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?

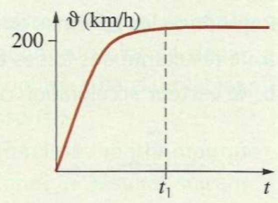
2. Que peut-on dire de la valeur de la vitesse de ce mobile au cours du déplacement?

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 $t < t_1$:

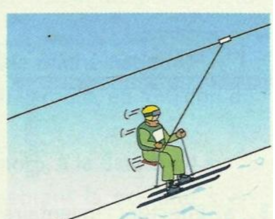
a. comment évoluent la vitesse et l'accélération du skieur?

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 téléski.



1. Le téléski est en panne et le skieur est à l'arrêt.

a. Représenter la force exercée par le skieur sur le siège du téléski.

b. Représenter la force exercée par le siège du téléski sur le skieur.

c. Que peut-on dire de ces deux forces?

2. Répondre aux mêmes questions lorsque le téléski redémarre.

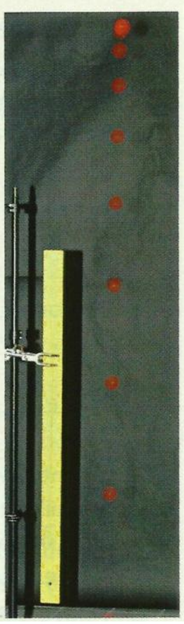
Comparer $\dfrac{\Delta\vec{\vartheta}_G}{\Delta t}$ à $\Sigma\vec{F}_{ext}$

(§ 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 Δt 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 : $\dfrac{\|\Delta\vec{\vartheta}(t_4)\|}{\Delta t} = \dfrac{\|\vec{\vartheta}_5 - \vec{\vartheta}_3\|}{t_5 - t_3}$.

b. Calculer de même cette variation aux dates t_5 et t_6.

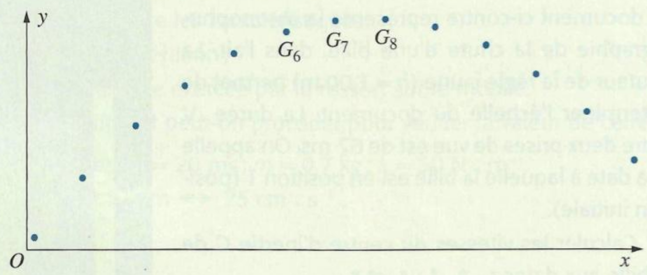
3. Que peut-on en conclure sur la somme des forces extérieures appliquées à la bille?

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 $\overrightarrow{G_6G_8}$.

2. On assimile le vecteur vitesse moyenne entre G_6 et G_8 à la vitesse instantanée $\vec{\vartheta}_7$ en G_7.

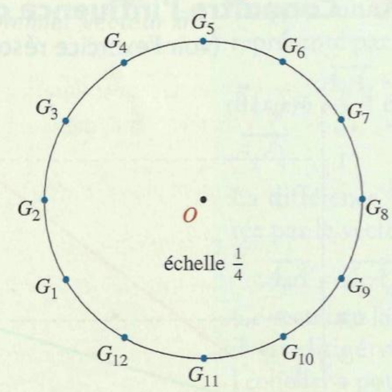
a. Donner l'expression vectorielle de $\vec{\vartheta}_7$.

b. Calculer la valeur de $\vec{\vartheta}_7$ en m . s⁻¹.

c. Représenter $\vec{\vartheta}_7$ à l'échelle 1 m . s⁻¹ ↔ 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 $\vec{\vartheta}_3$ et $\vec{\vartheta}_5$ à l'échelle 1 m . s⁻¹ ↔ 10 cm.

b. Les vecteurs vitesse $\vec{\vartheta}_3$ et $\vec{\vartheta}_5$ du mobile aux dates t_3 et t_5 sont-ils égaux?

c. Peut-on écrire que $\vartheta_3 = \vartheta_5$?

2. a. Construire le vecteur $\Delta\vec{\vartheta} = \vec{\vartheta}_5 - \vec{\vartheta}_3$.

b. En tenant compte de l'échelle de représentation, déterminer la valeur du vecteur $\Delta\vec{\vartheta} = \vec{\vartheta}_5 - \vec{\vartheta}_3$.

c. Calculer la valeur du vecteur $\vec{a}_4 = \dfrac{\vec{\vartheta}_5 - \vec{\vartheta}_3}{t_5 - t_3}$.

d. Représenter $\vec{a}_4$ à l'échelle 1 m . s⁻² ↔ 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)

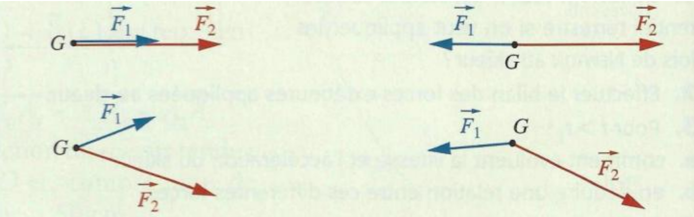
10. Tracer la résultante de forces et le vecteur accélération

