DEVOIR N°2 DE SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1 : *(03 points)*

Masses molaires en g/mol : H : 1 ; C : 12 ; O = 16 ; N : 14.

Les lipides sont des esters d'acides gras ; ils forment la majeure partie des huiles et graisses animales et végétales. Ils peuvent être préparés par réaction d'estérification entre un alcool (glycérol) et un acide carboxylique à longue chaîne carbonée appelé acide gras. Le produit obtenu lors de cette réaction est appelé triglycéride ou triester de glycérol. Ce produit mélangé avec la potasse conduit à la formation d'un savon mou. Il conduira à la formation d'un savon dur si et seulement il est mélangé avec la soude.

1.1. On veut obtenir un triglycéride X en faisant réagir le propane-1,2,3-triol sur l'acide palmitique de formules $C_{15}H_{31}$-COOH

1.1.1. Ecrire l'équation-bilan de la formation de ce triglycéride. (0,50 point)

1.1.2. Nommer la réaction correspondante et donner ses caractéristiques. (0,50 point)

1.2. On mélange le triglycéride X par l'hydroxyde de sodium.

1.2.1. Ecrire l'équation-bilan (0,50 point)

1.2.2. Nommer la réaction correspondante et donner ses caractéristiques. (0,50 point)

1.2.3. Quel type de savon obtient-on ? (0,25 point)

1.3. Calculer la masse du savon obtenu pour 10 kg du triglycéride X si le rendement de la réaction est de 85%.

EXERCICE 2 : *(03 points)*

Constante des gaz parfaits R = $8{,}2.10^{-2}$ L.atm/mol.K ; Masses molaires en g/mol : H : 1 ; C : 12 ; Cl = 35,5 ; N : 14.

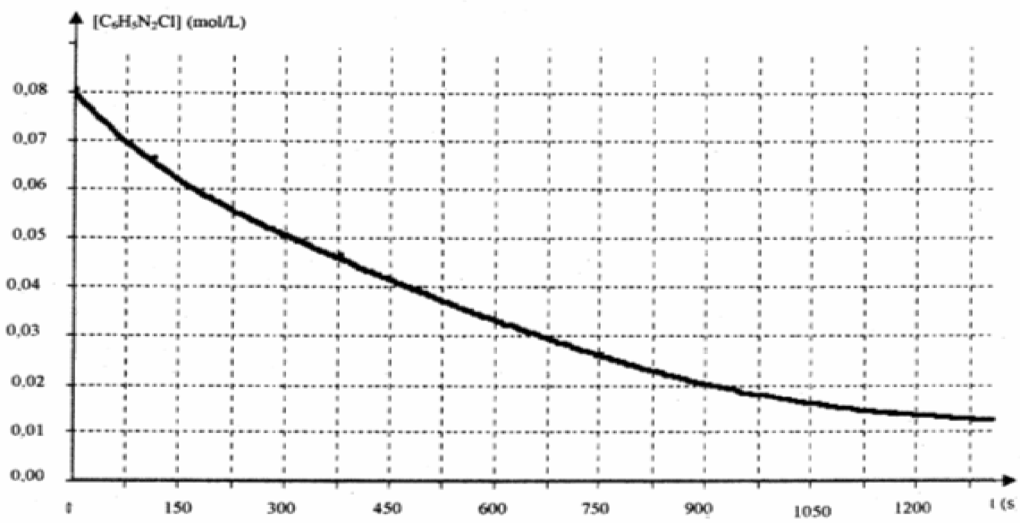
Le chlorure de benzène diazonium, en solution aqueuse, se décompose dès que la température est supérieure à 10° C selon l'équation-bilan : $C_6H_5N_2Cl \rightarrow C_6H_5Cl + N_2$ (gaz)

Le diazote formé, très peu soluble dans l'eau, se dégage. La mesure du volume x de diazote dégagé à température et sous pression constantes permet de suivre le déroulement de la réaction. On utilise un volume V = 35 mL d'une solution de chlorure de benzène diazonium à 11,25 g.L^{-1} et à la température de 17° C et sous la pression P = 1 atm.

