

EXERCICE I : (02 points) Le PH de l'eau pure varie avec la température selon la relation :

$$pH = \frac{1415}{T} + 2,24 \quad \text{avec} \quad T(K) = t(^{\circ}C) + 273,15$$

- 1 - Calculer le PH de l'eau à 30°C puis à 50°C.
- 2 - En déduire le K_e à 30°C puis à 50°C.

EXERCICE II : (04 points)

On dispose de deux solutions :

Une solution S_1 de sulfate de plomb ($PbSO_4$) de concentration $C_1 = 10^{-2} \text{ mol / L}$.

Une solution S_2 de sulfate de sodium (Na_2SO_4) de concentration $C_2 = 10^{-3} \text{ mol / L}$.

On place $V_1 = 10 \text{ ml}$ de S_1 et $V_2 = 90 \text{ ml}$ de S_2 dans une fiole jaugée à 150 cm^3 . On complète avec de l'eau jusqu'au trait de jauge. La solution finale, notée S_3 , a son $PH = 7$.

- 1 – Ecrire les équations bilans de dissolution des composés $PbSO_4$ et Na_2SO_4 .
- 2 – Quels sont les ions présents dans S_3 ? Calculer leurs concentrations.
- 3 – Vérifier l'électroneutralité de la solution S_3 .

On donne : * $PbSO_4$ est constitué d'ions Pb^{2+} et SO_4^{2-} ; Na_2SO_4 est constitué d'ions Na^+ et SO_4^{2-}

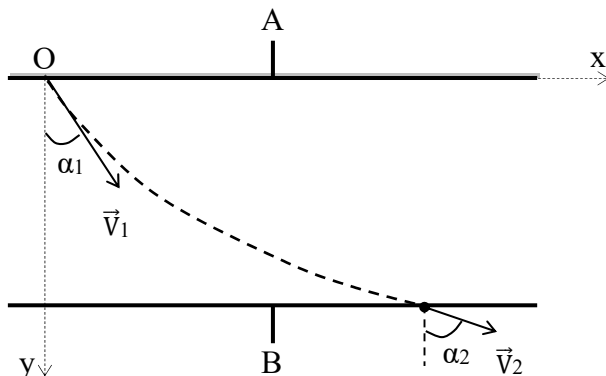
* En g/mol : O : 16 Na : 23 S : 32 Pb : 207

EXERCICE III : (06 points)

Les forces de pesanteurs seront négligées devant les forces électriques.

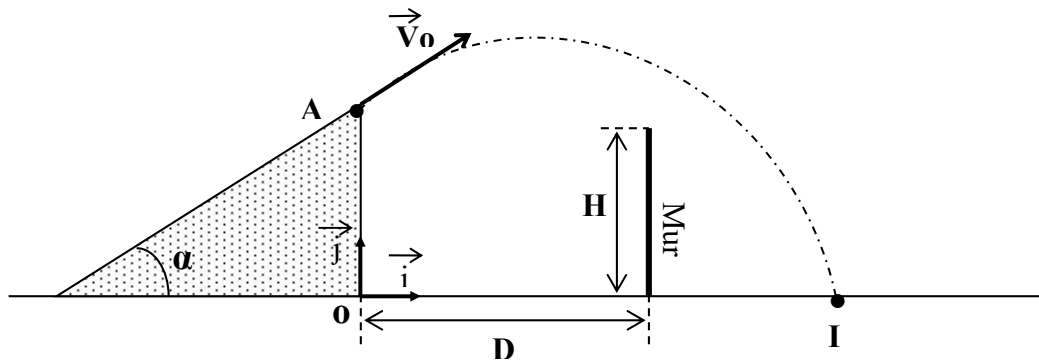
Des ions oxygènes (O^{2-}) de masse (m) pénètrent au point O, avec le vecteur vitesse $\vec{V}_1$ entre les grilles A et B où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}_2$ créée par une tension U_2 (positive) appliquée entre les grilles A et B. Les ions sortent du champ $\vec{E}_2$ avec le vecteur vitesse $\vec{V}_2$.

