BAC BLANC 2021: CORRECTION

EXERCICE 1: BOISSONS SUCRÉS

1. Proposer une justification de l'utilisation d'une solution de pH inférieur à 7 pour réaliser cette expérience.
D´après le sujet le saccharose subit l´hydrolyse en <u>milieu acide.</u>

2. Rappeler la définition du temps de demi réaction noté $t_{1/2}$.

C´est le temps mesuré lorsque le système a atteint la moitié de l´avancement final.

3. Expliquer pourquoi les mesures effectuées ne permettent pas de déterminer le pourcentage de saccharose restant dans la boisson lorsque la DDM est atteinte.

La courbe d´évolution temporelle ne donne l´évolution que pour les 1800 premières heures. Ce qui correspond à environ 2 mois et demi, or la DDM est d´environ 3 mois d´après le sujet.

4. Définir la vitesse volumique v de disparition du saccharose. $v = -\dfrac{d[S]}{dt}$

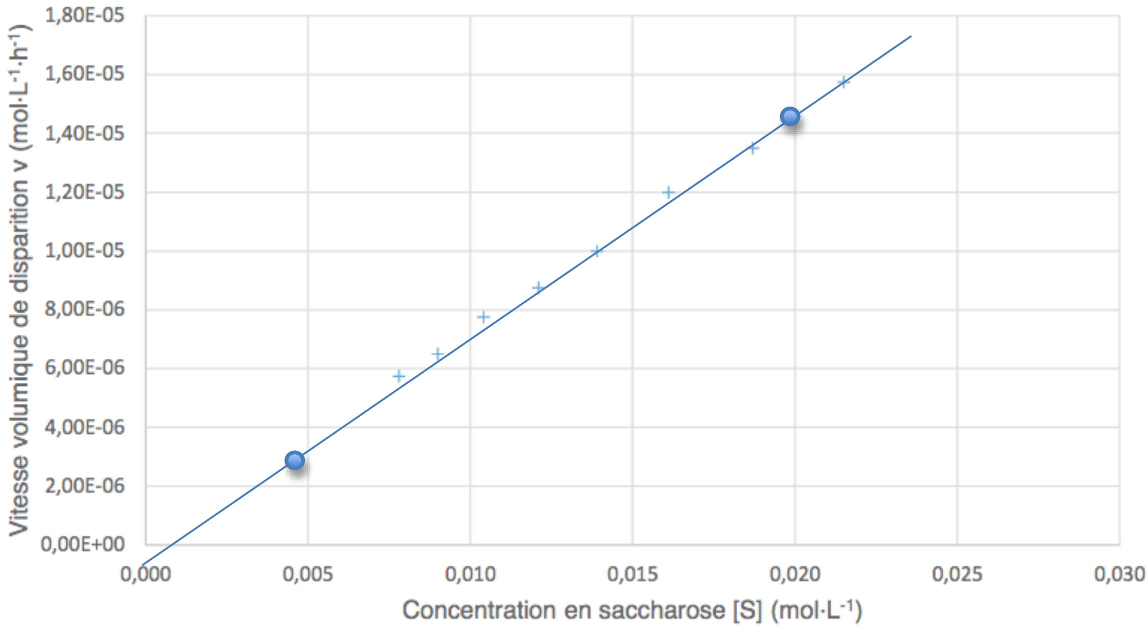
5. Expliquer comment obtenir une estimation de la valeur de la vitesse volumique de disparition du saccharose à un instant t donné à partir des mesures réalisées.
L'explication peut être illustrée par la réalisation de cette estimation pour une date au choix du candidat.

On peut, à une date donnée, tracer la tangente à la courbe d´évolution et déterminer sa pente.
On peut aussi estimer cette vitesse entre deux dates t_1 et t_2 relativement proches et effectuer le calcul: $-\dfrac{[S]_{t_2} - [S]_{t_2}}{t_2 - t_1}$

6. Dans le cas d'une loi de vitesse d'ordre 1, rappeler la relation existant entre la vitesse volumique de disparition v du saccharose, la concentration en saccharose [S] et une constante notée k.

