Corrigé et barème – mouvement et interactions, principe d'inertie — niveau ★★★

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

Exercice 1 – Problème — La fusée à eau *(6 pts)*

a) La fusée exerce sur l'eau une force vers le bas, qui l'éjecte ; d'après le **principe des actions réciproques**, l'eau exerce sur la fusée une force de même droite, de même valeur, de sens opposé : vers le haut (0,5 pt). C'est cette force, appliquée à la fusée, qui la propulse. (0,5 pt) (1,2)

b) La vitesse, vers le haut, augmente : $\Delta\vec{v}$ est vers le haut, donc la somme des forces aussi (contraposée du principe d'inertie) (0,5 pt). Les autres forces (poids, air) étant vers le bas, la force exercée par l'eau est **plus grande que le poids**. (0,5 pt) (1,2)

c) $\Delta v = -3{,}5$; $-3{,}1$; $-2{,}8$; $-2{,}5$; $-2{,}3$ m·s^{-1} (0,5 pt). En chute libre, la vitesse varierait de la même quantité pour des durées égales : ce n'est pas le cas, la fusée **n'est pas en chute libre**, l'action de l'air n'est pas négligeable (0,5 pt). $\Delta v < 0$: $\Delta\vec{v}$ et la somme des forces sont vers le bas ; l'air freine la fusée, son action est vers le bas, opposée au mouvement de montée. (0,5 pt) (1,2)

d) $P = 0{,}180 \times 9{,}81 \approx$ **1,77 N**, vertical, vers le bas (0,5 pt). Deux objets reliés à la fusée : la Terre (pointillés) et l'air (trait plein) ; l'eau, éjectée, ne touche plus la fusée et n'exerce plus de force (0,5 pt). Aucune force ne pousse donc la fusée vers le haut : le poids et l'action de l'air sont vers le bas ; elle monte grâce à sa vitesse acquise, qui diminue. (0,5 pt) (1,2)

e) Mouvement rectiligne uniforme : d'après le principe d'inertie, la force de l'air compense le poids (0,5 pt) : verticale, vers le haut, de valeur $0{,}195 \times 9{,}81 \approx$ **1,91 N**. (0,5 pt) (1,2)

Méthode — pour savoir si un objet est en chute libre, je compare les variations de vitesse sur des durées égales : égales, le poids seul agit ; différentes, une autre force (souvent l'air) intervient.

Exercice 2 – Enquête — Une sonde entre la Terre et la Lune *(4 pts)*

a) $F_{T/S} = G \times M_T \times m \div ST^2 = 6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}97 \times 10^{24} \times 1\,200 \div (3{,}79 \times 10^{8})^2 \approx$ **3,33 N** (0,5 pt) ; $F_{L/S} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times 7{,}35 \times 10^{22} \times 1\,200 \div (6{,}00 \times 10^{7})^2 \approx$ **1,63 N**, distances entre les centres. (0,5 pt) (1,33333)

b) Non : elles sont dirigées vers T et vers L, donc perpendiculaires ; elles n'ont pas la même direction (0,5 pt). Somme : $\sqrt{(3{,}33^2 + 1{,}63^2)} \approx$ **3,71 N** ; $\tan\alpha = 1{,}63 \div 3{,}33 \approx 0{,}49$, d'où $\alpha \approx$ **26°** par rapport à (ST), du côté de la Lune (0,5 pt). $3{,}33 + 1{,}63 = 4{,}96$ N : il a additionné les valeurs, ce qui n'est permis que pour des forces de même direction et de même sens. (0,5 pt) (1,33333)

c) Non (0,5 pt) : la somme des forces vaut 3,71 N, elle n'est pas nulle ; d'après la contraposée du principe d'inertie, le vecteur vitesse de la sonde **varie** (0,5 pt) : en valeur, en direction ou les deux ; le mouvement ne peut être ni le repos ni rectiligne uniforme, même moteurs coupés. (0,5 pt) (1,33333)

Erreur fréquente — prendre une distance au carré déjà au carré, ou oublier le carré : je calcule d'abord ST^2 et SL^2, puis je vérifie l'ordre de grandeur (quelques newtons pour une sonde d'une tonne, loin des deux astres).

