

- Ce sujet comporte quatre exercices présentés sur trois pages numérotées de 1 à 3, y compris celle-ci. Un exercice de chimie et trois exercices de physique.
- Les trois exercices, qui sont indépendants les uns des autres.
- Il est recommandé de donner les formules littérales avant les applications numériques, toute application numérique sans unité convenable sera pénalisée.
- La présentation, le soin et la rédaction seront pris en compte pour un point dans la notation

Physique (13 points)

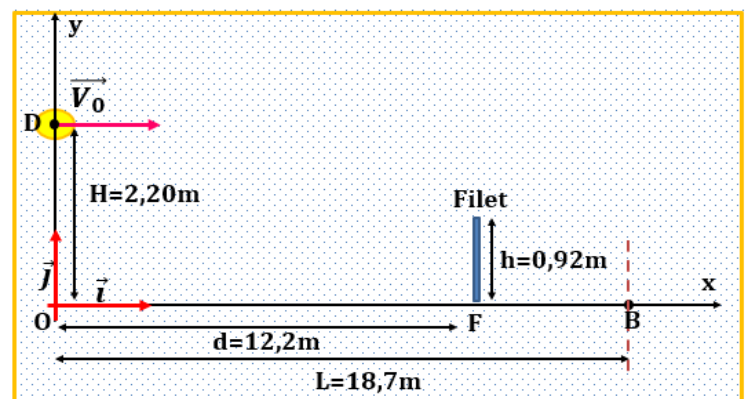
❖ Exercice 1 (4,5point) :

Barème

Un terrain de tennis est un rectangle de longueur 23,8 m et de largeur 8,23 m. Il est séparé en deux dans le sens de la largeur par un filet dont la hauteur est $h=0,920$ m. Lorsqu'un joueur effectue un service, il doit envoyer la balle dans une zone comprise entre le filet et une ligne située à 6,40 m du filet. On étudie un service du joueur placé au point O.

Ce joueur souhaite que la balle frappe le sol en B tel que $OB = L = 18,7$ m. Pour cela, il lance la balle verticalement et la frappe avec sa raquette en un point D situé sur la verticale de O à la hauteur $H = 2,20$ m. La balle part alors de D avec une vitesse de valeur $V_0 = 126 \text{ km.h}^{-1}$, horizontale comme le montre le schéma ci-dessous. La balle de masse $m = 58,0 \text{ g}$ sera considérée comme ponctuelle **et on considérera que l'action de l'air est négligeable.**

L'étude du mouvement sera faite dans le référentiel terrestre, galiléen, dans lequel on choisit un repère $R(O,x,y)$ comme l'indique le schéma ci-dessous :



❖ Données : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

1pt

1) En appliquant la deuxième loi de Newton, Établir les équations horaires du mouvement du centre d'inertie G du projectile : $x(t) = V_0 \cdot t$ et $y(t) = -g \frac{t^2}{2} + H$

0,75pt

2) Déduire l'équation de la trajectoire de G dans le repère (O,x,y)

0,75pt

3) Sachant que la distance $d=OF = 12,2$ m, la balle, passe-t-elle au-dessus du filet ? justifier

1pt

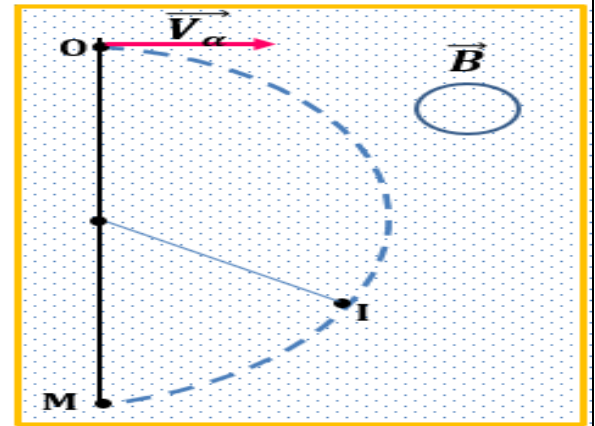
4) Montrer que le service sera considéré comme mauvais, c'est-à-dire que la balle frappera le sol en un point B' tel que OB' soit supérieur à OB .

1pt

5) En réalité, la balle tombe en B. Quel est le paramètre, non pris en compte dans ce problème, qui peut expliquer cette différence ?

