

DS n° 5 : Interactions et champs - Mouvements et Forces

1^{ère} spécialité Physique-Chimie - LMA - Poisson Florian

19 février 2022

Durée 1h30

L'usage de la calculatrice est autorisé.



Source: Sciences et avenir 12-06-2020 - Image ©NASA

Titan est un satellite naturel de Saturne. Cet astre a fait la curiosité de nombreux scientifiques du fait de certains paramètres semblables à la Terre, comme la présence d'eau gelée et l'existence de saisons. Il s'agit de la deuxième plus grosse Lune du système solaire après Ganymède (satellite de Jupiter).

La sonde européenne *Cassini-Huygens* est arrivée à proximité de Saturne en 2004, permettant de photographier pour la première fois les anneaux de Saturne ainsi que Titan.

Dans cet exercice, on notera T le centre de gravité de Titan, S celui de Saturne. On donne les paramètres suivants :

- Rayon de Saturne : $R_S = 5,82 \cdot 10^4$ km
- Rayon de Titan : $R_T = 2,57 \cdot 10^3$ km
- Distance Saturne-Titan : $d = 1,22 \cdot 10^6$ km
- Masse de Saturne : $M_S = 5,68 \cdot 10^{26}$ kg
- Masse de Titan : $M_T = 1,35 \cdot 10^{23}$ kg
- Constante gravitationnelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N.m².kg⁻²
- Période de révolution de Titan autour de Saturne : 16 jours
- Périmètre d'un cercle de rayon R : $2\pi R$

QUESTIONS

- 1 Force d'interaction gravitationnelle exercée par Saturne sur Titan
 - 1.1 Représenter sur l'**ANNEXE 1 A RENDRE AVEC LA COPIE** la force d'interaction gravitationnelle $\overrightarrow{F_{S/T}}$ exercée par Saturne sur Titan, sans se soucier de l'échelle.
 - 1.2 Donner l'expression de cette force en fonction des paramètres du problème.
 - 1.3 Exprimer et calculer l'intensité de cette force.
- 2 Représenter sur l'**ANNEXE 1 A RENDRE AVEC LA COPIE** quelques lignes du champ gravitationnel généré par Saturne.
- 3 Montrer que la vitesse de rotation de Titan autour de Saturne est proche de 20000 km/h.
- 4 Chronophotographie de l'orbite de Titan autour de Saturne
 - 4.1 En prenant comme échelle de vitesse 1cm pour 10 000 km/h, représenter sur l'**ANNEXE 2 A RENDRE AVEC LA COPIE** les vecteurs vitesse instantanée \vec{v}_4 et \vec{v}_6 .
 - 4.2 Construire graphiquement le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}_5$.
 - 4.3 Mesurer graphiquement la norme $\|\Delta\vec{v}_5\|$ du vecteur $\Delta\vec{v}_5$ et donner sa valeur en km/h.
 - 4.4 Que peut-on dire de la direction de ce vecteur $\Delta\vec{v}_5$?
 - 4.5 Exprimer, à l'aide de l'expression approchée de la seconde loi de Newton, la relation entre le vecteur force d'interaction gravitationnelle $\overrightarrow{F_{S/T}}$, la masse M_T de Titan, la variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ et Δt , où Δt représente la durée entre deux positions sur la chronophotographie.
 - 4.6 Est-ce cohérent avec votre réponse à la question 4.3. ?

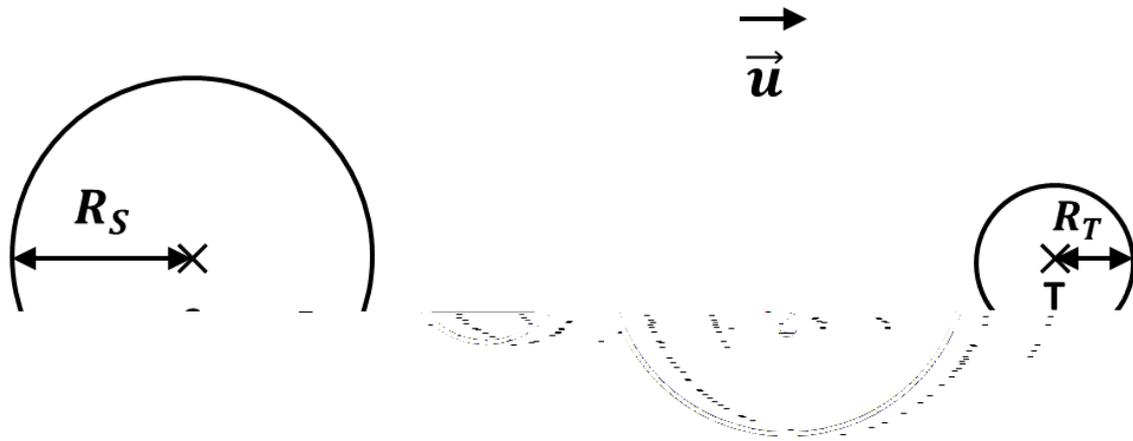
La sonde *Huygens*, transportée par l'orbiteur *Cassini* s'est ensuite mise en orbite autour de Titan avant d'amorcer sa descente vers sa surface.

- 5 On considère la sonde *Huygens* de masse $m = 350$ kg, située à la surface de Titan.
 - 5.1 Montrer, en utilisant l'expression de la force gravitationnelle, que l'intensité du champ de pesanteur à la surface de Titan a pour expression :

$$g_T = \frac{G \times M_T}{R_T^2}$$

- 5.2 Calculer la valeur de ce champ de pesanteur.
- 5.3 Le comparer à la valeur du champ de pesanteur à la surface de la Terre $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$. Commenter.

ANNEXE 1



ANNEXE 2