- 1 – En justifiant, représenter le champ $\vec{E}_2$, la force électrique $\vec{F}_2$ et le vecteur tension U_2 .
- 2 – Exprimer La valeur de $\vec{V}_2$ en fonction de V_1 , e , m et U_2 . (e : la charge électrique élémentaire).
- 3 – En fonction du temps (t) compté à partir de du point O, donner dans le repère $(0, \vec{i}, \vec{j})$ les coordonnées des vecteurs accélération, vitesse et position des ions entre les plaques A et B. (on rangera les résultats dans un tableau).
- 4 – Trouver une relation entre V_1 , V_2 , $\sin(\alpha_1)$ et $\sin(\alpha_2)$



EXERCICE IV : (08 points)

Une épreuve de cascade consiste à sauter avec sa moto de l'extrémité d'une rampe de lancement et de passer par dessus un mur. Le mobile (cascadeur + moto) assimilé à un point matériel de masse $m = 150 \text{ Kg}$ quitte la rampe au point (A) avec un vecteur vitesse $\vec{V}_0$ et se lance dans les airs. Les forces de frottements sont négligées. *A l'origine des dates le mobile est au point A.*



$g = 10 \text{ N/Kg} \quad \alpha = 60^\circ \quad H = 15 \text{ m} \quad OA = d = 10 \text{ m} \quad D = 25 \text{ m}$

1 : Etude dynamique et cinématique :

- 1 – 1 : Déterminer dans le repère $(0, \vec{i}, \vec{j})$ les coordonnées des Vecteurs accélération, vitesse et position du mobile dans les airs. *(on rangera les résultats dans un tableau).*
- 1 – 2 : Déterminer l'équation de la trajectoire du mobile.

2 : Condition de réussite du saut :

- 2 – 1 : Pour quelle valeur de $\vec{V}_0$ le mobile frôle-t-il le bord supérieur du Mur ?
- 2 – 3 : Pour quelle valeur de $\vec{V}_0$ le mobile arrive-t-il sur le bord inférieur du Mur ?
- 2 – 3 : Quelle doit être la condition sur la valeur de $\vec{V}_0$ pour réussir un saut ?

3 : On impose au vecteur vitesse $\vec{V}_0$ la valeur $V_0 = 20 \text{ m/s}$:

Passage au dessus du mur :

- 3 – 1 : A quelle date (t_1) le mobile passe-t-il au dessus du mur ?
- 3 – 2 : Quelles sont alors les coordonnées (X_1, Y_1) du mobile ?
- 3 – 3 : A quelle distance D_1 du bord supérieur du mur passe le mobile ?
- 3 – 4 : Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V}_1$ du mobile au dessus du mur ?

Atterrissage :

- 3 – 5 : A quelle date (t_2) le mobile arrive-t-il au sol ?
- 3 – 6 : Donner les coordonnées du point d'impact (I) au sol.
- 3 – 7 : A quelle distance D_2 du mur l'atterrissage t-il a lieu ?
- 3 – 8 : Avec quelle énergie cinétique le mobile atteint-il le sol ? *(Utiliser le théorème de l'énergie cinétique).*

Exercice I :

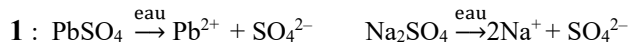
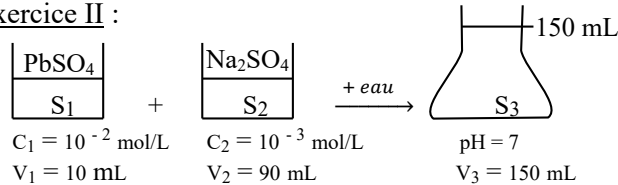
- 1 : * $t = 30^\circ\text{C} \Rightarrow T = 30 + 273,15 = 303,15\text{ K}$
 $\text{pH} = 1415/303,15 + 2,24 = 6,9076$
 * $t = 50^\circ\text{C} \Rightarrow T = 50 + 273,15 = 323,15\text{ K}$
 $\text{pH} = 1415/323,15 + 2,24 = 6,6187$

