

EXERCICES Appliquer le cours

■ Principe d'inertie (§1 du cours)

16. Analyser un mouvement

- a. S'il tombe verticalement à vitesse constante, l'objet décrit un mouvement rectiligne uniforme. Dans ces conditions, il est soumis à des forces qui se compensent (principe d'inertie). Il ne peut donc pas être en chute libre (une seule force, le poids).
- b. Non, s'ils atteignent une vitesse constante, ils ne sont plus en chute libre car les forces qui s'exercent sur eux se compensent.
- c. Cette force est la force de frottement de l'air. Elle est nulle au départ et augmente avec la vitesse. Quand la vitesse limite est atteinte, cette force est égale (en valeur) au poids.

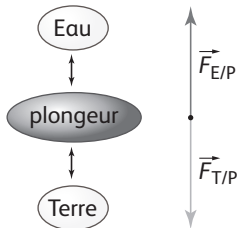
17. Appliquer le principe d'inertie

La caméra et le chariot se déplacent d'un mouvement rectiligne uniforme. D'après la réciproque du principe d'inertie, les forces qui s'exercent sur l'ensemble se compensent.

18. Représenter des forces

a. Le plongeur est immobile dans le référentiel terrestre supposé galiléen. D'après la réciproque du principe d'inertie, il est soumis à des forces qui se compensent.

b.



19. Dresser un bilan de forces

a. Le palet est soumis à deux forces :

- son poids \vec{P} vertical orienté vers le bas ;
- la réaction de la glace \vec{R} , verticale orientée vers le haut.

b. Le palet étant immobile, on peut affirmer d'après la réciproque du principe d'inertie que les deux forces se compensent.

c. Le mouvement étant rectiligne uniforme, les forces se compensent toujours. Comme le poids n'est pas modifié, il en est de même de la réaction de la glace.

20. Analyser en termes de force

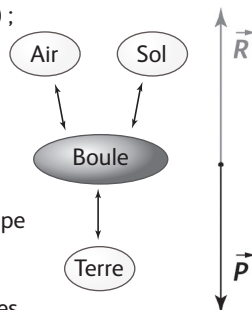
a. Il y a trois forces qui s'exercent sur la boule :

- le poids (attraction terrestre) ;
- la réaction du sol ;
- l'action de l'air.

b. La force exercée par l'air est négligeable devant les autres forces.

c. Les forces se compensent d'après la réciproque du principe d'inertie.

d. Avec l'échelle choisie, les forces sont représentées par des vecteurs de 3 cm de longueur.



21. Exploiter un graphique

a. La vitesse initiale est nulle (la courbe passe par l'origine).

b. La vitesse limite est égale à $0,58 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

c. La bille atteint une vitesse de $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ à l'instant $t = 0,075 \text{ s}$.

d. À l'instant $t = 0,05 \text{ s}$, la bille n'a pas atteint sa vitesse limite. Les forces qui s'exercent sur elle ne se compensent pas.

À l'instant $t = 0,35 \text{ s}$, la vitesse est constante. Comme la trajectoire est verticale, le mouvement est rectiligne

uniforme et les forces se compensent (réciproque du principe d'inertie).

Influence de la masse sur le mouvement

(§2 du cours)

22. Expliquer le rôle de la masse

L'effet d'une force sur un corps dépend de la masse du corps. Plus la masse est importante, plus l'effet est limité. C'est ce que recherche le sumo : plus sa masse est importante, moins la force exercée par son adversaire peut le faire tomber.

23. Exploiter un enregistrement

a. Les deux mobiles décrivent des mouvements rectilignes uniformes car les trajectoires sont des droites et la vitesse est constante (distance constante entre les points).

b. Pour obtenir une valeur plus précise, on peut mesurer la distance qui sépare les points extrêmes.

Pour le premier enregistrement :

$$v_1 = \frac{6,9}{7 \times 40 \times 10^{-3}} = 25 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Pour le deuxième enregistrement :

$$v_2 = \frac{7,3}{4 \times 40 \times 10^{-3}} = 37 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

c. Le mobile le plus lourd est celui qui a la vitesse la plus faible car l'effet de la force est plus limité (mobile 1).

