

CORRIGÉ BAC BLANC SCIENCES-PHYSIQUES - MARS 2024

EXERCICE A : UN "JET DE 7 MÈTRES" AU HANDBALL (11 POINTS)

PARTIE I : ÉTUDE DU MOUVEMENT D'UN BALLON LORS DU TIR AU-DESSUS DU GARDIEN

1. Le référentiel dans lequel la trajectoire du ballon est observée sur la chronophotographie est le référentiel terrestre.

2. Système : {ballon}

Référentiel : terrestre considéré galiléen

Bilan des forces extérieures : poids $\vec{P}$ (action de l'air négligée)

2^{ème} loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a}$ soit $m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$ d'où $\vec{a} = \vec{g} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$

3. $\frac{G \cdot M_T^2}{R_T^2}$ s'exprime en $\frac{\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^2}{\text{m}} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \neq \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ donc la relation ③ n'est pas homogène.

$\frac{G \cdot M_T}{R_T^2}$ s'exprime en $\frac{\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}}{\text{m}^2} = \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ donc la relation ④ est homogène.

La relation ⑤ n'est pas homogène : on ne peut pas additionner des grandeurs (G et M_T) qui n'ont pas la même unité !

4. $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ d'où par intégration des coordonnées du vecteur accélération : $\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = -g \cdot t + C_2 \end{cases}$

et en tenant compte des conditions initiales pour le vecteur vitesse : $\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = C_1 \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha = C_2 \end{cases}$

d'où : $\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha & (1) \\ v_y(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha & (2) \end{cases}$

5. • La coordonnée $v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$ ne dépend pas du temps. Elle correspond à la courbe 1 qui est modélisable par une droite horizontale qui garde approximativement la même valeur quelle que soit la date t.

• La coordonnée $v_y = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha$ est modélisable par une fonction affine décroissante. Elle correspond à la courbe 2.

6. On lit à l'instant $t = 0\text{s}$ sur les courbes modélisées :

$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = 6,4 \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha = 4,4 \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \end{cases}$ or : $\tan \alpha = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} = \frac{4,4}{6,4} = 0,69$ donc $\alpha = \arctan(0,69) = 35^\circ$ et : $v_0 = \frac{v_{0x}}{\cos \alpha} = 7,8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

ou bien : $v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2} = \sqrt{6,4^2 + 4,4^2} = 7,8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

7. $\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$ d'où par intégration $\vec{OM} \begin{cases} x(t) = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t + C_4 \end{cases}$

et en tenant compte des conditions initiales pour le vecteur position : $\vec{OM}_0 \begin{cases} x_0 = 0 = C_3 \\ y_0 = h = C_4 \end{cases}$

d'où : $\vec{OM} \begin{cases} x(t) = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t & (1) \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t + h & (2) \end{cases}$

8. (1) donne : $t = \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha}$ d'où en remplaçant dans (2) :

$y(x) = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} + \cancel{v_0 \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{x}{\cancel{v_0 \cdot \cos \alpha}} + h = \frac{-g}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} x^2 + \tan(\alpha) \cdot x + h$

9. Le gardien est lobé si la balle passe au-dessus de lui : $y(4,0\text{m}) > 2,8\text{m}$

$y(4,0\text{m}) = \frac{-9,81}{2 \times 7,8^2 \times \cos^2(35)} 4,0^2 + \tan(35) \times 4,0 + 2,34 = 3,2\text{m} > 2,8\text{m}$ donc le gardien est lobé.

Le but est marqué si la balle passe sous la barre transversale : $y(7,0\text{m}) < 2,0\text{m}$

$y(7,0\text{m}) = \frac{-9,81}{2 \times 7,8^2 \times \cos^2(35)} 7,0^2 + \tan(35) \times 7,0 + 2,34 = 1,4\text{m} < 2,0\text{m}$ donc la balle passe sous la barre transversale.

Remarque : Le rayon du ballon n'a pas été pris en compte. Un ballon de hand a un rayon voisin de $10\text{cm} = 0,10\text{m}$ donc le deuxième critère deviendrait : $y(7,0\text{m}) < 1,90\text{m}$. Le but est bien marqué.