❖ Exercice 2(3,5point) :

Barème	
0,75pt	On considère la particule α émise arrive au trou O avec une vitesse horizontale V_α et pénètre dans une zone où règne un champ magnétique B uniforme, perpendiculaire au plan vertical (π), d'intensité $B=1,5T$. Cette particule dévie et heurte un écran au point M (voir schéma ci-contre).
1pt	L'intensité du poids de la particule α , de charge $q=+2e$, est négligeable devant celle de la force de Lorentz qui s'exerce sur celle-ci.
1pt	1) Indiquer le sens du champ magnétique pour que les particules α soient déviés vers le point M.
0,75pt	2) Par application de la deuxième loi de Newton, Montrer que le mouvement de particule α est circulaire uniforme de rayon $R_\alpha = \frac{m.V_\alpha}{2.e.B}$.
	3) Exprimer la distance OM en fonction de m, e, B et V_α . Calculer sa valeur
	4) Représenter sur la trajectoire des particules au point I le vecteur vitesse $\vec{V}_\alpha$ et la force de Lorentz $\vec{F}$.
	Données : Masse de la particule α : $m = 6,6447 \cdot 10^{-27} \text{kg}$. $V_\alpha = 1,5 \cdot 10^7 \text{m.s}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$



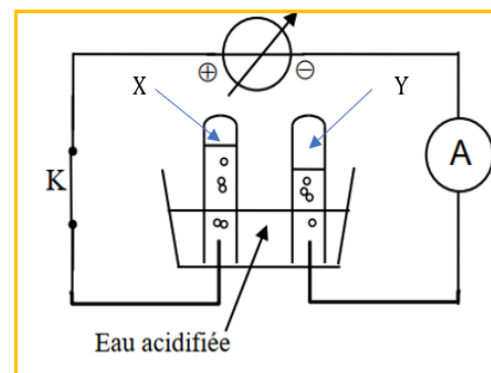
❖ Exercice 3(5point) : mouvement de rotation

Barème	
	Deux solides S_1 et S_2 de masses respectives m_1 et m_2 sont reliés par un fil inextensible de masse négligeable passant par la gorge d'une poulie de rayon $r=4\text{cm}$ tournant sans frottement autour d'un axe horizontal (Δ) passant par son milieu (fig 1).
	Le moment d'inertie de la poulie par rapport à l'axe (Δ) est noté J_Δ . On abandonne le système sans vitesse initiale à $t=0$.
	La figure 2 représente la variation de la vitesse angulaire de la poulie en fonction du temps $\dot{\theta}(t)$.
0,50pt	1) Dédurre la valeur de l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$; puis donner la nature du mouvement de (P)
0,75pt	2) Donner l'expression du nombre de tours effectués par la poulie à un instant t en fonction de $\ddot{\theta}$ et t. Calculer n pour $t=1,25\text{s}$
0,75pt	3) Calculer l'accélération prise par le solide S_2 . Quelle est la nature du mouvement de S_2 .
0,75pt	4) En fait, il y a des frottements entre S_1 et la table, avec φ l'angle de frottement
	4.1) En appliquant la 2 ^{ème} loi de Newton au solide $\{S_1\}$ montrer que l'expression de la tension du fil
	$T_1 = m_1 \cdot g \cdot \tan(\varphi) + m_1 \cdot a$
0,75p	4.2) En appliquant la 2 ^{ème} loi de Newton au solide $\{S_2\}$ montrer que l'expression de la tension du fil : $T_2 = m_2 \cdot (g - a)$

