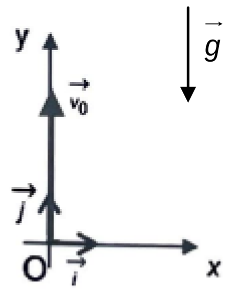
Bac Amérique du Nord 2024 Spécialité physique-chimie Correction © https://labolycee.org
Jour 2 EXERCICE 1 : Points de règlement au tennis de table (11 points)

1. Trajectoire d'une balle lors du lancer

Q.1. Exprimer les composantes a_x et a_y du vecteur accélération $\vec{a}$ du point M, à un instant quelconque du mouvement.

Système {balle} de centre de masse M et de masse m.
Référentiel terrestre supposé galiléen.
Repère $(O;\vec{i},\vec{j})$

Bilan des forces : seul le poids de la balle intervient : $\vec{P} = m\vec{g}$.
Les frottements et les actions de l'air sont négligés.
Deuxième loi de newton : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{P} = m\vec{a}$ soit $m\vec{a} = m\vec{g}$ et finalement $\boxed{\vec{a} = \vec{g}}$.



En projection :

$$\boxed{\vec{a}\begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = -g \end{cases}}$$

Q.2. Justifier à l'aide de la figure 2 que la norme du vecteur vitesse de la balle $v(t)$ est assimilable à la valeur de sa composante verticale v_y.

La figure 2 montre que le mouvement de la balle est vertical et orienté vers le haut donc à chaque instant $v_x(t) = 0$ et $v_y(t) > 0$.

Or la norme du vecteur vitesse $\vec{v}\begin{cases} v_x = 0 \\ v_y \end{cases}$ s'écrit : $v(t) = \sqrt{v_x^2(t) + v_y^2(t)} = \sqrt{v_y^2} = v_y(t)$.

La norme du vecteur vitesse de la balle $v(t)$ est assimilable à la valeur de sa composante verticale $v_y(t)$ lors de cette phase du mouvement.

On notera pour la suite $v_y(t) = v(t)$.

Q.3. En déduire qu'à un instant quelconque du mouvement, l'expression littérale de la vitesse $v(t)$ du point M peut être modélisée sous la forme : $v(t) = -g\times t + v_0$

$\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$ en projection sur l'axe Oy : $a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = \dfrac{dv}{dt} = -g$.

En primitivant : $v(t) = -g\times t + C_1$.

À l'instant initial : $\vec{v}(t=0) = \vec{v_0}$ soit en projection selon l'axe Oy : $v(t = 0) = v_0 \Leftrightarrow 0 + C_1 = v_0$

Finalement : $v(t) = -g\times t + v_0$.

Q.4. Justifier sans calcul que ce modèle de la vitesse $v(t)$ est en accord avec les points expérimentaux obtenus sur la figure 3.

Les points expérimentaux sont alignés selon une droite décroissante modélisée par une fonction affine de la forme : $v(t) = a\times t + b$.

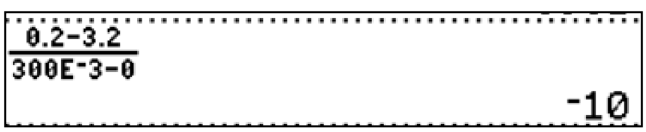
Le modèle $v(t) = -g\times t + v_0$ est bien en accord avec les points expérimentaux avec un coefficient directeur négatif égal à $-g$ et une ordonnée à l'origine égale à v_0.

Q.5. En déduire une valeur de l'intensité du champ de pesanteur terrestre local, g.

Selon le modèle proposé, le champ de pesanteur terrestre local g est égal au coefficient directeur de la droite : $a = -g$.

Entre les points A(0 ms ; 3,2 m·s^{-1}) et B(300 ms ; 0,2 m·s^{-1}) on a :

$a = \dfrac{0{,}2 - 3{,}2}{0{,}300 - 0} = -10$ m·s^{-2} soit $g = 10$ m·s^{-2}.



