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

Bac 2023 Métropole septembre Jour 1 https://labolycee.org

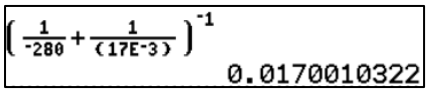
EXERCICE 1 - OBSERVATION ORNITHOLOGIQUE D'UNE OIE CENDRÉE (11 pts)

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

Q1. Justifier que la position de l'image A'B' de l'oie par la lentille L est telle que $\overline{OA'}$ = 17 mm.

$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'} \Leftrightarrow \overline{OA'} = \left(\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'}\right)^{-1}$ avec $\overline{OA} = -\ 280$ m et f' = 17 mm = 1,7×10^{-2} m.

$\overline{OA'} = \left(\frac{1}{-280} + \frac{1}{17\times10^{-3}}\right)^{-1}$ = **1,7×10^{-2} m = 17 mm**.



L'image de l'oie se forme sur la rétine.

(1pt)

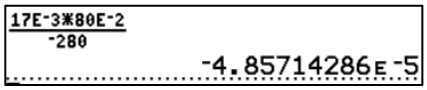
Remarque : à 280 m, l'objet AB est considéré à l'infini.

Ainsi : $\overline{OA} \to -\infty$ et $\frac{1}{\overline{OA}} \to 0$ donc $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{f'}$ et $\overline{OA'}$ **= f' = 17 mm.**

Q2. Vérifier que la taille de l'image A'B' de l'oie sur la rétine de l'observateur est voisine de 49 µm. Sachant que la rétine est assimilée à un disque de rayon égal à 6 mm centré en F', préciser si l'oie est vue en entier par un observateur.

$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ soit $\overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'}\times\overline{AB}}{\overline{OA}}$ avec $\overline{OA'} = f'$ = 17 mm ; $\overline{AB}$ = 80 cm et $\overline{OA} = -280$ m .

$\overline{A'B'} = \frac{17\times10^{-3}\times80\times10^{-2}}{(-280)}$ = **– 4,9×10^{-5} m**



(0,75pt) Donc la taille de l'oie sur la rétine vaut **AB = 49×10^{-6} m** = **49 µm.**

Comme **49×10^{-6} m < 6 mm = 6 ×10^{-3} m,** l'oie est vue en entier par l'observateur.

Q3. Déterminer la distance minimale séparant deux points A et B d'un objet pouvant être vus lorsqu'ils sont situés à une distance de 280 m de l'œil.
En déduire si l'oie peut être vue distinctement par l'observateur à l'œil nu puis déterminer si le bec de l'oie peut être observé distinctement.

(0,75pt) Un objet est vu distinctement par l'œil si $\alpha > \alpha_m$ = 3×10^{-4} rad.

Or $\tan\alpha = \frac{AB}{OA} \approx \alpha$ dans l'approximation des petits angles.

Pour $\alpha = \alpha_m$ on a AB = d_m = distance minimale entre A et B

soit $\alpha_m = \frac{d_m}{OA}$ d'où : $\boxed{d_m = OA \times \alpha_m}$

d_m = 280 × 3×10^{-4} m = **8,4 ×10^{-2} m** = **8,4 cm**.

L'oie mesure 80 cm > 8,4 cm : elle est vue distinctement à l'œil nu.

Le bec mesure 7 cm < 8,4 cm : il n'est pas vu distinctement à l'œil nu.

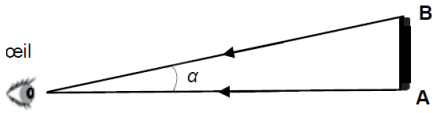


Figure 2. L'objet AB est vu sous un angle α par l'œil. Il peut être distinctement vu par l'œil si $\alpha > \alpha_m$

2. Observation avec une longue-vue assimilée à une lunette astronomique afocale

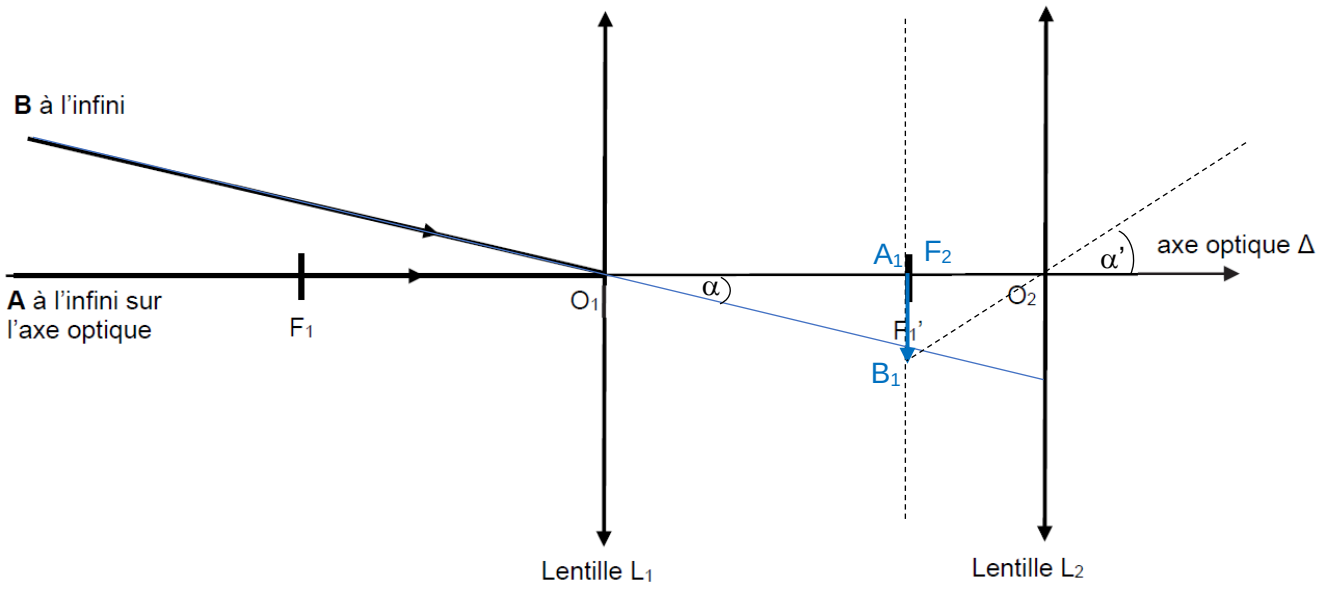
Q4. Compléter la figure A1 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE pour représenter l'image A_1B_1 formée par la lentille L_1 d'un objet AB (représentant l'oie) situé à l'infini.