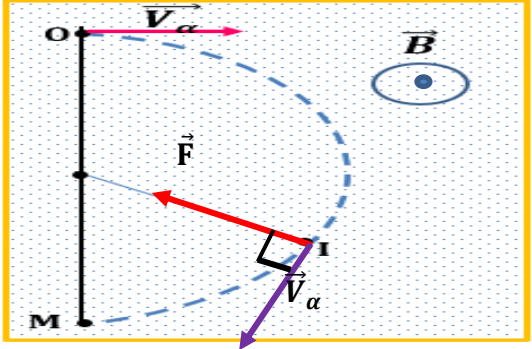
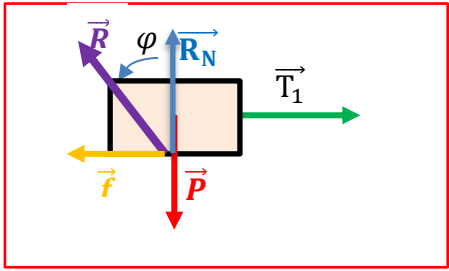
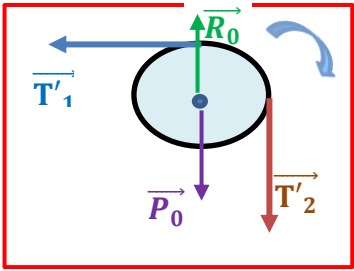
0,50pt	4.3) En utilisant la relation fondamentale de la dynamique (RFD), montrer la relation suivante : $T'_2 - T'_1 = \frac{J_{\Delta} \cdot a}{r^2}$
0,50pt	4.4) déduire que l'accélération a du solide (S) peut s'écrire sous la forme : $a = \frac{m_2 - m_1 \cdot \tan(\varphi)}{m_1 + m_2 + \frac{J_{\Delta}}{r^2}} \cdot g$
0,50pt	4.5) montrer que le mouvement de S_1 n'est possible que m_2 est supérieure à une valeur à déterminer. On donne $\tan(\varphi) = 0,16$; $m_1 = 1\text{ kg}$

Chimie (7 points)

Barème											
	On introduit un volume d'eau acidifiée dans un électrolyseur. On surmonte chaque électrode en g d'un tube à essai, rempli d'eau, destiné à récupérer le gaz formé, puis on réalise le montage repré le schéma ci-dessous. Après la fermeture de l'interrupteur, on ajuste l'intensité du courant électrique sur la valeur $I=0,2\text{A}$. On prend cet instant comme origine des dates ($t=0$) Données : - Couple interviennent Ox/Red : $\text{O}_{2(g)}/\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ et $\text{H}^+_{(aq)}/\text{H}_{2(g)}$ - Volume molaire : $V_m=24\text{L/mol}$ $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{mol}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ $1\text{F} = N_A \cdot e = 9,65 \cdot 10^4\text{SI}$										
1pt	1) Donner la définition d'une électrolyse										
	2) Répondre par vrai ou faux aux affirmations suivantes :										
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Les affirmations</th><th style="width: 20%;"></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a- L'anode est l'électrode liée au pôle positif du générateur.</td><td></td></tr> <tr> <td>b- Une transformation forcée s'effectue dans le sens inverse d'une transformation spontanée.</td><td></td></tr> <tr> <td>c- Au cours du fonctionnement d'un électrolyseur, il se produit une réduction à l'anode</td><td></td></tr> <tr> <td>d- Le courant électrique sort de l'électrolyseur par la cathode.</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Les affirmations		a- L'anode est l'électrode liée au pôle positif du générateur.		b- Une transformation forcée s'effectue dans le sens inverse d'une transformation spontanée.		c- Au cours du fonctionnement d'un électrolyseur, il se produit une réduction à l'anode		d- Le courant électrique sort de l'électrolyseur par la cathode.	
Les affirmations											
a- L'anode est l'électrode liée au pôle positif du générateur.											
b- Une transformation forcée s'effectue dans le sens inverse d'une transformation spontanée.											
c- Au cours du fonctionnement d'un électrolyseur, il se produit une réduction à l'anode											
d- Le courant électrique sort de l'électrolyseur par la cathode.											
1pt	3) Ecrire l'équation de la réaction qui se produit au niveau de l'anode.										
1pt	4) Donner le nom des gaz X et Y apparus aux électrodes.										
1pt	5) Dresser le tableau d'avancement de la transformation qui a lieu au niveau de l'anode.										
1,25pt	6) Trouver l'expression du volume de dioxygène formé à un instant t, en fonction de I, V_m , e et t.										
0,75pt	7) Calculer sa valeur à l'instant $t=8\text{min}$.										



