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 Métropole 2023 Jour 1 CORRECTION © https://labolycee/org

EXERCICE I : À LA DÉCOUVERTE DE SATURNE (11 pts)

1. Observation de Saturne par Huygens

Q1. Un instrument optique afocal donne d'un objet observé à l'infini, une image également observée à l'infini (Cela permet à l'œil de l'observateur de ne pas accommoder et ainsi d'éviter la fatigue visuelle).

Q2. et **Q3.** : Voir ANNEXE en fin de corrigé

Q2. *Explications (non demandées) :* Pour qu'une lunette astronomique soit afocale, le foyer objet F_2 de la lentille L_2 doit être confondue avec le foyer image F'_1 de la lentille L_1. Le foyer image F'_2 est le symétrique de F_2 par rapport à la lentille L_1.

Q3. *Explications (non demandées) :* L'objet B étant à l'infini, l'image intermédiaire B_1 se forme dans le plan focal image de la lentille L_1.
Les rayons entrants dans la lentille L_1 sont parallèles entre eux : ils émergent tous par le point image intermédiaire B_1.
Les rayons issus de l'image intermédiaire B_1, située dans le plan focal objet de la lentille L_2, ressortent tous parallèles entre eux. Pour trouver leur direction, la solution la plus simple est de tracer le rayon B_1O_2 qui ressort de la lentille L_2 en étant non dévié.

Q4. D'après les données, pour la lunette de Huygens, $f_1' = 329$ cm et $f_2' = 7{,}0$ cm.

Pour que la lunette soit afocale, il faut que la distance entre l'objectif et l'oculaire soir égale à $f_1' + f_2'$ soit $329 + 7{,}0 = 336$ cm
D'après la figure **4.** Cette distance vaut $372 - 36 = 336$ cm : la lunette peut être considérée comme afocale.

Q5. θ': Voir ANNEXE en fin de corrigé

Q6. Par définition du grossissement de la lunette : $G_{Huy} = \dfrac{\theta'}{\theta}$

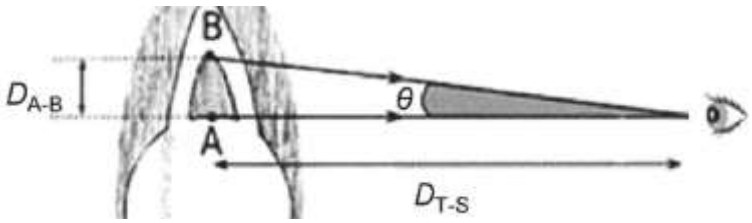
Q7. Dans le triangle $O_1A_1B_1$: $\tan\theta = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{\mathbf{O_1A_1}} = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{f_1'} \approx \theta$ (approximation des petits angles).

Dans le triangle $O_2A_1B_1$: $\tan\theta' = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{\mathbf{O_2A_1}} = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{f_2'} \approx \theta'$ (approximation des petits angles).

Ainsi, $G_{Huy} = \dfrac{\theta'}{\theta} = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{f_2'} \times \dfrac{f_1'}{\mathbf{A_1B_1}} = \dfrac{f_1'}{f_2'}$.

Q8. $G_{Huy} = \dfrac{329 \text{ cm}}{7{,}0 \text{ cm}} = 47$

Q9. En s'inspirant du schéma de la figure 5. $\tan\theta = \dfrac{D_{A-B}}{D_{T-S}} \approx \theta$ (approximation des petits angles).



Donc $\theta = \frac{3{,}17\times10^{4}\ \text{km}}{1{,}42\times10^{9}\ \text{km}} = 2{,}23\times10^{-5}$ rad (l'approximation des petits angles n'est valable qu'en radian).

En utilisant la définition du grossissement : $G_{Huy} = \frac{\theta'}{\theta}$ donc $\theta' = G_{Huy}\times\theta$

$\theta' = 47\times2{,}23\times10^{-5}$ rad $= 1{,}0\times10^{-3}$ rad

Cette valeur est supérieure à $3{,}0\times10^{-4}$ rad, condition indiquée dans l'énoncé pour distinguer deux points donc Huygens a pu distinguer Saturne de ses anneaux à travers sa lunette.

Q10. $\theta_{diff} = 1{,}22.\frac{\lambda}{a}$

Pour Galilée : $\theta_{diff} = 1{,}22\times\frac{550\times10^{-9}}{29{,}0\times10^{-3}} = 2{,}31\times10^{-5}$ rad

On a calculé précédemment que vu depuis la Terre $\theta = 2{,}23\times10^{-5}$ rad.

