

# DST : Physique-Chimie



NOM : .....

PRENOM : .....

Terminale : .....

DUREE DE L'EPREUVE : 1 heure et 50 minutes. — Sur 20 points — COEFFICIENT : 1

L'usage des calculatrices est autorisé.

*Ce sujet comporte 2 exercices de PHYSIQUE-CHIMIE, présentés sur 6 pages numérotées de 1 à 6, y compris celle-ci. Les exercices sont indépendants. Si au bout de quelques minutes, vous ne parvenez pas à répondre à une question, passez à la suivante. Les exercices peuvent être traités séparément, le barème est donné à titre indicatif. Dans tous les calculs qui suivent, on attend à ce que soient donnés la formule littérale, le détail du calcul numérique et le **résultat avec une unité et un nombre de chiffres significatifs correct en écriture scientifique**. Et n'oubliez pas de faire des phrases !*

- I. Lancement d'un satellite météorologique (15 points)
- II. La cire d'abeille (6 points)

Compétences		😊	😐	😞
Restituer des connaissances				
Analyser	Justifier ou proposer un modèle			
S'approprier	Extraire des informations			
Réaliser	Manipuler les équations, Utiliser une calculatrice			
Valider	Exploiter des informations, Avoir un regard critique			
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté, Présentation			
Etre autonome	Prendre des décisions			

Extraits du programme	
Notions et contenus	Compétences exigibles
Description du mouvement d'un point au cours du temps Lois de Newton Principe d'inertie, $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$ , actions réciproques Mouvement d'un satellite Lois de Kepler Déplacement chimique. Intégration. Multiplicité	Choisir un référentiel d'étude Connaître et exploiter les lois de Newton Mouvement dans un champ de pesanteur Etablir l'expression de sa vitesse et de sa période  Analyser un spectre RMN

## Exercice 1 Lancement d'un satellite météorologique (15 points)

**Compétences** : Restituer des connaissances, Analyser, S'approprier l'information, Reasonner sur des notions connues

### Document n° 1 :

Le centre spatial de Kourou a lancé le 21 décembre 2005, avec une fusée Ariane 5, un satellite de météorologie de seconde génération baptisé MSG-2. Tout comme ses prédécesseurs, il est placé sur une orbite géostationnaire à 36 000 km d'altitude. Opérationnel depuis juillet 2006, il porte maintenant le nom de Météosat 9. Les satellites de seconde génération sont actuellement les plus performants au monde dans le domaine de l'imagerie météorologique. Ils assureront jusqu'en 2018 la fourniture de données météorologiques, climatiques et environnementales.



L'objectif de cet exercice est d'étudier plusieurs étapes de la mise en orbite de ce satellite. Les parties 1, 2 et 3 de cet exercice sont indépendantes.

### I - Décollage de la fusée Ariane 5

Pour ce lancement, la fusée Ariane 5 a une masse totale  $M$ . Sa propulsion est assurée par un ensemble de dispositifs fournissant une force de poussée verticale constante  $\vec{F}$ . Tout au long du décollage, on admet que la valeur du champ  $g$  de pesanteur est également constante.

On étudie le mouvement du système {fusée} dans le référentiel terrestre supposé galiléen, et on choisit un repère  $(O \vec{j})$  dans lequel  $\vec{j}$  est un vecteur unitaire vertical dirigé vers le haut est porté par l'axe  $(Oy)$ .

A l'instant  $t_0 = 0$  s, Ariane 5 est immobile et son centre d'inertie  $G$  est confondu avec l'origine  $O$ .

**Données :**

- Masse totale de la fusée  $M = 7,3 \cdot 10^5$  kg
- Force de poussée  $F = 1,16 \cdot 10^7$  N
- Intensité de la pesanteur  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

**1/ Cas idéal**

Dans ce cas, on supposera que seul le poids  $\vec{P}$  et la force de poussée  $\vec{F}$  agissent sur la fusée. Pendant la durée de fonctionnement, on admettra que la masse de la fusée reste constante.

**1.1/** Sans faire de calcul, représenter ces forces sur un schéma pendant le décollage.

**1.2/** En appliquant une loi de Newton au système {fusée}, trouver l'expression littérale de la valeur  $a$  de l'accélération dès que la fusée a quitté le sol.

