INSTITUT AL-ZAHRAA 2015/2016	COMPISITION DE SCIENCES PHYSIQUES	Classe : TS_2 Semestre : I Durée : 4 Heures

Donner l'expression littérale avant toute application numérique

Exercice 1 : (04 points)

L'étiquette d'une boîte de médicament utilisé pour traiter l'anémie par carence de fer, indique qu'un comprimé contient 160 mg d'élément fer sous forme d'ions fer (II). Pour vérifier cette indication, on dissout un comprimé de ce médicament dans de l'eau et on y ajoute, en excès, une solution de permanganate de potassium et un peu d'acide sulfurique concentré. On obtient ainsi une solution S de volume V = 200 mL. Avec cette solution on remplit une série de tubes qu'on scelle et qu'on maintient à une température constante égale à 37°C. Dans chaque tube il se produit une réaction d'équation-bilan : $\mathbf{MnO_4^- + 5\,Fe^{2+} + 8\,H_3O^+ \rightarrow 5\,Fe^{3+} + Mn^{2+} + 12\,H_2O}$

A des dates données, on dose les ions manganèse formés dans ces tubes. On obtient alors le tableau suivant :

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$[Mn^{2+}]$ (10^{-3}mol/L)	0	0,99	1,53	1,98	2,25	2,46	2,61	2,67	2,76	2,82	2,82	2,82

1.1. Préciser le rôle de l'acide sulfurique concentré ajouté au contenu de chaque tube. **(0,25 pt)**

1.2. Tracer la courbe représentant les variations de la concentration des ions manganèse au cours du temps. Echelle : 1 cm → 2 min et 1 cm → $0,3.10^{-3}$ mol L^{-1}. **(0,75 pt)**

1.3. Déterminer la vitesse instantanée de formation des ions Mn^{2+} aux dates t_1 = 9 min et t_2 = 19 min. **(1 pt)**

1.4. Etablir la relation entre les vitesses instantanées de formation des ions manganèse et de disparition des ions fer (II). En déduire les vitesses de disparition des ions fer (II) aux dates t_1 = 9 min et t_2 = 19 min. **(1 pt)**

1.5. Calculer la concentration initiale des ions fer (II) dans la solution S. En déduire la masse de fer dans un comprimé du médicament considéré. **(0,75 pt)**

1.6. A votre avis l'indication de l'étiquette de la boîte du médicament est-elle correcte? **(0,25 pt)**

On donne : masse molaire atomique : M(Fe) = 56 g.mol^{-1}.

Exercice 2 : (04 points)

2.1. L'hydrolyse E d'un ester produit deux corps A et B. La combustion complète de 1 mole de A de formule $C_xH_yO_z$ nécessité 6 mole de O_2 et produit 90 g d'eau et 176 g de CO_2.

2.1.1. Ecrire l'équation-bilan de la combustion de A. **(0,25 pt)**

2.1.2. Déterminer la formule brute de A. **(0,5 pt)**

2.1.3. Quelles sont les formules semi développées possibles de A ? **(1 pt)**

2.2. L'oxydation ménagée de A conduit à un corps A' qui ne réagit pas avec le nitrate d'argent ammoniacal.

2.2.1. Quelle est la fonction chimique de A'? **(0,25 pt)**

2.2.2. En déduire les formules semi développées et les noms de A et A'. **(0,5 pt)**

2.3. Le corps B réagit avec le chlorure de thionyle $SOCl_2$ suivant la réaction : B + $SOCl_2$ → C + SO_2 + HCl. L'action de C sur l'aminoéthane (ou éthylamine) produit de la N-méthyléthanamide.

En présence de P_4O_{10}, B + B → D + H_2O.