- 2 : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$; EN pour l'eau : $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$
 $\Rightarrow K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 10^{-2\text{pH}}$

$$\text{AN : } t = 30^\circ\text{C} \Rightarrow K_e = 1,529.10^{-14}$$

$$t = 50^\circ\text{C} \Rightarrow K_e = 5,788.10^{-14}$$

Exercice II :



- 2 : ■ Inventaire des ions : H_3O^+ , OH^- , Pb^{2+} , SO_4^{2-} , Na^+ , SO_4^{2-}
 ■ Calcul des concentrations :

■ $\text{pH} = 7 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}\text{ mol/L}$
 ■ $K_e \Rightarrow [\text{OH}^-] = K_e / [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}\text{ mol/L}$
 ■ $[\text{Na}^+] = \frac{\eta_{\text{Na}^+}(\text{S}_2)}{V_3} = \frac{2C_2V_2}{V_3} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 90}{150} = 12 \cdot 10^{-4}\text{ mol/L}$
 ■ $[\text{Pb}^{2+}] = \frac{\eta_{\text{Pb}^{2+}}(\text{S}_1)}{V_3} = \frac{C_1V_1}{V_3} = \frac{10^{-2} \cdot 10}{150} = 6,67 \cdot 10^{-4}\text{ mol/L}$
 ■ $[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{\eta_{\text{SO}_4^{2-}}(\text{S}_1) + \eta_{\text{SO}_4^{2-}}(\text{S}_2)}{V_3}$
 $= \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{V_3} = \frac{10^{-2} \cdot 10 + 10^{-3} \cdot 90}{150} = 12,67 \cdot 10^{-4}\text{ mol/L}$

- 3 : $\Sigma[+] = [\text{Na}^+] + 2[\text{Pb}^{2+}] + [\text{H}_3\text{O}^+] = 25,37 \cdot 10^{-4}$
 $\Sigma[-] = 2[\text{SO}_4^{2-}] + [\text{OH}^-] = 25,37 \cdot 10^{-4}$
 $\Sigma[+] = \Sigma[-] \Rightarrow$ la solution est EN.

Exercice III :

- 1 : * La force est dans le sens de la courbure de la trajectoire.
 $\Rightarrow \vec{F}_2$ est dirigée de B vers A.
 * $\vec{F}_2 = q\vec{E}_2$; $q = -2e < 0 \Rightarrow \vec{E}_2$ dirigé de A vers B.
 * $\vec{E}_2$ décroît les potentiels $\Rightarrow V_A > V_B$
 $\Rightarrow U_{AB} = U_2 > 0$.

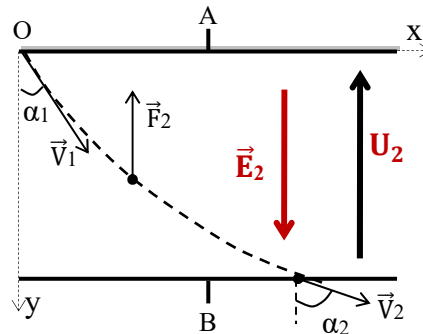
- 2 : ■ Système : ion O^{2-}
 ■ Référentiel : Terrestre supposé galiléen
 ■ Bilan des forces extérieures : la force électrique $\vec{F}_2$

■ Théorème du l'Ec de O à O' :

$$E_{c\text{O}'} - E_{c\text{O}} = W_{O \rightarrow O'}^{\vec{F}_2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = q(V_A - V_B) = -2e \cdot U_2$$

$$\Rightarrow V_2 = \sqrt{V_1^2 - \frac{4e \cdot U_2}{m}}$$



- 3 : ■ Système : ion O^{2-}
 ■ Référentiel : Terrestre supposé galiléen
 ■ Bilan des forces extérieures : la force électrique $\vec{F}_2$
 ■ Théorème du CI : $\Sigma \vec{F}_{\text{EXT}} = m \cdot \vec{a}$
 $\Rightarrow \vec{F}_2 = q \cdot \vec{E}_2 = (-2e)\vec{E}_2 = m \cdot \vec{a}$
 $\Rightarrow \vec{a} = -\frac{2e \cdot \vec{E}_2}{m}$

