

Corrigé de la composition n°3. Mai 2010.

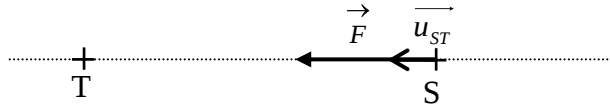
Exercice n°1 (16 points).

1 Les satellites

1.1 Dans le **référentiel géocentrique** (supposé galiléen), le **système {satellite}** de masse m est soumis à la **force d'attraction gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la Terre**.

Soit T le centre de la Terre, et S le centre du satellite, on définit le vecteur unitaire $\vec{u}_{ST} = \frac{\vec{ST}}{\|\vec{ST}\|}$ porté par le rayon de la trajectoire et orienté vers le centre de la Terre.

$$\text{On a } \vec{F} = G \frac{m.M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}_{ST}$$



En appliquant la deuxième loi de Newton au système satellite, il vient $\vec{F} = G \frac{m.M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}_{ST} = m.\vec{a}$

$$\text{donc } \vec{a} = \frac{G.M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}_{ST}$$

Le vecteur accélération est radial (porté par le rayon ST) et centripète (de même sens que $\vec{u}_{ST}$). Il n'y a donc pas d'accélération tangentielle : la valeur de la vitesse du satellite est constante et son mouvement est uniforme.

Par ailleurs, l'orbite du satellite est circulaire (cf. énoncé).

Le mouvement du satellite est bien **circulaire et uniforme**

1.2 Le mouvement du satellite est circulaire et uniforme : son accélération se réduit à sa composante radiale et vaut $a = \frac{v^2}{(R_T + h)}$.

La question précédente donne $a = \frac{G.M_T}{(R_T + h)^2}$.

$$\text{Il vient } \frac{v^2}{(R_T + h)} = \frac{G.M_T}{(R_T + h)^2}$$

$$\text{alors } v^2 = \frac{G.M_T}{(R_T + h)}$$

$$\text{d'où } v = \sqrt{\frac{G.M_T}{(R_T + h)}}$$

1.3 Le texte donne $v = 14000 \text{ km.h}^{-1}$; $h = 20180 \text{ km}$ et $T = 12 \text{ h}$.

$$\text{Calculons la valeur de } v \text{ pour } h = 20180 \text{ km : } v = \sqrt{\frac{G.M_T}{(R_T + h)}}$$

$$v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,98 \cdot 10^{24}}{(6380 + 20180) \cdot 10^3}} = 3,88 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1} = 3,88 \times 10^3 \times 3,6 = \mathbf{14,0 \times 10^3 \text{ km.h}^{-1}}$$

La **vitesse obtenue est en accord** avec celle donnée par le texte pour une telle altitude.

Concernant la période T , le satellite effectue une rotation autour de la Terre (parcourt une distance égale à $2\pi(R_T + h)$) pendant une durée égale à T , donc $T = \frac{2\pi(R_T + h)}{v}$.

$$\text{On utilise l'expression de } v \text{ obtenue en 1.2., on a } T = \frac{2\pi(R_T + h)}{\sqrt{\frac{G.M_T}{(R_T + h)}}} = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{M_T \cdot G}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(6380 \cdot 10^3 + 20180 \cdot 10^3)^3}{5,98 \cdot 10^{24} \times 6,67 \cdot 10^{-11}}} = 4,30 \times 10^4 \text{ s} = 12,0 \text{ h} \text{ La période est en accord avec les données.}$$

1.4 Un satellite géostationnaire possède une période de rotation T égale à la période de rotation de la Terre sur elle même, soit environ 24 heures.

Les satellites de la constellation navstar de période T = 12,0 h **ne sont pas géostationnaires**.

2. Les ondes

$$2.1.1 \lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{c}{\nu}$$

$$\text{pour } \nu = 1,6 \text{ GHz} \quad \lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{1,6 \times 10^9} = 0,1875 \text{ m} \quad \text{soit } \lambda = \mathbf{0,19 \text{ m}}$$

$$\text{pour } \nu = 1,2 \text{ GHz} \quad \lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{1,2 \times 10^9} = \mathbf{0,25 \text{ m}}$$

$$2.1.2 c = \frac{d}{t} \quad \text{soit } t = \frac{d}{c}$$

$$t = \frac{20180 \times 10^3}{3,00 \times 10^8} = \mathbf{6,73 \times 10^{-2} \text{ s}}$$
 durée nécessaire pour que le signal se déplace du satellite au récepteur.

2.1.3 La distance verticale est la distance séparant le satellite S du récepteur R.

Notons Δh l'erreur sur la distance verticale, alors $\Delta t = \frac{\Delta h}{c}$

$$\Delta t = \frac{20}{3,00 \times 10^8} \quad \Delta t = 6,7 \times 10^{-8} \text{ s} \quad \text{soit } \Delta t = \mathbf{67 \text{ ns}}$$

L'erreur Δt est environ 10^6 fois plus petite que la durée t de propagation du signal.

La durée t doit donc être mesurée avec une précision très importante, sinon l'erreur sur la distance verticale sera sensible.

2.1.4 On veut obtenir une erreur sur la distance verticale de 20 cm au lieu de 20 m.

Notons l'erreur grossière $\Delta h = 20 \text{ m}$ et l'erreur minimisée $\delta h = 20 \text{ cm}$.