Pour une loi de vitesse d´ordre 1: $-\dfrac{d[S]}{dt} = k \times [S]$

Sur le graphique de la **figure 2**, l'évolution de la vitesse volumique v de disparition du saccharose est représentée en fonction de la concentration en saccharose [S].



7. Discuter de l'accord des mesures avec une loi de vitesse d'ordre 1.

La modélisation de la courbe relative aux résultats expérimentaux révèle une <u>proportionnalité</u> entre la vitesse de disparition de S et sa concentration. Ce qui est compatible avec une loi de vitesse d´ordre 1.

8. Montrer que la constante k a une valeur de l'ordre de $7{,}3 \cdot 10^{-4}\ h^{-1}$.

Il faut pour cela estimer la valeur de la pente de la droite de modélisation en prenant deux points (voir courbe):

$$\frac{1{,}45 \times 10^{-5} - 3{,}0 \times 10^{-6}}{0{,}02 - 0{,}005} = 7{,}7 \times 10^{-4}\, h^{-1}$$

Le résultat est bien du même ordre de grandeur que la valeur donnée dans le sujet.

EXERCICE 2: UN JEU D´ADRESSE

1. Étude énergétique

1.1 Identifier les grandeurs calculées dans l'extrait du programme écrit en langage python (figure 2) aux lignes 15, 16, 17 et 18.

Ligne 15 ? = (vx2 + vz**2)**(1/2)** **Calcul de la vitesse v =** $\sqrt{v_x^2 + v_z^2}$

Ligne 16 ? = 0.5*m*v2** **Calcul de l'énergie cinétique** $\frac{1}{2}.m.v^2$

Ligne 17 ? = m*g*z **Calcul de l'énergie potentielle de pesanteur $E_{pp} = m.g.z$**

Ligne 18 ? = 0.5*m*v2 + m*g*z** **Calcul de l'énergie mécanique $E_m = E_C + E_{PP}$**

1.2 Exploitation de la figure

1.2.1 En justifiant votre choix, attribuer à chaque série l'énergie qui lui correspond.

L'étude porte sur la partie ascendante du mouvement ainsi l'altitude z augmente donc E_{PP} augmente et correspond à la série 3.
La vitesse diminue, donc l'énergie cinétique aussi et correspond à la série 2.
Enfin l'énergie mécanique correspond à la somme $E_C + E_{PP}$ représentée par la série 1.

1.2.2 Expliquer en quoi les résultats expérimentaux permettent de considérer que l'action de l'air sur le sac n'est pas négligeable devant le poids du sac.

L'énergie mécanique diminue au cours du temps, ce qui montre que les frottements de l'air ne sont pas négligeables face à la force poids du sac.

1.2.3 Estimer la valeur de la vitesse initiale *v*0 du centre de masse du sac.

On lit sur la figure la valeur de l'énergie cinétique initiale $E_{C0} = \frac{1}{2}.m.v_0^2$ = 17,8 J

$v_0 = \sqrt{\frac{2E_{C0}}{m}}$ $v_0 = \sqrt{\frac{2\times 17,8}{0,440}}$ **= 9,00 m.s^{-1}**

1.2.4 Estimer la valeur de l'altitude initiale *H* du centre de masse du sac. Commenter.

On lit sur la figure 3, la valeur de l'énergie potentielle initiale $E_{PP0} = m.g.H$ = 3,8 J

$H = \frac{E_{PP0}}{m.g}$

$H = \frac{3,8}{0,440\times 9,81}$ **= 0,88 m**

Cette valeur semble correcte, la figure 1 montre que H est environ à mi-hauteur du joueur.

2. Étude du mouvement du sac après le lancer

On souhaite étudier la chute du sac au cours du temps. La situation est toujours représentée sur la figure 1. Les frottements ne seront pas pris en compte dans cette partie.

