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 2023 – Métropole

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité n° 1

—

Proposition de corrigé

Ce corrigé est composé de 7 pages.

Exercice 1 — À la découverte de Saturne

1. Observation de Saturne par Huygens

Q1. Un système afocal a la particularité de garder le parallélisme des rayons entre l'entrée et la sortie.

Q2. On place sur l'annexe les foyers objet et image de la lentille L_2 dans le cas d'un système afocal.

Q3. On trace sur ce même schéma placé en annexe (page 7).

Q4. La lentille L_1 a une distance focale $f_1' = 329\,\text{cm}$. Son foyer image sera donc placé, au vu du positionnement de la lentille, en $x == 329 + 36 = 365\,\text{cm}$.
Or, la seconde lentille a une distance focale $f_2' = 7,0\,\text{cm}$. Son foyer objet sera donc placé à l'abscisse $x_2 = 372 - 7 = 365\,\text{cm}$.
Ces deux foyers étant confondus, le système est bien afocal.

Q5. On place l'angle θ' sur le schéma en annexe.

Q6. Par définition, le grossissement est donné par :

$$\boxed{G_{\text{Huy}} = \frac{\theta'}{\theta}} \tag{1}$$

Q7. On remarque sur le schéma (page 7) que :

$$\begin{cases} \tan\theta = \frac{d}{f_1'} \\ \tan\theta' = \frac{d}{f_2'} \end{cases}$$

Or, aux petits angles, $\tan\theta \sim \theta$ et $\tan\theta' \sim \theta'$. Il vient alors :

$$\begin{cases} \theta = \frac{d}{f_1'} \\ \theta' = \frac{d}{f_2'} \end{cases}$$

On injecte alors ces expressions dans (1), et on obtient :

$$G_{\text{Huy}} = \frac{\frac{y}{f_2'}}{\frac{y}{f_1'}} = \frac{y}{f_2'} \times \frac{f_1'}{y}$$

Et finalement, on a bien :

$$\boxed{G_{\text{Huy}} = \frac{f_1'}{f_2'}}$$

Q8. D'où, $\underline{G_{\text{Huy}} = \frac{329}{7,0} = 47,0}$, ce qui bien plus élevé que pour la lunette de Galilée.

Q9. Par définition du grossissement, on a la relation sur les angles :

$$\theta' = G\theta$$

De plus, on peut exprimer θ en fonction des données du problème :

$$\tan\theta = \frac{D_{A-B}}{D_{T-S}} \sim \theta$$

Alors finalement,

$$\boxed{\theta' = G\frac{D_{A-B}}{D_{T-S}}} = 47,0 \times \frac{3,17 \times 10^4}{1,42 \times 10^9} = 1,0 \times 10^{-3}\,\text{rad}$$

L'angle perçu en sortie de la lunette est donc $\underline{\theta' = 1,0 \times 10^{-3}\,\text{rad}}$, ce qui est supérieur au minimum séparable par l'œil humain. Il est donc possible pour l'observateur de distinguer la planète de son premier anneau.

2. Prise en compte de la diffraction dans l'observation astronomique

Q10. L'objectif utilisé par Galilée a un diamètre $d_G = 29,0\,\text{mm}$. Pour cette valeur, l'angle de diffraction est :

$$\theta_{\text{diff}} = 1,22 \times \frac{550 \times 10^{-9}}{29 \times 10^{-3}} = 2,3 \times 10^{-5}\,\text{rad}$$

Cette valeur étant bien inférieure au pouvoir séparateur de l'œil humain, on comprend qu'il était impossible pour Galilée de distinguer l'anneau de Saturne.

3. Découverte de Titan par Huygens

Q11. Huygens a relevé la position de Titan chaque jour entre le 25 mars et le 10 avril, soit sur une durée de 17 jours (donc 16 portions). La position du satellite étant la même à ces deux dates, sa trajectoire est donc entièrement cartographiée à partir de ces 16 portions.

Q12. La force d'attraction gravitationnelle de Saturne sur Titan est donnée par :

$$\boxed{\overrightarrow{F_{S/T}} = G\frac{M_S M_T}{R^2}\vec{u_n}} \tag{2}$$

Q13. On souhaite exprimer la vitesse de Titan, de masse M_T constante en orbite circulaire autour de Saturne. Pour cela, on va lui appliquer le principe fondamental de la dynamique dans le référentiel Saturne-centrique :

$$\overrightarrow{F_{S/T}} = M_T\vec{a}$$

Et avec (2) :

$$\vec{a} = G\frac{M_S}{R^2}\vec{u_n}$$

Ou, en norme :

$$a = G\frac{M_S}{R^2} \tag{3}$$

Or, pour une orbite circulaire uniforme, on a :

$$a = \frac{v^2}{R} \implies v = \sqrt{Ra}$$

Et avec (3), il vient finalement :

