Pour vos cours à domicile 775136349

REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi
Ministère De l'Education Nationale
INSPECTION D'ACADEMIE DE DIOURBEL
CELLULE REGIONALE DE SCIENCES PHYSIQUES

COMPOSITION DE SP DU 1ER SEMESTRE 2023-2024 TS$_1$ (DUREE 4H)

EXERCICE 1 : (02 points)

Données : Nom	**Huile de colza**	**Méthanol**	**Linoléate de méthyle**	**Glycérol**
Densité	**0,82**	**0,79**	**0,90**	**1,25**
Masse molaire ($g.mol^{-1}$)	**$M_1 = 878$**	**$M_2 = 32$**	**$M_3 = 294$**	**$M_4 = 92$**

Les biocarburants sont destinés à être incorporés aux autres carburants. On trouve parmi ceux-ci les esters méthyliques d'huiles végétales : on les synthétise à partir d'huile de colza ou de tournesol et de méthanol. On se propose d'étudier ici une synthèse du linoléate de méthyle telle qu'elle est effectuée dans un laboratoire.

Réactifs :

- Huile de colza, de masse **m_1 =293 g**, que l'on considérera exclusivement constituée de trilinoléate de glycéryle.
- Méthanol anhydre, de masse **m_2 = 80 g**.
- un catalyseur.

Le mélange réactionnel est introduit dans un ballon, muni d'un agitateur magnétique et chauffé à reflux à 80°C pendant une heure. Par décantation on recueille l'ester formé. Enfin ce dernier est purifié par distillation.

1-1. Le linoléate de méthyle peut être obtenu par une autre réaction entre l'acide oléique, de formule $C_{17}H_{31}$-COOH et le méthanol.

1-1-1. Ecrire la formule semi-développée du trilinoléate de glycéryle en faisant clairement apparaître le groupe fonctionnel ester. **(0.25point)**

1-1-2. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide oléique et le méthanol. **(0.25point)**

1-2. La réaction proposée par le protocole du laboratoire correspondant au bilan stœchiométrique est :

$$\begin{array}{ccccccc} trilinoléate\ de\ glycéryle & + & \underline{méthanol} & \rightarrow & linoléate\ de\ méthyle & + & glycérol \\ 1\ mole & & 3\ moles & & 3\ moles & & 1\ mole \end{array}$$

1-2-1. Calculer, dans les conditions stœchiométriques, la masse m_2 de méthanol qu'il faut faire réagir avec la masse m_1 d'huile de colza. En déduire le réactif en excès. **(0.5point)**

1-2-2. Calculer la masse théorique maximale m_3 de linoléate de méthyle que l'on peut récupérer si l'on considère que la réaction est totale. **(0.25point)**

1-2-3. Quelles sont les espèces présentes dans le milieu réactionnel à la fin de la réaction ? **(0.25point)**

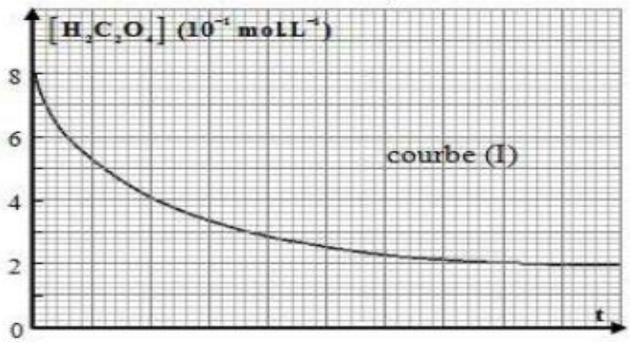
1-2-4. Sachant que le rendement de la réaction est de l'ordre de 70 %, calculer le volume d'ester obtenu. **(0.5point)**

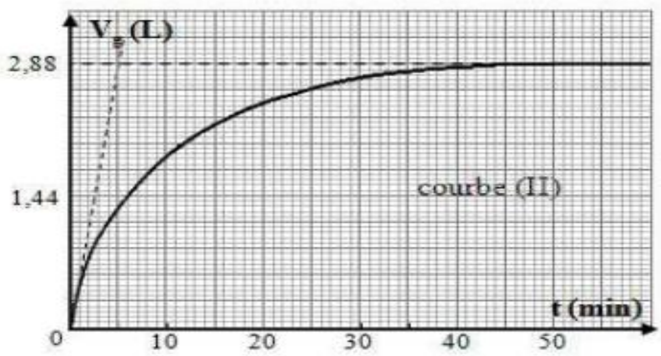
EXERCICE 2 : (04 points)