■ $\vec{a} = \overline{cte} \Rightarrow$ Mouvement uniformément varié
 $\Rightarrow \vec{V} = \vec{a} \cdot t + \vec{V}_0$
 et $\overline{OM} = \frac{1}{2}\vec{a} \cdot t^2 + \vec{V}_0 t + \overline{OM}_0$

- Dans le repère (0, x, y) :

t	t = 0 s	t ≠ 0 s
$\vec{a}$	$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\frac{2 \cdot e \cdot E_2}{m} \end{cases}$	#
$\vec{V}$	$\vec{V}_0 \begin{cases} V_{x0} = V_1 \sin(\alpha_1) \\ V_{y0} = V_1 \cos(\alpha_1) \end{cases}$	$\vec{V} \begin{cases} V_x = V_1 \sin(\alpha_1) \\ V_y = -\frac{2 \cdot e \cdot E_2}{m} t + V_1 \cos(\alpha_1) \end{cases} \quad (3)$
$\overline{OM}$	$\overline{OM}_0 \begin{cases} X_0 = 0 \\ Y_0 = 0 \end{cases}$	$\overline{OM} \begin{cases} X = V_1 \sin(\alpha_1) \cdot t \\ Y = -\frac{2 \cdot e \cdot E_2}{m} t^2 + V_1 \cos(\alpha_1) \cdot t \end{cases} \quad (1) \quad (2)$

- 4 : V_x est indépendant du temps.
 Quelque soit t : $V_x = V_1 \cdot \sin(\alpha_1) = V_2 \cdot \sin(\alpha_2)$

Exercice IV :

1 : 1-1 :

- Système : Le point matériel
- Référentiel : Terrestre supposé galiléen
- Bilan des forces extérieures : le poids $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$
- Théorème du CI : $\sum \vec{F}_{EXT} = m \cdot \vec{a}$
 $\Rightarrow m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \boxed{\vec{a} = \vec{g}}$

- $\vec{a} = \vec{cte} \Rightarrow$ Mouvement uniformément varié
 $\Rightarrow \vec{V} = \vec{a} \cdot t + \vec{V}_0$ et $\vec{OM} = \frac{1}{2} \vec{a} \cdot t^2 + \vec{V}_0 t + \vec{OM}_0$

- Dans le repère (0, $\vec{i}$, $\vec{j}$) :

t	t = 0 s	t ≠ 0 s
$\vec{a}$	$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$	#
$\vec{V}$	$\vec{V}_0 \begin{cases} V_{x0} = V_0 \cos \alpha \\ V_{y0} = V_0 \sin \alpha \end{cases}$	$\vec{V} \begin{cases} V_x = V_0 \cos(\alpha) \\ V_y = -g t + V_0 \sin(\alpha) \end{cases}$
$\vec{OM}$	$\vec{OM}_0 \begin{cases} X_0 = 0 \\ Y_0 = d \end{cases}$	$\vec{OM} \begin{cases} X = V_0 \cos(\alpha) \cdot t \\ Y = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin(\alpha) t + d \end{cases}$

1-2 : On tire (t) dans (1) et on remplace dans (2) :

$$Y = -\frac{gX^2}{2V_0^2 \cos^2(\alpha)} + X \cdot \tan(\alpha) + d \quad (5)$$

2 : 2-1 :

Le bord supérieur Bs (Xs = D, Ys = H).

Ce point appartient à la trajectoire

$$\Rightarrow (5) : H = -\frac{gD^2}{2V_0^2 \cos^2(\alpha)} + D \cdot \tan(\alpha) + d$$

$$\Rightarrow \boxed{V_0 = \frac{D}{\cos(\alpha)} \sqrt{\frac{g}{2(D \cdot \tan(\alpha) + d - H)}}}$$

AN : $V_0 = 18,065 \text{ m/s}$

2-2 :

Le bord inférieur B_{IM} (X_{IM} = D, Y_{IM} = 0).

