Exercice 1 9 points

Q1 : Equation de la réaction

0,5

$$\begin{cases} H_3O^+ = H_2O + H^+ \\ ClO^- + H^+ = HClO \end{cases}$$

$$H_3O^+ + ClO^- \rightarrow H_2O + HClO$$

Q2 : D'après l'equation de la réaction (les coefficients sont tous égaux à 1) ou d'un tableau d'avancement

0,5

$$n_{HClO}(\text{formé}) = n_{ClO^-}(\text{initial}) = C_0 \times V = 0{,}40 \times 1{,}0 = 0{,}40 \text{ mol}$$

Q3 :

0,5

Cl_2/Cl^- : $2Cl^- = Cl_2 + 2e^-$ 0,25

$HClO/Cl_2$: $2HClO + 2H^+ + 2e^- = Cl_2 + 2H_2O$ 0,25

on a simplifié par 2

$$HClO + Cl^- + H^+ \rightarrow Cl_2 + H_2O$$

0,5 Q4 : ⚠

$$HClO + Cl^- + H_3O^+ \rightarrow Cl_2 + 2H_2O$$

Q5 : Calcul de $n_{Cl_2}^{\text{formé}}$

La réaction étant supposée totale

0,5

$$\frac{n_{Cl_2}(\text{formé})}{1} = \frac{n_{HClO}(\text{consommé})}{1}$$

$$\Rightarrow n_{Cl_2}(\text{formé}) = 0{,}40 \text{ mol}$$

Q6 : Calcul de V_{Cl_2}

0,5

$$n_{Cl_2}(\text{formé}) = \frac{V_{Cl_2}}{V_m} \quad 0{,}25 \quad \Rightarrow V_{Cl_2} = n_{Cl_2}(\text{formé}) \times V_m = 0{,}40 \times 24$$

$$V_{Cl_2}^{\text{théorique}} = 9{,}6 \text{ L} \quad 0{,}25$$

(1) Q_7 : Calcul de C_a

$$w = \frac{m_{HCl}}{m_{solution}} \quad \text{avec} \begin{cases} m_{HCl} = n_{HCl} \times M_{HCl} \\ m_{solution} = \rho_{solution} \times V_{solution} \end{cases} \Big\} 0,25$$

$$\Rightarrow w = \frac{n_{HCl} \times M_{HCl}}{\rho_{solution} \times V_{solution}} = \frac{C_a \times M_{HCl}}{\rho_{solution}} \quad \Big\} \text{Démo } 0,5$$

0,25 résultat

$$\Rightarrow C_a = \frac{w \times \rho_{solution}}{M_{HCl}} = \frac{0,23 \times 1120,0}{36,5} = 7,1 \text{ mol/L}$$

Q_8 : Equation support du titrage

(0,5) $$H_3O^+ + HO^- \rightarrow 2H_2O$$

(0,5) Q_9 : Calcul du volume à prélever V_p

Lors d'un dosage

$$n_{mère}^{prélevée} = n_{S\,(fille)}^{introduite}$$

$$\Rightarrow C_a \times V_p = C_S \times V_S \quad \text{avec} \quad C_a = 500 \times C_S \quad \Big\} \text{ 0,25 justification des calculs}$$

$$\Rightarrow V_p = \frac{C_S V_S}{C_a} = \frac{C_S V_S}{500\, C_S} = \frac{V_S}{500} = \frac{1,0}{500} = 2,0.10^{-3} \text{ L} = 2,0 \text{ mL} \quad 0,25 \text{ résultat}$$

Q_{10} : Protocole pour fabriquer la solution S

(0,5)

- Prélever 2,0 mL de la solution commerciale avec une pipette jaugée de 2 mL
- Introduire les 2,0 mL dans une fiole jaugée de 1 L
- Compléter avec de l'eau distillée
- Mélanger.

0,25 présentation (tiret + verbe)
0,25 contenu

Q_{11} : A l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques

(1)

$$\frac{n_{S}^{dosée}}{1} = \frac{n_{HO^-}^{versée}}{1}$$

0,25 justification équivalence

$$\Rightarrow C_S \times V_S = C_b \times V_{eq}$$

On lit graphiquement avec la courbe $\frac{dpH}{dV} = f(V_b)$ $V_{eq} = 14,0$ mL ← 0,25 (lecture V_{eq})

$$\text{donc} \quad C_S = \frac{C_b V_{eq}}{V_S} = \frac{2,0.10^{-2} \times 14,0}{20,0} = 1,4.10^{-2} \text{ mol/L} \quad 0,25$$

$$\text{et} \quad C_a' = 500 \times C_S = 500 \times 1,4.10^{-2} = 7,0 \text{ mol/L} \quad 0,25$$

L'anomalie bienvenue ne vient pas de la concentration de l'acide.