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{GM_S}{R}}}$$

Q14. Le satellite parcourant une distance $D = 2\pi R$ en un temps T, il vient :

$$v = \frac{D}{T} \implies T = \frac{D}{v} = \frac{2\pi R}{\sqrt{\frac{GM_S}{R}}} = 2\pi R \times \sqrt{\frac{R}{GM_S}}$$

Et finalement :

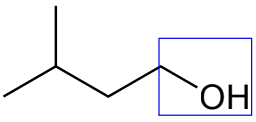
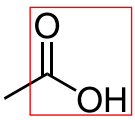
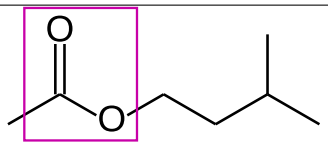
$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM_S}}} = 2\pi \times \sqrt{\frac{(1,22 \times 10^9)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times 5,68 \times 10^{26}}} = 1,4 \times 10^6\,\text{s}$$

La période calculée est donc $\underline{T_{\text{Kep}} = 1,4 \times 10^6\,\text{s} = 15,9\,\text{jours}}$, ce qui est très proche de la période mesurée par Huygens, qui a donc mené une observation très pertinente et précise avec sa lunette.

Exercice 2 — Synthèse de l'arôme de banane

1. Identification des espèces mises en jeu dans la réaction

Q1. On donne les formules topologiques des réactifs et du produit étudié, et on identifie leurs groupes caractéristiques :

3-méthylbutan-1-ol	acide éthanoïque	éthanoate de 3-méthylbutyle
		
famille alcool	famile acide carboxylique	famille ester

Q2. Par conservation de la matière, on remarque en sommant tous les atomes des réactifs et ceux du produit, qu'il manque 2 atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène. On en déduit donc que le produit **P** est de l'eau.

Q3. On souhaite attribuer les spectres IR. Pour cela, il suffit de remarquer la bande d'absorption large vers $3200 - 3700\,\text{cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison O−H présente dans l'acide éthanoïque et non dans l'ester.

Le spectre A est donc celui de l'acide éthanoïque, et le spectre B celui de l'ester.

2. Comparaison de protocoles de synthèse

Q4. L'étape 2 est une réaction sur chauffage à reflux, tandis que l'étape 3 est une séparation.

Q5. Un catalyseur permet d'accélérer une réaction.

Q6. Le chauffage à reflux permet ici de rendre la réaction thermodynamiquement favorable en chauffant, tout en empêchant les pertes par évaporation.

Q7. Le dégagement gazeux de l'étape 3 correspond à la production de CO_2 gazeux par réaction entre les ions hydrogénocarbonate et les résidus d'acide du milieu.

Cette étape permet justement de neutraliser la phase organique, qui contient toujours l'acide une fois la réaction terminée.

Q8. On cherche d'abord à identifier le réactif limitant. De manière générale, on a :

$$m = \rho V \implies n = \frac{\rho V}{M}$$

On a donc introduit une quantité de 3-méthylbutan-1-ol $n_b = \frac{0{,}81\times 22}{88{,}2} = 0,20\,\text{mol}$, et une quantité $n_a = \frac{1{,}05\times 15}{60{,}0} = 0,26\,\text{mol}$ d'acide éthanoïque.
Le réactif limitant sera donc le 3-méthylbutanol, et l'avancement maximal de la réaction sera $\xi_m = n_b = 0,20\,\text{mol}$.
Une mole de chacun des réactifs produisant une mole de produit, il vient immédiatement : $n_{th} = \xi_m = 0,20\,\text{mol}$ quantité d'ester produite.
Or, on a obtenu expérimentalement $n_{xp} = \frac{19{,}7}{130{,}2} = 0,15\,\text{mol}$.
Le rendement de la synthèse vaut donc :

$$\boxed{\eta = \frac{n_{xp}}{n_{th}}} = \frac{0,15}{0,20} = \underline{0,75 = 75\,\%}$$

Ce qui reste du bon ordre de grandeur pour une synthèse organique.

Q9. Dans le protocole B, on chauffe au micro-ondes pendant 30 secondes. L'énergie nécessaire sera donc :

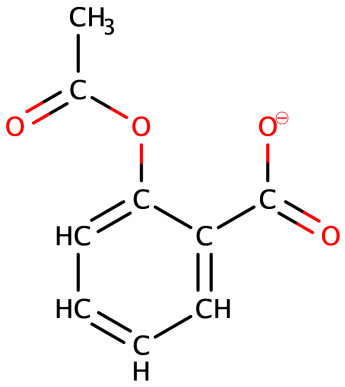
$$\boxed{E = \mathcal{P}\Delta t} = 800 \times 30 = \underline{2,4 \times 10^4\,\text{J}}$$

On remarque que cette valeur est bien inférieure à l'énergie nécessaire pour le protocole A.