Indiquer les noms et formules semi-développées de B, C, D et E. **(1 pt)**

2.4. Comment appelle–t-on la réaction entre l'ester E et une solution de potasse ($K^+ + OH^-$) ? **(0,25 pt)**

2.5. Ecrire l'équation bilan de la réaction et nommer le produit obtenu. **(0,25 pt)**

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

Uranus est la 7e planète du système solaire. Elle a été découverte en 1781 par William Herechelle. Elle fut mieux connue par l'homme grâce à son survol, en 1986, par la sonde Voyager II. Uranus met 84 ans pour faire un tour complet autour du soleil. Les cinq plus gros satellites de la planète Uranus ont été découverts grâce aux observations depuis la Terre entre 1787 et 1948. Il s'agit de : Miranda, Ariel, Umbriel, Titania et Obéron. Le tableau qui suit précise le rayon de la trajectoire de l'orbite décrite par chaque satellite autour d'Uranus et la période de révolution (durée d'un tour autour d'Uranus) :

Satellite	**Rayon de l'orbite r (10^6 m)**	**Période de révolution T (jour)**
Miranda	129,8	1,4
Ariel	191,2	2,52
Umbriel	266	4,14
Titania	435,8	8,71
Oberon	582,6	13,5

Dans tout le problème, on suppose que la répartition de masse des astres est à symétrie sphérique. Les mouvements des différents satellites d'Uranus sont étudiés dans le référentiel « Uranocentrique » supposé galiléen. On se propose de déterminer la vitesse d'un satellite d'Uranus. On admet que le centre d'inertie du satellite effectue un mouvement circulaire dans le référentiel « Uranocentrique ».

3.1. Rappeler la définition d'un référentiel géocentrique. Définir, par analogie, le référentiel « Uranocentrique ». **(0,50 pt)**

3.2. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. **(0,75 pt)**

3.3. Etablir l'expression de la vitesse v du centre d'inertie du satellite en fonction du rayon r de sa trajectoire et de sa période T de révolution. **(0,25 pt)**

3.4. Faire l'application numérique pour le satellite Umbriel. **(0,25 pt)**

Dans la suite, on cherche à déterminer la masse M d'Uranus par deux méthodes.

3.5. ***Méthode graphique*** : La courbe de la fonction $v^2 = f(\frac{1}{r})$ où v est la vitesse du satellite dans le référentiel « Uranocentrique » et r le rayon de l'orbite autour d'Uranus est représentée à la page 4.

3.5.1. Etablir l'expression de la vitesse v en fonction de G, M et r. **(0,25 pt)**

3.5.2. En vous aidant de la courbe, déterminer la masse d'Uranus. **(0,50 pt)**

3.6. ***Utilisation de la troisième loi de Kepler :***

3.6.1. Etablir la 3e loi de Kepler. **(0,50 pt)**

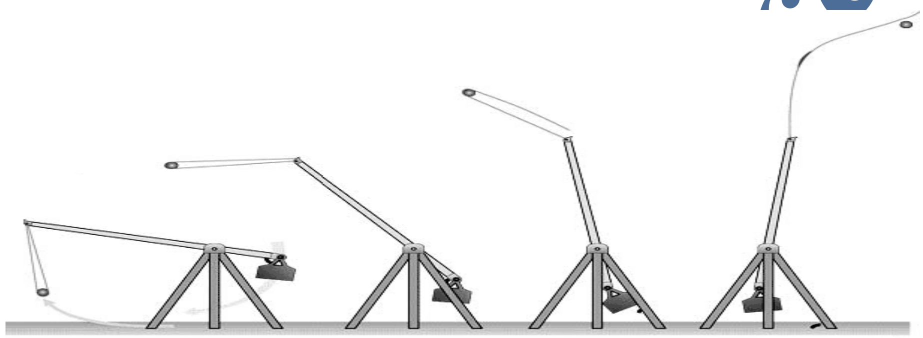
3.6.2. En utilisant les informations données sur les satellites, montrer, aux erreurs d'expériences près, que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante dont on donnera la valeur numérique. **(0,50pt)**

3.6.3. En déduire la masse d'Uranus et comparer le résultat avec celui obtenu par la méthode graphique. **(0,50 pt)**

On donne : G = 6,67.10^{-11} SI, 1 jour = 86400 s.

