Correction des exercices du chapitre 13 :

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.

Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec les exercices résolus p 222

QCM

p. 221

1. A ; **2. B** ; **3. C** ; **4. A** et **C** ; **5. B** et **C** ; **6. C** ; **7. A** ; **8. C** ; **9. C**.

Exercices — Appliquer le cours

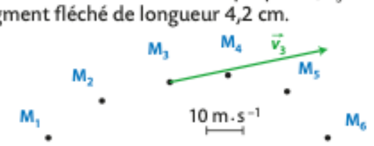
p. 224

2 Tracer un vecteur vitesse

Le vecteur vitesse $\vec{v}_3$ a pour caractéristiques :

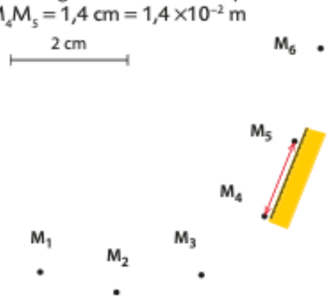
$\vec{v}_3$
- Direction : la tangente à la trajectoire en M_3
- Sens : celui du mouvement
- Valeur : $v_3 = 0{,}42\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Avec l'échelle des valeurs de vitesse proposée, $\vec{v}_3$ est représenté par un segment fléché de longueur 4,2 cm.



3 Calculer une valeur de vitesse

On mesure sur la figure en tenant compte de l'échelle indiquée la distance $M_4M_5 = 1{,}4\ \text{cm} = 1{,}4 \times 10^{-2}\ \text{m}$

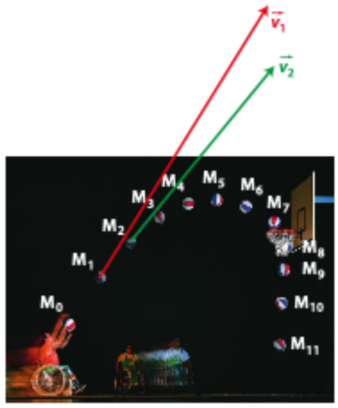


La durée qui sépare les positions M_4 et M_5 est $\Delta t = 40$ ms.

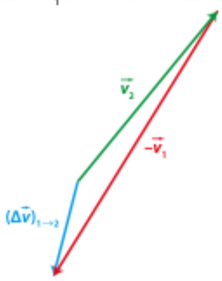
$v_4 = \dfrac{M_4M_5}{\Delta t}$ $\quad v_4 = 3{,}5 \times 10^{-1}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

4 Tracer un vecteur variation de vitesse

On construit les vecteurs $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$ en respectant l'échelle proposée.

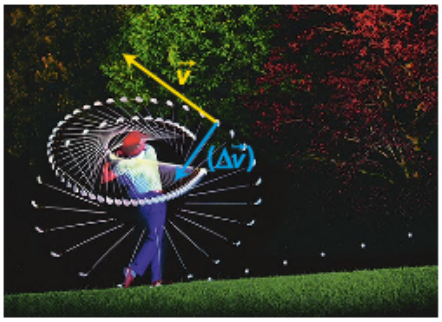


On reporte le vecteur $-\vec{v}_1$ à l'extrémité du vecteur $\vec{v}_2$.



5 Identifier le vecteur variation de vitesse

1. Le vecteur vitesse correspond au segment fléché tracé en jaune (tangent à la trajectoire). Le vecteur variation de vitesse correspond au segment fléché tracé en bleu.

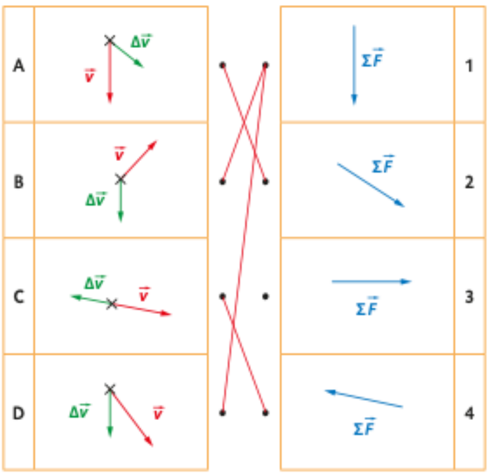


2. Le mouvement de l'extrémité du club est curviligne varié (accéléré puis ralenti)

6 Connaître la direction et le sens de $\Sigma\vec{F}$

Le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ a toujours même direction et même sens que le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.

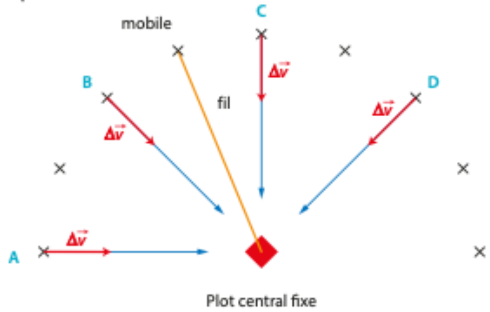
On peut donc relier :



7 Exploiter la résultante des forces $\Sigma\vec{F}$

1. Le mouvement du mobile est circulaire uniforme

2. Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ a même direction et même sens que la résultante des forces $\Sigma\vec{F}$.



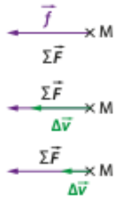
8 Connaître l'influence de la masse du système (1)

1. Somme des forces : $\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{R} + \vec{f}$

Les forces $\vec{P}$ et $\vec{R}$ se compensent : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$. La résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ est donc égale à $\vec{f}$.

2. Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ a même direction et même sens que la résultante des forces $\Sigma\vec{F}$.

3. Si la masse du système est deux fois plus grande, le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ aura une valeur deux fois plus faible pour une même durée.

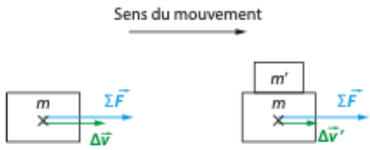


9 Connaître l'influence de la masse du système (2)

Pour le système de masse m, on peut écrire : $\Sigma\vec{F} = m\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

Pour le système de masse $m + m'$, on peut écrire :

$$\Sigma\vec{F} = (m+m')\frac{\Delta\vec{v}'}{\Delta t}$$



La résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ appliquée aux deux systèmes est la même.

On a donc : $m\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = (m+m')\dfrac{\Delta\vec{v}'}{\Delta t}$

On en déduit que pour une même durée Δt, le système de masse m a un vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ de valeur plus grande que le système de masse $m+m'$. Il vient que le segment fléché représentant le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ est plus long que celui représentant le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}'$.

10 Connaître les critères de réussite
Planeur au décollage

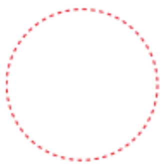
1. a. Dans le référentiel terrestre, le mouvement du planeur est rectiligne et accéléré.

b. et **2.** Le mouvement étant rectiligne accéléré, la valeur de la vitesse augmente au cours du temps ; le vecteur variation de vitesse a pour direction la droite correspondant à la trajectoire et a pour sens celui du mouvement.

La résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ a même direction et même sens que le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.

3. On a la relation $\Sigma\vec{F} = m\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$. Pour un planeur de masse m' plus faible, si la résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ est la même (même force de traction), le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}'$ aura même direction et même sens que précédemment, mais aura une valeur plus grande.

11 Une fronde
1. La trajectoire de la pierre est circulaire dans ce référentiel.



2. D'après la relation $\Sigma\vec{F} = m\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$, $\Sigma\vec{F}$ et $\Delta\vec{v}$ sont deux vecteurs colinéaires et de même sens. Le vecteur variation de vitesse est dirigé vers le centre du cercle, la résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ est donc elle aussi dirigée vers le centre du cercle.

12 Côté Maths
1. Pour vérifier les affirmations (a) et (b), on calcule pour chaque ligne du tableau les valeurs de $\Delta v \times m$ puis de $\dfrac{\Delta v}{m}$.

Boule	Δv ($m \cdot s^{-1}$)	m (g)	$\Delta v \times m$ ($g \cdot m \cdot s^{-1}$)	$\dfrac{\Delta v}{m}$ ($g^{-1} \cdot m \cdot s^{-1}$)
1	5	300	1 500	0,050
2	10	150	1 500	0,067
3	15	100	1 500	0,15
4	20	75	1 500	0,27

Le produit $\Delta v \times m$ reste constant : Δv et m sont inversement proportionnelles.

2. Si la masse de la boule est multipliée par 2, la valeur Δv du vecteur variation de vitesse diminue de moitié.

13 Thrust
Extraire des informations ; pratiquer une langue vivante étrangère.

Traduction : La force qui déplace tout aéronef dans les airs est générée par le système de propulsion de l'avion : un fluide est éjecté par le système et la réaction à l'éjection produit une force sur le système, appelée poussée.

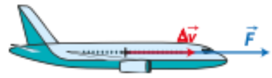
1. Donner la direction et le sens du vecteur variation de vitesse dans le cas d'un mouvement rectiligne accéléré de l'avion.

2. En déduire la direction et le sens du vecteur somme des forces qui s'exercent sur l'avion.

3. En considérant que la somme des forces est équivalente à la seule force de propulsion, préciser la direction et le sens de la force de poussée de l'avion.

Réponses

1. Comme le mouvement est rectiligne accéléré, le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ a même direction et même sens que le vecteur vitesse $\vec{v}$ c'est-à-dire la direction et le sens du mouvement.



2. La résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ a même direction et même sens que le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.

3. D'après la relation $\Sigma\vec{F} = m\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$, $\Sigma\vec{F}$ et $\Delta\vec{v}$ sont deux vecteurs colinéaires et de même sens.

La force de poussée $\vec{F}$ de l'avion a même direction et même sens que $\Delta\vec{v}$.

14 Atterrissage
1. En phase d'atterrissage, le mouvement de l'avion est rectiligne ralenti.

2. La trajectoire de l'avion est rectiligne et la valeur de sa vitesse diminue. Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ a donc pour direction la droite correspondant à la trajectoire de l'avion et a un sens opposé à celui du mouvement.

3. La somme des forces $\Sigma\vec{F}$ qui s'exercent sur cet avion après son atterrissage est colinéaire et de même sens que le vecteur variation de vitesse. Elle a pour direction la droite correspondant à la trajectoire rectiligne de l'avion et un sens opposé au sens du mouvement.

15 À chacun son rythme
Rebond sur un trampoline

1. Lors de son mouvement vertical, l'athlète est soumis exclusivement à son poids, vertical, vers le bas et de valeur $P = m \times g$ soit $P = 70 \text{ kg} \times 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} = 7{,}0 \times 10^2$ N.