Donc $\theta_{diff} > \theta$, ce qui confirme qu'à cause du phénomène de diffraction Galilée ne pouvait pas distinguer Saturne de ses anneaux.

Pour Huygens : $\theta_{diff} = 1{,}22\times\frac{550\times10^{-9}}{51{,}0\times10^{-3}} = 1{,}32\times10^{-5}$ rad $< \theta$ ainsi Huygens a pu observer les anneaux.

2. Observation de Saturne par Huygens

Q11. Huygens a constaté plusieurs fois qu'il fallait 16 jours* pour revoir Titan au même point : il s'agit de la période de révolution de Titan autour de Saturne d'où l'idée de diviser sa trajectoire en 16 : une observation par jour à la même heure.

* le 25 mars et le 10 avril ; le 3 et le 19 avril ; le 13 et le 29.

Q12. $\overrightarrow{F_{S/T}} = G.\frac{M_T.M_S}{R^2}.\overrightarrow{u_n}$

Q13. Système : {Titan} de masse M_T

Référentiel : saturnocentrique considéré galiléen

Inventaire des forces : uniquement la force d'attraction gravitationnelle exercée par Saturne $\overrightarrow{F_{S/T}}$

Deuxième loi de Newton ($\sum\vec{F} = M_T.\vec{a}$) : $\overrightarrow{F_{S/T}} = M_T.\vec{a}$ donc $G.\frac{M_T.M_S}{R^2}.\overrightarrow{u_n} = M_T.\vec{a}$ donc $\vec{a} = \frac{G.M_S}{R^2}.\overrightarrow{u_n}$

Dans le repère de Frenet, pour un mouvement circulaire $\vec{a} = \frac{v^2}{R}.\overrightarrow{u_n} + \frac{dv}{dt}\overrightarrow{u_t}$.

Par analogie entre ces deux expressions de $\vec{a}$, on en déduit que :

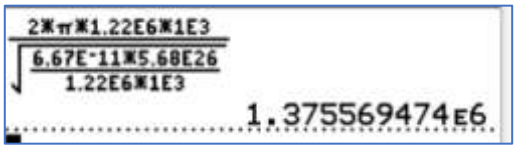
- selon $\overrightarrow{u_t}$: $\frac{dv}{dt} = 0$ donc v = constante : le mouvement est uniforme.

- selon $\overrightarrow{u_n}$: $\frac{v^2}{R} = \frac{G.M_S}{R^2} \Leftrightarrow v^2 = \frac{G.M_S}{R} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{G.M_S}{R}}$

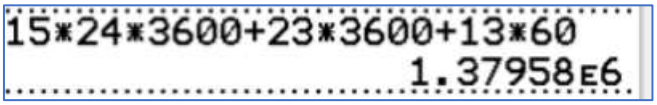
Q14. La vitesse étant constante, on peut écrire : $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2\pi.R}{T_{Kep}}$ pour une révolution.

Donc $T_{Kep} = \frac{2\pi.R}{v} = \frac{2\pi.R}{\sqrt{\frac{G.M_S}{R}}}$ d'après la question Q13.

