

CORRECTION

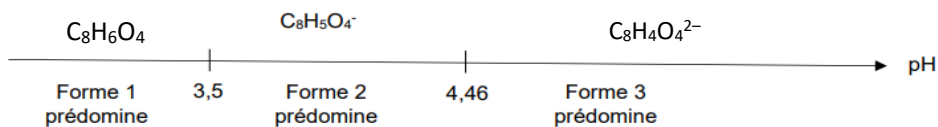
EXERCICE 1 - Synthèse microbienne de la vanilline à partir de déchets de PET (3,5 points)

1. Donner la définition d'un acide selon Bronsted.

Un acide est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs ions hydrogène H^+ .

2. Etablir le diagramme de prédominance des différentes espèces acide-base issues de l'acide téréphtalique.

Les domaines de prédominance de l'acide téréphtalique sont donnés sur le diagramme suivant :



3. Montrer que le choix d'une solution tampon à $pH = 5,5$ respecte les conditions expérimentales souhaitées.

Pour $pH = 5,5$, la forme 3 prédomine. Il n'y a donc pas d'acide téréphtalique dans le milieu.

Et le $pH < 7$ donc le milieu est encore acide ainsi la transformation n'est pas limitée ce qui aurait pu être le cas si le pH était plus élevé.

EXERCICE 2 - Étude d'une solution aqueuse d'acide butyrique (points)

1. Donner l'expression du taux d'avancement final τ de la réaction étudiée en fonction de l'avancement final x_f et de l'avancement maximal x_{max} .

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$$

2. Exprimer l'avancement maximal x_{max} en fonction de C et V .

Si l'acide butyrique est totalement consommé alors : $n_{AH\text{ initiale}} - x_{max} = 0$ donc $x_{max} = n_{AH\text{ initiale}} = c \cdot V$.

3. Exprimer la valeur de l'avancement final x_f en fonction du pH et de V .

$$[H_3O^+]_f = \frac{n_{H_3O^+}}{V} = \frac{x_f}{V} \quad \text{soit} \quad x_f = [H_3O^+]_f \times V = 10^{-pH} \times V$$

4. Calculer le taux d'avancement final τ et justifier que l'acide butyrique est un acide faible.

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{10^{-pH} \times V}{C \times V} = \frac{10^{-pH}}{C} \quad \text{soit} \quad \tau = \frac{10^{-4,5}}{1,0 \times 10^{-4}} = 0,32 = 32\%$$

$\tau < 100\%$ donc l'acide butyrique est bien un acide faible.

5. Exprimer la constante d'acidité K_A de la réaction en fonction de τ et C .

$$K_A = \frac{\frac{[A^-]_{\acute{e}q}}{c^\circ} \times \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{c^\circ}}{\frac{[AH]_{\acute{e}q}}{c^\circ}} = \frac{1}{c^\circ} \times \frac{[A^-]_{\acute{e}q}^2}{[AH]_{\acute{e}q}} = \frac{(C \times \tau)^2}{C \times (1 - \tau)} = \frac{C \times \tau^2}{(1 - \tau)}$$

6. En déduire la valeur du pK_A de l'acide butyrique.

$$pK_A = -\log K_A = -\log \frac{C \times \tau^2}{(1 - \tau)} = 4,8$$

EXERCICE 3 - (points)

1. Déterminer, à partir de la deuxième loi de Newton, les expressions littérales des coordonnées a_x et a_z du vecteur accélération du centre de masse G du skieur.

Système : {skieur}

Référentiel terrestre supposé galiléen

Le champ de pesanteur \vec{g} est supposé constant : $\vec{g} \begin{pmatrix} g_x = 0 \\ g_y = -g \end{pmatrix}$

Une seule force s'exerce sur le système :

- le poids du skieur : $\vec{P} = m \times \vec{g}$ soit $\vec{P} \begin{pmatrix} P_x = 0 \\ P_y = -m \times g \end{pmatrix}$

Remarque : Les forces de frottement de l'air sont négligées

Les conditions initiales

$$\overrightarrow{OG_0} \begin{pmatrix} x_0 = 0 \text{ m} \\ y_0 = H_0 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad \vec{v}_0 \begin{pmatrix} v_{0x} = v_0 \times \cos(\alpha) \\ v_{0y} = v_0 \times \sin(\alpha) \end{pmatrix}$$

Application de la 2^{ème} loi de Newton

Le référentiel terrestre est considéré comme galiléen.

Nous pouvons appliquer la 2^{ème} loi de Newton (ou le principe fondamental de la dynamique)

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \times \vec{a}(t)$$

or

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{P} = m \times \vec{g}$$

donc

$$\vec{P} = m \times \vec{g} = m \times \vec{a}(t)$$

soit

$$\vec{a}(t) = \vec{g}$$

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

2. Etablir les expressions des coordonnées $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du vecteur vitesse du centre de masse G et montrer que les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ du centre de masse sont :

On sait que $\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt}$ donc on détermine les primitives des coordonnées de l'accélération, les constantes d'intégration dépendent des conditions initiales sur la vitesse \vec{v}_0

$$\vec{v}(t) \begin{pmatrix} v_x(t) = C_1 = v_0 \times \cos(\alpha) \\ v_z(t) = -g \times t + C_2 = -g \times t + v_0 \times \sin(\alpha) \end{pmatrix}$$

On sait que $\vec{v}(t) = \frac{d\vec{OG}}{dt}$ donc on détermine les primitives des coordonnées de la vitesse, les constantes d'intégration dépendent des conditions initiales sur la position $\overrightarrow{OG_0}$

$$\overrightarrow{OG}(t) \begin{pmatrix} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t + C_3 = v_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ z(t) = -\frac{1}{2}g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + C_4 = -\frac{1}{2}g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + H_0 \end{pmatrix}$$

3. Préciser la valeur de v_z à la date t_{Hmax} , et en déduire que $t_{Hmax} = v_0 \sin \alpha / g$.

A la date t_{Hmax} , v_z est nulle :

$$-g \times t_{Hmax} + v_0 \times \sin(\alpha) = 0$$

donc $t_{Hmax} = \frac{v_0 \times \sin(\alpha)}{g}$

4. Préciser si l'on doit augmenter ou diminuer la valeur de l'angle α si l'on souhaite augmenter la valeur de $t_{H_{\max}}$.