EXERCICES S'entraîner

25. Saut en parachute

> COMPÉTENCES : S'approprier, réaliser.

a. La vitesse initiale est nulle (la courbe passe par l'origine des axes).

b. La vitesse limite, parachute fermé, est atteinte au bout de 10 s (palier horizontal).

c. Cette vitesse limite est égale à $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

d. Le parachute s'ouvre à l'instant $t = 14 \text{ s}$ (brusque diminution de la vitesse).

e. Entre les instants t_1 et t_2 , la vitesse est constante et égale à $5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. On peut donc calculer la distance parcourue par la relation $L = v\Delta t = 5,0 \times (32 - 26) = 30 \text{ m}$.

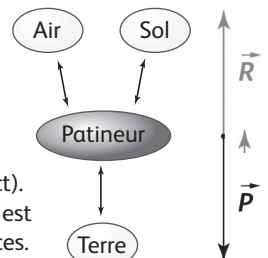
26. Apprendre à rédiger

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser.

a. Les forces qui s'exercent sur le patineur sont :

- son poids (attraction terrestre : force à distance) ;
- la réaction de la glace (force de contact) ;
- l'action de l'air (force de contact).

b. L'action de l'air sur le patineur est négligeable devant les autres forces. Elle ne devient importante que si la vitesse est très grande, ce qui n'est pas le cas ici.



Quand le patineur décrit un mouvement rectiligne uniforme, les forces qui s'exercent sur lui se compensent.
c. Les forces sont représentées à l'échelle 1 cm pour 400 N. Les vecteurs ont donc une longueur de 1,62 cm.

27. Faut pas pousser !

> COMPÉTENCE : Analyser.

Les forces ayant la même valeur et étant appliquées pendant la même durée, si les vitesses sont différentes, c'est que les masses sont également différentes : l'équipier qui part le plus vite est le plus léger.

28. In English Please

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, valider.

- L'action de l'air sur le skieur a été négligée.
- Le skieur étant débutant (piste bleue), il ne descend certainement pas vite. La force de frottement de l'air augmente avec la vitesse. Si la vitesse est faible, il en est de même de l'action de l'air. On peut donc la négliger.
- Sur le diagramme, les deux forces se compensent. Le skieur descend donc d'un mouvement rectiligne uniforme.
- Pour s'arrêter le skieur doit modifier sa vitesse. Ceci n'est possible que si les forces ne se compensent plus. Il doit donc forcément en modifier une.

29. 🚀 Vitesse limite

> COMPÉTENCE : Réaliser.

- Le mouvement est rectiligne uniforme.
- Le parachutiste et son parachute sont soumis à trois forces :
 - le poids de l'ensemble ;
 - la poussée d'Archimède négligeable par rapport au poids lorsque le fluide est l'air ;
 - la force de frottement de l'air.
- Puisque le mouvement est rectiligne uniforme, les deux forces se compensent d'après le principe d'inertie. Elles ont donc la même valeur. On en déduit : $P = F$ ou $mg = kv : v = \frac{mg}{k} = \frac{80 \times 9,8}{1,6 \times 10^2} = 4,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

30. ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES

Analyse de la chute d'une balle

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, valider.

- Les pointages successifs de la balle sont équidistants quand le mouvement est uniforme alors qu'ils ne le sont pas lorsque la balle accélère.
- Repérer la position de la balle à partir de laquelle le mouvement est uniforme.
– Mesurer la distance qui sépare cette position de la dernière position de la balle avant qu'elle touche le sol ou disparaisse de l'image. Cela se fait automatiquement si l'image a été convenablement étalonnée.
– Déterminer la durée qui sépare ces deux positions extrêmes : la caméra prenant 25 images par seconde, on sait qu'entre deux positions successives de la balle, il s'écoule une durée $\Delta t = 1/25 \text{ s} = 40 \text{ ms}$.
– Diviser la distance mesurée par la durée calculée.

3.a. \vec{P} représente le poids de la balle et \vec{f} la force de frottement de l'air.

b. La force de frottement de l'air dépend de la vitesse de la balle : elle est nulle quand la balle est immobile (au début de la chute) et devient égale au poids quand la vitesse est constante (principe d'inertie). On peut donc classer ces schémas dans l'ordre chronologique : b, c, a.

31. COMMENTAIRE ARGUMENTÉ

Évolution de la pensée scientifique

> COMPÉTENCES : Analyser, communiquer.

Comment les notions de force et de mouvement sont-elles liées ? Les scientifiques de tous les temps ont cherché un lien entre ces deux grandeurs. Pour Aristote par exemple, il ne peut pas y avoir de mouvement sans force. Si un corps est en mouvement, c'est nécessairement qu'il y a une force motrice pour le faire avancer. C'était au IV^e siècle avant J.-C. mais bien des gens le pensent encore actuellement. Une observation peu attentive de situations courantes conduit à cette idée. Lorsqu'on est en vélo sur une route horizontale, on s'arrête très rapidement si on cesse de pédaler : plus de force motrice donc plus de mouvement !

