

BAC BLANC 2018 : CORRECTION

EXERCICE I – PARTICULARITÉ DES ONDES (10 points)

Partie A : EFFET DOPPLER

1. Mouvement relatif d'une source sonore et d'un détecteur

1.1.

1.1.1. C'est le nombre de bips sonores par seconde.

1.1.2. Les deux périodes sont égales car la source est au repos : pas d'effet Doppler.

1.2. Comme $v_s < v_{son}$ alors $\frac{v_s}{v_{son}} < 1$, ainsi $\left(1 - \frac{v_s}{v_{son}}\right) < 1$ et comme $T' = T_0 \left(1 - \frac{v_s}{v_{son}}\right)$ alors $T' < T_0$.

$$\text{Soit } \frac{1}{T'} > \frac{1}{T_0}$$

Enfin comme $f = \frac{1}{T}$, on a $f' > f_0$

La fréquence perçue f' est supérieure à la fréquence émise f_0 .

Remarque : ce résultat est conforme à l'observation de la vie quotidienne, le son de l'hélicoptère semble plus aigu à l'approche.

2. Détermination de la vitesse d'un hélicoptère par effet Doppler

2.1. On mesure la distance correspondant à plusieurs longueurs d'onde pour avoir un maximum de précision.

Sur la Figure 4, on a $5\lambda = 2,6$ cm donc $\lambda_0 = \frac{2,6}{5} = 0,52$ cm. Il faut tenir compte de l'échelle.

1,2 cm schéma \rightarrow 1,0 m en réalité

Donc 0,52 cm schéma \rightarrow λ_0 m en réalité

$$\lambda_0 = \frac{1,0 \times 0,52}{1,2} = 0,43 \text{ m en conservant que deux chiffres significatifs vu le manque de précision.}$$

Même raisonnement pour la figure 5 :

Sur la Figure 5, on a $5\lambda' = 2,1$ cm donc $\lambda' = \frac{2,1}{5} = 0,42$ cm. Il faut tenir compte de l'échelle.

1,2 cm schéma \rightarrow 1,0 m en réalité

Donc 0,42 cm schéma \rightarrow λ' m en réalité

$$\lambda' = \frac{1,0 \times 0,42}{1,2} = 0,35 \text{ m.}$$

2.2. On a $\lambda_0 = \frac{v_{son}}{f_0}$ donc $v_{son} = \lambda_0 \cdot f_0$

$$v_{son} = 0,43 \times 8,1 \times 10^2 = 3,483 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1} = 3,5 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1} \text{ avec 2 CS.}$$

On sait que la célérité du son dans l'air est plus proche de 340 m.s^{-1} en général.

On a pu commettre une légère erreur de mesure sur la mesure de λ_0 ou l'altitude de l'hélicoptère joue sur la célérité du son.

2.3. Grâce à la figure 5, on a $\lambda' = 0,35$ m et on utilise la valeur précédente de la célérité (l'énoncé précise que la célérité est indépendante de la fréquence).

$$\lambda' = \frac{v_{son}}{f'} \text{ donc } f' = \frac{v_{son}}{\lambda'} = \frac{\lambda_0 \cdot f_0}{\lambda'}$$

$$f' = \frac{0,43 \times 8,1 \times 10^2}{0,35} = 1,0 \times 10^3 \text{ Hz} > f_0$$

Tout comme à la question 1.2. on constate que la fréquence perçue est supérieure à la fréquence émise.

Le son émis par l'hélicoptère paraît plus aigu lorsque ce dernier s'approche de l'observateur.

2.4. On prend la formule donnée en début de sujet $T' = T_0 \left(1 - \frac{v_s}{v_{son}}\right)$

$$\frac{T'}{T_0} = 1 - \frac{v_s}{v_{son}} \text{ donc : } \frac{v_s}{v_{son}} = 1 - \frac{T'}{T_0}$$

$$v_s = \left(1 - \frac{T'}{T_0}\right) \cdot v_{son}$$

$$v_s = \left(1 - \frac{1}{\frac{f'}{f_0}}\right) \cdot v_{son}, \quad v_s = \left(1 - \frac{f_0}{f'}\right) \cdot v_{son}$$

$$v_s = \left(1 - \frac{8,1 \times 10^2}{9,9514 \times 10^2}\right) \times 3,483 \times 10^2 = 64,8 \text{ m.s}^{-1} = 65 \text{ m.s}^{-1}$$

En multipliant par 3,6, on obtient $v_s = 233 \text{ km.h}^{-1}$. Cette valeur semble réaliste pour un hélicoptère.