(0,5pt) L'oie est située à l'infini. Son image A_1B_1 par la lentille L_1 est située dans le plan focal image de L_1, passant par F'_1 (en pointillés). Le point A_1 est confondu avec le foyer image F'_1 de L_1.

Le rayon issu du point B et passant par O_1 n'est donc pas dévié. Il coupe le plan focal image de L_1 en B_1.

Q5. Placer, en justifiant, le foyer objet F_2 de la lentille L_2 sur la figure A_1 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.

(0,5pt) La lunette astronomique étant afocale le foyer objet F_2 est confondu avec le foyer image F'_1.



Q6. En considérant les angles *α* et *α'* exprimés en radians comme petits, montrer que le grossissement de la lunette astronomique afocale peut s'exprimer par la relation : $G = \frac{f_1'}{f_2'}$.

(1,5 pt) $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$.

Dans le triangle $O_1A_1B_1$ $\tan\alpha = \frac{A_1B_1}{O_1F_1'} = \frac{A_1B_1}{f_1'} \approx \alpha$.

Dans le triangle $O_2A_1B_1$ $\tan\alpha' = \frac{A_1B_1}{O_2F_2} = \frac{A_1B_1}{O_2F'_2} = \frac{A_1B_1}{f_2'} \approx \alpha'$.

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

Q7. Calculer la valeur du grossissement *G* de la lunette astronomique afocale.

(0,5pt) $G = \frac{450\text{ mm}}{30\text{ mm}} =$ **15.**

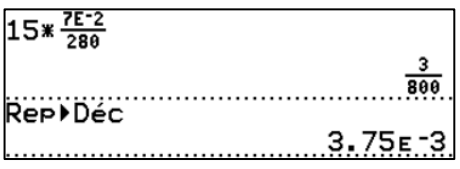
Q8. Indiquer en justifiant si l'observateur voit distinctement, à travers la longue-vue, le bec de l'oie située à 280 m.

(1pt) $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = 15$ donc $\alpha' = G \times \alpha$.

Avec α l'angle sous lequel est vu le bec de taille AB = 7 cm à la distance O_1A = 280 m.

$\tan\alpha = \frac{AB}{O_1A} \approx \alpha$ donc $\boxed{\alpha' = G \times \frac{AB}{O_1A}}$.

$\alpha' = 15 \times \frac{7\times10^{-2}}{280} = 3{,}75\times10^{-3}$ rad $> 3\times10^{-4}$ rad.



L'observateur voit donc distinctement le bec de l'oie centrée à 280 m à travers la longue vue.

3. Structure de la plume d'une oie cendrée

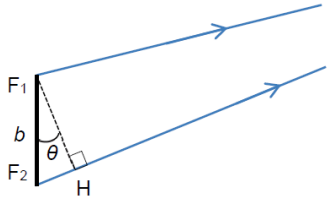
Q9. Préciser la condition que doit vérifier la différence de chemin optique *δ* pour que les ondes issues des fentes interfèrent de manière constructive au point M. Indiquer en justifiant dans ce cas si la frange au point O' est brillante ou sombre.

(0,75pt) Interférences constructives : $\delta = k\times\lambda$ avec k entier relatif.
Au point O' : $F_1O' = F_2O'$ donc $\delta = F_2M - F_1M = 0$. Cas particulier de $\delta = k\times\lambda$ pour $k = 0$.
Au point O', on observe une frange brillante car les interférences sont constructives.

Q10. Montrer que, dans les conditions de l'expérience ($\theta << 1$ rad), il est possible d'exprimer la différence de chemin optique par la relation suivante : $\delta = b \cdot \theta$.

(0,5pt) Cas des petits angles : $\sin\theta \approx \theta$

$\sin\theta = \dfrac{F_2H}{b} = \dfrac{\delta}{b} \approx \theta$ donc $\boxed{\delta = b \cdot \theta}$

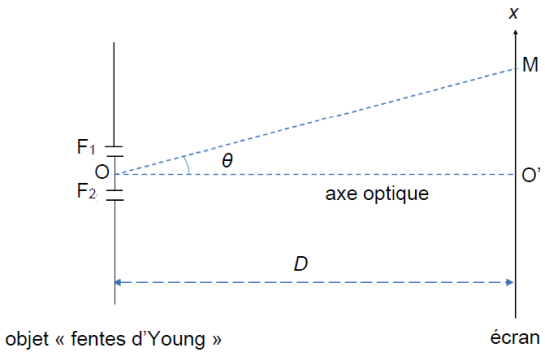


Q11. Après avoir exprimé l'angle *θ* en fonction de *D* et *x*, montrer que la différence de chemin optique *δ* a pour expression : $\delta = \dfrac{b \cdot x}{D}$.

