

# Exercices du chapitre Physique 9 : La mécanique de Newton

## Applications directes

### Connaître les lois de NEWTON étudiées en classe de Première

(§ 1 du cours)

#### 1. Utiliser la première loi de NEWTON

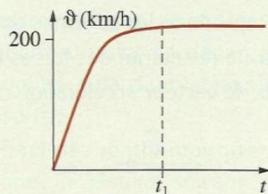
On a repéré la position du centre d'inertie  $G$  d'un mobile à intervalles de temps réguliers (voir le schéma ci-dessous).

• • • • •

1. Comment qualifier le mouvement de ce mobile?
2. Que peut-on dire de la valeur de la vitesse de ce mobile au cours du déplacement?
3. Même question pour son vecteur vitesse.
4. Déterminer la somme des forces appliquées au mobile?

#### 3. Interpréter un graphique à partir d'un bilan de forces

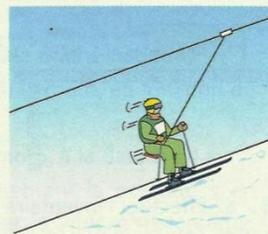
Le schéma ci-contre représente l'évolution de la vitesse d'un skieur, descendant en ligne droite une piste plane.



1. Comment faut-il considérer le référentiel terrestre si on veut appliquer les lois de NEWTON au skieur?
2. Effectuer le bilan des forces extérieures appliquées au skieur.
3. Pour  $t > t_1$  :
  - a. comment évoluent la vitesse et l'accélération du skieur?
  - b. en déduire une relation entre ces différentes forces.
4. Pour  $t < t_1$  :
  - a. comment évoluent la vitesse et l'accélération du skieur?
  - b. Écrire une relation entre le vecteur accélération et les forces appliquées.
  - c. Quelle est la force responsable de la variation de l'accélération?

#### 4. Utiliser la troisième loi de NEWTON

Le schéma ci-contre représente un skieur retenu par le siège d'un télésiège.

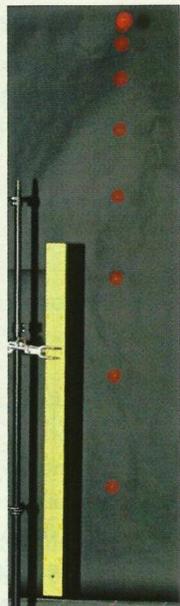


1. Le télésiège est en panne et le skieur est à l'arrêt.
  - a. Représenter la force exercée par le skieur sur le siège du télésiège.
  - b. Représenter la force exercée par le siège du télésiège sur le skieur.
  - c. Que peut-on dire de ces deux forces?
2. Répondre aux mêmes questions lorsque le télésiège redémarre.

**Comparer  $\frac{\Delta \vec{v}_G}{\Delta t}$  à  $\Sigma \vec{F}_{ext}$**   
(§ 2 du cours)

#### 5. Relier la somme des forces à la variation de vitesse par unité de temps (voir l'exercice résolu 2)

Le document ci-contre représente la chronophotographie de la chute d'une bille, dans l'air. La hauteur de la règle jaune ( $h = 1,00$  m) permet de déterminer l'échelle du document. La durée  $\Delta t$  entre deux prises de vue est de 67 ms. On appelle  $t_1$  la date à laquelle la bille est en position 1 (position initiale).



1. Calculer les vitesses du centre d'inertie  $G$  de la bille aux dates  $t_3, t_4, t_5, t_6$  et  $t_7$ .
2. a. Calculer la variation de vitesse par unité de temps à la date  $t_4$  :  $\frac{\|\Delta \vec{v}(t_4)\|}{\Delta t} = \frac{\|\vec{v}_5 - \vec{v}_3\|}{t_5 - t_3}$ .
- b. Calculer de même cette variation aux dates  $t_5$  et  $t_6$ .

