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 2025 – Amérique du Nord

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité n° 2



Proposition de corrigé

Ce corrigé est composé de 7 pages.

Exercice 1 — Le Schweppes : un bon antipaludique sans risque pour la santé ?

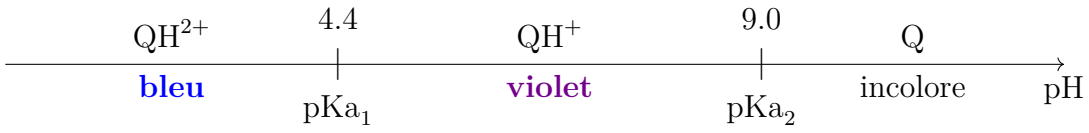
Partie A : Étude de la molécule de quinine et dosage de la quinine contenue dans le Schweppes

1. Étude de la molécule de quinine

Q1. Le suffixe « -ol » signifie que la molécule comporte une au moins une fonction alcool ($-$OH), ce que nous pouvons bien trouver dans la molécule de quinine.

Q2. Par lecture graphique, la solution acide de quinine comporte un minimum d'émission en fluorescence à $\lambda = 450\,\text{nm}$, ce qui correspond à la couleur bleue.

Q3. On donne le diagramme de prédominance des couples de la quinine, et les couleurs associées :



2. Dosage par étalonnage de la quinine contenue dans le Schweppes

Q4. La solution S_4 a été préparée par dilution 10 fois de la solution mère. Ainsi, pour préparer $V = 10,0\,\text{mL}$ de S_4, il a fallu prélever $\underline{V_4 = 1,0\,\text{mL}}$ de solution S_0.

Q5. Le protocole à suivre pour réaliser cette dilution est le suivant :

- prélever, à l'aide d'une pipette jaugée du même volume, $V_4 = 1,0\,\text{mL}$ de solution S_0 et la verser dans une fiole jaugée de $V = 10,0\,\text{mL}$;
- remplir la fiole jusqu'environ la moitié avec de l'eau distillée ;
- boucher puis homogénéiser ;
- finir de remplir la fiole jusqu'au trait de jauge ;
- boucher puis homogénéiser une dernière fois.

Q6. On nous précise que l'intensité de fluorescence est de la forme $I_r = KI_0C$, où K et I_0 sont des constantes. Cette dernière dépend donc linéairement de la concentration, ce qui justifie bien que sa courbe représentative soit une droite passant par l'origine.

Q7. On nous précise que l'intensité de fluorescence d'une solution de Schweppes diluée 100 fois vaut $I_{r,100} = 319\,\text{u.a.}$, ce qui permet d'en déduire la concentration par lecture graphique :

$$C_{100} = 2,25 \times 10^{-6}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

D'où, pour la solution de Schweppes avant dilution :

$$\boxed{C = 100C_{100}} = 100 \times 2,25 \times 10^{-6} = \underline{2,25 \times 10^{-4}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Q8. On cherche la concentration massique en quinine dans un Schweppes. On a alors, en masse :

$$\boxed{C_m = CM(\text{quinine})}$$

D'où,

$$C_m = 2,25 \times 10^{-4} \times 324 = \underline{7,3 \times 10^{-2}\,\text{g} \cdot \text{L}^{-1} = 73\,\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Le Schweppes respecte donc le critère énoncé concernant la contenance en quinine.

Q9. On souhaite savoir si le Schweppes peut être utilisé comme source thérapeutique de quinine pour le traitement du paludisme.

D'après les données, l'apport en quinine nécessaire à cette fin est de 8 mg à raison 3 prises par jour (espacées de 8 heures), pendant 7 jours. On va alors calculer le volume de Schweppes qu'il faudrait ingérer chaque jour pour atteindre cette dose pour un individu de $m_0 = 50\,\text{kg}$.