2. a. $\Sigma\vec{F} = m \times \dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ d'où $\Delta\vec{v} = \dfrac{\Sigma\vec{F} \times \Delta t}{m}$.

b. Les vecteurs $\Delta\vec{v}$ et $\Sigma\vec{F}$ étant colinéaires, leurs valeurs vérifient l'égalité : $\Delta v = \dfrac{\Sigma F \times \Delta t}{m}$.

Et comme $\Sigma F = P = m \times g$, l'égalité se ramène à $\Delta v = \dfrac{m \times g \times \Delta t}{m}$ soit $\Delta v = g \times \Delta t$.

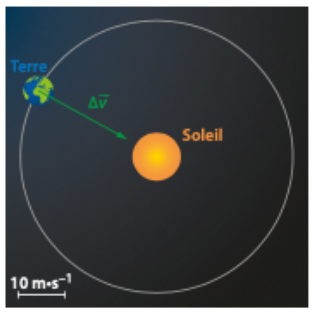
3. a. La valeur v_1 de sa vitesse au sommet de sa trajectoire est nulle.

b. $\Delta v = v_2 - v_1$ et $\Delta v = g \times \Delta t$.

Comme $v_1 = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $v_2 = g \times \Delta t$.

Application numérique, $v_2 = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} \times 1{,}0 \text{ s}$ $v_2 = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

16 Résolution de problème
L'attraction gravitationnelle du Soleil



1^re^ étape : S'approprier la question posée.

1. Quel est le système étudié et par quel point matériel est-il modélisé ?

2. Dans quel référentiel est-il étudié ?

3. À quelles forces est-il soumis ?
4. La direction, le sens et la valeur du vecteur variation de vitesse sur une durée d'une heure représenté sur le schéma sont-ils corrects ?

2ᵉ étape : Lire et comprendre les documents
1. Le seul document fourni renseigne sur la direction, le sens et la valeur du vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.
2. Les données numériques permettent de déterminer la valeur de la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre.

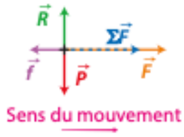
3ᵉ étape : Dégager la problématique
La direction, le sens et la valeur du vecteur variation de vitesse sur une durée d'une heure représenté sur le schéma sont-ils cohérents avec le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ qui s'exercent sur le système ?

4ᵉ étape : Construire la réponse
1. Définir le système étudié, choisir un point matériel qui le modélise, choisir le référentiel d'étude.
2. Faire le bilan des forces qui s'appliquent sur le système.
3. Donner l'expression vectorielle et déterminer les caractéristiques de la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre.
4. Relier le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ au vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.
5. En déduire la direction et le sens du vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.
6. Déterminer la relation entre les valeurs de $\Sigma\vec{F}$ et de $\Delta\vec{v}$.
7. En déduire la valeur du vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.
8. Mesurer la valeur de $\Delta\vec{v}$ sur le schéma à l'aide de l'échelle. Comparer les valeurs et conclure.

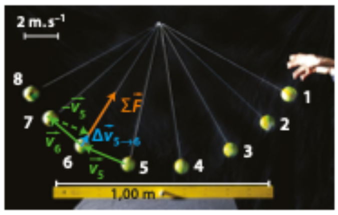
5ᵉ étape : Répondre
• **Présenter le contexte et introduire la problématique.**
On cherche à vérifier si la direction, le sens et la valeur du vecteur variation de vitesse sur une durée d'une heure représenté sur le schéma sont cohérents avec le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ qui s'exercent sur le système.
• **Mettre en forme la réponse**
On étudie le mouvement du système Terre assimilé à un point matériel T placé en son centre, dans le référentiel héliocentrique. Le système est soumis uniquement à la force gravitationnelle $\vec{F}_{S/T}$ exercée par le Soleil.
Cette force a pour expression vectorielle : $\vec{F}_{S/T} = \dfrac{G \times M_T \times M_S}{d^2_{S-T}}\vec{u}_{T\to S}$.
Dans celle relation $\vec{u}_{T\to S}$ est un vecteur unitaire orienté du centre T de la Terre vers le centre du Soleil et suivant la droite d'action qui relie ces deux centres.
Le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ et variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ sont liés par la relation approchée : $\Sigma\vec{F} = M_T \times \dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$.
Comme $\Sigma\vec{F} = \vec{F}_{S/T} = \dfrac{G \times M_T \times M_S}{d^2_{S-T}}\vec{u}_{T\to S}$, on peut écrire :
$$M_T \times \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{G \times M_T \times M_S}{d^2_{S-T}}\vec{u}_{T\to S}.$$
Ce qui donne après simplification $\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \dfrac{G \times M_S}{d^2_{S-T}}\vec{u}_{T\to S}$ ou encore $\Delta\vec{v} = \dfrac{G \times M_S \times \Delta t}{d^2_{S-T}}\vec{u}_{T\to S}$.
Ce résultat nous permet d'affirmer que $\Delta\vec{v}$ a même direction et même sens que $\vec{u}_{T\to S}$, ce qui est conforme à la représentation sur le schéma.
En passant d'une relation vectorielle à une relation entre les valeurs des vecteurs on obtient $\Delta v = \dfrac{G \times M_S \times \Delta t}{d^2_{S-T}}$.
L'application numérique conduit à :
$$\Delta v = \frac{6{,}67 \times 10^{-11}\ \text{N} \times \text{m}^2 \times \text{kg}^{-2} \times 2{,}0 \times 10^{30}\ \text{kg} \times 3\,600\ \text{s}}{(1{,}5 \times 10^{11}\ \text{m})^2}$$
soit $\Delta v = 21\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
La mesure de la valeur de $\Delta\vec{v}$ sur la figure conduit au même résultat.

