UPMC

LP210 - Partie : Mouvement planétaire.

2010-2011 Semestre 1

Seconde session d'examen * Epreuve du mercredi 26 janvier 2011

Calculatrice autorisée. Epreuve sans document.

Ce texte d'examen est sur 2 pages.

Durée conseillée pour cette partie : 1 heure.

Il sera tenu compte de la clarté des calculs et de la présentation finale des résultats. On précisera toujours les unités.

Beaucoup de questions de ce texte sont des questions de cours. Répondez-y avec précision.

Saturne

* - Documents

Constante d'accélération centrale du Soleil : $\mu_0 = 1,327 \cdot 10^{20}$ uSI

Constante d'accélération centrale de Saturne : $\mu = 3,794 \cdot 10^{16}$ uSI

Orbite héliocentrique de Saturne :

– demi-grand axe $a = 9,538$ UA ;

– excentricité $e = 0,05415$

Rayon de Saturne : $R_S = 60268$ km

Période de rotation de Saturne : 10,659 heures

Masse volumique moyenne de Saturne : $\rho_S = 0,7 \cdot 10^3$ kg.m⁻³

On rappelle : 1 UA = 1,496 10⁸ km

1 - Orbite de Saturne

- Calculer (en année) la période de révolution de Saturne.
- Calculer (en UA) la distance maximale et la distance minimale de Saturne au Soleil.
- Calculer (en UA) la valeur b , le demi-petit axe, et la comparer à celle de a . Que peut-on en conclure ?

2 - Voyage vers Saturne

On envoie une sonde C vers Saturne. Pour cela on la met sur une orbite elliptique héliocentrique, dont le périhélie est sur l'orbite de la Terre et l'aphélie sur l'orbite de Saturne. On considère ici les orbites des planètes comme circulaires.

- Faire un schéma de la trajectoire elliptique de C .
- Calculer le temps de transfert de C , de la Terre à Saturne (ce type de transfert s'appelle le transfert d'Hohmann).

3 - Sphère d'influence

La sonde C est arrivée à proximité de Saturne et est mise en orbite autour de la planète. On désigne par O le centre du Soleil et par S le centre de Saturne. On note r la distance de C à S .

On considère la situation où C se situe exactement entre O et S .

a) Exprimer, à l'aide des grandeurs définies ci-dessus, l'accélération de Saturne sur C , notée γ_{SC} .

b) Exprimer l'accélération du Soleil sur C , notée γ_{OC} .

c) Exprimer l'accélération du Soleil sur Saturne, notée γ_{OS} .

d) Donner la définition de l'accélération différentielle, due au Soleil, qui s'exerce sur C .

e) Calculer cette accélération δ .

f) Calculer la valeur de r , notée r_1 , pour laquelle on a : $\gamma_{SC} = \delta$. L'exprimer en UA puis en km.

g) Donner la définition de la "sphère d'influence".

4 - Satellite planétostationnaire

On désire mettre C en orbite autour de Saturne, de telle sorte que C soit toujours à la verticale du même point de la planète (orbite planétostationnaire).

a) Quelles sont les caractéristiques générales de cette orbite. Calculer son rayon r_0 , en km.

b) Calculer l'altitude du satellite C .

5 - Limite de Roche

La relation donnant la limite de Roche est :

$$r_R = 2,4 \left(\frac{\rho_S}{\rho_T} \right)^{1/3} R_S$$

où ρ_T est la masse volumique d'un satellite naturel T (les grandeurs ρ_S et R_S sont définies plus haut). On donne : $\rho_T = 1.4 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.

a) Calculer r_R , la limite de Roche pour T , l'exprimer en km.

b) Tirer une conclusion à propos des anneaux de Saturne.