Q.6. Proposer une origine à l'écart observé avec la valeur de référence de l'intensité du champ de la pesanteur terrestre local, g = 9,81 N·kg^{-1}.
La valeur de référence est g = 9,81 N·kg^{-1} = 9,81 m·s^{-2}.
L'écart observé avec la valeur calculée peut être dû à la non prise en compte des frottements et des actions de l'air dans le modèle choisi.
Cet écart peut aussi être dû au manque de précision lors du pointage du centre M de la balle avec le logiciel d'analyse.

Q.7. Montrer que l'expression littérale de l'équation horaire de la position du point M au cours du mouvement s'écrit : $y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times t$.

$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$ en projection sur l'axe Oy : $v_y(t) = \frac{dy(t)}{dt} = -g \times t + v_0$.

En primitivant : $y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times t + C_2$.

À l'instant initial : $\overrightarrow{OM}(0) = \vec{0}$ soit $y(0) = 0 \Leftrightarrow 0 + 0 + C_2 = 0$

Finalement : $y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times t$

Q.8. Exploiter les expressions de *y*(*t*) et *v*(*t*), pour justifier la formule v_0=np.sqrt(2*g*h_max) présente à la ligne 6 de la figure 4.
La formule de la ligne 6 s'écrit : $v_0 = \sqrt{2 \times g \times h_{max}}$
Pour $t = t_{max}$, la balle est au sommet de sa trajectoire avec une vitesse nulle.
Ainsi $h_{max} = y(t_{max})$ et $v(t_{max}) = 0$.

$v(t_{max}) = 0$ soit $-g \times t_{max} + v_0 = 0$ donc $v_0 = g \times t_{max}$ alors $t_{max} = \frac{v_0}{g}$.

$h_{max} = y(t_{max}) = -\frac{1}{2} \times g \times t_{max}^2 + v_0 \times t_{max}$.

En reportant l'expression de t_{max} :

$$h_{max} = -\frac{1}{2} \times g \times \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 + v_0 \times \frac{v_0}{g} = -\frac{1}{2} \times g \times \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{v_0^2}{g} = -\frac{1}{2} \times \frac{v_0^2}{g} + \frac{v_0^2}{g} = \frac{v_0^2}{g}.\left(-\frac{1}{2} + 1\right) = \frac{1}{2} \times \frac{v_0^2}{g}$$

Ainsi : $v_0^2 = 2 \times g \times h_{max}$ et finalement : $v_0 = \sqrt{2 \times g \times h_{max}}$.

Lors de l'exécution du programme, la fenêtre suivante s'ouvre :

h_max = $\boxed{\quad\quad\quad\quad}$

Q.9. Recopier et compléter cette fenêtre d'exécution en déterminant la valeur de h_max lorsqu'on se place dans la condition décrite à l'article 2.6.2 du règlement de la F.F.T.T.
Dans l'article 2.6.2. il est indiqué : h_{max} = 16 cm = 16×10^{-2} m
Donc on tapera 0.16.

Q.10. Calculer alors la valeur minimale de v_0 que le programme va afficher.
$v_0 = \sqrt{2 \times g \times h_{max}}$ soit $v_0 = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 16 \times 10^{-2}}$ m.s^{-1} = 1,8 m.s^{-1}.

```
√2*9.81*16E-2
                1.771778767
```

Q.11. Compléter sur votre copie la ligne 8 du programme de la figure 5 afin de calculer la vitesse de lancer en km.h^{-1}.
1 m = 10^{-3} km et 1 s = 1/3600 h donc :

$$1 \text{ m·s}^{-1} = \frac{10^{-3}\text{ km}}{1\text{ s}} = \frac{10^{-3}\text{ km}}{\frac{1}{3600}\text{ h}} = 3600 \times 10^{-3} \text{ km·h}^{-1} = 3{,}6 \text{ km·h}^{-1}.$$

Ainsi : $v_{ini} = 3{,}6 \times v_0$.
Dans le programme python 2, la ligne 8 du programme s'écrit : v_ini = 3.6*v_0

2. Qualité d'une balle de tennis de table

Q.12. Associer, pour la première phase du mouvement (temps compris entre 0,00 et 0,24 s) les symboles ●, ▲ et ✚ aux énergies mécanique, cinétique et potentielle de pesanteur en justifiant les choix.
Lors de la première phase du mouvement, la balle chute. La vitesse *v* de la balle augmente et son altitude *y* diminue. Ainsi l'énergie cinétique de la balle $E_C = \frac{1}{2}mv^2$ augmente depuis la valeur $E_C = 0$ J et l'énergie potentielle de pesanteur $E_{PP} = m \times g \times y$ diminue.
Ainsi, on associe : $E_C \Leftrightarrow$ ●, $E_{PP} \Leftrightarrow$ **▲.**
Enfin $E_M = E_C + E$PP, alors on associe l'énergie mécanique E_M à ✚.

