

Satellites, Kepler

Contrôle de sciences physiques - niveau Terminale

Ce **contrôle sur les lois de Kepler** et les satellites dure 1 h 30. Il porte sur la gravitation, le mouvement circulaire uniforme d'un satellite et les trois lois de Kepler. La calculatrice est autorisée, aucun document. Les réponses sont justifiées et les résultats donnés avec leur unité. Barème total : **20 points**.

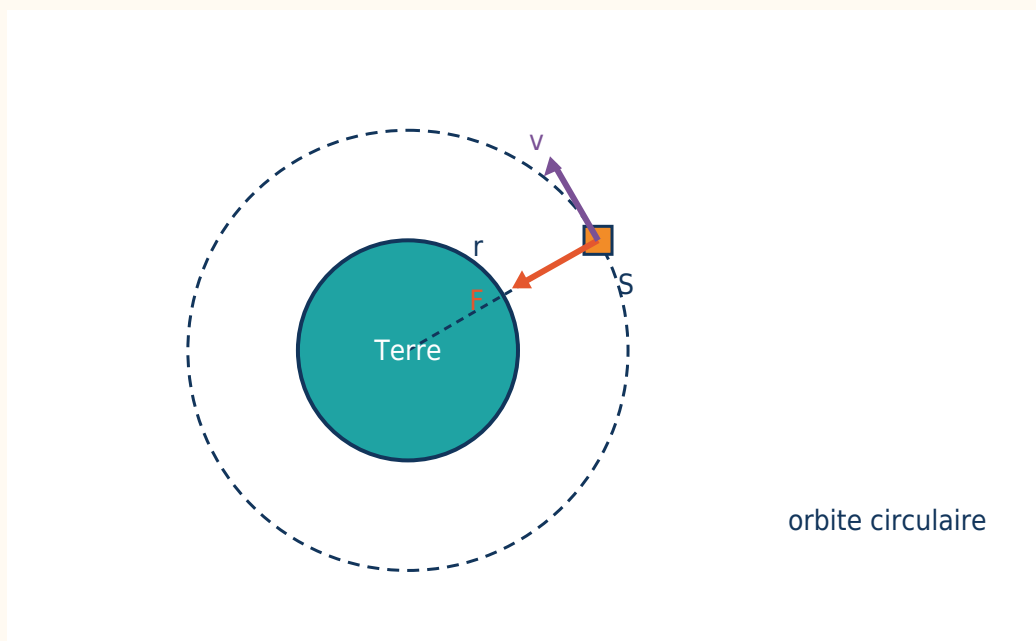
Ce contrôle est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Le sujet du contrôle sur Kepler

Données : constante de gravitation $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$; masse de la Terre $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$; rayon de la Terre $R_T = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$; durée d'un jour sidéral : 86 164 s. Les astres ont une répartition sphérique de masse.

Exercice 1 : la station spatiale en orbite basse (6 points)

Une station spatiale de masse m décrit une orbite circulaire autour de la Terre à l'altitude $h = 400 \text{ km}$, dans le référentiel géocentrique supposé galiléen.



Station S sur son orbite : r désigne la distance du centre de la Terre à la station.

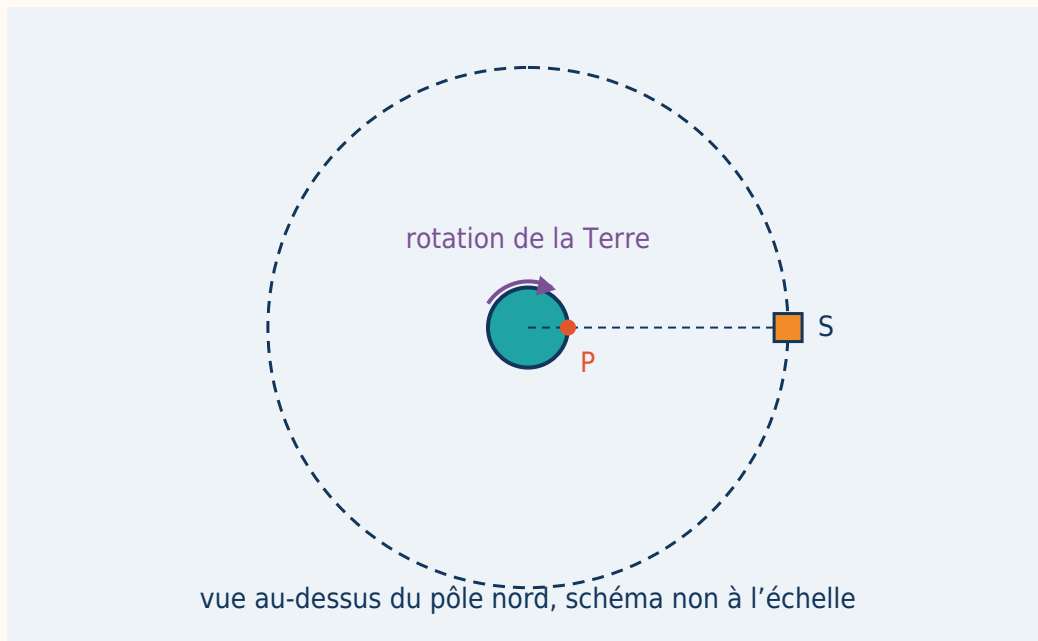
- Exprimer la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la station. Représenter-la sur le schéma (elle est déjà dessinée : en préciser la direction et le sens).
- En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'expression de l'accélération de

la station, puis la calculer.