PARTIE II : ÉTUDE DES ONDES SONORES PRODUITES PAR LE SIFFLET DE L'ARBITRE

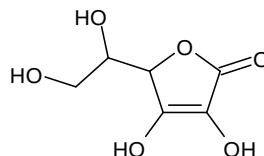
- 200 coups de sifflet d'une durée moyenne de 0,3s conduisent à une durée d'exposition voisine de $200 \times 0,3 = 60s = 1\text{min}$ à un niveau sonore de 115dB.
Or la durée limite d'exposition à 107dB est déjà de 1min.
Cette durée limite d'exposition sera donc plus faible pour des sons plus forts à 115dB : l'arbitre encourt donc un risque auditif.
- L'arbitre peut mettre des protections auditives (bouchons d'oreille) : il s'agit d'une atténuation par absorption.
- $L = 10 \cdot \log(I/I_0)$ donc : $\log(I/I_0) = L/10$ et : $I/I_0 = 10^{L/10} \Leftrightarrow I = I_0 \cdot 10^{L/10} = 1,0 \cdot 10^{-12} \times 10^{115/10} = 0,32 \text{ W.m}^{-2}$
- Le sifflet est à $d = 15\text{cm} = 0,15\text{m}$ des oreilles : $I = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot d^2}$ donc : $P = I \times 4 \cdot \pi \cdot d^2 = 0,32 \times 4 \pi \times 0,15^2 = 8,9 \cdot 10^{-2} \text{ W}$
- La nouvelle intensité sonore à $d' = 5,0\text{m}$ vaut : $I' = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot (d')^2} = \frac{8,9 \cdot 10^{-2}}{4 \pi \times 5,0^2} = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$
Soit un niveau sonore : $L' = 10 \cdot \log(I'/I_0) = 10 \cdot \log(2,8 \cdot 10^{-4} / 1,0 \cdot 10^{-12}) = 85\text{dB}$
- Atténuation : $A = L - L' = 115 - 85 = 30\text{dB}$
Cette atténuation est due à l'éloignement de la source : on parle d'atténuation géométrique.
- Intensité sonore due au bruit ambiant : $I_1 = I_0 \cdot 10^{L_1/10} = 1,0 \cdot 10^{-12} \times 10^{75/10} = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$
Intensité sonore due au sifflet à 15m de l'arbitre : $I_2 = I_1 = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$ d'après l'énoncé.
Intensité sonore résultante : $I = I_1 + I_2 = 2 \cdot I_1 = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$
Niveau d'intensité sonore global perçu : $L = 10 \cdot \log(I/I_0) = 10 \cdot \log(6,3 \cdot 10^{-5} / 1,0 \cdot 10^{-12}) = 78\text{dB}$
On retrouve que lorsque l'intensité sonore double, le niveau d'intensité sonore augmente de 3,0dB.

EXERCICE B : L'IMPORTANCE DE LA VITAMINE C (9 POINTS)

PARTIE I : DÉGRADATION DE LA VITAMINE C DANS UN COMPRIMÉ

L'ACIDE ASCORBIQUE ET SES COUPLES ACIDE-BASE

- Il s'agit de la proposition © $\Rightarrow$



PRÉPARATION DE LA SOLUTION TITRANT

- Au cours de la dilution, il y a conservation de la quantité de matière en soluté :

$$C_{\text{mère}} \cdot V_{\text{mère}} = C_{\text{filie}} \cdot V_{\text{filie}} \Leftrightarrow C_0 \cdot V_0 = C_B \cdot V_B$$

$$V_0 = \frac{C_B \cdot V_B}{C_0} = \frac{1,00 \cdot 10^{-2} \times 200,0 \cdot 10^{-3}}{0,200} = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 10,0 \text{ mL}$$

- Prélèvement de V_0 : pipette jaugée de 10,0mL
Mesure de V_B : fiole jaugée de 200,0mL

TITRAGE DE LA SOLUTION S_A

- $\text{AH}_2 + \text{HO}^- \rightarrow \text{AH}^- + \text{H}_2\text{O}$

- Loi de Kohlrausch :

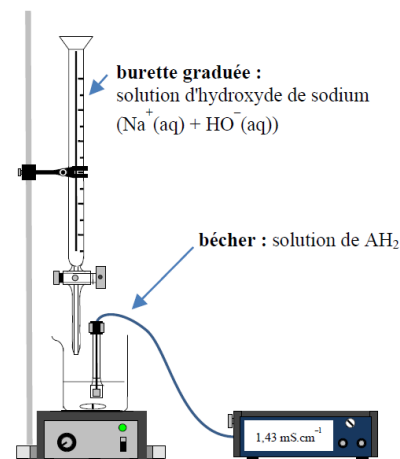
$$\sigma = \lambda(\text{Na}^+) \cdot [\text{Na}^+] + \lambda(\text{HO}^-) \cdot [\text{HO}^-] + \lambda(\text{AH}^-) \cdot [\text{AH}^-]$$

Avant l'équivalence :

- ions Na^+ : $n(\text{Na}^+)$ augmente car les ions Na^+ sont apportés par la burette et ils sont spectateurs : ils s'accumulent.
 - ions HO^- : $n(\text{HO}^-) \approx 0$ car les ions HO^- sont limitants.
 - ions AH^- : $n(\text{AH}^-)$ augmente car les ions AH^- sont formés par la réaction.
- $\Rightarrow$ La conductivité augmente en raison de l'augmentation des concentrations en ions Na^+ et AH^- .