L'erreur est donc divisée par $\frac{\Delta h}{\delta h} = \sqrt{N}$

$$\sqrt{N} = \frac{20}{0,20} = 1,0 \times 10^2$$

donc **N = 1,0 × 10⁴ mesures**.

Il faut que le satellite émette $1,0 \times 10^4$ fois le signal GPS, or un signal est émis toutes les millisecondes.

La durée nécessaire est donc de $1,0 \times 10^4 \times 1,0 \times 10^{-3} = \mathbf{10 \text{ s}}$

Donc pour avoir une grande précision sur la distance verticale, il faut faire un grand nombre de mesures. Cela demande une durée relativement importante (10 s), pendant ce temps là le récepteur **mobile** aura eu le temps de se déplacer, surtout si sa vitesse est élevée. Une telle précision est donc impossible à obtenir avec un récepteur mobile.

2.2 La fréquence ν du signal **n'est pas modifiée** par la traversée de l'atmosphère.

Par contre la longueur d'onde λ **est modifiée**. On sait que $\lambda = \frac{v}{\nu}$, or ν est constante donc si la célérité v diminue alors la longueur d'onde λ diminue également.

2.3 La dernière phrase du texte fait allusion au phénomène de **dispersion**. Dans un milieu dispersif la célérité de l'onde dépend de sa fréquence. Ainsi les signaux de fréquences 1,6 GHz et 1,2 GHz ne se propagent pas à la même célérité.

3. Les horloges

$$3.1 \left[\sqrt{\frac{l}{g}} \right] = \frac{L^{1/2}}{g^{1/2}} = L^{1/2} \cdot g^{-1/2} = [L]^{1/2} \times [g]^{-1/2}$$

g est homogène à une accélération $[g] = [L].[T]^{-2}$

$$\text{il vient } \left[\sqrt{\frac{l}{g}} \right] = L^{1/2} \cdot L \cdot T^{-2 \cdot -1/2} = [L]^{1/2} \cdot [L]^{-1/2} \cdot [T]^{-2 \times -1/2} = [\mathbf{T}]$$

Donc $\sqrt{\frac{l}{g}}$ est homogène à un temps.

3.2 Écart relatif noté E : $E = \frac{|T - T_0|}{T_0} = \frac{T_0 \left(1 + \frac{\alpha^2}{16}\right) - T_0}{T_0} = 1 + \frac{\alpha^2}{16} - 1 = \frac{\alpha^2}{16}$ avec α exprimé en radians.

$$\alpha = 4^\circ$$

$$180^\circ \rightarrow \pi \text{ rad}$$

$$4^\circ \rightarrow \alpha \text{ rad}$$

$$\alpha = \frac{4\pi}{180} \text{ rad}$$

$$E = \frac{\left(\frac{4\pi}{180}\right)^2}{16} = \frac{\pi^2}{180^2} = 3 \times 10^{-4} = \mathbf{3 \times 10^{-2} \%}$$

3.3 $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_1}} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_2}}$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_2}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_1}}} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$$

$$T_2 = T_1 \cdot \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = 2 \sqrt{\frac{9,810}{9,800}}$$

$$T_2 = 2 \sqrt{\frac{9,810}{9,800}} = \mathbf{2,001 \text{ s}}$$

3.4 L'accélération de la pesanteur g est constante uniquement si le bateau reste à la même latitude au cours de son voyage, ce qui est impossible. Comme on vient de le voir dans la question précédente, lorsque g varie alors la période T de l'horloge varie et elle ne pourra plus être utilisée pour conserver l'heure du méridien de Greenwich (ou l'heure du port de départ).

3.5 Erreur $\delta t = 15 \text{ s}$ pour une durée $\Delta t = 156 \text{ jours} = 156 \times 24 \times 3600 \text{ s}$

$$\text{Précision} = \text{écart relatif} = \frac{\delta t}{\Delta t} = \frac{15}{156 \times 24 \times 3600} = 1,1 \times 10^{-6} = \mathbf{1,1 \times 10^{-4} \%}$$

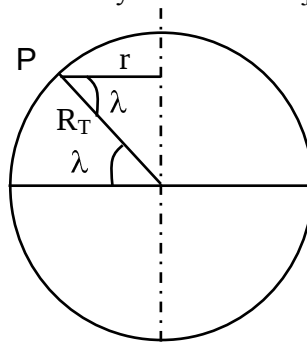
3.6 Compte tenu de la rotation de la Terre autour de l'axe des pôles, des observateurs terrestres situés sur le même parallèle voient le même ciel à des instants différents.

Pour mesurer la longitude, on détermine l'heure locale t_1 d'un phénomène céleste (passage du Soleil au zénith, par exemple) et on la compare avec l'heure t_2 (conservée grâce à une horloge) à laquelle s'est déroulé le même phénomène sur un lieu de référence. La vitesse de rotation de la Terre étant connue (360° en 24 h), on peut déterminer l'angle qui sépare les deux lieux et donc la longitude du lieu de la mesure. Si l'horloge dérive, l'erreur sur t_2 induit une erreur sur $(t_2 - t_1)$ et donc sur l'angle de rotation de la Terre (entre t_2 et t_1) ou sur la distance parcourue. Ici, il suffit de déterminer la distance parcourue par le point P en 15 s.