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 :

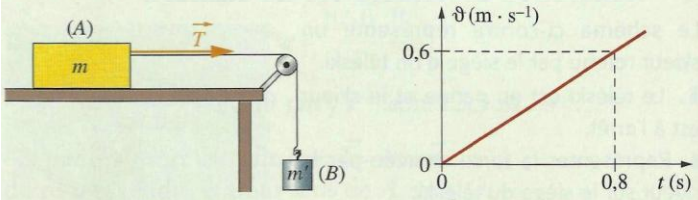
a. la résultante des forces appliquées à l'électron;

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.



1. a. Effectuer l'inventaire des forces extérieures qui s'exercent sur le solide (A).

b. Montrer que la somme de ces forces est égale à la force $\vec{T}$ exercée par le fil.

2. On enregistre l'évolution de la vitesse du solide en fonction du temps (voir le graphique page précédente).

a. Calculer l'accélération du solide (A).

b. 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) $x = 2 . t + 3$ et $y = 0$; (2) $x = 5 . t^2 + 5$ et $y = 4$;

(3) $x = 3 . t$ et $y = 5 . t^2$.

Dans chaque cas :

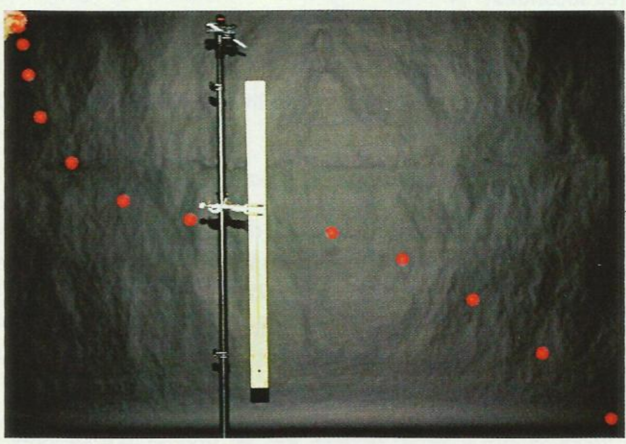
1. Exprimer les coordonnées des vecteurs vitesse et accélération.

2. 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.

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

1. Calculer la valeur de la vitesse aux dates t_4 et t_5 et représenter les vecteurs vitesse $\vec{\vartheta}_4$ et $\vec{\vartheta}_6$. Représenter le vecteur $\vec{\vartheta}_6 - \vec{\vartheta}_4$ 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.

2. Quels sont la direction et le sens de la résultante des forces extérieures appliquées à la balle à la date t_5?

3. À partir de la position 8, on peut considérer que la balle est en chute libre.

a. Faire l'inventaire des forces appliquées à la balle.

b. Représenter le vecteur $(\vec{\vartheta}_{10} - \vec{\vartheta}_8)$ 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.

c. 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.

1. a. Quelle est la poussée totale F des moteurs?

b. Quel est le poids de la fusée?

2. Faire un schéma de la situation représentant les forces exercées sur la fusée.

3. Quelle est l'accélération de la fusée au décollage?

Donnée : $g = 9{,}8$ m . s⁻².

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⁻². 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.

1. a. Quelle est l'équation horaire de la vitesse?

b. Quelle est la vitesse atteinte à la date $t = 1$ s? à la date $t = 2{,}5$ s?

2. a. Quelle est l'équation horaire de la distance x parcourue par l'avion?

b. Quelle est la distance parcourue en 1 seconde? en 2,5 secondes?

3. Sur une piste sans catapulte, l'accélération de l'avion au décollage a pour valeur moyenne $a' = 5{,}2$ m . s⁻².

a. Quelle est la distance parcourue par l'avion, sur la piste, après 1 seconde? après 2,5 secondes?

b. Quelle est la durée du parcours nécessaire pour atteindre la vitesse $\vartheta = 60$ m . s⁻¹?

c. 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

1. Calculer l'accélération moyenne du parachutiste lors des 10 premières secondes de chute.

2. Calculer la somme $\Sigma\vec{F}_{ext}$ des forces extérieures appliquées au parachutiste.

3. Comparer $\Sigma\vec{F}_{ext}$ au poids du parachutiste. Conclure.

4. Pendant combien de temps le parachutiste reste-t-il à vitesse constante?

5. Quelle est alors la valeur de la force de frottement de l'air? SOS

B. Seconde partie du saut

6. Quelle est la vitesse moyenne de chute?

7. Quelle est la valeur de la force de frottement de l'air?

Donnée : $g = 10$ m . s⁻².