

COMPOSITION DE PHYSIQUE-CHIMIE

TS1 – durée : 4 heures

EXERCICE 1 : (3 points)

On donne les masses molaires suivantes :

$M(C) = 12\text{g/mol}$; $M(H) = 1\text{g/mol}$; $M(O) = 16\text{g/mol}$; $M(Na) = 23\text{g/mol}$

La margarine contient des lipides naturels essentiellement constitués de triglycérides. Un triglycéride résulte de l'estérification d'un trialcool, le glycérol, par trois molécules d'acides gras. Les graisses et huiles sont en général constituées à partir d'acides gras, acides carboxyliques à chaîne droite non ramifiée, dits normaux, à nombre pair d'atomes de carbone. On distingue :

- les acides gras saturés
- les acides gras insaturés.

Les acides gras saturés répondent à la formule $C_nH_{2n}O_2$. Les plus répandus sont l'acide palmitique, acide en C_{16} et l'acide stéarique, acide en C_{18} .

Les acides gras insaturés de la série normale sont caractérisés généralement par plus de 10 atomes de carbone et la présence d'une ou de plusieurs liaisons éthyléniques et la configuration « cis » ou Z des doubles liaisons.

1-) Après la lecture attentive du texte :

1.1- Définir de façon générale :

- estérification.
- glycéride
- acide gras

1.2- Donner la formule semi-développée de la tristéarine, triglycéride formé à partir de l'acide stéarique et du propane-1,2,3-triol ou glycérol.

2-) La matière grasse peut servir à fabriquer du savon.

2.1- Après avoir défini ce qu'est un savon, indiquer son mode d'obtention.

2.2- Ecrire l'équation-bilan de la saponification de la tripalmitine (résultant de l'action du propane-1,2,3- triol sur l'acide palmitique) par l'hydroxyde de sodium

2.3- Calculer la masse de savon obtenue à partir de 100kg de tripalmitine en présence d'un excès de soude dans des conditions où le rendement de la réaction est de 75 %.

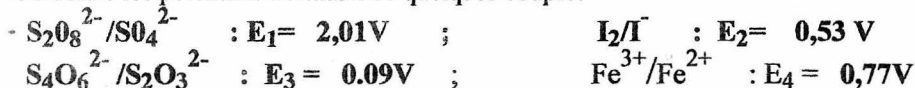
EXERCICE 2 : (3 points)

Pour étudier la cinétique de la réaction entre les ions iodure et peroxydisulfate on mélange, à la date $t = 0$ une solution de peroxydisulfate de potassium ($S_2O_8^{2-} + 2K^+$) avec une solution d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$). A différentes dates on effectue un prélèvement que l'on verse dans de l'eau glacée et on y ajoute deux gouttes d'une solution d'empois d'amidon.

Pour déterminer la quantité de diiode formée on dose ce prélèvement à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium ($S_2O_3^{2-} + 2Na^+$). Les résultats du dosage sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

t(min)	0	10	20	30	40	50	60
$[I_2]$ en mmol/L	0	2	3,5	4,7	5,6	6,1	6,5

On donne les potentiels normaux de quelques couples



1-) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se déroule lorsqu'on mélange les solutions de peroxydisulfate et d'iodure de potassium,

2-) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.

3-) Expliquer pourquoi il a fallu verser chaque prélèvement dans de l'eau glacée ? Quel est le rôle de l'empois d'amidon ?

4-) Faire la représentation graphique $[I_2] = f(t)$. Echelles 1cm pour 5 min et 1cm pour $5 \cdot 10^{-4}$ mol/L.

5-) Donner la relation de définition de la vitesse instantanée V de formation du diiode

6-) Calculer la valeur de cette vitesse à l'instant $t_0 = 0$ puis à l'instant $t = 25\text{min}$. Comparer les deux valeurs. Interpréter.

7-) Les ions fer (II), comme les ions (III), catalysent la réaction entre les ions iodure et peroxydisulfate.

7.1-) Définir un catalyseur.

7.2-) Expliquer comment ces ions catalysent la réaction.

On écrira éventuellement les équations de réactions correspondantes.

