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 Septembre 2023 – Métropole

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité n° 1

—

Proposition de corrigé

Ce corrigé est composé de 9 pages.

Exercice 1 — Observation ornithologique d'une oie cendrée

1. Observation d'une oie cendrée à l'œil nu

Q1. On observe à l'œil nu une oie. Cette dernière étant située à une distance $OA = 280\,\text{m} \gg D$, on peut la supposer comme étant à l'infini et donc la relation de conjugaison devient :

$$\frac{1}{\bar{OA'}} - 0 = \frac{1}{f'} \implies \boxed{\bar{OA'} = f'} = \underline{17\,\text{mm}}$$

Q2. On calcule a le grandissement transversal :

$$\gamma = \frac{\bar{OA'}}{\bar{OA}} = \frac{\bar{A'B'}}{\bar{AB}} \implies \boxed{A'B' = \frac{OA' \times AB}{OA}}$$

D'où,

$$A'B' == \frac{17 \times 10^{-3} \times 80 \times 10^{-2}}{280} = 4,9 \times 10^{-5}\,\text{m} = \underline{49\,\mu\text{m}}$$

Comme on a $A'B' = 49\,\mu\text{m} < r_{\text{ret}}$, on peut imaginer que l'oie, si elle est observée centrée, est vue entière.

Q3. Dans le triangle rectangle décrit entre l'objet et l'œil, on a, aux petits angles :

$$\tan\alpha \sim \alpha = \frac{AB}{OA}$$

On a donc la distance d_m minimale entre deux points A et B pour qu'ils soient vus de manière distincte :

$$\boxed{d_m = \alpha_m \cdot OA} = 3 \times 10^{-4} \times 280 = \underline{8,4 \times 10^{-2}\,\text{m} = 8,4\,\text{cm}}$$

L'oie entière peut donc être vue distinctement, contrairement à son bec.

2. Observation avec une longue-vue

Q4. On complète la figure en annexe (page 9) en plaçant l'image A_1B_1 formée par l'observation par L_1 de AB.

Q5. On place sur ce même schéma le foyer objet F_2 de L_2, en se souvenant bien que le système étant afocal, on a obligatoirement $F_2 \equiv F_1'$

Q6. On cherche à exprimer le grossissement en fonction des grandeurs connues. En se plaçant dans l'approximation des petits angles, on travaille dans les triangles rectangles $O_1A_1B_1$ et $O_2A_1B_1$. En particulier, on a :

$$\tan\alpha \sim \alpha = \frac{A_1B_1}{f_1'}$$

et :

$$\tan\alpha' \sim \alpha' = \frac{A_1B_1}{f_2'}$$

Il vient alors :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{A_1B_1}{f_2'}}{\frac{A_1B_1}{f_1'}} = \frac{A_1B_1}{f_2'} \times \frac{f_1'}{A_1B_1}$$

Et finalement, on trouve bien :

$$\boxed{G = \frac{f_1'}{f_2'}}$$

Q7. On calcule donc :

$$G = \frac{450}{30} = \underline{15,0}$$

Q8. Au-travers de la longue-vue, le bec de l'oie semblera mesurer

$$d'_b = Gd_b = 15,0 \times 7 = \underline{105\,\text{cm} > d_m}$$

Il sera donc vu bien distinctement par l'observateur.

3. Structure de la plume d'oie cendrée

Q9. Pour observer une interférence constructive au point M, la différence de chemin optique doit être telle que :

$$\delta = k\lambda\,(k \in \mathbb{Z}) \tag{1}$$

Dans le cas particulier du point O', situé à mi-distance entre les deux fentes, la différence de marche est nulle, et l'interférence est donc constructive.

