Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Baccalauréat Général

Session 2024 – Asie

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité n° 2

Proposition de corrigé

Ce corrigé est composé de 7 pages.

Exercice 1 — Tissage d'une voile de bateau

Partie A – Observation directe

Q1. On souhaite exprimer le champ angulaire θ_a pour l'observation à l'œil nu d'un fil de diamètre a.

Pour cela, on se place dans la configuration du document 2, en travaillant donc dans le triangle rectangle formé entre les extrémités du fil et l'œil de l'observateur. Comme $\theta_a \ll 1$, il vient :

$$\theta \sim \tan\theta = \frac{a}{d_m} \implies \boxed{\theta_a = \frac{a}{d_m}}$$

Q2. Pour $a = 10\,\mu\text{m} = 10 \times 10^{-6}\,\text{m}$ et $d_m = 0,25\,\text{m}$, il vient :

$$\theta_a = \frac{10 \times 10^{-6}}{0,25} = \underline{4,0 \times 10^{-5}\,\text{rad} < \varepsilon}$$

Q3. Le champ angulaire étant inférieur au pouvoir séparateur de l'œil, il sera physiquement impossible de distinguer à l'œil nu l'épaisseur des fils.

Q4. On souhaite maintenant observer les fils avec une loupe. En exploitant le schéma du document, on peut travailler dans le triangle rectangle formé entre I (projeté de B sur la lentille), le foyer image F' et le centre optique O, et il vient alors :

$$\theta'_a \overset{\theta'_a \ll 1}{\sim} \tan\theta'_a = \frac{a}{f'} \implies \boxed{\theta'_a = \frac{a}{f'}}$$

Q5. Et en prenant en compte la condition *sine qua non* de discernabilité, il vient :

$$\varepsilon < \theta'_a \implies \varepsilon < \frac{a}{f'} \implies \boxed{f' < \frac{a}{\varepsilon}}$$

Q6. On cherche les loupes permettant de distinguer l'épaisseur des fils, *i.e.* celles de focale vérifiant :

$$f' < \frac{a}{\varepsilon} = \frac{10 \times 10^{-6}}{3,0 \times 10^{-4}} = 0,03\,\text{m} = 3,0\,\text{cm}$$

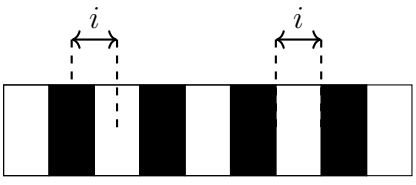
La seule loupe répondant à cette exigence est celle de focale $\underline{f' = 2,5\,\text{cm}}$.

Partie B – Analyse par interférences

Q7. Au point A, on remarque que l'écran est éclairé, c'est donc un cas d'interférence constructive.

Au contraire, au point B, pas de lumière : c'est une interférence destructive.

Q8. L'interfrange est la distance entre deux franges. On peut la mesurer soit entre les centres de deux franges successives, soit en mesurant la largeur d'une frange :



Q9. La condition pour l'observation porte sur le déphasage entre les deux ondes devant être multiple pair de π (donc $\Delta\varphi = 2n\pi$ avec $n \in \mathbb{N}$).
Il suffit alors d'exprimer ce déphasage en fonction de la différence de marche :

$$\Delta\varphi = 2n\pi \implies \frac{2\pi}{\lambda}\delta = 2n\pi \implies \boxed{\delta = n\lambda}, n \in \mathbb{N}$$

Les interférences constructives seront donc observées lorsque la différence de marche est un multiple entier de la longueur d'onde.

