Exercice :1

Www.AdrarPhysic.Fr

La planète Mars est l'une des planètes du système solaire qu'on peut détecter Mars et ses deux satellites facilement dans le ciel à cause de sa luminosité et de sa couleur rouge . Il possède deux satellites naturels ; qui sont : Phobos et Deïmos .
Les savants se sont intéressé à son étude depuis longtemps , et on envoyé plusieurs sondes spatiales pour son exploration ce qui a permis d'avoir d'importantes informations sur lui .
Cet exercice propose la détermination de quelques grandeurs physiques concernant cette planète Données :

- Masse du Soleil : $M_S = 2\times10^{30}\,Kg$.
- Rayon de Mars : $R_M = 6300Km$.
- La constante gravitationnelle : $G = 6{,}67\times10^{-11}(SI)$.
- La période de la rotation de Mars autours du Soleil : $T_M = 687\,jours$. $1\,jours = 86400s$
- Intensité de la pesanteur à la surface de la Terre : $g_0 = 9{,}8NKg^{-1}$.

On considère que Mars et le Soleil ont une symétrie sphérique de répartition de la masse
1- Détermination du rayon de la trajectoire de Mars et sa vitesse :On considère que le mouvement de Mars dans le référentiel héliocentrique est circulaire , sa vitesse est $\vec{v}$ et son rayon est r (on néglige les dimensions de Mars devant les distances le séparant du centre du Soleil et on néglige aussi les autres forces exercées sur lui devant l'attraction universelle exercée par le Soleil) .
1-1- représenter sur un schéma la force exercée par le Soleil sur Mars .
1-2- Écrire en fonction de : G, M_S, M_M, r ,l'expression de l'intensité $F_{S/M}$ de la force d'attraction universelle exercée par le Soleil sur Mars .
1-3- En appliquant la deuxième loi de newton , montrer que :
1-3-1- Le mouvement de Mars est circulaire uniforme .
1-3-2- La relation entre la période et le rayon est : $\frac{T_M^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$

et que la valeur de r est : $r = 2{,}3\times10^{11}m$.

1-4- Trouver la vitesse v .
2- Détermination de la masse de Mars et l'intensité de la pesanteur à sa surface :
On considère que le satellite Phobos est en mouvement circulaire uniforme autours de Mars à la distance $Z = 6000Km$ de sa surface .
La période de ce mouvement est $T_P = 460\,\text{min}$ (on néglige les dimensions de Phobos devant les autres dimensions) .
En étudiant le mouvement de Phobos dans un référentiel dont l'origine est confondue

avec le centre de Mars , et qu'on suppose galiléen, trouver :

Www.AdrarPhysic.Fr

2-1- La masse M_M de Mars .

2-2- L'intensité de la pesanteur $g_0(M)$ à la surface de Mars , et comparer la avec la valeur avec $g\ (M) = 3{,}8NKg^{-1}$ mesurée à sa surface moyenne des appareils sophistiqués .

Exercice :2

En Juillet 2004, la sonde européenne Cassini-Huygens nous a livré ses premiers clichés des anneaux de Saturne. Elle a également photographié Titan, le plus gros satellite de Saturne, situé à une distance R_T de Saturne. L'excentricité orbitale des satellites étant très faible, on supposera leurs trajectoires circulaires.

Dans tout l'exercice, on se place dans le référentiel saturno-centrique, centré sur Saturne et dont les trois axes sont dirigés vers trois étoiles lointaines supposées fixes.

On considère que la planète Saturne et ses satellites sont des corps dont la répartition des masses est à

symétrie sphérique. Les rayons des orbites des satellites sont supposés grands devant leur taille.

Données :$G = 6{,}67.10^{-11}SI$:

- constante de gravitation universelle. $G = 6{,}67.10^{-11}SI$
- Concernant Titan : $R_T = 1{,}22.10^{6}Km$ (rayon de l'orbite de Titan).
- Concernant Saturne : $R_S = 6{,}0.10^{4}Km$ (rayon de la planète Saturne).
- $T_S = 10h39min$ (période de rotation de Saturne sur elle-même).
- $M_S = 5{,}69.10^{26}Kg$ (masse de Saturne).

1- Quelques caractéristiques de Titan :

1-1- Forces

On considère que la seule force gravitationnelle exercée sur Titan provient de Saturne.

1-1-1- Nommer la (les) force(s) extérieure(s) appliquée(s) au satellite Titan, de masse M_T.

1-1-2- Représenter qualitativement sur un schéma, Saturne, Titan, et la (les) force(s) extérieure(s) appliquée(s) sur Titan.

1-1-3- Donner l'expression vectorielle de cette (ces) force(s).

1-2- Accélération et vitesse

On étudie le mouvement du centre d'inertie T de Titan. S est le centre d'inertie de Saturne. Soit $\vec{u}$ le vecteur unitaire porté par la droite ST dirigé de S vers T.

1-2-1- Exprimer son accélération vectorielle $\vec{a}$ en précisant la loi utilisée.

1-2-2- On se place dans la base orthonormée $(\vec{t},\vec{n})$centrée en T dans laquelle $\vec{t}$ est un vecteur unitaire porté par la tangente à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement et $\vec{n}$ un vecteur unitaire perpendiculaire à $\vec{t}$ et dirigé vers l'intérieur de la trajectoire $(\vec{t},\vec{n})$

On donne l'expression de $\vec{a}$ dans la base orthonormée $(\vec{t},\vec{n})$: $\vec{a} = a_t\vec{t} + a_n\vec{n}$

Donner les expressions littérales de a_t et de a_n en fonction de la vitesse v du satellite.

1-2-3- À quelle composante se réduit l'accélération vectorielle $\vec{a}$ de Titan dans la base orthonormée $(\vec{t},\vec{n})$? Compléter alors le schéma précédent, avec la base orthonormée $(\vec{t},\vec{n})$ et l'accélération $\vec{a}$ de Titan.

1-3- Type de mouvement

1-3-1- Montrer que le mouvement de Titan est uniforme.

1-3-2- Retrouver l'expression de la vitesse de Titan sur son orbite autour de Saturne

2- D'autres satellites de Saturne :

Après le survol de Titan, la sonde Cassini a survolé le satellite Encelade en février 2005.

On peut considérer que dans le référentiel saturno-centrique, Encelade à un mouvement de révolution circulaire uniforme, dont la période (en jour terrestre), est $T_E = 1{,}37$,et le rayon est R_E

2-1- Loi de Kepler

2-1-1- Retrouver la troisième loi de Kepler

2-1-2- Utiliser la troisième loi de Kepler pour déterminer la valeur du rayon R_E de l'orbite d'Encelade.

3- Sonde saturno-stationnaire :

On cherche dans cette partie à déterminer l'altitude h à laquelle devrait se trouver la sonde Cassini pour être saturno-stationnaire (immobile au-dessus d'un point de l'équateur de Saturne).

3-1- Quelle condition doit-on avoir sur les périodes T_S (rotation de Saturne sur elle-même)
et T_C (révolution de Cassini autour de Saturne) pour que la sonde soit « saturno-stationnaire »?

3-2- Altitude de la sonde

3-2-1- En utilisant la troisième loi de Kepler donnée à la question 2.1.1. , montrer que l'altitude h de la sonde peut se calculer avec la relation:

$h = \sqrt[3]{\frac{T_C^2.G.M_S}{4\pi^2}} - R_S$

3-2-2- Calculer la valeur de h .

Www.AdrarPhysic.Fr