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

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

Exercice 1 – Les deux remorqueurs *(4 pts)*

a) Non : elles sont perpendiculaires, et deux forces ne se compensent que si elles ont la même direction (0,5 pt). Bout à bout, elles forment un triangle rectangle : $S = \sqrt{((2{,}4\times10^5)^2+(1{,}0\times10^5)^2)} = \mathbf{2{,}6\times10^5\ N}$. (0,5 pt) (1)

b) $\tan\alpha = F_B \div F_A = 1{,}0\div2{,}4 \approx 0{,}417$, d'où $\alpha \approx \mathbf{22{,}6^\circ}$ (0,5 pt). $\vec{S}$ est horizontale, orientée vers le nord-est, à 22,6° de l'est vers le nord. (0,5 pt) (1)

c) Mouvement rectiligne uniforme : d'après le principe d'inertie, les forces se compensent, donc $\vec{F_A}+\vec{F_B}+\vec{f}=\vec{0}$ et $\vec{f}=-\vec{S}$ (0,5 pt). $\vec{f}$: même direction que $\vec{S}$, sens opposé (vers le sud-ouest, à 22,6° de l'ouest vers le sud), valeur $\mathbf{2{,}6\times10^5\ N}$. (0,5 pt) (1)

d) **Principe des actions réciproques** (0,5 pt) : force appliquée à l'extrémité du câble A attachée au cargo, horizontale, dirigée vers l'ouest (vers le cargo), de valeur $2{,}4\times10^5$ N. (0,5 pt) (1)

Méthode — deux forces perpendiculaires s'additionnent par le théorème de Pythagore pour la valeur, et par la tangente pour l'angle ; on n'additionne jamais leurs valeurs.

Exercice 2 – Le chariot de courses lâché *(6 pts)*

a) Écarts : 0,600 ; 0,576 ; 0,552 ; 0,528 ; 0,504 ; 0,480 m (0,5 pt). Positions alignées, écarts décroissants à τ constant : mouvement **rectiligne ralenti**. (0,5 pt) (1)

b) $v_1 \approx M_1M_2 \div \tau = 0{,}576\div0{,}40 = \mathbf{1{,}44\ m\cdot s^{-1}}$ (0,5 pt) ; $v_4 \approx M_4M_5 \div \tau = 0{,}504\div0{,}40 = \mathbf{1{,}26\ m\cdot s^{-1}}$. (0,5 pt) (1)

c) $1{,}44\div0{,}5 \approx \mathbf{2{,}9\ cm}$ et $1{,}26\div0{,}5 \approx \mathbf{2{,}5\ cm}$, flèches sur la droite de la trajectoire, dans le sens du mouvement (0,5 pt). $\Delta v = 1{,}26-1{,}44 = \mathbf{-0{,}18\ m\cdot s^{-1}}$: $\Delta\vec{v}$ a la direction du mouvement et le sens opposé. (0,5 pt) (1)

d) Deux objets reliés au chariot : la Terre (pointillés) et le sol (trait plein) ; Noah ne le touche plus (0,5 pt). Le vecteur vitesse varie : d'après la contraposée du principe d'inertie, les forces **ne se compensent pas** ; leur somme a le sens de $\Delta\vec{v}$, vers l'arrière : $\vec{P}$ et $\vec{R}$ se compensent, $\vec{f}$ ne l'est pas. (0,5 pt) (1)

e) Après le lâcher, Noah ne touche plus le chariot : il n'exerce plus aucune force, rien ne « s'épuise » (0,5 pt). Le chariot ralentit parce que les frottements du sol ne sont pas compensés ; sans eux, il garderait sa vitesse. (0,5 pt) (1)

f) Mouvement rectiligne uniforme : les forces se compensent, donc la poussée est horizontale, vers l'avant, de valeur **3,8 N**, égale aux frottements (0,5 pt). Verticalement, $R = P = 25\times9{,}81 \approx \mathbf{245\ N}$. (0,5 pt) (1)

Piège — un mouvement n'a pas besoin d'une force dans son sens : le chariot avance encore alors que la somme des forces est orientée vers l'arrière. C'est le sens de Δv, pas celui de la vitesse, qui donne le sens de la somme.