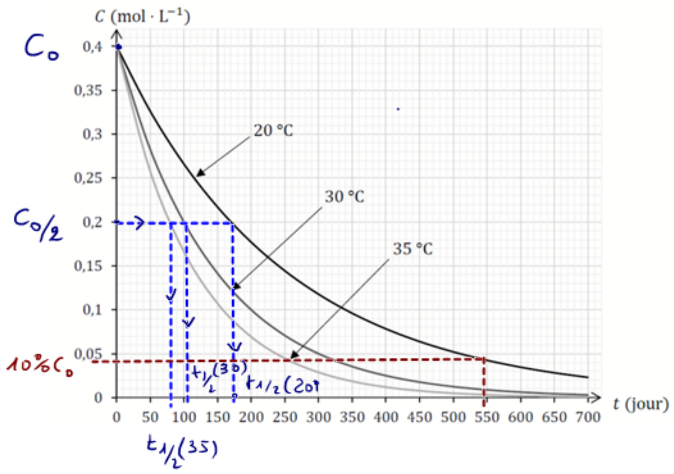
(1) Q12 : $t_{1/2}$ est la durée nécessaire pour que l'avancement de la réaction atteigne la moitié de sa valeur maximale } 0,5 Définition

$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

C'est également la durée pour que la concentration initiale soit divisée par 2.

A la température $T = 30°C$ on lit $t_{1/2}(30) = 100$ jours { 0,25 tracé sur la courbe ; 0,25 valeur

(0,5) Q13 :



Graphiquement, on lit $t_{1/2}(35) < t_{1/2}(30) < t_{1/2}(20)$ } 0,25

Plus la température augmente et plus $t_{1/2}$ est faible : la réaction est plus rapide. La température est un facteur cinétique. } 0,25

Q14 : Le fait de conserver l'eau de javel permet de diminuer la vitesse (0,5) de réaction et donc de prolonger la durée de vie de l'eau de javel

Q15 : Au bout de 18 mois soit $18 \times 30 = 540$ jours, 0,25 la concentration de l'eau de javel est d'environ 10% de C_0. Ce qui explique (0,5) pourquoi, en réaction avec l'acide chlorhydrique il y a moins de dichlore formé.) 0,25

Exercice 2 : 5 points

0,75 Q_1 : Expression du vecteur accélération $\vec{a}_G$

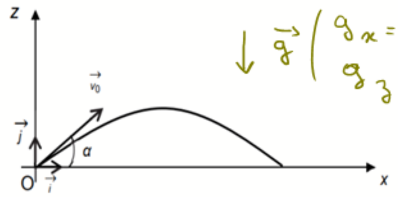
Système étudié {crapaud}
Référentiel terrestre supposé galiléen
Bilan des forces : seulement le poids $\vec{P}$; les frottements liés à l'action de l'air sont négligés

La seconde loi de Newton permet d'écrire

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G \quad \text{0,25 enoncé + déf système}$$

$$\Rightarrow \vec{P} = m\vec{a}_G \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a}_G$$

donc $\vec{a}_G = \vec{g}$ 0,25



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

$$\Rightarrow \vec{a}_G \begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_z = -g \end{cases} \quad \text{0,25 coordonnées}$$

0,75 Q_2 : Les composantes du vecteur vitesse $\vec{V}_G(t)$

Conditions initiales

0,25 constantes
$$\vec{V}_G(0)\begin{cases} V_{0x} = V_0 \cos\alpha \\ V_{0z} = V_0 \sin\alpha \end{cases} \text{ et } \vec{OG}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ z_0 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \cos\alpha = \dfrac{V_{0x}}{V_0} \Rightarrow V_{0x} = V_0 \cos\alpha \\ \sin\alpha = \dfrac{V_{0z}}{V_0} \Rightarrow V_{0z} = V_0 \sin\alpha \end{cases}$$