La trajectoire de P autour de l'axe des pôles est circulaire. Le rayon de cette trajectoire est donné par r qui dépend de la latitude λ du lieu.

$$\cos \lambda = \frac{r}{R_T} \text{ et donc } r = R_T \cdot \cos \lambda$$

$$r = 6380 \times \cos 50^\circ = 4100 \text{ km}$$



Comme tous les points situés à la surface terrestre, le point P effectue une rotation autour de l'axe des pôles en $\Delta t = 24 \text{ h}$ soit 86400 s. Durant cette journée, le point P parcourt $D = 2\pi \cdot r$

$$\text{En } \delta t = 15 \text{ secondes, la distance parcourue par P est } d = \frac{2\pi \cdot r \cdot \delta t}{\Delta t} = \frac{2\pi \cdot \delta t \cdot R_T \cdot \cos \lambda}{\Delta t}$$

$$d = \frac{2\pi \times 15 \times 6380 \times \cos 50}{86400} = \mathbf{4,5 \text{ km}}$$
 Une telle erreur peut conduire à un naufrage par temps de brouillard.

Exercice n°2 spé (12 points) et non spé

1. Les ondes électromagnétiques pour communiquer.

1.1. D'après le texte, l'une des gammes de fréquences utilisées pour le téléphone portable s'étend de 890 à 915 MHz. Soit autour de 900 MHz = 900×10^6 Hz = $9,00 \times 10^8$ Hz, donc un **ordre de grandeur de 10^9 Hz**.

1.2. $\lambda = \frac{c}{\nu}$, avec $c = 3 \times 10^8$ m.s⁻¹ soit un ordre de grandeur pour c de 10^8 m.s⁻¹.

Ordre de grandeur de la longueur d'onde dans le vide des ondes : $\lambda = \frac{10^8}{10^9} = 10^{-1}$ m

2. L'émission d'une onde électromagnétique par un portable.

2.1.1. L'onde porteuse est un signal de haute fréquence, on la trouve **au point B**.

2.1.2. Le signal modulant est le signal électrique créé par le microphone, on le trouve **au point A**.

2.2.1. La porteuse est un signal haute fréquence, tandis que le signal modulant correspond à la gamme de fréquences des sons audibles donc entre 20 Hz et 20 kHz.

Pour obtenir une modulation de bonne qualité, il faut $f_p \gg f_m$.

2.2.2. $s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$

$s(t) = k \cdot [u(t) + U_0] \cdot v(t)$

$s(t) = k \cdot [U_m \cos(2\pi f_m t) + U_0] \cdot V_m \cos(2\pi f_p t)$

or $s(t) = S_m \cos(2\pi f_p t)$

par identification on a **$S_m = k \cdot [U_m \cos(2\pi f_m t) + U_0] \cdot V_m$**

2.2.3. On a obtenu $S_m = k \cdot [U_m \cos(2\pi f_m t) + U_0] \cdot V_m$,

$S_m = [k \cdot U_m \cos(2\pi f_m t) + k \cdot U_0] \cdot V_m$

$S_m = k \cdot V_m \cdot U_m \cos(2\pi f_m t) + k \cdot U_0 \cdot V_m$

Avec $A = k \cdot V_m \cdot U_0$

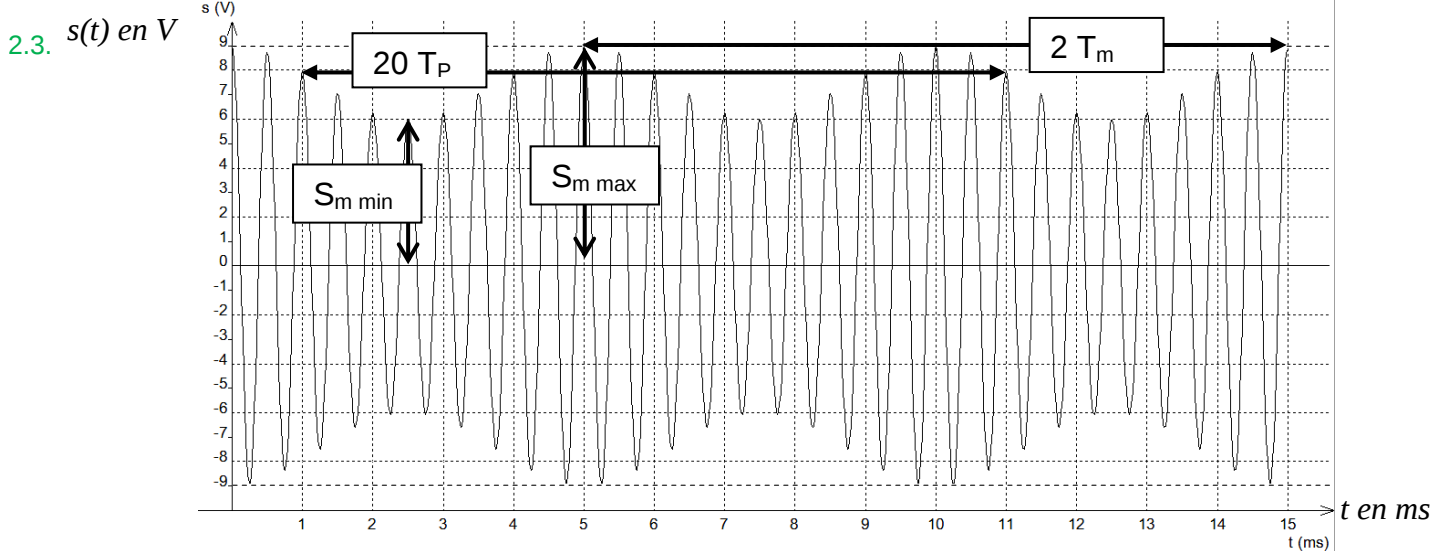
$S_m = \frac{A}{U_0} \cdot U_m \cdot \cos(2\pi f_m t) + A$