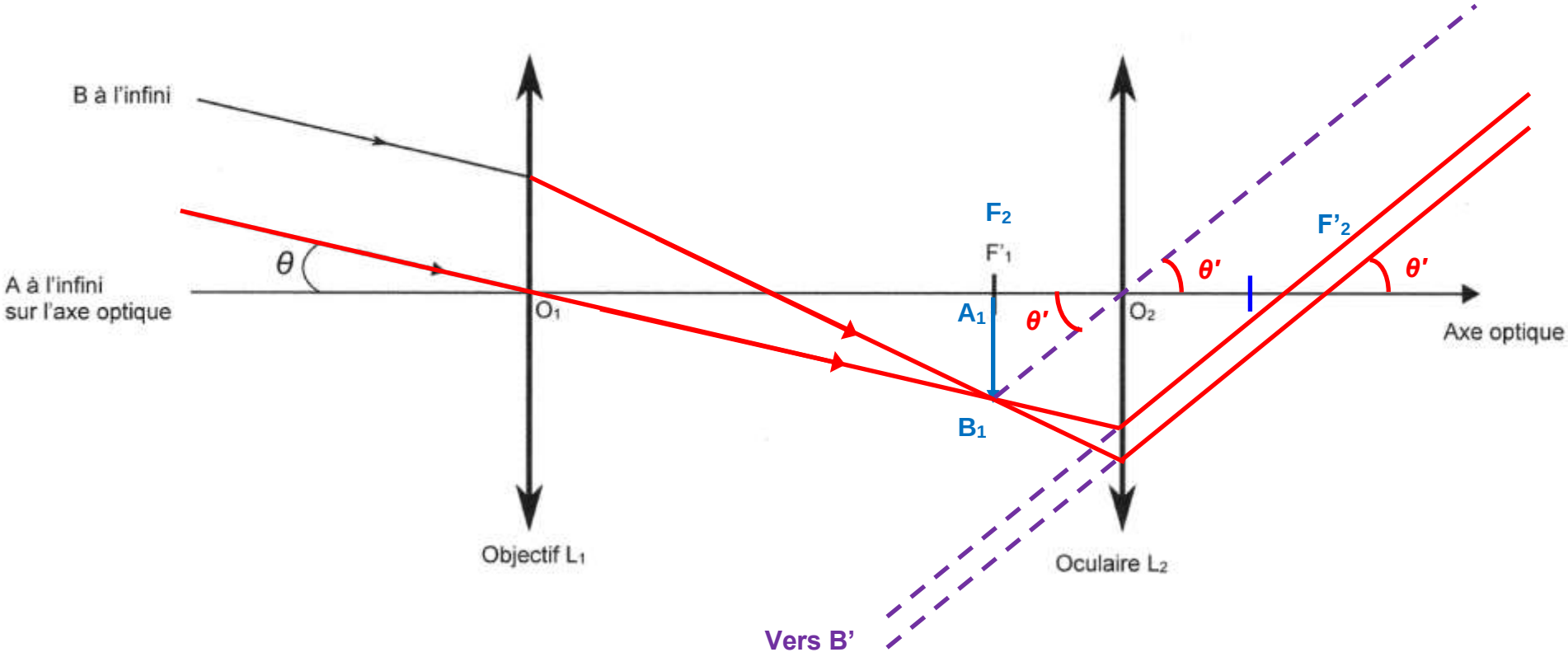
Ainsi, $T_{Kep} = \frac{2\pi \times 1,22 \times 10^6 \times 10^3 \text{ m}}{\sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \text{SI} \times 5,68 \times 10^{26} \text{ kg}}{1,22 \times 10^6 \times 10^3 \text{ m}}}} = 1,38 \times 10^6 \text{ s}$



La valeur trouvée par Huygens était 15 jours, 23 heures et 13 minutes soit :
$15 \times 24 \times 3600 + 23 \times 3600 + 13 \times 60 = 1\,379\,580$ s = $1,38 \times 10^6$ s ce qui est (avec 3 CS) la même valeur que celle prédite par la mécanique de Newton.



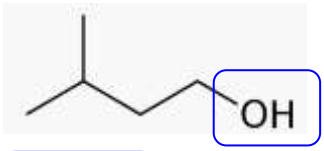
ANNEXE questions Q2.,Q3.,Q5.



Bac Métropole 2023 Jour 1 Spécialité physique-chimie Correction © https://labolycee.org
EXERCICE 2 – SYNTHÈSE DE L'ARÔME DE BANANE (5 points)

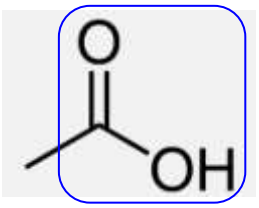
1. Identification des espèces mises en jeu dans la réaction

Q1. 3-méthylbutan-1ol



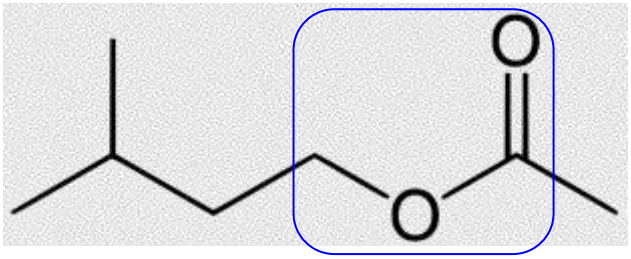
Famille : alcool

Acide éthanoïque



Famille : acide carboxylique

Éthanoate de 3-méthylbutyle



Famille : ester

Q2. On détermine les formules brutes
3-méthylbutan-1-ol : $C_5H_{12}O$
acide éthanoïque : $C_2H_4O_2$
éthanoate de méthylbutyle : $C_7H_{14}O_2$

$C_5H_{12}O + C_2H_4O_2 \rightarrow C_7H_{14}O_2 + X$
La conservation des éléments : montre que X contient 1 atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène, c'est bien de l'eau H_2O.

