Le 31/03/2017 — Bac Blanc de Physique Chimie - Corrigé — T^{ale} S

I. Impesanteur - boulot - dodo : la routine de l'astronaute !

1. Force d'attraction

1.1. D'après le texte, l'ISS gravite à l'altitude h = 400 km au dessus de nos têtes.

1.2. La grandeur G correspond à la constante universelle de gravitation.

$$F = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{4{,}00 \times 10^5 \times 5{,}98 \times 10^{24}}{(6{,}38 \times 10^6 + 4{,}00 \times 10^5)^2} = 3{,}47\ .10^{6}\ \text{N}$$

1.3. Echelle de représentation du vecteur force : 1 cm ⇆ $1{,}0 \times 10^{6}$ N
soit un vecteur de 3,47 cm de long ; arrondi à 3,5 cm

2. Période de révolution

2.1. L'ISS a un mouvement circulaire uniforme dans le référentiel géocentrique

2.2. Système étudié : S = { ISS } ; Référentiel : géocentrique
Bilan des forces extérieures appliquées au système : La force gravitationnelle de la Terre sur l'ISS notée $\overrightarrow{F}$

La deuxième loi de Newton s'écrit : $\Sigma\ \overrightarrow{F}_{ext} = \dfrac{d\overrightarrow{p}}{dt} = \dfrac{d(m\ \overrightarrow{v})}{dt} = m\ \dfrac{d(\overrightarrow{v})}{dt} = m\ \overrightarrow{a}$ (m étant constante).

Soit $\overrightarrow{F} = m\ \overrightarrow{a}$; On notera que $\overrightarrow{a}$ a même direction et même sens que $\overrightarrow{F}$, il est donc centripète

$$\overrightarrow{a} = G \times \frac{M_T}{(R_T + h)^2}\ \overrightarrow{u_n}$$

Dans le repère de Frenet on a $\overrightarrow{a} = \overrightarrow{a_t} + \overrightarrow{a_n}$ avec $\overrightarrow{a_t} = \dfrac{dv}{dt}\ \overrightarrow{u_t}$ et $\overrightarrow{a_n} = \dfrac{v^2}{r}\ \overrightarrow{u_n}$

On en déduit que : $G \times \dfrac{M_T}{(R_T + h)^2} = \dfrac{v^2}{(R_T + h)}$ d'où $v^2 = \dfrac{G \times M_T}{(R_T + h)}$ soit $v = \sqrt{\dfrac{G \times M_T}{(R_T + h)}}$

La période T correspond au temps que la station met à faire une révolution, de longueur 2 π r, à la vitesse v.

$T = \dfrac{2\pi\ (R_T + h)}{v}$ soit $T^2 = 4\pi^2\ (R_T + h)^2 \times \dfrac{(R_T + h)}{G \times M_T} = \dfrac{4\pi^2}{GM_T} \times (R_T + h)^3$ (Cqfd)

2.3. D'après l'expression précédente de T², 4π² est sans unité, G en $m^3.kg^{-1}.s^{-2}$, M_T en kg et $(R_T + h)^3$ en m^3

$\dfrac{[1]}{[\ m^3.kg^{-1}.s^{-2}] \times [kg]} \times [m^3]$ donc T² en $\dfrac{[1]}{[s^{-2}]}$ identique à des [s²]. la relation est bien homogène à des secondes au carré.

2.4. $T^2 = \dfrac{4\pi^2}{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}98 \times 10^{24}} \times (6{,}38 \times 10^6 + 4{,}00 \times 10^5)^3 = 3{,}08 \times 10^7\ s^2$ soit $\mathbf{T = 5{,}55\ .\ 10^3\ s}$

Dans le texte on sait que en 1 jour , l'ISS fait 16 fois le tour de la Terre

donc comme 24 h = 86400 s ; $T = \dfrac{86400}{16} = \mathbf{5{,}40\ .10^3\ s}$

L'écart entre les deux réponses est de **2,7 %** , ce qui est raisonnable.

