

CIMP, PHYSIQUE

épreuve 3 de contrôle continu

Mercredi 10 janvier 2007

Durée : 55 min

Aucun document n'est autorisé

On rappelle que les correcteurs sont sensibles à la lisibilité des copies, à l'orthographe ainsi qu'au style, lequel, en aucun cas, ne doit être télégraphique.

A. Questions de cours (8 points)

Ondes stationnaires sur une corde de guitare

1) Quelle est l'équation différentielle caractéristique d'une onde qui se propage selon un axe Ox ? Cette équation ressemble à une équation de diffusion. En quoi est-elle fondamentalement distincte ?

2) Qu'appelle-t-on onde stationnaire ? Donner sans démonstration l'expression générale d'une telle onde le long d'un axe Ox . Les ondes stationnaires, le long d'une corde, peuvent être considérées comme un ensemble d'oscillateurs harmoniques. Pourquoi ?

3) Une corde de guitare, de longueur $l = 60$ cm, est fixée à ses deux extrémités. Quelle est la plus grande longueur d'onde possible pour une onde stationnaire sur cette corde ? Sachant que la fréquence correspondante est celle du "la", soit $f = 440$ Hz, trouver la vitesse de propagation de l'onde progressive associée.

Quel est l'ordre de grandeur de la vitesse de propagation dans l'air de l'onde acoustique émise par une guitare ? Comparer cette célérité à celle dans l'eau. Commenter.

B. Problème (12 points)

Exploration de Titan par la sonde Cassini-Huygens

Le 15 octobre 1997, les agences spatiales européenne (ESA) et américaine (NASA) ont lancé la sonde Cassini-Huygens, destinée à l'observation du satellite naturel Titan de la planète Saturne. Après un voyage de 3,5 milliards de kilomètres, qui a duré 7 ans, l'orbiter Cassini, transportant la sonde Huygens, a été satellisé autour de Saturne.

Dans la suite, tous les objets planétaires considérés seront assimilés à des points matériels.

1. Quelle est l'expression de la force de gravitation qu'exerce Saturne S , de masse M_S , sur Titan T , de masse M_T , en fonction de la distance ST qui les sépare (Fig. 1 a) ? Calculer la valeur de cette force, ainsi que le champ de gravitation \mathcal{G}_S correspondant, en précisant leurs unités respectives.

2. On admet que T a un mouvement circulaire uniforme autour de S , par rapport au référentiel galiléen \mathcal{R}_S , d'origine le centre S de Saturne et d'axes définis par des étoiles éloignées.

a) Appliquer la deuxième loi de Newton à T dans \mathcal{R}_S .

b) En déduire l'expression de la vitesse de satellisation, en fonction de M_S et ST . Application numérique.

c) Trouver la période de révolution de Titan autour de Saturne ? Comparer cette période à celle d'un jour terrestre.

T.S.V.P.

3. a) Quel est le champ de gravitation \mathcal{G}_T produit par Titan sur sa surface, c'est-à-dire à la distance R_T de \mathcal{T} ? Comparer sa valeur à celle du champ de pesanteur terrestre.

b) Le 14 Janvier 2005, la sonde Huygens, de masse $M_H = 350$ kg, s'est détachée de *l'orbiter* Cassini et a plongé vers Titan, avec une vitesse de 6 km.s^{-1} , à une altitude de 300 km. Freinée d'abord par l'atmosphère de Titan, puis par un parachute, sa vitesse a été réduite jusqu'à 6 m.s^{-1} lors du contact avec le sol de Titan (Fig. 1 b).

Calculer la variation d'énergie cinétique, entre l'altitude de 300 km et la surface, ainsi que la variation de l'énergie potentielle de gravitation, sachant que l'on peut admettre que le champ \mathcal{G}_T est uniforme et qu'il a la valeur calculée en 3.a).

c) À l'aide du théorème de l'énergie mécanique, calculer le travail des forces de frottement qui ont freiné la sonde.

Fig. 1 a

Fig. 1 b

Constante fondamentale et données physiques

Constante de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$

Masse de la Terre : $M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$

Masse de Saturne : $M_S = 105,65 \times M_T$

Masse de Titan : $M_{\mathcal{T}} = 0,0225 \times M_T$

Rayon de Titan : $R_{\mathcal{T}} = 2,575 \times 10^6 \text{ m}$

Distance Saturne-Titan : $ST = 1,222 \times 10^9 \text{ m}$.