Exercice 3 – Corriger une copie — Le programme de pointage *(5 pts)*

a) **Fausse** : dt est en millisecondes ; il faut **dt = 0.040** (s). Le programme affiche alors 1,30 ; 1,275 ; 1,25 ; 1,225 ; 1,20 m·s^{-1} : la boule roule à plus de 1 m·s^{-1}. (1 pt : 0,5 pour l'erreur, 0,5 pour les bonnes valeurs) (1)

b) **Fausse** : les écarts valent 0,052 ; 0,051 ; 0,050 ; 0,049 ; 0,048 m, ils diminuent régulièrement (0,5 pt). Points alignés et écarts décroissants : mouvement **rectiligne ralenti**. (0,5 pt) (1)

c) **Fausse** : $\Delta \text{v} = \text{v}[4] - \text{v}[0] = 1{,}20 - 1{,}30 = -0{,}10\ \text{m·s}^{-1}$, le vecteur vitesse varie ; d'après la contraposée du principe d'inertie, les forces **ne se compensent pas** (0,5 pt). Leur somme a le sens de $\Delta\vec{v}$, opposé au mouvement : les frottements du sol et de l'air ne sont pas compensés. (0,5 pt) (1)

d) **Fausse** : $\text{v}[4] = (\text{x}[5] - \text{x}[4]) \div \text{dt}$ approche la vitesse en $\mathbf{M_4}$ (0,5 pt). Six positions ne donnent que cinq vitesses : la dernière position n'a pas de suivante, on ne calcule pas de vitesse en M_5. (0,5 pt) (1)

e) **Juste** (0,5 pt) : le centre suit une droite, ce qui suffit pour la nature du mouvement ; mais la boule tourne sur elle-même, et un point de sa surface ne suit pas la trajectoire du centre : cette rotation est perdue. (0,5 pt) (1)

Piège — un programme juste avec des unités fausses donne des résultats faux : avant de lire un affichage, je vérifie que les positions sont en mètres et dt en secondes.

Exercice 4 – Le ravitaillement en vol *(5 pts)*

a) $540 \div 3{,}6 = 150\ \text{m·s}^{-1}$; $\text{v}_{\text{chasseur/sol}} = \text{v}_{\text{chasseur/ravitailleur}} + \text{v}_{\text{ravitailleur/sol}}$, d'où $\text{v}_{\text{chasseur/ravitailleur}} = 151{,}2 - 150 = \mathbf{+1{,}2\ m·s^{-1}}$ (0,5 pt). Durée : $18 \div 1{,}2 = \mathbf{15\ s}$. (0,5 pt) (1)

b) Immobile dans le référentiel du ravitailleur ; **rectiligne uniforme** à 150 m·s^{-1} dans le référentiel terrestre (0,5 pt). D'après le principe d'inertie, appliqué dans le référentiel terrestre, les forces qui s'exercent sur lui **se compensent**. (0,5 pt) (1)

c) Trois objets reliés au chasseur : la Terre (pointillés), l'air (trait plein) et le tuyau de ravitaillement (trait plein) (0,5 pt). Le ravitailleur ne le touche que par le tuyau : il n'est pas relié directement au chasseur. (0,5 pt) (1)

d) $\text{P} = 15{,}0 \times 10^3 \times 9{,}81 \approx \mathbf{1{,}47 \times 10^5\ N}$, puis $18{,}0 \times 10^3 \times 9{,}81 \approx \mathbf{1{,}77 \times 10^5\ N}$ (0,5 pt). Pour que les forces verticales restent compensées, l'action verticale de l'air doit augmenter avec le poids, jusqu'à $1{,}77 \times 10^5$ N (environ $2{,}94 \times 10^4$ N de plus). (0,5 pt) (1)

e) 1re erreur : il n'est immobile que dans le référentiel du ravitailleur ; dans le référentiel terrestre, il va à 150 m·s^{-1} (0,5 pt). 2e erreur : des forces qui se compensent ne sont pas absentes ; la poussée des moteurs compense les frottements de l'air : moteurs coupés, la somme des forces serait vers l'arrière et le chasseur ralentirait. (0,5 pt) (1)

Piège — « immobile » n'a de sens qu'avec un référentiel : le chasseur est immobile par rapport au ravitailleur mais file à 540 km·h^{-1} par rapport au sol, où l'on applique le principe d'inertie.

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).