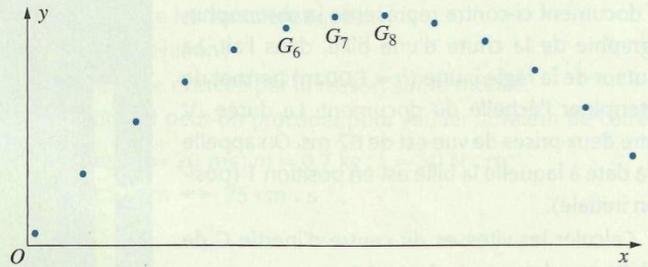
3. Que peut-on en conclure sur la somme des forces extérieures appliquées à la bille?

### Définir le vecteur vitesse et le vecteur accélération

(§ 3 du cours)

#### 7. Tracer des vecteurs vitesse

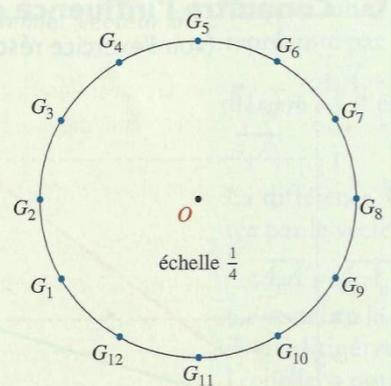
On a repéré sur le schéma ci-après la position du centre d'inertie  $G$  d'un mobile à intervalles de temps consécutifs égaux à  $\tau = 40$  ms. Décalquer la courbe afin de réaliser les tracés demandés.



1. Représenter  $\vec{G}_6 \vec{G}_8$ .
2. On assimile le vecteur vitesse moyenne entre  $G_6$  et  $G_8$  à la vitesse instantanée  $\vec{v}_7$  en  $G_7$ .
  - a. Donner l'expression vectorielle de  $\vec{v}_7$ .
  - b. Calculer la valeur de  $\vec{v}_7$  en  $m \cdot s^{-1}$ .
  - c. Représenter  $\vec{v}_7$  à l'échelle  $1 m \cdot s^{-1} \leftrightarrow 10$  cm.

#### 8. Tracer un vecteur accélération

On a repéré sur le schéma ci-contre la position du centre d'inertie  $G$  d'un mobile à intervalles de temps consécutifs égaux à  $\tau = 100$  ms.



Le mobile décrit un mouvement circulaire uniforme.

Décalquer la courbe afin de réaliser les tracés demandés.

1. a. Représenter les vecteurs vitesse  $\vec{v}_3$  et  $\vec{v}_5$  à l'échelle  $1 m \cdot s^{-1} \leftrightarrow 10$  cm.
- b. Les vecteurs vitesse  $\vec{v}_3$  et  $\vec{v}_5$  du mobile aux dates  $t_3$  et  $t_5$  sont-ils égaux?
- c. Peut-on écrire que  $v_3 = v_5$ ?
2. a. Construire le vecteur  $\Delta \vec{v} = \vec{v}_5 - \vec{v}_3$ .
- b. En tenant compte de l'échelle de représentation, déterminer la valeur du vecteur  $\Delta \vec{v} = \vec{v}_5 - \vec{v}_3$ .
- c. Calculer la valeur du vecteur  $\vec{a}_4 = \frac{\vec{v}_5 - \vec{v}_3}{t_5 - t_3}$ .
- d. Représenter  $\vec{a}_4$  à l'échelle  $1 m \cdot s^{-2} \leftrightarrow 1$  cm.
3. Lors de ce mouvement :
  - a. la valeur de l'accélération est-elle constante?
  - b. le vecteur accélération est-il constant?
  - c. représenter le vecteur accélération en  $G_{10}$ .
4. Dans quel cas particulier de mouvement, l'accélération d'un point animé d'un mouvement uniforme est-elle nulle?

### Énoncer la deuxième loi de NEWTON et l'appliquer

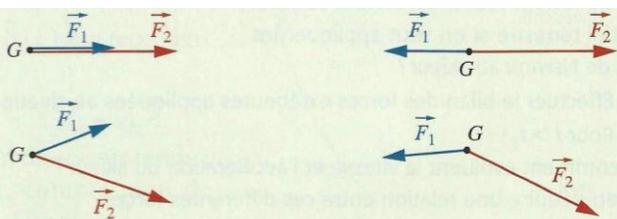
(§ 4 du cours)

#### 10. Tracer la résultante de forces et le vecteur accélération

Dans le tube du moniteur d'un ordinateur, l'un des électrons  $G$  du faisceau est soumis à deux forces, l'une électrique, l'autre magnétique.

