambda > \frac{1}{4000} \text{ cm}$

Soit $2,5 \times 10^{-3} \text{ cm} > \lambda > 2,5 \times 10^{-4} \text{ cm}$ or $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} = 10^{-2} \times 10^9 \text{ nm} = 10^7 \text{ nm}$

$2,5 \cdot 10^4 \text{ nm} > \lambda > 2,5 \cdot 10^3 \text{ nm}$. Ces longueurs d'onde sont supérieures à 800 nm donc sont dans le domaine de l'infrarouge.

1.3. Un acide carboxylique possède un groupement carboxyle contenant 2 atomes d'oxygène.

De même, un ester possède 2 atomes d'oxygène dans son groupement ester.

Or la formule brute de B ne contient qu'un atome d'oxygène.

B ne peut donc être un ester ou un acide carboxylique.

1.4. Un groupement carbonyle possède une double liaison C = O qui engendre sur le spectre IR un pic vers 1700 cm^{-1} . Or ce pic n'existe pas dans le spectre de B. Donc B ne contient pas de groupement carbonyle.

1.5. Ainsi la molécule B ne peut être un aldéhyde ou une cétone.

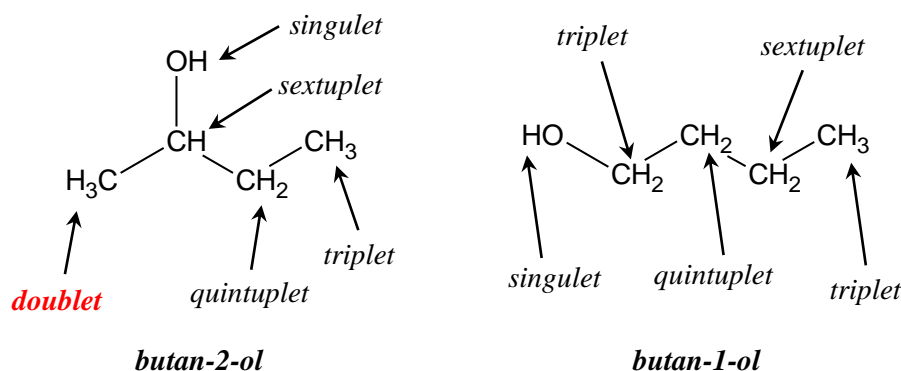
1.6. Le large pic vers 3300 cm^{-1} indique que la molécule possède une liaison O - H. Il s'agit donc ici d'un alcool.

Les deux formules topologiques possibles pour B sont donc :



2. Spectre RMN

2.1. En regardant la multiplicité des signaux de chacune des deux possibilités, on remarque que seul le butan-1-ol ne possède pas de doublet. La molécule B est donc du butan-1-ol.



