

Répondre sur une copie double.

Calculatrice autorisée.

Nom :

Prénom :

Note :

/20

Présentation, rédaction, orthographe [1 pt]

**1. La mission Rosetta (exo résolu p.122) [12 pts]**

En 2004, la sonde européenne Rosetta a quitté la Terre pour un voyage long de 10 ans. Sa destination était la comète 67P Churyumov-Gerasimenko, dont elle s'est approchée en 2014.

Une fois à proximité de cette dernière, Rosetta a été mise en orbite autour de la comète et a débuté ses observations.

**1 La comète 67P Churyumov-Gerasimenko**

La comète 67P Churyumov-Gerasimenko a été découverte en septembre 1969. Elle tourne sur une orbite elliptique dont le Soleil occupe l'un des foyers. La valeur de la vitesse de la comète varie entre 5 et 35 km·s<sup>-1</sup> environ dans le référentiel héliocentrique.

a. Représenter la trajectoire de la comète autour du Soleil en précisant les positions du Soleil, de l'aphélie et du périhélie.

b. Expliquer, en utilisant une des lois de Kepler, pourquoi la vitesse de la comète n'est pas constante sur sa trajectoire. On complètera le schéma précédent pour expliciter la loi utilisée.

Préciser, sur ce schéma, la position de la comète pour laquelle la valeur de sa vitesse est la plus grande et celle où elle est minimale. Justifier.

c. À l'aide de la troisième loi de Kepler, déterminer la valeur de la période de révolution  $T$  de la comète autour du Soleil, en années.

**2 Satellisation de Rosetta**

Au cours des mois d'août et septembre 2014, la sonde Rosetta est arrivée à proximité de la comète et a été mise en orbite autour de celle-ci sur une trajectoire que l'on considère comme circulaire à une altitude  $h$  de 20 km.

Le référentiel d'étude dans cette partie est le référentiel « cométocentrique » dont l'origine est le centre de la comète et dont les axes pointent vers des étoiles lointaines. Ce référentiel est supposé galiléen.

a. Faire un schéma de Rosetta en orbite autour de la comète en précisant :

- le vecteur unitaire  $\vec{u}$  orienté du centre de la comète vers Rosetta ;
- le vecteur modélisant la force d'interaction gravitationnelle exercée par la comète sur Rosetta.

b. Donner l'expression vectorielle de cette force gravitationnelle en fonction de  $G$ ,  $M$ ,  $M_C$ ,  $h$ ,  $R$  et  $\vec{u}$ .

c. En supposant que Rosetta n'est soumise qu'à l'interaction gravitationnelle avec la comète 67P, établir l'expression vectorielle de l'accélération  $\vec{a}_R$  de Rosetta en fonction de  $G$ ,  $M_C$ ,  $h$ ,  $R$  et  $\vec{u}$ .

d. Montrer que, dans l'approximation d'un mouvement circulaire, la norme de

la vitesse de Rosetta s'écrit : 
$$v = \sqrt{\frac{GM_C}{R+h}}$$

Calculer sa valeur.

**Données**

- Constante gravitationnelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$
- Masse de la comète 67P :  $M_C = 1,0 \times 10^{13} \text{ kg}$
- Masse de Rosetta :  $M = 3,0 \times 10^3 \text{ kg}$
- Distance moyenne Terre-Soleil : 1 unité astronomique  
1 ua =  $1,50 \times 10^8 \text{ km}$
- Dans cet exercice, la comète 67P est modélisée par une sphère de rayon  $R = 2,0 \text{ km}$ .
- Caractéristiques de la trajectoire de la comète autour du Soleil :
  - ellipse
  - distance au plus près du Soleil (périhélie) : 1,24 ua
  - distance au plus loin du Soleil (aphélie) : 5,68 ua

## 2. Étude d'une capsule spatiale (exo résolu p.146) [7 pts]

Une capsule spatiale est modélisée par un bâtiment à deux compartiments. Le premier, en forme de demi-sphère, forme la pièce à vivre : la température de l'air qu'il contient est maintenue à la température  $T_c = 300$  K grâce à un chauffage de puissance thermique  $P$ .

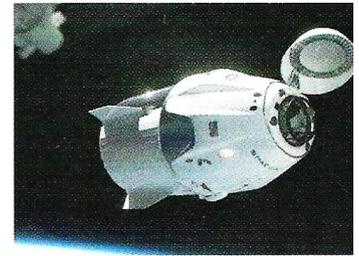
Le second, cylindrique, est un sas : la température de l'air qu'il contient vaut constamment  $T_s = 280$  K. L'air de la pièce à vivre ou du sas sont à l'équilibre thermique si la somme des puissances thermiques échangées est nulle.

Les résistances thermiques des différentes cloisons sont indiquées sur le schéma ci-contre. Leurs valeurs sont :

- dôme :  $R = 0,40$  K·W<sup>-1</sup>
- paroi du sas :  $R_2 = 0,50$  K·W<sup>-1</sup>
- porte du sas :  $R_1 = 1,0$  K·W<sup>-1</sup>

La résistance thermique  $R'$  de la cloison entre la pièce et le sas est inconnue.

- Pourquoi peut-on considérer que la température extérieure est  $T_e = 0$  K ?
- Faire un bilan thermique pour l'air dans le sas. En déduire la valeur de  $R'$ .
- Faire un bilan thermique pour l'air dans la pièce à vivre. En déduire la valeur de  $P$ .
- Lorsque le dôme est éclairé par le Soleil, les parois du sas restant à l'ombre, comment  $P$  doit-elle varier pour que  $T_c$  reste constante ?  $T_s$  varie-t-elle ?



La capsule spatiale Dragon 2, en phase d'amarrage.