<u>Exercice 4</u>:

Le trébuchet est une machine de guerre utilisée au Moyen Âge au cours des sièges de châteaux forts. Le projectile pouvait faire des brèches dans les murailles des châteaux forts situés à plus de 200 m du trébuchet. Son principe de fonctionnement est le suivant : Un contrepoids relié à un levier est maintenu à une certaine hauteur par des cordages. Il est brusquement libéré. Au cours de sa chute, il agit sur un levier au bout duquel se trouve une poche en cuir dans laquelle est placé le projectile. Lors de sa libération, le projectile de la poche se trouve à une hauteur H = 10 m et est projeté avec une vitesse v faisant un angle a *avec l'horizontale (voir la **figure 1 de l'annexe page).***



Données :

Masse du projectile m = 130 kg, g = 10 m.s^{-2}, Hauteur du projectile au début du lancer : H = 10 m, Masse volumique de l'air ρ_{air} = 1,3 kg.m^{-3}, Volume du projectile V = 50 L

*La situation est représentée sur la **figure 1 de l'annexe à remettre avec la copie.***

4.1. Déterminer les intensités du poids $\vec{P}$ et de la poussée d'Archimède $\overrightarrow{P_A}$ qui s'exercent sur le projectile. Est-il judicieux de négliger par la suite la poussée d'Archimède ? **(0,75 pt)**

4.2. En appliquant la 2nde loi de Newton, déterminer les coordonnées a_x et a_z du vecteur-accélération du centre d'inertie du projectile dans le repère indiqué. **(0,25 pt)**

4.3. Déterminer les coordonnées $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du vecteur-vitesse $\vec{v}$ du système au cours de son mouvement. **(0,5 pt)**

4.4. En déduire la nature du mouvement du projectile en projection sur l'axe horizontal. Justifier. **(0,25 pt)**

4.5. Déterminer l'expression des équations horaires du mouvement du projectile x(t) et z(t). **(0,5 pt)**

4.6. En déduire l'équation de la trajectoire. Quelle est la nature de la trajectoire du projectile ? Représenter qualitativement l'allure de la trajectoire sur la **figure 1 de l'annexe page à remettre avec la copie. (0,75 pt)**

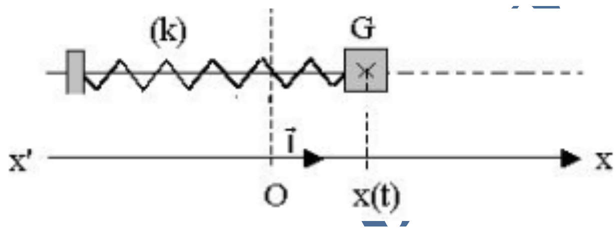
4.7. En utilisant l'expression de l'équation de la trajectoire obtenue à la question **4.6.**, indiquer les paramètres de lancement qui jouent un rôle dans le mouvement du projectile. **(0,25 pt)**

4.8. Dans le cas où le projectile est lancé avec une vitesse initiale horizontale, montrer que l'abscisse de son point de chute est : $x = \sqrt{\frac{2H}{g}}$. **(0,5 pt)**

4.9. Avec quelle vitesse initiale v_0 horizontale, le projectile doit-il être lancé pour atteindre la base du mur du château situé à une distance x = 100 m ? **(0,25 pt)**

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

Pour améliorer le confort des automobilistes on utilise des ressorts comme éléments de suspension. Un de ces ressorts, de masse négligeable, est fixé sur une tige horizontale et peut se déplacer sans frottement. Il est solidaire à un solide S de masse m = 100 kg (**figure ci-contre**).



A la date t_0 = 0, on déplace de sa position d'équilibre, le centre d'inertie G du solide S, jusqu'à la position + X_{max} puis on le lâche sans vitesse initiale. Par un dispositif approprié, on enregistre les courbes représentant les variations de l'énergie potentielle, Ep, et de l'énergie cinétique, Ec, du système (ressort-solide S) d'une part et de l'accélération du solide S d'autre part (**figures 2 et 3**). Sur la **figure 2**, chacune des courbes C_1 et C_2 est une sinusoïde de période T.

