

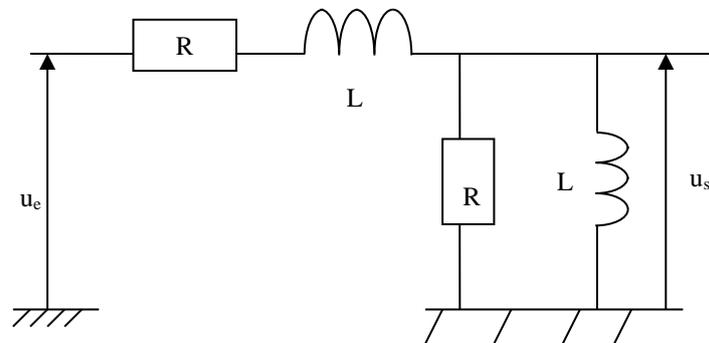
Semaine 1 du 23/05/23 au 26/05/23

Révisions de Sup : électrocinétique, mécanique Sup, induction, thermodynamique Sup, chimie des solutions, structure de la matière

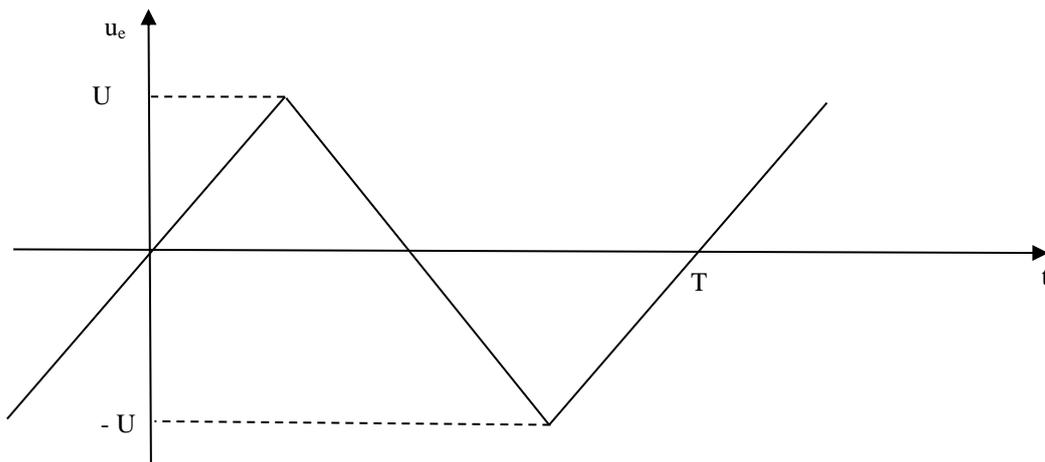
Mardi 23/05/23, Jeudi 25/05/23 et Vendredi 26/05/23

Electrocinétique :

S1ex1 : Mines-Ponts Filtrage



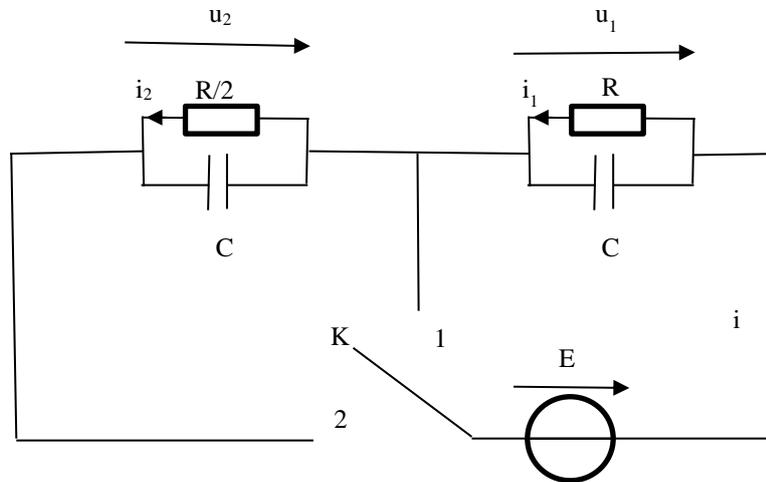
- 1) Calculer la fonction de transfert de ce filtre et la mettre sous forme canonique.
- 2) Y a-t-il des fréquences pour lesquelles le filtre se comporte comme intégrateur ? comme dérivateur ?
- 3) Donner l'allure du signal de sortie pour le signal d'entrée ci-dessous :



Avec $U=5V$; $T=10ms$; $L=100mH$; $R=1k\Omega$

S1ex2 : CCINP MP (<http://beos.prepas.org/> sujet 1766)

On branche un générateur de fem E , deux condensateurs de capacités identiques C et deux résistances de valeurs R et $R/2$, comme définies sur le schéma ci-dessous.

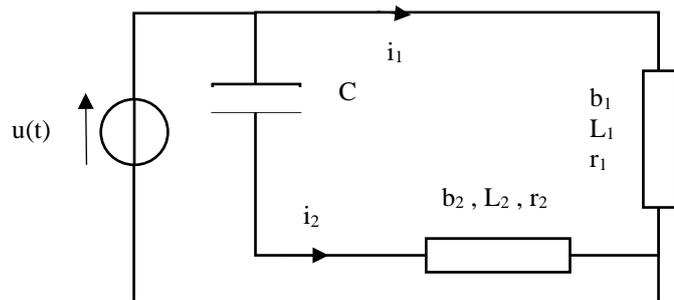


A l'instant $t=0$, on déplace l'interrupteur K de la position 1 à la position 2. Le condensateur de droite est donc initialement chargé alors que celui de gauche est initialement déchargé.

- 1) Donner les équations différentielles vérifiées par u_1 et u_2 .
- 2) A l'aide des conditions initiales, exprimer les tensions u_1 et u_2 .
- 3) Exprimer $i_1(t)$, $i_2(t)$ et $i(t)$.
- 4) Calculer la variation de l'énergie emmagasinée dans les condensateurs entre $t=0$ et la fin du régime transitoire.