3. Impesanteur

3.1. La vitesse étant uniforme, on a à partir de la relation $v = \sqrt{\dfrac{G \times M_T}{(R_T + h)}} = 7{,}67 \times 10^3\ m.s^{-1}$.

D'après le texte la vitesse vaut 27600 km/h soit 27600/3,6= $7{,}67 \times 10^3\ m.s^{-1}$

On choisit une échelle de représentation des vitesses : 1 cm ⇆ 2×10^3 m/s soit 3,8 cm pour chaque vecteur vitesse

On veut l'accélération au point G_7 , il faut donc tracer les vecteurs vitesses en G_6 et G_8, avant de tracer à partir de G_7 la somme vectorielle $\overrightarrow{v_8} - \overrightarrow{v_6} = \overrightarrow{\Delta v_7}$

Sur le graphe on mesure Δv_7 ⇆ 2,0 cm soit $\Delta v_7 = 4{,}0 \times 10^3\ m.s^{-1}$

L'accélération $a_7 = \dfrac{\Delta v_7}{2\ \tau} = \dfrac{4{,}0 \times 10^3}{2 \times 240} = \mathbf{8{,}3\ m.s^{-2}}$; On choisit une échelle de représentation de l'accélération :

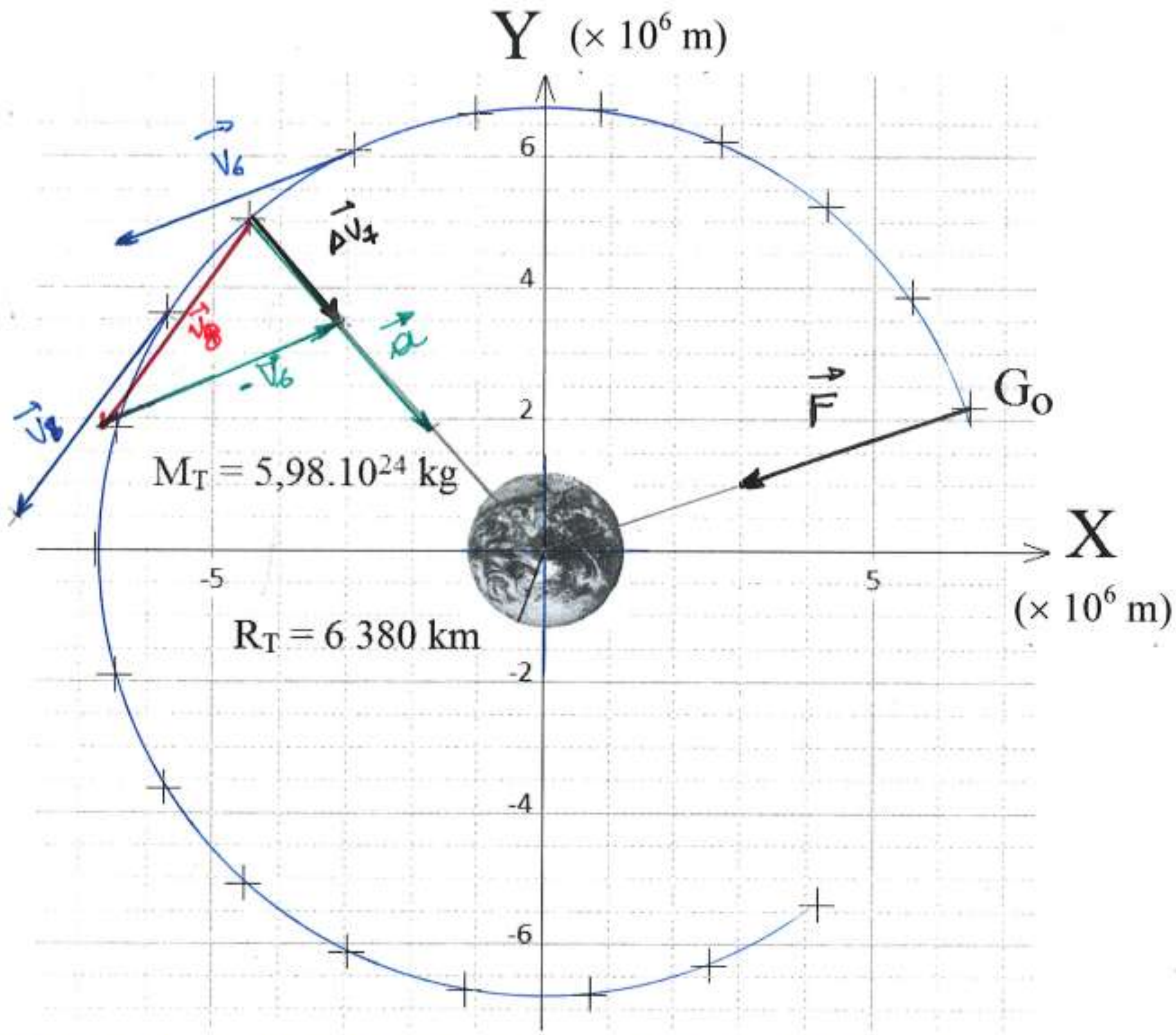
1 cm ⇆ 2 $m.s^{-2}$, ce qui fait un vecteur accélération de 4,1 cm de long.