(0,5pt) tan $\theta = \dfrac{O'M}{D} = \dfrac{x}{D} \approx \theta$ et $\theta = \dfrac{\delta}{b}$.

En égalant les deux expressions de θ il vient :

$\dfrac{x}{D} = \dfrac{\delta}{b}$ soit $\boxed{\delta = \dfrac{b \cdot x}{D}}$.



Q12. En déduire l'expression des abscisses x_k des franges brillantes, en fonction de *λ*, *D*, *b* et d'un entier relatif *k*.

(0,5pt) Les franges brillantes ont des abscisses x_k telles que : $\delta = \dfrac{b \cdot x_k}{D}$.

Par ailleurs : $\delta = k\times\lambda$

Donc : $\dfrac{b \cdot x_k}{D} = \lambda \cdot k$ et finalement : $\boxed{x_k = \dfrac{k \cdot \lambda \cdot D}{b}}$

Q13. Montrer que l'interfrange *i* est donnée par l'expression littérale suivante : $i = \dfrac{\lambda \cdot D}{b}$.

(0,5pt) L'interfrange s'écrit : $i = x_{k+1} - x_k \Leftrightarrow i = \dfrac{(k+1) \cdot \lambda \cdot D}{b} - \dfrac{k \cdot \lambda \cdot D}{b}$ et finalement : $\boxed{i = \dfrac{\lambda \cdot D}{b}}$

Q14. Montrer que le modèle simplifié permet d'expliquer certaines caractéristiques de la figure d'interférences observée sur la figure A2 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE. Dans les cases vides de cette figure, identifier, en justifiant, l'axe O'*x* puis l'axe O'*y*.

(0,75pt) Les barbes et les barbules ont des directions pratiquement perpendiculaires : il en est de même de leurs figures de diffraction.

Exprimons les interfranges sur les axes O'x et O'y :

$$i_x = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda \cdot D}{b_{barbe}} \quad \text{et} \quad i_y = y_{\ell+1} - y_\ell = \frac{\lambda \cdot D}{b_{barbule}}$$

Or $b_{barbule} < b_{barbe}$ donc pour $\lambda \cdot D$ fixé et positif : $\dfrac{\lambda \cdot D}{b_{barbule}} > \dfrac{\lambda \cdot D}{b_{barbe}}$ soit $\boldsymbol{i_y > i_x}$.

L'interfrange sur O'y est plus grand que l'interfrange sur O'x.
On en déduit la position des axes O'x et O'y (voir fin correction).
La figure A2 montre que $\boldsymbol{i_2 > i_1}$ donc : $\boldsymbol{i_2 = i_y = i_{barbule}}$ et $\boldsymbol{i_1 = i_x = i_{barbe}}$

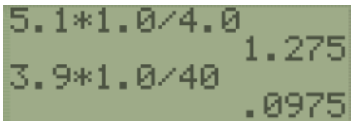
Q15. En exploitant la figure A2 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, évaluer les valeurs des interfranges i_1 et i_2 puis en déduire les valeurs des espacements $b_{barbule}$ et b_{barbe}.
(1pt) Graphiquement 4,0 cm sur le schéma représentent 1,0 cm dans la réalité.

Pour les barbules :

Schéma Réalité

5,1 cm $\Leftrightarrow$ i_2

4,0 cm $\Leftrightarrow$ 1,0 cm $\Rightarrow$ $i_2 = \dfrac{5{,}1 \times 1{,}0}{4{,}0}$ cm = **1,3 cm** = **1,3×10⁻² m**.