Pour cet individu, la dose prescrite est de $d_q = 8 \times 50 \times 3 = 1200\,\text{mg}$ de quinine par jour. Ce qui correspond à :

$$\boxed{V_q = \frac{d_q}{C_m}} = \frac{1200}{73} = \underline{16,4\,\text{L}}$$

Cet individu, pour traiter son paludisme, devrait donc, trois fois par jour, ingérer $\frac{16,4}{3} = 5,5$ litres de Schweppes ! On se doute alors bien qu'**utiliser cette boisson comme unique source de quinine pour le traitement du paludisme est inenvisageable**, surtout quand on sait qu'elle contient également du sucre, qui est néfaste lorsqu'on en abuse.

Partie B : Dosage par titrage de l'acide citrique contenu dans le Schweppes

Q10. La réaction support du titrage se doit d'être quantitative, donc rapide et totale. De plus, pour permettre d'obtenir un résultat exploitable, la réaction doit être l'unique réaction acide-base se produisant dans le milieu à l'introduction de l'espèce titrante [1].

Q11. Le dioxyde de carbone dans l'eau est un acide. Aussi, l'introduction de soude provoquerait des réactions acide-base conduisant à la formation de ses bases conjuguées, ce qui fausserait le résultat du titrage.

Il est donc nécessaire de dégazer le Schweppes avant le titrage pour éliminer le CO_2.

Q12. On souhaite exploiter la courbe de titrage pour calculer la concentration en acide citrique dans la boisson. La réaction support du titrage est la suivante :

$$AH_3 + 3\,HO^- \longrightarrow A^{3-} + 3\,H_2O$$

À l'équivalence, on a donc :

$$\frac{n_{AH_3}}{1} = \frac{n_{OH^-}}{3}$$

Ou, en concentration :

$$C_A V_0 = \frac{C_B V_E}{3} \implies \boxed{C_A = \frac{C_B V_E}{3V_0}}$$

Or, par lecture graphique, en exploitant le fait que le volume V_E soit lu au point d'inflexion de la courbe $\text{pH} = f(V)$ (donc au maximum de $\frac{\text{d pH}}{\text{d}V} = f(V)$), il vient $V_E = 13,5\,\text{mL}$.

D'où,

$$C_A = \frac{0,100 \times 13,5}{3 \times 20,0} = \underline{2,2 \times 10^{-2}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Q13. Cette valeur est inférieure à la dose maximale admissible en acide citrique, la boisson respecte donc bien cet aspect de la réglementation [2].

Q14. On remarque que l'équivalence se situe à un pH proche de 8, ce qui correspondrait plutôt bien à la zone de virage entre la forme QH^+ et la forme QH_2^+, s'accompagnant fort probablement d'un changement de couleur en UV. Il est donc envisageable d'utiliser la quinine comme indicateur coloré en UV.

1. En tous cas la seule d'un ordre de grandeur significatif.
2. (heureusement vu qu'elle est commercialisée...)

Exercice 2 — Combustible MOX pour limiter les déchets nucléaires

Q1. Le noyau d'uranium 235 contient, d'après son numéro atomique :

$$\begin{cases} Z = \underline{92 \text{ protons}} \\ A - Z = 235 - 92 = \underline{143 \text{ neutrons}} \end{cases}$$

Q2. Un isotope est un noyau de même numéro atomique mais de nombre de masse différent. Ainsi, le seul isotope de l'uranium 235 parmi les noyaux présentés dans le tableau est l'uranium 238 ($^{239}_{92}\text{U}$).

Q3. L'uranium 238 a une demi-vie de $4,5 \times 10^9$ ans, ce qui correspond également à l'age de la Terre, et lui a donc permis d'exister depuis son origine. Au contraire, le plutonium 239 a une demi-vie de 24110 ans, ce qui est bien faible par rapport à l'âge de la Terre !

Q4. On remarque, en étudiant son bilan de matière, que la réaction de fission du noyau d'uranium 235 est permise par apport d'un neutron, mais produit pour chaque noyau 3 autres neutrons. Ces neutrons pouvant à leur tour fissionner chacun un atome d'uranium, la réaction sera alors auto-entretenue.

