Sciences Physiques : Asie - Pacifique Jour 2 (11 juin 2024)

> Exercice 1 – Tissage d'une voile de bateau

Partie 1 – Observation directe

Q1. D'après la trigonométrie dans la situation décrite au document 2 on a :

$$\tan\theta_a = \frac{AB}{d_m}$$

θ_a est supposé faible et, dans l'approximation des petits angles, on a $\tan\theta_a \approx \theta_a$.

De plus $AB = a$, le diamètre du fil.

Ainsi $$\theta_a = \frac{a}{d_m}$$

Q2. Calculons θ_a

$$\theta_a = \frac{1{,}0.10^{-5}}{0{,}25} = 4{,}0.10^{-5}\,rad$$

Q3. Le pouvoir séparateur de l'œil est $\varepsilon = 3{,}0.10^{-4}\,rad$. Le champ angulaire est de $4{,}0.10^{-5}$ rad, bien inférieur à ε. Donc l'observateur ne peut pas distinguer à l'œil nu l'épaisseur des fils.

Q4. D'après la trigonométrie, dans la situation décrite au document 3, on a dans le triangle IOF' rectangle en O :

$$\tan\theta_a{}' = \frac{OI}{OF'}$$

et $OI = AB = a$ et $OF' = f'$

Dans l'approximation des petits angles, $\tan\theta_a{}' = \theta_a{}'$

$$\theta_a' = \frac{a}{f'}$$

Q5. L'observateur peut distinguer l'épaisseur des fils lorsque que :

$$\theta_a' > \varepsilon$$

$$\Leftrightarrow \frac{a}{f'} > \varepsilon$$

$$\Leftrightarrow a > \varepsilon \times f'$$

$$\Leftrightarrow f' < \frac{a}{\varepsilon}$$

Q6. Calculons le rapport $\frac{a}{\varepsilon}$:

$$\frac{a}{\varepsilon} = \frac{1{,}0.10^{-5}}{3{,}0.10^{-4}} = 0{,}033\ m$$

$$\frac{a}{\varepsilon} = 3{,}3\ cm$$

L'observateur doit choisir une loupe dont la distance focale est inférieure à 3,3 cm. Il doit choisir la loupe dont la distance focale est de 2,5 cm.

Parie 2 – Analyse par interférence

Q7. Au point A on observe une frange brillante, obtenue par la superposition de deux signaux lumineux en phase. C'est une interférence constructive.

Au point B, on observe une frange sombre obtenue par la superposition de deux signaux lumineux en opposition de phase. C'est une interférence destructive.

Q8. L'interfrange est la distance séparant le centre de deux franges brillantes (ou le centre de deux franges sombres) consécutives.

Q9. Pour observer des interférences constructives, la différence de chemin optique doit être un multiple de la longueur d'onde

$$\delta = k \times \lambda \qquad \text{avec } k \text{ un entier relatif}$$

Q10. Considérons deux franges voisines aux points M et M' d'abscisses respectives x et $x + i$

Ainsi $\delta(M) = k \times \lambda = \frac{b}{D}x$ et $\delta(M') = (k+1) \times \lambda = \frac{b}{D}(x+i)$

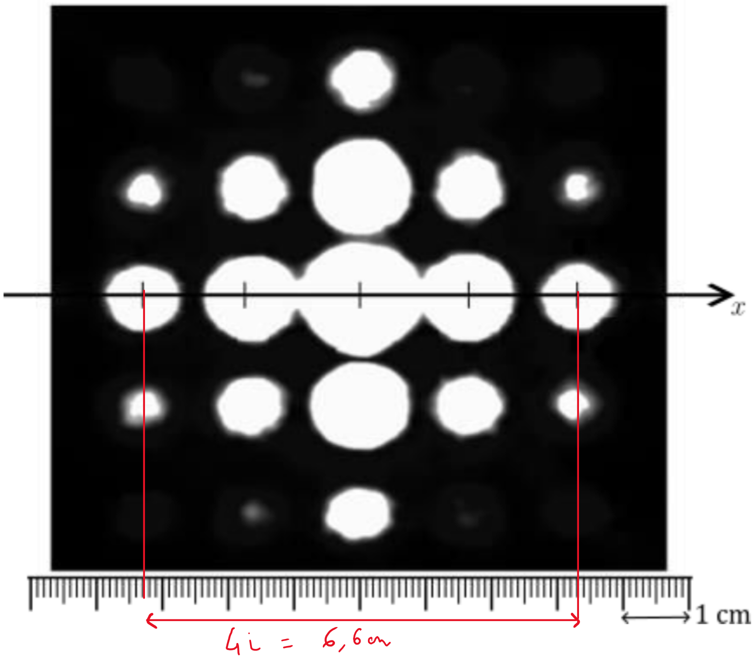
$$(k+1) \times \lambda = \frac{b}{D}x + \frac{b}{D}i$$

$$\Leftrightarrow k\lambda + \lambda = k\lambda + \frac{b}{D}i$$

$$\Leftrightarrow \lambda = \frac{b}{D}i$$

$$\Leftrightarrow i = \frac{D}{b}\lambda$$

Q11.