Question	Corrigée
Ex.1 1	Les équations horaires du mouvement du centre d'inertie G du projectile : La balle, dans le référentiel terrestre galiléen, est soumise uniquement à son poids $\vec{P}$ La 2^{ème} loi de Newton : $\vec{P} = m \cdot \vec{a}$ soit $m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$ Les coordonnées de $\vec{a}$ le repère R(o,x,y) sont : $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$ comme $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ donc $\begin{cases} \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ \frac{dv_y}{dt} = -g \end{cases}$ Par intégrale : $\vec{v} \begin{cases} v_x = C_1 \\ v_y = -gt + C_2 \end{cases}$ avec C_1 et C_2 sont des constantes définies par les conditions initiales (CI): initialement : $\vec{v}(0) = \vec{v}_0 \begin{cases} v_{x0} = V_0 \\ v_{y0} = 0 \end{cases}$ donc : $\vec{v}_0 \begin{cases} v_{x0} = V_0 = C_1 \\ v_{y0} = 0 = C_2 \end{cases}$ d'où : $\vec{v} \begin{cases} v_x = V_0 \\ v_y = -gt \end{cases}$ comme $\vec{v} = \frac{d\vec{OG}}{dt}$ donc $\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} = V_0 \\ v_y = \frac{dy}{dt} = -gt \end{cases}$ Par intégrale : $\vec{OG} \begin{cases} x = V_0 \cdot t + C_1' \\ y = -g \frac{t^2}{2} + C_2' \end{cases}$ avec C_1' et C_2' sont Ctes comme $\vec{OG}(0) = \vec{OD} = H \cdot \vec{j}$ donc $\vec{OD} \begin{cases} x_0 = 0 = C_1' \\ y_0 = C_2' = H \end{cases}$ d'où : $\begin{cases} x = V_0 \cdot t \\ y = -g \frac{t^2}{2} + H \end{cases}$ L'équation de la trajectoire de G dans le repère (O,x,y) On isole le temps « t » de (1) que l'on reporte dans (2) : $t = \frac{x}{V_0}$ donc : $y = -g \frac{\left(\frac{x}{V_0}\right)^2}{2} + H$ $y = -g \frac{x^2}{2V_0^2} + H$ donc l'équation d'une parabole 3 La balle passe au-dessus du filet si pour $x = OF = 12.2 \text{ m}$, $y(x_F) > 0.920 \text{ m}$ $y = -g \frac{x_F^2}{2V_0^2} + H$ Application numérique : $y = -9,8 \cdot \frac{12,2^2}{2 \times (3,6)^2} + 2,2 = 1,6\text{m} > 0,92\text{m}$ La balle frappe le sol en un point B' ($x_{B'}, y_{B'} = 0$) Le service est « mauvais » si $x_{B'} > OB$ avec $OB = L = 18,7 \text{ m}$ On a : $y_{B'} = 0$ et $y_{B'} = -g \frac{x_{B'}^2}{2V_0^2} + H = 0 \Rightarrow g \frac{x_{B'}^2}{2V_0^2} = H$ donc : $x_{B'} = \sqrt{\frac{2V_0^2 \times H}{g}}$ Application numérique : $x_{B'} = \sqrt{\frac{2 \times (3,6)^2 \times 2,2}{9,8}} = 23,4\text{m}$ d'où le service est effectivement « mauvais » 5 En réalité, la balle tombe en B. Le paramètre, non pris en compte dans ce problème, qui peut expliquer cette différence est la force de frottement de l'air sur la balle.
Ex.2 1	Le sens du champ magnétique pour que les particules α soient déviés vers le point M La règle de la main droite indique que le sens de $\vec{B}$ soit dirigée vers l'avant (sortant) $\vec{B} \odot$ Le mouvement de particule α est circulaire uniforme de rayon R_α

