

TS3 - Physique-Chimie
Devoir en classe n°6 - Durée : 1h
Lundi 10 février 2014

LOIS DE KEPLER ET LOIS DE NEWTON

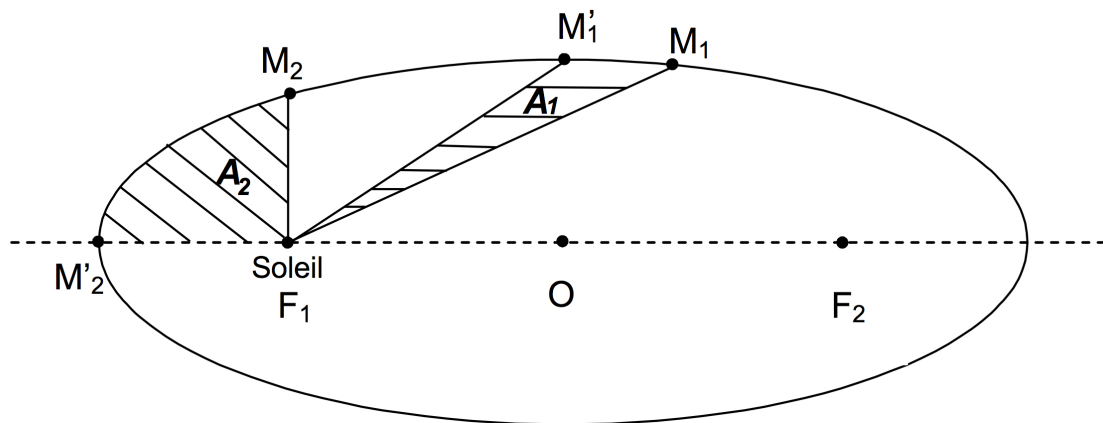
Par souci de simplification, dans cet exercice, les astres sont considérés comme des corps à répartition sphérique de masse.

Johannes Kelper, né le 27 décembre 1571 à Weil der Stadt, près de Stuttgart (Allemagne), mort le 15 novembre 1630 à Ratisbonne, est un astronome célèbre. Il a étudié et confirmé l'hypothèse héliocentrique (la Terre tourne autour du Soleil) de Nicolas Copernic. Il a également découvert que les trajectoires des planètes n'étaient pas des cercles parfaits centrés sur le Soleil mais des ellipses. En outre, il a énoncé les lois (dites lois de Kepler) qui régissent les mouvements des planètes sur leur orbite.



1. Planètes en orbite elliptique

La figure ci-dessous représente la trajectoire elliptique du centre d'inertie M d'une planète du système solaire, de masse m , dans le référentiel héliocentrique considéré galiléen. Les deux foyers F_1 et F_2 de l'ellipse et son centre O sont indiqués sur la figure.



- 1.1. En utilisant une des lois de Kepler, justifier la position du Soleil indiquée sur la figure ci-dessus.
- 1.2. On suppose que les durées de parcours entre les points M_1 et M'_1 d'une part et entre M_2 et M'_2 d'autre part sont égales. En utilisant une des lois de Kelper, préciser la relation entre les aires hachurées A_1 et A_2 sur la figure ci-dessus.
- 1.3. La valeur de la vitesse moyenne de la planète entre les points M_1 et M'_1 est-elle inférieure, égale ou supérieure à celle entre les points M_2 et M'_2 ? Justifier la réponse.

2. Approximation des orbites circulaires

Dans les questions qui suivent, pour simplifier, on modélise les trajectoires des planètes du système solaire dans le référentiel héliocentrique par des cercles de rayon r dont le centre O est occupé par le Soleil de masse M_S .

- 2.1. Sur un schéma, représenter la force de gravitation \vec{F} exercée par le Soleil sur une planète quelconque du système solaire, de masse m , et dont le centre d'inertie est situé au point M .
- 2.2. Donner l'expression littérale et vectorielle de cette force \vec{F} en un point M , en utilisant le vecteur unitaire \vec{u} (\vec{u} est centripète et on notera G la constante de gravitation universelle).
- 2.3. En citant la loi de Newton utilisée, déterminer l'expression littérale du vecteur accélération du centre d'inertie d'une planète quelconque du système solaire, de masse m , et dont le centre d'inertie est situé au point M , en fonction de G , M_S et r .
- 2.4. En utilisant la première partie, justifier rapidement que le mouvement de la planète est uniforme.
- 2.5. En déduire l'expression du vecteur accélération en fonction de la vitesse v de la planète et du rayon r de son orbite.

3. Troisième loi de Kepler

- 3.1. À l'aide des questions précédentes, établir l'expression de la vitesse v de la planète en fonction de G , M_S et r .
- 3.2. Exprimer la période T de la planète en fonction de v et r .
- 3.3. Retrouver la troisième loi de Kepler à partir de ces résultats.