S1ex3 : Centrale 1 2022 – Champ magnétique créé par deux bobines

Un générateur de force électromotrice $u(t) = U_m \cos(\omega t)$ alimente le circuit ci-contre comportant deux bobines b_1 et b_2 de résistances internes r_1 et r_2 et d'inductance L_1 et L_2 , et un condensateur de capacité C . On se place dans l'ARQS.



Les deux bobines b_1 et b_2 créent des champs magnétiques perpendiculaires :

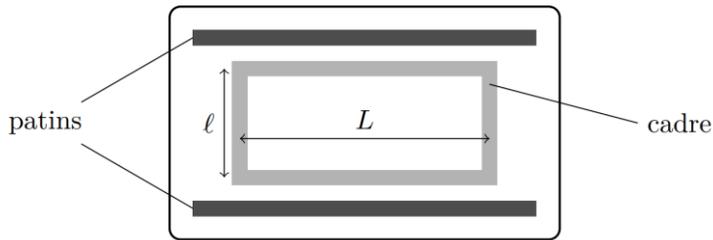
$$\vec{B}_1 = k i_1(t) \vec{u}_x \quad \text{et} \quad \vec{B}_2 = k i_2(t) \vec{u}_y.$$

On s'intéresse au champ total $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$.

- 1) Déterminer les caractéristiques des deux courants i_1 et i_2 circulant dans les bobines.
- 2) Déterminer à quelles conditions les deux courants ont la même amplitude et sont en quadrature de phase.
- 3) Etudier le champ \vec{B} dans ces conditions.

Induction :**S1ex4 : Centrale Physique-Chimie 1 2022 – François Deleu****Freinage du Skeleton**

Le skeleton est un sport d'hiver qui se pratique dans un couloir de glace en pente : le coureur s'allonge sur une planche qui glisse sur la glace en prenant appui sur des patins. L'ensemble coureur + skeleton est assimilé à un solide de masse $m = 100 \text{ kg}$ pouvant glisser sans frottement. Il franchit la ligne d'arrivée avec une vitesse $v_0 = 30 \text{ m.s}^{-1}$. On étudie ici le freinage du skeleton par induction. On fixe sous la planche un cadre métallique conducteur ayant la forme d'un rectangle de côtés $l \times L$.



La piste de décélération est horizontale ; on considérera un référentiel (Oxyz) galiléen lié au sol : l'origine O est prise au point d'arrivée, l'axe Ox le long de la piste de décélération (qui correspond donc à $x > 0$), l'axe Oy selon la verticale ascendante. Un dispositif adéquat crée un champ magnétique $\vec{B} = B_0 \vec{e}_y$ stationnaire et uniforme sur toute ou partie de la longueur de piste de décélération (et sur toute la largeur de la piste). La position du cadre est repérée par l'abscisse x de son extrémité avant et on suppose $x = 0$ à $t = 0$.

- 1) Justifier qualitativement qu'il y aura freinage par induction.
- 2) Le champ magnétique est étendu à toute la zone $x > 0$.
 - a) Établir l'équation différentielle à laquelle obéit la vitesse $v = dx/dt$; on distinguera deux phases dans le mouvement. Mettre en évidence un temps caractéristique τ que l'on exprimera en fonction de B_0 , m , l et R (la résistance du cadre).
 - b) Déterminer $x(t)$ pendant la phase de décélération et montrer que l'engin ne stoppe qu'à condition que L soit supérieure à une certaine valeur que l'on précisera. Montrer par une application numérique que ceci n'est pas réalisé et déterminer la vitesse finale du skeleton.

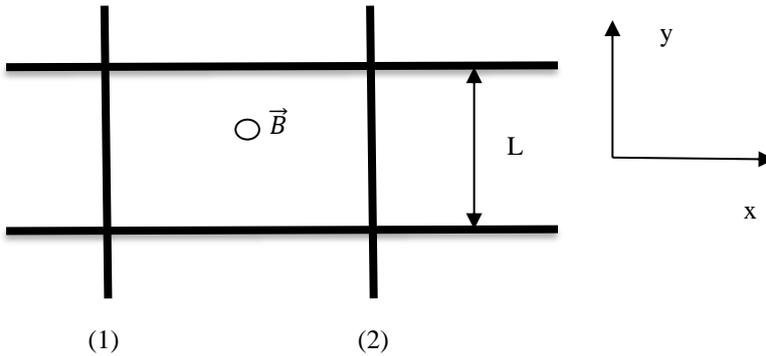
On donne : $l = 30 \text{ cm}$, $L = 50 \text{ cm}$, $B = 1,0 \text{ T}$ et $R = 1,0 \times 10^{-2} \Omega$.

- 3) On suppose à présent que le champ magnétique (stationnaire et uniforme) n'est non nul que dans la zone comprise entre $x = 0$ et $x = d$
 - a) Si $L < d$, montrer qualitativement qu'il existe deux phases de freinage séparées par une phase où la vitesse reste constante.
 - b) Même question si $L > d$.
 - c) Quelle valeur doit-on donner à d , en fonction de L , pour optimiser le freinage ? Déterminer dans ce cas la vitesse à l'issue des deux phases de freinage.
- 4) On place N zones de freinage identiques à la précédente séparées les unes des autres d'une distance D . Quelle doit être la distance D pour encore une fois optimiser le freinage ?

Quelle valeur donner à N pour stopper le skeleton ?