Q10. En considérant le projeté orthogonal de F_1 sur la demi-droite F_2M, et en supposant $\delta = F_2H$, il vient alors, aux petits angles dans le triangle F_1HF_2 rectangle en H :

$$\tan\theta \sim \theta = \frac{\delta}{b} \implies \boxed{\delta = b \cdot \theta} \tag{2}$$

Q11. En posant la bonne approximation et en travaillant dans le triangle $OO'M$ rectangle en M, on exprime dans un premier temps, toujours aux petits angles :

$$\tan\theta \sim, \theta = \frac{x}{D}$$

Et en injectant dans (2) il vient finalement :

$$\boxed{\delta = \frac{bx}{D}}$$

Q12. En exploitant le résultat et la condition (1), il vient, pour les interférences constructives :

$$\delta_k = \frac{bx_k}{D} = k\lambda \implies \boxed{x_k = k\frac{D\lambda}{b}}, \quad k \in \mathbb{Z}$$

Q13. L'interfrange, pour $k \in \mathbb{Z}$ quelconque, est donné par :

$$x_{k+1} - x_k = (k+1)\frac{\lambda D}{b} - k\frac{\lambda D}{b}$$

D'où, il vient :

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

Q14. On remplace les fentes de Young par une plume d'oie. Les barbes, orientées selon l'axe Ox, sont plus épaisses et éloignées que les barbules. Ainsi, l'interfrange observée pour la figures d'interférences engendrée par les barbes sera plus faible, donc les taches lumineuses plus rapprochées.

On exploite donc cette constatation pour placer les axes sur la figure A2.

Q15. On exploite alors cette même figure, et on mesure :

$$10i_1 = 1\,\text{cm} \implies \underline{i_1 = 0,1\,\text{cm}}$$

Et de la même manière, on mesure $\underline{i_2 = 1,25\,\text{cm}}$. On calcule donc finalement :

$$b_{\text{barbe}} = \frac{\lambda D}{i_1} = \frac{650 \times 10^{-9} \times 74 \times 10^{-2}}{0,1 \times 10^{-2}} = \underline{4,8 \times 10^{-4}\,\text{m} = 0,48\,\text{mm}}$$

et

$$b_{\text{barbule}} = \frac{\lambda D}{i_2} = \frac{650 \times 10^{-9} \times 74 \times 10^{-2}}{1,25 \times 10^{-2}} = \underline{3,8 \times 10^{-5}\,\text{m} = 0,038\,\text{mm}}$$

Ces valeurs sont bien cohérentes avec les informations qui nous sont données.

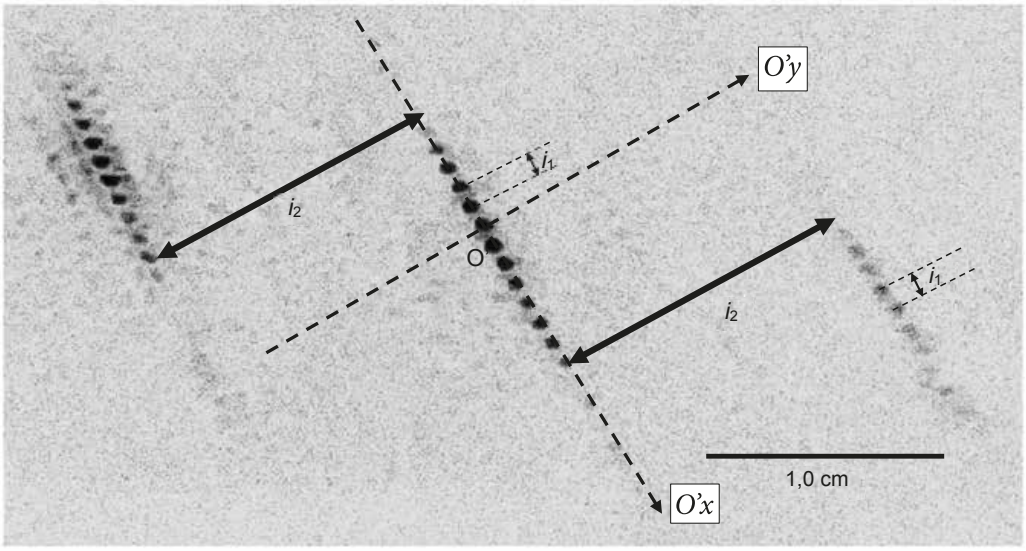


Figure A2

Exercice 2 — Étude d'une chaufferette

Remarque : dans le sujet, l'équation support du titrage est fausse : l'éthanoate de sodium a pour formule $(CH_3COO^-; Na^+)$, et réagit avec un acide pour donner l'acide acétique CH_3COOH (on peut écrire CH_4CO_2). L'équation juste est donc :

$$CH_3CO_2^- + H_3O^+ \longrightarrow CH_3CO_2H + H_2O$$

Cela a le bon goût de ne pas avoir d'incidence sur les réponses.

