

Exercices 1 Deuxième loi de Newton

Les bases : référentiels, bilan des forces, accélération, équilibre

10 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 1 h 30 · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Choisir un système et un référentiel galiléen ; situer un centre de masse ; faire le bilan des forces extérieures et les représenter sur un schéma.
- Appliquer la deuxième loi de Newton, ou la condition d'équilibre, pour déterminer une accélération ou une force, en projetant sur des axes.

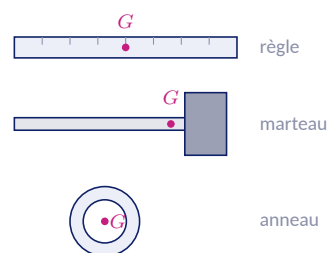
■ RAPPEL — Le formulaire du chapitre

- **Deuxième loi de Newton** : dans un référentiel galiléen, pour un système de masse m constante et de centre de masse G , $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}_G$. Si $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$, le système est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme, et réciproquement.
- **Référentiels supposés galiléens** : terrestre (durée courte devant un jour), géocentrique (satellites), héliocentrique (planètes). **Méthode** : système $\rightarrow$ référentiel $\rightarrow$ bilan des forces et schéma $\rightarrow$ deuxième loi $\rightarrow$ projection sur des axes.
- **Forces usuelles** : poids $\vec{P} = m\vec{g}$; réaction d'un support $\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{f}$; tension d'un fil $\vec{T}$; poussée d'Archimède $\Pi = \rho_{\text{fluide}} V g$; force électrique $\vec{F} = q\vec{E}$; gravitation $F = G \frac{m_A m_B}{d^2}$.

Exercice 1 Où est le centre de masse ?

●○○

- 1.1 Justifier la position du centre de masse G marquée sur chacun des trois objets ci-contre.
- 1.2 Le centre de masse d'un système est-il toujours situé dans la matière qui le constitue ?
- 1.3 On lance le marteau en le faisant tourner : pourquoi étudier le mouvement de G plutôt que celui d'un autre point ?



Exercice 2 Choisir un référentiel

●○○

- 2.1 Indiquer le référentiel (terrestre, géocentrique ou héliocentrique) adapté à l'étude de chaque mouvement, et que l'on peut considérer comme galiléen pendant sa durée.
 - a) Un ballon de handball lors d'un tir (durée 1 s).
 - b) La Station spatiale internationale (un tour en 93 min).
 - c) La planète Jupiter (une révolution en 11,9 ans).
 - d) La Lune (une révolution en 27,3 jours).
- 2.2 Un bus freine brutalement : un passager debout part vers l'avant alors qu'aucune force ne le pousse dans ce sens. Le référentiel lié au bus est-il galiléen pendant le freinage ? Justifier.

Exercice 3 Inventaire des forces

●○○

Dans chaque situation, le système étudié est en gras. Faire le bilan des forces extérieures qui s'exercent sur lui, les représenter sur un schéma sans souci d'échelle, puis dire si leur somme vectorielle est nulle.

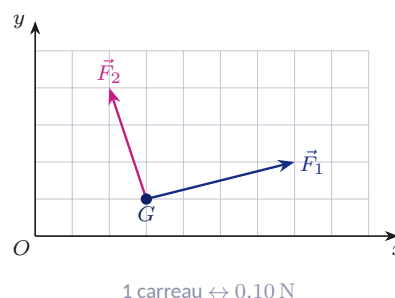
- a) Un **livre** posé sur une table horizontale.
- b) Un **traîneau** tiré à vitesse constante sur la neige horizontale par une corde inclinée ; la neige exerce des frottements.
- c) Une **bouée** immobile à la surface de l'eau.
- d) Un **parachutiste, équipé de son parachute**, en chute verticale ; sa vitesse diminue après l'ouverture du parachute.

Exercice 4 Somme des forces et accélération

●○○

Un palet de masse $m = 250 \text{ g}$ glisse sans frottement sur une table horizontale à coussin d'air. Il est soumis à deux forces horizontales $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$, représentées ci-contre en vue de dessus.

- 4.1 Pourquoi le poids et la réaction de la table n'interviennent-ils pas dans la somme des forces ?
- 4.2 Lire les coordonnées de $\vec{F}_1$ et de $\vec{F}_2$, en newtons, puis calculer celles de $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ et sa norme.
- 4.3 En déduire la norme du vecteur accélération du palet et l'angle qu'il fait avec l'axe (Ox) .



Exercice 5 Le chariot de supermarché

●○○

Un client pousse un chariot de masse $m = 30 \text{ kg}$, initialement immobile, sur un sol horizontal : il exerce une force horizontale constante de valeur $F = 24 \text{ N}$. Les frottements sont modélisés par une force horizontale constante de valeur $f = 6,0 \text{ N}$, opposée au mouvement.

■ **DONNÉES** $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

- 5.1 Faire le bilan des forces appliquées au chariot et les représenter sur un schéma. En projetant la deuxième loi de Newton sur un axe vertical, déterminer la valeur R_N de la réaction normale du sol.
- 5.2 En projetant sur un axe horizontal orienté dans le sens du mouvement, calculer l'accélération du chariot, puis sa vitesse au bout de $2,5 \text{ s}$.
- 5.3 Le client lâche le chariot : calculer sa nouvelle accélération et la durée au bout de laquelle il s'arrête.

