

nom :

TS 1

CONTRÔLE DE SCIENCES PHYSIQUES

14/05/07

Lors de la correction il sera tenu compte de la présentation et de la rédaction de la copie.

Les réponses seront **expliquées** et données sous forme **littérale** puis **numérique** quand les données du texte le permettent.

Exercice 1 : Des satellites terrestres (11 points)

D'après BAC, sujet national Juin 2005

Passionné d'astronomie, un élève a collecté sur le réseau Internet de nombreuses informations concernant les satellites artificiels terrestres. Il met en oeuvre ses connaissances de physique pour les vérifier et les approfondir.

Dans tout l'exercice, on utilisera les notations et les valeurs numériques suivantes :

Masse de la Terre : $M_T = 5,98 \times 10^{24}$ kg

Rayon de la Terre : $R_T = 6400$ km

Masse du satellite étudié : m_S

Altitude du satellite étudié : h

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N.m².kg⁻²

Les questions 2 et 3 sont indépendantes.

1. Le premier satellite artificiel.

Si la possibilité théorique de mettre un satellite sur orbite autour de la Terre fut signalée en 1687 par Isaac Newton, il a fallu attendre le 4 octobre 1957 pour voir le lancement du premier satellite artificiel, Spoutnik 1, par les soviétiques.

Le satellite Spoutnik 1 est supposé ponctuel, il est à la distance $r = R_T + h$ du centre T de la Terre.

1.1. Exprimer vectoriellement la force exercée par la Terre sur Spoutnik et la représenter sur un schéma. /1

1.2. L'étude se fait dans un référentiel géocentrique considéré comme galiléen.

En appliquant la deuxième loi de Newton établir l'expression vectorielle de l'accélération du satellite. /1

2. Les satellites artificiels à orbites circulaires.

Le télescope spatial Hubble, qui a permis de nombreuses découvertes en astronomie depuis son lancement en 1990, est en orbite circulaire à 600 km d'altitude et il effectue un tour complet de la Terre en 97 minutes.

2.1. Étude du mouvement du satellite Hubble dans un référentiel géocentrique

2.1.1. Montrer sans calcul que le mouvement circulaire de Hubble est uniforme. /1

2.1.2. Donner sans justification l'expression de la norme du vecteur accélération de Hubble en fonction de sa vitesse v et du rayon r de sa trajectoire. Quelle est l'orientation de ce vecteur accélération ? /1

2.1.3. En déduire que l'expression de sa vitesse de révolution autour de la Terre est : $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}$. /0,5

2.1.4. Exprimer la période T_H de son mouvement en fonction des grandeurs précédentes puis retrouver la troisième loi de Kepler appliquée à ce mouvement circulaire. /1

2.1.5. Utiliser les caractéristiques de l'orbite de Hubble pour retrouver la masse de la Terre. /1

2.1.6. On considère que la Lune est un satellite ponctuel de la Terre dont l'orbite circulaire est parcourue en une durée $T_L = 27$ jours 8h. Évaluer le rayon moyen r_L de l'orbite de la Lune. /1

2.2. Cas d'un satellite géostationnaire

Les satellites météorologiques comme Météosat sont des appareils d'observation géostationnaires.

2.2.1. Qu'appelle-t-on satellite géostationnaire ? /0,5

2.2.2. On propose trois trajectoires hypothétiques de satellite en mouvement circulaire uniforme autour de la Terre.

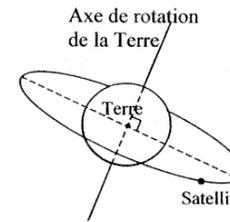


Figure 1

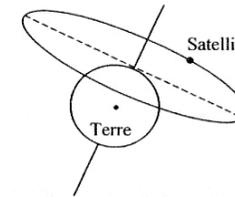


Figure 2

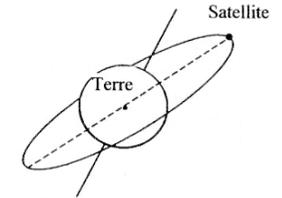


Figure 3

- a. Montrer que seule l'une de ces trajectoires est incompatible avec les lois de la mécanique. /0,5
b. Quelle est la seule trajectoire qui peut correspondre au satellite géostationnaire ? Justifier la réponse. /0,5

3. Les satellites artificiels à orbites elliptiques.

Les satellites peuvent être placés sur différentes orbites, en fonction de leur mission. Un incident lors de leur satellisation peut modifier l'orbite initialement prévue. Hipparcos, un satellite d'astrométrie lancé par la fusée Ariane le 8 août 1989, n'a jamais atteint son orbite prévue. Un moteur n'ayant pas fonctionné, il est resté sur une orbite elliptique entre 36 000 km et 500 km d'altitude.

La deuxième loi de Kepler, dite « loi des aires », précise que « des aires balayées par le rayon, reliant le satellite à l'astre attracteur, pendant des durées égales, sont égales ».