3. Montrer que le mouvement est circulaire uniforme.
4. Établir l'expression de la vitesse v , puis calculer sa valeur en km/s.
5. Calculer la période de révolution T , en minutes, puis le nombre de révolutions par jour.
6. Calculer le rapport $T^2 \div r^3$ et le comparer à $4\pi^2 \div (G M_T)$.

Exercice 2 : le satellite géostationnaire (5 points)

Un satellite géostationnaire reste en permanence à la verticale d'un même point de l'équateur terrestre.

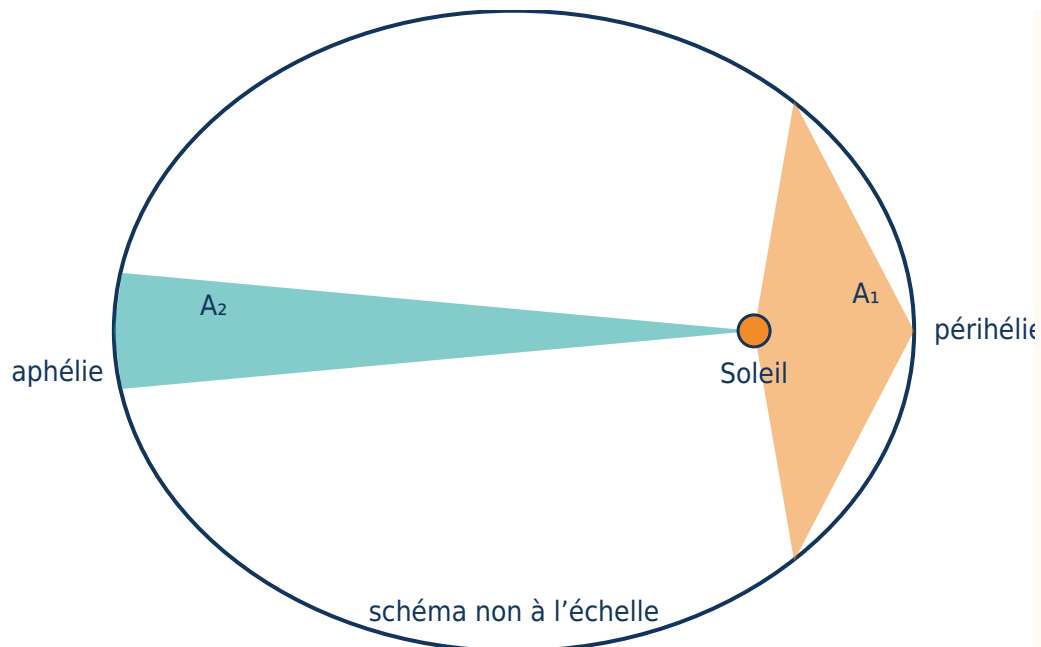


P est un point de l'équateur, S le satellite : le point P, la Terre et S restent alignés.

1. Citer les trois conditions que doit remplir un satellite pour être géostationnaire.
2. Quelle est la période de révolution du satellite ? Justifier.
3. À l'aide de la troisième loi de Kepler $T^2 \div r^3 = 4\pi^2 \div (G M_T)$, calculer le rayon r de l'orbite, puis l'altitude du satellite.
4. Calculer la valeur de sa vitesse, en km/s.

Exercice 3 : une comète autour du Soleil (5 points)

Une comète décrit une orbite elliptique dont le Soleil occupe l'un des foyers. Sa distance au Soleil vaut $r_p = 0,59$ UA au périhélie et $r_a = 35,0$ UA à l'aphélie. On rappelle que, pour le Soleil, $T^2 \div a^3 = 1$ si T est en années et a en unités astronomiques.



Aires A_1 et A_2 balayées par le segment Soleil-comète pendant deux durées identiques.

1. Énoncer la deuxième loi de Kepler et dire ce qu'elle implique pour les aires A_1 et A_2 .
2. En quel point de l'orbite la vitesse de la comète est-elle maximale ? Justifier qualitativement.
3. Calculer le demi-grand axe a de l'orbite.
4. En déduire la période de révolution T de la comète, en années.
5. Aux points extrêmes, la vitesse est perpendiculaire au rayon et la loi des aires donne $r_p \times v_p = r_a \times v_a$. Calculer le rapport $v_p \div v_a$.

Exercice 4 : peser Jupiter (4 points)

Le satellite naturel Io décrit autour de Jupiter une orbite supposée circulaire de rayon $r = 4,22 \times 10^8$ m avec une période $T = 1,77$ jour (1 jour = 86 400 s).

1. En s'appuyant sur l'exercice 1, établir la relation $T^2 \div r^3 = 4\pi^2 \div (G M_J)$ où M_J est la masse de Jupiter.
2. Calculer la masse de Jupiter.
3. Calculer la vitesse orbitale d'Io, en km/s.