3.2. La station orbitale ne retombe pas sur la Terre car elle a une vitesse suffisante pour maintenir sa position sur son orbite.

3.3. T. Pesquet a la même accélération que l'ISS, il fait partie du même système.

3.4. L'impesanteur est l'état atteint par un corps lorsque les forces de gravité n'ont aucune influence perceptible sur ce corps. On parle aussi d'apesanteur.

Les astronautes sont toujours soumis à l'attraction terrestre. Ils « tombent » vers la Terre avec la même accélération que la station ISS, c'est pourquoi ils ne ressentent pas la pesanteur. On peut donc dire qu'ils sont en impesanteur.



Échelle de la vitesse : 1 cm ⇆ 2×10^3 m/s

Échelle de l'accélération : 1 cm ⇆ 2 $m.s^{-2}$

Échelle de la force : 1 cm ⇆ $1{,}0 \times 10^6$ N

II. Process

1. Questions sur le texte

1.1. La valeur de la célérité de la lumière c dans le vide vaut $c = 3{,}0.10^{8}$ m.s^{-1}.

1.2. On calcule l'énergie $E = h \times \nu$ avec la fréquence $\nu = \frac{c}{\lambda}$. A.N. : $E = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}0.10^{8}}{200 \times 10^{-9}} = 9{,}9 \times 10^{-19}$ J

La conversion en eV : $E = \frac{9{,}9.10^{-19}}{1{,}6.10^{-19}} = 6{,}2$ eV qui est la valeur du texte.

1.3. La poudre de météorite permet de protéger les acides aminés (voir texte).

2. Acides aminés

2.1. Les molécules présentes dans le tableau sont toutes des acides aminés car elles sont constituées des groupes carboxyle ($-CO_2H$) et amine ($-NH_2$).

2.2. Le groupe carboxyle est acide car il possède un hydrogène labile (susceptible d'être cédé à une autre espèce).

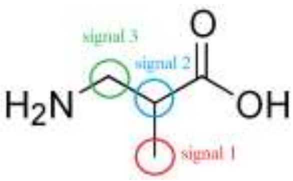
2.3. Les molécules chirales sont l'alanine, la valine, l'acide aminoisobutyrique et l'acide aspartique (présence d'un seul carbone asymétrique).

3. Deux acides aminés à la loupe

3.1. Les deux molécules A et B sont isomères car elles possèdent la même formule brute $C_4H_9O_2N$ mais une formule semi-développée différente.