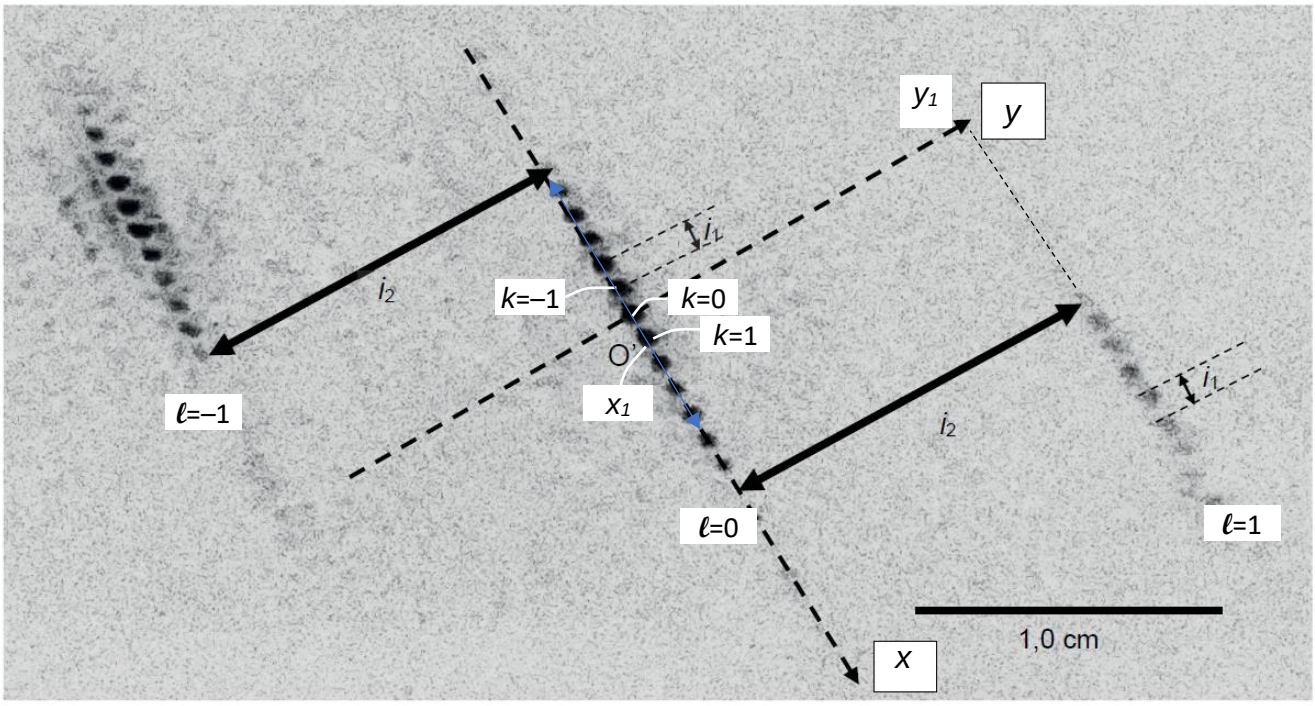


Pour les barbes :

Schéma Réalité

3,9 cm $\Leftrightarrow$ 10×i_1

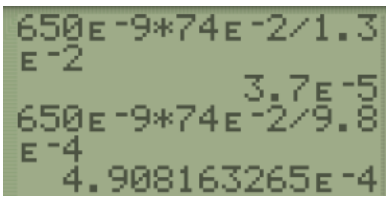
4,0 cm $\Leftrightarrow$ 1,0 cm $\Rightarrow$ $i_1 = \dfrac{3{,}9 \times 1{,}0}{10 \times 4{,}0}$ = **0,098 cm** = **9,8×10⁻⁴ m**.



$b = \dfrac{\lambda \cdot D}{i}$ donc :

$b_{barbule} = \dfrac{\lambda \cdot D}{i_2} = \dfrac{650 \times 10^{-9} \times 74 \times 10^{-2}}{1{,}3 \times 10^{-2}}$ = **3,7×10⁻⁵ m = 37 µm.**

$b_{barbe} = \dfrac{\lambda \cdot D}{i_1} = \dfrac{650 \times 10^{-9} \times 74 \times 10^{-2}}{9{,}8 \times 10^{-4}}$ = **4,9×10⁻⁴ m = 0,49 mm.**



Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs : labolycee@labolycee.org (0,5pt)

Bac 2023 Métropole Septembre Correction © https://labolycee.org

EXERCICE 2 – ÉTUDE D'UNE CHAUFFERETTE (4 points)

Données :

- masse molaire de l'éthanoate de sodium (Na^+; $CH_3CO_2^-$) : M = 82,0 g·mol^{-1} ;
- concentration maximale de l'éthanoate de sodium dans l'eau (ou solubilité) : s = 365 g·L^{-1} ;
- valeurs de la conductivité molaire ionique λ à 25 °C de quelques ions :

Ions	H_3O^+	$Cℓ^-$	Na^+	$CH_3CO_2^-$
λ en mS·m^2·mol^{-1}	35,0	7,6	5,0	4,1

À partir de la solution d'éthanoate de sodium (Na^+; $CH_3CO_2^-$) présente dans la chaufferette, on prépare 50,0 mL de solution diluée 25 fois. On note S la solution obtenue.

Q1. Décrire le protocole expérimental permettant de préparer la solution S. Indiquer, en justifiant, les volumes de la verrerie utilisée.

On procède à une dilution

Solution mère :	Solution fille : Solution S diluée 25 fois
C_0	$C_1 = C_0 / 25$
V_0 à prélever	V_1 = 50,0 mL

Au cours d'une dilution, la quantité de matière de soluté se conserve $n_0 = n_1$

$C_0.V_0 = C_1.V_1$

$$V_0 = \frac{C_1.V_1}{C_0} = \frac{\frac{C_0}{25}.V_1}{C_0} = \frac{V_1}{25}$$

V_0 = 50,0 / 25 = 2,0 mL

Protocole de dilution :

Dans un becher, on verse de la solution mère issue de la chaufferette. On y prélève V_1 = 2,0 mL à l'aider d'une pipette jaugée. On verse ce prélèvement dans une fiole jaugée de 50,0 mL. On ajoute de l'eau distillée jusqu'au tiers de la fiole. On agite. On ajoute de l'eau jusqu'au trait de jauge. On bouche, on agite.

On réalise un titrage avec suivi conductimétrique de la solution S. Pour cela un volume V_S = 10,0 mL de solution S est prélevé puis versé dans un bécher auquel sont ajoutés environ 250 mL d'eau distillée. L'ensemble est alors titré par une solution aqueuse titrante d'acide chlorhydrique de concentration C = 2,0×10^{-1} mol·L^{-1}.

La réaction support du titrage a pour équation : $CH_3CO^-{}_2(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow CH_3CO_2H(aq) + H_2O(ℓ)$.

La conductivité σ de la solution contenue dans le bécher est mesurée après chaque ajout de solution aqueuse titrante d'acide chlorhydrique. Les résultats expérimentaux obtenus sont reproduits en figure 1 ci-dessous.