Q1. On souhaite préparer une solution de $V = 50\,\text{mL}$ d'éthanoate de sodium dilué 25 fois dans l'eau distillée.

Pour obtenir ce facteur de dilution, il faut introduire $V_0 = 2\,\text{mL}$ d'éthanoate de sodium pour $V = 50\,\text{mL}$. On utilisera donc, pour plus de précision, une pipette jaugée de 2 mL pour prélever l'éthanoate de sodium, et une fiole jaugée de 50 mL pour préparer la solution. Le protocole est le suivant :

- Prélever, avec une pipette jaugée équipée d'une poire à pipeter, un volume $V_0 = 2\,\text{mL}$ d'éthanoate de sodium extrait de la chaufferette ;
- Introduire ce volume dans une fiole jaugée de $V = 50\,\text{mL}$;
- Remplir à moitié d'eau distillée, boucher et remuer pour homogénéiser la solution ;
- Finir de remplir la fiole jusqu'au trait de jauge (bas du ménisque sur le trait).

Q2. On décrit, lors du titrage, l'évolution des concentrations en ions.

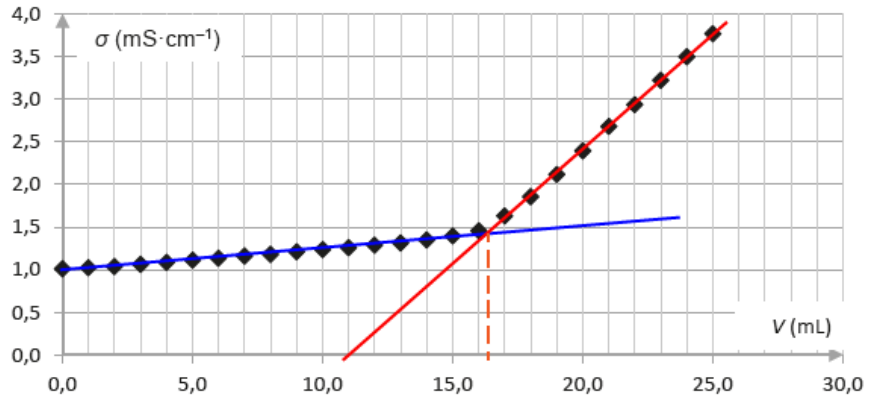
$$CH_3CO_2^- + H_3O^+ \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

Concentration	Avant l'équivalence	Après l'équivalence
$[Na^+]$	reste constante	reste constante
$[CH_3COO^-]$	diminue	diminue
$[H_3O^+]$	reste constante	augmente
$[Cl^-]$	augmente	augmente

Q3. On ajoute progressivement, à la solution, de l'acide chlorhydrique. Même si la concentration en ions oxonium reste, avant l'équivalence, presque nulle (les ions introduits réagissent instantanément avec les ions éthanoate), on ajoute cependant des ions chlorure, spectateurs, qui impliquent une légère croissance de la conductivité.

Puis, après l'équivalence, les ions oxonium, de conductivité molaire grande, voient leur concentration augmenter, ce qui explique la croissance plus grande de la conductivité de la solution.

Q4. On repère l'équivalence du titrage comme étant l'intersection des portions de droites présentées sur la mesure de la conductivité.



On mesure alors graphiquement $\underline{V_E = 16\,\text{mL}}$.

Q5. On cherche à montrer que la solution est sursaturée, ce qui revient à calculer la concentration en éthanoate de sodium et vérifier qu'elle est bien supérieure à la solubilité dans le milieu.

On rappelle que l'équation support du titrage est la suivante :

$$CH_3COO^- + H_3O^+ \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$$

À l'équivalence, on a donc :

$$\frac{n(CH_3COO^-)}{1} = \frac{n(H_3O^+)}{1}$$

Ou, en concentrations :

$$[CH_3COO^-]_0 V_0 = CV_E \implies [CH_3COO^-]_0 = \frac{CV_E}{V_0}$$

Or, la solution S étant une dilution d'un facteur 25 de la solution contenue dans la chaufferette, il vient :

$$\boxed{C_c = 25\frac{CV_E}{V_0}} = 25 \times \frac{2,0 \times 10^{-1} \times 16}{10,0} = 8,0\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Ce qui donne, en masse :

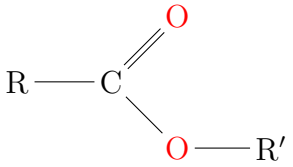
$$\boxed{C_{m,c} = C_c M} = 8,0 \times 82,0 = \underline{656\,\text{g} \cdot \text{L}^{-1} > s}$$

La solution est donc bien sursaturée.