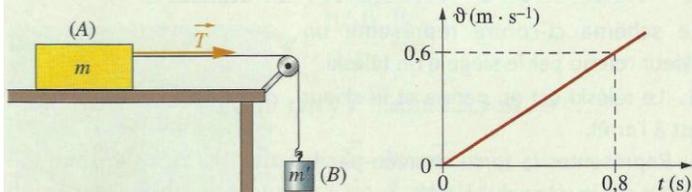
Reproduire les schémas et représenter dans chaque cas :

- a. la résultante des forces appliquées à l'électron;
- b. le vecteur accélération  $\vec{a}$ , sans soucis d'échelle.



### 11. Utiliser la deuxième loi de NEWTON

Un solide (A) de masse  $m$  est mis en mouvement en utilisant le dispositif ci-dessous. Ce solide glisse sans frottements sur un plan horizontal.



- Effectuer l'inventaire des forces extérieures qui s'exercent sur le solide (A).
  - Montrer que la somme de ces forces est égale à la force  $\vec{T}$  exercée par le fil.
- On enregistre l'évolution de la vitesse du solide en fonction du temps (voir le graphique page précédente).
  - Calculer l'accélération du solide (A).
  - En déduire la valeur de  $\vec{T}$ , si  $m = 650$  g.

### 13. Utiliser des équations horaires

L'étude des mouvements du centre d'inertie de divers solides a permis d'établir, dans un repère  $(O; \vec{i}; \vec{j})$ , les équations horaires suivantes (les unités sont celles du système international) :

$$(1) x = 2 \cdot t + 3 \text{ et } y = 0; \quad (2) x = 5 \cdot t^2 + 5 \text{ et } y = 4; \\ (3) x = 3 \cdot t \text{ et } y = 5 \cdot t^2.$$

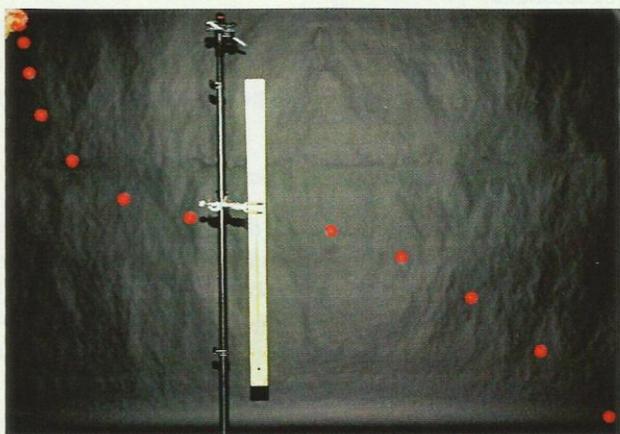
Dans chaque cas :

- Exprimer les coordonnées des vecteurs vitesse et accélération.
- Calculer la valeur de la vitesse à la date  $t = 2$  s.

## Utilisation des acquis

### 16. Chute d'une balle

On étudie le mouvement d'une balle dont on a réalisé une chronophotographie (voir la photo ci-dessous).



On peut décomposer ce mouvement en deux parties :

- du point 1 (point de départ) au point 7, la balle est retenue par un fil dont l'autre extrémité est reliée à un point A fixe;
- lorsque la balle passe à la verticale du point A, le fil est sectionné; la balle est en chute libre. Le segment jaune vertical mesure 1,00 m et la balle est repérée toutes les 67 ms.

Découper les différentes positions de la balle afin de réaliser les tracés demandés.