S1ex5 : Mines-Télécom (Alexia Monfort 2019) Ex 1

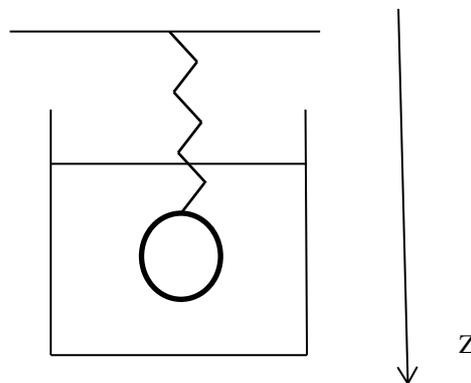
Deux barres métalliques parallèles de masse m sont posées sur les rails métalliques parallèles horizontaux. Elles sont placées dans un champ magnétique $\vec{B} = B\vec{e}_z$. Elles peuvent glisser sans frottement sur les rails. La barre 1 se déplace à la vitesse $\vec{V}_1 = V \cdot \cos(\omega t)\vec{e}_x$.



- 1) Etudier la vitesse de la barre 2.
- 2) Par un bilan de puissance, expliquer ce que devient la puissance fournie par l'opérateur qui déplace la barre 1.

Mécanique :**S1ex6 : CCINP Oscillations dans un fluide visqueux****Exercice 1 :**

On considère une bille, de masse m et de rayon b , immergée dans un fluide de masse volumique ρ et de viscosité η . La bille est suspendue à un ressort de raideur k et de longueur à vide l_0 . Elle subit de la part du fluide une force de frottement fluide donnée par la loi de Stokes $\vec{f} = -6\pi\eta b\vec{v}$, en plus de la poussée d'Archimède.

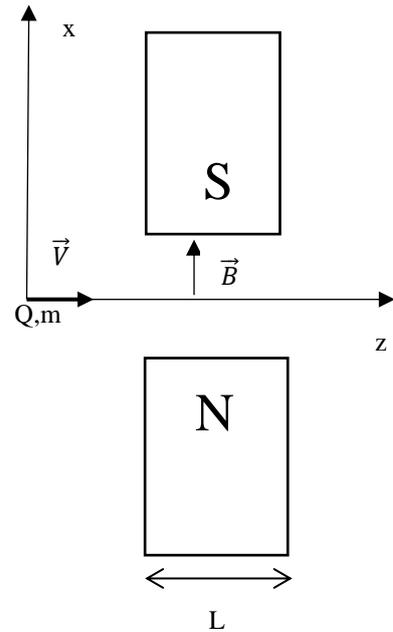


- 1) Déterminer $(l_e - l_0)$ où l_e est la longueur du ressort à l'équilibre.
- 2) Soit z l'écart entre la position d'équilibre et la longueur du ressort. Montrer que z suit une équation de la forme : $\ddot{z} + 2\lambda\dot{z} + \omega_0^2 z = 0$, et exprimer λ et ω_0 .
- 3) Quelle est la condition sur λ et ω_0 pour que l'on observe des oscillations ?
- 4) Déterminer alors la pseudo-période T du système.
- 5) Déterminer T_0 la période lorsque les frottements sont négligés.
- 6) Exprimer η en fonction de T , T_0 , b et m .
- 7) Proposer un protocole expérimental pour déterminer η .

S1ex6 : X 2022 ex 1 - François Deleu – Charge dans un champ magnétique

Une particule, de charge Q et de masse m , arrive dans l'entrefer d'un aimant avec la vitesse initiale $\vec{V} = V\vec{e}_z$. Dans cet entrefer règne le champ magnétique $\vec{B} = B\vec{e}_x$. La longueur de l'entrefer est notée L . On fait l'hypothèse $mV \gg QBL$ et on néglige le poids de la particule.

Quel est l'angle de déviation de la particule en sortie de l'aimant ?



S1ex8 : Mines Télécom Ex2 Chute d'un arbre

On étudie la chute d'un arbre de hauteur L et de masse m . L'arbre est scié à sa base à l'instant $t=0$ alors qu'il forme un angle θ_0 avec la verticale (Il tombe donc à partir de cet instant avec une vitesse initiale nulle). Son moment d'inertie par rapport à son axe de rotation vaut $I = \frac{1}{3}mL^2$.

1) Déterminer l'équation différentielle du mouvement de l'arbre.

2) Montrer qu'à l'angle θ , la vitesse angulaire vaut : $\dot{\theta} = \sqrt{\frac{3g}{L}(\cos(\theta_0) - \cos(\theta))}$

En déduire que cette relation peut s'écrire sous la forme : $\frac{d\theta}{\sqrt{(\cos(\theta_0) - \cos(\theta))}} = \sqrt{\frac{3g}{L}} dt$

3) En déduire le temps final de la chute de l'arbre. Proposer une application numérique.

On donne : $\int_{\theta_0}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{\sqrt{(\cos(\theta_0) - \cos(\theta))}} = 5.1$

S1ex9 : Centrale Physique-Chimie 1 Satellite Spot

Le satellite d'observation Spot (S), de masse m , est en orbite circulaire autour de la Terre à l'altitude initiale $h = 800$ km et à la vitesse \vec{v} par rapport au référentiel géocentrique.

- 1) Etablir une relation simple entre l'énergie cinétique du satellite et son énergie potentielle dans le référentiel géocentrique.
- 2) Ce satellite est soumis de la part de l'atmosphère raréfiée à la force de frottement $\vec{F} = -\alpha m v \vec{v}$, où α est une constante. On considère qu'à chaque révolution le satellite subit une diminution d'altitude de 1m.
 - a) Déterminer la valeur du coefficient α .
 - b) Quelle est la perte d'altitude du satellite au bout de dix ans ?
 - c) Comment évolue la vitesse du satellite ?