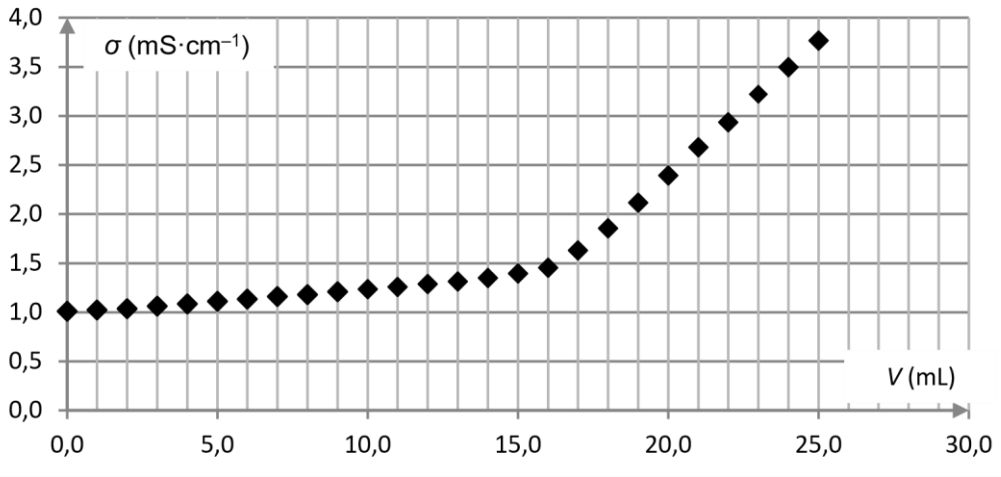
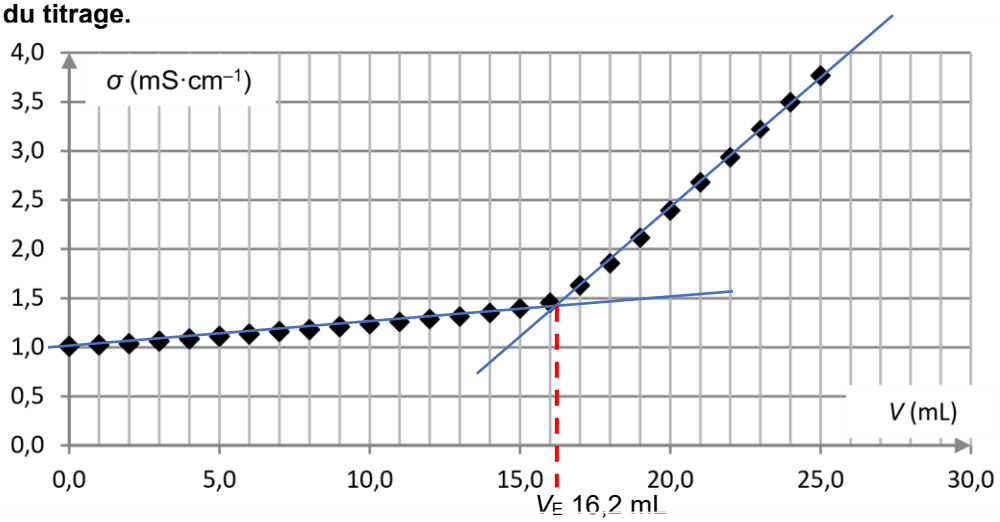


Figure 1. Représentation graphique de la conductivité σ de la solution contenue dans le bécher en fonction du volume V versé de solution aqueuse titrante d'acide chlorhydrique

Q2. Reproduire sur la copie le tableau ci-dessous. Décrire, dans chacune des cases, l'évolution des concentrations des ions dans le bécher lorsque l'on ajoute de l'acide chlorhydrique en utilisant les termes suivants : - « reste constante » ; « reste négligeable » ; « augmente » ;« diminue ».
On néglige l'effet de dilution dû à l'ajout de la solution d'acide chlorhydrique dans le bécher.

Concentrations	Avant l'équivalence	Après l'équivalence
$[Na^+]$	reste constante	reste constante
$[CH_3CO_2^-]$	diminue	reste négligeable
$[H_3O^+]$	reste négligeable	augmente
$[Cℓ^-]$	augmente	augmente

Q3. En utilisant les conductivités molaires ioniques des espèces présentes, justifier sans calcul l'allure de la courbe de la figure 1.
Avant l'équivalence, la conductivité augmente faiblement.
Les ions $CH_3CO_2^-$ sont consommés tandis qu'on apporte des ions chlorure Cl^- spectateurs non consommés.
La conductivité molaire ionique des ions $CH_3CO_2^-$ est plus faible que celle des ions Cl^- justifiant cette augmentation de conductivité.
Après l'équivalence, la conductivité augmente fortement.
Les ions H_3O^+ versés sont en excès, or ils possèdent une forte conductivité molaire ionique.
Q4. Déterminer, en justifiant à l'aide d'un schéma, la valeur du volume de solution aqueuse titrante versé à l'équivalence du titrage.



On trace deux droites passant au plus près des points expérimentaux. Le volume équivalent correspond à l'abscisse de leur point d'intersection.
On lit V_E = 16,2 mL.
Q5. Justifier que la solution contenue dans la chaufferette est sursaturée, c'est-à-dire que sa concentration en masse de soluté est supérieure à sa solubilité *s*.
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et doit être correctement présentée.

On cherche la concentration en masse de la solution contenue dans la chaufferette.
À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

$$n_{H_3O^+}versée = n_{CH_3CO_2^-}initiale$$

$C.V_E = C_S.V_S$

$$C_S = \frac{C.V_E}{V_S}$$

La concentration en masse est liée à la concentration en quantité par la relation $C_{mS} = C_S.M$

donc $C_{mS} = \frac{C.V_E.M}{V_S}$

$$C_{mS} = \frac{0,20\ mol.L^{-1} \times 16,2\ mL \times 82,0\ g.mol^{-1}}{10,0\ mL} = 26,568\ g.L^{-1}$$

On n'arrondit pas ce résultat intermédiaire.

