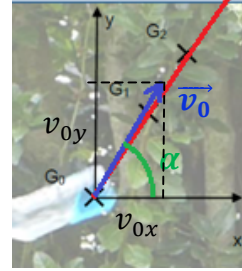


## CORRECTION

### Exercice 1 : « Water bottle flip » (10 points)

1. Représenter sur votre copie, sans souci d'échelle, le système d'axes  $(Oxy)$ , le vecteur  $\vec{v}_0$ , l'angle  $\alpha$  ainsi que les coordonnées  $v_{0x}$  et  $v_{0y}$  et l'allure de la trajectoire du centre de masse de la bouteille.



2. Déterminer les expressions des coordonnées  $v_x(t)$  et  $v_y(t)$  du vecteur vitesse du centre de masse.

Les équations horaires  $x(t)$  et  $z(t)$  sont :

$$\overline{OG}(t) \begin{cases} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t \end{cases}$$

Par définition :  $\vec{v}(t) = \frac{d(\overline{OG})}{dt}(t)$  soit.  $\vec{v}(t) \begin{pmatrix} v_x = \frac{dx}{dt} = C_1 = v_0 \times \cos(\alpha) \\ v_y = \frac{dy}{dt} = -g \times t + C_2 = -g \times t + v_0 \times \sin(\alpha) \end{pmatrix}$

3. Déterminer les expressions des coordonnées  $a_x(t)$  et  $a_y(t)$  du vecteur accélération du centre de masse.

Par définition :  $\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt}(t)$  soit  $\vec{a}(t) \begin{pmatrix} a_x = \frac{dv_x}{dt} = g_x = 0 \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = g_y = -g \end{pmatrix}$

4. Montrer que la 2<sup>e</sup> loi de Newton est vérifiée.

Système {bouteille} de centre de masse G.

Référentiel terrestre supposé galiléen.

Champ : Champ de pesanteur  $\vec{g} \begin{pmatrix} g_x = 0 \\ g_y = -g \end{pmatrix}$

Force : le poids  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$  l'action de l'air est négligeable.

Application de la 2<sup>ème</sup> loi de Newton :  $\sum \vec{F}_{ext} = m \times \vec{a}$

$$\vec{P} = m \times \vec{a}$$

$$m \times \vec{g} = m \times \vec{a} \quad \text{donc} \quad \vec{a} = \vec{g}$$

L'accélération a les mêmes coordonnées que le champ de pesanteur, ce qui correspond à ce qui est obtenu à la question 3. : la 2<sup>e</sup> loi de Newton est vérifiée

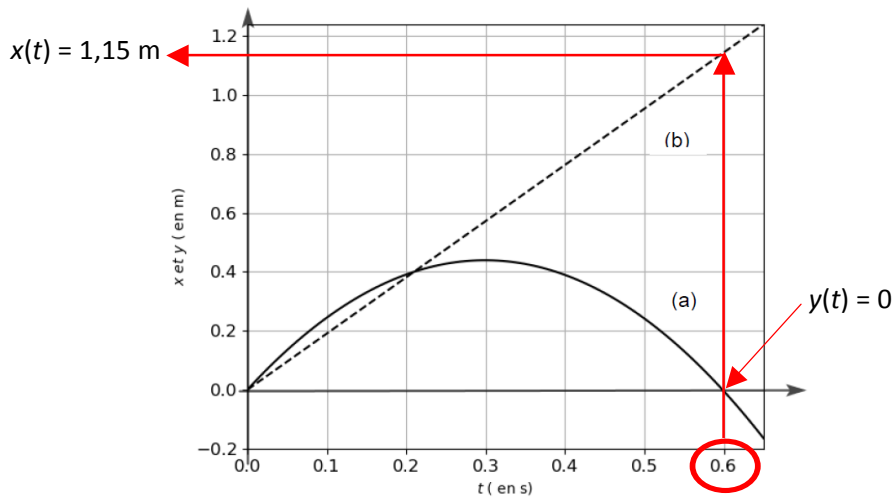
5. Associer chacun de ces tracés à  $x(t)$  et  $y(t)$ . Justifier.

$x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t$  : fonction linéaire ce qui correspond à la courbe (b)

$y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t$  : fonction parabolique ce qui correspond à la courbe (a)

6. Préciser ce qui est caché par le rectangle gris dans la ligne 15 du programme (expression ou valeur).

Il s'agit de l'expression correspondant à  $v_0 \times \sin(\alpha)$  ci-dessus :  $v_0 * \sin(\text{alpha} * \text{pi}/180)$



7. Estimer la durée du mouvement de la bouteille obtenue par la modélisation. Justifier.

Lorsque la bouteille touche la table  $y(t) = 0$ .

Graphiquement, en écartant la solution  $t = 0$  s, on lit :  $t = 0,60$  s.