Ces composantes correspondent aux constantes d'intégration

On a $\vec{a}_G = \dfrac{d\vec{V}_G(t)}{dt}$ 0,25 relation a et v ; par intégration

$$\Rightarrow \vec{V}_G(t)\begin{cases} V_x(t) = V_{0x} = V_0 \cos\alpha \\ V_z(t) = -gt + V_{0z} = -gt + V_0 \sin\alpha \end{cases} \quad \text{0,25 coord.}$$

0,75 Q_3 : Expressions des équations horaires

On a $\vec{V}_G(t) = \dfrac{d\vec{OG}(t)}{dt}$ 0,25 relation $\vec{v}$ et $\vec{OG}$

$$\Rightarrow \vec{OG}(t)\begin{cases} x(t) = V_0 \cos\alpha \times t + x_0 = V_0 \cos\alpha \times t \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin\alpha \times t + z_0 \\ \quad\;\; = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \sin\alpha \times t \end{cases} \quad \begin{matrix}\text{0,25 constantes} \\ \text{0,25 coordonnées}\end{matrix}$$

Q_4 : Expression de la durée du saut t_{saut}

0,75 Le saut est terminé lorsque $z(t_{saut}) = 0$ 0,25 $z = 0$

$$\Rightarrow -\frac{1}{2}g\, t_{saut}^2 + V_0 \sin\alpha \times t_{saut} = 0$$

$$\Rightarrow t_{saut} \times \left(-\frac{1}{2}g\, t_{saut} + V_0 \sin\alpha\right) = 0$$

Les solutions sont

- $t_{saut} = 0$ au début du saut ; ne correspond pas à la durée
- $-\frac{1}{2}g\, t_{saut} + V_0 \sin\alpha = 0$

$$\Rightarrow t_{saut} = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g} \quad \text{0,5 Expression } t_{saut}$$

Q_5 : Au bout de la durée t_{saut}, le crapaud a parcouru la distance $x(t_{saut}) = d$ $\{ 0,25$

0,5

$$\Rightarrow x(t_{saut}) = V_0 \cos\alpha \times t_{saut} = d$$

$$\Rightarrow V_0 \cos\alpha \times \frac{2V_0 \sin\alpha}{g} = d$$

$$\Rightarrow \frac{2\sin\alpha\cos\alpha}{g} \times V_0^2 = d$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{d \times g}{2\sin\alpha\cos\alpha}} \quad \Big\} \, 0,25$$

Q_6 : Pour les crapauds les plus puissants (bonnes cuisses de crapauds)

0,25

$$d = 20 \times \text{taille} = 20 \times 10.10^{-2} = 2,0 \text{ m}$$

donc $V_0 = \sqrt{\dfrac{2,0 \times 9,81}{2\sin 45 \times \cos 45}} = 4,4 \text{ m/s}$

0,75 Q_7 : Expression maximale z_{max}

On a $\alpha = 90°$ donc $\sin\alpha = 1$ donc dans l'expression de $z(t)$ on peut écrire que

$$z(t_{max}) = -\frac{1}{2} g t_{max}^2 + V_0 \times t_{max}$$

Recherche de t_{max} : à $t = t_{max}$ (en haut) la vitesse est nulle $\Big\{ \begin{matrix} z(t_{max}) = 0 \\ 0,25 \end{matrix}$

donc $V_z(t_{max}) = -g t_{max} + V_0 = 0$

$$\Rightarrow t_{max} = \frac{V_0}{g}$$

$(\sin\alpha = \sin 90° = 1)$

donc $z(t_{max}) = z_{max} = -\frac{1}{2} g \left(\frac{V_0}{g}\right)^2 + V_0 \times \frac{V_0}{g}$

$$\Rightarrow z_{max} = -\frac{1}{2} g \times \frac{V_0^2}{g^2} + \frac{V_0^2}{g} = -\frac{V_0^2}{2g} + \frac{V_0}{g} = \frac{V_0}{2g} = z_{max} \quad \Big\} \, 0,5$$

$$\Rightarrow z_{max} = \frac{V_0^2}{2g}$$

Q_8 : Calcul de hauteur minimale de la barrière $H_{champion} = z(\text{max champion})$

0,25

$$H_{champion} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{4,4^2}{2 \times 9,81} = 0,99 \text{ m} \hat{=} 1,0 \text{ m}$$

Q_9 : 1ère raison : il n'y a pas que des champions !

0,25 2ème raison : si α n'est pas égale à zéro alors $H_{champion}$ est plus faible.