3.2. La spectroscopie infrarouge et la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire permettent de différencier les molécules A et B (pour la spectroscopie IR, cela se verra principalement au niveau de l'empreinte digitale).
Par contre, la spectroscopie de masse n'est pas possible vu qu'elles ont la même masse molaire. (d'après l'énoncé, on ne peut pas les différencier,. En réalité, on peut les différencier à partir des fragments)

3.3. Ce spectre RMN est celui de la molécule d'acide aminoisobutyrique (notée A).



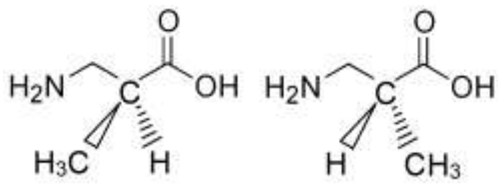
Il y a présence de 3 signaux dans les deux cas mais pour la molécule A :
signal 1 à $\delta = 1{,}2$ ppm : doublet intégrant pour 3H car groupe $-CH_3$;
signal 2 à $\delta = 2{,}6$ ppm : hexuplet m = 5+1 = 6 (règle des (n+1)-uplets) intégrant pour 1 H car groupe $-CH$;
signal 3 à $\delta = 3{,}1$ ppm : doublet intégrant pour 2H car groupe CH_2.

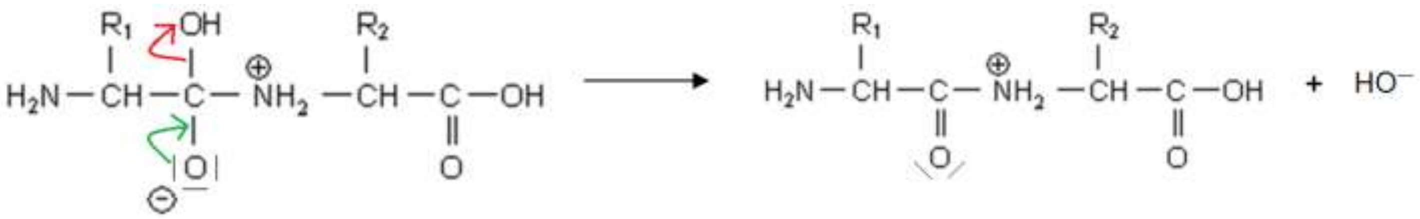
4. Synthèse peptidique

4.1. Dans le document 4, les trois paramètres qui semblent avoir un effet sur la réalisation de synthèses dans l'espace sont : le froid, le catalyseur et la chiralité.

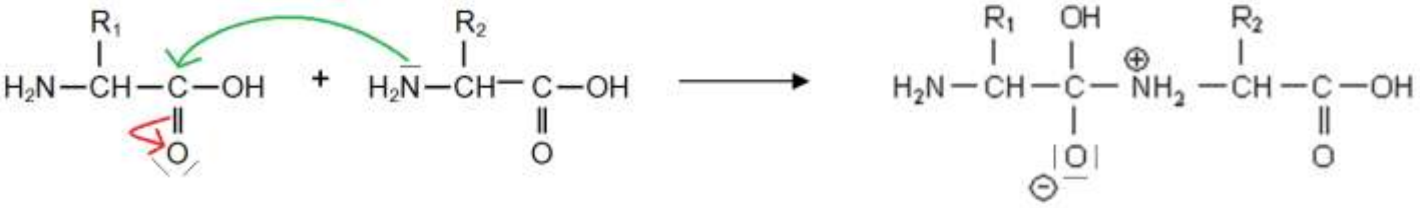
4.2. L'adjectif racémique qui qualifie les mélanges, signifie que l'on a affaire à des mélanges équimolaires des 2 énantiomères.

