INSTITUT AL-ZAHRAA CELLULE DE SCIENCES PHYSIQUES ANNÉE SCOLAIRE : 2019/2020	DEVOIR N°3 DE SCIENCES PHYSIQUES	CLASSE : TS_2 SEMESTRE : I DURÉE : 4 HEURES

Donner l'expression littérale avant toute application numérique

Exercice 1 : (4 points)

L'acide éthanoïque et le propan-1-ol permettent de réaliser la synthèse d'un arome souvent utilisé pour son odeur de poire. Un groupe d'élèves se propose de synthétiser l'arôme tout en suivant l'évolution de la réaction au cours du temps. Pour ce faire, il dispose, dans le laboratoire de leur lycée, de deux flacons de liquides dont les étiquettes portent les indications ci-après :

Flacon 1 : Solution d'acide éthanoïque ; pourcentage en masse d'acide pur 57,1 % ; densité $d_2 = 1,05$

Flacon 2 : Propan-1-ol pur ; masse volumique : $\rho_1 = 803\ kg.m^{-3}$.

Le groupe prélève des volumes V_1 et V_2 respectivement de propan-1-ol et d'acide éthanoïque de façon à réaliser un mélange de **n1 = 0,6 mol** de **propan-1-ol** et **$n_2 = 0,6$ mol** d'**acide éthanoïque** et y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique. Le mélange est chauffé à reflux.

1. Donner le nom de la réaction qui se produit dans le mélange et préciser ses caractéristiques.

2. Ecrire l'équation-bilan de cette réaction en utilisant les formules semi-développées. Nommer l'arôme synthétisé.

3. Déterminer les volumes V_1 et V_2 initialement mélangés.

4. Par une méthode appropriée, les élèves déterminent à divers instants t, le nombre de moles n d'acide éthanoïque restant. Les valeurs obtenues sont consignées dans le tableau ci-après :

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
n (mol)	0,6	0,45	0,33	0,26	0,23	0,21	0,2	0,2	0,2	0,2

4.1. Tracer la courbe **n = f(t)**. Echelles : **1 cm pour 0,05 mol et 1 cm pour 10 min**.

4.2. Déterminer graphiquement la vitesse de disparition de l'acide éthanoïque pour les dates suivantes :

$t_1 = 25$ min ; $t_2 = 40$ min ; $t_3 = 75$ min. Comparer ces vitesses.

4.3. Préciser la date à laquelle l'équilibre est atteint. Déterminer à cet instant le pourcentage d'acide ayant réagi.

5. Quel est l'intérêt de procéder à un chauffage à reflux pour synthétiser l'arôme ? Quel est le rôle joué par l'acide sulfurique ?

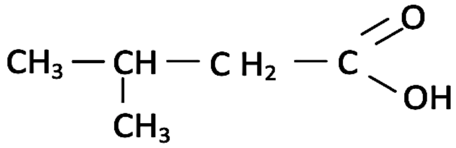
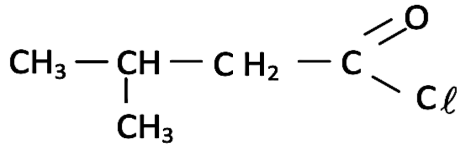
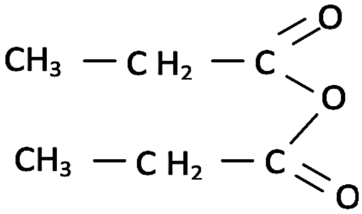
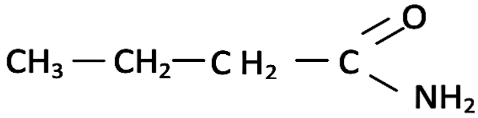
On donne les masses molaires en g/mol : M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1

Exercice 2 : (4 points).

Les parties A et B sont indépendantes.

1. PARTIE A :

1.1. Nommer les composés organiques A, B, D, E dont les formules suivent et préciser la famille chimique de chaque composé.

(A) 	(B) 
(D) 	(E) 

1.2. Ecrire l'équation-bilan d'une réaction qui permet d'obtenir :

1.1.1. Le composé B à partir du corps A ;

1.1.2. Le composé D à partir de l'acide propénoïque ;

1.1.3. Le composé E par une réaction rapide et totale.

2. **<u>PARTIE B :</u>** Traditionnellement, dans nos campagnes africaines les femmes recyclaient les graisses et les huiles d'origine animale ou végétale pour en faire du savon. Le savon est également fabriqué en usine.

