

Devoir n°3 – Sciences Physiques – 2 heures

Exercice n°1 :

L'eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) oxyde les ions iodure (I⁻) en milieu acide. Cette réaction est lente. Pour étudier la cinétique de cette réaction, un groupe d'élèves mélange à froid, un volume V₁ = 100 mL d'une solution S₁ d'eau oxygénée de molarité C₁ = 2,8.10⁻² mol/L, un volume V₂ = 10 mL d'une solution S₂ d'acide sulfurique de molarité C₂ = 6,0 mol/L, un volume V₃ = 80 mL d'une solution S₃ d'iodure de potassium de molarité C₃ = 0,25 mol/L et un volume V_e = 10 mL d'eau distillée pour obtenir un volume V = 200 mL de solution S. Cette solution est répartie dans des tubes pour constituer dix échantillons, chacun de volume V₀ = 20 mL. Les dix tubes sont ensuite placés dans un bain thermostaté à la température de 30°C à un instant considéré comme instant initial. Par intervalles de temps, un tube est sorti du bain et trempé. A son contenu on ajoute de l'empois d'amidon en excès et le diiode formé est dosé par une solution S₄ de thiosulfate de sodium (2Na⁺ + S₂O₃²⁻) de concentration molaire C₄ = 4,0.10⁻² mol/L. L'équation-bilan de la réaction de dosage du diiode est : I₂ + 2S₂O₃²⁻ → 2I⁻ + S₄O₆²⁻

- 1) Ecrire les demi-équations électroniques de la réaction d'oxydation des ions I⁻ par l'eau oxygénée ainsi que l'équation-bilan de cette réaction.
- 2) Pourquoi a-t-on :
 - a) Préparé la solution S à froid et non à la température ambiante ;
 - b) Trempé chaque tube avant dosage ;
 - c) Ajouté de l'empois d'amidon au contenu de chaque tube avant le dosage du diiode.
- 3) Des trois réactifs H₃O⁺, I⁻ et H₂O₂ lequel est en défaut à l'instant initial ?
En déduire la concentration maximale [I₂]_{max} de diiode qui se forme.
- 4) Les dosages ont conduit aux résultats regroupés dans le tableau suivant :

t(s)	0	60	160	270	360	510	720	900	1080	1440	1800
V ₄ (mL)	0	2,2	4,8	6,5	7,5	9,0	10,5	11,5	12,5	13,5	14,0
[I ₂] _t en 10 ⁻³ mol/L											

- a) Montrer que la concentration molaire de diiode formé a pour expression : $[I_2]_t = \frac{C_4 V_4}{2V_0}$
où V₄ étant le volume de la solution de thiosulfate de sodium nécessaire à chaque dosage.
- b) Reproduire le tableau et le compléter en calculant [I₂]_t
- c) Tracer la courbe [I₂]_t en fonction du temps. Echelle : en abscisses : 1 cm pour 100s ; en ordonnées : 1 cm pour 10⁻³ mol/L.
- d) Définir puis déterminer le temps de demi-réaction.
- e) Calculer la vitesse de formation du diiode aux dates t₁ = 360s et t₂ = 720s.
Comment varie cette vitesse au cours du temps. Justifier.

Exercice n°2:

On admet que la Terre et la lune ont une répartition de masse à symétrie sphérique et que la lune se déplace sur une orbite circulaire autour de la Terre. On appelle r la distance entre les centres des deux astres.

- 1) Faire le schéma de l'orbite de la lune dans le référentiel géocentrique et représenter la force gravitationnelle exercée par la terre.
- 2) La valeur du champ de gravitation terrestre est donnée par la relation $g = \frac{GM}{r^2}$.
 - a) Préciser ce que représente chaque lettre.

- b) Etablir l'expression de g en fonction de g_0 (valeur du champ de gravitation au niveau du sol), R rayon terrestre et r .
- 3) *Mouvement de la lune :*
- a) Appliquer la 2^{-ème} loi de Newton à la lune dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. Exprimer le vecteur accélération du centre d'inertie de la lune.
- b) Soit V la vitesse de la lune sur son orbite. Donner les caractéristiques du vecteur accélération du centre de la lune en mouvement circulaire uniforme.
- c) Montrer que l'expression de g_0 est donnée par : $g_0 = \frac{V^2 r}{R^2}$.
- 4) Depuis l'antiquité on sait que $r = 60R$ et que la période de révolution de la lune est $T = 27$ jours 7 heures 43 minutes. En 1670 Jean Picard par une méthode de triangulation trouve une valeur de R de 6370 km. En 1686 Isaac Newton utilise ces données pour déterminer la valeur de g_0 . Exprimer V en fonction de T et de r ; retrouver la valeur de g_0 déterminée par Newton.
- 5) En 1796 Henry Cavendish mesure G à l'aide d'une balance de torsion. Il obtient $G = 6,670 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; g_0 étant connu, on peut alors déterminer la masse de la terre. Déterminer la masse de la terre avec les données suivantes : $g_0 = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ et $R = 6370 \text{ km}$.
- 6) En l'an 2000 deux physiciens de l'université de Washington améliorent le dispositif de Cavendish et obtiennent une valeur de G comprise entre $6,6741 \cdot 10^{-11}$ et $6,6744 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$. Pour les physiciens d'aujourd'hui la terre est-elle plus légère ou plus lourde que pour Cavendish ?

Exercice n°3 :

Dans le dispositif de la figure ci-contre règne un vide poussé. La force de pesanteur sera négligée par rapport aux autres forces. Un faisceau homocinétique de protons, d'abord accéléré par une tension $U = V_A - V_C = 4000 \text{ V}$ appliquée entre deux plaques A et C, pénètre en O avec une vitesse \vec{v}_0 dans une enceinte de section carrée de côté $2r = 50 \text{ cm}$ où les ouvertures OMPN sont situées aux milieux des côtés (voir figure). Le proton est une particule de masse $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ et de charge $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- 1) Déterminer la vitesse d'un proton qui franchit l'ouverture O.
- 2) Dans l'enceinte OMPN règne un champ magnétique uniforme \vec{B} pour que les protons décrivent à la vitesse constante un quart de cercle de rayon r avant de sortir par l'ouverture M.
- a) Donner l'expression de la force magnétique \vec{F} qui s'exerce sur un proton de vitesse \vec{v}_0 dans le champ magnétique \vec{B} .
- b) Préciser la direction et le sens de \vec{B}
- c) Etablir l'expression de la valeur du champ. Calculer numériquement B .
- 3) On supprime le champ magnétique précédent et on applique maintenant un champ électrique uniforme \vec{E} dans l'enceinte OMPN pour que le faisceau sorte par l'ouverture N après avoir décrit une trajectoire parabolique dans le repère $(Ox ; Oy)$.
- a) Donner l'expression de la force électrique \vec{F}_e qui s'exerce sur un proton dans le champ électrique uniforme \vec{E} .
- b) Préciser la direction et le sens de \vec{E} .
- c) Déterminer l'équation de la trajectoire de ce proton soumis au champ \vec{E} dans cette enceinte. En déduire la valeur E du champ électrique.
- 4) Les champs \vec{B} et \vec{E} , conservant les directions et sens précédents, sont appliqués simultanément. Quelle relation doivent vérifier leurs valeurs pour que les protons sortent du dispositif par l'ouverture P sans être déviés ?