4.3. Les deux énantiomères de la molécule A sont ci-contre :





4.4. Le déplacement des 2 doublets d'électrons sont :



4.5. La troisième étape est une réaction acido-basique car il y a transfert d'un proton H^+ entre deux espèces.

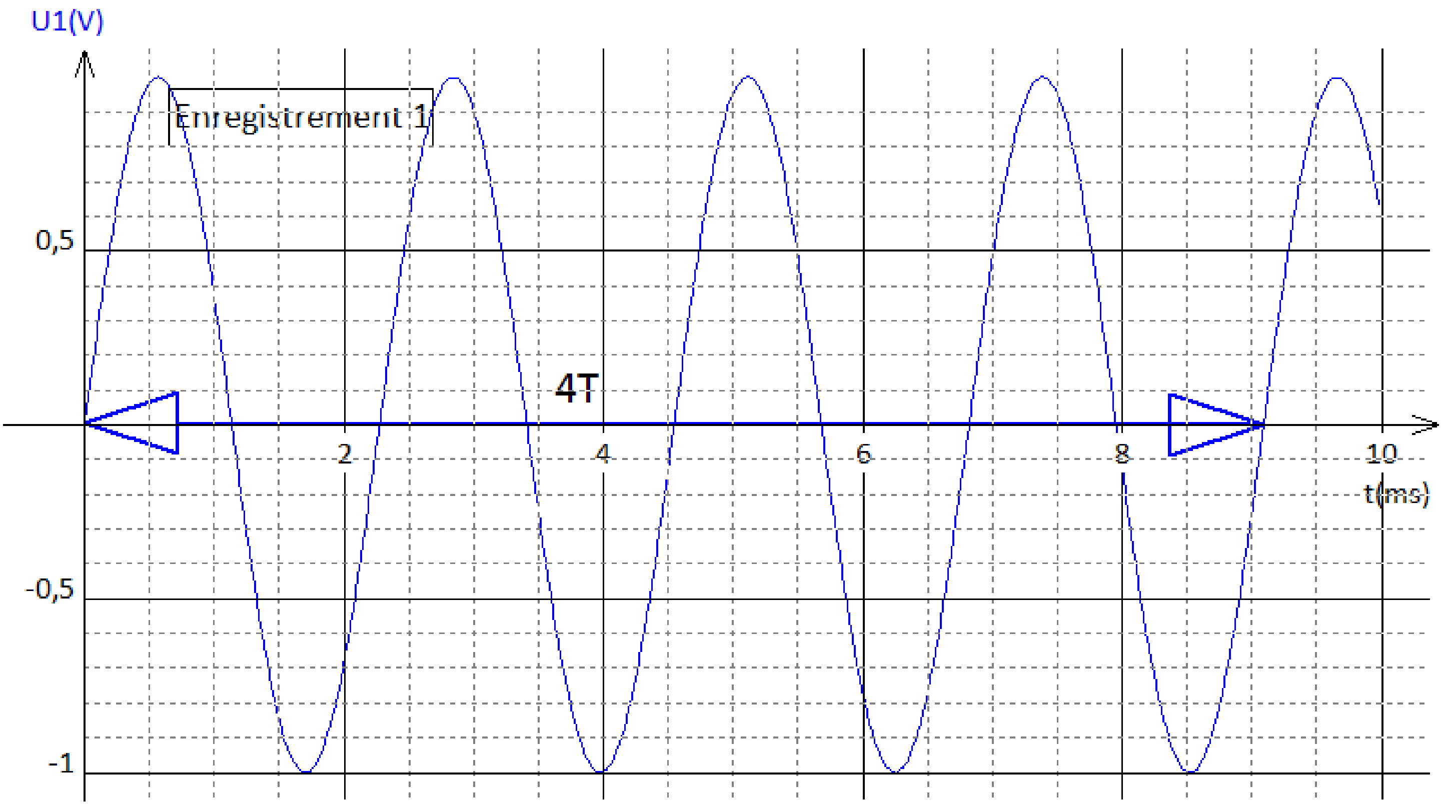
III. Un groupe de musique fan de Thomas Pesquet

1. « Balance »

1.1. (0,5) Enregistrement 1 : son du diapason car le son provenant du diapason est un son pur, le signal est sinusoïdal.

Enregistrement 2 : son d'une guitare car le son est complexe : ce n'est pas un signal sinusoïdal.

1.2. (**1,5**) Pour les deux enregistrements, on mesure 4 périodes : 4T puis on divise par 4.