Q3. L'acide éthanoïque contient une liaison C=O qui donne une bande forte et fine autour de 1650-1750 cm^{-1} et une liaison O–H qui donne une bande forte et large. Cela correspond au spectre A.

L'éthanoate de méthylbutyle contient une liaison C=O qui donne une bande forte et large autour de 1650-1750 cm^{-1}. C'est le spectre B. Il ne montre pas la bande de la liaison O-H.

2. Comparaison de protocoles de synthèse

Q4. Étape 2 : transformation chimique
Étape 3 : extraction et purification du produit
Justification non demandée pour l'étape 3 : extraction car l'éthanoate de 3-méthylbutyle est très peu soluble dans l'eau salée donc il est extrait de cette phase aqueuse.
Purification car le sulfate de magnésium permet de se débarrasser d'éventuelles traces d'eau dans la phase organique contenant l'ester.
Q5. Un catalyseur est une espèce chimique qui permet de réduire la durée de la transformation.

Q6. Le montage à reflux permet de chauffer le mélange, or la température est un facteur cinétique qui permet de diminuer la durée de la transformation. Par ailleurs, les vapeurs étant liquéfiées par le réfrigérant, on évite les pertes de matière.

Q7. La formation d'un gaz est liée au couple acide-base $CO_2(g),H_2O(l)$ / HCO_3^-.
La base HCO_3^- réagit avec soit l'acide éthanoïque (si celui-ci était introduit en excès), soit avec l'acide sulfurique (catalyseur non consommé). Il se forme alors l'acide conjugué $CO_2(g),H_2O(l)$ qui provoque le dégagement gazeux.
Cette étape permet d'éliminer le catalyseur et/ou l'acide éthanoïque en excès.

Q8. Calculons les quantités de matière des réactifs.
Acide éthanoïque : V_1 = 15 mL

$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{\rho.V_1}{M_1} = \frac{\rho_{eau}.d_1.V_1}{M_1}$

La masse volumique de l'eau est supposée connue du candidat ?

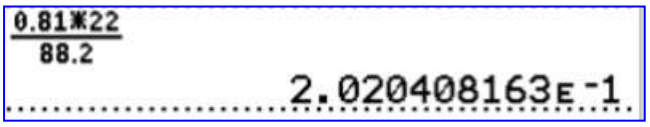
$n_1 = \frac{1{,}0\ \text{g.mL}^{-1} \times 1{,}05 \times 15\ \text{mL}}{60{,}0\ \text{g.mol}^{-1}}$ = 0,26 mol



3-méthylbutan-1-ol :

$n_2 = \frac{\rho_{eau}.d_2.V_2}{M_2}$

$n_2 = \frac{1{,}0\ \text{g.mL}^{-1} \times 0{,}81 \times 22\ \text{mL}}{88{,}2\ \text{g.mol}^{-1}}$ = 0,20 mol



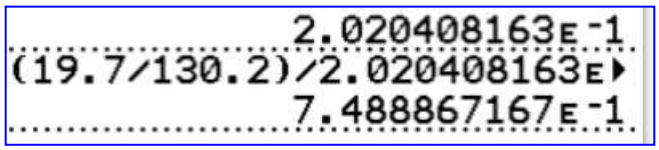
$\frac{n_2}{1} < \frac{n_1}{1}$ donc le 3-méthylbutan-1-ol est le réactif limitant.