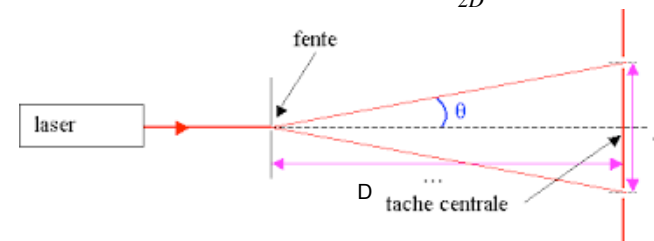
Partie B : DIFFRACTION DE LA LUMIÈRE

1. La diffraction consiste en l'étalement de la direction de propagation d'une onde par un obstacle. Dans le cas des ondes mécaniques, les dimensions de l'obstacle doit être du même ordre de grandeur que la longueur de l'onde diffractée.

2. Etude de la diffraction par la fente rectangulaire

L'ouverture angulaire de la tache centrale vue depuis la fente est notée 2θ .

2.a. D'après le schéma on peut écrire : $\tan \theta = \frac{d}{2D}$



$$2.b. \theta = \frac{\lambda}{a}$$

2.c. En supposant que l'angle θ est suffisamment petit pour faire l'approximation $\tan \theta = \theta$,

$$\text{donc : } \theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{d}{2D}$$

$$\text{et ainsi: } d = \frac{2D\lambda}{a}$$

$$2.d. \dim\left(\frac{2D\lambda}{a}\right) = \frac{L \times L}{L} = L \text{ La relation est bien homogène à une longueur.}$$

3. Etude de la diffraction par le trou circulaire

$$3.a. \text{ La relation peut s'écrire : } d' = 2\alpha \times \lambda \times D \times \left(\frac{1}{b}\right)$$

On remarque que la relation entre d' et $y(1/b)$ est linéaire donc $k' = 2\alpha \times \lambda \times D$ est le coefficient directeur de la droite.

$$\alpha = \frac{k'}{2 \times \lambda \times D} = 1,22$$

$$3.b. \left(\frac{\Delta\alpha}{\alpha}\right)^2 = \left(\frac{\Delta k'}{k'}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 \text{ donc : } \Delta\alpha = \sqrt{\left(\frac{\Delta k'}{k'}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2} \times \alpha$$

On trouve : $\Delta\alpha = 0,035 \approx 0,04$ avec 1 CS.

$$\text{L'incertitude relative : } \frac{\Delta\alpha}{\alpha} \times 100 = \frac{0,04}{1,22} \times 100 = 3,3\%$$

Encadrement : $1,18 \leq \alpha \leq 1,26$

EXERCICE 2 – LES OCÉANS (5 points)

1. Acidification des océans

1.1. Le document 1 montre qu'à Mauna Loa la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère augmente depuis 1958, ce qui entraîne une hausse de la pression de CO_2 et une baisse du pH de l'océan.

1.2.

1.2.1. Le document 2 permet de comprendre que si la concentration en dioxyde de carbone gazeux dans l'air augmente alors la concentration en CO_2 aqueux dans l'océan augmente aussi. Le document 3 montre que l'apparition de CO_2 aqueux dans l'océan a pour conséquence la formation d'ions oxonium H_3O^+ dans l'océan via les réactions 1 et 2. Comme $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$, si $[\text{H}_3\text{O}^+]$ augmente alors le pH diminue.