Il s'agit donc bien d'une réaction en chaîne.

Q5. Les équations successives conduisant à la formation d'un noyau de plutonium 239 à partir d'un noyau d'uranium 238 sont les suivantes :

$$^{238}_{92}\text{U} + ^{1}_{0}\text{n} \longrightarrow ^{239}_{92}\text{U} \quad (1)$$

$$^{239}_{92}\text{U} \longrightarrow ^{239}_{93}\text{Np} + \text{e}^- + ^{0}_{0}\bar{\nu}_\text{e} \quad (2)$$

$$^{239}_{93}\text{Np} \longrightarrow ^{239}_{94}\text{Pu} + \text{e}^- + ^{0}_{0}\bar{\nu}_\text{e} \quad (3)$$

Lors de la désintégration β^-, on observe donc émission d'un électron e^- (et d'un neutrino électronique[3] $\bar{\nu}_e$).

Q6. La désintégration du noyau de plutonium 239 est caractérisée par la formation d'un noyau d'hélium 4, il s'agit donc d'un cas de radioactivité α.

Q7. On nous donne l'expression du nombre de noyaux en fonction du temps :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Or, par définition de la demi-vie :

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \implies e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$$

Et comme $\frac{1}{2} > 0$:

$$-\lambda t_{1/2} = \ln \frac{1}{2} \implies \boxed{\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}}$$

D'où, pour le plutonium 239 :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{24110 \times 365,25 \times 24 \times 3600} = \underline{9,1 \times 10^{-13}\,\text{s}^{-1}}$$

3. Qui est un lepton au même titre que l'électron, mais probablement moins attendu au bac. À noter qu'il n'est pas chargé.

Q8. On souhaite étudier l'intérêt du MOX par rapport au traitement usuel des déchets de plutonium 239. Il faut donc, dans un premier temps, identifier ce mode de traitement en calculant l'activité massique massique du plutonium 239.

Si on se rapporte à un gramme de plutonium à l'état initial ($t = 0\,\text{s}$, juste après sa production), on a alors :

$$N_0 = \frac{N_A}{239} = \frac{6,02 \times 10^{23}}{239} = 2,52 \times 10^{21}\,\text{noyaux} \cdot \text{g}^{-1}$$

Ce qui correspond donc à une activité massique :

$$\boxed{A(0) = \lambda N_0} = 9,1 \times 10^{-13} \times 2,52 \times 10^{21} = \underline{2,3 \times 10^{9}\,\text{Bq} \cdot \text{g}^{-1}}$$

Nous sommes donc dans le cas d'une matière radioactive de demi-vie longue et activité haute [4], ce qui signifie qu'il n'existe pas encore de filière de traitement opérationnelle. Il est donc plus qu'intéressant d'envisager le MOX comme moyen de réutiliser le plutonium produit par les centrales.

4. À noter par ailleurs que même à la demi-vie, l'activité est encore du même ordre de grandeur !

Exercice 3 — Mostiglass, le vitrage moustiquaire rafraîchissant

1. À la découverte du Mostiglass

Q1. Il ne peut y avoir diffraction que si un rayon lumineux cohérent rencontre une ouverture de l'ordre de grandeur de sa longueur d'onde.

Q2. L'angle de diffraction peut s'exprimer en fonction de la longueur d'onde et de la largeur de la fente :

$$\theta = \frac{\lambda}{\ell} \tag{4}$$

Q3. On cherche également à exprimer θ en fonction de d et D. En se plaçant dans le triangle rectangle formé entre la fente et l'écran, il vient pour $\theta \ll 1$:

$$\theta \sim \tan\theta = \frac{d}{2D}$$

Et avec (4), il vient finalement l'expression demandée :

$$\theta = \boxed{\frac{\lambda}{\ell} = \frac{d}{2D}}$$

Q4. On peut alors isoler la largeur de la fente :

$$\boxed{\ell = \frac{2D\lambda}{d}}$$

D'où,

$$\ell = \frac{2 \times 3{,}00 \times 650 \times 10^{-9}}{6{,}0 \times 10^{-3}} = \underline{6{,}5 \times 10^{-4}\,\text{m}}$$