Exercice 6 Dans l'ascenseur

●●○

Une personne de masse $m = 60 \text{ kg}$ se tient sur un pèse-personne posé sur le plancher d'un ascenseur. Le pèse-personne affiche la masse $m_{\text{aff}} = R/g$, où R est la valeur de la force qu'il exerce sur la personne. L'axe (Oz) est vertical, orienté vers le haut.

■ **DONNÉES** $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

- 6.1 Faire le bilan des forces appliquées à la personne, puis montrer que $R = m(g + a_z)$.
- 6.2 Calculer R et m_{aff} dans les trois phases d'une montée : **a)** démarrage, $a_z = 1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; **b)** vitesse constante ; **c)** freinage, $a_z = -1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.
- 6.3 Qu'afficherait-il si la cabine était en chute libre ($a_z = -g$) ?

Exercice 7 Glissade sur une piste verglacée



Une luge et son passager (masse totale $m = 45 \text{ kg}$) partent sans vitesse du haut d'une piste verglacée inclinée de $\alpha = 20^\circ$ sur l'horizontale. Les frottements sont négligés.

- 7.1 Reproduire le schéma, y représenter les forces appliquées au système et donner leurs coordonnées dans le repère $(O; x, y)$.
- 7.2 Montrer par projection que $a_x = g \sin \alpha$ et $R_N = mg \cos \alpha$; calculer ces valeurs. L'accélération dépend-elle de la masse ?
- 7.3 Calculer la durée nécessaire pour parcourir 20 m et la vitesse alors atteinte, en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

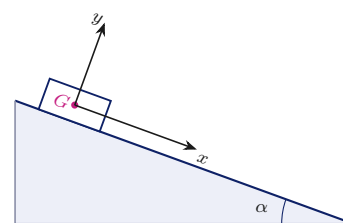


Schéma sans souci d'échelle; O est la position initiale de G .

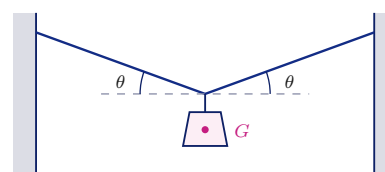
■ DONNÉES $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Exercice 8 Équilibre d'une lanterne suspendue



Une lanterne de masse $m = 12 \text{ kg}$ est suspendue au-dessus d'une rue par deux câbles de masse négligeable accrochés à la même hauteur; chaque câble fait un angle $\theta = 20^\circ$ avec l'horizontale.

- 8.1 Faire le bilan des forces appliquées à la lanterne. Quelle relation vectorielle traduit son équilibre ?
- 8.2 En projetant cette relation sur un axe horizontal, montrer que les deux câbles exercent des tensions de même valeur T .
- 8.3 En projetant sur un axe vertical, montrer que $T = \frac{mg}{2 \sin \theta}$; calculer T , puis T pour $\theta = 5^\circ$. Peut-on tendre les câbles à l'horizontale ?



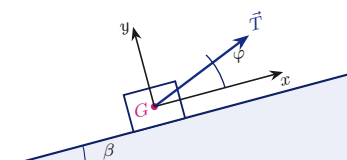
■ DONNÉES $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Exercice 9 Le télési



Un skieur de masse $m = 70 \text{ kg}$ monte à vitesse constante, tracté par la perche d'un télési, le long d'une piste inclinée de $\beta = 15^\circ$. La perche exerce sur lui une force $\vec{T}$ faisant un angle $\varphi = 30^\circ$ avec la piste; les frottements de la neige sont modélisés par une force $\vec{f}$ parallèle à la piste, de valeur $f = 45 \text{ N}$.

- 9.1 Que peut-on dire de la somme des forces extérieures appliquées au skieur ? Justifier.
- 9.2 En projetant sur l'axe (Ox) parallèle à la piste, montrer que $T = (mg \sin \beta + f) / \cos \varphi$, puis calculer T .
- 9.3 En projetant sur (Oy) , déterminer la réaction normale R_N de la neige; comparer à $mg \cos \beta$ et commenter.



(Ox) est parallèle à la piste, orienté vers le haut.

■ DONNÉES $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Exercice 10 Poser un rover sur Mars



Données : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; Mars : masse $M = 6,42 \times 10^{23} \text{ kg}$ et rayon $R_M = 3,39 \times 10^3 \text{ km}$; rover *Perseverance* : $m = 1\,025 \text{ kg}$.

- 10.1 Exprimer la valeur de la force de gravitation exercée par Mars sur le rover situé au voisinage du sol. En l'identifiant au poids $m g_M$ du rover, montrer que l'intensité de la pesanteur martienne vaut $g_M = 3,73 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
- 10.2 En fin d'atterrissage, le rover, suspendu à des câbles verticaux sous un étage de descente à rétrofusées, descend verticalement à la vitesse constante de $0,75 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; l'action de l'atmosphère martienne est négligée. Déterminer la valeur T de la force exercée par les câbles.
- 10.3 L'ensemble freine alors : le vecteur accélération du rover est vertical, vers le haut, de valeur $0,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Que devient T ?