Devoir surveillé – mouvement et interactions, principe d'inertie — niveau ★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique-chimie 2nde

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – La moto-caméra du contre-la-montre *(4 pts)*

Lors d'un contre-la-montre, une moto-caméra filme un coureur cycliste. Sur une longue ligne droite, le coureur roule à 50,4 km·h^{-1} constants par rapport à la route ; la moto le suit à la même vitesse, toujours à la même distance derrière lui. L'axe est orienté dans le sens de la course.

a) Convertis la vitesse du coureur en m·s^{-1}. Quelle est la nature de son mouvement dans le référentiel terrestre ? Justifie.

b) Décris le mouvement du coureur dans le référentiel de la moto, puis donne la vitesse algébrique de la route dans ce même référentiel.

c) L'épreuve, longue de 12,6 km, a duré 16 min 40 s pour ce coureur. Calcule sa vitesse moyenne en m·s^{-1} puis en km·h^{-1}. Propose une raison pour laquelle elle est plus faible que sa vitesse sur la ligne droite.

d) Sur la ligne droite, que peut-on dire des forces qui s'exercent sur le système {coureur + vélo} ? Justifie, puis explique à quoi sert alors le pédalage.

Exercice 2 – Le marteau et la plume sur la Lune *(4 pts)*

En 1971, à la fin de la dernière sortie de la mission Apollo 15 sur la Lune, l'astronaute David Scott lâche ensemble, d'environ 1,6 m de haut, un marteau de géologue de 1,32 kg et une plume de faucon : ils touchent le sol en même temps. La Lune n'a pratiquement pas d'atmosphère. Une reconstitution donne les positions du marteau toutes les $\tau = 0{,}20$ s, alignées sur une verticale :

Intervalle	M_0M_1	M_1M_2	M_2M_3	M_3M_4	M_4M_5
distance (cm)	3,24	9,72	16,20	22,68	29,16

Donnée : intensité de la pesanteur lunaire $g_L = 1{,}62$ N/kg.

a) Fais le bilan des forces qui s'exercent sur le marteau après le lâcher, puis calcule la valeur de son poids sur la Lune. Comment appelle-t-on ce type de chute ?

b) Calcule les valeurs approchées v_1 et v_3 de la vitesse du marteau, en m·s^{-1}.

c) Précise la nature du mouvement du marteau dans le référentiel lié au sol lunaire, puis le sens de la variation du vecteur vitesse entre M_1 et M_3. Est-ce cohérent avec les forces ? Justifie.

d) Sur Terre, une plume lâchée descend lentement, à vitesse presque constante. Que peut-on en déduire sur les forces qui s'exercent sur elle ? Pourquoi n'est-ce pas le cas sur la Lune ?

Exercice 3 – Vrai ou faux ? Justifie *(4 pts)*

Pour chaque affirmation, réponds « vrai » ou « faux » et justifie par une phrase ou un calcul.

a) « Un ballon posé, immobile, sur le sol ne subit aucune force. »

b) « Un robot passe en 1,5 s de M(0,5 ; 1,0) à M′(2,9 ; 2,8), coordonnées en mètres, en parcourant 3,6 m. Sa vitesse moyenne est plus grande que la norme de son vecteur vitesse moyenne. »

c) « Une lampe pend, immobile, au bout d'un fil vertical : la force exercée par le fil sur la lampe et le poids de la lampe ont la même valeur, mais ce ne sont pas deux forces réciproques. »

d) « Une vitesse algébrique de $-3{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ est forcément une erreur de calcul : une vitesse ne peut pas être négative. »

Exercice 4 – Le sac de frappe *(4 pts)*

Dans une salle de boxe, un sac de frappe de masse 32,0 kg est suspendu, immobile, à une chaîne verticale accrochée au plafond ; la chaîne est fixée au point A, au sommet du sac. L'action de l'air est négligée ; $g = 9{,}81\ \text{N/kg}$ sur Terre.

a) Établis le diagramme objet-interactions du système {sac} et fais le bilan des forces qui s'exercent sur lui.

b) Calcule la valeur du poids du sac, puis déduis-en les quatre caractéristiques de la force exercée par la chaîne sur le sac. Justifie, puis donne la longueur de la flèche qui la représente à l'échelle 1 cm pour 100 N.

c) La chaîne casse si elle doit exercer sur le sac une force de plus de 600 N. Quelle est la masse maximale d'un sac que l'on peut y suspendre, immobile ? Justifie.

d) Un boxeur frappe le sac : pendant le contact, son gant exerce sur le sac une force horizontale de 900 N. Pendant le coup, les forces qui s'exercent sur le sac se compensent-elles ? Quel effet a cette action ? Quelle force le sac exerce-t-il sur le gant ? Nomme le principe utilisé.

Exercice 5 – Le télescope spatial Hubble *(4 pts)*

Le télescope spatial Hubble, de masse $1{,}11 \times 10^{4}$ kg, tourne autour de la Terre, dans le référentiel géocentrique, sur une orbite presque circulaire, à environ 570 km d'altitude et à vitesse de valeur constante. À cette altitude, l'action de l'air raréfié est négligée. Données : masse de la Terre $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg ; rayon de la Terre $R_T = 6{,}37 \times 10^{6}$ m ; $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$; $g = 9{,}81\ \text{N/kg}$ au sol. Le vecteur unitaire $\vec{u}$ est orienté du centre de la Terre vers Hubble.

a) Calcule la distance d entre le centre de la Terre et Hubble, puis la valeur de la force exercée par la Terre sur Hubble.

b) Écris cette force à l'aide du vecteur $\vec{u}$, puis précise son point d'application, sa direction et son sens.

c) Calcule le poids de Hubble au sol, avant son lancement. Un élève affirme : « En orbite, Hubble est en apesanteur : la Terre ne l'attire plus. » Corrige-le à l'aide de tes résultats.

d) Fais le bilan des forces qui s'exercent sur Hubble en orbite. Se compensent-elles ? Justifie de deux façons : par le bilan, puis par la trajectoire.

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).