Exercice 3 6 points

0,5 Q_1 : Transfert thermique entre le vase et l'extérieur : conduction

Q_2 : les surfaces intérieures et extérieures sont réfléchissantes

0,25 pour minimiser le transfert thermique par rayonnement.

Q_3 : Nous savons que les gaz, et notamment l'air, ont une

0,25 conductivité molaire très faible et assure ainsi une bonne isolation

(Diminue le transfert thermique par conduction)

0,75 Q_4 : Le premier principe de la thermodynamique appliqué au système {S} permet d'écrire

$$\Delta U_S = W + Q$$ $\Big\}$ 0,25 Expression ΔU

- Q : hypothèse 1. Les transferts thermique du système avec l'extérieur sont négligés : $Q = 0$ J 0,25
- W : hypothèse 2, les transferts sous forme de travail sont négligés. $W = 0$ J 0,25

Donc $\Delta U_S = 0 + 0 = 0$ J la tête à toto !

Q_5 : Expression de C_{vase}

0,75 On a $\Delta U_S = \Delta U_{vase} + \Delta U_{eau\ froide} + \Delta U_{eau\ chaude} = 0$

$$\Rightarrow \Delta U_{vase} = -\Delta U_{eau\ froide} - \Delta U_{eau\ chaude}$$

$$\Rightarrow C_{vase}(\theta_{éq} - \theta_{EF}) = -m_{EF}\, c_E(\theta_{eq} - \theta_{EF}) - m_{EC}\, c_E(\theta_{eq} - \theta_{EC}) \Big\}\ 0{,}25$$

$$\Rightarrow C_{vase} = \frac{-m_{EF}\, c_E(\theta_{eq} - \theta_{EF}) - m_{EC}\, c_E(\theta_{eq} - \theta_{EC})}{\theta_{eq} - \theta_{EF}}$$

$$\Rightarrow C_{vase} = \frac{-m_{EF}\, c_E\cancel{(\theta_{eq} - \theta_{EF})}}{\cancel{\theta_{eq} - \theta_{EF}}} - \frac{m_{EC}\, c_E(\theta_{eq} - \theta_{EC})}{\theta_{eq} - \theta_{EF}}$$ 0,5

$$C_{vase} = \frac{m_{EC}\, c_E(\theta_{EC} - \theta_{eq})}{\theta_{eq} - \theta_{EF}} - m_{EF}\, c_E$$

Q_6 : Calcul de C_{vase}

0,5
$$C_{vase} = \frac{100 \cdot 10^{-3} \times 4{,}18 \cdot 10^3 (60{,}0 - 26{,}0)}{26{,}0 - 15{,}0} - 300 \cdot 10^{-3} \times 4{,}18 \cdot 10^3$$

$= 38{,}0\ J \cdot K^{-1}$ 0,25 valeur + 0,25 unité

Q_7 : Calcul de la capacité thermique massique

0,75 $C_{vase} = m_1 \times c_{vase}$ { 0,25 formule

$$\Rightarrow c_{vase} = \frac{C_{vase}}{m_1} = \frac{38{,}0}{85 \cdot 10^{-3}} = 447\ J \cdot K^{-1} \cdot kg^{-1}$$ { 0,25 valeur + unité

donc le vase est en acier inoxydable. { 0,25

0,75

Q 8 : Calcul du flux thermique ϕ

0,5 formule $\left\{ \phi = \frac{\Delta\theta}{R_{th}} = \frac{\theta_{eq} - \theta_{ext}}{R_{th}} \right. = \frac{26,0 - 19,0}{23} = 0,30\,W$ 0,25

Q 9 : Calcul de Q_{ext}

0,75

0,5 formule $\phi = \frac{Q_{ext}}{\Delta t} \Rightarrow Q_{ext} = \phi \times \Delta t$

$= 0,30 \times 180$

$= 54\,J$ 0,25

Q 10 : Calcul de $\Delta U_{eau\,chaude}$

0,75

$$\left.\begin{aligned} \Delta U_{eau\,chaude} &= m_{EC}\, c_E (\theta_{eq} - \theta_{EC}) \\ &= 100.10^{-3} \times 4,18.10^{3} \times (26,0 - 60,0) \\ &= -1,4.10^{4}\ J \end{aligned}\right\}\ 0,5$$

donc Q_{ext} est très faible devant $|\Delta U_{eau\,chaude}|$, l'hypothèse 1 est bien vérifiée : les transferts thermiques avec l'extérieur sont négligés

0,25