Échelle du document original : 17,2 cm pour 10 ms

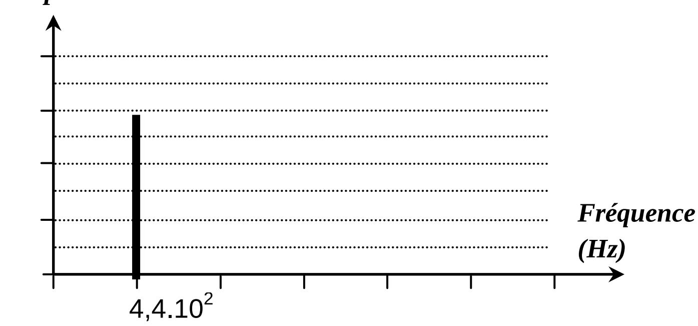
On mesure 15,6 cm pour 4 périodes donc : $4T = \frac{15{,}6 \times 10}{17{,}2} = 9{,}1$ ms

$T = \frac{9{,}1 \times 10^{-3}}{4} = 2{,}28 \times 10^{-3}$ s (calcul intermédiaire : on garde tous les chiffres significatifs)

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}28 \times 10^{-3}} = 4{,}4 \times 10^{2}$ Hz (résultat avec deux chiffres significatifs car la période T est déterminée avec deux chiffres significatifs)

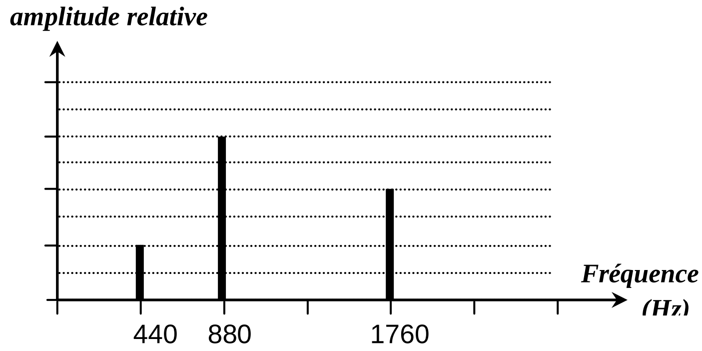
On effectue le même raisonnement avec l'enregistrement 2 et on trouve la même fréquence. La guitare et le diapason sont accordés car ils ont la même hauteur (même fréquence fondamentale)

1.3. (0,5) *Allure du spectre en fréquence du diapason* (voir figure ci-dessous).



Justification : Le diapason émet un son pur : le spectre en fréquence du diapason ne comprend que le pic relatif au fondamental.

Allure du spectre possible en fréquence de la guitare (voir figure ci-dessous).



<u>Justification</u> : La guitare émet un son complexe : le spectre en fréquence de la guitare comprend le pic relatif au fondamental et un ou plusieurs harmoniques c'est-à-dire des pics dont la fréquence est un multiple entier de la fréquence du fondamental.

2. <u>Intensités sonores</u>

2.1. (**0,5**) Expression de l'intensité sonore I en fonction du niveau sonore L et de I_0 : $\boxed{L = 10 \times \log(\frac{I}{I_0})}$

donc : $\frac{L}{10} = \log(\frac{I}{I_0})$; $10^{\frac{L}{10}} = \frac{I}{I_0}$ D'où : $I = I_0 \times 10^{L/10}$.

(**0,25**) $I = 1{,}0.10^{-12} \times 10^{70/10}$ = $1{,}0.10^{-5}$ W.m^{-2}.

2.2. (**0,25**) Sachant que les deux guitares sont identiques et que les intensités sonores s'additionnent en un point donné : I' = 2 × I. L' = 10. $\log(\frac{I}{I_0}) = 10.\log(\frac{2.I}{I_0}) = 10.\log(\frac{I}{I_0}) + 10\log(2) = 70 + 3 = 73\text{dB}$

3. <u>Drôle de phénomène ?</u>

3.1. (**0,25**) Le son émis par le haut-parleur est diffracté par l'ouverture qu'est la porte. **La diffraction** permet d'expliquer l'observation des amis du groupe de musiciens.

3.2. (**1,25**) $\lambda = \frac{v}{f}$, en considérant que la **célérité du son dans l'air vaut 340 m.s^{-1}**.