On souhaite établir les expressions littérales des grandeurs accélération, vitesse et position du sac lors de son mouvement, ainsi que les caractéristiques (vitesse initiale et direction initiale) nécessaires à la réussite d'un lancer valant trois points.

2.1. Déterminer les expressions littérales des coordonnées a_x et a_z du vecteur accélération a du centre de masse du sac suivant les axes Ox et Oz.

On applique la deuxième loi de Newton $\Sigma\overrightarrow{F_{Ext}} = m.\vec{a}$ au système {sac} dans le référentiel sol supposé galiléen.
Le système n'est soumis qu'à la force poids.

$\vec{P} = m.\vec{a} \Leftrightarrow m.\vec{g} = m.\vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g}$

En projection selon les axes Ox et Oz du repère choisi et compte tenu du sens du vecteur $\vec{g}$ indiqué sur le schéma il vient :

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_z = g_z = -g \end{cases}$$

2.2. En déduire les expressions littérales des équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ de la position du centre de masse du sac au cours du mouvement.

$\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$ **donc** $a_x = \dfrac{dv_x(t)}{dt}$ **et** $a_z = \dfrac{dv_z(t)}{dt}$

Ainsi en primitivant on obtient $\vec{v}\begin{cases} v_x(t) = Cte_1 \\ v_z(t) = -g.t + Cte_2 \end{cases}$

On détermine les constantes avec les conditions initiales.

Coordonnées du vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$: $\vec{v}_0\begin{cases} v_{0x} = v_0.\cos\alpha \\ v_{0z} = v_0.\sin\alpha \end{cases}$

Compte tenu du vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0 = \vec{v}(t=0)$ on a :

$v_0.\cos\alpha = Cte_1$
$v_0.\sin\alpha = 0 + Cte_2$

Finalement : $\vec{v}\begin{cases} v_x(t) = v_0.\cos\alpha \\ v_z(t) = -g.t + v_0.\sin\alpha \end{cases}$

À chaque instant $\vec{v} = \dfrac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$ **donc** $v_x = \dfrac{dx(t)}{dt}$ **et** $v_z = \dfrac{dz(t)}{dt}$

En primitivant on obtient $\overrightarrow{OM}\begin{cases} x(t) = v_0.\cos\alpha.t + Cte_3 \\ z(t) = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + v_0.\sin\alpha.t + Cte_4 \end{cases}$

Conditions initiales, à t = 0 s, le projectile est au point de coordonnées ($x(0) = 0$; $z(0) = H$) donc :

$0 + Cte_3 = 0$
$0 + 0 + Cte_4 = H$

Finalement, on obtient les équations horaires $\overrightarrow{OM}\begin{cases} x(t) = v_0.\cos\alpha.t \\ z(t) = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + v_0.\sin\alpha.t + H \end{cases}$

2.3. Montrer que l'équation littérale de la trajectoire du centre de masse du sac dans le repère d'espace (Ox, Oz) est : $zx = –12g·x2v02·\cos2\alpha + x·\tan(\alpha) + H$.

Qualifier cette trajectoire.

$$t = \frac{x(t)}{v_0.\cos\alpha} \Leftrightarrow z(x) = -\frac{1}{2}.g.\left(\frac{x}{v_0.\cos\alpha}\right)^2 + v_0.\sin\alpha.\frac{x}{v_0.\cos\alpha} + H$$

$z(x) = -\dfrac{1}{2}.g.\dfrac{x^2}{v_0^2.\cos^2\alpha} + \tan\alpha.x + H$ **Cette trajectoire est une parabole.**

2.4. Indiquer les paramètres initiaux de lancement sur lesquels le joueur peut avoir une influence et qui jouent un rôle pour la réussite d'un lancer à trois points.

Le joueur peut modifier la vitesse initiale v_0, l'angle α et l'altitude de départ H. Le joueur effectue un premier lancer. L'équation de la trajectoire du centre de masse du sac a pour expression numérique : $z(x) = – 0,0842\ x^2 + 0,625\ x + 0,880$ avec x et z en m

La distance d qui sépare l'origine O du repère d'espace et le bord de la planche est égale à d = 8,0 m.