Avec $m = U_m/U_0$

$S_m = A \cdot m \cdot \cos(2\pi f_m t) + A$

$S_m = A (m \cdot \cos 2\pi f_m t + 1)$

2.2.4. Pour que la modulation soit de bonne qualité, il faut que **$m < 1$** .



2.3.1. $f_p = 1/T_P$

Graphiquement, on mesure $20 T_P = 10$ ms, soit $T_P = 0,50$ ms = $5,0 \times 10^{-4}$ s. Donc $f_p = \frac{1}{5,0 \times 10^{-4}} = 2,0 \times 10^3$ Hz

2.3.2. $f_m = 1/T_m$

Graphiquement, on mesure $2 T_m = 10$ ms, soit $T_m = 5,0$ ms = $5,0 \times 10^{-3}$ s. Donc $f_m = \frac{1}{5,0 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^2$ Hz

2.3.3. Graphiquement, on mesure $S_{m \max} = 9,0 \text{ V}$ et $S_{m \min} = 6,0 \text{ V}$.

$$m = \frac{S_{m \max} - S_{m \min}}{S_{m \max} + S_{m \min}}$$

$$m = \frac{9,0 - 6,0}{9,0 + 6,0} = 0,20 \text{ On vérifie que } m < 1.$$

3. La réception d'une onde électromagnétique et sa démodulation.

3.1. pour le détecteur d'enveloppe : **b**

3.2. pour le filtre passe-haut : **c**

1. La suspension: les amortisseurs.

1.1. Analyse dimensionnelle : La force de rappel d'un ressort a pour expression $F = k.x$, et d'après la deuxième loi de

Newton $F = m.a$, donc $k = \frac{F}{x} = \frac{m.a}{x}$.

$$[k] = \frac{m \cdot a}{x} = \frac{M.L.T^{-2}}{L} = M.T^{-2}$$

$$[m] = M$$

$$[T_0] = T$$

Expression a) $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$

soit $\left[\frac{k}{m} \right] = \frac{M.T^{-2}}{M} = T^{-2}$ donc $\left[\sqrt{\frac{k}{m}} \right] = T^{-1} \neq T$ **L'expression a) ne convient pas**

Expression b) $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

soit $\left[\frac{m}{k} \right] = \frac{M}{M.T^{-2}} = T^2$ donc $\left[\sqrt{\frac{m}{k}} \right] = T$ **L'expression b) convient**

Expression c) $T_0 = 2\pi \sqrt{k.m}$

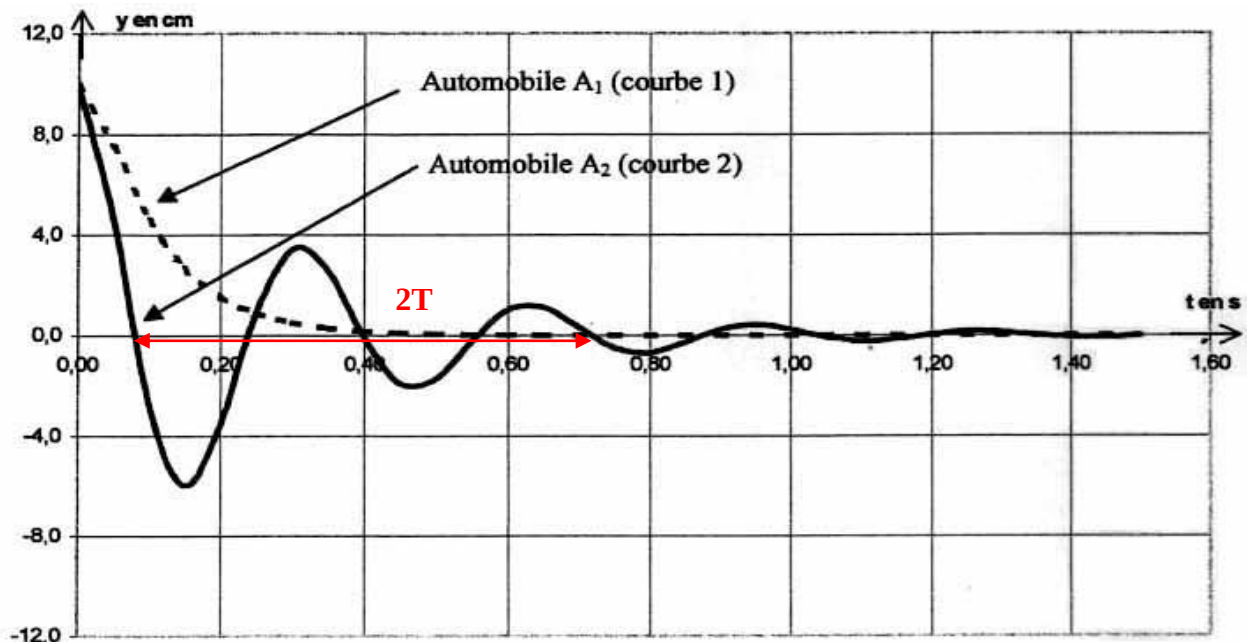
$k.m = M^2.T^{-2}$ donc $\left[\sqrt{k.m} \right] = M.T^{-1} \neq T$ **L'expression c) ne convient pas**