2.1. Vérifier que la concentration initiale du chlorure de benzène diazonium vaut $C_0 = 8.10^{-2}$ mol.L^{-1}. (0,25 point)

2.2. Montrer que la concentration $[C_6H_5N_2Cl]$ de la solution de chlorure de benzène diazonium restant à chaque instant est donnée en fonction de C_0 et x par la relation : $[C_6H_5N_2Cl] = C_0(1 - 15x)$ avec x en litre (0,50 point)

2.3. Le graphe de la concentration $[C_6H_5N_2Cl]$ en fonction du temps est donné ci-dessous.



2.3.1. Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction τ. (0,25 point)

3.3.2. Calculer le volume x de diazote dégagé à la date τ. (0,25 point)

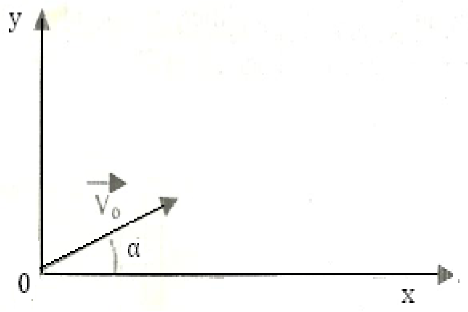
3.3.3. Définir la vitesse instantanée de disparition du chlorure de benzène diazonium puis la déterminer à $t_1 = \tau$ et à $t_2 = 0,25$ h. (0,50 point)

3.3.3. Quel facteur cinétique explique la variation de vitesse entre t_1 et t_2 ? (0,25 point)

3.3.4. Déterminer le volume de diazote formé au bout d'un temps infini. (0,75 point)

EXERCICE 3 : *(04,50 points)*

Un projectile de masse m, assimilé à un point matériel, et lancé d'un point O, avec une vitesse initiale contenue dans le plan vertical xOy et faisant un angle α avec Ox.



3.1. Le projectile est lancé dans le vide dans une région où le champ de pesanteur $\vec{g}$ est uniforme.

Données numériques : $V_0 = 600$ m/s ; $g = 10$ m/s².

3.1.1. Soient x et y les coordonnées du projectile à un instant de date t quelconque. En prenant, pour origine des dates, l'instant où le projectile est lancé et pour origine des espaces le point O, le mouvement se faisant dans le plan xOy, établir les expressions de $x = f(t)$ et $y = g(t)$. (0,50 point)

3.1.2. En déduire l'équation de la trajectoire. Quelle est sa nature? (0,50 point)

3.1.3. Etablir l'expression de la portée. Calculer sa valeur lorsque $\alpha = 45°$ (0,50 point)

3.2. En fait, le but du tir précédent est d'atteindre un point M de coordonnées X et Y. Pour cela il est nécessaire de calculer sous quel(s) angle(s) de tir, il faut opérer.

3.2.1. Ecrire que le point M appartient à la trajectoire et que ses coordonnées vérifient l'équation de la trajectoire. (0,50 point)

3.2.2. On rappelle que: $1 + \tan^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$

A partir de l'expression obtenue au 3.1.2., établir l'expression d'un trinôme du 2° degré admettant $\tan\alpha$ pour racine. (0,25 point)

3.2.3. Donner l'expression du discriminant Δ du trinôme. Le trinôme n'admet de solution que si Δ est positif ou nul. Ceci fait apparaître une condition sur Y, laquelle ? Cette condition montre que le point M ne peut être atteint que s'il se trouve à l'intérieur d'une parabole P appelée parabole de sûreté. Donner son équation. La tracer dans le repère xOy. (01 point)

3.2.4. Cette parabole de sûreté fait apparaître deux régions (I) et (II).

- si M appartient à (I) ; il pourra être atteint et 2 angles de tir α_1 et α_2.
- si M appartient à (II) ; il ne sera jamais atteint.