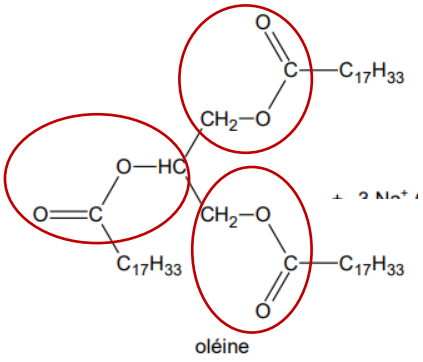
La solution *S* était diluée d'un facteur 25, donc la solution de la chaufferette est 25 fois plus concentrée.
$C_{mChaufferette} = 25.C_{mS}$
$C_{mChaufferette} = 25 \times 26,568 = 664,2\ g.L^{1} = 6,6 \times 10^2\ g.L^{-1}$
Cette concentration est largement supérieure à la solubilité $s = 365\ g.L^{-1}$, ce qui confirme que la solution est sursaturée.

Métropole septembre 2023 Jour 1 **Correction © https://labolycee.org**

EXERCICE 3 – UN SAVON FAIT MAISON (5 points)

1. Un savon surgras fait maison

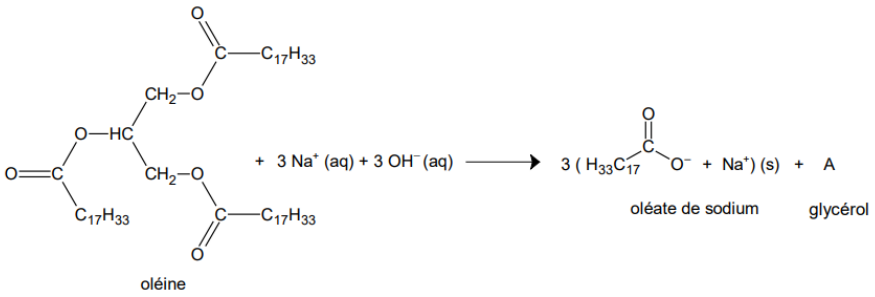
Q1.(0,25pt) Nommons la famille chimique à laquelle appartient la molécule d'oléine et précisons son groupe caractéristique.
Sur la molécule d'oleine, on reconnait la fonction ester présente 3 fois (il s'agit donc d'un triester). Le groupe caractéristique est le groupe ester.



oléine

Groupe caractéristique : ester

Q2.(0,5pt) Donnons la formule brute du glycérol, noté A dans l'équation de saponification de l'oléine.
Dans l'équation de saponification de l'oléine, on réalise le bilan des atomes présents dans les réactifs et dans les produits.



oléine

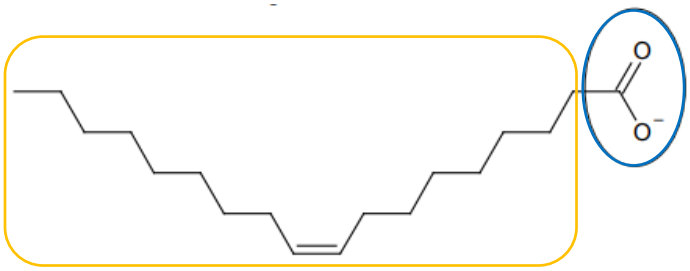
On présente ce bilan sous la forme d'un tableau.

	Réactifs	Produits	Bilan
Carbone (C)	Uniquement apporté par l'oléine $3 \times 17 + 6 \times 1 = 57$	$3 \times 17 + 3 \times 1 = 54$	$57 - 54 = 3$ La molécule A possède 3 C
Hydrogène (H)	Apporté par l'oléine et les ions hydroxyde $3 \times 33 + 2 + 2 + 1 + 3 \times 1 = 107$	$3 \times 33 = 99$	$107 - 99 = 8$ La molécule A possède 8 H.
Oxygène	Apporté par l'oléine et les ions hydroxyde $6 + 3 \times 1 = 9$	$3 \times 2 = 6$	$9 - 6 = 3$ La molécule A possède 3 O
Sodium (Na)	3	$3 \times 1 = 3$	$3 - 3 = 0$ La molécule A n'a pas de Na
Charges	Apporté par les ions sodium et hydroxyde $3 \times (+1) + 3 \times (-1) = 0$	Apporté par les oléates de sodium $3 \times ((-1) + (+1)) = 0$	La charge des réactifs et des produits est nulle. Le composé A n'est pas chargé.

Finalement la formule brute du composé A (glycérol) est : $C_3H_8O_3$

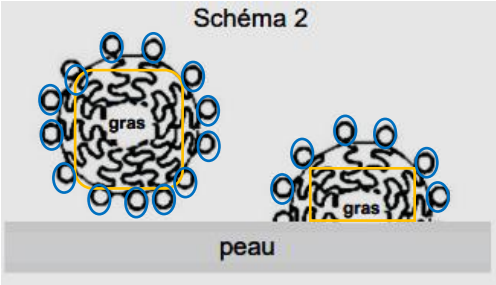
Q3.(0,25pt) Choisissons parmi les deux schémas proposés, celui qui illustre les propriétés lavantes des savons en justifiant ce choix.
D'après l'énoncé, l'ion oléate qui possède des propriétés lavantes est un composé amphiphile :

- La **partie hydrophile** entourée sur la figure 1, sera au contact de l'eau.
- La **partie lipophile** qui correspond sur le schéma à la chaîne hydrocarbonée sera au contact du gras.