Sur la figure d'interférence, on mesure à la règle le plus grand nombre d'interfranges possibles.
On a $4i = 6{,}6\ cm.$

Ainsi $i = 1{,}7\ cm.$

Q12. Sur une mesure à la règle, l'incertitude est égale à la plus petite graduation de la règle. Ici l'incertitude est de 1 mm.

On a $4u(i) = 1\ mm$ donc $u(i) = 0{,}25\ mm$

Par convention, l'incertitude-type est arrondie à un chiffre significatif par excès.

$$u(i) = 0{,}3\ mm$$

Q13. Calcul de b :

$$b = \frac{D}{i} \times \lambda$$

$$b = \frac{0{,}60}{1{,}7.10^{-2}} \times 650.10^{-9}$$

$$b = 2{,}3.10^{-5}\ m$$

$$b = 23\ \mu m$$

Calcul de $u(b)$:

$$u(b) = b \times \sqrt{\left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2}$$

$$u(b) = 23 \times \sqrt{\left(\frac{0{,}01}{0{,}60}\right)^2 + \left(\frac{0{,}3}{17}\right)^2 + \left(\frac{10}{650}\right)^2}$$

$$u(b) = 0{,}66$$

$$u(b) = 0{,}7\ \mu m \text{ (1 cs par excès)}$$

L'espacement b est de $(23 \pm 0{,}7)$ µm.

Q14. Déterminons le z-score pour cette mesure :

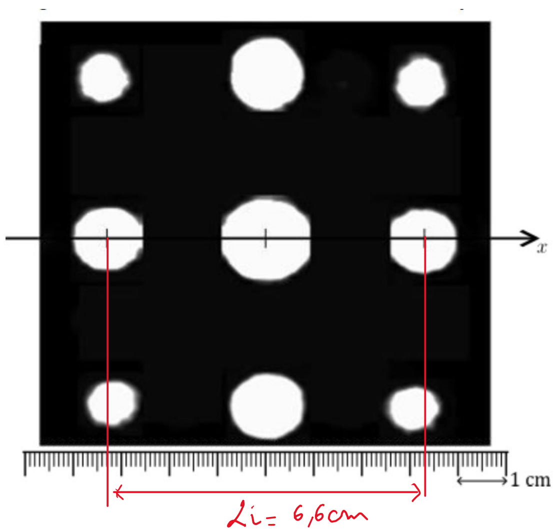
$$z = \frac{|23 - 25|}{0{,}7} = 2{,}8$$

Le z-score est légèrement supérieur à 2. La mesure expérimentale s'écarte d'un peu moins de 3 fois l'incertitude-type. Elle reste proche de la valeur indiquée de 25 µm.

Cela montre que la zone étudiée est une zone soumise à de faibles contraintes.

La réponse à cette question dépend de votre mesure de i. Selon la méthode employée (votre règle ou la règle sous la figure) vous pouvez obtenir un intervalle contenant la valeur théorique de 25 µm.

Q15.

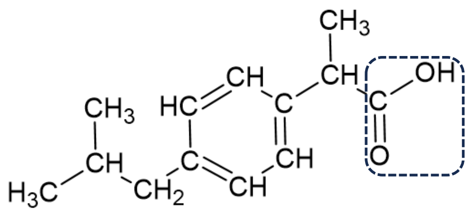


L'interfrange est $i = 3{,}3\ cm$ soit le double de l'interfrange mesurée précédemment. Comme i et b sont inversement proportionnelles, on en déduit que b est deux fois plus faible dans cette zone du voile. Ici $b = 12\ \mu m$ (à 2 c.s.). Cette portion du voile est donc une zone soumise à des contraintes plus fortes.

> **Exercice 2 – Contrôle d'un médicament**

Identification du principe actif

Q1. Formule semi-développée de l'ibuprofène



Q2. La famille fonctionnelle associée au groupe caractéristique entourée sur la molécule ci-dessus est la famille des acides carboxyliques.