2.1. Les graisses et les huiles sont des corps gras. Les corps gras sont pour la plupart des triglycérides. Rappeler ce qu'est un triglycéride.

2.2. Rappeler la formule semi-développée du propan-1,2,3-triol ou glycérol.

2.3. L'acide palmitique ou acide hexadécanoïque a pour formule : $C_{15}H_{31}COOH$. En faisant réagir le glycérol sur l'acide hexadécanoïque on obtient un composé organique nommé palmitine.

2.3.1. Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction du glycérol sur l'acide hexadécanoïque. Nommer cette réaction et dire si elle est totale ou non

2.3.2. La palmitine est aussi présente dans l'huile de palme. Dans une usine de la place on fabrique du savon à partir de la palmitine provenant d'huile de palme. Pour cela, on y réalise la saponification de la palmitine contenue dans **1500 kg** d'huile de palme renfermant, en masse, **47 %** de palmitine. La base forte utilisée est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

a. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de saponification de la palmitine par la solution d'hydroxyde de sodium et entourer la formule du produit qui correspond au savon.

b. Calculer la masse de savon obtenue si le rendement de la réaction est de 80 %.

On donne les masses molaires en g/mol : M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16 ; M(Na) = 23

<u>Exercice 3</u> : (4 points)

En 1997 a été effectuée une mission spatiale destinée à l'exploration de Saturne. Huit ans plus tard la sonde d'exploration s'est posée sur Titan le plus gros des satellites de Saturne.

Le tableau ci-après rassemble les données relatives à Titan et à trois autres satellites de Saturne.

Satellite	Distance moyenne au centre de saturne r (en km)	Période de révolution T	Rapport $\frac{T^2}{r^3}$
Janus	159.10^3	17h 38min	
Encelade	238.10^3	2j 8h 53min	
Dione	377.10^3	2j 17h 41min	
Titan	1220.10^3	15j 22h 41min	

1. On s'intéresse à l'étude du mouvement d'un satellite supposé ponctuel de masse m en orbite circulaire de rayon r autour de Saturne. Le mouvement est étudié dans un référentiel lié à Saturne qui sera considéré comme un référentiel galiléen. On suppose que le satellite est soumis à la seule action de Saturne. On assimile Saturne à un corps sphérique de masse M possédant une répartition sphérique de masse.

1.1. Après avoir rappelé la loi de la gravitation universelle, faire un schéma où seront représentés Saturne, le satellite et la force de gravitation exercée par Saturne sur le satellite.

On notera K, la constante de gravitation et on prendra $\mathbf{K = 6{,}67.10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}}$.

1.2. Par application de la deuxième loi de Newton déterminer les caractéristiques du vecteur accélération du mouvement du satellite.

1.3. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

1.4. Établir la relation entre la période de révolution T du satellite et le rayon r de sa trajectoire.

2. Recopier le tableau ci-dessus et le compléter par les valeurs du rapport $\frac{T^2}{r^3}$. La 3ème loi de Kepler est-elle vérifiée ? NB : On utilisera les unités du système international pour le calcul du rapport.

3. Déterminer la masse M de Saturne.

4. On définit l'énergie potentielle d'interaction gravitationnelle E_P entre Saturne et le satellite par : $\frac{dE_P}{dr} = \mathbf{F(r)}$.

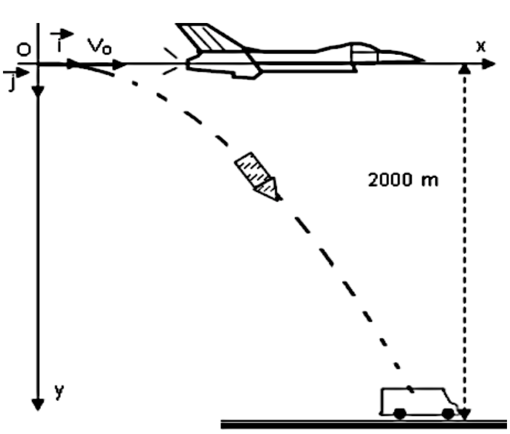
4.1. En choisissant $E_P = 0$ quand r tend vers l'infini, déterminer l'expression de E_P.