Délimiter clairement les régions (I) et (II) sur le graphique précédent. Dans le cas où M serait atteint, donner les expressions correspondantes de $\tan\alpha_1$. et $\tan\alpha_2$. (0,50 point)

3.2.5. Que se passe-t-il si M appartient à la parabole de sûreté? (0,25 point)

3.2.6. Le point M de coordonnées X = 10,0 Km et Y= 500 m pourra-t-il atteint ? Si oui, calculer l'angle ou les angles de tir possible(s)? (0,50 point)

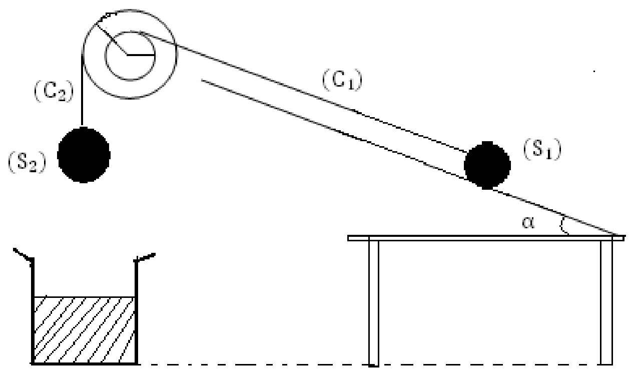
EXERCICE 4 : *(05,50 points)*

On considère une poulie à deux gorges constituée de deux plaques circulaire de rayon r_1 et r_2 qui tourne autour de leur axe commun (Δ).

Sur la petite gorge s'enroule un câble (C_1) qui soutient un solide (S_1) (posé sur le plan incliné) de masse m_1. Sur la grande gorge s'enroule dans l'autre sens un câble (C_2) qui soutient un solide (S_2) de masse m_2.

A l'instant t = 0 pris comme origine des temps, on abandonne le solide (S_2) sans vitesse initiale ; celui-ci se déplace alors verticalement en entrainant le reste du système.

Données : m_1= 70kg ; m_2 = 50 kg ; α = 30° ; $2r_1 = r_2$ = 50cm ; g = 9,8 m/s^2 . le moment d'inertie de la poulie J_Δ = 4 kg.m^2



4.1. Etablir l'expression de l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ de la poulie par application du théorème de l'accélération angulaire à la poulie. (01 point)

4.2. Retrouver cette expression en appliquant le théorème de l'énergie cinétique au système (S_1 , S_2 et la poulie). (0,50 point)

4.3. Faire l'application numérique. (0,25 point)

4.4. En déduire les accélérations linéaires a_1 et a_2 des solides (S_1) et (S_2). (0,50 point)

4.5. Déterminer les tensions T_1 et T_2 des câbles (C_1) et (C_2). (0,50 point)

4.6. Lorsque le câble (C_2) s'est déroulé de l_2 = 5,70 m, il se rompt brutalement.

4.6.1. Calculer la vitesse V_1 du solide (S_1) à l'instant où le câble se rompt. (0,50 point)

4.6.2. Quelle est la distance l_1' parcourue par (S_1) à l'instant où le câble se rompt. (0,25 point)

4.6.3. Calculer la distance l_1'' parcourue par (S_1) sur le plan incliné après la rupture du câble (C_2) (0,25 point)

4.6.4. Calculer le temps mis par le solide (S_1) pour revenir à son point de départ. (0,25 point)

4.7. Le solide (S_2) est assimilable à une boule en verre de rayon r, de masse m_2, tombant après sa rupture du câble(C_2) dans du glycérol. Sur la boule en mouvement s'exercent son poids $\vec{P}_2$ ou force de pesanteur, la force de résistance du fluide $\vec{f}$ et la poussée d'Archimède $\vec{F}$ due également au fluide :

- la résistance $\vec{f}$ est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse instantanée de la boule, et de valeur $f = 6\pi\eta rV$; relation où V représente la valeur de la vitesse instantanée de la boule, r son rayon et η une constante caractéristique du fluide (viscosité),
- la poussée d'Archimède $\vec{F}$ est une force verticale dirigée de bas en haut dont l'intensité est égale au poids du fluide déplacé par la bille ; soit $F = \rho g V_{0l}$ On donne : accélération de la pesanteur : g = 9,8 m.s^{-2} ; masse volumique de la boule en verre ρ_{ver} = 2,45 g.cm^{-3} ; masse volumique du glycérol ρ = 1,26 g.cm^{-3} ; viscosité du glycérol η = 1,49 SI ; Volume d'une sphère de rayon r :$V_{0l} = \frac{4\pi r^3}{3}$