2 3 4	les particules α, dans le référentiel terrestre galiléen, est soumise uniquement à la force de Lorentz $\vec{F}$. La 2^{ème} loi de Newton : $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ Projection dans un repère de Frenet (P, $\vec{u}$) : $0 = m \cdot a_T \Rightarrow a_T = \frac{dV_\alpha}{dt} = 0$ donc $V_\alpha = \text{Cte}$ Projection dans un repère de Frenet (P, $\vec{n}$) : $F = m \cdot a_N$ or $a_N = \frac{V_\alpha^2}{R_\alpha}$ et $F = q \cdot V_\alpha \cdot B = 2 \cdot e \cdot V_\alpha \cdot B$ On trouve : $2 \cdot e \cdot V_\alpha \cdot B = m \cdot \frac{V_\alpha^2}{R_\alpha}$ finalement le rayon : $R_\alpha = \frac{m \cdot V_\alpha}{2 \cdot e \cdot B} = \text{Cte}$ Le mouvement est circulaire ($R_\alpha = \text{Cte}$) uniforme ($V_\alpha = \text{Cte}$) La distance OM en fonction de m, e, B et V_α On a : $OM = 2R_\alpha \Rightarrow OM = 2 \frac{m \cdot V_\alpha}{2 \cdot e \cdot B} = \frac{m \cdot V_\alpha}{e \cdot B}$ Application numérique : $OM = \frac{6,6447 \cdot 10^{-27} \times 1,5 \cdot 10^7}{1,6 \cdot 10^{-19} \times 1,5} = 0,42\text{m}$ Représentation de $\vec{F}$ et $\vec{V}_\alpha$ 
Ex.3 1 2 3 4 4.1 4.2 4.3	La valeur de l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ et la nature du mouvement de (P) On sait que : $\dot{\theta} = \ddot{\theta}t + \dot{\theta}_0$ d'après la figure 2 : on a $\dot{\theta}(t)$ fonction linéaire s'écrit : $\dot{\theta} = K \cdot t$ avec K : coefficient directeur de la droite : donc : $\ddot{\theta} = K = \frac{40}{1} = 40\text{rad} \cdot \text{s}^{-2}$ et $\dot{\theta}_0 = 0$ D'où : $\ddot{\theta} = \text{Cte}$: mouvement de rotation uniformément varié L'expression du nombre de tours effectués par la polie Soit : $\theta = \frac{\ddot{\theta}}{2}t^2 + \dot{\theta}_0 t + \theta_0$ donc $\theta - \theta_0 = \frac{\ddot{\theta}}{2}t^2$ et $\Delta\theta = \theta - \theta_0$ alors $\Delta\theta = \frac{\ddot{\theta}}{2}t^2$ comme $\Delta\theta = 2 \cdot \pi \cdot n$ D'où : $n = \frac{\ddot{\theta}}{4 \cdot \pi}t^2$ application numérique : $n = \frac{40}{4 \cdot \pi}(1,25)^2 = 4,97\text{tr}$ L'accélération prise par le solide S_2 et la nature du mouvement de S_2. On a : $a_2 = r \cdot \ddot{\theta}$ A.N : $a_2 = 4 \cdot 10^{-2} \times 40 = 1,6\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ $a_2 = \text{Cte}$ Donc le mouvement est rectiligne uniformément varié Remarque : $a_1 = a_2 = a$ En appliquant la 2^{ème} loi de Newton au solide $\{S_1\}$ Les forces exercées sont : Le poids $\vec{P} = m_1 \cdot \vec{g}$; réaction du plan $\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N$; tension de fil $\vec{T}_1$ 2^{ème} loi de Newton : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T}_1 = m_1 \cdot \vec{a}$ Projection sur l'axe (oy) : $-P + R_N = 0 \Rightarrow R_N = P = m_1 \cdot g$ Projection sur l'axe (ox) : $-f + T_1 = m_1 \cdot a_1 \Rightarrow T_1 = m_1 \cdot a + f$ Or on sait que : $f = R_N \cdot \text{tg}(\varphi) = m_1 g \text{tg}(\varphi)$ D'où : $T_1 = m_1 \cdot a + m_1 g \text{tg}(\varphi)$ La 2^{ème} loi de Newton au solide $\{S_2\}$ Les forces exercées sont : Le poids $\vec{P} = m_2 \cdot \vec{g}$; ; tension de fil $\vec{T}_2$ 2^{ème} loi de Newton : $\vec{P} + \vec{T}_2 = m_2 \cdot \vec{a}$ Projection sur l'axe (oy) : $P - T_2 = m_2 \cdot a \Rightarrow T_2 = m_2 \cdot g - m_2 \cdot a$ D'où : $T_2 = m_2(g - a)$ En utilisant la relation fondamentale de la dynamique (RFD). Les forces exercées sur la poulie : Le poids $\vec{P}_0$; réaction avec l'axe $\vec{R}_0$; tension de fil $\vec{T}'_1$; tension de fil $\vec{T}'_2$ On applique RFD sur la poulie : $\sum M_\Delta(\vec{F}) = J_\Delta \cdot \ddot{\theta}$ Soit : $\sum M_\Delta(\vec{F}) = M_\Delta(\vec{P}_0) + M_\Delta(\vec{R}_0) + M_\Delta(\vec{T}'_1) + M_\Delta(\vec{T}'_2)$  