Rendement :

Par définition, le rendement d'une synthèse est : $r = \frac{n(\text{produit})_{\text{récupérée expérimentalement}}}{n(\text{produit})_{\text{formée si transformation totale}}}$

Ici : $r = \frac{n_B}{n_2} = \frac{\frac{m_B}{M_B}}{n_2}$

$r = \frac{\frac{19{,}7}{130{,}2}}{0{,}20}$ = 0,75 = 75%

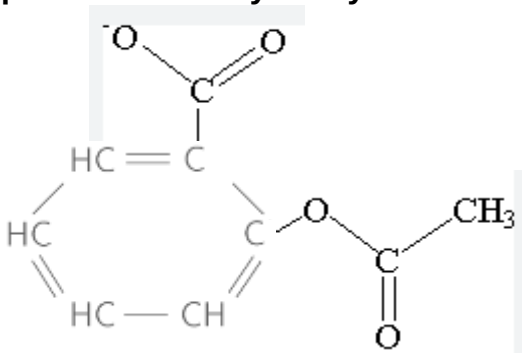


Q9. $E = P.\Delta t$
$E = 800 \times 30 = 2{,}4 \times 10^4$ J
Cette valeur est beaucoup plus faible que celle obtenue avec un chauffe-ballon ($4{,}1 \times 10^5$ J). Le protocole B permet de faire d'importantes économies d'énergie.

Q10. Le protocole B permet de limiter les dépenses énergétiques et il n'utilise pas le solvant cyclohexane du protocole C. Or les pictogrammes de sécurité du cyclohexane montrent que celui-ci est inflammable, nocif et dangereux pour l'environnement et pour la santé.
Enfin le protocole B possède un meilleur rendement.

Exercice 3 – Une formulation de l'aspirine (4 points)

Q1. Représenter la formule semi-développée de l'ion acétylsalicylate



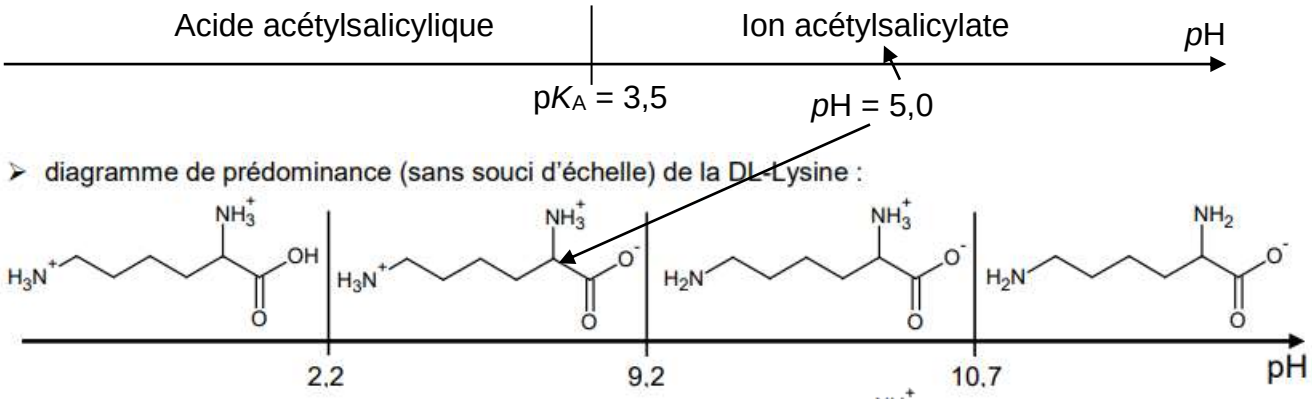
Q2. La DL-lysine appartient à la famille des acides aminés. Proposer une explication.

La DL-Lysine possède deux groupes caractéristiques amines et un groupe carboxyle ; les acides aminés possèdent un groupe amine et un groupe carboxyle, ce qui est le cas de la DL-Lysine.

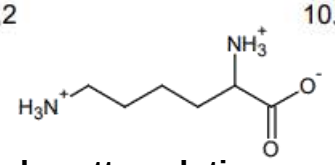
Q3. Indiquer la forme prédominante des espèces associées à l'acide acétylsalicylique et à la DL-lysine présentes dans la solution de médicament obtenue après dissolution du contenu du sachet dans l'eau.

Le pH de la solution obtenue est 5,0.