Sons graves : $\lambda_1 = \frac{340}{100}$ = 3,40 m ; Sons aigus : $\lambda_2 = \frac{340}{10000}$ = $3{,}40\times10^{-2}$ m = 3,40 cm

Le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que la longueur d'onde λ est grande face à la taille de l'ouverture. La porte de largeur 1,00 m diffracte mieux les sons graves, qui sont ainsi mieux perçus par les amis du groupe de musiciens.

4. <u>Question Bonus (0,25 point)</u>

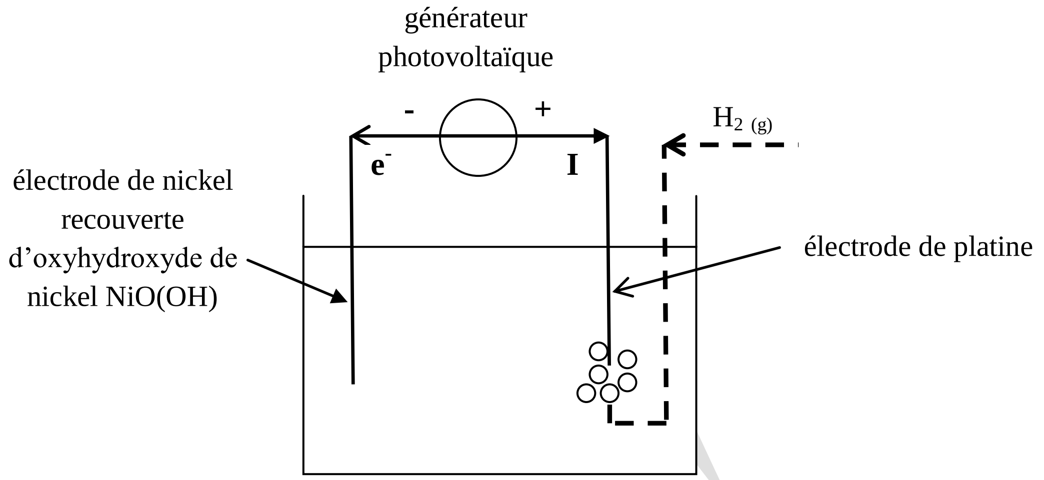
Le groupe qui a créé la chanson « Walking on a dream » est le groupe australien « Empire Of the Sun ».

IV. Spécialistes seulement : Source d'énergie de la station spatiale internationale (SSI au Québec) (5 points)

1. Questions préliminaires

1.1. En une journée « terrestre » soit 24h, la station spatiale internationale fait 16 révolutions.
le flux lumineux est intercepté pendant 1/3 d'une révolution donc il est reçu pendant 2/3 d'une révolution
La durée Δt de la charge de l'accumulateur en une journée « terrestre » est de $\frac{2}{3} \times 24$ h = 16 h = $5{,}76 \times 10^4$ s.

1.2. $NiO(OH)_{(s)} + H_2O_{(\ell)} + e^- \longrightarrow Ni(OH)_{2\,(s)} + HO^-_{(aq)}$ est une **réduction** qui se déroule à la **cathode**.
Les électrons sont captés par cette électrode donc viennent de vers la borne **négative** du générateur.
$H_{2\,(g)} + 2\,HO^-_{(aq)} \longrightarrow 2\,H_2O_{(\ell)} + 2\,e^-$ est une **oxydation** qui se déroule à **l'anode**.
Les électrons sont fournis au circuit par cette électrode donc se dirigent vers la borne **positive** du générateur.



1.3. $NiO(OH)_{(s)} + H_2O_{(\ell)} + e^- \longrightarrow Ni(OH)_{2\,(s)} + HO^-_{(aq)}$ (**× 2**) pour transférer le même nombre d'électrons
$H_{2\,(g)} + 2\,HO^-_{(aq)} \longrightarrow 2\,H_2O_{(\ell)} + 2\,e^-$ (**× 1**)
$2\,NiO(OH)_{(s)} + 2\,H_2O_{(\ell)} + H_{2\,(g)} + 2\,HO^-_{(aq)} \longrightarrow 2\,Ni(OH)_{2\,(s)} + 2\,HO^-_{(aq)} + 2\,H_2O_{(\ell)}$
En simplifiant : $\mathbf{2\,NiO(OH)_{(s)} + H_{2\,(g)} \longrightarrow 2\,Ni(OH)_{2\,(s)}}$

2. Problème

Les valeurs numériques intermédiaires sont données à titre indicatif. Une formule littérale est attendue.