Après l'équivalence :

- ions Na^+ : $n(\text{Na}^+)$ augmente car les ions Na^+ sont apportés par la burette et ils sont spectateurs : ils s'accumulent.
 - ions HO^- : $n(\text{HO}^-)$ augmente car les ions HO^- sont en excès : ils s'accumulent.
 - ions AH^- : $n(\text{AH}^-) = \text{constante}$ car il n'y a plus de réaction chimique.
- $\Rightarrow$ La conductivité augmente en raison de l'augmentation des concentrations en ions Na^+ et HO^- maintenant.
 $\Rightarrow$ La conductivité augmente plus rapidement qu'avant l'équivalence car $\lambda(\text{HO}^-) > \lambda(\text{AH}^-)$.



6. On trace les deux droites modélisant les points expérimentaux avant et après l'équivalence. Le volume équivalent est égal à l'abscisse du point d'intersection de ces deux droites : $V_{BE} = 11,2\text{mL}$

7. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n(\text{AH}_2)_{\text{dosée}}}{1} = \frac{n(\text{HO}^-)_E}{1}$$

$$n(\text{AH}_2)_{\text{dosée}} = C_B \cdot V_{BE} = 1,00 \cdot 10^{-2} \times 11,2 \cdot 10^{-3} = 1,12 \cdot 10^{-4} \text{mol}$$

• Le comprimé a été dissous dans la solution S_A de volume 200mL .

Or on a dosé seulement $20,0\text{mL}$ de cette solution S_A soit $1/10^{\text{ème}}$ de l'acide ascorbique du comprimé.

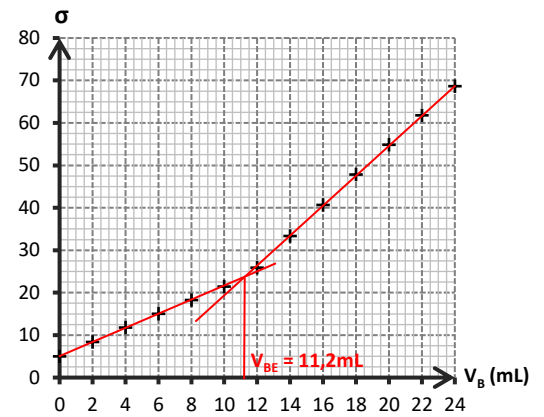
$$n = n(\text{AH}_2)_{\text{comprimé}} = 10 \times n(\text{AH}_2)_{\text{dosée}} = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{mol}$$

• Masse d'acide ascorbique dans le comprimé :

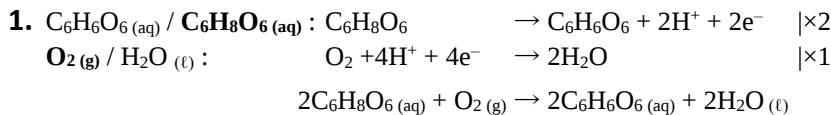
$$m = n \cdot M(\text{AH}_2) = 1,12 \cdot 10^{-3} \times 176,1 = 0,197\text{g} = 197\text{mg}$$

On a bien : $170\text{mg} < m < 230\text{mg}$

8. L'emballage indique une masse de 250mg , or le titrage a démontré que le cachet ne contenait plus que 197mg . Une partie de l'acide ascorbique a été consommée par une réaction qui a eu lieu à l'air libre.



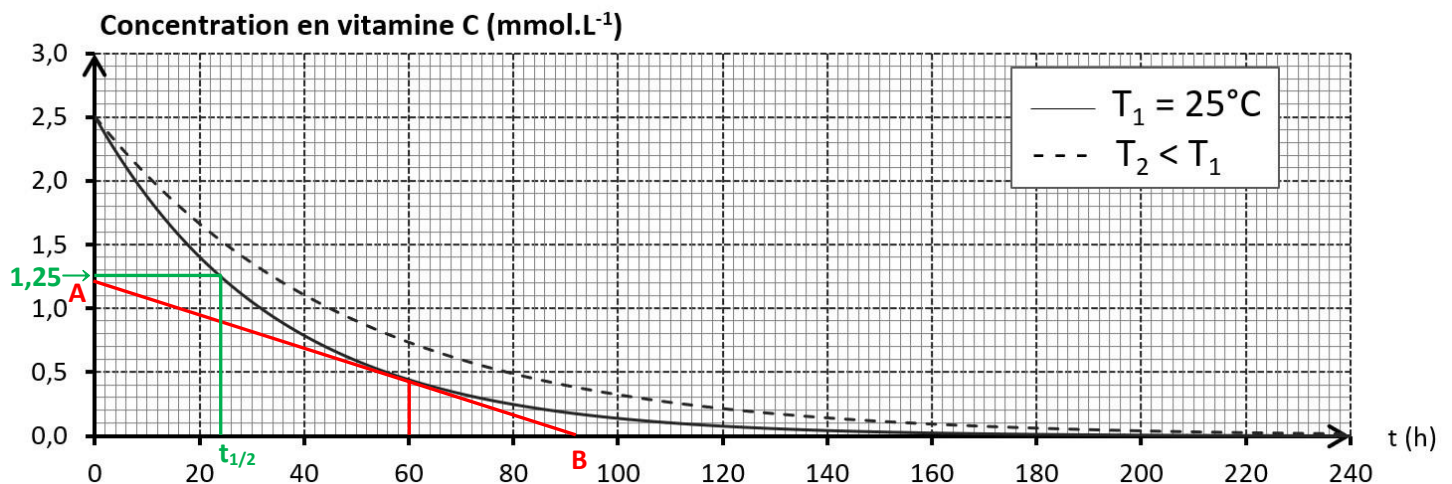
PARTIE II : ÉTUDE CINÉTIQUE DE LA DÉGRADATION DE LA VITAMINE C DANS UN JUS D'ORANGE



