

CLASSE : Terminale

EXERCICE B : au choix du candidat (10 points)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: Sciences de l'ingénieur- Partie Sciences physiques

DURÉE DE L'EXERCICE : 30 min

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »

EXERCICE B – La trajectoire du satellite SOHO (10 points)

Q1.

Système : satellite SOHO

Référentiel : héliocentrique supposé galiléen

D'après la 2nd loi de Newton :

$$\vec{\Sigma F}_{\text{ext}} = M_{\text{SOHO}} \vec{a}$$

$$\vec{F}_{\text{Soleil/SOHO}} = M_{\text{SOHO}} \vec{a}$$

$$G \frac{M_{\text{S}} \times M_{\text{SOHO}}}{r^2} \vec{n} = M_{\text{SOHO}} \vec{a}$$

$$\vec{a} = G \times \frac{M_{\text{S}}}{r^2} \vec{n}$$

Or, pour un mouvement circulaire, dans la base de Frenet, le vecteur accélération est de la forme :

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r} \vec{n} + \frac{dv}{dt} \vec{t}$$

L'accélération étant unique, par identification :

$$\frac{dv}{dt} = 0$$

Donc v donc la vitesse est constante : le mouvement du satellite considéré est uniforme.

Q2.

D'après l'énoncé : « Le satellite est placé sur une orbite circulaire centrée sur le Soleil ; le Soleil, le satellite et la Terre sont alignés à tout instant ».

Lorsque la terre aura fait un tour complet, le satellite aura fait également un tour complet car le Soleil, le satellite et la Terre sont alignés à tout instant.

Ainsi, la période de révolution du satellite SOHO autour du Soleil est la même que celle de la Terre autour du Soleil : $T_{\text{SOHO}} = T_{\text{T}}$.

Q3.

Troisième loi de Kepler :

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$$

D'après la question 2 : $T_{\text{SOHO}} = T_{\text{T}}$

Or $r = R_{\text{SOHO}} \neq R_{\text{T}}$

Ainsi :

$$\frac{T_{\text{T}}^2}{R_{\text{T}}^3} \neq \frac{T_{\text{SOHO}}^2}{R_{\text{SOHO}}^3}$$

Donc la troisième loi de Kepler n'est pas vérifiée dans le cas de l'étude du mouvement du satellite SOHO autour du Soleil.

Q4.

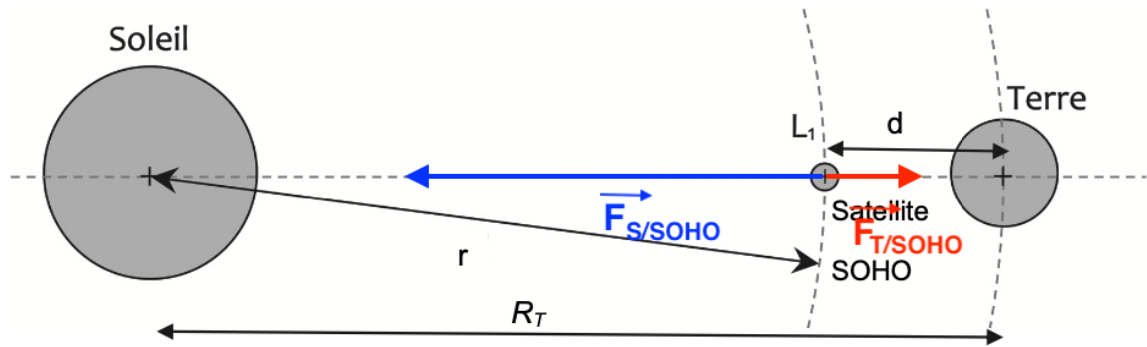


Figure 1. Position du satellite SOHO (L₁) entre le Soleil et la Terre. L'échelle n'est pas respectée

Q5.

Le satellite SOHO tourne autour du soleil. Ainsi, compte tenu de la trajectoire du satellite, $\vec{F}_{S/SOHO}$ est plus intense que $\vec{F}_{T/SOHO}$.

Q6.

$$\vec{F}_{S/SOHO} = G \frac{M_S \times M_{SOHO}}{r^2} \vec{n}$$

$$\vec{F}_{T/SOHO} = -G \frac{M_T \times M_{SOHO}}{d^2} \vec{n}$$

$$\left\| \frac{\vec{F}_{S/SOHO}}{\vec{F}_{T/SOHO}} \right\| = \left\| \frac{G \frac{M_S \times M_{SOHO}}{r^2} \vec{n}}{-G \frac{M_T \times M_{SOHO}}{d^2} \vec{n}} \right\|$$

$$\left\| \frac{\vec{F}_{S/SOHO}}{\vec{F}_{T/SOHO}} \right\| = \left\| \frac{\frac{M_S \times M_{SOHO}}{r^2}}{-\frac{M_T \times M_{SOHO}}{d^2}} \right\|$$

$$\left\| \frac{\vec{F}_{S/SOHO}}{\vec{F}_{T/SOHO}} \right\| = \frac{M_S \times M_{SOHO}}{r^2} \times \frac{d^2}{M_T \times M_{SOHO}}$$

$$\left\| \frac{\vec{F}_{S/SOHO}}{\vec{F}_{T/SOHO}} \right\| = \frac{M_S}{r^2} \times \frac{d^2}{M_T}$$

$$\left\| \frac{\vec{F}_{S/SOHO}}{\vec{F}_{T/SOHO}} \right\| = \frac{1,989 \times 10^{30}}{(1,481 \times 10^8 \times 10^3)^2} \times \frac{(0,015 \times 10^8 \times 10^3)^2}{5,974 \times 10^{24}}$$

$$\left\| \frac{\vec{F}_{S/SOHO}}{\vec{F}_{T/SOHO}} \right\| = 34$$

Ainsi, la force exercée par le soleil sur le satellite $\vec{F}_{S/SOHO}$ est 34 fois plus intense que la force exercée par la terre sur le satellite $\vec{F}_{T/SOHO}$.

Ce résultat est en accord avec la trajectoire du satellite et la réponse à la question 5.

Q7.

Chaque planète est soumise à la force d'attraction gravitationnelle exercée par le soleil.

Les forces exercées par les planètes l'une sur l'autre sont négligeables car les planètes sont éloignées les unes des autres et ont des masses plus petites que celle du soleil.

Dans le cas du satellite SOHO, la force exercée par le soleil sur le satellite $\vec{F}_{S/SOHO}$ est plus intense que la force exercée par la terre sur le satellite $\vec{F}_{T/SOHO}$.

Cependant la force exercée par la terre sur le satellite $\vec{F}_{T/SOHO}$ n'est pas négligeable.

Ainsi, cette différence pourrait expliquer pourquoi La troisième loi de Kepler est valable dans le cas de l'étude du mouvement des planètes du Système solaire, mais pas dans le cas de l'étude du mouvement du satellite SOHO autour du Soleil.

Q8.

Le satellite SOHO est chargé d'observer en continu le Soleil afin d'en étudier la structure interne. Le satellite SOHO est placé à cet endroit particulier du système Terre-Soleil pour que nous puissions récupérer plus facilement les résultats des observations.