3.1. Sans souci exagéré d'échelle ni d'exactitude de la courbe mathématique, dessiner l'allure de l'orbite du satellite Hipparcos. Placer sur ce schéma le centre T de la Terre et les points A et P correspondant respectivement aux valeurs 36 000 km et 500 km données dans le texte. /1

3.2. En appliquant la loi des aires au schéma précédent montrer, sans calcul, que la vitesse d'Hipparcos sur son orbite n'est pas constante. Préciser en quels points de son orbite sa vitesse est maximale, minimale. /1

Exercice 2 : Étude d'une réaction d'estérification (9 points)

D'après BAC, Antilles septembre 2006

1. Questions préliminaires

La réaction étudiée met en jeu l'acide éthanoïque (A) de formule $\text{CH}_3\text{-COOH}$ et un alcool (B), on observe la formation d'un ester (E) de formule $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ et de l'eau.

La réaction modélisant la transformation étudiée vaut : $\text{A} + \text{B} = \text{E} + \text{H}_2\text{O}$

1.1. Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool (B). /1

1.2. Donner le nom de l'ester (E). /0,5

1.3. Rappeler les principales caractéristiques d'une réaction d'estérification. /0,5

2. Le protocole de suivi de la réaction

Dans un bécher placé dans de l'eau glacée, on introduit 0,38 mol d'acide (A) et 0,38 mol d'alcool (B) ainsi que quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le volume du mélange est de 50 mL. Après agitation, on prélève à dix reprises un volume $V_0 = 5 \text{ mL}$ de ce mélange, que l'on introduit dans 10 tubes à essai numérotés de 0 à 9.

Le tube n°0 est placé dans la glace, les tubes numérotés de 1 à 9 sont munis d'un réfrigérant à air, puis introduits dans un bain thermostaté à 60°C . On déclenche alors un chronomètre.

A l'instant $t_1 = 2 \text{ minutes}$, le tube n°1 est placé dans de la glace.

Après quelques minutes, les ions oxonium H_3O^+ (provenant de l'acide sulfurique) et l'acide éthanoïque restant sont dosés par une solution d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration appropriée. On peut ainsi déterminer la quantité d'acide éthanoïque contenue dans ce tube.

On procède de même pour les autres tubes, le contenu du tube n°9 étant dosé à une date $t_9 = 90 \text{ min}$.

2.1. Quel est le rôle joué par l'acide sulfurique introduit dans le mélange initial ? /0,5

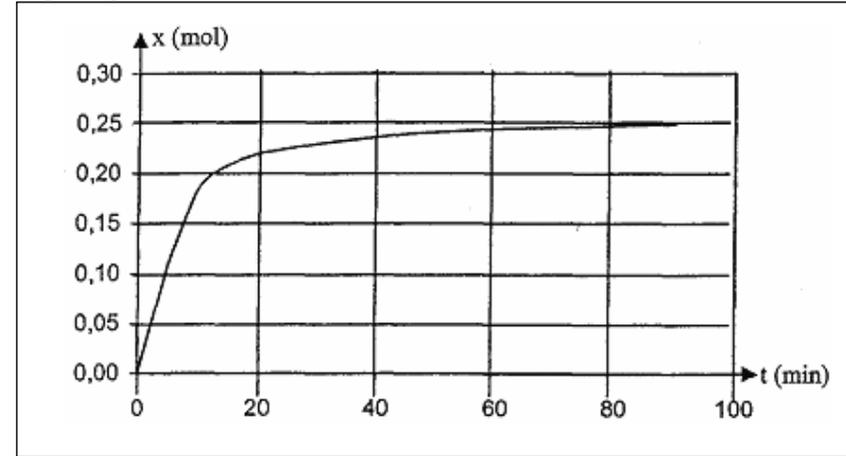
2.2. Pourquoi les tubes numérotés de 1 à 9 sont-ils placés dans un bain thermostaté à une température supérieure à celle du laboratoire ? /0,5

2.3. Expliquer pourquoi la quantité de soude nécessaire au dosage du tube n°1 est supérieure à la quantité de soude nécessaire au dosage du tube n°9. /1

3. Avancement de la réaction

3.1. Déterminer l'avancement maximal x_{max} de la réaction d'estérification étudiée (un tableau d'avancement sera éventuellement utilisé). /0,5

3.2. L'étude précédente permet d'obtenir les variations de l'avancement x de cette réaction en fonction du temps. On peut alors tracer la courbe suivante :



3.2.1. Déterminer graphiquement la valeur de l'avancement final x_f de la réaction. /0,5

3.2.2. Définir et calculer le taux d'avancement de cette réaction. /0,5

4. Cinétique et état d'équilibre

4.1. À la réaction étudiée $\text{A}_{(l)} + \text{B}_{(l)} = \text{E}_{(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$, on associe la constante de réaction $K = 3,7$. Donner l'expression de K. /0,5

4.2. À l'instant $t_1 = 6 \text{ min}$, la valeur de l'avancement x de la réaction est $x = 0,125 \text{ mol}$.

4.2.1. Quelle est la composition du mélange à cet instant ? (Un tableau d'avancement pourra éventuellement être utilisé). /0,5

4.2.2. Calculer le quotient de réaction Q_r pour ce mélange. /1

4.2.3. Justifier que le mélange est encore en évolution à la date t_1 . /0,5

4.3. Pour une date t' supérieure à 1 heure, le système chimique est en équilibre dynamique. Expliquer cette expression. Que vaut alors le quotient de réaction ? /1