2. Vitesse volumique de disparition de la vitamine C :

$$v_{\text{disp}} = - \frac{d[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]}{dt}$$

3. Le nombre dérivé est le coefficient directeur de la tangente à la courbe au point considéré. La vitesse de disparition de la vitamine C est donc égale à la valeur absolue du coefficient directeur des tangentes à la courbe $[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6](t)$. Or celles-ci sont de moins en moins inclinées par rapport à l'horizontale. La vitesse de disparition diminue au cours du temps. Au cours du temps, la concentration en vitamine C diminue : la concentration en réactif étant un facteur cinétique, la vitesse diminue.



$$4. v_{\text{disp}}(60\text{h}) = - \left(\frac{d[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]}{dt} \right)_{t=60\text{h}} = - \frac{[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_B - [\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_A}{t_B - t_A} = - \frac{0 - 1,2}{92} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{mmol.L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$$

5. Le temps de demi-réaction est la durée pour laquelle l'avancement est égal à la moitié de l'avancement final.

Pour une transformation totale, la concentration en réactif limitant est alors divisée par 2.

$$[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]_i = 2,50 \text{mmol.L}^{-1} \quad \text{donc} : [\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6](t_{1/2}) = 1,25 \text{mmol.L}^{-1} \quad \text{donc graphiquement} : t_{1/2} = 24\text{h}$$

Cette valeur est en accord avec le texte introductif :

« Par exemple, à température ambiante, la moitié de la teneur en vitamine C d'un jus de fruit peut être perdue en 24 heures. »

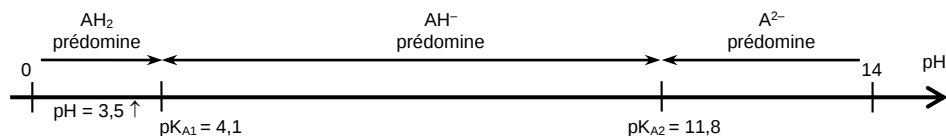
6. La température est un facteur cinétique.

Les courbes montrent qu'à une température T_2 plus basse la décomposition de la vitamine C est plus lente.

Le jus d'orange laissé sur une table se trouve à une température plus élevée que conservé au réfrigérateur ; ainsi la vitamine C se décomposera plus vite sur la table : il est préférable de conserver le jus d'orange au réfrigérateur.

PARTIE III : VITAMINE C DANS LES CRÈMES

1. L'oxydation de la vitamine C par les ions cuivre Cu^{2+} conduit à la formation d'atomes de cuivre Cu qui doivent être responsables des taches colorées.
2. Diagramme de prédominance pour les couples AH_2/AH^- et $\text{AH}^-/\text{A}^{2-}$:



$$3. K_{\text{A}1} = \frac{[\text{AH}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}_2]} \quad \text{donc :} \quad \frac{K_{\text{A}1}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\text{AH}^-]}{[\text{AH}_2]} \Leftrightarrow \frac{[\text{AH}_2]}{[\text{AH}^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_{\text{A}1}} = \frac{10^{-\text{pH}}}{10^{-\text{pK}_{\text{A}1}}} = 10^{\text{pK}_{\text{A}1} - \text{pH}} = 10^{4,1 - 3,5} = 10^{0,60} = \underline{4,0}$$

Ainsi : $[\text{AH}_2] = 4,0 \times [\text{AH}^-]$

On a bien AH_2 qui prédomine à un pH de 3,5 ce qui est aussi confirmé par le diagramme tracé à la question 2.

Comme l'indique la **recommandation n°2**, à un tel pH on a bien la vitamine C essentiellement sous sa forme acide.

Un pH encore plus acide pourrait augmenter la proportion d'acide AH_2 dans la crème mais pourrait aussi être irritant pour la peau.