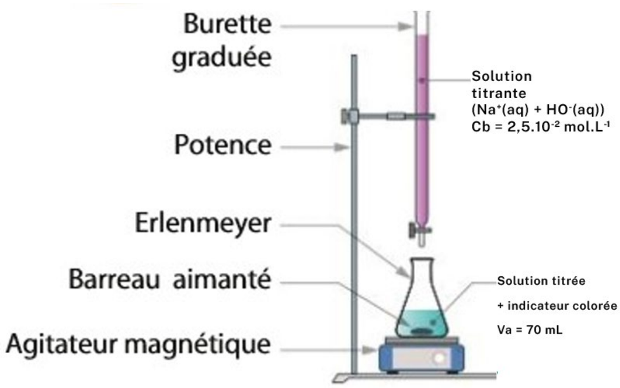
Q3. La molécule d'ibuprofène contient une liaison O-H dans un groupe carboxyle. On retrouve la bande d'absorption de ce groupe O-H sur le spectre avec une large bande d'intensité moyenne entre 2500 et 300 cm^{-1}.

La molécule d'ibuprofène contient une liaison C=O dans un groupe carboxyle. ON observe sur le spectre une bande fine et forte au voisinage de 1700 cm^{-1}.

Ce spectre infrarouge peut être celui de la molécule d'ibuprofène.

Contrôle du dosage du comprimé

Q4. Schéma du montage : Titrage de l'ibuprofène par la soude.



Q5. Équation support du titrage :

$$R - COOH(aq) + HO^-(aq) \rightarrow R - COO^-(aq) + H_2O\ (l)$$

Q6. Un indicateur coloré est une espèce chimique dont la teinte en solution dépend du pH du milieu. On observe un changement de teinte dans un intervalle de pH appelé zone de virage. L'indicateur coloré permet de repérer l'équivalence d'un titrage quand celle-ci doit se produire dans sa zone de virage.

Q7. Le pH attendu à l'équivalence est de 8,1. La zone de virage du rouge de crésol est comprise entre 7,2 et 8,8. Le pH à l'équivalence est compris dans la zone de virage du rouge de crésol. Cet indicateur coloré est adapté à ce titrage.

Q8. À l'équivalence, les réactifs ont réagi en quantités stœchiométriques.

$$\frac{n_{R-COOH_i}}{1} = \frac{n_{b,eq}}{1}$$

$$n_{R-COOH_i} = C_b \times V_{b,eq}$$

$$n_{R-COOH_i} = 2{,}5.10^{-2} \times 15{,}5.10^{-3}$$

$$n_{R-COOH_i} = 3{,}9.10^{-4}\ mol$$

Lors de ce titrage, dans la prise d'essai de 20 mL, il a été dosé $3{,}9.10^{-4}$ mol d'ibuprofène.

Dans les 100 mL de solution initiale, il y a cinq fois plus de quantité de matière en ibuprofène.

La masse d'ibuprofène contenue dans le comprimé est :

$$m_{ibuprofène} = 5n_{R-COOH,i} \times M_{ibuprofène}$$

$$m_{ibuprofène} = 5 \times 3{,}9.10^{-4} \times 206{,}28$$

$$m_{ibuprofène} = 0{,}40\ g$$

Le comprimé contient 400 mg d'ibuprofène.

Q9. La boîte d'ibuprofène contrôlée indique que le médicament est dosé à 200 mg. Le titrage réalisé montre que le médicament contient 400 mg d'ibuprofène. L'ibuprofène pouvant être commercialisé sous trois formes : 100 mg, 200 mg ou 400 mg, on peut conclure à une erreur d'étiquetage.

> **Exercice 3 – Santé alimentaire – ne pas abuser des nitrites**

Mode opératoire : dosage par spectrophotométrie

Q1. D'après le document 1, la solution obtenue présente un maximum d'absorption à une longueur d'onde $\lambda_{max} = 540\ nm$.

La solution prend la teinte des radiations transmises. D'après le cercle chromatique, elle apparait magenta, couleur complémentaire du vert associé à une radiation de 540 nm.

Q2. Afin d'avoir la meilleure sensibilité, il convient de choisir la longueur d'onde du maximum d'absorption de la molécule à doser pour régler le spectrophotomètre.

On utilisera $\lambda_{max} = 540\ nm$.