Ce point appartient à la trajectoire.

On remplace H par 0 dans (6).

$$\Rightarrow \boxed{V_0 = \frac{D}{\cos(\alpha)} \sqrt{\frac{g}{2(D \cdot \tan(\alpha) + d)}}}$$

AN : $V_0 = 15,3139 \text{ m/s}$

2-3 : Pour passer au dessus du mur, il faut que la

trajectoire passe par un point (D, H') avec H' > H.

D'après l'équation (6), plus H est grand plus

V₀ est grand. Il faut donc que V₀ > 18,065 m/s.

3 : 3-1 : Le point A₁ (X₁ = D, Y₁ = ?)

$$(1) \Rightarrow X_1 = D = V_0 \cos(\alpha) \cdot t_1$$

$$\Rightarrow \boxed{t_1 = D / (V_0 \cos(\alpha))} \quad \text{AN : } t_1 = 2,5 \text{ s}$$

$$3-2 : t_1 \text{ dans } (2) \Rightarrow Y_1 = -\frac{1}{2} g t_1^2 + V_0 \sin(\alpha) t_1 + d$$

AN : Y₁ = 22,05 m

Le point $\boxed{A_1 (X_1 = D = 25 \text{ m}, Y_1 = 22,05 \text{ m})}$

$$3-3 : D_1 = Y_1 - H = 7,05 \text{ m}$$

$$3-4 : t_1 \text{ dans } (3) \text{ et } (4) \Rightarrow$$

$$\vec{V}_1 \begin{cases} V_{x1} = V_0 \cos(\alpha) = 10 \\ V_{y1} = -g t_1 + V_0 \sin(\alpha) = -7,679 \end{cases}$$

- Point d'application : point A₁.

- Sens : vers le bas.

- Valeur : $V_1 = \sqrt{V_{x1}^2 + V_{y1}^2} = 12,608 \text{ m/s}$

- Direction : $\vec{V}_1$ fait un angle β par rapport à l'horizontale tel que :

$$\tan(\beta) = V_{y1} / V_{x1} = -0,7679$$

$$\Rightarrow \beta = -37,52^\circ$$

3-5 : Le point I (X_I = ?, Y_I = 0)

$$(2) \Rightarrow 0 = -\frac{1}{2} g t_2^2 + V_0 \sin(\alpha) t_2 + d$$

$$\Rightarrow -5 t_2^2 + 17,32 t_2 + 10 = 0$$

$$\Delta = 500 \Rightarrow t' = (-b - \sqrt{\Delta}) / 2.a = 3,968 \text{ s}$$

$$t'' = (-b + \sqrt{\Delta}) / 2.a < 0 \text{ (impossible)}.$$

t₂ = 3,968 s

$$3-6 : t_2 \text{ dans } (1) \Rightarrow X_1 = V_0 \cos(\alpha) \cdot t_2 = 39,68 \text{ m}$$

Le point $\boxed{I (X_1 = 39,68 \text{ m}, Y_1 = 0 \text{ m})}$

$$3-7 : D_2 = X_1 - D = 14,68 \text{ m}$$

3-8 :

- Système : Le point matériel
- Référentiel : Terrestre supposé galiléen
- Bilan des forces extérieures : le poids $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$
- Théorème du l'Ec de A à I :

$$Ec_I - Ec_A = W_{A \rightarrow I}^{\vec{P}}$$

$$\Rightarrow Ec_I - \frac{1}{2} m V_0^2 = m \cdot g \cdot H_{AI} = m \cdot g \cdot d$$

$$\Rightarrow \boxed{Ec_I = \frac{1}{2} m \cdot V_0^2 + m \cdot g \cdot d} \quad \text{AN : } Ec_I = 45.000 \text{ J}$$