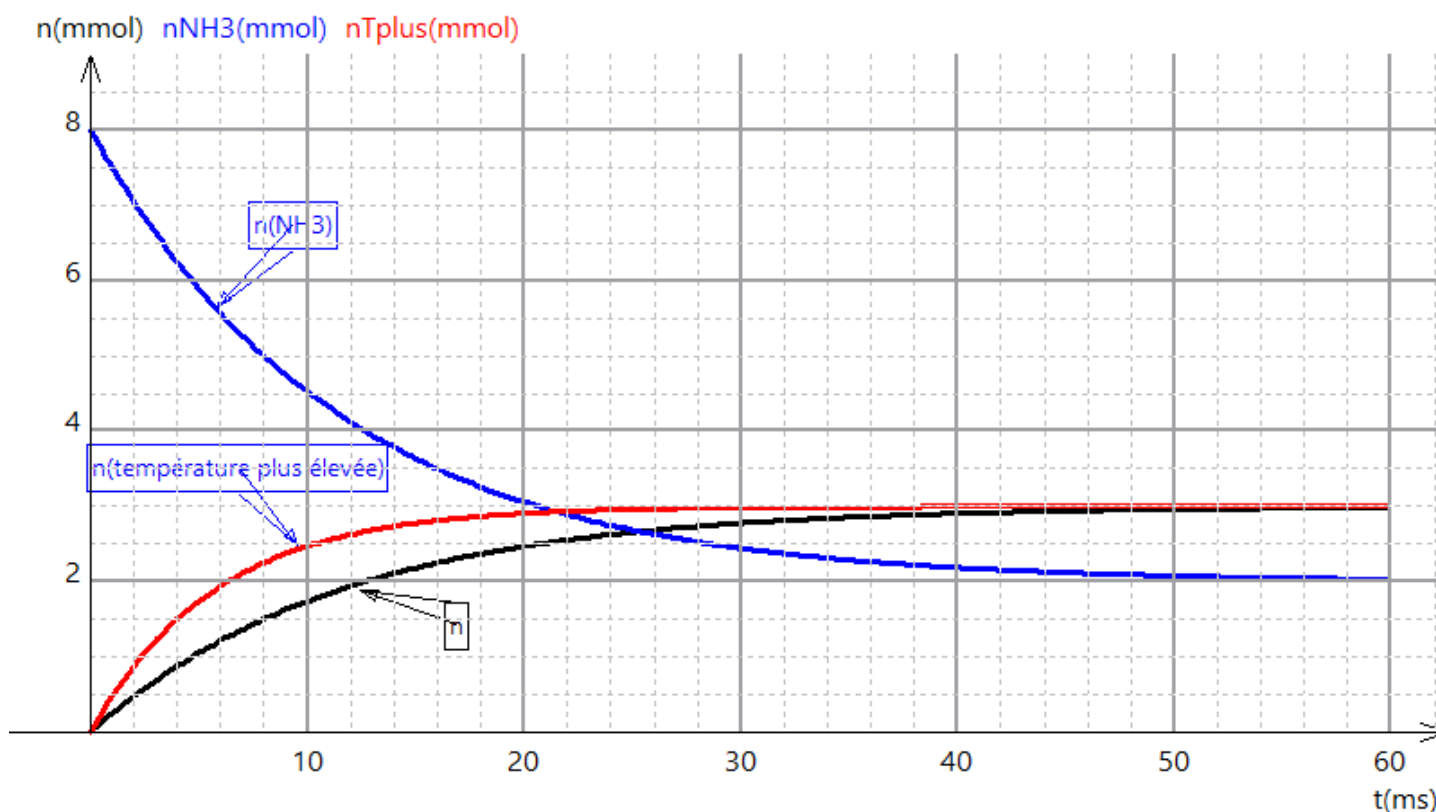
III. Réaction entre l'ammoniac et le dichlore (6,5 points)

- 1) Concentration initiale d'ammoniac : $C = \frac{n}{V}$; $C = \frac{8,0 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-3}} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ (2 chiffres significatifs)
- 2) Masse initiale de dichlore : $m = n(\text{Cl}_2) \times M(\text{Cl}_2)$; $m = 9,0 \times 10^{-3} \times (2 \times 35,5) = 6,39 \times 10^{-1} \text{ g} = 0,64 \text{ g}$
- 3) Compléter le tableau d'avancement

Etat du système	Avancement	$2 \text{ NH}_3(\text{aq}) + 3 \text{ Cl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}^+(\text{aq}) + 6 \text{ Cl}^-(\text{aq})$				
<i>initial</i>	$x = 0$	8,0	9,0	0	0	0
<i>intermédiaire</i>	x	$8,0 - 2x$	$9,0 - 3x$	x	$6x$	$6x$
<i>final</i>	x_{max}	$8,0 - 2x_{\text{max}}$	$9,0 - 3x_{\text{max}}$	x_{max}	$6x_{\text{max}}$	$6x_{\text{max}}$

- 4) L'avancement maximal x_{max} est tel que soit $8,0 - 2x_{\text{max}} = 0$ soit $9,0 - 3x_{\text{max}} = 0$
donc $x_{\text{max}} = 4,0 \text{ mmol}$ ou $x_{\text{max}} = 3,0 \text{ mmol}$.
Il faut prendre la plus faible valeur de l'avancement maximal soit $x_{\text{max}} = 3,0 \text{ mmol}$. (Ne pas oublier les unités)
- 5) La courbe part de zéro, donc c'est un produit. De plus, la quantité finale est de 3,0 mmol, donc c'est le diazote N_2 .
- 6) Le temps de demi-réaction est le temps au bout duquel la moitié du réactif limitant a été consommé.
On peut donc écrire : $x(t_{1/2}) = x_{\text{max}}/2$.
Pour obtenir une valeur précise sur le graphe, il faut mesurer la distance pour 50 ms soit 132 mm
puis mesurer pour $t_{1/2}$ la distance de 20 mm donc $t_{1/2} = \frac{20 \times 50}{132} = 7,6 \text{ ms}$ ($\pm 0,4 \text{ ms}$)
- 7) L'allure de la courbe $n(\text{NH}_3) = f(t)$ est décroissante car c'est un réactif. Sa valeur initiale est de 8,0 mmol. A l'état final, l'ammoniac n'est pas totalement consommé. Il reste 2,0 mmol qui est l'asymptote horizontale.
- 8) Si la température de la réaction est plus élevée la réaction est plus rapide (la température est un facteur cinétique) mais l'avancement à l'état final reste le même.