Newton ne lie pas directement le mouvement aux forces. Pour lui, il peut y avoir un mouvement sans force (ou avec des forces qui se compensent) mais dans ce cas, ce mouvement ne peut être que rectiligne uniforme. Newton ne fait pas de distinction entre repos et mouvement rectiligne uniforme. Dans les deux cas, les forces se compensent. Il faut une force pour modifier le mouvement, c'est-à-dire pour changer la valeur ou la direction de la vitesse mais pas pour se déplacer de façon rectiligne à vitesse constante. Pour Newton, le vélo s'arrête si on cesse de pédaler car les forces de frottement de l'air et du sol ne sont plus compensées par la force motrice. S'il n'y avait aucun frottement, rien n'arrêterait le vélo. Il faut essayer de prendre un virage sur une route verglacée pour bien comprendre que Newton a raison.

Les idées de Galilée sont très proches de celles de Newton car il dit qu'il faut une force pour mettre en mouvement un objet mais pas pour le maintenir en mouvement. Il ne parle pas, dans le texte fourni, de la modification du mouvement mais on peut dire que Galilée a déjà une idée du principe d'inertie même s'il ne le formule pas précisément comme le fait Newton.

32. 🛩 Airbus zéro G

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser.

- L'avion est soumis à des forces qui se compensent lorsqu'il décrit un mouvement rectiligne uniforme (principe d'inertie), c'est-à-dire sur les parties rectilignes de la trajectoire avant et après « la cloche ».
- Si le passager est immobile dans l'avion, il décrit lui aussi un mouvement rectiligne uniforme par rapport à la Terre. Il est donc soumis à des forces qui se compensent.
- Comme le passager est soumis à son poids et que les forces qui s'exercent sur lui se compensent, il faut néces-

sairement une deuxième force (action du fauteuil ou du plancher). Il ne peut donc pas flotter dans l'avion.

d. La photo a été prise dans la partie rouge de la trajectoire. Le texte indique que dans cette partie, l'avion et ses occupants sont en chute libre donc soumis uniquement à leur poids. Il n'y a donc plus de force exercée par le fauteuil ou le plancher de l'avion.

e. Les futurs spationautes ne sont soumis qu'à leur poids.

f. On parle d'impesanteur car, dans l'avion, tout se passe comme si les spationautes n'étaient soumis à aucune force (plus de poids). En effet, ils sont immobiles dans l'avion sans toucher le plancher. En réalité, les spationautes tombent mais ils tombent en suivant le même mouvement que l'avion d'où cette impression d'impesanteur.

g. Le poids est l'attraction exercée par la Terre. C'est une force à distance qui diminue lorsque la distance augmente. Pour que le poids devienne nul, il faut s'éloigner à « l'infini ». Dans la réalité, il faut être extrêmement éloigné de la Terre, ce qui n'est pas réalisable.

33. ✪✪ Référentiel galiléen

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser.

1. Il y a le référentiel terrestre et le référentiel du plateau.

2. Dans le référentiel terrestre, le mobile décrit un mouvement rectiligne uniforme car les positions successives du mobile sont sur une droite et la distance qui sépare deux positions consécutives est constante.

3. Le mobile est soumis à deux forces :

- son poids ;
- la réaction du plateau.

D'après le principe d'inertie, ces deux forces se compensent car le mouvement est rectiligne uniforme.

4. Non, le fait de changer de caméra ne modifie en rien les forces qui s'exercent sur le mobile.

On ne peut pas appliquer le principe d'inertie dans le référentiel du plateau car le mobile, soumis à des forces qui se compensent, ne décrit pas un mouvement rectiligne uniforme.

5. Le référentiel lié au plateau n'est pas un référentiel galiléen car le principe d'inertie n'est pas vérifié. Au contraire, le référentiel terrestre est galiléen.

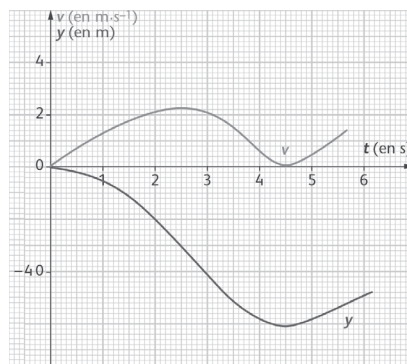
34. ANALYSE ET SYNTHÈSE DE DOCUMENTS

✪ Saut à l'élastique

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser.

