EXERCICE 1 : (9 POINTS)

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

Q.1. Justifier le suffixe « -ol » dans le nom officiel de la quinine.

La représentation de la molécule de quinine montre la présence d'un groupe hydroxyle OH caractéristique de la famille des alcools, ce qui justifie la présence du suffixe « -ol » dans le nom officiel.

Q.2. Justifier, à l'aide de son spectre d'émission, la couleur de la lumière émise par fluorescence par une solution acidifiée de quinine.

Le spectre montre une plus forte intensité de la fluorescence pour une longueur d'onde proche de 450 nm, ce qui correspond bien à la fluorescence bleue ou violette indiquée.

Q.3. Représenter le diagramme de prédominance des différentes formes acido-basiques de la quinine. En déduire les couleurs de fluorescence attendues dans les différents domaines de pH.

QH_2^{2+}	4,4	QH^+	9,0	Q	pH
bleue		**violette**		**incolore**	

Q.4. Calculer la valeur du volume de solution mère S_0 à prélever pour préparer la solution S_4.

On procède à une dilution.

Solution mère S_0	Solution fille S_4
$C_0 = 1{,}30 \times 10^{-5}$ mol·L^{-1}	$C_4 = 1{,}30 \times 10^{-6}$ mol·L^{-1}
V_0 = ?	$V_4 = V_f = 10{,}0$ mL

Au cours d'une dilution, la quantité de matière de soluté se conserve donc $n_0 = n_4$.

$C_0 \cdot V_0 = C_4 \cdot V_4$

$$V_0 = \frac{C_4 \cdot V_4}{C_0}$$

$$V_0 = \frac{1{,}30 \times 10^{-6}\ \text{mol×L}^{-1} \times 10{,}0\ \text{mL}}{1{,}30 \times 10^{-5}\ \text{mol×L}^{-1}} = 1{,}00 \text{ mL à prélever}$$

Q.5. Indiquer le protocole à suivre pour préparer cette solution, en précisant la verrerie utilisée.

On place la solution mère dans un becher.

À l'aide d'une pipette jaugée de 1,00 mL, on prélève la solution mère.

On la verse dans une fiole jaugée de 10,0 mL (si, si ça existe…).

On ajoute un peu d'eau distillée. On bouche, on agite.

On poursuit l'ajout d'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On agite.

Q.6. Justifier l'allure de la courbe obtenue lorsque l'on trace $I_f = f(C_f)$.

On nous indique que $I_f = K \times I_0 \times C$, avec K et I_0 qui sont des constantes.

Alors I_f est proportionnelle à C. Cela est confirmé par la courbe qui est modélisable par une droite passant par l'origine.

Q.7. Déterminer la valeur de la concentration en quantité de matière en quinine dans le Schweppes®.
Le sujet indique que l'intensité de fluorescence mesurée pour une solution de Schweppes® diluée 100 fois est égale à 319 u.a.

On cherche l'abscisse du point d'ordonnée I_f = 319 u.a., on lit $C_f = 2{,}2 \times 10^{-6}$ mol·L^{-1}.
En multipliant par 100, on trouve $C = 2{,}2 \times 10^{-4}$ mol·L^{-1} pour le Schweppes.

Les boissons « tonic » peuvent contenir jusqu'à 100 mg·L^{-1} de quinine sans inconvénient pour la santé.
Q.8. Indiquer si le Schweppes® respecte ce critère.

```
2.2E-4*324
                    7.128E-2
Rep*1000
                    7.128E1
```

$$C = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{V} = \frac{m}{V.M} = \frac{C_m}{M}$$

$C_m = C \cdot M$
$C_m = 2{,}2 \times 10^{-4} \times 324 = 7{,}1 \times 10^{-2}$ g·L^{-1} = 71 mg·L^{-1} < 100 mg·L^{-1}.
Le Schweppes® respecte le critère et ne présente pas d'inconvénient pour la santé.