• **Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.**
Le vecteur $\Delta\vec{v}$ est correctement représenté, il est dirigé vers le centre de la Terre, colinéaire à la force de gravitation, de même sens et de valeur $21\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

17 Départ d'un tramway
1. Le mouvement du tramway après le démarrage lors des premiers mètres de son parcours est rectiligne et accéléré.
2. Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ du système a donc pour direction la droite correspondant à la trajectoire et pour sens, celui du mouvement.
3. D'après la relation $\Sigma\vec{F} = m\,\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$, la résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ qui s'exercent sur le tramway a même direction et même sens que le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.
4. Les forces qui s'exercent sur le tramway sont : son poids $\vec{P}$, l'action des rails $\vec{R}$, les forces de frottement $\vec{f}$ et la force de propulsion $\vec{F}$. D'après la question **3**, la somme des forces doit être horizontale et orientée dans le sens du mouvement. Donc le poids est compensé par l'action des rails, la force de propulsion a une plus grande valeur que celle de frottement.



18 Exercice à caractère expérimental
Une histoire de pointage
On note P_i les diverses positions du système.
1. a. On mesure sur la figure, à l'aide de l'échelle fournie, la longueur des segments P_5P_6 et P_6P_7 : $P_5P_6 = 0{,}23$ m et $P_6P_7 = 0{,}20$ m.
On détermine la valeur des vecteurs vitesse $\vec{v}_5$ et $\vec{v}_6$.
$$v_5 = \frac{P_5P_6}{\Delta t} \quad v_5 = \frac{0{,}23\ \text{m}}{80 \times 10^{-3}\ \text{s}} \quad v_5 = 2{,}9\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$
$$v_6 = \frac{P_6P_7}{\Delta t} \quad v_6 = \frac{0{,}20\ \text{m}}{80 \times 10^{-3}\ \text{s}} \quad v_6 = 2{,}5\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$
b. Les sources d'erreur dans la détermination de v_5 et v_6 peuvent provenir de :
– la précision de mesure de la distance entre les points ;
– la précision de lecture de l'échelle ;
– la précision de la mesure du temps.
2. Dans chacune des positions, $\vec{v}$ est tangent à la trajectoire et dans le sens du mouvement. Avec l'échelle des vitesses fournies, $\vec{v}_5$ est modélisé par un segment fléché de longueur 1,45 fois le segment d'échelle et $\vec{v}_6$ par un segment fléché de longueur 1,25 fois le segment d'échelle.

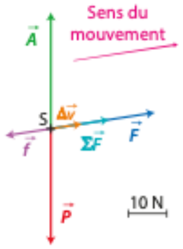


3. Pour construire le vecteur variation de vitesse $(\Delta\vec{v})_{5\to6}$, on reporte à l'extrémité du vecteur $\vec{v}_6$ le vecteur $-\vec{v}_5$. Le vecteur $(\Delta\vec{v})_{5\to6}$ a pour origine l'origine de $\vec{v}_6$ et pour extrémité celle de $-\vec{v}_5$.
4. D'après la relation $\Sigma\vec{F} = m\,\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$, les vecteurs somme des forces $\Sigma\vec{F}$ et variation de vitesse $\vec{v}$ ont toujours même direction et même sens. Le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ est donc dirigé selon la direction du fil au point 6, vers le point d'attache.

19 Déplacement d'un poulpe

1. Poids du poulpe : $P = m \times g$ $\quad P = 3{,}0 \text{ kg} \times 10 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ $\quad P = 30$ N

2. $\vec{P}$ est vertical, vers le bas et a pour valeur 30 N. On le représente par un segment fléché dont la longueur est trois fois plus grande que celle de l'échelle.



3. $\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{A} + \vec{F} + \vec{f}$. La construction vectorielle conduit au schéma ci-dessus.

4. D'après la relation $\Sigma\vec{F} = m\dfrac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$ le vecteur variation de vitesse $\vec{\Delta v}$ a même direction et même sens que le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$.

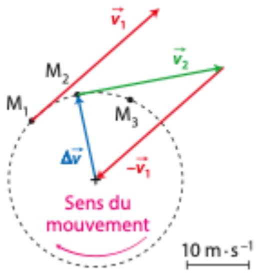
5. On constate que le vecteur variation de vitesse $\vec{\Delta v}$ a même direction et même sens que le vecteur vitesse $\vec{v}$ (direction et sens du mouvement) : le mouvement du poulpe est donc accéléré suivant la direction du mouvement.

20 Centrifugeuse des astronautes

1. Le mouvement de l'astronaute au cours de l'entraînement est circulaire et uniforme.

2. Les vecteurs vitesse en chaque position sont tangents à la trajectoire (perpendiculaires au rayon dans le cas d'une trajectoire circulaire).

La valeur des vecteurs $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$ est 25 m · s^{-1}. Ils sont donc modélisés par un segment fléché de longueur 2,5 fois le segment d'échelle fourni.