Données :

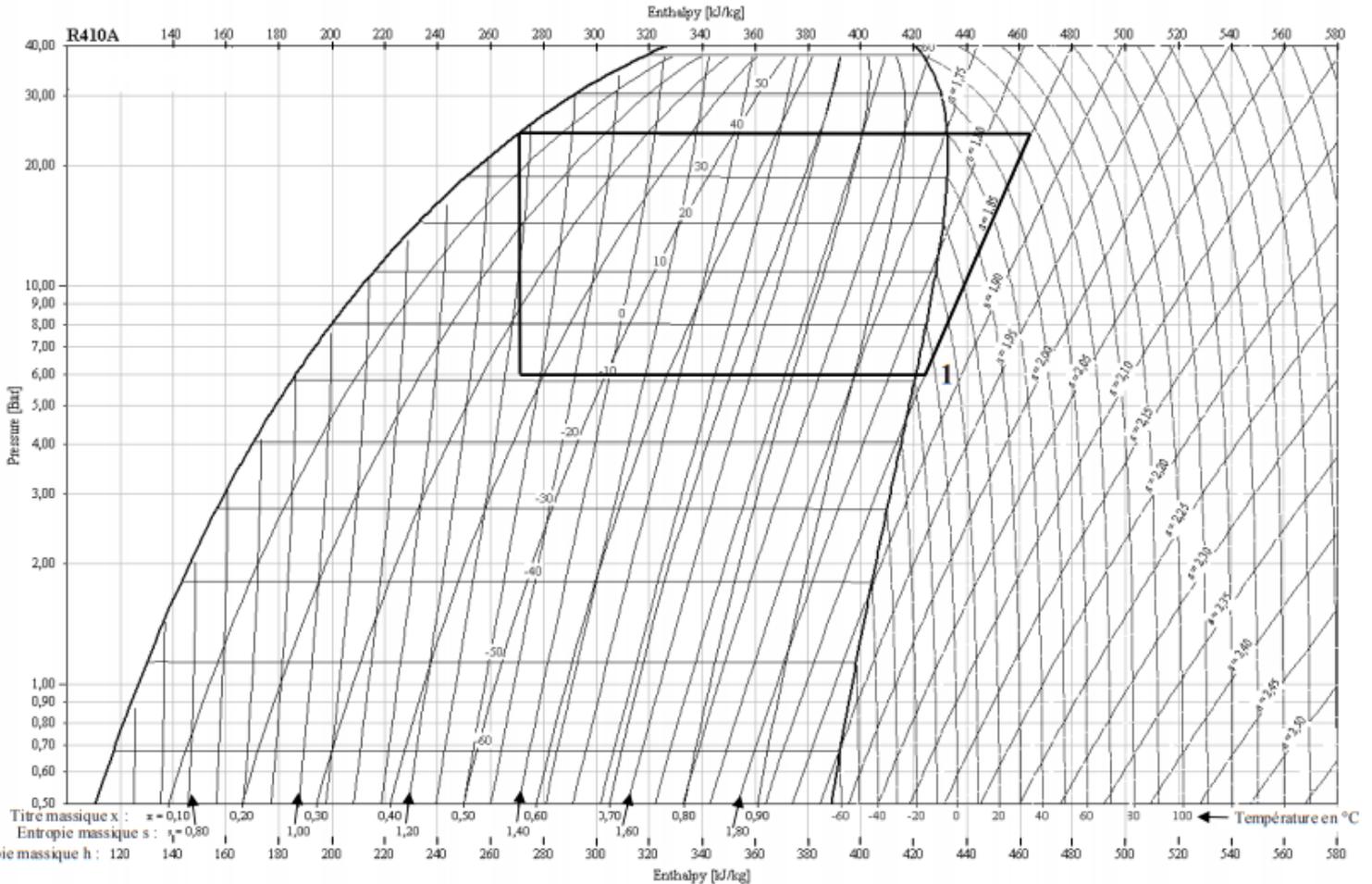
$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$M_{\text{Terre}} = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_{\text{Terre}} = 6400 \text{ km}$$

Thermodynamique :**S1ex10 : CCINP (Jules Dany 2019) Ex 2 : Etude d'une pompe à chaleur**

On étudie une pompe à chaleur dont le fluide décrit le cycle suivant :



- 1) Dans quel sens est décrit ce cycle pour un fonctionnement en pompe à chaleur ? Numérotter les états 1 – 2 – 3 – 4 et préciser pour chacune des transformations si elle a lieu dans le détendeur, le compresseur, l'évaporateur ou le condenseur.
- 2) Mesurer sur le diagramme les variations d'enthalpie massique au cours des 4 étapes.
- 3) Calculer les transferts thermiques massiques.
- 4) Calculer l'efficacité de cette pompe à chaleur.
- 5) Quel débit massique D_m le fluide doit-il avoir pour que la pompe à chaleur fournisse une puissance $P = 8,0 \text{ kW}$?

S1ex11 : Mines-Ponts**QC de thermodynamique :**

Démontrer que pour un gaz parfait, $S = C_v \ln(T) + nR \ln(V) + \text{cte}$ puis établir les lois de Laplace.

Démontrer que pour une phase condensée $S = C \ln(T) + \text{cte}$.

Application 1 (à l'oral) :

On plonge un cube de masse 100g et de capacité thermique massique $C_m = 0,4 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ dont la température initiale est de 200°C dans un lac à 10°C . Calculer l'entropie créée.

Application 2 (à l'oral) :

On place de l'air ($\gamma = 1,4$) dans un compartiment fermé par un piston mobile.

La situation initiale est représentée ci-contre.

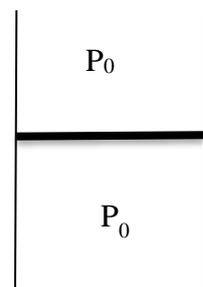
Les parois sont diathermanes. P_0 est la pression atmosphérique.

La surface du piston est de 100 cm^2 .

On rajoute très lentement 1 kg de sable sur le piston.

Calculer dans l'état d'équilibre final la pression dans le compartiment fermé et sa variation relative de volume.

Evaluer l'entropie créée et conclure.