Q.9. Expliquer si une personne de 50 kg peut utiliser le Schweppes® pour le traitement du paludisme.
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter sa démarche. Toute démarche pertinente, même non aboutie, sera valorisée.
D'après le site du Collège National de Pharmacologie Médicale, il faut des prises de 8 mg/kg de masse corporelle.
Soit pour une personne de 50 kg, une prise doit contenir 50×8 = 400 mg.
On peut calculer le volume de Schweppes nécessaire pour ingérer 400 mg de quinine.

```
400/7.128E1
                    5.611672278E0
```

$C_m = \frac{m}{V}$ donc $V = \frac{m}{C_m}$.

$$V = \frac{400 \text{ mg}}{71{,}28 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}} = 5{,}6 \text{ L} \text{ par prise.}$$

Il n'est pas raisonnable de boire un si grand volume de boisson. D'autant plus qu'il faut trois prises par jour. Le Schweppes ne permet pas de traiter le paludisme.

Q.10. Sélectionner parmi les termes suivants, la ou les qualité(s) que doit posséder la réaction support du titrage : lente, rapide, unique, multiple, totale, non-totale.
Rapide, unique et totale.

Q.11. Justifier la nécessité de dégazer par agitation la boisson avant de réaliser le titrage de l'acide citrique.
Le dioxyde de carbone CO_2 est l'acide du couple $CO_2,H_2O(aq)$ / $HCO3^-(aq)$, ainsi il pourrait réagir avec la base $HO^-(aq)$ et modifier le résultat du titrage de l'acide citrique.

Q.12. Déterminer, en détaillant la démarche suivie, la valeur de la concentration C_A en acide citrique dans la boisson.
À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques : $n_{AH_3}\,initiale = \frac{n_{HO^-}}{3}\,versée \Leftrightarrow C_A.V_A = \frac{C_B.V_{Béq}}{3}$ donc $C_A = \frac{C_B.V_{Béq}}{3.V_A}$

Le volume équivalent est atteint lorsque le saut de pH est le plus marqué, donc lorsque la dérivée $\frac{dpH}{dV_B}$ est maximale. On lit $V_{Béq}$ = 13,2 mL.

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

Q.13. Comparer cette valeur à la concentration maximale admissible en acide citrique qui est fixée à $7,8 \times 10^{-2}$ mol·L^{-1}.

$C_A < 7,8 \times 10^{-2}$ mol·L^{-1} la boisson ne dépasse pas la concentration maximale admissible.

Q.14. Indiquer, en justifiant la réponse, si on peut utiliser la quinine contenue dans le Schweppes® comme indicateur coloré dans le cas du dosage colorimétrique sous UV de l'acide citrique.

L'indicateur coloré doit contenir le pH à l'équivalence dans sa zone de virage.

On lit un $pH_{éq}$ de 8,3.

Or la quinine va perdre sa fluorescence violette pour un pH > 9,0, soit pour un volume un peu supérieur au volume équivalent.

La quinine n'est pas parfaitement adaptée pour repérer l'équivalence.

Exercice 2- Combustible MOX pour limiter les déchets nucléaires (5 points)

Q.1. Donner la composition du noyau d'uranium 235.

Le noyau d'uranium 235 ($^{235}_{92}U$) est composé de 92 protons et 143 neutrons (235 – 92).

Q.2. Indiquer, en justifiant la réponse, le ou les noyau(x) radioactif(s) isotope(s) de l'uranium 235parmi ceux présentés dans le tableau 1.

Des noyaux isotopes possèdent le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents ; ils appartiennent au même élément chimique, ici l'uranium. Le seul noyau radioactif isotope de l'uranium 235 est l'uranium 238 ($^{238}_{92}U$).

Q.3. Expliquer pourquoi l'uranium 238 est toujours présent à l'état naturel depuis l'origine de la Terre, contrairement au plutonium 239.

L'uranium 238 a une demi-vie élevée : 4,5 milliards d'années, ce qui correspond à l'âge de la Terre : environ 50 % de l'uranium 238 initialement présent s'est désintégré (il en reste donc 50 % environ).

Par contre, la demi-vie du plutonium 239 (24 110 ans) est très faible devant l'âge de la Terre et il n'en reste quasiment plus.

Rq : la datation de l'âge de la Terre grâce à l'uranium 238 est au programme d'Enseignement Scientifique de 1$^{\text{ère}}$ et d'EDS SVT Terminale.

L'équation de la réaction de la fission du noyau d'uranium 235, percuté par un neutron, en krypton 93, en baryum 140 et en neutrons, noté $^{1}_{0}n$, s'écrit :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{93}_{36}Kr + ^{140}_{56}Ba + 3\ ^{1}_{0}n$$

Q.4. Expliquer en quoi ce type de réaction nucléaire peut être qualifié de réaction en chaîne.