3. Pour construire le vecteur variation de vitesse $(\vec{\Delta v})_{1\to 2}$, on reporte le vecteur $-\vec{v}_1$ à l'extrémité du vecteur $\vec{v}_2$.

On mesure graphiquement la valeur de $(\vec{\Delta v})_{1\to 2}$: $(\Delta v)_{1\to 2} = 14$ m · s^{-1}.

4. Les vecteurs somme des forces $\Sigma\vec{F}$ et variation de vitesse $\vec{\Delta v}$ sont liés par la relation approchée : $\Sigma\vec{F} = m \times \dfrac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$.

La résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ a même direction et même sens que le vecteur variation de vitesse: il est donc dirigé suivant un rayon, vers le centre de la trajectoire.

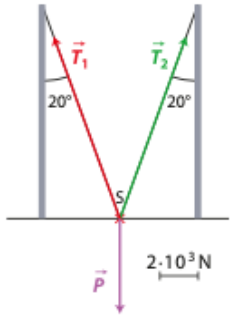
Les vecteurs $\vec{\Delta v}$ et $\Sigma\vec{F}$ étant colinéaires, leurs valeurs vérifient l'égalité : $\Sigma F = m \times \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ soit $\Sigma F = 72 \text{ kg} \times \dfrac{14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{0{,}20 \text{ s}}$ $\quad \Sigma F = 5{,}0 \times 10^3$ N.

L'astronaute est soumis à une force dirigée vers le centre de la trajectoire de valeur 5,0 kN.

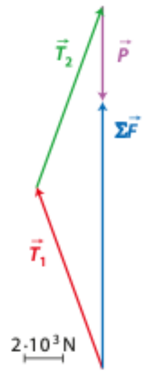
21 C'est tendu

1. Avec l'échelle proposée, les vecteurs $\vec{T}_1$ et $\vec{T}_2$ correspondent à des segments fléchés de longueur 5 fois le segment d'échelle.

Le poids $\vec{P}$ de la nacelle correspond à un segment fléché de longueur 2,5 fois le segment d'échelle.



2. a. Construction de la résultante $\Sigma\vec{F} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{P}$



b. Le vecteur $\Sigma\vec{F}$ a pour direction la verticale et pour sens vers le haut. On détermine sa valeur par mesure sur le schéma ci-dessus : $\Sigma F = 14 \times 10^3$ N.

3. Les vecteurs somme des forces $\Sigma\vec{F}$ et variation de vitesse $\vec{\Delta v}$ sont liés par la relation approchée :

$$\Sigma\vec{F} = m \times \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t} \text{ d'où } \vec{\Delta v} = \frac{\Sigma\vec{F} \times \Delta t}{m}.$$

Leurs valeurs vérifient donc l'égalité : $\Delta v = \dfrac{\Sigma F \times \Delta t}{m}$.

Soit $\Delta v = \dfrac{14 \times 10^3 \text{ N} \times 0{,}01 \text{ s}}{500 \text{ kg}}$. $\quad \Delta v = 0{,}28$ m · s^{-1}.

22 Résolution de problème
Ski de vitesse

Construire les étapes de résolution d'un problème.

1re étape : S'approprier la question posée.

1. Quel est le système étudié ? Par quel point matériel est-il modélisé ? Dans quel référentiel est-il étudié ?

2. À quelles forces est-il soumis ?

3. Quels sont la direction, le sens et la valeur du vecteur modélisant la force de frottement qui s'exerce sur le skieur dans la zone de chronométrage ?

2^e étape : Lire et comprendre les documents

1. Le document B :

– Indique que le mouvement du système est rectiligne uniforme dans la zone de chronométrage.

– Précise l'angle entre la direction de la piste et l'horizontale.

2. Le document C :

– Renseigne sur l'ensemble des forces qui s'appliquent sur le système S.

– Donne une construction sans souci d'échelle de l'ensemble de ces forces.

3^e étape : Dégager la problématique

Comment déterminer la direction, le sens et la valeur de la force de frottement qui s'exerce sur le skieur dans la zone de chronométrage, connaissant la nature de son mouvement ?

4e étape : Construire la réponse

1. Définir le système étudié, choisir un point matériel qui le modélise, choisir le référentiel d'étude.

2. Calculer la valeur du poids $\vec{P}$ et le représenter sur la construction en précisant l'échelle choisie.

3. Représenter le vecteur $\vec{R}_N$ dont la valeur est fournie avec la même échelle.

4. Relier le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ au vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$.

5. Exploiter le fait que le mouvement est rectiligne uniforme.

6. En déduire une relation vectorielle entre l'ensemble des forces appliquées.

7. Exploiter graphiquement cette relation vectorielle.

8. Construire le vecteur $\vec{f}$ modélisant les forces de frottement et mesurer sa valeur à partir de l'échelle choisie.

5e étape : Répondre

• Présenter le contexte et introduire la problématique.

On cherche à déterminer les caractéristiques de la force de frottement qui s'exerce sur le skieur dans la zone de chronométrage, connaissant la nature de son mouvement

• Mettre en forme la réponse

On étudie le mouvement du skieur assimilé à un point matériel S, dans le référentiel terrestre.

Le skieur est soumis à son poids $\vec{P}$ qui pour valeur $P = m \times g$ soit $P = 90\ \text{kg} \times 10\ \text{N} \cdot \text{kg}^{-1} = 9{,}0 \times 10^2\ \text{N}$. On le représente à l'échelle sur la construction. Sur la construction qui suit, $\vec{P}$ est modélisé par un segment fléché de longueur 4,5 fois le segment d'échelle.