On réalise une étude énergétique dans la phase après le rebond (à partir de *t* > 0,24 s).
Q.13. Vérifier par le calcul, à l'aide de quelques données expérimentales prises sur la figure 6, que l'énergie mécanique se conserve dans cette phase et a une valeur proche de 6,7 mJ.
Prenons les dates $t_1 = 0,27$ s, $t_2 = 0,29$ s et $t_3 = 0,32$ s.
Pour $t_1 = 0,27$ s : $E_{C1} = 5,4$ mJ et $E_{PP1} = 1,3$ mJ donc $E_{M1} = E_{C1} + E_{PP1} = 5,4 + 1,3$ mJ $= 6,7$ mJ.
Pour $t_2 = 0,29$ s : $E_{C2} = 4,5$ mJ et $E_{PP1} = 2,2$ mJ donc $E_{M2} = E_{C2} + E_{PP2} = 4,5 + 2,2$ mJ $= 6,7$ mJ.
Pour $t_3 = 0,32$ s : $E_{C3} = 3,4$ mJ $= E_{PP3}$ donc $E_{M2} = E_{C2} + E_{PP2} = 3,4 + 3,4$ mJ $= 6,8$ mJ.
L'énergie mécanique se conserve dans la phase après le rebond et a une valeur proche de 6,7 mJ.

Q.14. Déterminer la hauteur du rebond de la balle. Commenter.
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche. Toute démarche, même non aboutie, sera valorisée.
Soit h'_{max} la hauteur maximale de la balle après le rebond.
Au sommet de la trajectoire, l'énergie mécanique vaut $E_M = 6,7$ mJ, l'énergie cinétique est nulle car la vitesse de la balle est nulle et l'énergie potentielle de pesanteur est maximale et s'écrit :
$E'_{PP} = m \times g \times h'_{max}$
On a donc : $E_M = 0 + E'_{PP}$ soit $E_M = m \times g \times h'_{max}$ donc : $h'_{max} = \frac{E_M}{m \times g}$

$$h'_{max} = \frac{6,7 \times 10^{-3}}{2,7 \times 10^{-3} \times 9,81} \text{ m} = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm.}$$

L'article 2.1.3 du règlement de la F.F.T.T. indique que le rebond doit être d'environ 23 cm.
Notre étude a été faite en négligeant les forces de frottement de l'air, ainsi on peut penser que la balle montera un peu moins haut que notre calcul de 25 cm. Elle devrait sans doute atteindre les 23 cm attendus.

3. Vitesse d'un coup droit smashé au tennis de table
Q.15. Expliquer pourquoi la situation illustre l'effet Doppler.
Le cinémomètre émet une onde électromagnétique qui va se réfléchir sur la balle.
La balle étant en mouvement, elle se comporte comme un émetteur qui se rapproche du récepteur. Dans cette situation, en raison de l'effet Doppler, la fréquence réfléchie par la balle sera modifiée.

Q.16. Déterminer le signe du décalage Doppler dans la situation où la balle smashée s'approche du cinémomètre.
On a en tête le son de la sirène d'une ambulance qui s'approche de nous. Elle nous paraît plus aigue à l'approche, donc sa fréquence est plus élevée.
Si on considère que le décalage Doppler est $\Delta f = f_R - f_0$, à l'approche on a $f_R > f_0$ donc $\Delta f > 0$.

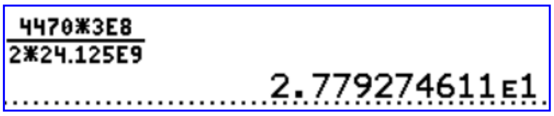
Suite au smash réalisé par un joueur amateur, l'appareil mesure un décalage Doppler dont la valeur absolue est $|\Delta f|$ = 4470 Hz.