Exercice 3 — Un savon fait maison

1. Un savon fait maison

Q1. L'oléine appartient à la famille des esters, son groupe caractéristique est :



Q2. On cherche la formule du glycérol, il faut donc étudier l'équation de saponification qui nous intéresse. En observant cette dernière, on remarque que chaque oléate est séparé du radical de l'oléine, laissant donc la partie « centrale » de l'oléine sur laquelle sont ajoutés des ions hydroxyde. Le glycérol a donc pour formule brute $\underline{C_3H_8O_3}$.

Q3. On nous rappelle que la partie lipophile de l'ion oléate est sa longue chaîne carbonée (sa partie hydrophile étant sa tête porteuse de charge). Ce dernier va donc agir sur les molécules organiques (le gras) par sa « queue » carbonée, le $\underline{\text{schéma 2}}$ est juste.

Q4. En négligeant la variation de volume, on a la concentration molaire dans la solution initiale :

$$C_0 = \frac{C_m}{M} \implies \boxed{C_0 = \frac{m_0}{V_0 M}} = \frac{25}{50 \times 10^{-3} \times 40} = \underline{12,5\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

On comprend aisément, dès la première étape, la nécessité de porter des équipements de protection !

Q5. Le milieu est initialement chargé en soude, donc très basique. Lors de l'ajout de l'huile, les ions HO^- sont consommés, le pH va donc diminuer lors de la réaction.

Q6. On cherche la quantité d'oléine restant en solution à la fin de la réaction. On commence pour cela par calculer la quantité de matière $n_{h,0}$ initialement présente en oléine.
On a :

$$n_{h,0} = \frac{\rho V_h}{M(\text{Ol})} = \frac{0,91 \times 220}{884} = 0,23\,\text{mol}$$

Et pour la soude, on a $n_0(HO^-) = n_{b,0} = \frac{25}{40} = 0,63\,\text{mol}$.
On peut alors dresser le bilan de matière[1] :

- Pour 1 mole d'oléine, il faut 3 moles d'ions hydroxyde. Alors pour $n_{h,0} = 0,23\,\text{mol}$ d'oléine, il faudrait $3 \times 0,23 = 0,69\,\text{mol}$ de soude.
- Or, $n_{b,0} = 0,63\,\text{mol} < 0,69\,\text{mol}$, le réactif limitant est donc la soude, et alors l'avancement maximal est :
$$\xi_m = \frac{n_{b,0}}{3} = \frac{0,63}{3} = \underline{0,21\,\text{mol}}$$
- À l'état final, l'ensemble de la soude aura été consommée, et il restera une quantité d'oléine :
$$n_{h,f} = n_{h,0} - \xi_m = 0,23 - 0,21 = 0,02\,\text{mol}$$

Il restera donc, après la saponification, une masse d'oléine :

$$\boxed{m_{h,f} = n_{h,f} \times M(\text{Ol})} = 0,02 \times 884 = \underline{17,68\,\text{g}}$$

1. On peut bien évidemment le représenter sous forme de tableau.

Q7. On a obtenu, à l'issue de la saponification, une quantité $n_{s,f} = 3\xi_m = 3 \times 21 = 0,63\,\text{mol}$ d'oléate de sodium, ce qui correspond à une masse $m_{s,f} = 0,63 \times 304 = 191,5\,\text{g}$ de savon.
La proportion massique d'huile est donc :

$$\boxed{\%_m = \frac{m_{h,f}}{m_{h,f} + m_{s,f}}} = \frac{17,68}{17,68 + 191,5} = \underline{0,08 = 8\%}$$

Ce qui correspond au surgraissage standard pour un savon.

2. Fabrication artisanale du savon

Q8. L'intérêt de l'ajout d'une solution d'eau salée est de capturer dans la phase aqueuse tous les résidus et coproduits non organiques (la soude éventuellement restante, et le glycérol), qui sont fortement solubles dans cette dernière.
Le produit de réaction n'étant pas soluble dans l'eau salée, il se trouvera seul dans la phase organique.