Il s'agit d'une réaction en chaine car les 3 neutrons produits par la réaction vont eux-mêmes pouvoir provoquer d'autres réactions de fission, qui vont à leur tour libérer d'autres neutrons. Le nombre de fissions augmente très rapidement de façon incontrôlée.

Quant à lui, le plutonium 239 contenu dans le combustible usé est issu des noyaux d'uranium 238 qui, par capture d'un neutron, peuvent se transformer en uranium 239. L'uranium 239 peut ensuite subir deux désintégrations β- successives conduisant au plutonium 239.

239 U 92 β-	240 Np 93 β-	241 Pu 94 β-
238 U 92 α	239 Np 93 β-	240 Pu 94 α
237 U 92 β-	238 Np 93 β-	239 Pu 94 α

Document 1. Extrait du diagramme N/Z indiquant le type de radioactivité des radionucléides

Q.5. Écrire, à l'aide du diagramme N/Z du document 1, les trois équations des réactions successives permettant de passer de l'uranium 238 au plutonium 239 puis donner le nom de la particule émise lors d'une désintégration β⁻.

Capture d'un neutron par l'uranium 238 : $^{238}_{92}\text{U} + ^{1}_{0}\text{n} \rightarrow ^{239}_{92}\text{U}$

L'uranium 239 subit une première désintégration β⁻, il y a émission d'un électron $^{0}_{-1}\text{e}$: $^{239}_{92}\text{U} \rightarrow ^{239}_{93}\text{Np} + ^{0}_{-1}\text{e}$

puis une seconde désintégration β⁻ produit le plutonium 239 : $^{239}_{93}\text{Np} \rightarrow ^{239}_{94}\text{Pu} + ^{0}_{-1}\text{e}$

Le plutonium 239 se désintègre suivant l'équation : $^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{235}_{92}\text{U} + ^{4}_{2}\text{He}$

Q.6. Indiquer à quel type de radioactivité correspond cette désintégration.

Il y a émission d'un noyau d'hélium $^{4}_{2}\text{He}$: il s'agit de radioactivité alpha.

On donne la loi de décroissance radioactive : $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ où N_0 est le nombre de noyaux à l'instant $t = 0$ s et λ est la constante radioactive du noyau radioactif considéré.

Q.7. Établir l'expression de la constante radioactive λ en fonction du temps de demi-vie $t_{1/2}$.

En déduire que la valeur de la constante radioactive du plutonium 239 est $9{,}1 \times 10^{-13}$ s $^{-1}$.

D'après la définition de la demi-vie : $N(t_{1/2}) = \dfrac{N_0}{2}$.

En utilisant la loi de décroissance radioactive : $N(t_{1/2}) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$

Ainsi : $\dfrac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} \Leftrightarrow \dfrac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} \Leftrightarrow \ln\dfrac{1}{2} = -\lambda \cdot t_{1/2} \Leftrightarrow \ln 2 = \lambda \cdot t_{1/2} \Leftrightarrow \lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$

Pour le plutonium 239 : $\lambda = \dfrac{\ln 2}{24110 \times 365 \times 24 \times 3600\ \text{s}} = 9{,}1 \times 10^{-13}\ \text{s}^{-1}$ CQFD

Données :

- L’activité A d’un échantillon radioactif est le nombre de désintégrations par seconde (en becquerel (Bq), avec 1 Bq = 1 s^{-1}) et elle est liée au nombre N de noyaux radioactifs présents dans l’échantillon par la relation : $A(t) = \lambda \cdot N(t)$.

- Classification des déchets radioactifs (**Tableau 2**) :