1.2.2. Si la concentration en ions oxonium augmente de 30 % alors $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{après}} = 1,3 \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}}$.
 $\text{pH}_{\text{après}} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{après}} = -\log 1,3 \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}} = -\log 1,3 - \log[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}}$

$$\text{pH}_{\text{après}} = -0,11 + \text{pH}_{\text{avant}}$$

On montre ainsi que le pH diminue de 0,11 unité lorsque $[\text{H}_3\text{O}^+]$ augmente de 30%.

$$\text{Autre méthode : } \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{après}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}}} = \frac{10^{-\text{pH}_{\text{après}}}}{10^{-\text{pH}_{\text{avant}}}} = 10^{-\text{pH}_{\text{après}} + \text{pH}_{\text{avant}}}$$

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{après}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{avant}}} = 10^{-8,0+8,1} = 10^{0,1} = 1,3 \text{ ce qui correspond à une hausse d'environ 30\%.}$$

2. Le carbone dans les océans

2.1. $\text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right)$ ainsi (0,25) lorsque $[\text{A}^-] = [\text{HA}]$ alors $\text{pH} = \text{pK}_a$.

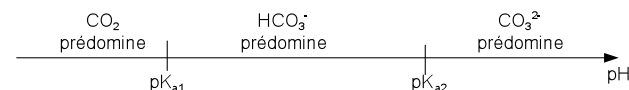
Pour le couple associé à la réaction 1, lorsque $[\text{CO}_2] = [\text{HCO}_3^-]$ alors $\text{pH} = \text{pK}_{a1}$.

On a $\frac{[\text{CO}_2]}{C_T} = \frac{[\text{HCO}_3^-]}{C_T}$, soit $\alpha_1 = \alpha_2$.

Le document 4 permet de déterminer graphiquement pK_{a1} : $\text{pK}_{a1} = 6,3$

De même $[\text{CO}_3^{2-}] = [\text{HCO}_3^-]$ lorsque $\alpha_2 = \alpha_3$: $\text{pK}_{a2} = 10,3$

2.2.



2.3. D'après l'énoncé (cf. 1.2.), aujourd'hui les océans ont un pH voisin de 8,1.

Sur le document 4, on cherche les ordonnées α_1 , α_2 et α_3 des points d'abscisse $\text{pH} = 8,1$.

Il est difficile de faire preuve de précision vu les faibles valeurs de α_1 et α_3 .

On trouve approximativement $\alpha_1 = 0,03$, tandis qu' α_3 est plus faible $\alpha_3 = 0,01$ et $\alpha_2 = 0,96$.

2.4. La forme arrondie de la courbe représentative de α_2 aux alentours de $\text{pH} = 8,1$ permet de dire que la valeur de α_2 est peu modifiée par une variation de pH de 0,1 unité.

2.5. Le document 5 indique qu'en présence d'un excès de dioxyde de carbone, le carbonate de calcium se dissout.

L'augmentation de la concentration en dioxyde de carbone dissous a pour conséquence la dissolution des coquilles des organismes marins et donc leur amincissement voire leur disparition.

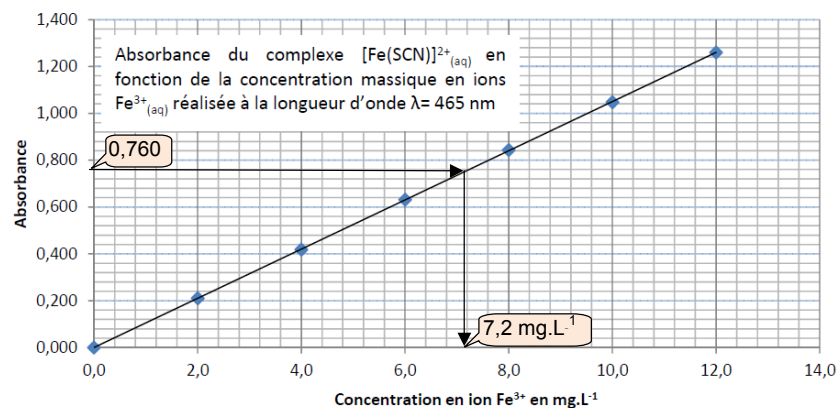
EXERCICE 3 - UN VIN PÉTILLANT (5 points)

1. Détermination de la teneur en fer du vin

1.1. Avant de mesurer l'absorbance de l'échantillon, il faut régler le zéro d'absorbance du spectrophotomètre c'est-à-dire « faire le blanc ».