1.2.1. Les oscillations de la voiture après la bosse sont des **oscillations libres**. Il n'y a plus d'excitateur qui force la voiture à osciller après la bosse.

1.2.2. Courbe 1 (automobile A_1): Pas d'oscillations, donc régime **apériodique**

Courbe 2 (automobile A_2) : Oscillations amorties, donc régime **pseudo-périodique**.

1.2.3. Déterminer graphiquement de la pseudo-période T :



1.2.4. On admet que la valeur T de la pseudo-période est très voisine de celle de la période propre T_0 .

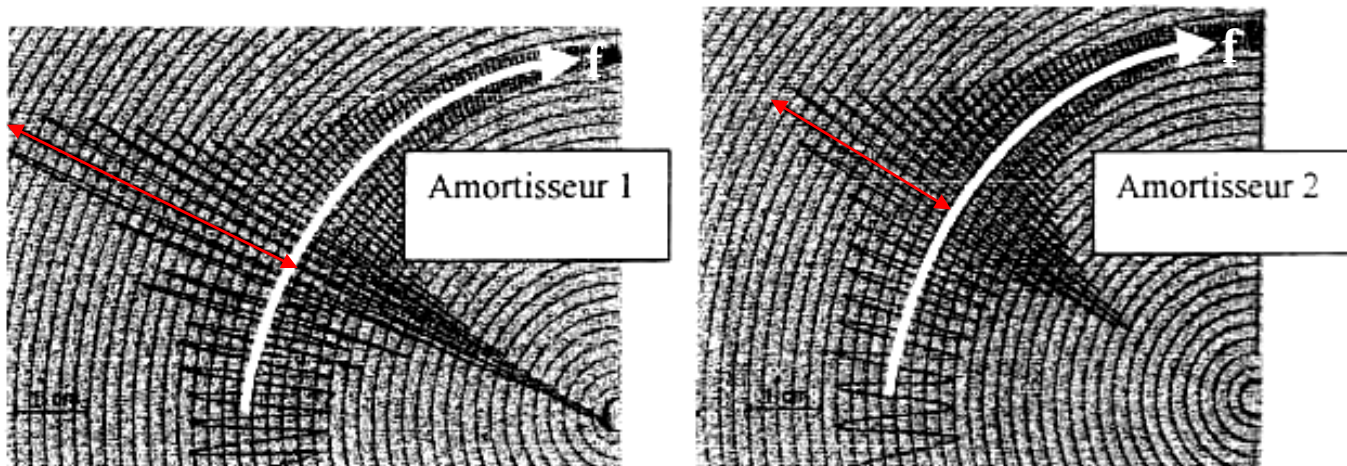
On a: $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ donc $T_0^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{k}$ soit $m = \frac{k \cdot T_0^2}{4\pi^2}$

$$m = \frac{6,0 \times 10^5 \times 0,325^2}{4\pi^2} = 1,6 \times 10^3 \text{ kg}$$

1.2.5. Plus le coefficient d'amortissement est grand plus le centre d'inertie G de la voiture retrouve rapidement sa position d'équilibre. **La courbe correspondant à la plus grande valeur de η est donc la courbe 1.**

L'automobile qui possède la meilleure suspension est celle qui possède la plus grande valeur de η : c'est donc l'automobile A_1 .

1.3.



1.3.1. Les amortisseurs sont soumis à des **oscillations forcées**. Le dispositif va **imposer** à la caisse une excitation verticale périodique de fréquence f variable.

1.3.2. L'amplitude des oscillations passe par un maximum pour une fréquence voisine d'une fréquence caractéristique de l'amortisseur. Cette fréquence **f_0 est la fréquence propre** de vibration de la caisse de la voiture. Ce phénomène s'appelle **la résonance**.

1.3.3. L'amortisseur qui assure le plus de confort aux passagers est celui pour lequel l'amplitude des oscillations (en rouge) est la plus petite à la résonance: **c'est donc l'amortisseur n°2.**

4. L'alimentation électrique: l'accumulateur au plomb.

4.1.1

Équations aux électrodes:

L'oxydant $\text{PbO}_2(\text{s})$ est réduit en $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$: $\text{PbO}_2(\text{s}) + 2 \text{e}^- + 4 \text{H}^+(\text{aq}) = \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$

Le réducteur $\text{Pb}(\text{s})$ est oxydé en $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$: $\text{Pb}(\text{s}) = \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$



On retrouve bien l'équation de la **réaction spontanée** entre les deux couples.