Q10. Le protocole B est définitivement celui qui correspond le mieux au principe de chimie verte : il est de meilleur rendement tout en demandant un énergie moindre, en plus de ne pas nécessiter d'espèce supplémentaire (contrairement au protocole C qui nécessite du cyclohexane).

Exercice 3 — Une formulation de l'aspirine

Q1. On donne la forme semi-développée de l'ion acétylsalicylate :



Q2. La DS-Lysine présente à la fois un groupe acide carboxylique et des groupes amine ($-NH_2$). On comprend donc aisément sa dénomination.

Q3. Lors de la dissolution d'un sachet dans l'eau, on finit à pH $= 5,0$. On aura donc dans le milieu des ions acétylsalicylate et la deuxième forme de la DL-lysine (protonation des amines, déprotonation de l'acide carboxylique).

Q4. Dans la solution ainsi obtenue, les deux espèces sont des carboxylates. Ainsi, un acide fort versé réagirait avec les deux espèces, ne permettant pas de réaliser un dosage des ions acétylsalicylate.

Q5. Pour réaliser un dosage par spectrophotométrie, on se place au maximum d'absorption de la solution titrée. On prendra donc $\underline{\lambda = 530\,\text{nm}}$.

Grâce à l'étoile chromatique, on peut prédire que la solution apparaîtra de couleur rouge.

Q6. On souhaite déterminer la masse d'acide acétylsalicylique dans le sachet. Pour cela, on va exploiter le dosage spectrophotométrique par étalonnage.

Sur la droite $A = f(C)$, on lit, pour une absorbance $A = 0,80$, une concentration $C = 1\,\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Or, la solution a été diluée 10 fois. Alors la concentration en espèce colorée B est initialement :

$$C_B = 10C$$

Et finalement, dans la solution initialement préparée :

$$\boxed{m_{exp} = C_B V_1 M(\text{a})} = 0,01 \times 250 \times 10^{-3} \times 180,2 = 450\,\text{mg}$$

On calcule donc le quotient :

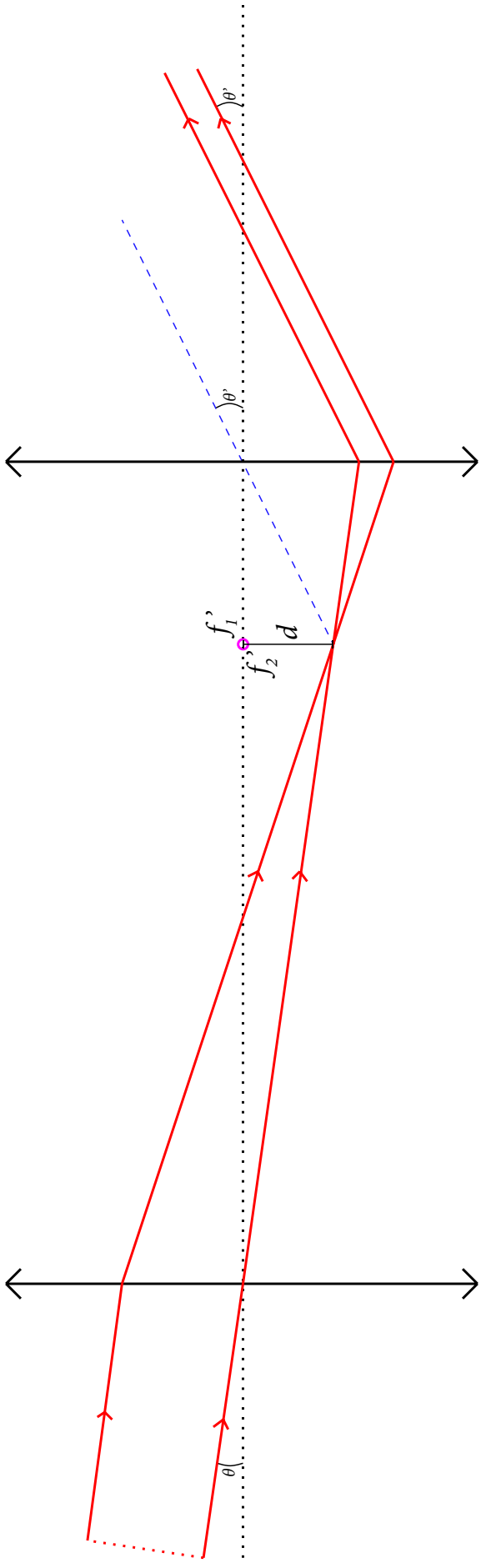
$$\frac{|\, m_{exp} - m_{ref} \,|}{u(m)} = \frac{|\, 450 - 500 \,|}{30} \underline{= 1,67 > 1}$$

On peut penser que l'indication du fabricant est fausse.

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour le site https://www.sujetdebac.fr/
Compilé le 20 mars 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.