Chimie :**S1ex12 : CCINP Ex 2 : Structures chimiques**

- 1) Ecrire les configurations électroniques de O ($Z=8$), S ($Z=16$).
- 2) Placer ces éléments dans le tableau périodique.
- 3) Ecrire la réaction de première ionisation de S ou O et expliquer comment l'énergie d'ionisation varie dans la classification périodique.
- 4) On suppose qu'une structure possible du sulfure d'argent est la structure ionique suivante : Le soufre forme une structure cubique faces centrées et l'argent occupe tous les sites tétraédriques. Quelle serait la population en S et Ag de cette maille ? En déduire la formule du sulfure d'argent.
- 5) On donne la masse volumique du sulfure d'argent $\rho = 7,23 \text{ g.cm}^{-3}$ et les masses molaires $M(\text{S})=32,1 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(\text{Ag})=107,9 \text{ g.mol}^{-1}$. En déduire le paramètre de la maille du sulfure d'argent.

S1ex13 : Mines-Télécom Ex 1 Le trioxyde de tungstène

Le trioxyde de tungstène WO_3 solide présente une structure cubique où les ions tungstène W^{6+} sont placés sur les sommets du cube et les ions oxyde O^{2-} sur les milieux des arêtes. On appelle a le paramètre de maille.

- 1) a) Dessiner la maille et vérifier la stœchiométrie du trioxyde de tungstène.
b) On admet une tangence anion-cation. Calculer la compacité de la maille. Commenter.
- 2) a) Un cation M^+ peut se placer sur les centres des faces du cube, ou bien au centre du cube. Quel est le rayon maximal que peut prendre M^+ dans chaque cas sans modifier la structure de la maille ?
b) On observe expérimentalement que les cations M^+ avec $M = \text{H}, \text{Li}, \text{Na}, \text{K}$ peuvent s'insérer dans le cristal et qu'ils s'insèrent tous dans le même type de site. En déduire le type de site occupé.

Données : Rayons ioniques (pm) : $\text{H}^+ : 10^{-2}$; $\text{Li}^+ : 78$; $\text{Na}^+ : 98$; $\text{K}^+ : 133$; $\text{O}^{2-} : 132$; $\text{W}^{6+} : 62$.

S1ex14 : CCINP – Alice Lefebvre 2022 et Lilou Tisserand 2021 - Fermentation malolactique des vins

Le vin est une boisson acide dont le pH est compris entre 2,70 et 3,70. Le vin contient naturellement de nombreux acides faibles (certains sont présents dans le raisin et d'autres apparaissent au cours de l'élaboration du vin) dont six organiques sont les plus abondants :

- l'acide tartrique $\text{HOOC}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ de pK_a 3,04 et 4,34 et de masse molaire $150 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- l'acide malique $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ de pK_a 3,46 et 5,14 et de masse molaire $134 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- l'acide citrique $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})-\text{CH}_2-\text{COOH}$ de pK_a 3,15, 4,71 et 6,41 et de masse molaire $192 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- l'acide lactique $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ de pK_a 3,90 et de masse molaire $90,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- l'acide succinique $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ de pK_a 4,16 et 5,61 et de masse molaire $118 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- l'acide acétique CH_3-COOH de pK_a 4,80 et de masse molaire $60,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Le contrôle des acides présents dans un vin est très important car ces acides conditionnent les qualités gustatives du vin, le pH quant à lui agit sur la stabilité du vin. On peut lire dans un traité d'œnologie : « *l'acidité renforce et soutient les arômes en apportant au vin du corps et de la fraîcheur tout en aidant à son vieillissement. Un excès d'acidité donne un vin trop nerveux, souvent maigre ; alors qu'une carence en acidité donne un vin mou, de faible qualité* ».

On étudie un vin rouge (Bordeaux Supérieur 2002) dont l'analyse fait apparaître les données suivantes :

acide tartrique	$2,24 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
acide malique	$0,05 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
acide citrique	$0,08 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
acide lactique	$1,90 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
acide succinique	$1,04 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
acide acétique	$0,03 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$
acidité totale	$5,20 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

On constate une faible concentration en acide malique alors qu'il est très présent dans le raisin (sa concentration y est supérieure à $3,00 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$), ceci est dû à la fermentation malolactique, découverte dans les années 1960, qui est une transformation quasi-intégrale de l'acide malique $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ (noté H_2M) en acide lactique $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ (noté HL) avec dégagement de dioxyde de carbone CO_2 . Cette fermentation diminue l'acidité du vin et améliore ses qualités gustatives (de nouveaux arômes apparaissent et d'autres s'atténuent) ; de plus elle renforce sa couleur rouge. Mais si un vin est mis en bouteille alors que la fermentation malolactique n'est pas achevée, on ressent à la dégustation un certain pétilllement et quelques bulles peuvent apparaître dans le verre, peu après l'ouverture de la bouteille. Avant de procéder à la mise en bouteille d'un vin, il est donc nécessaire de connaître le stade de cette fermentation. On s'intéresse à cette réaction chimique ainsi qu'à sa cinétique.

En regard des pK_a des différents acides présents dans le vin (liste non exhaustive) on peut voir que le vin est un système acido-basique complexe qui agit comme un système tampon puisque son pH est voisin des pK_a des principaux acides qui le constituent. On se propose d'étudier la variation du pH au cours de la fermentation malolactique ; pour ce faire, on modélise le vin comme une solution aqueuse S contenant $2,24 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ d'acide tartrique (noté H_2T) et $3,10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ d'acide malique (noté H_2M), dont le pH a été fixé à la valeur 3 par ajout d'une base forte concentrée.

Acidité et fermentation

- 1) Tracer les diagrammes de prédominance des différentes espèces présentes en solution.
- 2) Déterminer la composition de la solution S , c'est-à-dire la concentration des trois espèces associées à l'acide tartrique, H_2T , HT^- et T^{2-} ainsi que celle des 3 espèces associées à l'acide malique H_2M , HM^- et M^{2-} que l'on exprimera en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- 3) Ecrire l'équation bilan de la fermentation de l'acide malique en acide lactique avec émission de dioxyde de carbone.
- 4) A la fin de la fermentation, il ne reste plus que $0,05 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ d'acide malique. En déduire comment évolue le pH au cours de cette réaction.
- 5) Quelle peut être la cause chimique des faits observés lors de l'ouverture d'une bouteille contenant un vin dont la fermentation malolactique n'était pas terminée à la mise en bouteille ?