Par le calcul :  $-\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t = 0 \Leftrightarrow t \times \left(-\frac{1}{2} \times g \times t + v_0 \times \sin(\alpha)\right) = 0$

En écartant la solution  $t = 0$  s, on a :  $-\frac{1}{2} \times g \times t + v_0 \times \sin(\alpha) = 0$

$$\Leftrightarrow t = \frac{2 v_0 \times \sin(\alpha)}{g} \Leftrightarrow t = 0,63 \text{ s}$$

8. Estimer la distance à laquelle la bouteille tombe sur la table par rapport à l'origine du repère. Justifier.

Graphiquement, pour  $t = 0,60$  s, on lit  $x = 1,15$  m

Par le calcul, pour  $t = 0,60$  s, on a :  $x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t = 3,6 \times \sin(59) \times 0,60 = 1,11$  m

## Exercice 2 : Fermentation de la pâte à pizza napolitaine (10 points)

### 1. Acidification de la pâte et production de dioxyde de carbone

- 1.1. Calculer la constante d'acidité  $K_A$  du couple acide  $(CO_2, H_2O)(aq) / HCO_3^-(aq)$ .

$$pK_A = 6,37 \text{ soit } K_A = 10^{-pK_A} = 10^{-6,37} = 4,27 \times 10^{-7}$$

- 1.2. Exprimer la constante d'acidité  $K_A$  du couple acide  $(CO_2, H_2O)(aq) / HCO_3^-(aq)$  en fonction des concentrations des espèces chimiques à l'équilibre.

$$K_A = \frac{[H_3O^+(aq)]_{\text{éq}} \cdot [HCO_3^-(aq)]_{\text{éq}}}{\frac{[CO_2, H_2O(aq)]_{\text{éq}}}{c^0}} = \frac{[H_3O^+(aq)]_{\text{éq}} \cdot [HCO_3^-(aq)]_{\text{éq}}}{[CO_2, H_2O(aq)]_{\text{éq}} \cdot c^0}$$

- 1.3. Calculer la concentration en ions oxonium à l'équilibre  $[H_3O^+]_{\text{éq}}$ .

$$[H_3O^+]_{\text{éq}} = c^0 \times 10^{-pH} = 1,0 \times 10^{-5,8} = 1,6 \times 10^{-6} \text{ mol. L}^{-1}$$

- 1.4. Justifier, à l'aide de l'équation de la réaction, l'égalité suivante :  $[H_3O^+]_{\text{éq}} = [HCO_3^-]_{\text{éq}}$

D'après l'équation de réaction, les ions oxonium et les ions hydrogénocarbonate sont les produits formés avec le même coefficient stœchiométrique. On peut donc écrire :

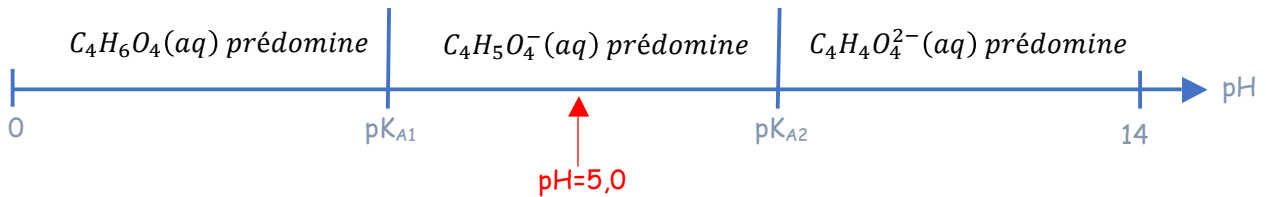
$$x_f = n(H_3O^+)_{\text{éq}} = n(HCO_3^-)_{\text{éq}} \text{ ce qui équivaut } [H_3O^+]_{\text{éq}} = [HCO_3^-]_{\text{éq}}$$

- 1.5. À l'aide de l'expression de la constante d'acidité, déterminer la valeur de la concentration en dioxyde de carbone solvato à l'équilibre.

$$K_A = \frac{[H_3O^+]_{eq} \cdot [HCO_3^-]_{eq}}{[CO_2, H_2O]_{eq} \times c^o} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{[CO_2, H_2O]_{eq}} \quad \text{soit} \quad [CO_2, H_2O]_{eq} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{K_A} = 5,89 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

## 2. Rôle de l'acide succinique produit lors de la fermentation de la pâte

- 2.1. Établir le diagramme de prédominance des différentes espèces acide-base issues de l'acide succinique qui peuvent éventuellement être présentes dans la pâte.



- 2.2. Une de ces espèces peut être qualifiée d'amphotère. Identifier cette espèce et justifier ce choix.

$C_4H_5O_4^-(aq)$  est l'espèce amphotère.

$C_4H_5O_4^-(aq)$  est la base du couple  $C_4H_6O_4(aq)/C_4H_5O_4^-(aq)$

$C_4H_5O_4^-(aq)$  est l'acide du couple  $C_4H_5O_4^-(aq)/C_4H_4O_4^{2-}(aq)$

- 2.3. Indiquer l'espèce prédominante dans la solution. Justifier.

À l'équilibre chimique, le pH de la solution est égal à 5,0 :  $pK_{A1} < pH < pK_{A2}$

Dans cette zone, c'est l'espèce amphotère  $C_4H_5O_4^-(aq)$  qui prédomine.

- 2.4. Montrer que l'hypothèse d'un lien entre acidification de la pâte et production d'acide succinique est plausible.

L'acide succinique  $C_4H_6O_4(aq)$  réagit avec l'eau, il se forme donc des ions oxonium.

La concentration en ions oxonium augmente, ce qui implique une diminution de pH.