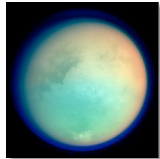


DEVOIR DE PHYSIQUE MAISON (1h00)

PREMIER EXERCICE: SATURNE, TITAN ET PAN

La planète Saturne est entourée de nombreux satellites et anneaux. On va s'intéresser particulièrement au plus gros de ses satellites : Titan. On supposera que la trajectoire de Titan autour de Saturne est circulaire.



Données :

- Masse de Saturne : M_S
- Masse de Titan : M_T
- Période de révolution de Titan : $T_T = 15 \text{ j } 22 \text{ h} \approx 15,9 \text{ jours}$
- Rayon de l'orbite de Titan : $r_T = 1,22 \times 10^6 \text{ km}$
- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$;
- Rayon de l'orbite de Pan : $r_p = 1,33 \times 10^5 \text{ km}$.

1) Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle exercée par Saturne sur Titan notée $\vec{F}_{S/T}$ en utilisant le vecteur unitaire \vec{u}_n dirigé du centre de Titan vers le centre de Saturne.

2) À l'aide de la seconde loi de Newton, établir l'expression vectorielle \vec{a} de l'accélération de Titan.

3) Montrer que l'accélération est centripète. En déduire que si son mouvement est circulaire, le mouvement de Titan est uniforme.

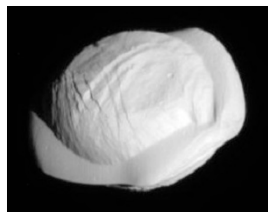
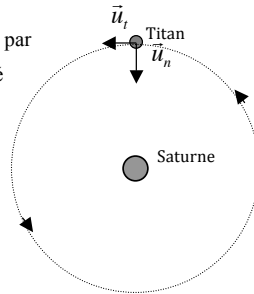
4) Montrer que la vitesse V de Titan s'écrit : $V = \sqrt{\frac{G \times M_S}{r_T}}$

5) En déduire l'expression de la période T_T de Titan puis montrer que la grandeur $\frac{T_T^2}{r_T^3}$ est constante.

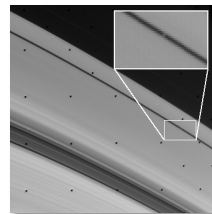
6) En déduire la valeur de la masse de Saturne M_S puis de la vitesse de Titan sur son orbite.

7) Pan est un autre satellite de Saturne en forme de ravioli (*première photo*). Cet étrange satellite orbite en plein milieu des anneaux de Saturne dans lequel il a tracé un sillon (*deuxième photo*).

Calculer la période de révolution T_p de Pan autour de Saturne en expliquant votre raisonnement.



L'étrange satellite Pan



Le sillon creusé par Pan dans les anneaux de Saturne

DEUXIEME EXERCICE: GRAVITATION ET FORME DE LA TERRE

DOCUMENT 1 :

Galilée est l'un des premiers à s'intéresser au mouvement des pendules simples. Il découvre en 1632 que la période du pendule (le temps pour faire un aller-retour) ne dépend ni de sa masse, ni de l'amplitude des oscillations (si celles-ci restent faibles) mais uniquement de sa longueur. Il est donc facile de déplacer un pendule et de reproduire partout les mêmes oscillations.

En 1659, Huygens trouve l'expression exacte de la période d'un pendule : $T = 2\pi \times \sqrt{\frac{L}{g}}$, où g est la pesanteur. La période dépend de la longueur L du pendule mais aussi d'un paramètre terrestre fondamental : g ... En 1690, dans son *Discours de la cause de la pesanteur*, Huygens indique que la longueur du pendule battant la seconde à Paris est de 3 pieds 8,66 lignes soit 0,9941 m. Cette valeur correspond à une pesanteur à Paris de $9,812 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (avec nos unités). Le pendule devient l'instrument de mesure de la pesanteur.

DOCUMENT 2 :

Les expéditions scientifiques du XVII^e siècle ont permis de mesurer avec une grande précision la longueur L du pendule battant la seconde (c'est à dire pour lequel $T=1\text{s}$). Voici leurs résultats :

DATE	NOM	LIEU	LATITUDE (environ)	L mesurée (en cm)
1671	Jean RICHER	Paris	49°	99,41
1672	Jean RICHER	Cayenne	5°	99,10
1671	J. PICARD	Uraniborg	56°	99,46
1698	P.COUPLET	Lisbonne	38°	99,30

Données :

- constante de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$;
- masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$;
- rayon moyen de la Terre : $R_T = 6,38 \times 10^6 \text{ m}$.

1) Intensité du champ de pesanteur

1.1. En expliquant votre raisonnement, montrer que l'accélération de la pesanteur g à la surface de la Terre, peut s'écrire :

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

1.2. Calculez avec deux chiffres significatifs la valeur moyenne de l'intensité de la pesanteur à la surface de la Terre.

2) La phase d'apesanteur

Expliquez pourquoi ce pendule a pu devenir l'instrument de mesure de la pesanteur et comment on a pu conclure à la fin du XVII^e siècle que la Terre est aplatie aux pôles. Argumentez votre réponse à l'aide des documents.