Q10. En un point M quelconque de l'écran, on a :

$$\delta(M) = \frac{b}{D}x$$

De la même, manière, en se plaçant au point M' espacé d'une interfrange, on a :

$$\delta(M') = \frac{b}{D}(x+i)$$

Entre ces deux points, il vient alors :

$$\Delta\delta = \delta(M') - \delta(M) = \frac{b}{D}(x+i) - \frac{b}{D}x = \frac{b}{D}i$$

Or, on sait que pour deux points distants d'une interfrange, la différence de différence de marche vaut λ (on l'a démontré à la question précédente). On peut donc écrire :

$$\delta(M') - \delta(M) = \frac{b}{D}i = \lambda \implies \boxed{i = \frac{\lambda D}{b}}$$

Q11. On souhaite mesurer avec la meilleure précision possible l'interfrange. Pour cela, on réduit l'incertitude sur la mesure en mesurant le plus d'interfranges possible (ici 4) pour pouvoir redescendre à la longueur d'une seule interfrange.
À partir de la figure du document 6, on mesure :

$$4i = 6,5\,\text{cm} \implies i = \frac{6,5}{4} = \underline{1,6\,\text{cm}}$$

Q12. La mesure ayant été prise avec une règle graduée, l'incertitude-type sur la mesure (des 4 interfranges) sera égale à la moitié de la graduation élémentaire de la règle (donc $0,5\,\text{mm}$) [1].
Il vient donc, pour une interfrange,

$$u(i) = \frac{0,5}{4} = \underline{1,3 \times 10^{-1}\,\text{mm} = 1,3 \times 10^{-2}\,\text{cm}}$$

Q13. On peut donc estimer b avec son incertitude. Dans un premier temps, on a :

$$i = \frac{\lambda D}{b} \implies \boxed{b = \frac{\lambda D}{i}} = \frac{650 \times 10^{-9} \times 0,6}{1,6 \times 10^{-2}} = 2,4 \times 10^{-5}\,\text{m}$$

On peut alors calculer l'incertitude-type sur cette estimation :

$$u(b) = 2,4 \times 10^{-5} \times \sqrt{\left(\frac{0,01}{0,6}\right)^2 + \left(\frac{1,3 \times 10^{-4}}{1,6 \times 10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{10 \times 10^{-9}}{650 \times 10^{-9}}\right)^2} = 5,8 \times 10^{-7}$$

D'où, $\underline{b = 2,4(\pm 0,058) \times 10^{-5}\,\text{m}}$.

1. Rigoureusement la métrologie voudrait d'avantage qu'on prenne pour une mesure à la règle une incertitude égale à une demi-graduation divisée par $\sqrt{3}$, mais ceci n'est probablement pas un attendu de lycée.

Q14. Dans le cas d'une zone soumise à de faibles contraintes, il faut $b = 25\,\mu\text{m} = 2,5 \times 10^{-5}\,\text{m}$. Comme on a bien $2,5 \times 10^{-5} \in [b-2u(b); b+2u(b)]$, la zone tissée étudiée semble compatible avec une zone soumise à de faibles contraintes.

Q15. Sur le document 7, on mesure $2i = 6,7\,\text{cm} \implies i = 3,3\,\text{cm}$.
Il vient alors, pour cette portion de voile,

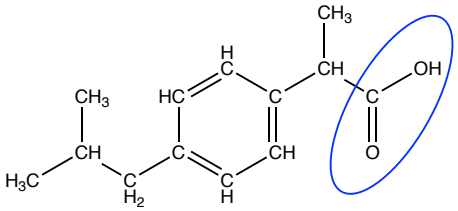
$$b = \frac{650 \times 10^{-9} \times 0,6}{3,3 \times 10^{-2}} = \underline{1,2 \times 10^{-5}\,\text{m} = 12\,\mu\text{m}}$$

Cette portion de voile est donc compatible avec une zone supportant des contraintes plus fortes.