On étudie l'évolution, en fonction du temps, de la transformation chimique qui a lieu dans un mélange constitué initialement d'un volume V_1 = 50 mL d'une solution d'acide oxalique $H_2C_2O_4$ de concentration molaire C_1, d'un volume V_2 = 50 mL d'une solution de dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ de concentration molaire C_2 et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le volume du mélange réactionnel considéré est V = 100 mL. L'équation chimique représentant la réaction totale qui a lieu est :

$$3H_2C_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 8H_3O^+ \rightarrow 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 15H_2O$$

On donne ci-dessous la courbe d'évolution au cours du temps de la molarité [$H_2C_2O_4$] de l'acide oxalique (courbe (I)) et celle du volume V_g du dioxyde de carbone CO_2 dégagé (courbe (II)).





2.1

(Wahab Diop) http://physiquechimie.godaddysites.com

2.1.1 - Les ions H_3O^+ jouent-ils le rôle de réactif ou de catalyseur ? Justifier. **(0.25point)**

2.1.2 - Les ions H_3O^+ étant en excès, justifier que l'ion dichromate est le réactif limitant. **(0.25point)**

2.2

2.2.1 - Déterminer graphiquement, à partir de la courbe (II), la valeur de l'avancement final x_f de la réaction. On rappelle que le volume molaire est $V_M = 24$ L.mol^{-1} . **(0.25point)**

2.2.2 - Préciser la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$. **(0.5point)**

2.2.3 - Calculer les valeurs des concentrations molaires C_1 et C_2. **(0.5point)**

2.2.4 - Déterminer la molarité $[Cr^{3+}]_f$ des ions chrome dans le mélange à l'état final. **(0.25point)**

2.3

2.3.1- Soit $v(t)$ la vitesse de réaction à l'instant t. Montrer que: $\boldsymbol{v(t) = \frac{1}{6.V_M}\left(\frac{dV_g}{dt}\right)}$. **(0.5point)**

2.3.2-Déterminer graphiquement la valeur v_0 de la vitesse de la réaction à l'instant t = 0. **(0.25point)**

2.3.3 - En supposant qu'entre l'instant t = 0 et l'instant t = 1 min, la vitesse de la réaction reste pratiquement constante et égale à v_0 , calculer la quantité de matière n(1) de CO_2 formée à l'instant t= 1 min. **(0.5point)**

2.4

2.4.1 - Montrer que la vitesse volumique de réaction peut s'écrire : $\boldsymbol{v_v(t) = -\frac{1}{3}\left(\frac{d[C_2H_2O_4]}{dt}\right)}$. **(0.25point)**

2.4.2- Soit **Y_0(t)= a.t + b** l'équation de la tangente à la courbe (I), au point d'abscisse t = 0. Déterminer les valeurs de a et de b. **(0.5point)**

EXERCICE3 : (3,5 points) : mouvement d'un sportif sur un plan incliné

Un patineur de masse m = 60 kg, glisse sur un plan (π) incliné d'un angle α = 12° par rapport au plan horizontal. Le plan (π) a la forme d'un rectangle de longueur OM et de largueur ON = 20 m (Figure 1).

On modélise le sportif par un solide (S) de masse m et de centre d'inertie G. On étudie le mouvement de G dans le repère orthonormé $(O;\vec{\imath};\vec{\jmath})$ où $(O;\vec{\imath})$ est horizontal, et $(O;\vec{\jmath})$ parallèle à la ligne de plus grande pente du plan (π). On néglige tous les frottements. On prendra : g = 9,80 m.s-2

3.1. Etude d'un mouvement plan sur un plan incliné : Ă l'instant t = 0, le centre d'inertie G du sportif passe en O origine du repère $(O;\vec{\imath};\vec{\jmath})$ avec une vitesse de vecteur $\vec{v_0}$, contenu dans le plan (π), et faisant un angle β avec l'axe $(O;\vec{\imath})$.

3.1.1- Déterminer les composantes du vecteur accélération **(0.5point)**

3.1.2. Trouver l'équation de la trajectoire de G dans le repère $(O;\vec{\imath};\vec{\jmath})$. **(0.5point)**

3.1.3. Dans le cas où β = 60° :

3.1.3.1. Calculer la valeur de v_0 pour que G passe au point N. **(0.25point)**

3.1.3.2 Trouver les expressions des coordonnées x_S et y_S, du point S, sommet de la trajectoire de G, en fonction de v_0, α, β et g **(0.5point)**

3.2. Etude d'un mouvement oscillatoire sur un plan incliné : Un alpiniste tient le bout d'une corde dont l'autre extrémité est fixée au point A se trouvant au haut du plan incliné (π). Il commence à effectuer des petites oscillations autour de sa position d'équilibre AG_0 parallèle à l'axe $(O;\vec{\imath})$.