**1.3/** Calculer la valeur de cette accélération  $a$ .

**1.4/** Pendant le lancement, on suppose que la valeur de l'accélération reste constante. Déterminer l'équation horaire de la valeur  $v(t)$  de la vitesse.

**1.5/** En déduire l'équation horaire de la valeur  $y(t)$  de la position.

**1.6/** La trajectoire ascensionnelle de la fusée reste verticale jusqu'à la date  $t_1 = 6,0$  s. Quelle distance la fusée a-t-elle parcourue depuis son décollage?

**2/ Cas réel**

Au cours de ce lancement, Ariane 5 a en fait parcouru un peu moins de 90 m pendant les 6 premières secondes. Citer un phénomène permettant d'interpréter cette donnée.

**II - Mise en orbite basse du satellite**

Dans la suite de l'exercice, on suppose que la Terre est une sphère de centre T, de masse  $M_T$ , de rayon  $R_T$  et qu'elle présente une répartition de masse à symétrie sphérique. On assimile par ailleurs le satellite à son centre d'inertie S. L'étude de son mouvement se fait dans un référentiel géocentrique supposé galiléen.

**Données :**

- Masse de la Terre  $M_T = 6,0 \times 10^{24}$  kg
- Rayon de la Terre  $R_T = 6,4 \times 10^3$  km
- Constante de gravitation universelle  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$ .

La mise en orbite complète du satellite MSG-2 de masse  $m = 2,0 \cdot 10^3$  kg s'accomplit en deux étapes. Dans un premier temps, il est placé sur une orbite circulaire à vitesse constante  $v_S$  à basse altitude  $h = 6,0 \cdot 10^2$  km autour de la Terre et il n'est soumis qu'à la force gravitationnelle exercée par la Terre.

On choisit un repère  $(S, \vec{t}, \vec{n})$  dans lequel  $\vec{t}$  est un vecteur unitaire tangent à la trajectoire dans le sens du mouvement et  $\vec{n}$  un vecteur unitaire perpendiculaire à la trajectoire orienté vers le centre de la Terre.

**3/** Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle  $\vec{F}_{TS}$  exercée par la Terre sur le satellite, en fonction des données.

**4/** En appliquant une loi de Newton, trouver l'expression du vecteur accélération  $\vec{a}_S$  du centre d'inertie du satellite.

**5/** Sans souci d'échelle, représenter sur un schéma, à un instant de date  $t$  quelconque, la Terre, le satellite, le repère  $(S, \vec{t}, \vec{n})$  ainsi que le vecteur accélération  $\vec{a}_S$ .

**6/** Déterminer l'expression de la vitesse  $v_S$  du centre d'inertie du satellite. Vérifier que sa valeur est de l'ordre de  $7,6 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  sur son orbite basse.

**7/** On note  $T$  le temps mis par le satellite pour faire un tour de la Terre. Comment appelle-t-on cette grandeur? Montrer qu'elle vérifie la relation :

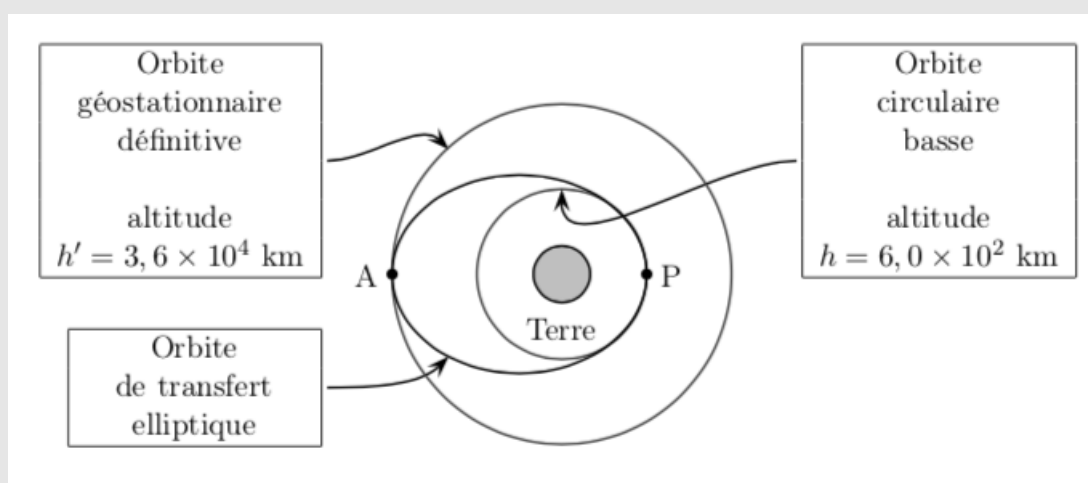
$$T^2 = \frac{4\pi^2 (R_T + h)^3}{GM_T}$$