Exercice 2 — Contrôle d'un médicament

Identification du principe actif

Q1. On dessine la formule semi-développée de l'ibuprofène :



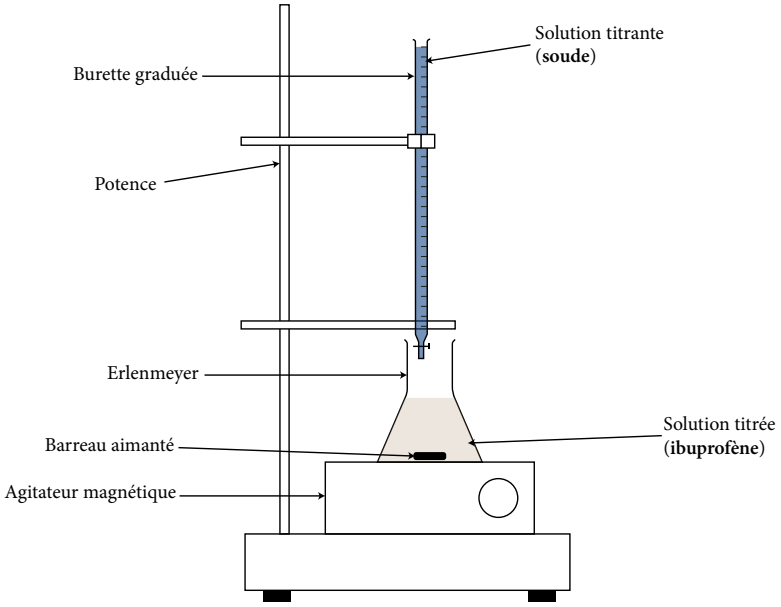
Q2. Le groupe caractéristique entouré en bleu sur la formule semi-développée est un acide carboxylique.

Q3. On remarque, sur le spectre IR de la molécule, une bande large forte autour de $2800\,\text{cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison O−H acide, mais également une bande fine et forte autour de $1700\,\text{cm}^{-1}$, caractéristique de la liaison C=O.

Le spectre IR est donc bien en accord avec un acide carboxylique.

Contrôle du dosage du comprimé

Q4. On représente le montage expérimental permettant de réaliser le titrage acide-base de l'ibuprofène par suivi colorimétrique :



Q5. La réaction support du titrage est la réaction acide-base entre l'ibuprofène et les ions hydroxyde de la soude :

$$\text{R}-\text{COOH} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{R}-\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$$

Q6. L'indicateur coloré a la particularité de changer de couleur en fonction du pH de la solution. Ainsi, il permettra ici de repérer l'équivalence par son changement de couleur.

Q7. Le choix de cet indicateur coloré s'explique par sa zone de virage qui est tout à fait compatible avec le pH attendu à l'équivalence.

Q8. On cherche à exploiter le résultat du titrage pour déterminer la masse d'ibuprofène contenue dans le comprimé.

En exploitant la réaction support du titrage on peut écrire, à l'équivalence :

$$\frac{n_{\mathrm{R-COOH}}}{1} = \frac{n_{\mathrm{OH^-}}}{1}$$

Ou, en concentration :

$$C_0 V_0 = C_b V_{\mathrm{b,eq}} \implies C_0 = \frac{C_b V_{\mathrm{b,eq}}}{V_0}$$

Ce qui donne, en masse :

$$C_{m,0} = C_0 M(\mathrm{R-COOH}) = \frac{C_b V_{\mathrm{b,eq}} M(\mathrm{R-COOH})}{V_0}$$

Et comme le comprimé entier a été dissous dans un volume $V = 100,0\,\mathrm{mL}$ initialement, il vient alors la masse d'ibuprofène dans le comprimé :

$$\boxed{m = C_{m,0} V = \frac{C_b V_{\mathrm{b,eq}} M(\mathrm{R-COOH})}{V_0} V}$$

D'où,

$$m = \frac{2,5 \times 10^{-2} \times 15,5 \times 206,28}{20} \times 100 \times 10^{-3} = \underline{4,0 \times 10^{-3}\,\mathrm{g} = 400\,\mathrm{mg}}$$

Q9. On remarque que le comprimé d'ibuprofène étudié, supposé contenir 200 mg de principe actif, en contient en réalité le double !