Exercice 3 – Encelade, la lune aux geysers *(5 pts)*

a) $F = G \times M_S \times M_E \div d^2 = 6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}68 \times 10^{26} \times 1{,}08 \times 10^{20} \div (2{,}38 \times 10^{8})^2 \approx \mathbf{7{,}22 \times 10^{19}\ N}$. (1 pt : 0,5 pour la relation, 0,5 pour le calcul) (1)

b) Principe des actions réciproques : $\vec{F}_{E/S} = -\vec{F}_{S/E} = G\,\dfrac{M_S\,M_E}{d^2}\,\vec{u}$, soit $\vec{F}_{E/S} = 7{,}22 \times 10^{19}\ \text{N} \times \vec{u}$ (0,5 pt). Signe « + » : Encelade attire Saturne vers elle, de Saturne vers Encelade, dans le sens de $\vec{u}$. (0,5 pt) (1)

c) Longueur de l'orbite : $2\pi \times 2{,}38 \times 10^{8} \approx 1{,}495 \times 10^{9}$ m ; durée : $1{,}37 \times 24 \times 3\,600 = 118\,368$ s (0,5 pt). $v = 1{,}495 \times 10^{9} \div 118\,368 \approx \mathbf{1{,}26 \times 10^{4}\ m\cdot s^{-1}}$, environ 12,6 km par seconde. (0,5 pt) (1)

d) La trajectoire est circulaire : la direction du vecteur vitesse change, donc d'après la contraposée du principe d'inertie, les forces ne se compensent pas ; la seule force est l'attraction de Saturne (0,5 pt). Sans elle, d'après le principe d'inertie, Encelade partirait en ligne droite, à vitesse constante ($\approx 1{,}26 \times 10^{4}$ m·s^{-1}) : mouvement rectiligne uniforme. (0,5 pt) (1)

e) $g_E = G \times M_E \div R_E^2 = 6{,}67 \times 10^{-11} \times 1{,}08 \times 10^{20} \div (2{,}52 \times 10^{5})^2 \approx \mathbf{0{,}113\ N/kg}$ (0,5 pt). $9{,}81 \div 0{,}113 \approx \mathbf{87}$ (86 ou 87 selon l'arrondi de g_E) : la pesanteur y est environ 87 fois plus faible. (0,5 pt) (1)

Astuce — pour écrire la force exercée par l'autre corps, inutile de tout recalculer : le principe des actions réciproques donne la même valeur et un sens opposé, donc le signe opposé devant $\vec{u}$.

Exercice 4 – Le colis sur le tapis élévateur *(5 pts)*

a) Référentiel du tapis : le colis est **immobile** (0,5 pt). Référentiel terrestre : **rectiligne uniforme** à 0,45 m·s^{-1} ; durée $\Delta t = 9{,}0 \div 0{,}45 = \mathbf{20\ s}$. (0,5 pt) (1)

b) Deux objets reliés au colis : la Terre (pointillés) et le tapis (trait plein) (0,5 pt). Deux forces : le poids $\vec{P}$ et la force $\vec{R}$ exercée par le tapis. (0,5 pt) (1)

c) Mouvement rectiligne uniforme : d'après le principe d'inertie, $\vec{R}$ compense $\vec{P}$: appliquée au centre de la surface de contact, verticale, vers le haut, $R = P = 12{,}5 \times 9{,}81 \approx \mathbf{123\ N}$ (0,5 pt). Non : le tapis est incliné, et $\vec{R}$, verticale, n'est pas perpendiculaire au tapis ; c'est la marque des frottements, qui empêchent le colis de glisser. (0,5 pt) (1)

d) Non (0,5 pt) : immobile ou en mouvement rectiligne uniforme, c'est la même conclusion, les forces se compensent ; $\vec{R}$ compense toujours $\vec{P}$: verticale, vers le haut, 123 N. (0,5 pt) (1)

e) Vitesse de l'agent par rapport au sol : $-0{,}75$ m·s^{-1} (il descend) (0,5 pt). $v_{\text{colis/sol}} = v_{\text{colis/agent}} + v_{\text{agent/sol}}$, soit $0{,}45 = v_{\text{colis/agent}} + (-0{,}75)$, d'où $v_{\text{colis/agent}} = 0{,}45 + 0{,}75 = \mathbf{1{,}20\ m\cdot s^{-1}}$, positive : le colis monte par rapport à l'agent. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — croire que le support pousse toujours perpendiculairement : ce n'est vrai que sans frottement. Ici, l'équilibre du colis impose une force verticale, donc inclinée par rapport au tapis.

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).