### III - Transfert du satellite en géostationnaire

#### Document n° 2 :

Une fois le satellite MSG-2 placé sur son orbite circulaire basse, on le fait passer sur une orbite géostationnaire à l'altitude  $h' = 3,64$  km. Ce transit s'opère sur une orbite de transfert qui est elliptique. Le schéma de principe est représenté sur la figure ci-dessous.

Le périhélie P est sur l'orbite circulaire basse et l'apogée A est sur l'orbite définitive géostationnaire. A un moment convenu, lorsque le satellite est au point P de son orbite circulaire basse, on augmente sa vitesse de façon bien précise : il décrit ainsi une orbite elliptique de transfert afin que l'apogée A de l'ellipse soit sur l'orbite géostationnaire définitive. On utilise pour cela un petit réacteur qui émet en P, pendant un très court instant, un jet de gaz donnant au satellite l'impulsion nécessaire.



8/ Énoncer la deuxième loi de Képler ou loi des aires.

9/ Montrer, en s'aidant d'un schéma, que la vitesse du satellite MSG-2 n'est pas constante sur son orbite de transfert. Préciser en quels points (P ou A) de son orbite de transfert sa vitesse est :

- maximale ;
- minimale.

10/ Le satellite étant arrivé au point A, on augmente à nouveau sa vitesse pour qu'il décrive ensuite son orbite géostationnaire définitive. Le lancement complet du satellite est alors achevé et le processus permettant de le rendre opérationnel peut débuter. Donner trois conditions que doit satisfaire un satellite pour être géostationnaire.

### Exercice 2 Identifier une molécule (5 points)

**Compétences :** Restituer des connaissances, Analyser, S'appropriier l'information, Reasonner sur des notions connues

Une molécule organique, notée A, a pour formule brute  $C_4H_8O$ . On sait qu'il ne s'agit pas d'une molécule cyclique.

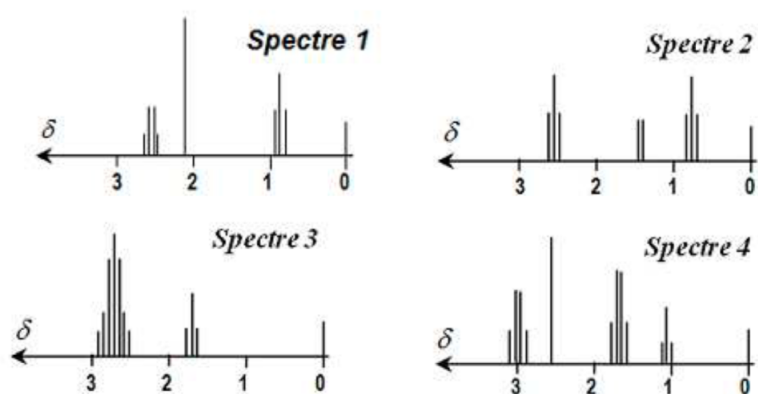
1/ Quels sont les groupes caractéristiques connus qui sont compatibles avec la présence d'un seul atome d'oxygène dans la molécule A ?

2/ Donner la formule semi-développée des deux isomères possibles du butanol.

3/ Par comparaison de la formule brute de la molécule A, avec la formule brute du butanol, confirmer la présence d'une liaison double au sein de la molécule A, soit entre deux atomes de carbone, soit entre un atome de carbone et un atome d'oxygène.

4/ Supposons que la molécule A est le butanone. Ecrire la formule développée de la molécule A. Y faire apparaître les protons équivalents pour un spectre RMN

5/ Parmi les spectres RMN donnés ensuite indiquer en le justifiant celui qui correspond à la molécule A.



— Fin —