1.2. D'après les données, les ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ en solution aqueuse ont une couleur orangée **pâle**. En réagissant de façon totale et rapide avec les ions thiocyanate, les ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ forment un complexe rouge **intense** $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}_{(\text{aq})}$. Ainsi, l'absorbance due au complexe rouge $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}_{(\text{aq})}$ sera plus grande que celle due aux ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ seuls en solution aqueuse.

- 1.3. La casse ferrique d'un vin blanc est probable lorsque la concentration massique en élément fer est supérieure à 10 mg.L^{-1} . Pour le vin étudié, la mesure de l'absorbance due aux ions $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}_{(\text{aq})}$ pour une longueur d'onde $\lambda = 465 \text{ nm}$ vaut $A = 0,760$. La concentration massique en ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ s'obtient à partir du graphe ci-dessous :



La concentration massique en élément fer est de $7,2 \text{ mg.L}^{-1}$. Elle est inférieure à 10 mg.L^{-1} donc la casse ferrique est peu probable.

2. Détermination de l'acidité totale du vin

- 2.1. Pour prélever un volume $V = 10,00 \pm 0,04 \text{ mL}$ de vin, il faut utiliser de la verrerie de précision, soit ici une **pipette jaugée de $10,00 \text{ mL}$** .

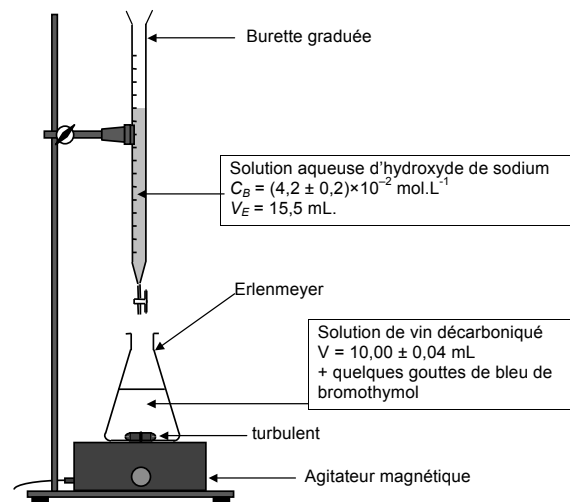


Schéma de montage pour un dosage colorimétrique

- 2.2. On a la relation : $U_{VE} = 2 u_{VE}$ avec, pour une burette graduée, $u_{VE} = 0,5 \text{ g}$ et $g = 0,1 \text{ mL}$.

Donc : $U_{VE} = 2 \times 0,5 \times 0,1 = 0,1 \text{ mL}$.

Par conséquent : $V_E = 15,5 \pm 0,1 \text{ mL}$.

- 2.3. Le dioxyde de carbone présent dans l'air se dissout dans le vin sous forme de $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ qui appartient au couple acide base $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^{-}_{(\text{aq})}$. Ainsi le CO_2 acidifie le vin. Pour ne titrer par la base $\text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$ que l'acidité due à l'acide tartrique, il est donc nécessaire d'éliminer le dioxyde de carbone dissous dans le vin en procédant à une opération préalable de décarbonation.

- 2.4. À l'équivalence du titrage, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques de l'équation de titrage : $\text{H}_2\text{A} + 2 \text{HO}^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{A}^{2-}_{(\text{aq})} + 2 \text{H}_2\text{O}$.

$$\text{Ainsi : } \frac{n_0(\text{H}_2\text{A})}{1} = \frac{n_E(\text{HO}^-)}{2} \text{ soit } \frac{C \cdot V}{1} = \frac{C_B \cdot V_E}{2}$$

et comme la concentration massique est $C_m = C \cdot M$ il vient : $\frac{C_m \cdot V}{M} = \frac{C_B \cdot V_E}{2}$ soit finalement :

$$C_m = \frac{C_B \cdot V_E \cdot M}{2V}$$

- 2.5. $C_m = \frac{4,2 \times 10^{-2} \times 15,5 \times 150}{2 \times 10,00} = 4,825 = 4,9 \text{ g.L}^{-1}$. (en laissant les volumes en mL)

Comme C_m est inférieur à $9,0 \text{ g.L}^{-1}$, ce vin est propre à la consommation