Corrigé et barème – Forces et approche de la deuxième loi de Newton

Bilan des forces, somme vectorielle et projections ; principe d'inertie ; approche de la deuxième loi de Newton pour estimer une force à partir d'un mouvement filmé ; prévoir une variation de vitesse, rôle de la masse et simulation en Python ; principe des actions réciproques.

Durée : 90 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie 1re

Exercice 1 – Une enseigne suspendue ★★ *(4 pts)*

a) Système : l'enseigne, modélisée par un point matériel ; référentiel terrestre supposé galiléen (0,5 pt). Deux forces : le poids, vertical vers le bas, et la tension du câble, verticale vers le haut (0,5 pt). (1)

b) $P = 12 \times 9{,}81 = 117{,}72$ N (0,5 pt). L'enseigne est immobile : d'après le principe d'inertie, les forces se compensent, donc $\mathbf{T = P \approx 118\ N}$, verticale vers le haut (0,5 pt). (1)

c) Principe des actions réciproques : même droite d'action (la verticale du câble), même valeur, **118 N** (0,5 pt) ; sens opposé, vers le bas, appliquée au câble, et absente du bilan de l'enseigne (0,5 pt). (1)

d) Sur un axe vertical vers le haut, $T - P \approx m\,\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ (0,5 pt), donc $\dfrac{\Delta v}{\Delta t} \approx \dfrac{300 - 117{,}72}{12} \approx \mathbf{15{,}2\ m\cdot s^{-2}}$ au plus, $\Delta\vec{v}$ vers le haut (0,5 pt). (1)

Erreur fréquente — La force de l'enseigne sur le câble et le poids ont la même valeur, mais ce ne sont pas les mêmes forces : l'une s'exerce sur le câble, l'autre sur l'enseigne.

Exercice 2 – Le démarrage d'un cycliste ★★ *(4 pts)*

a) $\Delta v = 3{,}4 - 0 = 3{,}4$ m·s^{-1} (0,5 pt) ; $\Delta\vec{v}$ a la direction du mouvement et son sens, puisque la vitesse augmente (0,5 pt). (1)

b) $\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{3{,}4}{2{,}0} = 1{,}7$ m·s^{-2} (0,5 pt) ; $\sum F \approx 76 \times 1{,}7 = 129{,}2$ N, soit **129 N**, dans la direction et le sens du mouvement (0,5 pt). (1)

c) $\Delta v = 7{,}2 - 6{,}0 = 1{,}2$ m·s^{-1} et $\dfrac{1{,}2}{2{,}0} = 0{,}60$ m·s^{-2} (0,5 pt) ; $\sum F \approx 76 \times 0{,}60 = 45{,}6$ N, toujours dans le sens du mouvement (0,5 pt). (1)

d) La somme des forces diminue : les frottements, qui augmentent avec la vitesse, compensent une part croissante de la force motrice (0,5 pt). Si elle s'annulait, la vitesse deviendrait constante, d'après le principe d'inertie (0,5 pt). (1)

Méthode — La vitesse augmente encore alors que la somme des forces a beaucoup diminué : c'est la variation de vitesse, pas la vitesse, qui renseigne sur les forces.

Exercice 3 – La cabine d'un funiculaire ★★ *(4 pts)*

a) Référentiel terrestre supposé galiléen. Poids, vertical vers le bas (0,5 pt) ; réaction normale, perpendiculaire à la voie ; tension, parallèle à la voie, vers le haut (0,5 pt). (1)

b) Mouvement rectiligne uniforme : $\vec{P} + \vec{R}_N + \vec{T} = \vec{0}$; sur l'axe de la voie orienté vers le haut, $T - mg\sin\alpha = 0$ (0,5 pt). Avec $mg = 12\,000 \times 9{,}81 = 117\,720$ N : $T = 117\,720 \times \sin 20° \approx \mathbf{4{,}03 \times 10^4}$ **N** (0,5 pt). (1)

c) Sur l'axe perpendiculaire à la voie, $R_N - mg\cos\alpha = 0$ (0,5 pt), donc $R_N = 117\,720 \times \cos 20° \approx \mathbf{1{,}11 \times 10^5}$ **N** (0,5 pt). (1)

d) Sur l'axe de la voie, $T - mg\sin\alpha \approx m\,\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ (0,5 pt), donc $T \approx 40\,263 + 12\,000 \times 0{,}50 \approx \mathbf{4{,}63 \times 10^4}$ **N** (0,5 pt). (1)

Méthode — Sur un plan incliné, on projette selon la pente et perpendiculairement : le poids se décompose en mg sin α et mg cos α.

Exercice 4 – Une balle de tennis lancée vers le haut ★★ *(4 pts)*

a) Le poids s'exerce toujours, vertical vers le bas ; l'action de l'air est nulle à cet instant, car la vitesse est nulle (0,5 pt). L'élève confond $\vec{v} = \vec{0}$ et $\sum \vec{F} = \vec{0}$: $\Delta\vec{v}$ reste vers le bas, et sans force la balle ne redescendrait pas (0,5 pt). (1)

b) $\Delta v = -5{,}7 - (-1{,}0) = -4{,}7$ m·s^{-1} (0,5 pt) : $\Delta\vec{v}$ est vertical, vers le bas, de valeur 4,7 m·s^{-1} (0,5 pt). (1)

c) $\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{4{,}7}{0{,}50} = 9{,}4$ m·s^{-2} (0,5 pt) ; $\sum F \approx 0{,}058 \times 9{,}4 \approx \mathbf{0{,}545\ N}$, verticale, vers le bas (0,5 pt). (1)

d) $P = 0{,}058 \times 9{,}81 \approx 0{,}569$ N : la somme des forces est plus petite que le poids (0,5 pt). L'air exerce donc environ $0{,}569 - 0{,}545 \approx \mathbf{0{,}024\ N}$, vers le haut, opposé au mouvement de descente (0,5 pt). (1)

Erreur fréquente — Vitesse nulle ne veut pas dire somme des forces nulle : c'est la variation de vitesse qui renseigne sur les forces.

Exercice 5 – Un lancer depuis une planche à roulettes ★★★ *(4 pts)*

a) Pour le ballon, horizontalement : $F \approx m\,\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = 3{,}0 \times \dfrac{4{,}0}{0{,}30} = 40$ N (0,5 pt), horizontale, dans le sens du lancer (0,5 pt). (1)

b) Principe des actions réciproques : force horizontale de **40 N** (0,5 pt), même droite d'action, sens opposé au lancer, exercée sur l'enfant (0,5 pt). (1)

c) Pour l'enfant et sa planche, les forces verticales se compensent : $\Delta v \approx \dfrac{40 \times 0{,}30}{40} = 0{,}30$ m·s^{-1} (0,5 pt) ; parti du repos, il recule à $\mathbf{0{,}30\ m\cdot s^{-1}}$, en sens opposé au lancer (0,5 pt). (1)

d) Faux : les deux forces ont la même valeur, 40 N (0,5 pt). Le ballon part plus vite parce que sa masse est plus petite : à force et durée égales, Δv est inversement proportionnelle à la masse, et $3{,}0 \times 4{,}0 = 40 \times 0{,}30$ (0,5 pt). (1)

À retenir — Même force, effets différents : c'est la masse qui fait la différence.

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).