Calculatrice autorisée

Exercice 1 : Titan, un satellite de Saturne

7 points

Le satellite Titan, de centre T, se trouve à une distance pratiquement constante $d = 1{,}22 \times 10^6\,\text{km}$ du centre S de Saturne.

Données :

- masse de Saturne : $m_\text{S} = 5{,}68 \times 10^{26}\,\text{kg}$;
- masse de Titan : $m_\text{T} = 1{,}35 \times 10^{23}\,\text{kg}$;
- rayon de Titan : $R_\text{T} = 2\,575\,\text{km}$;
- constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\,\text{N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$.



Les distances et les tailles ne sont pas à l'échelle.

1) Donner l'expression de la valeur $F_{\text{S/T}}$ de la force d'interaction gravitationnelle exercée par Saturne sur Titan, puis la calculer.

2) Représenter sur le schéma ci-dessus (à compléter sur le sujet) la force $\overrightarrow{F_{\text{S/T}}}$, avec l'échelle : $\boxed{1{,}0\,\text{cm pour } 1{,}0 \times 10^{21}\,\text{N}}$.

La mission Cassini-Huygens, lancée le 15 octobre 1997, est une mission commune de la NASA et de l'ESA destinée à l'exploration de Saturne et de son environnement. Le module Huygens, de masse $m_\text{H} = 319\,\text{kg}$, a été largué par la sonde Cassini vers Titan; il a photographié sa surface pendant sa descente. À l'altitude h où il est entré dans l'atmosphère de Titan, la force d'interaction gravitationnelle exercée par Titan sur le module avait pour valeur $F_{\text{T/H}} = 194\,\text{N}$.

3) Exprimer l'altitude h du module, mesurée à partir de la surface de Titan, en fonction de G, m_T, m_H, $F_{\text{T/H}}$ et R_T, puis calculer sa valeur en kilomètres.

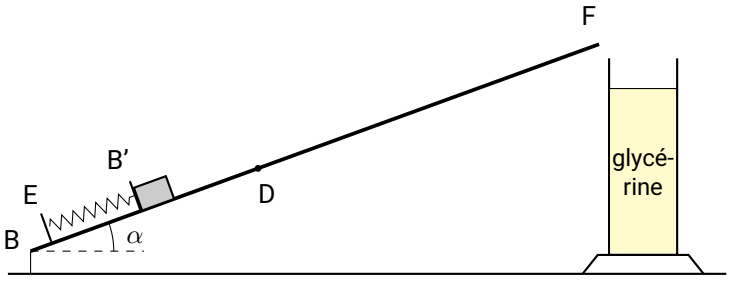
Exercice 2 : Mouvement d'un palet

13 points

1) Énoncer le principe d'inertie.

Un palet en acier peut se déplacer dans une gouttière inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Lancé par un ressort, il franchit le point D avec une certaine vitesse. La gouttière n'est pas fermée à son extrémité F : le palet la quitte librement et tombe dans une éprouvette remplie de glycérine (figure 1).

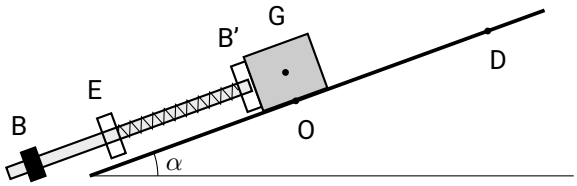
Figure 1 : le dispositif



Partie A : Propulsion du palet

Le propulseur, placé en bas de la gouttière, est un ressort enfilé sur une tige (figure 2). Le ressort est accroché en E ; à son autre bout, la butée B' pousse le palet aussi longtemps que le ressort reste comprimé. On note G le centre du palet.
Pour lancer le palet, on tire la tige vers l'arrière : le ressort se comprime jusqu'à ce que le centre du palet arrive en O, point de la gouttière qui repère cette position de départ (figure 2). On relâche alors la tige et le ressort se détend en poussant le palet.
Tous les frottements sont négligeables.

Figure 2 : zoom sur le propulseur



2) Quel est le système étudié ? Dans quel référentiel étudie-t-on son mouvement ?

3) Nommer les forces qui s'exercent sur le palet lorsqu'il est au point O, à l'instant où la tige est relâchée, puis les représenter sans souci d'échelle sur un schéma.

Le mouvement du palet est filmé, puis la vidéo est exploitée avec un logiciel de pointage. On obtient les positions successives du centre du palet entre O et D, à intervalles de temps égaux :



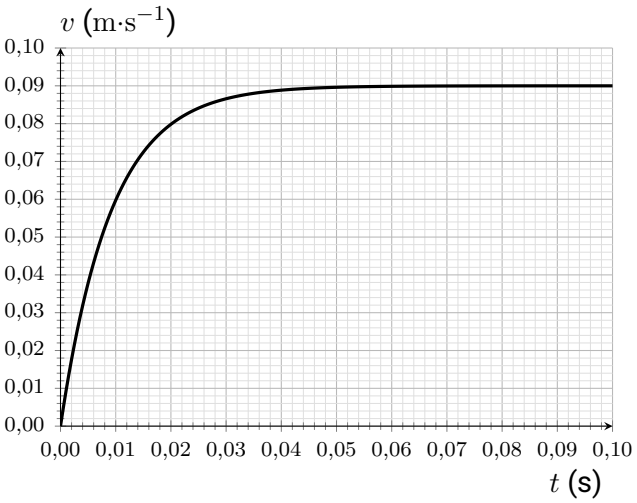
4) Que peut-on dire des forces qui s'exercent sur le palet entre O et D ? Justifier.

Partie B : Chute du palet dans l'éprouvette

Le palet arrive en F avec une vitesse quasi nulle ; on prend $t = 0$ à son entrée dans la glycérine, où il chute verticalement. On admet qu'il y est soumis, en plus de son poids, à une force de frottement fluide exercée par la glycérine ; on néglige la poussée d'Archimède. Le pointage de la chute donne l'évolution de la vitesse v du palet au cours du temps (graphique ci-contre).

Données :

- masse du palet : $m = 40{,}0\,\text{g}$;
- intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\,\text{N·kg}^{-1}$;
- valeur de la force de frottement fluide : $f = k \times v$, où k est un coefficient qui dépend du fluide et v la vitesse du palet dans le fluide, en m·s^{-1}.



5) Dans l'éprouvette, le palet est-il en chute libre ? Justifier.

6) Que peut-on dire des forces qui s'exercent sur le palet à partir de la date $t = 0{,}06\,\text{s}$? Justifier.

7) En déduire la valeur du coefficient k pour la glycérine, avec son unité. Expliquer la démarche.

Voir le corrigé
scanner ou cliquer