Une erreur s'est malencontreusement glissée dans le graphique lors de sa reproduction dans le manuel de l'élève. Vous trouverez ci-dessous le graphique correct ainsi que le corrigé de cet exercice.

Document 2 Graphiques de la vitesse et de la position du sauteur en fonction du temps



Solution

a. Lors de la première phase, l'élastique n'est pas tendu. Il n'exerce donc pas de force sur le sauteur qui tombe en chute libre (seul effet du poids) si on néglige l'action de l'air.

b. Lors de la deuxième phase, le sauteur est toujours soumis à son poids mais il est également soumis à la force de rappel de l'élastique qui augmente quand l'élastique se tend.

c. La vitesse est maximale à l'instant $t = 2,4 \text{ s}$ et vaut 22 m.s^{-1} . Si la vitesse diminue à partir de cet instant, c'est que l'élastique est déjà tendu (pour diminuer la vitesse, il faut tirer plus fort vers le haut que vers le bas). On peut donc répondre que la durée de la première phase est inférieure à $2,4 \text{ s}$.

On peut être plus précis. On sait en effet qu'au début du saut, le sauteur est en chute libre, c'est-à-dire que l'élastique n'est pas tendu. On constate sur le graphique qu'au début du saut, la vitesse augmente régulièrement (droite passant par l'origine). On peut en déduire que tant que le sauteur est en chute libre, la vitesse augmente régulièrement. Il suffit donc de chercher à partir de quel instant l'évolution de la vitesse est modifiée. On constate qu'il s'agit de l'instant $t = 2,0 \text{ s}$.

d. À l'instant $t = 2,4 \text{ s}$, sur le graphique qui donne la position y en fonction du temps, on lit $y = -28 \text{ m}$: le sauteur est à 28 m sous le pont.

e. L'élastique commence à se tendre à l'instant $t = 2,0 \text{ s}$ (réponse c). Il a donc une longueur de 20 m (valeur de y à l'instant $t = 2,0 \text{ s}$). On peut également accepter la réponse : à l'instant $t = 2,4 \text{ s}$, l'élastique est déjà tendu et il mesure 28 m . Sa longueur quand il n'est pas tendu est donc inférieure à 28 m .

f. Lorsque le sauteur s'arrête, sa vitesse s'annule. D'après le graphique de la vitesse, cela se produit à l'instant $t = 4,5 \text{ s}$ et le sauteur est à 60 m sous le pont (graphique de la position).

g. Le sauteur n'est pas soumis à des forces qui se compensent car à aucun moment sa vitesse n'est constante. Même si la trajectoire est rectiligne, ce qui n'est sûrement pas le cas, les forces ne peuvent pas se compenser d'après le principe d'inertie.

35. RÉOLUTION DE PROBLÈME

☆☆ Patinage artistique

> COMPÉTENCES : **S'approprier, analyser, réaliser.**

La problématique est donnée en fin d'énoncé : connaissant la masse d'un patineur, utiliser les documents fournis pour déterminer la masse du deuxième.

Le premier document nous indique que les deux patineurs sont initialement immobiles et qu'ils exercent une force l'un sur l'autre.

Le deuxième document indique que les deux patineurs se déplacent chacun d'un mouvement rectiligne uniforme. Il permet également de calculer la vitesse de chaque patineur puisqu'il donne la distance parcourue en fonction du temps.

Le troisième document définit la quantité de mouvement $p = mv$ et indique les conditions dans lesquelles les

valeurs des quantités de mouvement des deux patineurs sont égales.

Ces conditions étant celles définies dans les documents 1 et 2, on peut écrire : $m_1 v_1 = m_2 v_2$

Pour résoudre le problème, il faut donc déterminer v_1 et v_2 .

Entre les instants $t_1 = 1 \text{ s}$ et $t_2 = 5 \text{ s}$:

$$v_1 = \frac{4,4 - 1,2}{5,0 - 1,0} = 0,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Il faut prendre la valeur absolue car le patineur 1 se déplace vers les x négatifs. C'est la valeur de la vitesse qui intervient et pas sa composante.

$$v_2 = \frac{5,4 - 1,4}{5,0 - 1,0} = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

On peut alors calculer m_2 : $m_2 = \frac{m_1 v_1}{v_2} = \frac{70 \times 0,80}{1,0} = 56 \text{ kg}$