Q9. La stratégie choisie est d'éliminer de la phase organique le coproduit (le glycérol) et de rajouter de la soude, afin de déplacer l'équilibre et de permettre à l'oléine restante de réagir pour saponifier.

Q10. On cherche le rendement de cette réaction artisanale de saponification, sur une masse initiale $m_{h,0} = 1000\,\text{g}$ d'huile d'olive.
Initialement, on a $n_{h,0} = \frac{1000}{884} = 1,13\,\text{mol}$ d'oléine, et on peut espérer obtenir, en supposant la soude ajoutée en excès, une quantité finale

$$n_{s,th} = 3 \times n_{h,0} = 3 \times 1,13 = 3,39\,\text{mol}$$

d'oléate de sodium au maximum.
Or, dans le savon étudié, on a une masse d'oléate de sodium

$$m_{s,f} = \%_{m,ol} \times m_{\text{savon}} = 0,502 \times 1350 = 667,7\,\text{g}$$

Ce qui correspond à une quantité de matière

$$n_{s,\text{exp}} = \frac{667,7}{304} = 2,2\,\text{mol}$$

Il vient donc le rendement :

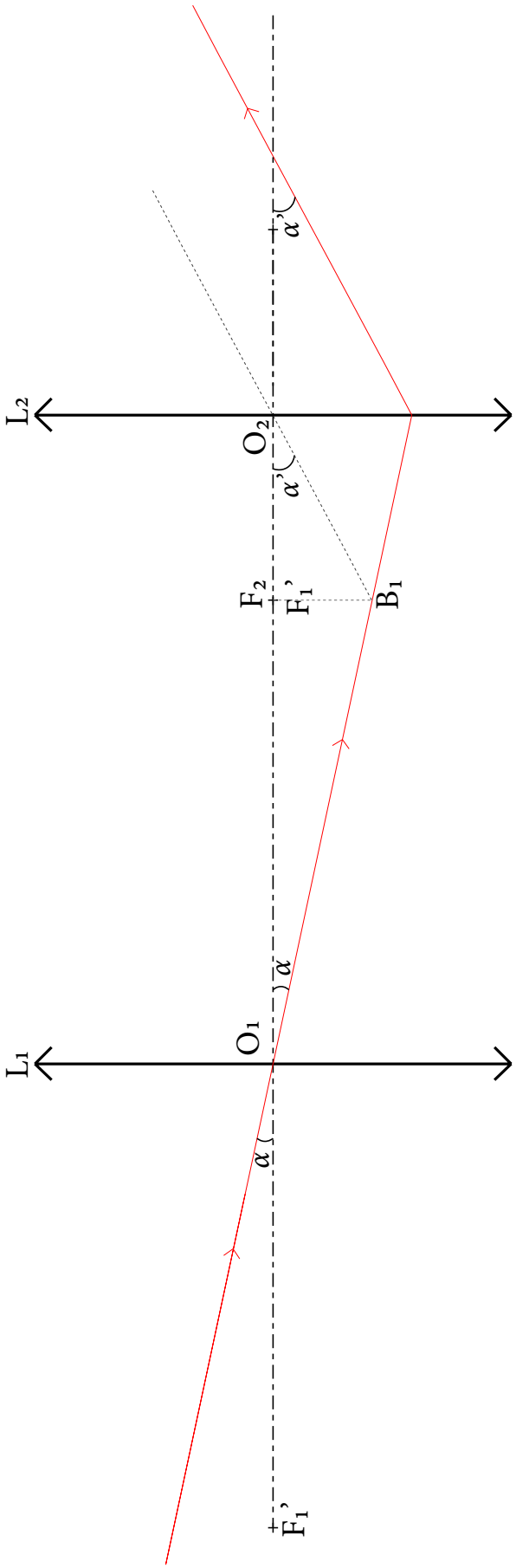
$$\boxed{\eta = \frac{n_{s,\text{exp}}}{n_{s,th}}} = \frac{2,2}{3,39} = \underline{0,65 = 65\%}$$

Ce qui est un rendement tout à fait correct pour une saponification, surtout dans un procédé artisanal.

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour le site https://www.sujetdebac.fr/
Compilé le 24 octobre 2023.

Annexe : schéma d'optique pour l'exercice 1



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.