Ainsi la figure qui correspond aux propriétés lavantes de l'ion oléate est la figure 2 qui montre bien l'interaction entre la partie lipophile et le gras et la partie hydrophile pourra lier des interactions avec l'eau notamment lors du rinçage.



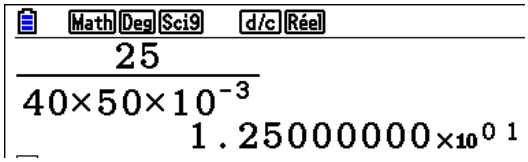
Q4.(0,75pt) Déterminons la concentration en quantité de matière de la solution d'hydroxyde de sodium préparée dans la première étape du protocole en supposant que la dissolution s'effectue sans variation de volume puis commentons le résultat.
On note C la concentration en quantité de matière de la solution d'hydroxyde de sodium. On a :

$$C = \frac{n(NaOH)}{V_S}$$

$$= \frac{m(NaOH)}{M(NaOH) \times V_S}$$

$$= \frac{25}{40 \times 50 \times 10^{-3}}$$

$$\boxed{C \approx 1{,}3 \times 10^{1}\ mol.L^{-1}}$$



La solution de soude utilisée dans la réaction de saponification est très concentrée. Cette expérience est donc dangereuse. Ainsi, le respect des consignes de sécurité liées au port de la blouse, des lunettes de protection et des gants est indispensable.

Q5.(0,25pt) Indiquons, en justifiant, l'évolution attendue du pH du milieu au cours de la fabrication du savon.
Dans la réaction de saponification permettant la fabrication du savon, la soude est un réactif.
Or, les ions hydroxyde HO^- contenus dans la soude sont responsables du caractère basique de la solution.
Au cours de la réaction la quantité de matière de ces ions diminue.
La solution devient alors de moins en moins basique. Finalement, le pH de la solution diminue au cours de la fabrication du savon.

Q6.(1pt) Déterminons la masse restante d'oléine à l'état final.
On retrouve la formule brute de chaque réactif, à partir du tableau réalisé en **Q2** :

- Oléine : $C_{57}H_{104}O_9$
- Soude (hydroxyde de sodium) : $NaOH\ (Na^+ + HO^-)$
- Oléate de sodium : $C_{18}H_{33}O_2^- + Na^+$
- Glycérol : $C_3H_8O_3$

D'après les données, la réaction de saponification est considérée comme totale.
L'équation de la réaction uniquement avec les formules brutes est donc :

$$C_{57}H_{104}O_9 + 3Na^+_{(aq)} + 3\,HO^-_{(aq)} \rightarrow 3\,(\,C_{18}H_{33}O_2^- + Na^+) + C_3H_8O_3$$

On s'aide d'un tableau d'avancement pour faciliter le raisonnement.

Équation de la réaction		$C_{57}H_{104}O_9$ + $3Na^+_{(aq)}$ + $3\,HO^-_{(aq)} \rightarrow$ $3\,(\,C_{18}H_{33}O_2^- + Na^+) + C_3H_8O_3$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	0	$n_i(C_{57}H_{104}O_9)$	$n_i(Na^+)$	$n_i(HO^-)$	0	0
État final (réaction totale)	x_{max}	$n_i(C_{57}H_{104}O_9) - x_{max}$	$n_i(Na^+) - 3x_{max}$	$n_i(HO^-) - 3x_{max}$	$3x_{max}$	x_{max}

La réaction étant totale, on cherche à déterminer le réactif limitant. On compare alors :

$$\frac{n_i(C_{57}H_{104}O_9)}{1}; \frac{n_i(Na^+)}{3}\ et\ \frac{n_i(HO^-)}{3}$$

Retrouvons alors les quantités de matière initiale de chacun des réactifs

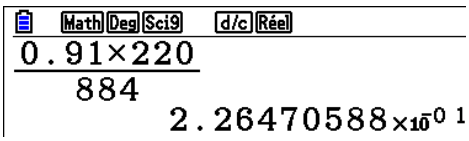
- Pour l'oléine :

$$n_i(C_{57}H_{104}O_9) = \frac{m(C_{57}H_{104}O_9)}{M(C_{57}H_{104}O_9)}$$

$$= \frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)}$$

$$= \frac{0{,}91 g/mL \times 220\ mL}{884\ g/mol}$$

$$n_i(C_{57}H_{104}O_9) \approx 2{,}3 \times 10^{-1}\ mol$$



- Pour les ions $Na^+_{(aq)}$ et $HO^-_{(aq)}$:

D'après l'équation de dissolution de la soude : $NaOH_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$

On peut établir que : $[Na^+] = [HO^-] = C$. On en déduit que :

$$n_i(Na^+) = n_i(HO^-) = C \times V_S = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)}$$

Donc : $\frac{n_i(Na^+)}{3} = \frac{n_i(HO^-)}{3} = \frac{m(NaOH)}{3 \times M(NaOH)}$

$\frac{n_i(Na^+)}{3} = \frac{n_i(HO^-)}{3} = \frac{25}{3 \times 40}$ = 0,21 mol

- On remarque alors que : $\frac{n_i(Na^+)}{3} = \frac{n_i(HO^-)}{3} < \frac{n_i(C_{57}H_{104}O_9)}{1}$

Ainsi, les ions hydroxyde et sodium constituent les réactifs limitants (apporté par la soude).