Durée de la fermentation

On suppose que la fermentation malolactique a une cinétique d'ordre 1 de constante de vitesse $k_v = 1,34 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$.

- 6) Donner l'expression de $[\text{H}_2\text{M}](t)$.
- 7) Exprimer puis calculer le temps de demi-réaction.
- 8) Combien de temps a duré la fermentation malolactique du vin étudié ?

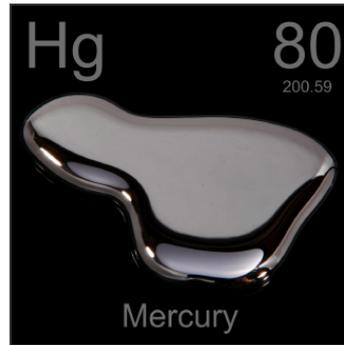
S1ex15 : Centrale Physique-Chimie 2 - Autour du mercure

Le mercure est un élément chimique de symbole Hg et de numéro atomique 80. C'est un métal argenté brillant, le seul se présentant sous forme liquide dans les conditions normales de température et de pression, conditions dans lesquelles il se vaporise toutefois assez aisément.

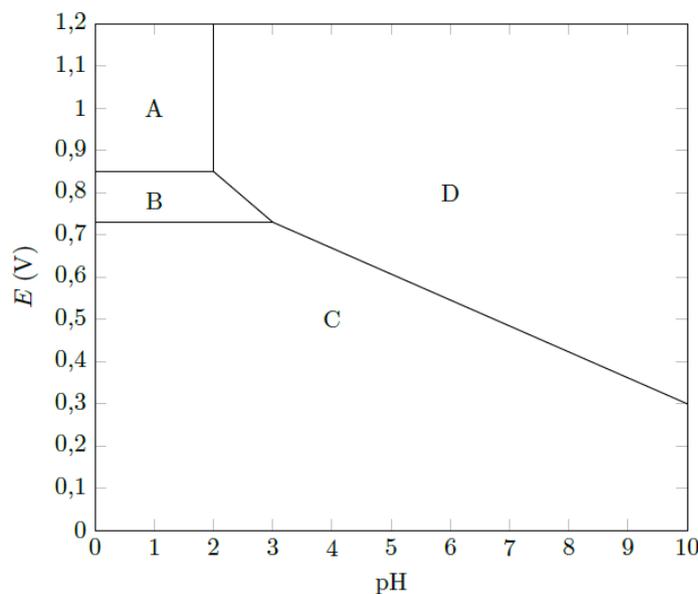
Le mercure est un puissant neurotoxique, mais en dépit de sa haute toxicité, ses utilisations sont très nombreuses :

- applications médicales,
- amalgame de l'or,
- lampes à vapeurs de mercure,
- etc.

1. Déterminer la configuration électronique de l'atome de mercure. En déduire les degrés d'oxydation stables du mercure.

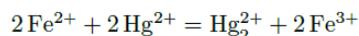


Le diagramme potentiel-pH du mercure est tracé ci-dessous pour une concentration totale en mercure en solution de $0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Les frontières entre espèces en solution correspondent à l'égalité de leurs concentrations respectives. Les espèces prises en compte sont $\text{Hg}_{(l)}$, $\text{HgO}_{(s)}$, $\text{Hg}_{(aq)}^{2+}$ et $\text{Hg}_{2(aq)}^{2+}$.



2. Identifier les espèces de chaque domaine.
3. Déterminer les potentiels standard des couples $\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}_2^{2+}$ et $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}$.
4. Calculer la constante d'équilibre associée à la réaction entre les espèces A et D.
5. Quelle est la pente de la droite séparant les domaines B et D ?

On s'intéresse à présent à la cinétique de la réaction de réduction de Hg^{2+} par Fe^{2+} selon la réaction



dont la loi de vitesse est de la forme $v = k[\text{Fe}^{2+}]^p [\text{Hg}^{2+}]^q$.

On suit la réaction par une méthode appropriée avec différentes concentrations initiales $[\text{Fe}^{2+}]_0$ et $[\text{Hg}^{2+}]_0$. On relève $[\text{Hg}^{2+}]/[\text{Hg}^{2+}]_0$ et on obtient les résultats suivants (le temps est mesuré en unités arbitraires u.a. non précisées).

Expérience n°1 $[\text{Fe}^{2+}]_0 = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}$, $[\text{Hg}^{2+}]_0 = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}$

t (u.a.)	0	1	2	3	∞
$[\text{Hg}^{2+}]/[\text{Hg}^{2+}]_0$	1	0,5	0,33	0,25	0

Expérience n°2 $[\text{Fe}^{2+}]_0 = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}$, $[\text{Hg}^{2+}]_0 = 0,001 \text{ mol}\cdot\text{L}$

t (u.a.)	0	1	2	4	∞
$[\text{Hg}^{2+}]/[\text{Hg}^{2+}]_0$	1	0,37	0,14	0,018	0

6. Quelle méthode de suivi de la réaction pourriez-vous proposer ?
7. Déterminer l'ordre global de la réaction ainsi que les ordres partiels p et q . Vous pouvez utiliser et modifier le script Python mis à votre disposition.

Réponses :**S1ex2 : Mines-Ponts Ex 1 Filtrage**

- 1) $\underline{H} = \frac{1}{3 + j(\frac{L\omega}{R} - \frac{R}{L\omega})} \omega_0 = R/L \dots$
- 2) Domaine intégrateur pour $\omega \gg 3\omega_0$; domaine dérivateur pour $\omega \ll \omega_0/3$
- 3) Signal de sortie créneau très faible.