4.2. Comparer l'énergie potentielle E_P avec l'énergie cinétique E_C du satellite.

4.3. Déterminer l'énergie mécanique totale E_m du satellite en fonction de k, M, m et r. La calculer pour Titan de masse $\mathbf{m = 1{,}35.10^{23}\ kg}$.

<u>Exercice 4 :</u> (4 points)

Un avion de guerre supersonique est animé d'un mouvement rectiligne uniforme à la vitesse $\mathbf{v_0 = 400\ m/s}$ vole à une altitude de **2000 m**, son radar a détecté un véhicule de transport de soldats ennemis supposé ponctuel, immobile au point A, le pilote a décidé de les attaquer, malgré l'interdiction de ce fait par la loi de Genève.



En passant par O origine du repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ l'avion a lâché, à une date prise comme origine de temps, une bombe qui après quelques secondes a détérioré complètement le véhicule et a tué tous les soldats.

1. En négligeant la force résistance de l'air et en appliquant la relation fondamentale de la dynamique à la bombe déterminer les composantes de son accélération.
2. Établir les lois horaires de mouvement de la bombe selon les deux axes.
3. En déduire l'équation de la trajectoire de la bombe.
4. A quelle distance de la verticale passant par O se trouvait le véhicule ? Déterminer la date d'arrivée de la bombe au véhicule.
5. Où se trouvait l'avion à la date d'arrivée de la bombe au véhicule ?
6. Déterminer les caractéristiques du vecteur-vitesse de la bombe lorsqu'elle se trouvait à **1000 m** au-dessus du sol.

<u>Exercice 5 :</u> (4 points)

Un oscillateur mécanique est constitué d'un ressort à spires non jointives de raideur $\mathbf{k = 18\ N/m}$, d'axe horizontal dont une extrémité est fixée à un solide S de dimensions telles qu'il peut être assimilé à un solide ponctuel de masse $\mathbf{m = 500\ g}$. L'autre extrémité du ressort est fixe. Le solide S peut se déplacer, sans frottement, sur un plan horizontal, le long de l'axe du ressort.

On écarte le solide de sa position d'équilibre de $\mathbf{X_m = 2\ cm}$, puis on le libère sans vitesse initiale.

1. Schématiser l'oscillateur à un instant t quelconque; faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur le solide à cet instant t puis représenter ces forces.
2. Par application du théorème du centre d'inertie appelé aussi deuxième loi de Newton:

2.1. Etablir l'équation différentielle qui régit le mouvement du solide ponctuel S.

2.2. Vérifier que $\mathbf{x(t) = Xm.cos\ (lw_0t + \phi)}$ est solution de cette équation différentielle.

2.3. Rappeler la signification des paramètres de x(t) en donnant également leurs unités dans le système international.

2.4. Donner l'expression numérique de x(t). Puis en déduire celles de v(t) et a(t).

2.5. Déterminer la période propre T_0 et la fréquence propre No des oscillations mécaniques.

3. Déterminer l'énergie mécanique E de cet oscillateur à l'instant t en fonction de k, m, x et x (x est l'abscisse du solide).
4. Montrer que cette énergie mécanique E est constante. Exprimer sa valeur en fonction de m , w_0 et Xm puis en fonction de k et Xm.
5. Représenter sur le même graphe les allures des énergies (E ; Ec et Ep) en tenant compte des conditions initiales.
6. Par la méthode énergétique, établir l'équation différentielle du mouvement.
7. On écarte maintenant le solide S de sa position d'équilibre de $\mathbf{x_0 = 2\ cm}$. Puis on le libère en le lançant vers les abscisses positives avec une vitesse $\vec{v}$ de norme $\mathbf{v = 0{,}207\ m/s}$. Des oscillations prennent alors naissance. Etablir l'expression numérique de la position du centre d'inertie G de S, dans le repère $\mathbf{(0, \vec{\imath})}$ sous la forme $\mathbf{x(t) = Xm.cos(w_0t + \phi)}$. L'instant du début des oscillations étant pris comme origine des temps.