Pour étudier le mouvement du sportif tenant la corde, on le modélise par un pendule simple, constitué d'un solide de masse m et de centre d'inertie G, accroché à un fil inextensible, de masse négligeable, parallèle au plan (π) et de longueur ℓ = 12 m (Figure 2

On repère, à chaque instant, la position de G par l'abscisse angulaire θ formé entre la corde et la droite (AG_0). On prendra comme état de références de l'énergie potentielle de pesanteur (Epp = 0), le plan horizontal passant par G_0. Le moment d'inertie J_Δ par rapport à l'axe de rotation (Δ) passant par A est : $J_\Delta = m\ell^2$. On prendra dans le cas des petites oscillations : **$\cos\theta \approx 1 - \theta^2/2$** (avec θ en radians).

3.2.1. Montrer que l'énergie mécanique du pendule s'écrit : **(0.5point)**

REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi
Ministère De l'Education Nationale
INSPECTION D'ACADEMIE DE DIOURBEL
CELLULE REGIONALE DE SCIENCES PHYSIQUES

$$E_m = \frac{1}{2} m \ell^2 \left[\frac{g \sin\alpha}{\ell} \theta^2 + \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 \right]$$

3.2.2. En déduire l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse angulaire θ. **(0.25point)**
3.2.3. La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme :

$$\theta = \theta_m \cos(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi)$$

Trouver, par utilisation de l'équation différentielle et de sa solution, l'expression de T_0. Calculer sa valeur. **(0.5point)**
3.2.4. Calculer, au passage du centre d'inertie G par G_0, l'intensité de la tension T appliquée par la corde sur le solide, dans le cas où $\theta m = 12°$. **(0.5point)**

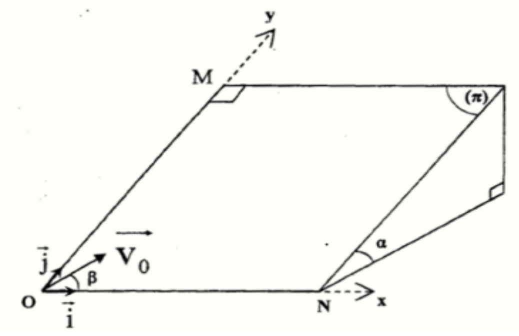


Figure 1

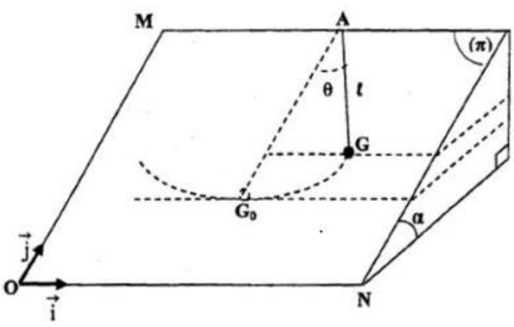
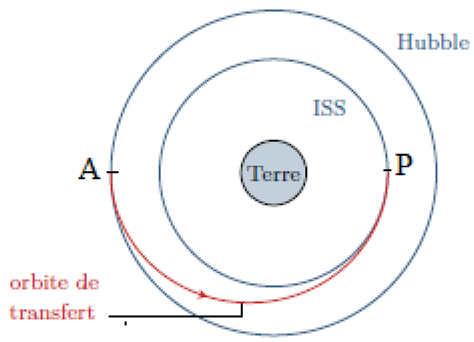


Figure 2

EXERCICE 4 : (6points)
Dans le film Gravity, des astronautes effectuent une mission de maintenance sur le télescope spatial Hubble lorsque leur navette est détruite. Leur seul espoir semble être de rejoindre la Station spatiale internationale, l'ISS. Le but de cet exercice est de définir dans quelles conditions ce voyage spatial est possible. On suppose que le télescope Hubble et l'ISS sont en orbite circulaire basse autour de la terre, respectivement à 600km et 400km au-dessus de la Terre, dans le même plan. Le rayon de la terre est R_T = 6400km ; $G=6{,}67.10^{-11}$ SI est la constante universelle de gravitation.