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2"></th><th colspan="3">TEMPS DE DEMI-VIE</th></tr>
<tr><th>Vie très courte
(demi-vie < 100 jours)</th><th>Vie courte
(demi-vie ≤ 31 ans)</th><th>Vie longue
(demi-vie > 31 ans)</th></tr>
<tr><td rowspan="4">ACTIVITE MASSIQUE *</td><td>Très faible activité
TFA (< 100 $Bq \cdot g^{-1}$)</td><td rowspan="4">Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis évacuation dans les filières conventionnelles</td><td colspan="2">Stockage de surface
(au Centre Industriel de Regroupement, d’Entreposage et de Stockage – CIRES)</td></tr>
<tr><td>Faible activité
FA (< 10^5 $Bq \cdot g^{-1}$)</td><td rowspan="2">Stockage de surface
(au centre de stockage de l’Aube)</td><td>Stockage de faible profondeur (à l’étude)</td></tr>
<tr><td>Moyenne activité
MA (< 10^6 $Bq \cdot g^{-1}$)</td><td></td></tr>
<tr><td>Haute activité
HA (> 10^6 $Bq \cdot g^{-1}$)</td><td colspan="2">Pas encore de filière opérationnelle
(stockage réversible profond à l’étude)</td></tr>
</table>

** L’activité massique est l’activité rapporté à 1 g d’échantillon* D’après andra.fr

Q.8. Le temps de demi-vie du plutonium 239 est de 24 110 ans, donc une « vie longue ».

Il faut maintenant chercher son activité massique ; c’est à dire l’activité d’un échantillon de 1 gramme de plutonium 239.

D’après l’énoncé, $A = \lambda \times N$

Pour exprimer le nombre de noyaux dans m = 1 g, on a $n = \dfrac{m}{M}$ et $N = n \times \mathrm{N_A}$.

Ainsi $A = \lambda \times \dfrac{m}{M} \times \mathrm{N_A}$.

soit $A = 9{,}1 \times 10^{-13} \times \dfrac{1}{239} \times 6{,}02 \times 10^{23} = 2{,}3 \times 10^{9}$ Bq $>$ 10^{6} $\mathrm{Bq \cdot g^{-1}}$ donc cela correspond à une haute activité massique HA.

Le tableau indique alors qu’il n’y a pas de filière opérationnelle de stockage d’où l’intérêt de réutiliser le plutonium 239 pour fabriquer du MOX.

Merci de nous signaler d’éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org

Exercice 3 - MOSTIGLASS®, le vitrage moustiquaire rafraichissant (6 points)

1. À la découverte de la Mostiglass®

Q.1. Donner une condition nécessaire à l'observation du phénomène de diffraction d'une onde lumineuse.

Le phénomène de diffraction d'une onde lumineuse se produit lorsqu'une onde lumineuse rencontre une ouverture (ou un obstacle) dont les dimensions sont inférieures à environ 100 fois la longueur d'onde de l'onde lumineuse.

Exemple : un cheveu de 80 µm diffracte la lumière d'un Laser de longueur d'onde 650 nm.

Q.2. Donner la relation entre l'angle de diffraction *θ*, la longueur d'onde *λ*, et la largeur de la fente *ℓ*.

La relation exigible $\theta = \frac{\lambda}{a}$ devient ici $\theta = \frac{\lambda}{\ell}$.

Q.3. Établir, en utilisant l'approximation des petits angles tan*θ* ≈ *θ*, la relation entre *θ*, la distance D entre la fente et l'écran, et *d*, la largeur de la tache centrale de diffraction. En déduire la relation suivante : $\frac{\lambda}{\ell} = \frac{d}{2D}$.

Dans le triangle rectangle de la figure 2 : $\tan\theta = \frac{d/2}{D} = \frac{d}{2D}$

En utilisant l'approximation des petits angles : $\theta \approx \tan\theta = \frac{d}{2D}$

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

Rq : cet exercice n'utilise pas les lettres usuelles ce qui peut amener à une certaine confusion.

Q.4. En déduire la valeur de *ℓ*, la largeur de la fente.

$\frac{\lambda}{\ell} = \frac{d}{2D}$ donc $\ell = \frac{2D \cdot \lambda}{d}$

soit $\ell = \frac{2 \times 3{,}00 \times 650 \times 10^{-9}}{6{,}0 \times 10^{-3}} = 6{,}5 \times 10^{-4}\,\text{m} = 0{,}65\text{ mm}$

Rq : cette valeur est relativement proche des 0,55 mm de la question suivante.

Données :

- Pour décider si le résultat d'une mesure est en accord avec une valeur de référence, on utilise le quotient $\frac{|x - x_{ref}|}{u(x)}$ **avec *x*, la valeur mesurée ; x_{ref} la valeur de référence et *u*(*x*), l'incertitude-type associée à la valeur mesurée *x* ;**

- L'incertitude-type sur la largeur ℓ peut être obtenue grâce à la relation :

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

Q.5. Calculer l'incertitude-type *u*(ℓ). Vérifier que le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence ℓ = 0,55 mm.