On représente aussi le vecteur $\vec{R}_N$ modélisé par un segment fléché de longueur 4,2 fois le segment d'échelle.

Les vecteurs somme des forces $\Sigma\vec{F}$ et variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ sont liés par la relation approchée : $\Sigma\vec{F} = m\,\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$.

Comme le mouvement du skieur est rectiligne uniforme dans la zone de chronométrage, le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ est égal au vecteur nul.

On en déduit $\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{R}_N + \vec{f} = \vec{0}$.

On représente sur la construction qui suit les vecteurs $\vec{R}_N$ et $\vec{f}$ pour satisfaire à cette relation vectorielle.

• Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

On déduit de cette construction que $\vec{f}$ a une valeur d'environ 310 N. Elle est dirigée le long de la piste et dans le sens opposé au mouvement.

On peut retrouver géométriquement la valeur de cette force. On constate en effet que f correspond au côté opposé d'un triangle rectangle dont P est l'hypoténuse.

$f = P \sin(20°) = 900\ \text{N} \times \sin(20°) \quad f = 308\ \text{N}$.

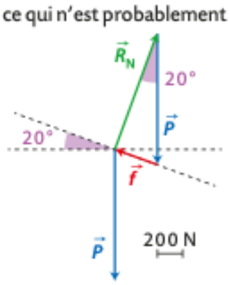
Les valeurs déterminées graphiquement et géométriquement sont compatibles.

Lors de cette détermination, de nombreuses simplifications de la situation réelle ont été effectuées :

– Le système a été assimilé à un point matériel ce qui conduit à de nombreuses pertes d'informations.

– Les frottements de l'air ont été négligés.

– Le mouvement dans la zone de chronométrage est considéré rectiligne uniforme ce qui n'est probablement pas le cas en réalité.



23 Une histoire de vecteurs

1. D'après la construction fournie, le segment fléché modélisant le vecteur $\Sigma\vec{F}$ a une longueur double de celle du segment d'échelle. On en déduit $\Sigma F = 0{,}20$ N.

2. Les vecteurs somme des forces $\Sigma\vec{F}$ et variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ sont liés par la relation approchée : $\Sigma\vec{F} = m\,\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$.

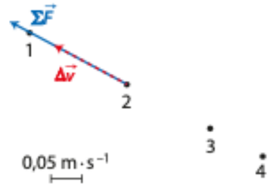
La direction et le sens du vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ du système sont les mêmes que ceux de $\Sigma\vec{F}$.

3. De la relation $\Sigma\vec{F} = m\,\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ on déduit $\Delta\vec{v} = \dfrac{\Sigma\vec{F}\,\Delta t}{m}$.

Les vecteurs $\Delta\vec{v}$ et $\Sigma\vec{F}$ étant colinéaires, leurs valeurs vérifient l'égalité : $\Delta v = \dfrac{\Sigma F \times \Delta t}{m}$. $\Delta v = 0{,}20\ \text{N} \times \dfrac{0{,}20\ \text{N} \times 0{,}10\ \text{s}}{0{,}150\ \text{kg}}$.

$\Delta v = 0{,}13\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Avec l'échelle proposée, $\Delta\vec{v}$ est représenté par un segment fléché de longueur 2,6 fois le segment d'échelle des vitesses.



24 Pointage vidéo et Python

Ressources Python et aide à la mise en œuvre : lycee.hachette-education.com/pc/1re

1. Le système ballon n'est soumis qu'à son propre poids $\vec{P}$.

2. a. Les lignes permettant le calcul du produit $m_{\text{ballon}} \times \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ sont les lignes 41 et 42 :

Ligne 41 : Détermination du nombre de valeurs de DVy à prendre en compte dans la boucle.

```
41   for i in range(len(DVy)) :
```

Ligne 42 : Pour chaque valeur de i, calcul de la valeur du vecteur variation de la vitesse, division par une durée, multiplication par la masse et ajout de la valeur à la liste.

```
42        produit=produit+[0.600*((DVx[i]**2+\
          DVy[i]**2)**0.5/(t[i+1]-t[i]))]
```

b. On constate dans cette ligne que la masse du ballon est de 0,600 kg soit 600 g.

3. a. Les vecteurs somme des forces $\Sigma\vec{F}$ et variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ sont liés par la relation approchée : $\Sigma\vec{F} = m\,\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$.

Dans la situation étudiée, le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ est égal au poids $\vec{P}$ car l'action de l'air est négligée.

b. Le produit $m_{\text{ballon}} \times \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ qui se calcule au lancement du programme a une valeur moyenne de $5{,}8\ \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ soit 5,8 N.