Puisque la direction des forces $\vec{P}_0$ et $\vec{R}_0$ coupe l'axe de rotation (Δ)

alors : $M_{\Delta}(\vec{P}_0) = 0$ et $M_{\Delta}(\vec{R}_0) = 0$

On calcule le moment de la force $\vec{T}'_1$ et $\vec{T}'_2$: $M_{\Delta}(\vec{T}'_1) = -T'_1 \cdot r$; $M_{\Delta}(\vec{T}'_2) = +T'_2 \cdot r$

On trouve finalement : $+T'_2 \cdot r - T'_1 \cdot r = J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}$ ce qui donne : $T'_2 - T'_1 = \frac{J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}}{r}$

L'accélération a du solide (S) peut s'écrire sous la forme :

La fin inextensible et ne glisse sur la poulie : $T'_2 = T_2$ et $T'_1 = T_1$ et $a = r \cdot \ddot{\theta}$

On a : $T_2 - T_1 = \frac{J_{\Delta} \cdot \ddot{\theta}}{r}$ on remplace T_2 et T_1 par son expression :

$$m_2(g - a) - m_1 \cdot a - m_1 g \tan(\varphi) = \frac{J_{\Delta} \cdot a}{r^2} \text{ finalement : } a = \frac{m_2 - m_1 \cdot \tan(\varphi)}{m_1 + m_2 + \frac{J_{\Delta}}{r^2}} \cdot g$$

Le mouvement de S_1 est possible si : $a \geq 0$

$$a \geq 0 \Rightarrow \frac{m_2 - m_1 \cdot \tan(\varphi)}{m_1 + m_2 + \frac{J_{\Delta}}{r^2}} \cdot g \geq 0 \Rightarrow m_2 - m_1 \cdot \tan(\varphi) \geq 0$$

Donc : $m_2 \geq m_1 \cdot \tan(\varphi)$ App.Num : $m_2 \geq 0,16\text{kg}$

Chimie

Définition :

Une électrolyse est une transformation forcée, au cours de laquelle un générateur de tension continue impose le sens du courant électrique.

Réponse

Les affirmations	
e- L'anode est l'électrode liée au pôle positif du générateur.	Vrai
f- Une transformation forcée s'effectue dans le sens inverse d'une transformation spontanée.	vrai
g- Au cours du fonctionnement d'un électrolyseur, il se produit une réduction à l'anode	faux
h- Le courant électrique sort de l'électrolyseur par la cathode.	vrai

L'équation de la réaction qui se produit au niveau de l'anode.

L'anode est siège d'oxydation : $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{O}_{2(g)} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

Le nom des gaz X et Y apparus aux électrodes.

Le gaz X est $\text{O}_{2(g)}$ et Le gaz Y est $\text{H}_{2(g)}$

Le tableau d'avancement de la transformation qui a lieu au niveau de l'anode

Equation de réaction		$2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{O}_{2(g)} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$			
État	Avancement	Quantité de matière en mol			$n(\text{e}^-)$
Initiale	0	0	0	0	0
À Δt	x	en excès	x	en excès	4x

L'expression du volume de dioxygène formé à un instant t, en fonction de I, Vm, e et t.

On a : $n(\text{O}_2) = x$ et $n(\text{e}^-) = 4 \cdot x$ Donc : $n(\text{e}^-) = 4 \cdot n(\text{O}_2)$

On sait que : $Q = n(\text{e}^-) \cdot F = I \cdot t \Rightarrow n(\text{e}^-) = \frac{I \cdot t}{F} = 4 \cdot n(\text{O}_2) \Rightarrow n(\text{O}_2) = \frac{I \cdot \Delta t}{4F}$

Soit : $n(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} \Rightarrow V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m$

Finalement : **$V(\text{O}_2) = \frac{I \cdot \Delta t}{4F} \cdot V_m$**

sa valeur à l'instant t=8min

$$V(\text{O}_2) = \frac{0,2 \times 8 \times 60 \times 24}{4 \times 96500} = 5,98\text{mL}$$