Devoir n°3 – Sciences Physiques – TS_1 & TS_3 – 2 heures

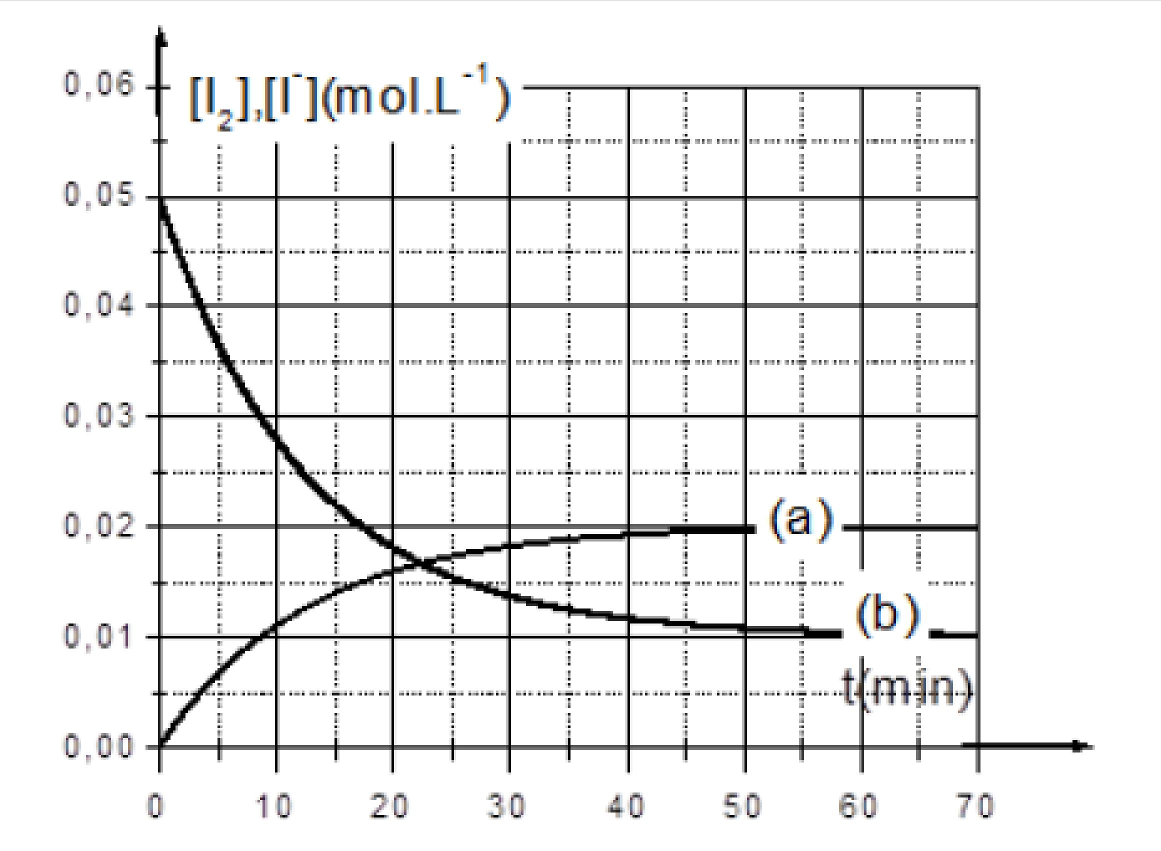
Exercice n°1: Cinétique de la réaction du peroxyde d'hydrogène sur les ions iodures

On étudie l'évolution au cours du temps de la réaction d'oxydation des ions iodure (I^-) par le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (eau oxygénée) en milieu acide. L'équation chimique qui symbolise la réaction associée à la transformation chimique étudiée est :

$$H_2O_2 + 2I^- + 2H^+ \rightarrow 2H_2O + I_2$$

À la date t = 0, on mélange un volume V_1 = 100mL d'une solution (S_1) d'eau oxygénée de concentration molaire C_1 avec un volume V_2 = 100mL d'une solution (S_2) d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire C_2 et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

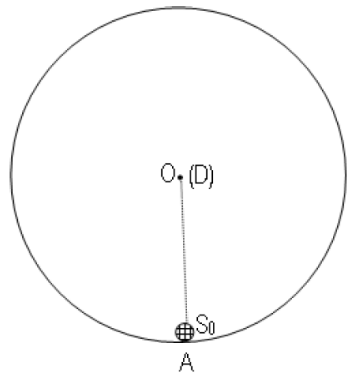
Le suivi temporel de cette transformation chimique a permis de tracer, sur le graphe ci-dessous, les courbes représentant les variations de la molarité des ions iodure I^- et celle des molécules de diiode I_2 en fonction du temps.