4.7.1. Représenter les forces appliquées à la boule à un instant où sa vitesse est $\vec{V}$. (0,25 point)

4.7.2. Montrer, par application du théorème du centre d'inertie dans un repère que l'on précisera, que l'équation différentielle du mouvement de la boule s'écrit : $\frac{dV}{dt} + \left(\frac{6\pi\eta r}{m_2}\right)V = g\left(1 - \frac{\rho}{\rho_{ver}}\right)$ (0,50 point)

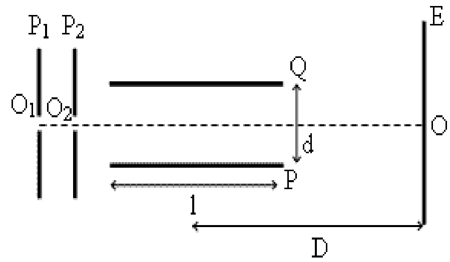
4.7.3. Déduire de cette équation différentielle la vitesse limite de la boule. (0,25 point)

4.7.4. Sachant que la solution de cette équation différentielle est :

$V = \frac{m_2}{6\pi\eta r} g\left(1 - \frac{\rho}{\rho_{ver}}\right)\left[1 - e^{-\frac{6\pi\eta r}{m_2}t}\right] + V_2 e^{-\frac{6\pi\eta r}{m_2}t}$ et que V_2 correspond la vitesse qu'avait le solide (S_2) au moment de sa rupture du câble (C_2). Calculer la vitesse de la boule à l'instant t = 30s (0,50 point)

EXERCICE 5 : *(04 points)*

Dans toute la suite on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable



5.1 : Des ions Ni^{2+}($^{58}Ni^{2+}$; $^{60}Ni^{2+}$) , sortant d'une chambre d'ionisation, pénètrent, avec une vitesse négligeable, par un trou O_1, dans l'espace compris entre deux plaques verticales P_1 et P_2. Lorsqu'on applique entre ces deux plaques une tension positive U_0, les ions atteignent le trou O_2 avec la vitesse $\vec{V}_0$.

5.1.1 : Quelle plaque (P_1 ou P_2) doit-on porter au potentiel le plus élevé ? Pourquoi ? (0,25 point)

5.1.2 : Déterminer l'expression V_0 en fonction de la charge q et de la masse m d'un ion, ainsi que U_0. (0,25 point)

5.1.3 : Calculer la valeur de V_0 pour l'ion $^{58}Ni^{2+}$ dans le cas où $U_0 = 4000$ V.

On prendra : m($^{58}Ni^{2+}$) = 58 u ; u = $1{,}67.10^{-27}$ kg ; e = $1{,}60.10^{-19}$ C.

5.2 : A la sortie de O_2, les ions ayant cette vitesse $\vec{V}_0$ horizontale pénètrent entre les armatures P et Q d'un condensateur. On applique entre ces armatures une différence de potentiel positive U_{PQ} que l'on notera U, créant entre elles un champ électrique uniforme vertical orienté vers le haut.

5.2.1 : Préciser les caractéristiques de la force électrique à laquelle chaque ion est soumis ; on exprimera son intensité en fonction de U, e et de la distance d entre les plaques P et Q. (0,75 point)

5.2.2 : Déterminer la nature de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de ce condensateur lorsque U garde une valeur constante. (0,5 point)

5.2.3 : On dispose d'un écran vertical E à la distance D du centre des plaques de longueur l, trouver en fonction de e, m, U, V_0, l, D et d, l'expression de la distance Z = OM, M étant le point d'impact d'un ion sur l'écran. La distance OM dépendra t-elle des caractéristiques des ions positifs utilisés ? (On admet que la tangente à la trajectoire au point de sortie S du condensateur passe par le milieu de celui-ci). (0,75 point)

5.2.4 : Calculer la durée de la traversée du condensateur dans le cas où l =10 cm. (0,5 point)

5.2.5 : On applique entre P et Q une tension sinusoïdale $u = U_{max}.\sin\omega t$, de fréquence f = 50 Hz.

Montrer qu'avec un pinceau d'ions on obtient sur l'écran E un segment de droite verticale, dont on calculera la longueur dans le cas où U_{max} = 230 V, D = 40 cm, d = 4 cm.

(On peut considérer que, durant toute la traversée du condensateur, chaque ion est soumis à une tension pratiquement constante). (0,75 point)