2.5. Déterminer le nombre de point(s) marqué(s) par le joueur pour ce lancer.

Déterminons l'abscisse x à laquelle le sac touche le sol z = 0 m.
0 = – 0,0842 x^2 + 0,625 x + 0,880
Δ = 0,625² + 4×0,0842×0,880 = 0,687009

$$x_1 = \frac{-0{,}625+\sqrt{0{,}687009}}{-2\times 0{,}0842} = -1{,}21 \text{ m} \qquad x_2 = \frac{-0{,}625-\sqrt{0{,}687009}}{-2\times 0{,}0842} = 8{,}6 \text{ m}$$

On ne retient que la solution positive: x_2 = 8,6 m
Pour tomber dans le trou, il faudrait que 8,0 + 0,91 < x <8,0 + 0,91 + 0,16 m
8,91 < x < 9,07 m
Le sac arrive sur la planche car x > 8,0 m, mais ne tombe pas dans le trou.
Le joueur marque 1 point.

2.6. Le joueur effectue un second lancer en conservant le même angle de tir α, la même hauteur initiale H mais en modifiant la valeur de la vitesse initiale par rapport au premier lancer.

Déterminer une valeur possible de la nouvelle vitesse initiale $v0$, afin que le sac tombe directement dans le trou. Commenter la valeur obtenue.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

On reprend l'équation de la trajectoire: $z(x) = -\frac{1}{2}.g.\frac{x^2}{v_0{}^2.\cos^2\alpha} + \tan\alpha.x + H$,

On cherche v_0 avec x = 9,0 m et z = 0.
Il faut déterminer α et H.
On avait z(x) = – 0,0842 x^2 + 0,625 x + 0,880, donc par analogie tan α = 0,625 et H = 0,88 m.
α = arctan (0,625)
α = 32,0°

$$0 = -\frac{1}{2}\times 9{,}81\times\frac{9{,}0^2}{v_0{}^2.\cos^2 32} + \tan 32\times 9{,}0 + 0{,}880 \qquad 0 = -\frac{552}{v_0{}^2} + 5{,}625 + 0{,}880$$

$$0 = -\frac{552}{v_0{}^2} + 6{,}505 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{552}{v_0{}^2} = 6{,}505 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{552}{6{,}505} = v_0{}^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{552}{6{,}505}} = 9{,}21 \text{ m.s}^{-1}$$

V_0 = 9,21×3,6 = 33,2 km.h^{-1}

Cette valeur est élevée et on comprend la difficulté de ce sport car il faut allier force (pour atteindre une vitesse initiale suffisante) et précision (pour maitriser le geste et adapter α et H).

EXERCICE 3: LES BIENFAITS DU MAGNÉSIUM

La solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_B = 4,00 × 10^{-2} mol.L^{-1}, utilisée pour le titrage est obtenue par dilution d'une solution mère S_0 de concentration C_0 = 1,00 × 10^{-1} mol·L^{-1}. On dispose de fioles jaugées (50,0 mL ; 100,0 mL ; 200,0 mL) et de pipettes jaugées (10,0 mL ; 20,0 mL ; 25,0 mL).

1. Indiquer la verrerie à utiliser pour effectuer cette dilution avec un seul prélèvement de S_0. Expliquer la réponse.

On procède à une dilution au cours de laquelle la quantité de matière de soluté se conserve.