5.1. Rappeler l'expression de l'énergie potentielle élastique du système "ressort-solide S" en fonction de la constante de raideur k du ressort et de la position x du centre d'inertie G du solide S. **(0,25 pt).**

5.2. Rappeler l'expression de l'énergie mécanique E_m du système "**ressort-solide S**". Cette énergie mécanique E_m est-elle constante? (réponse à justifier). **(0,75 pt).**

5.3. A partir de l'expression de l'énergie mécanique E_m, établir l'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie G du solide S. **(0,5 pt).**

5.4. Retrouver l'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie G du solide S à partir d'une étude dynamique de ce mouvement. **(0,5 pt)**.

5.5. L'équation horaire du mouvement du centre d'inertie G du solide S est : $x = 5.10^{-2}\cos(\omega t)$ (x en m)

5.5.1. Sur la figure 2, identifier la courbe représentant les variations de l'énergie potentielle Ep et celle représentant les variations de l'énergie cinétique Ec. **(0,5 pt).**

5.5.2. En utilisant l'équation horaire et l'une des courbes de la figure 2, déterminer la valeur de la constante de raideur k du ressort utilisé. **(0,75 pt).**

5.6. Retrouver la valeur de la constante de raideur k du ressort utilisé par exploitation de la courbe de la figure 3. **(0,75 pt)**

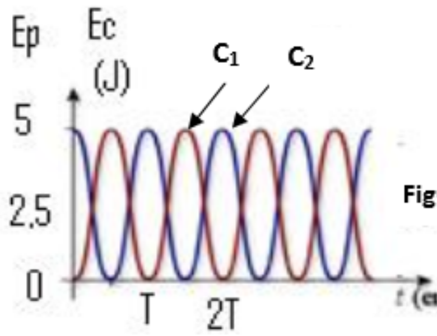


Figure 2

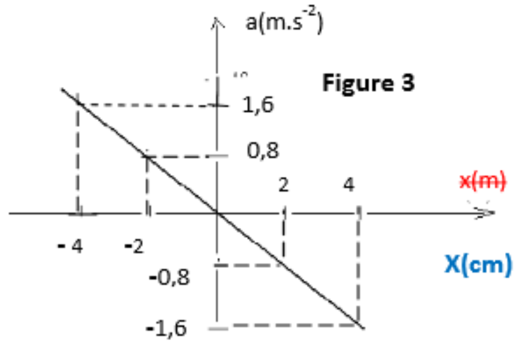
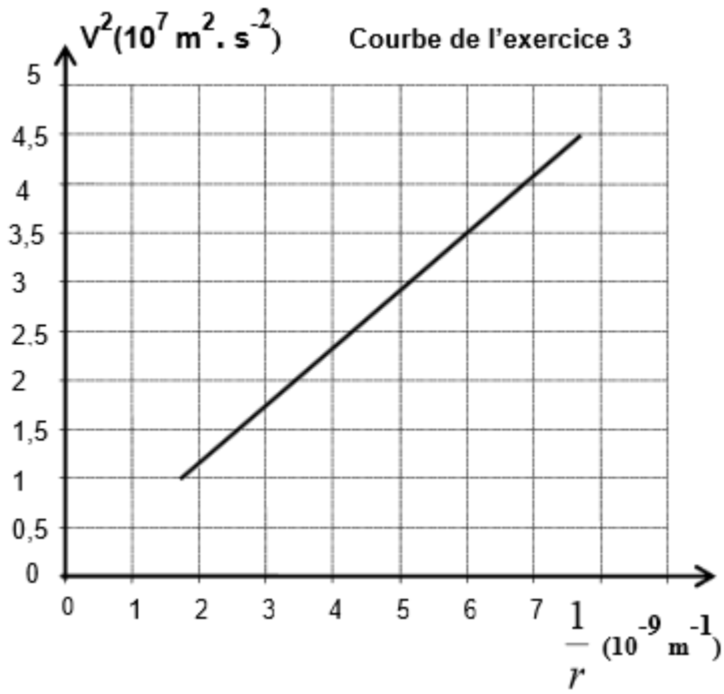


Figure 3

Figure 1.
Tir a trébuchet



Courbe de l'exercice 3