S1ex2 : CCINP MP (<http://beos.prepas.org/> sujet 1766) Ex 1

- 1) $3u_1 + 2RC \frac{du_1}{dt} = 2E$ et $3u_2 + 2RC \frac{du_2}{dt} = E$
- 2) $u_1 = (E/3)[2 + \exp(-3t/2RC)]$ et $u_2 = (E/3)[1 - \exp(-3t/2RC)]$
- 3) $i_1 = (E/3R)[2 + \exp(-3t/2RC)]$, $i_2 = (2E/3R)[1 - \exp(-3t/2RC)]$ et $i = (E/6R)[4 - \exp(-3t/2RC)]$
- 4) $\Delta W_c = -2CE^2/9$

S1ex3 : Centrale 1 2022 – Champ magnétique créé par deux bobines

- 1) Amplitude du courant i_1 : $I_1 = \frac{U_m}{\sqrt{r_1^2 + L_1^2 \omega^2}}$ et déphasage par rapport à u : $\tan(\varphi_1) = -\frac{L_1 \omega}{r_1}$
Amplitude du courant i_2 : $I_2 = \frac{U_m}{\sqrt{r_2^2 + (L_2 \omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$ et déphasage par rapport à u : $\tan(\varphi_2) = -\frac{(L_2 \omega - \frac{1}{C\omega})}{r_2}$
- 2) Conditions de même amplitude : $r_1^2 + L_1^2 \omega^2 = r_2^2 + (L_2 \omega - \frac{1}{C\omega})^2$
Condition de quadrature : $\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \frac{1}{r_2 C \omega} - \frac{L_2 \omega}{r_2} = \frac{r_1}{L_1 \omega}$
- 3) Le champ magnétique total est un champ tournant à la vitesse angulaire ω autour de $-\vec{u}_z$

S1ex4 : Centrale Physique-Chimie 1 2022 – François Deleu - Freinage du Skeleton

- 1) Appliquer la loi de Lenz
- 2) a) $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = 0$ avec $\tau = \frac{Rm}{l^2 B_0^2}$ si $x < L$; Si $x > L$ $\frac{dv}{dt} = 0$ b) Vitesse en fin de décélération : $v_f = v_0 - L/\tau = 29,9 \text{ m.s}^{-1}$.
- 3) Le freinage s'effectue tant que le flux de B varie dans le cadre. Pour optimiser le freinage il faut donc choisir $L = d$.
A l'issue de la 2^e phase de freinage $v_{f2} = v_0 - 2L/\tau$.
- 4) On appelle zone de freinage une région telle que pour $0 < x < L$ le champ magnétique est non nul, puis pour $L < x < 2L$ le champ magnétique est nul. La distance D entre 2 zones de freinage successives doit donc être nulle, afin que le freinage se déroule de manière continue. Pour stopper le skeleton il faut $v_f = 0$ après N zones de freinage, d'où $N = v_0 \cdot \tau / 2L = 334$.

S1ex5 : Mines-Télécom Ex 1 Rails de Laplace

- 1) $V_2(t) = Ae^{-t/\tau} + \frac{v}{\sqrt{1 + \omega^2 \tau^2}} [\cos(\omega t) + \omega \tau \sin(\omega t)]$ avec $\tau = \frac{mR}{B^2 l^2}$
- 2) $P_{opérateur} = P_{joule} + \frac{d(E_{c1} + E_{c2})}{dt}$

S1ex6 : X 2022 François Deleu – Charge dans un champ magnétique

$$\theta \approx \frac{qBL}{mV}$$

S1ex7 : CCINP Ex 1 Oscillations dans un fluide visqueux

- 1) $l_e - l_0 = \left(m - \frac{4}{3}\pi b^3 \rho\right) \frac{g}{k}$
- 2) $\lambda = \frac{3\pi \eta b}{m}$ et $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$
- 3) On observe des oscillations en régime pseudopériodique donc si $\lambda < \omega_0$
- 4) $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \lambda^2}}$
- 5) $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$
- 6) $\eta = \frac{m}{b} \sqrt{\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T^2}}$

S1ex8 : Mines Télécom Ex 2 Chute d'un arbre

- 1) $I\ddot{\theta} = \frac{L}{2} m g \sin(\theta)$
- 2) On multiplie par $\dot{\theta}$ et on intègre.
- 3) $t_{chute} = \sqrt{\frac{L}{3g}} \int_{\theta_0}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{\sqrt{\cos(\theta_0) - \cos(\theta)}} = 3 \text{ s}$

S1ex9 : Centrale Physique-Chimie 1 Satellite Spot

- 1) $2E_c + E_p = 0$
- 2) a) Appliquer le théorème de l'énergie mécanique pour exprimer la diminution d'altitude au cours d'une révolution (supposer la trajectoire toujours circulaire). Appliquer ensuite la troisième loi de Kepler. D'où $\alpha = -\frac{\Delta h}{4\sqrt{2}\pi(R_T + h)^2} = 1,1 \cdot 10^{-15} \text{ m}^{-1}$
- 3) On calcule la période par la troisième loi de Kepler, on en déduit le nombre N de révolutions en 10 ans. D'où la perte d'altitude en 10 ans $\Delta h_{10ans} = N \cdot \Delta h_{1ans} = 57,9 \text{ km}$.
- 4) Lorsque l'altitude diminue, la vitesse augmente.

S1ex10 : CCINP (Jules Dany 2019) Ex 2 : Etude d'une pompe à chaleur

- 1) Sens trigonométrique. 1-2 dans le compresseur (compression isentropique ici), 2-3 dans le condenseur, 3-4 dans le détendeur (détente isenthalpique ici), 4-1 dans l'évaporateur
- 2) $\Delta h_{1,2} = 40 \text{ kJ.kg}^{-1}$, $\Delta h_{2,3} = -195 \text{ kJ.kg}^{-1}$, $\Delta h_{3,4} = 0 \text{ kJ.kg}^{-1}$, $\Delta h_{4,1} = 155 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- 3) $q_c = -195 \text{ kJ.kg}^{-1}$, $q_f = 155 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- 4) $COP = \frac{q_c}{w} = \frac{q_c}{-q_c - q_f} = 4,88$
- 5) $D_m = \frac{P}{-q_c} = 0,041 \text{ kg.s}^{-1}$

S1ex11 : Mines-Ponts

Application 1 : $S_{crée} = mC_m \left[\frac{T_f}{T_i} - 1 + \ln \left(\frac{T_f}{T_i} \right) \right] = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ J.K}^{-1}$

Application 2 : Après calcul $S_{crée} = 0$, logique car transformation lente et équilibre thermique avec le milieu extérieur.