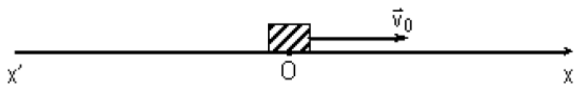
1) Associer, en le justifiant, chacune des courbes (a) et (b) à la grandeur qu'elle représente.
2)
   a) L'ion iodure (I^-) est-il le réactif limitant ? Justifier la réponse.
   b) En exploitant le graphe, trouver les molarités initiales $[I^-]_0$ et finale $[I^-]_f$ des ions iodures dans le mélange.
   c) Calculer la molarité initiale $[H_2O_2]_0$ de l'eau oxygénée dans le mélange.
   d) Montrer alors que la concentration molaire de la solution (S_1) est $C_1 = 0{,}04$ mol.L^{-1} et celle de la solution (S_2) est $C_2 = 0{,}1$ mol.L^{-1}.
3)
   a) Déterminer graphiquement la valeur de vitesse volumique de I^- à l'instant t = 10 min. En déduire celle de I_2 à cet instant
   b) Comment varie la vitesse de la réaction au cours du temps ? Interpréter cette variation.
4)
   a) Quelle est la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$?
   b) Dire, en le justifiant, comment varie $t_{1/2}$ si :
      i) on abaisse la température du milieu réactionnel ?
      ii) on procède en présence d'ions Fe^{2+} comme catalyseur ?

Exercice n°2: oscillateur pesant et mouvement rectiligne dans un fluide

Un disque plein, homogène, de masse M = 0,2 kg et de rayon R = 20 cm, peut tourner sans frottement autour d'un axe (Δ) passant par son centre O. Cet axe de rotation (Δ) est perpendiculaire en O au plan du disque et horizontal. En un point A situé à la périphérie du disque, on fixe un corps supposé ponctuel (S_0) de masse m_0 = 10M (voir figure). Le système est au repos dans sa position d'équilibre stable. On écarte le système de cette position en le faisant tourner d'un angle θ de faible amplitude et on l'abandonne à lui-même sans vitesse initiale à la date t = 0.



1) a)Montrer que OG $= \frac{10R}{11}$, où G est le centre d'inertie du système.
   b)En appliquant le théorème de l'accélération angulaire, déterminer l'équation différentielle du mouvement et calculer la période T des petites oscillations.
2) a)Retrouver l'équation différentielle du mouvement ci-dessus ; en utilisant la conservation de l'énergie mécanique.
   b)Exprimer en fonction de R, puis calculer la longueur l du pendule simple synchrone de ce pendule pesant composé.
3) Le corps ponctuel (S_0) est maintenant posé sur un plan horizontal peu rugueux. A la date t = 0, on lance le solide (S_0) avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ de module v_0 = 2 m.s^{-1}, à partir d'un point O (voir figure), suivant un axe x'Ox. O étant l'origine de l'axe. Pendant son mouvement le solide (S_0) est soumis à une force de frottement $\vec{f} = -k\vec{v}$, où $\vec{v}$ est le vecteur vitesse instantané de (S_0) et k une constante positive.



   a) En posant $\lambda = \frac{m}{k}$ et en utilisant le théorème du centre d'inertie, établir l'équation différentielle à laquelle doit obéir la vitesse v de (S_0).
   b) En déduire l'expression de cette vitesse v en fonction de v_0, λ et t.
   c) Montrer alors que le solide (S_0) ne s'arrête qu'au bout d'un temps infiniment long.
4) a) Etablir en fonction de v_0, λ et t l'expression de l'équation horaire du mouvement x(t) du solide (S_0).
   b) Calculer la distance parcourue par (S_0), lorsqu'il parcourt l'axe x'Ox pendant un temps infiniment long.

On donne : k = 4.10^{-3} u.S.I g = 9,8 m.s^{-2}

Exercice n°3: Le satellite SOHO

Le satellite SOHO, d'observation solaire, a été lancé en 1995. Il se trouve au point de Lagrange L1, situé entre la Terre et le Soleil. Ce satellite reste constamment à la même distance du Soleil sur la droite joignant le centre de la Terre au centre du soleil. Nous considérons que la Terre et le Soleil ont une répartition de masses à symétrie sphérique.

1) En ne considérant que l'interaction Terre-Soleil, exprimer la vitesse angulaire de rotation du centre de la terre autour du Soleil, dans le référentiel héliocentrique, en fonction de la constante de gravitation *G*, la masse du soleil M_S et la distance entre les centres de ces corps notée *a*. Le mouvement est supposé circulaire et uniforme.
2) Comparer les vitesses angulaires de la Terre et de SOHO autour du Soleil dans le référentiel héliocentrique.
3) Exprimer le vecteur accélération du satellite en fonction de *G*, M_S, *a* et de la distance *x* entre le centre de la Terre et le satellite. Pour simplifier on posera $M_S = K \cdot m_T$ avec m_T masse de la Terre.
4) Appliquer la deuxième loi de Newton au satellite pour obtenir une relation entre *a*, *x* et *K*.
5) Le point $L1$ est beaucoup plus proche de la Terre que du Soleil $\left(\frac{x}{a} << 1\right)$. En tenant compte

de l'approximation $(1 + \varepsilon)^n = 1 + n.\varepsilon$ si $\varepsilon << 1$, établir la relation $x = \frac{a}{\sqrt[3]{3K}}$
Calculer *x*.

Données : $a = 1,50.10^{11}$ m ; $K = 3,33.10^{5}$ S.I.