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

donc $u(\ell) = 6{,}5 \times 10^{-4}\,\text{m} \times \sqrt{\left(\frac{0{,}5\ \text{mm}}{6{,}0\ \text{mm}}\right)^2 + \left(\frac{0{,}01\ \text{m}}{3{,}00\ \text{m}}\right)^2} = 5{,}42 \times 10^{-5}\,\text{m} \approx 6 \times 10^{-5}\,\text{m}$ = 0,06 mm

(On garde 1 seul CS sur la valeur d'une incertitude et on arrondit par excès).

Calculons l'écart normalisé (« z-score ») : $\frac{|\ell - \ell_{ref}|}{u(\ell)} = \frac{|0{,}65\ \text{mm} - 0{,}55\ \text{mm}|}{0{,}06\ \text{mm}} = 1{,}7$

Cette valeur est inférieure à la valeur usuelle de 2 (non donnée ici) donc le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence. Le résultat de la mesure ne s'écarte de la référence que de 1,7 fois l'incertitude de mesure.

Rq : ici, l'ouverture est environ 1000 fois plus grande que la longueur d'onde et il y a quand même diffraction, bien que la tache centrale soit assez petite (6 mm).

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

Q.6. Évaluer la valeur de la différence de température en régime permanent dans les deux études et confirmer l'intérêt de la Mostiglass®.

Lorsque le régime permanent est atteint les températures sont constantes.

Sans Mostiglass®, la différence de température à la sortie du tunnel est presque nulle.

Avec Mostiglass®, la température d'entrée est de T_1 = 32°C et la température de sortie d'environ T_2 = 27 °C, soit une différence de 5°C .

La présence de Mostiglass® « rafraichit » l'air chaud entrant ce qui présente un intérêt.

Données :

- La vitesse de l'air chaud à l'entrée du tunnel avant la Mostiglass®, a pour valeur $v_1 = 2{,}0\ m \cdot s^{-1}$.
- La masse volumique de l'air vaut $1{,}2\ kg \cdot m^{-3}$;
- Le tunnel utilisé a une section carrée de surface $S_0 = 4{,}0 \times 10^{-2}\ m^2$;
- Les fentes de la plaque de Mostiglass® utilisée n'ont pas la même dimension en entrée et en sortie, donc :
  - en entrée, en A : la surface ouverte est $S_A = 1{,}8 \times 10^{-3}\ m^2$;
  - en sortie, en B : la surface ouverte est $S_B = 0{,}95 \times 10^{-3}\ m^2$ (Il y a un rétrécissement).
- Expression du débit volumique D_v : $D_v = v \times S$ avec v la vitesse d'écoulement du fluide et S la section traversée par le fluide ;
- Relation de Bernoulli pour l'écoulement d'un fluide parfait et incompressible en régime permanent entre deux points A et B situés sur une ligne d'écoulement horizontale :

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

  avec ρ la masse volumique du fluide, v_A et v_B les vitesses d'écoulement en A et B et p_A et p_B les pressions en A et B ;
- T (kelvin) = 273 + T (°C).
- La relation entre la variation de pression (en Pa) et la variation de température (en K) est donnée par l'expression suivante :

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta P}{P}$$

- On prend comme référence la température à l'entrée de la Mostiglass® exprimée en kelvin et la pression p_A égale à $1{,}01 \times 10^5$ Pa.

On considère l'air comme un fluide parfait et incompressible en écoulement permanent.

Q.7. Justifier, à l'aide de la conservation du débit volumique, que v_1, la vitesse de l'air à l'entrée du tunnel, a la même valeur que v_2, celle à la sortie du tunnel.

La conservation du débit volumique implique que $D_V = v_1 \times S_1 = v_2 \times S_2$

Or d'après l'énoncé le tunnel a une section carrée qui est donc constante $S_1 = S_2 = S_0$ alors $v_1 = v_2$.