Il faut déterminer la puissance totale produite par l'ensemble des panneaux solaires : $P_{totale} = 8 \times P$
avec P = 13,8 kW *(soit P_{totale} = 110 kW = 110 × 10^3 W)*

Il faut déterminer l'intensité I délivrée à l'aide de la définition de la puissance $I = \frac{P_{totale}}{U}$ *(I = 690 A)*

A partir de la définition de la quantité d'électricité $Q = I \times \Delta t = n(e^-) \times F$, on extrait la quantité d'électrons transférés soit $n(e^-) = \frac{I \times \Delta t}{F} = \frac{P_{totale} \times \Delta t}{U \times F} = \frac{8 \times P \times \Delta t}{U \times F}$ *($n(e^-) = 4{,}12 \times 10^2$ mol)*

Pour trouver la quantité de dihydrogène consommé, il faut utiliser la demi-réaction d'oxydation.
Pour 1 mol de dihydrogène consommé, il faut utiliser 2 mol d'électrons
donc $n(H_2) = \frac{n(e^-)}{2}$ soit $n(H_2) = \frac{8 \times P \times \Delta t}{2 \times U \times F}$ *($n(H_2) = 2{,}06 \times 10^2$ mol)*

En utilisant le volume molaire dans les conditions de fonctionnement, on obtient le volume de dihydrogène consommé : $n(H_2) \times V_M$ donc $\boxed{\mathbf{V(H_2) = \frac{8 \times P \times \Delta t}{2 \times U \times F} \times V_M}}$

<u>Application numérique</u> : il faut convertir les kW en W

$V(H_2) = \frac{8 \times 13{,}6 \times 5{,}76 \times 10^4}{2 \times 160 \times 96500} \times 0{,}3$ = 62 L. Il faut garder 1 seul chiffre significatif car le volume molaire n'est donné qu'avec 1 seul chiffre significatif donc **V(H₂) = 60 L**

L'ordre de grandeur du volume est de 100 L (puissance de 10 la plus proche de 60)

Spécialité

I	**1.1**	1								
	1.2	1	2	3	4				CS-U-CV	
	1.3	1	2							
	2.1	1								
	2.2	1	2	3	4					
	2.3	1	2							
	2.4	1	2	3	4	5			CS-U-CV	
	3.1	1	2	3	4	5			CS-U-CV	
	3.2	1								
	3.3	1	2							
	3.4	1								**/28**
II	**1.1**	1								
	1.2	1	2	3	4				CS-U-CV	
	1.3	1	2						CS-U-CV	
	2.1	1	2							
	2.2	1	2							
	2.3	1	2	3						
	3.1	1	2							
	3.2	1	2							
	3.3	1	2	3	4					
	4.1	1	2	3						
	4.2	1								
	4.3	1	2	3						
	4.4	1	2							
	4.5	1								**/32**

III	**1.1**		1	2								
	1.2		1	2	3	4	5	6			CS-U-CV	
	1.3		1	2								
	2.1		1	2	3						CS-U-CV	
	2.2		1									
	3.1		1									
	3.2		1	2	3	4	5					
	4	Bonus	1									**/21**
IV	**1.1**	1 si 1/3 de 24h	1	2								
	1.2		1	2	3	4						
	1.3		1	2								
	2	Puissance totale	1	2								
		Intensité	1	2								
		quantité d'électrons	1	2								
		Volume de dihydrogène	1	2	3	4					CS-U-CV	
		Formule littérale rédaction, regard critique	1	2								**/20**

TOTAL : .... /80

NOTE : .... /20