Pour l'acide acétylsalicylique le pK_A du couple acide acétylsalicylique/ion acétylsalicylate vaut 3,5, ainsi pH > pK_A, l'espèce prédominante est l'ion acétylsalicylate :



L'espèce prédominante pour la DL-lysine est :



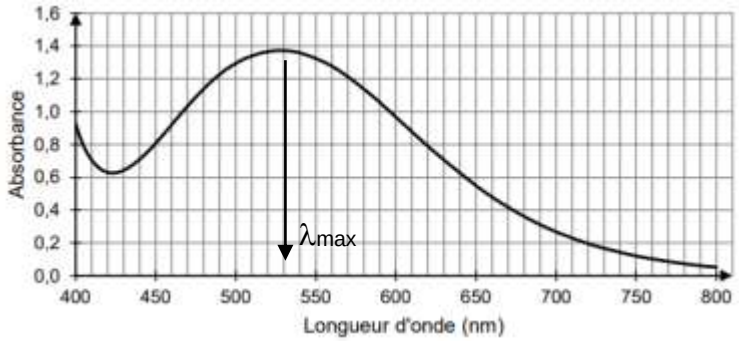
Q4. Justifier alors que le titrage acide base de cette solution aqueuse de médicament par une solution d'acide fort ne permet pas de doser directement la quantité de matière de l'ion acétylsalicylate en solution.

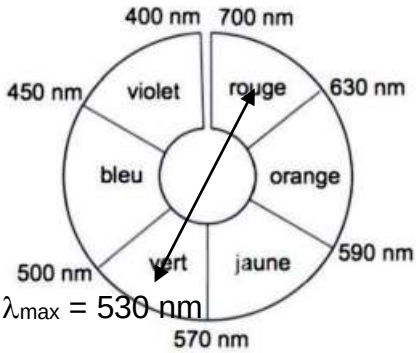
Dans la solution il y a deux bases faibles : l'ion acétylsalicylate et une forme de DL-lysine, l'acide fort va réagir avec ces deux bases et on pourra déterminer la quantité de matière de ces deux bases mais pas de l'ion acétylsalicylate seul.

Q5. Proposer une valeur de la longueur d'onde appropriée pour le dosage par étalonnage et en déduire la couleur de la solution contenant l'espèce B.

Pour une meilleure précision des mesures il faut se placer au maximum d'absorption de la solution soit environ λ_{max} = 530 nm.

La couleur de la solution est la couleur complémentaire de la couleur absorbée, soit en utilisant le cercle chromatique : la solution absorbe le vert alors elle paraît rouge.





λ_{max} = 530 nm

Q6. En considérant que l'incertitude-type associée à la détermination de la masse a pour valeur u(*m*)=30 mg, vérifier si la masse équivalente m_{exp} d'acide acétylsalicyque présente dans le sachet est en accord avec les informations présentes sur la notice.

L'absorbance de la solution S est A = 0,80. D'après la loi de Beer-Lambert, l'absorbance est propotionelle à la concentration de l'espèce chimique abvsorbant la lumière : $A = k.c_B$. On trace donc une droite moyenne passant au plus près de tous les points expérimentaux.

Par lecture graphique, on cherche l'abscisse du point d'ordonnée A = 0,80, on obtient la concentration en espèce B : c_B = 1,0 mmol.L^{-1}.

On pouvait aussi déterminer le coefficient directeur de cette droite $k = \dfrac{A_B - A_A}{C_{BB} - C_{BA}}$

En prenant deux points sur la droite moyenne A (0 , 0) et B(2,3 ; 1,8)

$k = \dfrac{1,8 - 0}{2,3 - 0}$ = 0,78 L.mmol^{-1}

$c_B = \dfrac{A}{k}$

$c_B = \dfrac{0,80}{0,78}$ c_B = 1,0 mmol.L^{-1}L

Le volume de la solution B est V_3 = 50,0 mL.

$c_B = \dfrac{n_B}{V_3}$ on a donc $n_B = c_B.V_3$

$n_B = 1,0 \times 10^{-3} \times 50,0 \times 10^{-3}$ = 5,0×10^{-5} mol

D'après l'équation on a une mole d'acide acétylsalicylique qui donne une mole d'ion acétylsalicylate qui donne ensuite une mole de B.

On obtient donc n = 5,0×10^{-5} mol d'ion acétylsalicylate dans un volume V_2 = 5,0 mL.

Le sachet a été mis dans une fiole jaugée de 250 mL soit un volume 50 fois plus grand : la quantité d'acide acétylsalicylique est donc n' = 50×n = 2,5×10^{-3} mol.

Soit pour l'acide acétylsalicylique : $m_{exp} = n'.M$

m_{exp} = 2,5×10^{-3}×180,2 = 4,5×10^{-1} g soit 450,5 mg.

le zcore est $\dfrac{|x - x_{ref}|}{u(x)} = \dfrac{|450,5 - 500|}{30}$ =1,7 < 2

Les résultats obtenus sont en accord avec la notice.

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.