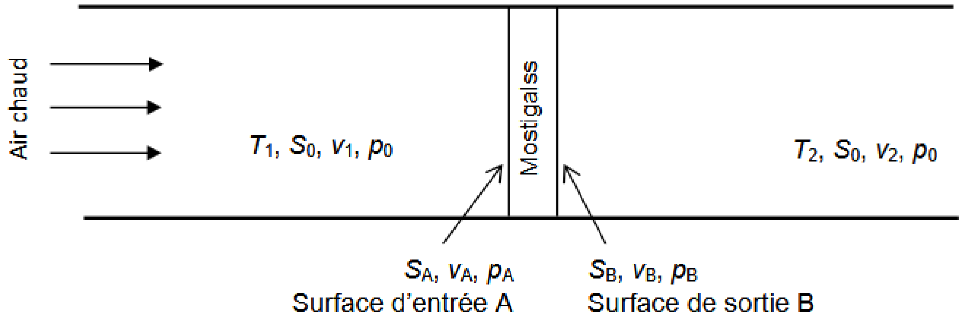


Figure 4. Schéma du montage

Q.8. Calculer, à l'aide de la conservation du débit volumique, les valeurs des vitesses v_A et v_B, de l'air à l'entrée A et à la sortie B de la Mostiglass®.

La conservation du débit volumique implique que $D_V = v_1 \times S_0 = v_A \times S_A = v_B \times S_B$

Donc $v_A = \dfrac{v_1 \times S_0}{S_A}$ soit $v_A = \dfrac{2{,}0 \times 4{,}0 \times 10^{-2}}{1{,}8 \times 10^{-3}} = 44\ \text{m.s}^{-1}$

Et $v_B = \dfrac{v_1 \times S_0}{S_B}$ soit $v_B = \dfrac{2{,}0 \times 4{,}0 \times 10^{-2}}{0{,}95 \times 10^{-3}} = 84\ \text{m.s}^{-1}$

L'effet Venturi se produit lors du passage d'un fluide dans une conduite dont la section diminue. Il provoque une chute de pression.

Q.9. Montrer, en utilisant la relation de Bernoulli, que la Mostiglass® provoque bien un effet Venturi et évaluer l'ordre de grandeur de la baisse de température pour la comparer à celle de l'expérience. Commenter.

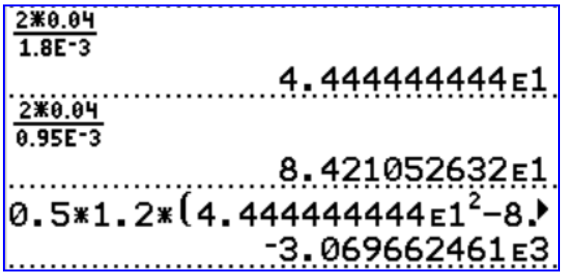
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter sa démarche. Toute démarche pertinente, même non aboutie, sera valorisée.

En utilisant la relation de Bernoulli sur une ligne de courant entre A et B :

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

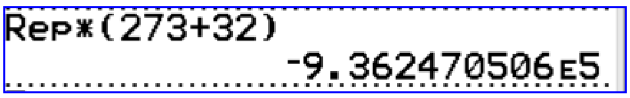
donc $\Delta p = p_B - p_A = \dfrac{1}{2} \times \rho \times v_A^2 - \dfrac{1}{2} \times \rho \times v_B^2 = \dfrac{1}{2} \times \rho \times (v_A^2 - v_B^2)$

Donc $\Delta p = \dfrac{1}{2} \times 1{,}2 \times (44^2 - 84^2) = -3069{,}66 = -3{,}1 \times 10^3\ \text{Pa}$



Δp est négative donc il y a bien diminution de la pression entre A et B qui confirme l'effet Venturi.

L'énoncé nous dit que $\dfrac{\Delta T}{T} = \dfrac{\Delta p}{p}$ soit ici $\dfrac{\Delta T}{T_1} = \dfrac{\Delta p}{p_A}$



Ainsi $\Delta T = \dfrac{\Delta p}{p_A} \times T_1$ soit $\Delta T = \dfrac{-3069{,}66}{1{,}01 \times 10^5} \times (273 + 32) = -9{,}4\ \text{K}$

Soit une diminution de 9,4 K (ou °C) ; cette valeur est supérieure aux 5°C de la question Q.6., certaines hypothèses doivent être fausses :

- l'air chaud n'est pas incompressibles dans les conditions de l'expérience ;
- l'air chaud n'est pas un fluide parfait dans les conditions de l'expérience .

Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org