Q.17. Calculer la vitesse de ce smash.

$|\Delta f| = 2 \times f_0 \times \dfrac{v}{c_{onde}}$ donc $v = \dfrac{|\Delta f| \times c_{onde}}{2 \times f_0}$

L'onde émise par le cinémomètre est une onde électromagnétique qui se déplace à la célérité de la lumière $c_{\text{onde}} = c = 3{,}0 \times 10^8$ m.s^{-1}.

$v = \dfrac{4470 \times 3{,}00 \times 10^8}{2 \times 24{,}125 \times 10^9}$ = 27,8 m.s^{-1}

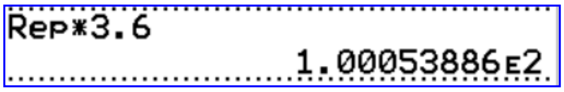


Le record du monde du smash le plus rapide a été établi en 2003 par Mark Brandt avec une vitesse atteinte de 112,5 km·h^{-1}.

Q.18. Indiquer, en justifiant, si la vitesse du smash du joueur amateur est du même ordre de grandeur que le record du monde.

On multiplie par 3,6 pour convertir la vitesse obtenue en km.h^{-1}.

v = 100 km.h^{-1}



L'ordre de grandeur d'un nombre est la puissance de 10 la plus proche de ce nombre.

Pour l'amateur v est de l'ordre de 10^2 km.h^{-1}

Pour le record du monde, on obtient le même ordre de grandeur.

Notre amateur est plutôt doué pour smasher.

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

Bac Amérique du Nord 2024 Spécialité physique-chimie Correction © https://labolycee.org
Jour 2 EXERCICE 2 : Une batterie comestible (5 points)

1. Composition et fonctionnement de la pile

Q.1. Écrire la demi-équation de la réaction électrochimique modélisant la transformation de la riboflavine lors du fonctionnement de la pile.

Q.1. D'après les données, la formule brute de la riboflavine est : $C_{17}H_{20}N_4O_6$.

C'est donc le réducteur du couple donné $C_{17}H_{18}N_4O_6$ / $C_{17}H_{20}N_4O_6$

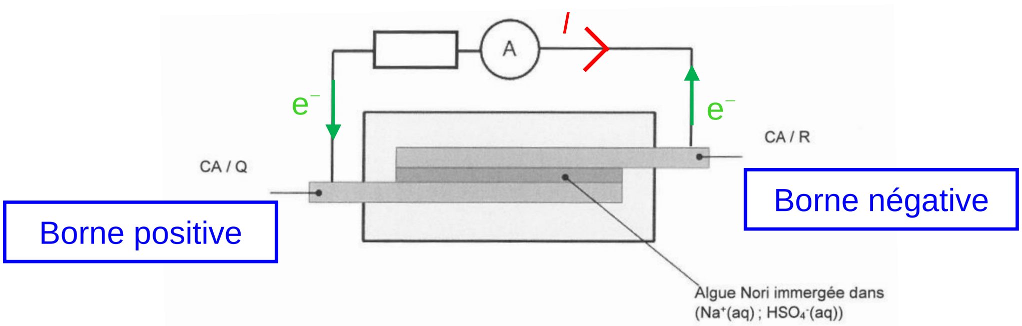
L'équation est : $C_{17}H_{20}N_4O_6 \rightarrow C_{17}H_{18}N_4O_6 + 2\ H^+ + 2\ e^-$

Q.2. En déduire si la riboflavine subit une oxydation ou une réduction. Justifier.

La riboflavine est un réducteur qui subit une oxydation (il cède des électrons).

Q.3. Compléter le schéma de fonctionnement de la pile situe en ANNEXE à rendre avec la copie en mentionnant : la borne positive, la borne négative, le sens du courant dans le circuit, le sens des électrons dans le circuit.

Explication (non demandée) : D'après l'équation de la Q1, l'électrode CA /R contenant de la riboflavine fournit des électrons au circuit : c'est donc l'électrode négative.



Q.4. Indiquer le rôle joué par le film d'algue Nori immergé dans la solution électrolytique d'hydrogénosulfate de sodium (Na^+(aq) ;HSO_4^-(aq)).