S1ex12 : CCINP Ex 2 Structures chimiques

- 1) O $1s^2 2s^2 2p^4$ S $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- 2) O ligne 2 colonne 16 S ligne 3 colonne 16
- 3) $S = S^+ + e^-$. L'énergie d'ionisation augmente de gauche à droite et de bas en haut.
- 4) Populations $N_S = 4$, $N_{Ag} = 8$.
- 5) $a = \left(\frac{N_{AP}}{4M_S + 8M_{Ag}} \right)^{-1/3} = 6,11 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

S1ex13 : Mines-Télécom Ex 1 Le trioxyde de tungstène

- 1) a) Populations $N_{W6+} = 1$ et $N_{O2-} = 3$ d'où la stœchiométrie WWO_3 .
b) $a = 2.R_{W6+} + 2R_{O2-} = 388 \text{ pm}$ d'où la compacité $= \frac{\frac{4}{3}\pi R_{W6+}^3 + 3 \cdot \frac{4}{3}\pi R_{O2-}^3}{a^3} = 0,51 < 0,74$. Donc ce n'est pas une structure compacte.
- 2) a) Si le cation est au centre d'une face, $2.R_{M+} + 2R_{O2-} \leq a$ donc $R_{M+} \leq 62 \text{ pm}$
Si le cation est au centre du cube, $2.R_{M+} + 2R_{O2-} \leq a\sqrt{2}$ donc $R_{M+} \leq 142 \text{ pm}$
b) Ces cations sont trop gros pour s'insérer au centre d'une face, par contre ils peuvent tous s'insérer au centre du cube.

S1ex14 : CCINP 2022 et 2021 Fermentation malolactique des vins

- 2) A pH=3, on écrit la conservation de la matière en T (ou M) et les constantes d'acidité.
 $[H_2T] = 7,65 \text{ mmol.L}^{-1}$; $[HT^-] = 6,96 \text{ mmol.L}^{-1}$; $[T^{2-}] = 0,32 \text{ mmol.L}^{-1}$; $[H_2M] = 17,1 \text{ mmol.L}^{-1}$; $[HM^-] = 5,95 \text{ mmol.L}^{-1}$; $[M^{2-}] = 0,0431 \text{ mmol.L}^{-1}$
- 4) Le pH augmente car ...
- 5) C'est le CO_2 qui repasse à l'état gazeux lorsque la pression diminue.
- 6) $[H_2M](t) = [H_2M]_0 e^{-k_v t}$
- 7) $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k_v} = 6 \text{ jours}$
- 8) La fermentation est finie à 98,4% donc il reste 1,6% de la quantité initiale d'acide malique donc $t_f = -\frac{\ln(1,6 \cdot 10^{-2})}{k_v} = 36 \text{ jours}$

S1ex15 : Centrale Physique-Chimie 2 Autour du mercure

- 1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10}$
Le mercure a deux électrons de valence donc ses degrés d'oxydation stables sont 0 et II.
- 2)

Espèce	Nombre d'oxydation du mercure	Domaine
Hg	0	C
Hg_2^{2+}	+I	B
Hg^{2+}	+II	A
HgO	+II	D

- 3) Par la formule de Nernst avec sur la frontière égalité des concentrations en ions qui valent $C_{tracé}/3$ par conservation en élément mercure, $E^\circ(Hg^{2+}/Hg_2^{2+}) = 0,92 \text{ V}$. $E^\circ(Hg_2^{2+}/Hg_{(l)}) = 0,80 \text{ V}$ avec sur la frontière $[Hg_2^{2+}] = C_{tracé}/2$.
- 4) $Hg^{2+} + H_2O = HgO_{(s)} + 2 H^+$. Sur la frontière $[Hg^{2+}] = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ et pH = 2 (par lecture graphique) D'où $K = \frac{[H^+]^2}{[Hg^{2+}]} = 10^{-2}$
- 5) $E = E^\circ(HgO/Hg_2^{2+}) + \frac{0,06}{2} \log \left(\frac{[H^+]^4}{[Hg_2^{2+}]} \right) = cte - 0,12 \text{ pH}$. La pente est donc de - 0,12 V/unité de pH
- 6) On peut proposer un suivi potentiométrique.
- 7) La loi de vitesse est : $-\frac{1}{2} \frac{d[Hg^{2+}]}{dt} = k [Fe_2^{2+}]^p [Hg^{2+}]^q$
Pour l'expérience 2, $[Fe_2^{2+}]_0 \gg [Hg^{2+}]_0$ donc il y a dégénérescence de l'ordre. La loi de vitesse devient $-\frac{1}{2} \frac{d[Hg^{2+}]}{dt} = k' [Hg^{2+}]^q$.
Le tracé de $\ln \left[\frac{[Hg^{2+}]}{[Hg^{2+}]_0} \right]$ en fonction du temps est une droite. On en déduit que q = 1.

Pour l'expérience 1, les réactifs sont introduits en proportions stœchiométriques, la loi de vitesse devient : $-\frac{1}{2} \frac{d[Hg^{2+}]}{dt} = k[Hg^{2+}]^{p+1}$. On trace $\frac{[Hg^{2+}]_0}{[Hg^{2+}]}$ en fonction du temps et on obtient une droite, on en déduit que $p+1 = 2$. D'où $p = q = 1$.