

Forces et deuxième loi de Newton

Durée : 55 min

Barème : / 20 points

Barème : 1 point par question, soit 4 points par exercice

Unités : réponse sans unité = 0,5 point retiré

1 Le poids sur d'autres astres (lecture d'un tableau)

/ 4 pts

- a. Terre : $1\,025 \times 9,8 = 10\,045\text{ N}$. Mars : $1\,025 \times 3,7 = 3\,792,5\text{ N}$.
- b. $1\,025\text{ kg}$: la masse (kg, balance) est la quantité de matière et ne dépend pas du lieu ; le poids (N, dynamomètre) est la force d'attraction de l'astre et dépend de g .
- c. $m = 39,2 / 1,6 = 24,5\text{ kg}$; sur Jupiter : $24,5 \times 24,8 = 607,6\text{ N}$.
- d. $g = G \times M / R^2$: il dépend de la masse M de l'astre et de son rayon R . Jupiter est très massive (g grand) ; la Lune est peu massive (g petit).

Repère — un même objet a une seule masse mais autant de poids qu'il y a d'astres : $P = m \times g$, et c'est g qui change.

2 Démarrage d'un métro (tableau de mesures)

/ 4 pts

- a. De 0 à 15 s : la vitesse augmente régulièrement (mouvement rectiligne accéléré). De 15 à 25 s : vitesse constante 12 m/s (rectiligne uniforme).
- b. $a = 12 / 15 = 0,8\text{ m/s}^2$; $\Sigma F = 120\,000 \times 0,8 = 96\,000\text{ N} = 96\text{ kN}$, dans le sens du mouvement.
- c. Résultante nulle (principe d'inertie : mouvement rectiligne uniforme $\Leftrightarrow$ forces compensées). La force motrice compense exactement les frottements et la résistance de l'air.
- d. $P = 120\,000 \times 9,8 = 1\,176\,000\text{ N} = 1\,176\text{ kN}$. Réaction des rails : verticale, vers le haut, 1 176 kN (elle compense le poids). Flèches : $1\,176 / 400 \approx 2,9\text{ cm}$ chacune.

Le point clé — l'accélération se lit sur la pente du tableau vitesse-temps ; quand la vitesse ne change plus, la résultante est nulle même si le moteur pousse encore.

3 Chariot et dynamomètre (démarche expérimentale)

/ 4 pts

- a. $F/a \approx 1,19 ; 1,20 ; 1,20 ; 1,20$: rapport constant, donc a proportionnelle à F . C'est la deuxième loi de Newton $\Sigma F = m \times a$.
- b. $m = F / a \approx 1,2\text{ kg}$.
- c. $a = 3,5 / 1,2 \approx 2,9\text{ m/s}^2$.
- d. Nouvelle masse 2,0 kg : $a = 2,0 / 2,0 = 1,0\text{ m/s}^2$. Cohérent : à force égale, une masse plus grande accélère moins.

Erreur fréquente — dans $\Sigma F = m \times a$, la masse doit être en kilogrammes et l'accélération en m/s^2 ; un rapport F/a constant est la signature d'une proportionnalité.

4 Le saut en parachute (raisonnement)

/ 4 pts

- a. $P = 82 \times 9,8 = 803,6\text{ N}$; point d'application : centre de gravité ; direction verticale ; sens vers le bas ; valeur 803,6 N.
- b. Une seule force, le poids ; résultante = 803,6 N vers le bas ; $a = 803,6 / 82 = 9,8\text{ m/s}^2$.
- c. Vitesse constante en ligne droite $\Rightarrow$ forces compensées : résistance de l'air = 803,6 N, verticale vers le haut.
- d. Résultante = $2\,460 - 803,6 = 1\,656,4\text{ N}$ vers le haut ; $a = 1\,656,4 / 82 \approx 20,2\text{ m/s}^2$ vers le haut. La résultante est opposée au mouvement : la vitesse de descente diminue, mais reste dirigée vers le bas.

Attention — le sens de la résultante donne le sens de la variation de vitesse, pas celui du mouvement : une résultante vers le haut sur un objet qui descend le freine.

5 Gravitation : Terre et Lune, et prise d'initiative

/ 4 pts

- a. $F = 6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24} \times 7,35 \times 10^{22} / (3,84 \times 10^8)^2 \approx 1,98 \times 10^{20} \text{ N}$.
- b. Même valeur $1,98 \times 10^{20} \text{ N}$, même direction (droite Terre–Lune), sens opposé (de la Terre vers la Lune), appliquée au centre de la Terre.
- c. Faux : la gravitation est une interaction réciproque, les deux forces ont la même valeur. Preuve : les marées, provoquées par l'attraction de la Lune sur les océans.
- d. Poids divisé par 4 $\Rightarrow$ distance au centre multipliée par 2 (d^2 au dénominateur) : $d = 2 \times 6\,370 = 12\,740 \text{ km}$ du centre, soit 6 370 km d'altitude.

Astuce — dans la loi de gravitation, raisonner d'abord sur les proportions (masses au numérateur, distance au carré au dénominateur) avant de sortir la calculatrice.