EXERCICE 3 (4 points)

Un solide (S) de masse m assimilable à un point matériel peut glisser sans frottement sur une glissière ABC entièrement située dans un plan vertical. La partie AB de la glissière est horizontale. La partie BC est un demi-cercle de centre O et de rayon r . Les points B, O et C se trouvent sur la même verticale.

1-) On soumet S à une force \vec{F} constante, horizontale et orientée de A vers B sur une distance d de AB. On désigne par \vec{V}_0 la vitesse acquise par S au cours de ce processus.

Exprimer d en fonction de F et m , V_0

Calculer d pour $F = 2 \text{ N}$, $m = 0,2 \text{ kg}$ et $V_0 = 10 \text{ m/s}$.

2-) S pénètre dans la partie circulaire BC de la glissière en B avec la vitesse \vec{V}_0 . Un point M quelconque de BC est repéré par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OM})$. On désigne par

\vec{V} la vitesse avec laquelle S atteint le point M.

a-) Exprimer la norme de \vec{V} en fonction de V_0, θ, r et g intensité de la pesanteur

b-) Exprimer la norme de la réaction \vec{N} que la glissière exerce sur S au point M en fonction de m, V_0, g, r et θ .

3-) On désigne par V_m la valeur minimale de V_0 avec laquelle S pénètre dans BC pour atteindre un point M repéré par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OM})$.

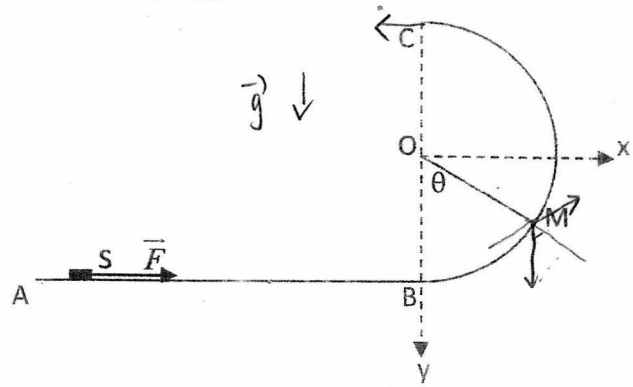
En distinguant les deux cas suivants $\theta \leq 90^\circ$ et $\theta \geq 90^\circ$, exprimer V_m en fonction de g, r et θ .

4-) On lance initialement S dans BC avec la vitesse \vec{V}_0 telle que $V_0^2 = 5gr$. On désigne par V_c la vitesse de S quand il atteint le point C.

a-) Exprimer V_c en fonction de g et r . Faire l'application numérique en prenant $g = 10 \text{ m/s}^2$ et $r = 1,6 \text{ m}$.

b-) Etablir les équations horaires et l'équation cartésienne du mouvement de S après son passage en C dans le repère (O, x, y) indiqué sur le schéma. L'instant de passage de S en C est choisi comme instant initial $t = 0$.

c-) Déterminer les coordonnées du point de chute de S sur AB



EXERCICE 4 (4 points)

Pour étudier le passage d'une comète au voisinage de notre planète, un satellite lanceur de sonde est mis en orbite autour de la Terre.

Données : constante de gravitation universelle $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

Masse de la terre $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; rayon de la Terre $R_T = 6400 \text{ km}$

La terre est considérée comme un corps à répartition sphérique de masse.

A-) Étude du mouvement circulaire du système « lanceur-sonde » dans le référentiel géocentrique.

Dans un premier temps, le système « lanceur-sonde » est supposé mis sur une orbite circulaire à l'altitude $h_0 = 200 \text{ km}$.

Il évolue à une vitesse V_0 .

1.) En supposant ce système uniquement soumis au champ gravitationnel terrestre, montrer que son mouvement est uniforme.

1-1) Exprimer la vitesse V_0 en fonction de G, M_T, R_T et h_0 et calculer sa valeur en km/s

1.2) Etablir l'expression de sa période et la calculer.

2) L'énergie potentielle de gravitation s'écrit $E_p = -\frac{GM_T m}{r}$, r est le rayon de l'orbite, m est la masse du système.