La membrane joue le rôle d'un pont salin : fermer le circuit et maintenir l'électroneutralité des électrolytes des 2 compartiments.

On peut également dire qu'elle sépare l'oxydant et le réducteur pour empêcher tout transfert direct d'électrons.

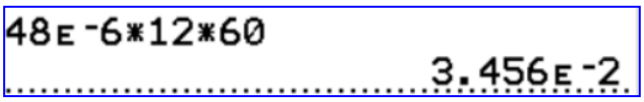
La réaction électrochimique modélisant la transformation mise en jeu sur l'électrode recouverte de quercétine est : $C_{15}H_{10}O_7$(s) + 2 H^+(aq) + 2 e^- = $C_{15}H_{12}O_7$(s)

Q.5. Déterminer la charge électrique Q délivrée par la pile pendant les 12 min de fonctionnement.

L'intensité étant un débit de charge électriques : $I = \dfrac{Q}{\Delta t}$ (si l'intensité est constante).

Ainsi, $Q = I \times \Delta t$ (avec I en A et Δt en s)

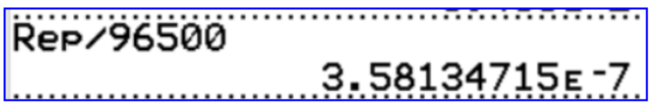
$Q = 48 \times 10^{-6} \times (12 \times 60) = 3{,}5 \times 10^{-2}\,\text{C}$



Q.6. Par définition, $Q = n_e \times N_A \times e = n_e \times F$

Donc $n_e = \dfrac{Q}{F}$

$$n_e = \frac{3{,}5 \times 10^{-2}}{96500} = 3{,}6 \times 10^{-7}\,\text{mol}$$



Q.7. Indiquer si, au bout de 12 min, la demi-pile est déchargée en calculant le pourcentage de quercétine qui a été consommée pendant cette durée.

D'après l'équation à l'électrode recouverte de quercétine : $\frac{n(e^-)}{2} = \frac{n(C_{15}H_{10}O_7)_{cons}}{1}$

Donc $n(C_{15}H_{10}O_7)_{cons} = \frac{3,6 \times 10^{-7}}{2} = 1,8 \times 10^{-7}$ mol.

La quantité initiale de quercétine était $n(C_{15}H_{10}O_7)_i = \frac{m(C_{15}H_{10}O_7)_i}{M(C_{15}H_{10}O_7)}$

Donc $n(C_{15}H_{10}O_7)_i = \frac{0,60 \times 10^{-3}}{302,24} = 2,0 \times 10^{-6}$ mol

Le pourcentage de quercétine consommé en 12 minutes est donc : $\frac{n(C_{15}H_{10}O_7)_{cons}}{n(C_{15}H_{10}O_7)_i} \times 100$

Soit $\frac{1,8 \times 10^{-7}}{2,0 \times 10^{-6}} \times 100 = 0,091 = 9,1\ \%$ donc la demi-pile n'est pas déchargée.

2. Recharge de la pile

Q.8. Indiquer la courbe qui représente la charge de la batterie comestible en analysant le graphe de la figure 2. Expliquer.

Lors de la décharge d'une batterie, la tension à ses bornes à tendance à diminuer ; c'est le contraire qui se produit lors de sa charge. La charge correspond donc à la courbe **a** qui est croissante.

Q.9. Calculer, avec les données fournies par la figure 4, la capacite en Ampèreheure (notée A·h) de la pile Nickel Métal Hybride. Discuter de la possibilité d'une réelle application de la batterie comestible dans la vie courante.