4.1.2

L'électrode négative de ce générateur est celle qui libère des électrons. Or les électrons sont libérés par **l'électrode de plomb $\text{Pb}(\text{s})$** qui constitue donc l'électrode négative.

2.1.3 Équation chimique		$\text{PbO}_2(\text{s})$ $2\text{H}_2\text{O}(\ell)$	+	$\text{Pb}(\text{s})$	+	$4 \text{H}^+(\text{aq})$	=	$2 \text{Pb}^{2+}(\text{aq})$	+	quantité d'électrons transférés
État initial	0	n_1		n_2		Excès		0	beaucoup	0
État intermédiaire	x	$n_1 - x$		$n_2 - x$		Excès		2x	beaucoup	2x

$$n_{\text{conso}}(\text{Pb}) = x$$

Au cours de la transformation, lorsqu'une mole de $\text{Pb}(\text{s})$ se consomme, il y a échange de 2 moles d'électrons.

Si x mol de Pb(s) sont consommées, il y a échange de $n(e^-) = 2x$ moles d'électrons.

$$Q = n(e^-) \cdot N_A \cdot e$$

$$\text{ou } Q = n(e^-) \cdot F$$

$$Q = 2x \cdot N_A \cdot e$$

$$\text{ou } Q = 2x \cdot F$$

D'autre part $Q = I \cdot \Delta t$

$$Q = 2x \cdot N_A \cdot e = I \cdot \Delta t$$

$$\text{ou } Q = 2x \cdot F = I \cdot \Delta t$$

$$x = \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot N_A \cdot e} = n_{\text{conso}}(\text{Pb})$$

$$\text{ou } x = \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot F} = n_{\text{conso}}(\text{Pb})$$

$$m_{\text{conso}}(\text{Pb}) = n_{\text{conso}}(\text{Pb}) \cdot M(\text{Pb})$$

$$m_{\text{conso}}(\text{Pb}) = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(\text{Pb})}{2 \cdot N_A \cdot e} \quad (1)$$

$$\text{ou } m_{\text{conso}}(\text{Pb}) = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(\text{Pb})}{2 \cdot F} \quad (2)$$

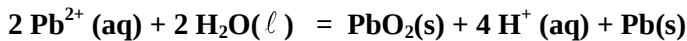
$$\text{avec (1) } m_{\text{conso}}(\text{Pb}) = \frac{200 \times 10^{-3} \times 1,0 \times 207,2}{2 \times 6,02 \times 10^{23} \times 1,6 \times 10^{-19}} = 0,22 \times 10^{-3} \text{ g}$$

4.2. Charge de l'accumulateur :

4.2.1

Le générateur de charge impose un sens de circulation des électrons opposé au sens de circulation des électrons dans le cas de la décharge spontanée de l'accumulateur.

L'équation de la réaction chimique lors de la charge est donc l'équation inverse de celle lors de la décharge :



Remarque: les réactifs consommés lors de la décharge sont régénérés lors de la charge.

4.2.2

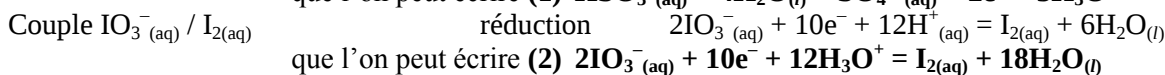
Le générateur de charge impose le sens du courant et non l'accumulateur. Le système chimique associé à l'accumulateur reçoit de l'énergie et peut ainsi évoluer dans **le sens inverse de son sens d'évolution spontanée** : il s'agit donc d'une **transformation forcée**.

Exercice n°3.(12 points).

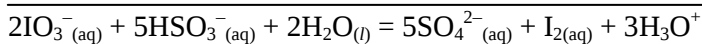
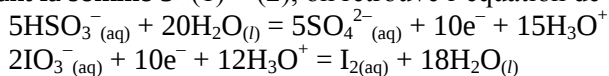
1. Une réaction pour obtenir du diiode

1.1

La réaction de synthèse du diiode est une réaction d'oxydoréduction :



En faisant la somme $5 \times (1) + (2)$, on retrouve l'équation de la réaction de synthèse :



1.2

$$Q_{r,\text{eq}} = K = \frac{[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{eq}}^5 \cdot [\text{I}_{2(\text{aq})}]_{\text{eq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}^3}{[\text{IO}_3^-(\text{aq})]_{\text{eq}}^2 \cdot [\text{HSO}_3^-(\text{aq})]_{\text{eq}}^5}$$

1.3.

La question n'est pas « l'ajout d'eau a-t-il une incidence sur l'évolution de l'équilibre ? ». Elle ne demande pas non plus quel est le sens d'évolution du système qui va découler de cet ajout d'eau.

$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ or $[\text{H}_3\text{O}^+]$ intervient dans la valeur du quotient de réaction Q_r . Donc le pH de l'eau ajoutée modifie la valeur du quotient de réaction. Dès lors Q_r devient différent de $Q_{r,\text{eq}}$, et il y a évolution de l'équilibre.

2. Étude cinétique d'une autre réaction fournissant du diiode.