4.1 - Exprimer la force de gravitation exercée par la Terre, de masse M_0, sur l'astronaute et son équipement, de masse *m*. Donner l'expression de l'énergie potentielle de gravitation en prenant comme origine des énergies potentielles l'infini. **(1point)**
4.2 - En exprimant le principe fondamental de la dynamique pour un système en rotation uniforme, établir la troisième loi de Kepler. Exprimer l'énergie de l'astronaute sur son orbite, en fonction de G, *m*, M_0 et *r*, rayon de l'orbite. **(1point)**
4.3 - Déterminer numériquement la période T_S de l'ISS, sachant que la période du télescope vaut T_H = 97 min. **(0.5point)**
En déduire numériquement la vitesse du télescope V_H, puis celle de la station spatiale V_S sur leur orbite respective **(0.5point)**
4.4 Pour rejoindre la station spatiale, l'astronaute envisage une orbite de transfert elliptique, dont l'apogée A de distance r_H par rapport au centre de la Terre est sur l'orbite du télescope, et le périgée P de distance r_S par rapport au centre de la terre est sur l'orbite de l'ISS.
4.4.1 - L'énergie mécanique en orbite elliptique prend la même forme qu'en orbite circulaire en remplaçant le rayon par le demi-grand axe *a* (résultat admis). Ici, $2a$ = PA
Exprimer l'énergie de l'astronaute sur cette trajectoire en fonction de G, M_0, *m*, r_H et r_S. **(0.75point)**

4.4.2 - Exprimer la vitesse de l'astronaute à l'apogée A, en fonction de r_H, T_H et r_S. Par analogie, en déduire l'expression de la vitesse au périgée P en fonction de r_S, T_S et r_H. Calculer les valeurs numériques. Techniquement comment l'astronaute peut-il gérer sa vitesse ? **(1.75point)**

4.4.3 - Quelle est la durée de ce voyage ? **(0.5point)**

<u>EXERCICE 5 :</u> (4,5points)

Au cours de ses oscillations, un oscillateur réel est soumis à des frottements inévitables. Dans le cas où le système se déplace dans un fluide, la force de frottement est proportionnelle à la vitesse et de signe opposé. On dit que le frottement est fluide.

On se propose de faire l'étude dynamique d'un pendule élastique soumis à ce type de frottement.

5.1. Le pendule est constitué d'un ressort de longueur à vide l_0 et de raideur k = 11N.m^{-1} disposé horizontalement. L'extrémité gauche du ressort est fixe en O, origine du repère d'axe (Ox) horizontal, orienté vers la droite et son extrémité droite est liée à un solide ponctuel M de masse m = 130g, astreint par une tige à se déplacer suivant l'axe (Ox). Le système baigne dans un fluide qui exerce sur M une force de frottement fluide $\vec{f} = -\lambda\vec{v}$ où $\vec{v}$ est la vitesse instantanée de M et λ une constante de valeur λ = 1, 2 N.m^{-1}.s. Le mouvement est rapporté au référentiel terrestre supposé galiléen.

5.1.1. Faire un schéma de l'oscillateur et représenter toutes les forces appliquées sur le point M. **(0.5point)**

5.1.2. Ecrire l'équation différentielle suivie par l'élongation $l = x - l_0$, où x est l'abscisse du point M. **(0,5point)**

5.1.3. Exprimer la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur en fonction de k et m. Calculer ω_0 . **(0.5point)**

En déduire la période propre T_0 de l'oscillateur. **(0.25point)**

5.1.4. Le facteur de qualité Q de l'oscillateur est défini par la relation :

$$Q = \frac{\sqrt{Km}}{\lambda} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\omega_0^2}{\omega_0^2 - \omega^2}}.$$

Pour des oscillations de qualité, Q doit être supérieur à 1/2. Exprimer Q en fonction de w_0 , m et λ. Calculer Q. **(0.5point)**

5.2. La solution de l'équation différentielle est de la forme :

0

$$l(t) = l_0.e^{-\frac{\omega_0 t}{2Q}}.\cos(\omega t + \varphi).$$

5.2.1. Justifier le fait que le régime est pseudo-périodique. **(0.25point)**

5.2.2. Exprimer puis calculer la pulsation ω en fonction de ω_0 et Q. **(0.5point)**

5.2.3. En déduire l'expression de la pseudo-période T, la Calculer. **(0.5point)**

5.2.4. Exprimer la constante de temps τ en fonction de ω_0 et Q, la calculer. **(0.5point)**

5.2.5. Les conditions initiales sont : à t=0, v = 0, x_0= 10 cm et $\varphi = -\frac{\pi}{6}$ rad. Donner l'allure de la courbe x = f(t) de l'oscillateur. **(0.5point)**

BONNE CHANCE !!!