Q3. Réalisation d'une dilution :

Déterminons le facteur de dilution F :

$$F = \frac{c_0}{c_1} = \frac{3{,}0.10^{-3}}{60.10^{-6}} = 5$$

Compte tenu de la verrerie disponible et du facteur de dilution, il faut préparer 250 mL de solution S_1 à partir de 5 mL de solution S_0.

$$F = \frac{V_1}{V_0} = \frac{250}{5} = 5$$

Protocole :

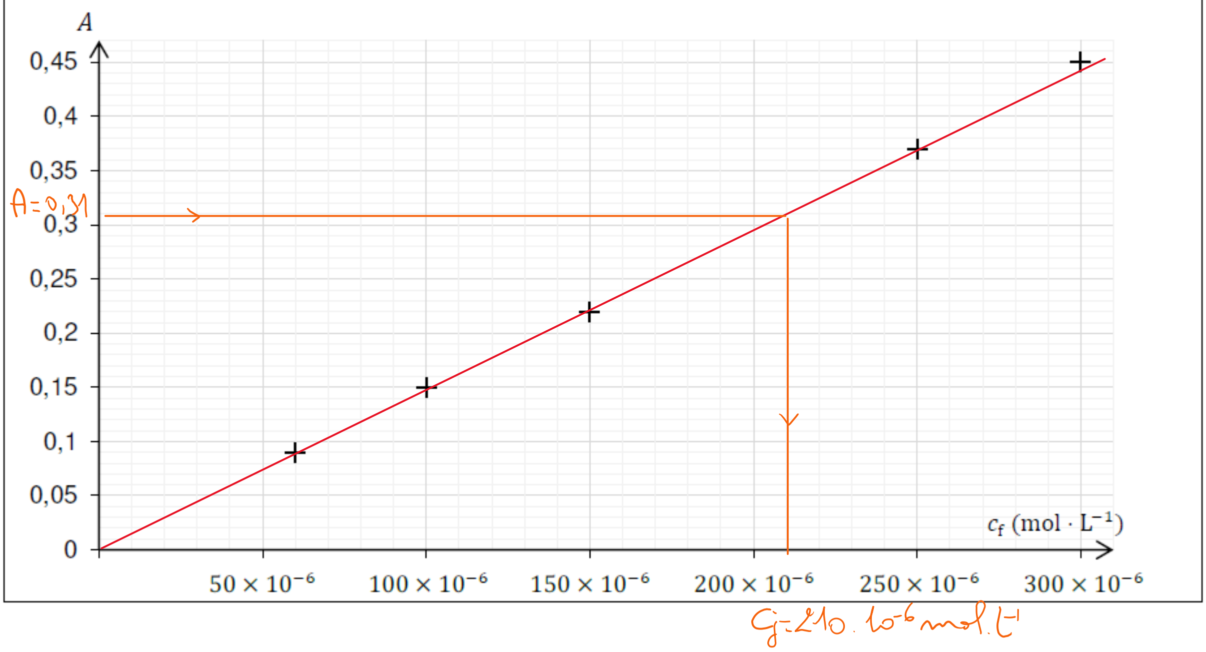
- Verser la solution mère dans un bécher de 50 mL.
- Prélever avec une pipette jaugée de 5,0 mL munie d'une propipette un volume V_0 de 5,0 mL de solution S_0.
- Introduire ce prélèvement dans une fiole jaugée de volume $V_1 = 250\ mL$.
- Compléter au 2/3 avec de l'eau distillée.
- Fermer et agiter la fiole.
- Ouvrir et compléter jusqu'au trait de jauge.
- Fermer et agiter une dernière fois la fiole pour homogénéiser la solution.

Q4. D'après la loi de Beer-Lambert, l'absorbance d'une solution est proportionnelle à sa concentration selon la relation $A = \varepsilon \times l \times C = k \times C$.

Le nuage de points obtenu expérimentalement et représentant A en fonction de C montre un alignement des mesures avec l'origine du repère. Cela traduit une situation de proportionnalité en accord avec la loi de Beer-Lambert.

Q5. En exploitant le document 2 et en traçant la droite d'ajustement, on détermine graphiquement la concentration de la solution S_j pour une absorbance de $A_j = 0{,}31$.

Document 2 – Absorbance des solutions étalons en fonction de leur concentration



La concentration en ions nitrites de la solution S_j est $C_j = 2{,}10.10^{-4}\ mol.L^{-1}$.

Combien peut-on manger de tranches ?

Q6. Exprimons la masse des ions nitrite présents dans la tranche étudiée :

$$m_j = n_j \times M(NO_2^-)$$

$$m_j = C_j \times V_j \times M(NO_2^-)$$

Déterminons la DJA pour une personne de 70 kg

$$m_{max} = 70 \times 0{,}07 = 4{,}9\ mg$$

Déterminons le nombre maximum N de tranches de viande en salaison que peut ingérer quotidiennement cette personne :

$$N = \frac{m_{max}}{m_j}$$

$$N = \frac{m_{max}}{C_j \times V_j \times M(NO_2^-)}$$

$$N = \frac{4{,}9.10^{-3}}{2{,}1.101^{-4} \times 0{,}050 \times 46} = 10$$

Une personne de 70 kg peut manger jusqu'à 10 tranches de cette viande en salaison tout en respectant la DJA sur les nitrites.