Bonus (0,5 point) : le nom du produit formé par la réaction ($\text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$) est de l'acide chlorhydrique (ou du chlorure d'hydrogène en solution aqueuse)



I	1	ondes sonores longitudinales + définition	1	2	3					
	2	L'effet Doppler est le changement apparent de la fréquence	1	2	3					
	3	$d = V \times T$	1							
	4		1	2	3	4				
	5	Le conducteur de A étant immobile par rapport à la voiture. il n'y a pas d'effet Doppler pour A.	1	2	3	4				
	6	$(c - V)$ est forcément inférieur à c ; $c/(c - V) > 1$ donc $f' > f$. Le son perçu par B est-il plus aigu	1	2	3	4				
	7	$V = c \times (1 - \frac{f}{f'})$; $V = 16,6 \text{ m.s}^{-1}$ (3 CHS).	1	2	3	4				CHS-U-CV
	8	$f'' < f$ pour a) $f'' > f$ (impossible) et c) non homogène	1	2	3					CHS-U-CV
	9	$L = 10 \times \log(\frac{I}{I_0})$; $I = I_0 \times 10^{L/10}$; $I = 5,0 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2$.	1	2						CHS-U-CV
/28										
II	1.1	σ est le nombre d'ondes	1	2						
	1.2	$\sigma = \frac{1}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{1}{\sigma}$; $2,5 \times 10^{-3} \text{ cm} > \lambda > 2,5 \times 10^{-4} \text{ cm}$ $2,5 \times 10^4 \text{ nm} > \lambda > 2,5 \times 10^3 \text{ nm} > 800 \text{ nm}$ donc IR	1	2	3	4	5	6		CHS-U-CV
	1.3	Un acide carboxylique possède 2 atomes d'oxygène comme un ester	1	2	3	4				
	1.4	double liaison C = O absente du spectre	1	2						
	1.5	B ne peut être un aldéhyde ou une cétone	1	2						
	1.6	Pic vers 3300 cm^{-1} (liaison O - H). B est un alcool + formules topologiques	1	2	3	4				
	2.1	En regardant la multiplicité des signaux , absence de doublet pour le butan-1-ol qui est la molécule B .	1	2	3	4	5	6		
/26										
III	1	$C = \frac{n}{V}$; $C = \frac{8,0 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-3}} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ (2 CHS)	1	2	3	4				CHS-U-CV
	2	$m = n(C\ell_2) \times M(C\ell_2)$; $m = 9,0 \times 10^{-3} \times (2 \times 35,5) = 6,39 \times 10^{-1} \text{ g} = 0,64 \text{ g}$ (2 CHS)	1	2	3	4				CHS-U-CV
	3	tableau d'avancement à compléter	1	2	3	4				
	4	soit $8,0 - 2 x_{\max} = 0$ soit $9,0 - 3 x_{\max} = 0$; $x_{\max} = 3,0 \text{ mmol}$. (Ne pas oublier les unités)	1	2						CHS-U-CV
	5	La courbe part de zéro, donc c'est un produit, N_2	1	2						
	6	Le temps de demi-réaction est le temps au bout duquel la moitié du réactif limitant a été consommé. Mesures de distances à faire pour calculer $t_{1/2} = 7,6 \text{ ms}$	1	2	3	4	5	6		CHS-U-CV
	7	Courbe $n(NH_3) = f(t)$ décroissante Il reste $2,0 \text{ mmol}$ qui est l'asymptote horizontale	1	2						
	8	Si la température de la réaction est plus élevée la réaction est plus rapide. L'avancement à l'état final reste le même.	1	2						
/26										
TOTAL : /80										
NOTE (Total/4) + Bonus : 0 – 0,5 point :/20										