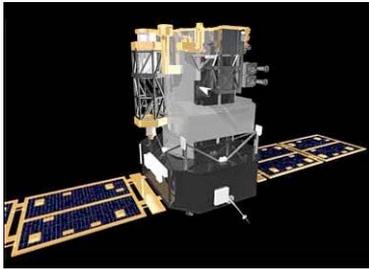


EXERCICE RÉSOLU 2

SOHO et la troisième loi de Kepler

Énoncé



Le satellite SOHO © ESA.

Véritable observatoire dédié au soleil, SOHO est une plateforme sur laquelle sont placés douze instruments qui observent en permanence le Soleil, mesurent le rayonnement électromagnétique (du visible à l'extrême ultraviolet et aux rayons X, en spectroscopie et/ou imagerie), pour répondre aux trois principaux objectifs du programme de recherche : étude de la structure interne du Soleil, étude du vent solaire, étude de l'atmosphère solaire. La période de SOHO est égale à la période de révolution de la Terre autour du Soleil soit environ 365 jours.

D'après le site Internet <http://eduscol.education.fr/orbito/system/soho/soho00.htm>

Dans cet exercice, le Soleil et les planètes sont considérés comme des corps à répartition sphérique de masse. On note M la masse du Soleil.

1. La Terre, de masse notée m , décrit, dans le référentiel héliocentrique, un mouvement supposé circulaire de rayon r .
En considérant que la Terre n'est soumise qu'à l'attraction du Soleil, établir l'expression de la valeur v de la vitesse de la Terre.
2. Cette expression permet de retrouver la troisième loi de Kepler dans l'approximation des trajectoires circulaires.
Énoncer cette loi pour les satellites du Soleil qui la respectent.
3. SOHO évolue entre la Terre et le Soleil, dans une région située à 1,5 millions de kilomètres du centre de la Terre.
En quoi cette affirmation indique-t-elle que SOHO ne respecte pas la troisième loi de Kepler ?
4. Proposer une hypothèse qui explique pourquoi SOHO ne respecte pas cette loi.

Une solution

Raisonner

Appliquer la loi d'interaction gravitationnelle et la deuxième loi de Newton avec rigueur puis les mettre en relation.

1. Dans les conditions du problème, en appliquant la loi d'interaction gravitationnelle, la Terre est soumise à la force $\vec{F} = -G \frac{mM}{r^2} \vec{u}$ où \vec{u} est un vecteur unitaire orienté du Soleil vers la Terre.

Avec $m = cte$, la deuxième loi de Newton donne :

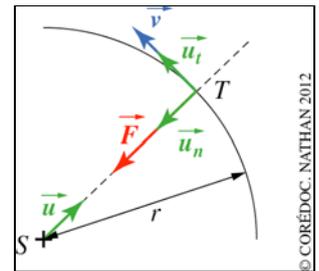
$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{soit} \quad \vec{a} = -G \frac{M}{r^2} \vec{u}.$$

Connaissances

Connaître la valeur de l'accélération normale est indispensable pour mener une étude dynamique des mouvements circulaires.

- Ainsi, dans $(T, \vec{u}_t, \vec{u}_n)$, on peut écrire : $\vec{a} \begin{cases} a_t = 0 \\ a_n = G \frac{M}{r^2} \end{cases}$

et $\vec{a} \begin{cases} a_t = \frac{dv}{dt} \\ a_n = \frac{v^2}{r} \end{cases}$



Connaissances

Il faut savoir énoncer les lois de Kepler. Établies dans le cas des planètes, elles peuvent être appliquées à des satellites en orbite circulaire ou elliptique.

- L'égalité des coordonnées de \vec{a} sur (T, \vec{u}_n) donne : $G \frac{M}{r^2} = \frac{v^2}{r}$, soit $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$.

2. D'après la troisième loi de Kepler, le carré de la période de révolution d'un satellite en orbite circulaire autour du Soleil est proportionnel au cube du demi-grand axe L de la trajectoire du satellite : $T^2 = k L^3$.

3. D'après le document, la période de révolution de SOHO est égale à celle de la Terre. La troisième loi de Kepler implique que l'orbite de SOHO a un demi-grand axe égal au rayon de l'orbite terrestre. SOHO ne peut donc pas, en permanence, se situer entre le Soleil et la Terre, ce qui est pourtant le cas.

Raisonner

Extraire et exploiter les informations utiles des documents proposés.

4. Le raisonnement mené à la question 1 suppose, pour établir la troisième loi de Kepler, que le corps en révolution autour du Soleil n'est soumis qu'à l'action du Soleil. SOHO ne respecte pas la troisième loi de Kepler car il est possible que le satellite soit soumis à une force non négligeable : la force de gravitation exercée par la Terre.

Schématiser
Ne pas hésiter à faire un schéma,
pour appuyer la réponse.



© COREDOC, NATHAN 2012