- Calculer la valeur de la vitesse aux dates  $t_4$  et  $t_5$  et représenter les vecteurs vitesse  $\vec{v}_4$  et  $\vec{v}_5$ . Représenter le vecteur  $\vec{v}_5 - \vec{v}_4$  à la position 5 de la balle. En déduire la direction et le sens du vecteur accélération  $\vec{a}_5$  à la date  $t_5$ .
- Quels sont la direction et le sens de la résultante des forces extérieures appliquées à la balle à la date  $t_5$ ?
- À partir de la position 8, on peut considérer que la balle est en chute libre.

- Faire l'inventaire des forces appliquées à la balle.
- Représenter le vecteur  $(\vec{v}_{10} - \vec{v}_8)$  à la position 9 de la balle. En déduire la direction et le sens du vecteur accélération  $\vec{a}_9$  à la date  $t_9$ .
- Ce résultat confirme-t-il la réponse de la question 3. a.?

### 18. Lancement d'une fusée

Une fusée Ariane 5 est propulsée par un moteur cryogénique qui délivre une poussée  $F_c = 1\,100$  kN et par deux propulseurs à poudre qui délivrent chacun une poussée  $F_p = 6\,000$  kN. Les poussées des moteurs sont dirigées vers le haut.

Dans un référentiel terrestre, considéré galiléen, on étudie le décollage d'une fusée Ariane 5. À l'instant où elle quitte le sol, sa masse est  $m_0 = 737$  tonnes.

- Quelle est la poussée totale  $F$  des moteurs?
  - Quel est le poids de la fusée?
- Faire un schéma de la situation représentant les forces exercées sur la fusée.
- Quelle est l'accélération de la fusée au décollage?

Donnée :  $g = 9,8$  m · s<sup>-2</sup>.

### 19. Catapultage

Sur un porte-avions, lors d'un catapultage, un système pneumatique communique à un avion initialement immobile une accélération constante  $a = 24$  m · s<sup>-2</sup>. Le référentiel est le porte-avions.

La position de l'avion, sur la piste, est repérée sur un axe orienté dans le sens de l'envol, par son abscisse  $x$  exprimée en mètre. L'origine de cet axe coïncide avec le point de départ de l'avion.

- Quelle est l'équation horaire de la vitesse?
  - Quelle est la vitesse atteinte à la date  $t = 1$  s? à la date  $t = 2,5$  s?
- Quelle est l'équation horaire de la distance  $x$  parcourue par l'avion?
  - Quelle est la distance parcourue en 1 seconde? en 2,5 secondes?
- Sur une piste sans catapulte, l'accélération de l'avion au décollage a pour valeur moyenne  $a' = 5,2$  m · s<sup>-2</sup>.
  - Quelle est la distance parcourue par l'avion, sur la piste, après 1 seconde? après 2,5 secondes?
  - Quelle est la durée du parcours nécessaire pour atteindre la vitesse  $v = 60$  m · s<sup>-1</sup>?
  - Quelle est la distance parcourue pour atteindre cette vitesse?

### 21. Saut en parachute

Un parachutiste de masse 80 kg, équipement compris, s'élance d'une montgolfière.

On peut décomposer le saut en deux parties.

- Première partie : chute sans parachute. Le saut s'effectue depuis une altitude de 4 000 m. La vitesse se stabilise à environ 200 km/h au bout d'une durée de 10 secondes, ce qui correspond à une chute verticale de 300 m.
- Seconde partie : chute avec parachute. Ce dernier est ouvert à une altitude de 1 000 m, soit 50 s après le départ de la montgolfière. La chute est verticale, à vitesse constante, et dure 4 minutes.

#### A. Première partie du saut

- Calculer l'accélération moyenne du parachutiste lors des 10 premières secondes de chute.
- Calculer la somme  $\sum \vec{F}_{\text{ext}}$  des forces extérieures appliquées au parachutiste.
- Comparer  $\sum \vec{F}_{\text{ext}}$  au poids du parachutiste. Conclure.
- Pendant combien de temps le parachutiste reste-t-il à vitesse constante?
- Quelle est alors la valeur de la force de frottement de l'air? **SOS**

#### B. Seconde partie du saut

- Quelle est la vitesse moyenne de chute?
- Quelle est la valeur de la force de frottement de l'air?

Donnée :  $g = 10$  m · s<sup>-2</sup>.