Solution mère :
C_0 = 1,00×10^{-1} mol.L^{-1}
V_0 à prélever

Solution fille : S_0
C_B = 4,00×10^{-2} mol.L^{-1}
V_B à préparer

$C_0.V_0 = C_B.V_B$

$$V_0 = \frac{C_B.V_B}{C_0}$$

$$V_0 = \frac{4,00 \times 10^{-2} \times V_B}{1,00 \times 10^{-1}}$$

$V_0 = 0,400 \times V_B$ **On cherche la combinaison pipette jaugée pour V_0 et fiole jaugée pour V_B qui respecte cette égalité.**

On pose V_B = 50,0 mL alors V_0 = 0,400×50,0 = 20,0 mL

Ainsi on utilise une pipette jaugée de 20,0 mL pour prélever la solution mère, et on prépare la solution fille dans une fiole jaugée de 50,0 mL.

2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage puis définir l'équivalence.

$H_3O^+(aq) + HO^-(aq) \rightarrow 2\ H_2O(\ell)$

À l'équivalence, on a mélangé les réactifs dans les proportions stœchiométriques.

$$n_{H_3O^+ initiale} = n_{HO^- versée}$$

3. Justifier, par un raisonnement détaillé, le choix possible de l'indicateur coloré pour suivre le dosage par titrage colorimétrique.

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

Sur la courbe de titrage, on repère le volume équivalent. Il correspond au maximum de la dérivée $\frac{dpH}{dV}$. On observe alors que le *pH* à l'équivalence est compris entre 4 et 10.

Seul le bleu de bromothymol convient, à l'équivalence sa coloration passera de jaune à bleue.

4. Montrer que la quantité de matière d'ions oxonium dans l'éluat est égale à 4,0 × 10^{-4} mol.

Le volume équivalent est V_E = 10,0 mL.

$$n_{H_3O^+ initiale} = n_{HO^- versée}$$

$$n_{H_3O^+ initiale} = C_B.V_E$$

$$n_{H_3O^+ initiale} = 4,00 \times 10^{-2} \times 10,0 \times 10^{-3} = 4,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Pour les adultes, le besoin quotidien en magnésium est estimé à 6,0 mg par kilogramme de masse corporelle.

5. Résolution de problème : Déterminer le nombre de comprimés de médicament qui apporteraient, à un adulte en manque de magnésium, la masse de magnésium préconisée par jour.

Porter un regard critique sur le résultat obtenu en proposant un moyen de réduire cette consommation médicamenteuse.

On cherche la masse de magnésium contenue dans un comprimé.

Pour chaque ion magnésium fixé, la résine libère deux ions oxonium.

$n_{H_3O^+ initiale} = 2n_{Mg^{2+}}$ **Il y avait deux fois plus de Mg^{2+} dans V_1 = 25,0 mL de solution S qu'il n'y a de H_3O^+ dans l'éluat.**

$$\frac{n_{H_3O^+ initiale}}{2} = n_{Mg^{2+}}$$

$n_{Mg^{2+}} = \dfrac{4{,}00 \times 10^{-4}}{2} = 2{,}00 \times 10^{-4}$ mol **contenue dans V_1 = 25,0 mL de solution *S*.**

$$m_{Mg^{2+}} = n_{Mg^{2+}}.M_{Mg}$$

$m_{Mg^{2+}} = 2{,}00 \times 10^{-4} \times 24{,}3 = 4{,}86 \times 10^{-3} g = 4{,}86 mg$ **dans V_1 = 25,0 mL**

Le comprimé a été dissout dans *V* = 250 mL, ainsi la masse de magnésium qu'il contient est 10 fois plus grande que celle déterminée dans l'échantillon de 25,0 mL.

$$m_{Mg^{2+}} = 48{,}6 mg$$

Le besoin quotidien est de 6,0 mg par kilogramme de masse corporelle.
Si on choisit une masse corporelle de 80 kg, alors le besoin est de 80×6,0 = 480 mg.
Le nombre de comprimés nécessaire est donc égal à 480 / 97,2 = 9,8 comprimés.
On arrondit à l'entier supérieur.
Il faut donc 10 comprimés par jour.

Regard critique :
Ce nombre de comprimés est élevé. Il est pénible pour un patient de prendre 10 comprimés par jour. Il faudrait modifier le médicament et augmenter la masse de magnésium contenue par comprimé.