Les comprimés contenant 400 mg de principe actif existant bien, une erreur d'étiquetage est tout à fait plausible.

Exercice 3 — Santé alimentaire : ne pas abuser des nitrites

Dosage par spectrophotométrie

Q1. La couleur d'une solution correspond généralement [2] à l'opposé de son maximum d'absorption sur le cercle chromatique.

En exploitant le document 1, on peut affirmer que la solution étudiée sera dans les tons rouge.

Q2. Le spectrophotomètre doit être réglé préférentiellement sur le maximum d'absorbance de la solution colorée. Il faudra donc le régler sur $\underline{\lambda = 540\,\mathrm{nm}}$.

Q3. On souhaite réaliser la solution S_1 par dilution de S_0 d'un facteur $\frac{3,0\times10^{-3}}{60\times10^{-6}} = 50$. Le mode opératoire est donc le suivant :

- verser une dizaine de millilitres de S_0 dans un bécher [3] de 50 mL ;
- venir y prélever $V = 5,0\,\mathrm{mL}$ avec une pipette jaugée ;
- verser ce prélèvement dans une fiole jaugée de 250 mL ;
- compléter à l'eau distillée jusqu'environ la moitié de la fiole ;
- boucher la fiole puis homogénéiser la solution ;
- compléter à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge (bas du ménisque sur le trait) ;

2. Sauf cas particuliers plutôt exotiques.
3. Pour éviter de prélever directement dans la solution mère.

— boucher et homogénéiser une dernière fois.

Q4. On remarque que les mesures de l'absorbance pour les différentes solutions de la gamme forment une droite passant par l'origine. L'absorbance est donc proportionnelle à la concentration de la solution, ce qui est compatible avec la loi de Beer-Lambert.

Q5. On souhaite déterminer expérimentalement la concentration en nitrites dans la solution S_j. Pour cela, il suffit de tracer sur le document 2 la droite passant par l'origine et les points correspondant à la gamme d'étalonnage, puis y placer le point d'ordonnée A_j pour en lire l'abscisse.

On lit alors graphiquement, pour $A_j = 0,31$ une concentration $\underline{C_j = 210 \times 10^{-6}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$.

Combien peut-on manger de tranches ?

Q6. On cherche à déterminer le nombre de tranches qu'un adulte peut manger sans que cela ne présente un quelconque risque sur sa santé (d'après les autorités de santé).

Pour cela, on commence par déterminer la masse de nitrites dans une seule tranche de viande en salaison, à partir du résultat du dosage précédemment étudié.

D'après ce dernier, la concentration en ions nitrite dans une tranche est de $C_j = 210 \times 10^{-6}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Or, comme la méthode utilisée permet d'extraire tous les ions nitrite présents dans la tranche en un volume $V_j = 50\,\text{mL}$ de solution, cela signifie qu'une seule tranche contient une quantité de matière :

$$n_j = C_j V_j$$

Ou, en masse :

$$m_j = C_j V_j M(\text{NO}_2^-)$$

D'où,

$$m_j = 210 \times 10^{-6} \times 50 \times 10^{-3} \times 46 = 4,8 \times 10^{-3}\,\text{g} = 0,48\,\text{mg}$$

On peut alors rechercher le nombre maximal de tranches qu'il est possible de consommer.

En l'occurrence, pour respecter la DJA, un individu de $m = 70\,\text{kg}$ pourra consommer au maximum $m_{\text{max}} = 0,07 \times 70 = 4,9\,\text{mg}$ de nitrites.

Il pourra donc consommer, au maximum,

$$N = \frac{4,9}{0,48} = \underline{10\,\text{tranches}}$$

pour rester en-dessous de la DJA.

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour le site https://www.sujetdebac.fr/
Compilé le 28 avril 2025.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.