2.1 Équation		$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+ = \text{I}_{2(\text{aq})} + 4 \text{H}_2\text{O}(\ell)$				
État du système	avancement en mol	Quantités de matières en mol				
initial	$x = 0$	$c_C \cdot V_C$	$c_B \cdot V_B$	$c_A \cdot V_A$	0	solvant

intermédiaire	x	$c_C \cdot V_C - x$	$c_B \cdot V_B - 2x$	$c_A \cdot V_A - 2x$	x	solvant
final	x_f	$c_C \cdot V_C - x_f$	$c_B \cdot V_B - 2x_f$	$c_A \cdot V_A - 2x_f$	x_f	solvant

Si H_2O_2 est le réactif limitant alors $c_C \cdot V_C - x_f = 0$ donc $x_f = c_C \cdot V_C$ soit $x_f = 0,10 \times 10,0 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

Si I^- est le réactif limitant alors $c_B \cdot V_B - 2x_f = 0$ donc $x_f = \frac{c_B \cdot V_B}{2}$ soit $x_f = \frac{0,10 \times 60 \times 10^{-3}}{2} = 3,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

Si H_3O^+ est limitant alors $c_A \cdot V_A - 2x_f = 0$ donc $x_f = \frac{c_A \cdot V_A}{2}$, soit $x_f = \frac{0,10 \times 30 \times 10^{-3}}{2} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

Le réactif limitant est celui qui conduit à la valeur de l'avancement final la plus faible, il s'agit donc du **peroxyde d'hydrogène H_2O_2** et on a $x_f = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

2.2

À partir de $t = 950 \text{ s}$, on constate que l'absorbance A est constante. Or d'après la loi de Beer-Lambert $A = k \cdot [I_{2(aq)}]$, donc **$[I_{2(aq)}]$ est constante**, la transformation est terminée. On peut dire que **l'état final est atteint à $t = 1200 \text{ s}$** .

2.3

$A = k \cdot [I_{2(aq)}]$ et d'après le tableau $[I_{2(aq)}] = \frac{x}{V_A + V_B + V_C}$, donc $A = k \cdot \frac{x}{V_A + V_B + V_C}$.

Finalement $\frac{x}{A} = \frac{V_A + V_B + V_C}{k}$, avec V_A, V_B, V_C et k constants donc le **rapport x/A est constant**.

2.4.

Pour $t = 1200 \text{ s}$, on a $x = x_f = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ et $A_f = 0,94$.

$$r = \frac{x}{A} = \frac{1,0 \times 10^{-3}}{0,94} = 1,06 \times 10^{-3} = 1,1 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

2.5

Soit le volume V du milieu réactionnel $V = V_A + V_B + V_C$,

$$v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} \text{ et on a vu que } x = r \cdot A \text{ donc } v = \frac{1}{V} \cdot \frac{d(r \cdot A)}{dt} \text{ avec } r = \text{constante, soit } v = \frac{r}{V} \cdot \frac{dA}{dt}$$

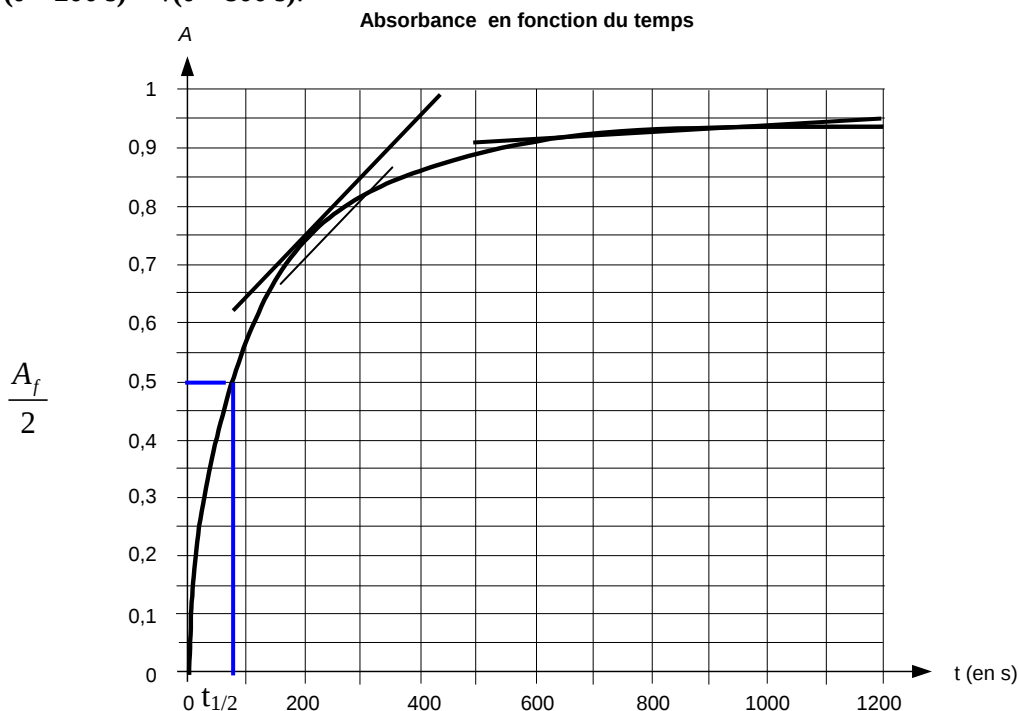
2.6

D'après l'expression de la vitesse volumique de réaction obtenue précédemment, r et V sont constants, on peut dire que la **vitesse est proportionnelle à $\frac{dA}{dt}$** . $\frac{dA}{dt}$ est égale au coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de A en fonction du temps. On trace les tangentes en $t = 200 \text{ s}$ et en $t = 800 \text{ s}$.