On peut alors établir que : $x_{max} = \frac{n_i(HO^-)}{3} = \frac{n_i(Na^+)}{3}$

La masse restante d'oléine à l'état final est donc retrouvée en appliquant la relation (retrouvée dans le tableau d'avancement) :

$$n_f(oléine) = n_i(C_{57}H_{104}O_9) - x_{max}$$

$$\leftrightarrow \frac{m_f(oléine)}{M(oléine)} = n_i(C_{57}H_{104}O_9) - x_{max}$$

$$\leftrightarrow m_f(oléine) = M(oléine)[n_i(C_{57}H_{104}O_9) - x_{max}]$$

$$= M(oléine)\left(\frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)} - \frac{m(NaOH)}{3 \times M(NaOH)}\right)$$

$$= 884\left(\frac{0{,}91 \times 220}{884} - \frac{25}{3 \times 40}\right)$$

$$m_f(oléine) \approx 16\ g$$

Remarque : dans le raisonnement, on peut écrire des valeurs approchées mais les calculs sont toujours faits avec des valeurs non arrondies.

Q7.(0,25) Déterminons le surgraissage du savon obtenu par cette méthode.
D'après l'énoncé le surgraissage correspond au pourcentage en masse d'huile non saponifiée lors de la fabrication du savon. On a alors la relation :

$$Surgraissage = \frac{m_f(oléine)}{m_i(oléine)}$$

$$= \frac{\cancel{M(oléine)}\left(\frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)} - \frac{m(NaOH)}{3 \times M(NaOH)}\right)}{\cancel{M(oléine)} \times \frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)}}$$

Rappel : $m = n \times M$

$$= \frac{\frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)} - \frac{m(NaOH)}{3 \times M(NaOH)}}{\frac{\rho \times V(huile\ d'olive)}{M(C_{57}H_{104}O_9)}}$$

$$= \frac{\frac{0{,}91 \times 220}{884} - \frac{25}{3 \times 40}}{\frac{0{,}91 \times 220}{884}}$$

$$Surgraissage \approx 0{,}08\ soit\ 8\%$$

La valeur trouvée est bien comprise dans l'intervalle donné par l'énonce « entre 5 et 10 % ».

2. Fabrication artisanale du savon

Q8.(0,5pt) Expliquons, en utilisant les données, l'intérêt du relargage.
D'après les données, le relargage consiste à ajouter de l'eau salée dans le milieu réactionnel. D'après le tableau, l'oléate de sodium (=savon) est insoluble dans l'eau salée contrairement au glycérol (autre produit de la réaction) et à l'hydroxyde de sodium (réactif en excès). Ainsi, le relargage permet de séparer le savon qui précipite des autres constituants du milieu réactionnel.

Q9.(0,25pt) Identifions dans le protocole, la stratégie choisie permettant d'optimiser le procédé par rapport à celle de la fabrication maison du savon de la partie **1**.
L'élément qui distingue le protocole de la partie 2 de la partie 1 est :

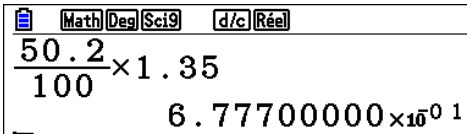
- On chauffe le milieu réactionnel afin d'augmenter la vitesse de la transformation : la température étant un facteur cinétique.

Q10.(1pt) Après avoir calculé la masse d'oléate de sodium présente dans le « savon épuré », déterminons le rendement maximal de la fabrication du savon obtenu par le procédé artisanal.

$$m_f(oléate\ de\ sodium) = P \times m(savon)$$

$$= \frac{50{,}2}{100} \times 1{,}350$$

$$\boxed{m_f(oléate\ de\ sodium) \approx 6{,}78 \times 10^{-1}\ kg}$$



Calculons alors le rendement maximal de la fabrication du savon obtenu par cette méthode.
On peut s'aider du tableau d'avancement réalisé en **Q6**.
Dans la réaction envisagée, la soude est en excès. L'oléine est le réactif limitant et on a :

$$x_{max} = n_i(oléine) = \frac{m_i(oléine)}{M(oléine)}$$

Dans l'état final, la quantité de matière maximale d'oléate de sodium est donc :

$$n_{max}(oléate\ de\ sodium) = 3x_{max}$$

$$\frac{m_{max}(oléate\ de\ sodium)}{M(oléate\ de\ sodium)} = 3x_{max}$$

$$m_{max}(oléate\ de\ sodium) = M(oléate\ de\ sodium) \times 3 \times \frac{m_i(oléine)}{M(oléine)}$$

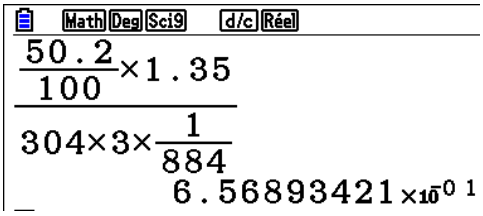
Finalement le rendement maximal de la fabrication artisanal est :

$$\eta = \frac{m_f(oléate\ de\ sodium)}{m_{max}(oléate\ de\ sodium}$$

$$= \frac{P \times m(savon)}{M(oléate\ de\ sodium) \times 3 \times \frac{m_i(oléine)}{M(oléine)}}$$

$$= \frac{\frac{50{,}2}{100} \times 1{,}350\ kg}{304\ g.mol^{-1} \times 3 \times \frac{1{,}000\ kg}{884\ g.mol^{-1}}}$$

$$\boxed{\eta \approx 0{,}657 \text{ soit } 65{,}7\%}$$



Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs : labolycee@labolycee.org

Merci Christophe pour ce corrigé.

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.