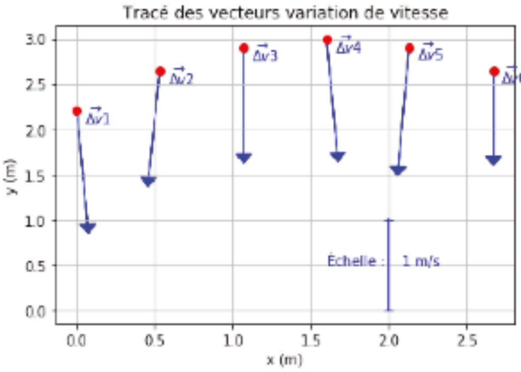
```
Quel est le nom du fichier de pointage (sans l'extension .csv)?pointage-csv2
Au point 1 le produit m*Delta v/Delta t, vaut 6.08  kg. m/s²
Au point 2 le produit m*Delta v/Delta t, vaut 5.75  kg. m/s²
Au point 3 le produit m*Delta v/Delta t, vaut 5.74  kg. m/s²
Au point 4 le produit m*Delta v/Delta t, vaut 6.08  kg. m/s²
Au point 5 le produit m*Delta v/Delta t, vaut 6.42  kg. m/s²
Au point 6 le produit m*Delta v/Delta t, vaut 4.73  kg. m/s²
```

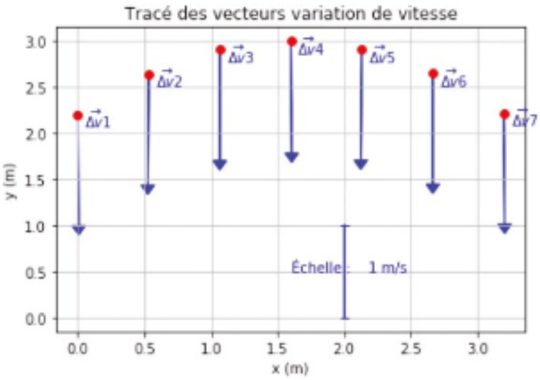
Le poids a pour valeur :

$P = m \times g = 0{,}600\ \text{kg} \times 9{,}81\ \text{kg} \cdot \text{N}^{-1} = 5{,}89\ \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ soit 5,89 N.

Ces deux valeurs sont égales aux incertitudes expérimentales près. La relation est donc vérifiée.

Le graphique qui se trace à l'exécution du programme montre que le vecteur variation de vitesse a même sens et même direction que le poids du ballon.





L'exécution du programme permet de tester la relation $\Sigma\vec{F} = m\,\dfrac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$.

Vers l'épreuve écrite

p. 231

25 Standup paddle

Partie 1 (30 min)

1. Le système étudié est le système {paddler – pagaie – paddle}. Le référentiel d'étude est un référentiel terrestre.

2. Sur le schéma D, on observe que le segment fléché représentant $\vec{v}_1$ a une longueur environ 3 fois plus grande que le segment d'échelle correspondant à $1\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Donc $v_1 = 3\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ soit $11\ \text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Ce paddler est loin d'atteindre la valeur de vitesse du record de Kai Lenny.

3. a. Sur le schéma D, on observe que deux forces s'exercent sur le système dans la position P_1 : la force de propulsion $\vec{F}$ et la force de frottement $\vec{f}$ donc $\Sigma\vec{F} = \vec{F} + \vec{f}$. La modélisation des forces montre que les deux forces ont même direction, l'axe du paddle, et des sens opposés. Le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ a pour direction l'axe du paddle et pour sens celui de la force de plus grande valeur $\vec{F}$.

b. Pour construire le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$, on reporte le segment fléché modélisant les forces de frottement $\vec{f}$ à l'extrémité du segment fléché modélisant la force de propulsion $\vec{F}$. Le vecteur $\Sigma\vec{F}$ a pour origine l'origine de $\vec{F}$ et pour extrémité celle de $\vec{f}$.

4. $\Sigma\vec{F} = m\,\dfrac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$. Donc le vecteur variation de vitesse $(\vec{\Delta v})_{0\to1}$ entre les instants t_0 et t_1 à la même direction et le même sens que la somme des forces en P_1. $(\vec{\Delta v})_{0\to1}$ est représenté par un segment fléché de longueur 2 fois plus petite que le segment d'échelle correspondant à $1\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

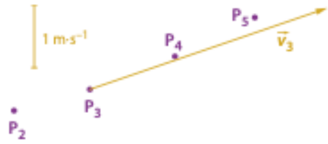
5. a. $\vec{v}_1$ et $(\vec{\Delta v})_{0\to1}$ sont dans le même sens.

b. Le mouvement est rectiligne accéléré puisque $\vec{v}_1$ et $(\vec{\Delta v})_{0\to1}$ ont même direction et même sens.
Cela est confirmé par l'observation du pointage : entre P_0 et P_2 les positions, relevés à intervalles de temps égaux, sont sur une droite et de plus en plus espacés.

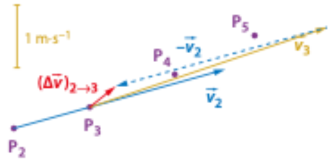
Partie 2 (20 min)

1. a. Avec l'échelle indiquée sur le pointage C, la distance entre P_3 et P_4 est égale à 2 m. La valeur de la vitesse en P_3 est $v_3 = \dfrac{P_3P_4}{\Delta t} = \dfrac{2\ \text{m}}{0{,}50\ \text{s}} = 4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

b. $\vec{v}_3$ est représenté par un segment fléché de longueur 4 cm avec l'échelle indiquée :



2. Graphiquement le vecteur $(\vec{\Delta v})_{2\to3} = \vec{v}_3 - \vec{v}_2$ entre les instants t_2 et t_3 est construit en P_3. Avec $\vec{v}_2$ représenté par un segment fléché de longueur 3,5 cm avec l'échelle indiquée :



3. a. On a : $\Sigma\vec{F} = m\,\dfrac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}$. La direction et le sens de la résultante des forces $\Sigma\vec{F}$ qui s'exercent sur le système lorsqu'il effectue son virage dans la position P_3 sont les mêmes que celles de $(\vec{\Delta v})_{2\to3}$.

b. $(\vec{\Delta v})_{2\to3}$ est représenté par un segment fléché de longueur 0,6 cm. Donc, avec l'échelle indiquée, la valeur de $(\vec{\Delta v})_{2\to3}$ est égale à $0{,}6\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. D'où $\Sigma F = m \times \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = 90\ \text{kg} \times \dfrac{0{,}6\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{0{,}50\ \text{s}} = 1 \times 10^2\ \text{N}$.