Remarque : on utilise la méthode de la corde pour tracer les tangentes.

La tangente à la courbe en $t = 200 \text{ s}$ est plus verticale que celle en $t = 800 \text{ s}$, donc $\left(\frac{dA}{dt}\right)_{t=200} > \left(\frac{dA}{dt}\right)_{t=800}$

Finalement **$v(t = 200 \text{ s}) > v(t = 800 \text{ s})$** .



2.7

Le temps de demi-réaction est la durée nécessaire pour que l'avancement de la réaction atteigne la moitié de sa valeur finale.

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

Attention, la courbe donnée est $A = f(t)$ et non $x = f(t)$.

$$r = \frac{x}{A} \text{ donc } A(t_{1/2}) = \frac{x(t_{1/2})}{r}$$

$$A(t_{1/2}) = \frac{x(t_{1/2})}{\frac{x_f}{A_f}} = x(t_{1/2}) \cdot \frac{A_f}{x_f} \text{ avec } x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$$

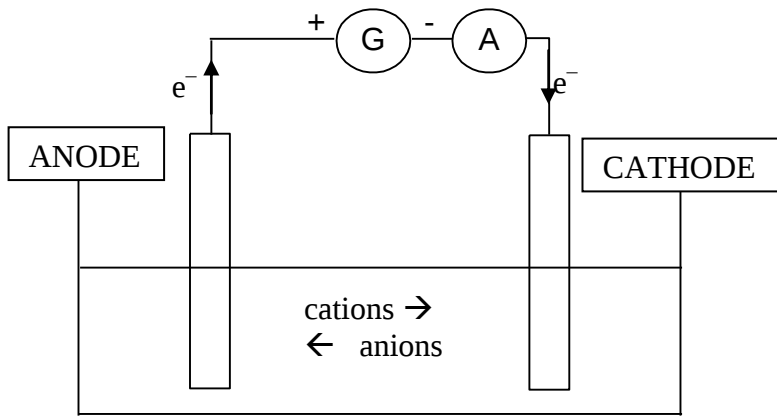
$$\text{il vient } A(t_{1/2}) = \frac{x(t_{1/2})}{\frac{x_f}{A_f}} = x(t_{1/2}) \cdot \frac{A_f}{x_f} = \frac{x_f}{2} \cdot \frac{A_f}{x_f} = \frac{A_f}{2}$$

OU plus simplement :
A est proportionnelle à x,
donc $A(t_{1/2}) = A_f / 2$.

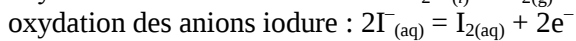
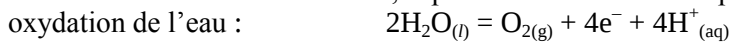
$$A(t_{1/2}) = \frac{0,94}{2} = 0,47. \text{ Graphiquement on trouve } t_{1/2} = 7 \times 10^1 \text{ s.}$$

3. Électrolyse d'une solution d'acide iodhydrique.

3.1



3.2. Électrode reliée à la borne +, capte les électrons fournis par des réactions d'oxydation :



Électrode reliée à la borne –, apporte des électrons qui sont consommés par des réactions de réduction :



3.3

Anode siège de réactions d'oxydation, reliée à la borne + ; cathode siège de réactions de réduction, reliée à la borne –. À l'anode (reliée à la borne +) : deux réactions étaient envisageables, mais comme il n'y a pas de dégagement gazeux, on en déduit que seule l'oxydation des anions iodure a lieu. **À l'anode production de diiode $\text{I}_{2(aq)}$.**

À la cathode (reliée à la borne –) : **production de dihydrogène gazeux $\text{H}_{2(g)}$.**

3.4.1

$$Q = I \cdot \Delta t$$

$$Q = 0,25 \times 30 \times 60$$

$$Q = 4,5 \times 10^2 \text{ C}$$

$$(0,25) Q = n_{e^-} \cdot F = I \cdot \Delta t$$

$$n_{e^-} = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$$

$$n_{e^-} = \frac{0,25 \times 30 \times 60}{9,65 \times 10^4}$$

$$n_{e^-} = 4,7 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

3.4.2.

D'après l'équation de réduction cathodique : $2\text{H}^+_{(aq)} + 2\text{e}^- = \text{H}_{2(g)}$, on a $\frac{n_{e^-}}{2} \text{ consommée} = n_{\text{H}_2} \text{ produite}$

$$n_{\text{H}_2 \text{ produite}} = \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot F}$$

$$\frac{V}{V_M} = \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot F}$$

$$V = \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot F} \cdot V_M$$

$$V = \frac{0,25 \times 30 \times 60}{2 \times 9,65 \times 10^4} \times 25 = 5,8 \times 10^{-2} \text{ L} = 58 \text{ mL de gaz H}_2 \text{ libéré à la cathode.}$$