Entre 0 et 90°, la fonction sinus est croissante ;

Pour augmenter $t_{H_{\max}}$ il faut donc augmenter α .

5. Donner une estimation de la durée totale du saut pour une inclinaison de la rampe de 30°.

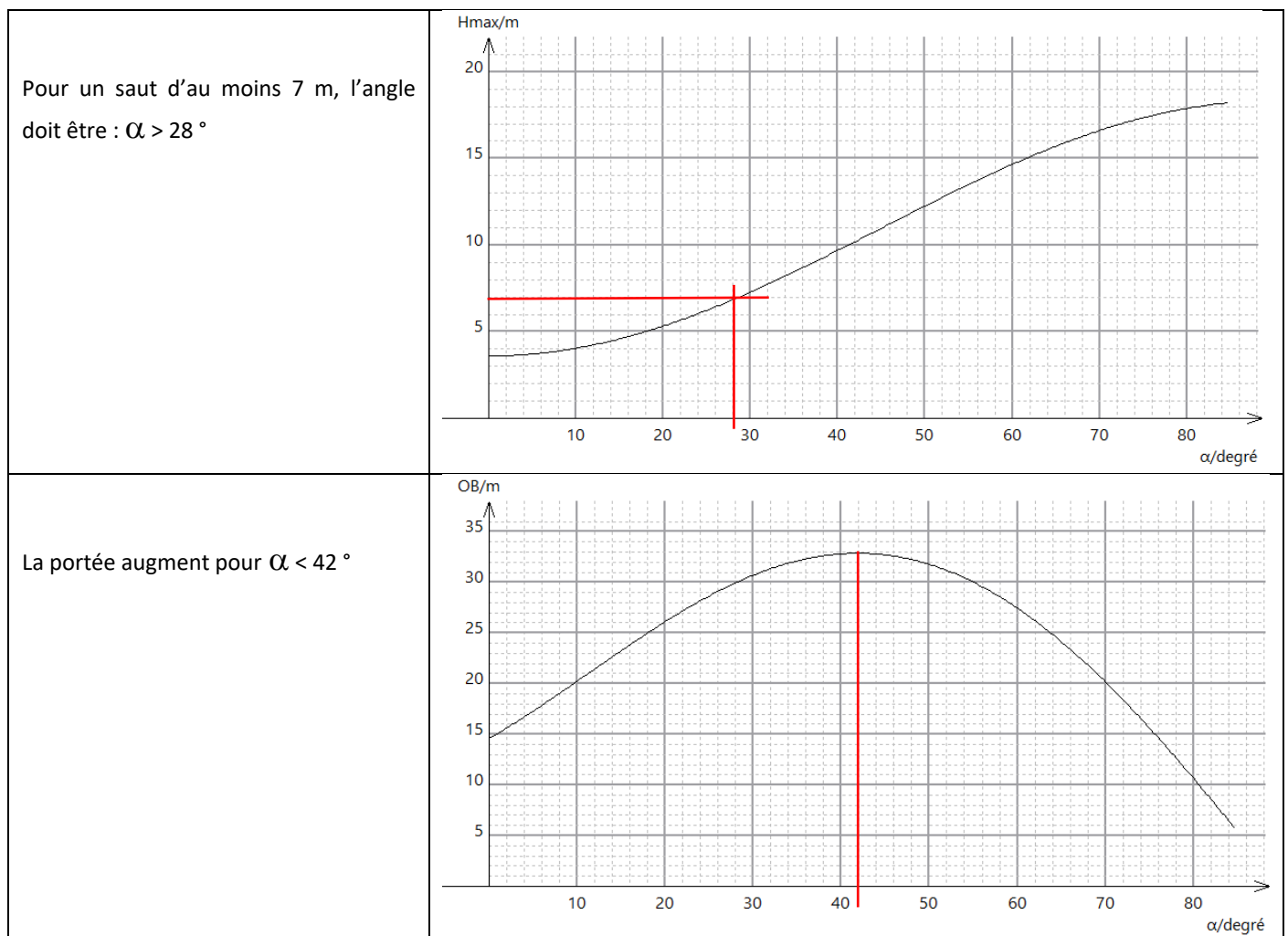
$$z(t) = -\frac{1}{2}g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + H_0 = 0$$
$$-4,9 t^2 + 17 \times \sin(30) \times t + 3,6 = 0$$

La résolution de l'équation du second degré nous permet de retenir la racine positive : $t = 2,1$ s.

Hauteur et portée maximales en fonction de l'angle α .

A partir des équations horaires, et compte tenu des valeurs numériques, on a pu tracer les évolutions de la hauteur maximale H_{\max} et de la portée OB en fonction de l'angle α . Les graphiques correspondants sont donnés.

6. Indiquer dans quel intervalle de valeurs doit théoriquement se trouver l'angle α pour continuer d'augmenter simultanément la hauteur et la portée tout en permettant d'envisager un saut d'une hauteur d'au moins 7 m.



Pour continuer d'augmenter simultanément la hauteur et la portée tout en permettant d'envisager un saut d'une hauteur d'au moins 7 m, il faut que : $28^\circ < \alpha < 42^\circ$