4. Le vecteur variation de vitesse $\vec{\Delta v}$ du système {deux paddlers – pagaie – paddle} a pour valeur $\Delta v = \Sigma F \times \dfrac{\Delta t}{m}$.

Si le paddler transporte sur son paddle un coéquipier, la masse m du nouveau système est plus grande. En fournissant le même effort pendant un même intervalle de temps $\Sigma F \times \dfrac{\Delta t}{m}$ diminue. $\vec{\Delta v}$ garde les mêmes directions et sens mais sa valeur diminue.

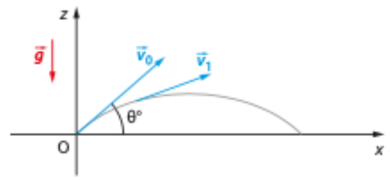
Vers l'oral

p. 232

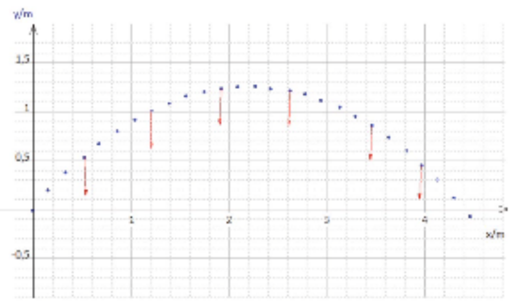
26 Application

Les mouvements de divers objets peuvent être filmés.
On peut observer que :
– un objet sphérique de masse volumique élevée, comme une bille, a un mouvement qui se rapproche d'une chute libre. La variation du vecteur vitesse a la même direction et le même sens que le poids ;

Modèle



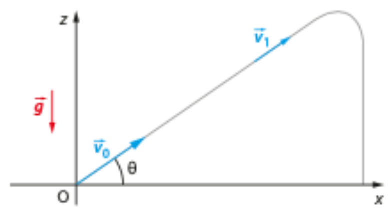
Résultats du pointage du mouvement d'une balle de tennis



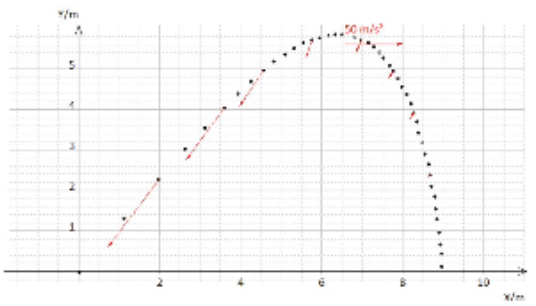
Les segments fléchés rouges correspondent aux vecteurs variation de vitesse tracés sans souci d'échelle.

– un objet léger, tel un volant de badminton, a un mouvement qui se rapproche du modèle de TARTAGLIA. La variation du vecteur vitesse n'a pas la même direction et le même sens que le poids, du moins dans la phase de montée du volant, les frottements de l'air sont alors importants.

Modèle



Résultat du pointage du mouvement d'un volant de badminton



Les segments fléchés rouges correspondent aux vecteurs variation de vitesse tracés sans souci d'échelle.

Prolongement possible : https://www.huffingtonpost.fr/2014/09/22/ma-these-en-deux-minutes-badminton-pompiers_n_5843192.html

Je m'exprime à l'oral sur

Les mouvements d'un système

- **Quelles sont les forces qui s'appliquent sur un projectile en chute libre ?**

Un système en chute libre n'est soumis qu'à l'action de son poids. Une situation de chute libre ne peut avoir lieu que dans le vide où l'action de l'air n'agit pas sur le système (frottements, poussée d'ARCHIMÈDE)

- **Comment peut-on modéliser l'action de l'air sur un projectile ?**

L'action de l'air sur un projectile peut être modélisée par deux forces :

Une force de frottements fluides de même direction mais de sens opposé à ceux du vecteur vitesse et dont la valeur dépend de la vitesse du projectile.

La poussée d'ARCHIMÈDE, verticale, vers le haut, et de valeur $P_A = \rho \times V \times g$ (ρ est la masse volumique de l'air et V le volume du projectile)

- **Quelles questions pouvaient se poser les artilleurs du Moyen Âge lorsqu'ils devaient lancer un projectile à l'aide d'une catapulte ?**

Les artilleurs du moyen âge, avant de lancer leur projectile avec leur catapulte, pouvaient s'interroger sur la valeur de la vitesse initiale à communiquer au projectile, ou sur l'angle de tir à choisir pour atteindre la cible

- **Quel est l'intérêt d'utiliser un smartphone pour étudier le mouvement d'un objet ?**

Un smartphone permet de réaliser une vidéo ou une chronophotographie très simplement, afin de choisir le modèle adapté (voir pointages ci-dessus).