Q5. On calcule finalement l'incertitude-type sur ℓ :

$$\boxed{u(\ell) = \ell \cdot \sqrt{\left(\frac{u(d)}{d}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}}$$

D'où,

$$u(\ell) = 6{,}5 \times 10^{-4} \times \sqrt{\left(\frac{0{,}5}{6{,}0}\right)^2 + \left(\frac{0{,}01}{3{,}00}\right)^2} = \underline{5{,}4 \times 10^{-5}\,\text{m}}$$

Et il ne reste plus qu'à comparer le résultat mesuré avec le résultat de référence :

$$\boxed{Z = \frac{|\,\ell - \ell_{\text{ref}}\,|}{u(\ell)}} = \frac{|\,6{,}5 - 5{,}5\,| \times 10^{-4}}{5{,}4 \times 10^{-5}} = 1{,}8 < 3$$

La valeur mesurée est donc compatible avec la valeur de référence.

2. Étude de l'effet Venturi appliqué à la Mostiglass

Q6. En régime permanent, la différence de température est inférieure à 1 °C pour la référence, et passe à environ 6 °C avec le Mostiglass. Ce dernier permet donc bien de rafraîchir l'air.

Q7. L'écoulement étant incompressible et permanent, le débit se conserve (conséquence directe de la conservation de matière). Il vient alors :

$$D_{v,1} = D_{v,2} \implies v_1 S_1 = v_2 S_2$$

Or, comme la veine d'essai a une section constante, alors $S_1 = S_2 = S_0$, et finalement :

$$\boxed{v_1 = v_2}$$

Q8. De la même manière, la conservation du débit volumique dans la plaque permet d'écrire :

— en amont,

$$v_1 S_0 = v_A S_A \implies \boxed{v_A = v_1 \frac{S_0}{S_A}} = 2,0 \times \frac{4,0 \times 10^{-2}}{1,8 \times 10^{-3}} = \underline{44,4\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}}$$

— en aval,

$$v_B S_B = v_2 S_0 \implies \boxed{v_B = v_2 \frac{S_0}{S_B}} = 2,0 \times \frac{4,0 \times 10^{-2}}{0,95 \times 10^{-3}} = \underline{84,2\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}}$$

Q9. Le fluide étant incompressible et parfait en écoulement permanent, on peut écrire la relation de Bernoulli (à z constant) entre A et B :

$$\frac{1}{2}\rho v_A^2 + p_A = \frac{1}{2}\rho v_B^2 + p_B$$

On en déduit alors la différence de pression :

$$\boxed{\Delta P = p_B - p_A = \frac{1}{2}\rho\left(v_A^2 - v_B^2\right)} = \frac{1}{2} \times 1,2 \times (44,4^2 - 84,2^2) = \underline{-3,07 \times 10^3\,\mathrm{Pa}}$$

La Mostiglass provoque donc bien un effet Venturi.

Il est alors possible de calculer la variation de température entre l'entrée et la sortie :

$$\frac{\Delta T}{T_A} = \frac{\Delta P}{p_A} \implies \boxed{\Delta T = \frac{T_A \Delta P}{p_A}}$$

D'où,

$$\Delta T = T_B - T_A = \frac{-(31,5 + 273) \times 3,07 \times 10^3}{1,01 \times 10^5} = \underline{-9,3\,^\circ\mathrm{C}}$$

La température baisse donc, au passage dans la Mostiglass, de $9,3\,^\circ$C, ce qui semble surévalué par rapport aux constatations expérimentales. Cette différence pouvant s'expliquer par les hypothèses de travail nécessaires à l'utilisation des modèles de dynamique des fluides, qui sont relativement lourdes en termes d'approximations.

Elles en restent néanmoins valides, l'ordre de grandeur étant tout à fait cohérent.

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour https://www.sujetdebac.fr/
Sources LaTeX compilées le 26 mai 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.