2.1) Déterminer pour l'altitude h_0 , l'expression de l'énergie mécanique E_{m0} en fonction de $r_0 = R_T + h_0$ puis en fonction de la vitesse V_0 .

2-2) Lorsque l'altitude du satellite est peu élevée, il peut subir des frottements des hautes couches de l'atmosphère. Son énergie mécanique diminue suivant la loi $E_m = E_{m0}(1 - \alpha t)$; $\alpha > 0$

On suppose que la trajectoire reste circulaire.

En comparant les énergies, montrer que le rayon de l'orbite diminue avec le temps alors que la vitesse augmente.

B) Étude de la sonde s'éloignant de la Terre

À l'altitude h_0 , le lanceur et la sonde se séparent. Le lanceur communique à la sonde une vitesse V'_0 (supérieure à V_0) qui devra lui permettre d'échapper à l'attraction terrestre.

1) Donner l'expression de la valeur V_{\min} de la vitesse V'_0 que le lanceur doit alors communiquer à la sonde en fonction de G, M_T, R_T et h_0 .

2) Quelle relation relie alors V_{\min} et V_0 ?

EXERCICE 5 (4 points)

Les seuls isotopes stables de l'hélium sont ${}^3\text{He}$ et ${}^4\text{He}$ de masses respectives m_1 et m_2 . On veut étudier la composition isotopique d'un échantillon d'hélium par la méthode de la spectrographie de masse.

Les atomes sont d'abord ionisés dans la chambre (1). Les ions formés portent alors la même charge positive $q = +2e$ et sortent de la chambre (1) en un point O avec une vitesse supposée négligeable.

1-) Accélération des ions

Les ions sont accélérés dans la chambre (2) par le champ électrique qui règne entre les deux plaques conductrices P_1 et P_2 auxquelles on a appliqué la tension $U = V_1 - V_2$.

a) Quel doit être le signe de U pour que les ions arrivent bien en A ?

b) Exprimer la vitesse V_0 en A d'un ion de masse m et de charge q en fonction de q , U , et m

c) Montrer qu'en A les vitesses respectives V_1 et V_2 des ions vérifient la relation $m_1 V_1^2 = m_2 V_2^2$

d) Calculer ces vitesses

Données :

$$m_1 = 5.10^{-27} \text{ kg} ; m_2 = 6,7.10^{-27} \text{ kg} ; e = 1,6.10^{-19} \text{ C} ;$$

$$U = 1,0.10^4 \text{ V}.$$

2) Déviation des ions

Les ions ainsi accélérés pénètrent en A dans une région (3) où existe un champ magnétique uniforme, de vecteur \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure. Ils y sont alors déviés puis collectés dans C_1 et C_2 .

a) Quel doit être le sens du vecteur \vec{B} pour que la déviation ait lieu de la façon indiquée ?

b) Démontrer que le mouvement d'un ion dans (3) est circulaire et uniforme. Exprimer les distances D_1 et D_2 entre le point A et l'entrée des collecteurs C_1 et C_2 fonction de e , U , B et m_1 ou m_2 .

Calculer D_1 et D_2 .

On donne $B = 0.5T$.

c) La vitesse de l'ion à la sortie O de la chambre d'ionisation (1) peut être faible mais non nulle. A l'entrée A de la chambre (3), la vitesse de l'ion varie entre V_0 et $V = V_0(1 + \varepsilon)$ avec ε très faible devant 1.

Exprimer en fonction de D_1 et D_2 et ε les largeurs minimales L_1 et L_2 des fentes des collecteurs recevant l'ion.

Pour $\varepsilon = 5.10^{-3}$, calculer la largeur minimale de la fente de chaque collecteur.

En déduire les distances minimales d_{\min} et maximale d_{\max} entre les points d'entrée dans les collecteurs

3-) Composition isotopique

Les collecteurs C_1 et C_2 sont munis de détecteurs de charge. Pendant une durée donnée, les quantités d'électricité reçues par les collecteurs C_1 et C_2 sont respectivement Q_1 et Q_2 .

Montrer que les quantités d'électricité reçues par les collecteurs permettent de déterminer la composition isotopique de l'échantillon analysé. (On établira cette composition en fonction de Q_1 et Q_2 et des autres données utiles).