La capacité d'une pile est la quantité d'électricité maximale qu'elle peut fournir lors de sa décharge : $Q = I \times \Delta t$

Les seules données exploitables sur la figure 4 sont :

- La tension aux bornes de la pile : U = 1,2 V
- L'énergie emmagasinée : E = 0,048 Wh

Figure 4 : pile Nickel Métal Hybride (NMH)– D'après Adv. Mater. 2023, 35, 2211400

Or $E = P \times \Delta t = U \times I \times \Delta t$ car $P = U \times I$

En remplaçant $I \times \Delta t$ par Q, on trouve la relation (simple mais hors programme) reliant l'énergie emmagasinée et la capacité : $E = U \times Q$

On en déduit $Q = \frac{E}{U}$

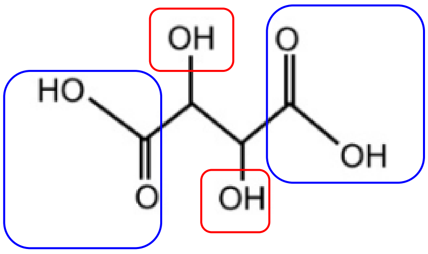
soit $Q = \frac{0,048\ \text{W.h}}{1,2\ \text{V}} = 4,0 \times 10^{-2}$ A.h

D'après la figure 3, la capacité d'une pile comestible est de $10\ \mu$A.h soit $1,0 \times 10^{-5}$ A.h, soit 4000 fois moins que la pile Nickel Métal Hybride : il semble peu envisageable d'utiliser des piles comestibles pour remplacer ce type de pile.

Bac Amérique du Nord 2024 Spécialité physique-chimie Correction © https://labolycee.org
Jour 2 EXERCICE 3 : Acidité totale d'un vin (4 points)

1. Étude de l'acide tartrique

Q.1. Reproduire sur votre copie la formule topologique de l'acide tartrique et entourer les groupes caractéristiques.



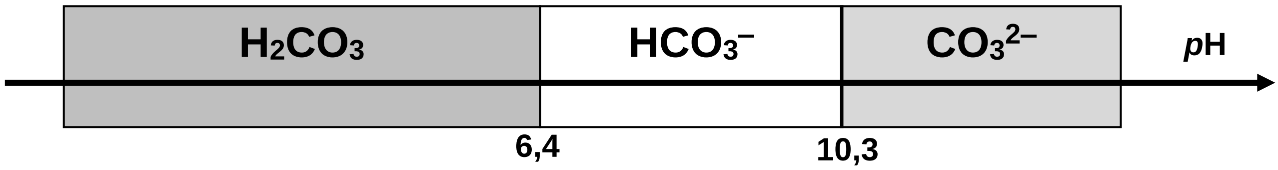
Q.2. Nommer les familles fonctionnelles correspondantes.

Groupe OH (hydroxyle) : famille des alcools

Groupe COOH (carboxyle) : familles des acides carboxyliques.

2. Acidité totale du vin

Q.3. Représenter le diagramme de prédominance faisant intervenir les couples H_2CO_3(aq) / HCO_3^-(aq) et HCO_3^-(aq) / CO_3^{2-}(aq)



Q.4. En déduire pourquoi il est nécessaire lors d'une première étape d'éliminer l'acide carbonique du vin.

Le *p*H du vin étant compris entre 2,70 et 3,70 alors H_2CO_3 est présent dans le vin, et comme il s'agit d'un acide il pourrait réagir avec la base HO^- versée lors du titrage. Le titrage serait faussé.

Q.5. Indiquer en justifiant le nom de l'indicateur coloré à utiliser dans l'étape 2 du protocole.

La zone de virage de l'indicateur coloré doit contenir le *p*H à l'équivalence.

L'équivalence est atteinte pour un *p*H égal à 7,0, ainsi on choisit le bleu de bromothymol avec sa zone de virage comprise entre 6,0 et 7,6.

Le protocole de titrage est réalisé avec V_A = 5,0 mL de vin. Le changement de couleur est observé pour un volume ajouté d'hydroxyde de sodium : V_B = 3,5 mL.

Q.6. Déterminer la valeur de l'acidité totale *AT* du vin analysé.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométriques.

$$n_{H_2SO_4} = \frac{n_{HO^-}}{2}$$

En notant C_A la concentration en acide H_2SO_4, on a $C_A.V_A = \dfrac{C_B.V_B}{2}$

$$C_A = \frac{C_B.V_B}{2V_A}$$

$$C_A = \frac{0{,}100\ \text{mol.L}^{-1} \times 3{,}5\ \text{mL}}{2 \times 5{,}0\ \text{mL}} = 3{,}5\times10^{-2}\ \text{mol.L}^{-1}$$

On en déduit la concentration en masse $C_m = C_A.M$.

