

Exercice Gravitations

Septembre 2020 (Q3)

B. Satellite géostationnaire (9)

Dans un référentiel géocentrique, la vitesse d'un satellite en orbite circulaire de rayon r autour de la Terre est donnée par $v = \sqrt{\frac{KM}{r}}$ où M est la masse de la Terre. (On ne demande PAS de démontrer cette équation). Le centre de l'orbite coïncide avec le centre de la Terre. On suppose que le satellite interagit seulement avec la Terre.

1. Déduire l'expression de la période de révolution du satellite en fonction du rayon R de la Terre et de l'altitude z (au-dessus de la surface terrestre) à laquelle évolue le satellite. (2)

GovSat-1 est un satellite de télécommunications Luxembourgeois. Sa masse vaut $4,23 t$ et son orbite est **géostationnaire**.

2. Etablir l'expression de l'altitude z à laquelle évolue le satellite GovSat-1. (2)
3. Calculer cette altitude en km. (2)

On suppose désormais que GovSat-1 évolue à une altitude de $35\,810$ km.

4. Calculer la vitesse de GovSat-1 en $\frac{km}{s}$. (1)
5. Calculer l'accélération de GovSat-1. (1)
6. Si GovSat-1 avait une masse de $8,46 t$, à quelle altitude aurait-il fallu le placer pour que son orbite soit géostationnaire ? Expliquer. (1)

Septembre repêchage 2018 (Q5)

I. Satellite de Neptune (16 points)

La planète Neptune possède plusieurs satellites, dont Triton est un des plus gros. L'orbite de Triton est circulaire autour du centre de Neptune. Dans la suite, on suppose que ces deux corps sont à symétrie sphérique.

- 1) Indiquez sur une figure soignée la force gravitationnelle exercée par Neptune sur Triton. Donnez l'expression vectorielle de cette force. (2 pts)
- 2) Indiquez sur la figure précédente aussi le vecteur accélération du centre d'inertie de Triton, ainsi que son vecteur vitesse. Montrez que le mouvement de Triton autour de Neptune est uniforme, et établissez l'expression littérale de cette vitesse orbitale. (4 pts)
- 3) A partir du résultat précédent, établissez la troisième loi de Kepler. (2 pts)
- 4) La période de révolution de Triton autour de Neptune est de $5,887$ jours, et son rayon orbital vaut $3,548 \cdot 10^5$ km. Calculez la masse de Neptune ! (2 pts)
- 5) Sachant que la période propre de Neptune vaut $0,671$ jours et que son rayon vaut 24754 km, calculez à quelle altitude on devrait placer un satellite synchrone, c.à.d « neptunostationnaire », autour de Neptune ? (4 pts)
- 6) Commentez l'affirmation suivante, et redressez-la s'il y a lieu :
Une planète deux fois plus éloignée du Soleil que Neptune aura une période de révolution trois fois plus grande que celle-ci. (2 pts)

II. Lunes de Mars

(13)

La planète Mars a 2 lunes, Phobos et Déimos. Les trajectoires de ces deux lunes peuvent être considérées comme circulaires. Soit r le rayon de leurs orbites respectives, et T leur période de révolution autour de Mars (en jour de 24h). On donne le tableau suivant :

	r en km	T en jour
Phobos	9380	0.319
Déimos	23460	1.262

- Établir l'expression du vecteur accélération d'un objet de masse m en mouvement circulaire de rayon r autour de Mars, en fonction de r , de la masse M de Mars et de la constante de gravitation K . Spécifier le référentiel utilisé. Montrer que si le mouvement d'une lune est circulaire, alors il est aussi uniforme. En déduire l'expression de la vitesse linéaire v en fonction de K , M et r . (6)
- À l'aide du tableau ci-dessus, vérifier numériquement si les données sur Phobos et Déimos satisfont à la 3^e loi de Kepler dans le cas particulier de mouvements circulaires. (2)
- Démontrer la 3^e loi de Kepler pour un mouvement circulaire en particulier. En déduire la masse de Mars à l'aide du tableau ci-dessus. (4)
- Vrai ou faux : « Tous les satellites de Mars se trouvent nécessairement dans un même plan, comprenant le centre de Mars. » Justifier la réponse. (1)

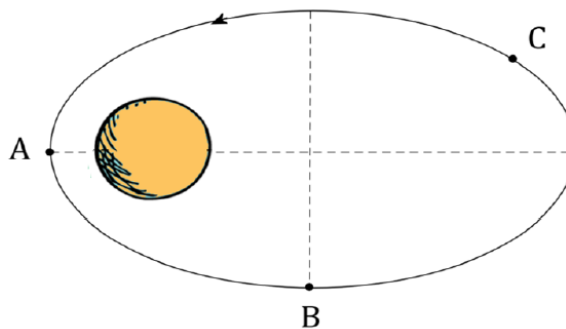
Examen juin repêchage 2019 (Q2)

Question II : Mission sur Mars (17 points)

Un des grands défis scientifiques de ce siècle sera d'envoyer une mission d'exploration humaine sur la planète Mars. Cet exercice traite différents aspects indépendants d'une telle mission.

Données : Distance entre les centres de masse de Mars et de Phobos : $r = 9,38 \cdot 10^3$ km
 Masse de Mars : $m_M = 6,42 \cdot 10^{23}$ kg
 Masse de Phobos : $m_P = 1,07 \cdot 10^{16}$ kg
 Jour sidéral de Mars : $T_M = 24$ h 37 min

- Pour les communications avec la Terre, on pourrait envisager une base relais sur Phobos, l'un des satellites naturels de Mars. On suppose que l'orbite de Phobos autour de Mars est circulaire.
 - À partir d'une figure, montrer que le mouvement de Phobos est uniforme et établir l'expression de sa vitesse linéaire. (6)
 - Calculer la vitesse linéaire de Phobos ainsi que sa période de révolution autour de Mars. (2)
- Afin d'explorer l'atmosphère de Mars, l'agence spatiale NASA a lancé en 2013 la sonde MAVEN (*Mars Atmosphere and Volatile EvolutioN*). L'orbite elliptique de MAVEN autour de Mars est représentée ci-dessous. Recopier la figure et indiquer le vecteur vitesse et le vecteur accélération aux points A, B et C. Respecter l'évolution de la norme de ces vecteurs. (3)



- Un satellite martiostationnaire (immobile pour un observateur sur Mars) pourrait être utilisé pour les télécommunications sur Mars. Dans quel plan d'orbite faudrait-il placer un tel satellite ? Quelle serait sa période de révolution ? (2)