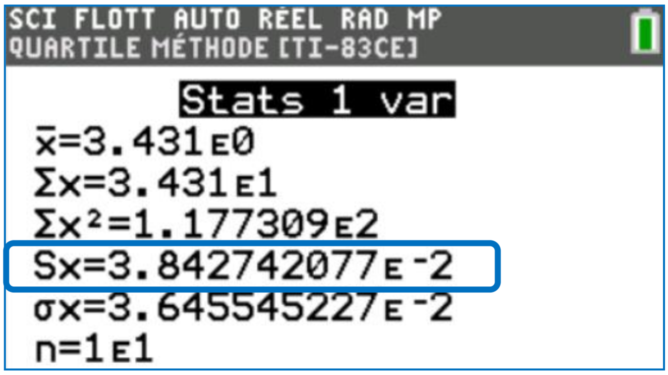
C_m = 3,5×10^{-2} mol.L^{-1} × 98,1 g.mol^{-1} = 3,4 g.L^{-1}

Ainsi l'acidité totale est AT = 3,4 g.L^{-1}.

Expérience	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Acidité totale calculée (en g.L^{-1})	3,41	3,38	3,52	3,45	3,43	3,45	3,44	3,41	3,42	3,40

Consulter ce diaporama pour utiliser votre calculatrice TI

https://fr.slideshare.net/Labolycee/ts-tpc2calculatricemoy-ecart



$$\overline{AT} = 3{,}431\text{ g.L}^{-1}$$

$$u\left(\overline{AT}\right) = \frac{s(AT)}{\sqrt{n}}$$

Avec n = 10, $u\left(\overline{AT}\right) = \dfrac{3{,}84\times10^{-2}}{\sqrt{10}}$ = 1,2×10^{-2} g.L^{-1}

On arrondit l'incertitude à un seul chiffre significatif

$u\left(\overline{AT}\right) = 2\times10^{-2}$ g.L^{-1} par excès

AT = 3,43 ± 0,02 g.L^{-1} on arrondit au 1/100^{e} compte tenu de l'incertitude qui porte sur les 100^{e}

Q.8. Comparer le résultat de cette acidité totale moyenne à la valeur souhaitée par le viticulteur. Conclure.

Le viticulteur souhaite obtenir une acidité totale de 3,45 g.L^{-1}.

On calcule le z-score pour comparer ce résultat de référence et celui des mesures.

$$z = \frac{\left|AT_{mes} - AT_{ref}\right|}{u(AT)}$$

$$z = \frac{\left|3{,}43 - 3{,}45\right|}{0{,}02} = 1$$

Le résultat de la mesure s'écarte de la valeur de référence d'une fois l'incertitude de mesure.

Dans ce cas, on peut considérer que la mesure reste en accord avec la valeur de référence.

Q.9. Choisir la proposition exacte ci-dessous et justifier votre choix.

a. En Alsace, l'acidité totale d'un vin doit être comprise entre 3,0 et 6,0 g·L^{-1}.

b. En Alsace, l'acidité totale d'un vin doit être comprise entre 4,6 g·L^{-1} et 9,2 g·L^{-1}.

c. En Alsace, l'acidité totale d'un vin doit être comprise entre 1,8 g·L^{-1} et 3,2 g·L^{-1}.

$AT = C_m = C_A.M$. donc pour l'acide tartrique $AT_{alsace} = C_A \times 150{,}0$

pour l'acide sulfurique $AT = C_A \times 98{,}1$

$$\frac{AT_{alsace}}{AT} = \frac{C_A \times 150{,}0}{C_A \times 98{,}1} \quad \text{soit } AT_{alsace} = AT \times \frac{150{,}0}{98{,}1}$$

Pour AT = 3,0 g.L^{-1}, alors $AT_{alscace}$ = $3{,}0\times\dfrac{150{,}0}{98{,}1}$ = 4,6 g.L^{-1}.

Pour AT = 6,0 g.L^{-1} alors $AT_{alscace}$ = $6{,}0\times\dfrac{150{,}0}{98{,}1}$ = 9,2 g.L^{-1}.

Donc on retient la proposition b.