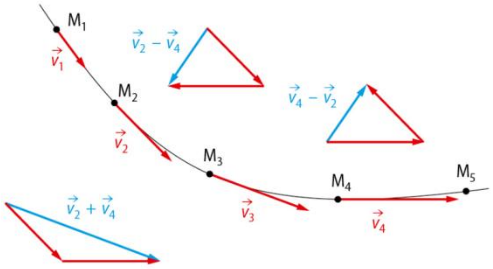
Exercices

« Mouvement d'un système »

11 Soustraire des vecteurs vitesse

1. Lequel de ces vecteurs représente la variation de vitesse, noté $\Delta\vec{v}_3$, au point M_3 ?

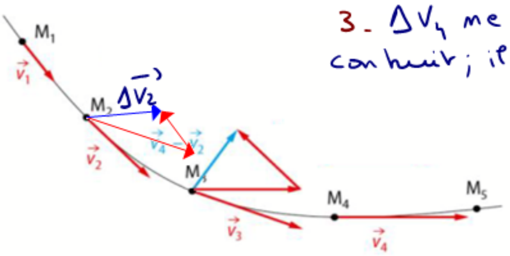


2. Représenter le vecteur variation de vitesse en M_2.
3. Est-il possible de représenter le vecteur variation de vitesse en M_4 ?

1. $\Delta\vec{V_3} = \vec{V_4} - \vec{V_1}$

2. $\Delta\vec{V_2} = \vec{V_3} - \vec{V_1}$

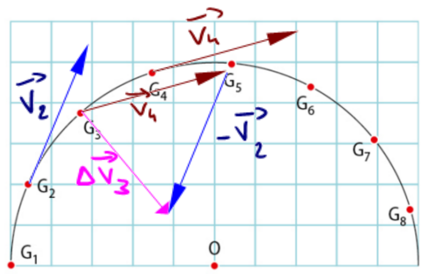
3. $\Delta\vec{V_4}$ ne peut être construit ; il manque $\vec{V_5}$



14 Grande roue

On étudie le mouvement d'une cabine d'une grande roue de fête foraine. Cette cabine est modélisée par un point G. On a repéré les positions successives G_1, G_2, G_3, ... qu'elle occupe toutes les 2 secondes.

2-3



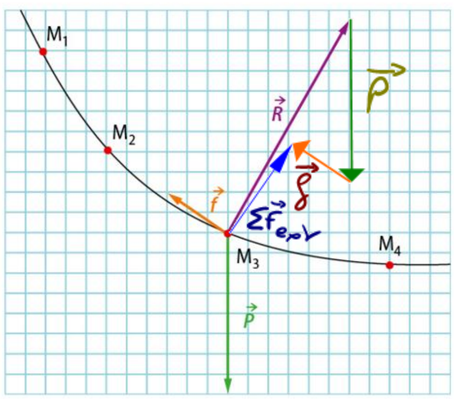
1. Le vecteur vitesse varie-t-il en valeur, en direction ou en sens au cours du temps ?
2. Reproduire les positions G_1 à G_5.
3. Représenter le vecteur vitesse au point G_2 et au point G_4.
4. En déduire le vecteur variation de vitesse en G_3.

1 - les distances (arc de cercle) G_1G_2, G_2G_3, ... sont égales et la durée $\Delta t = 2$ s est constante entre 2 positions successives.
Donc la vitesse V est constante
(Attention pas le vecteur)

4 - On ne peut pas calculer la valeur de V.
• Je prends une longueur de vecteur $\ell_{\vec{v}} = 2{,}0$ cm $= \ell_{\vec{V_2}} = \ell_{\vec{V_4}}$
• Le vecteur vitesse est toujours tangent à la trajectoire et dans le sens du mouvement
$\Delta\vec{V_3} = \vec{V_4} - \vec{V_1}$

18 Somme de forces

Sur le schéma ci-dessous, les positions successives d'un système et les forces qui modélisent les actions s'exerçant sur le système au point M_3, ont été représentées.



1. La somme des forces peut-elle être nulle ? Justifier.
2. En s'aidant du quadrillage, effectuer la somme des forces modélisant les actions qui s'exercent au point M_3.
3. Représenter sans souci d'échelle le vecteur variation de vitesse.

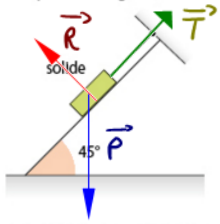
1- Si $\Sigma\vec{F_{ext}} = \vec{R} + \vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$ alors $\Sigma\vec{F_{ext}} = m\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \vec{0}$ donc $\Delta\vec{v} = \vec{0}$. Le vecteur vitesse est un vecteur constant. Le mouvement serait rectiligne uniforme. Ce n'est pas le cas donc $\Sigma\vec{F_{ext}} \neq \vec{0}$

$\Sigma\vec{F_{ext}} = \vec{R} + \vec{P} + \vec{f}$

34 Glisser sans frottement

Un solide peut glisser sans frottement sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontal. Il est maintenu en équilibre par un fil tendu.

***Donnée :** intensité de la pesanteur $g = 9{,}8\ m \cdot s^{-2}$*



1. Que peut-on dire de la somme des forces modélisant les actions qui s'exercent sur le solide ?
2. Représenter sans souci d'échelle les forces qui modélisent les actions s'exerçant sur le solide à partir d'un point M modélisant le solide, en indiquant la valeur des angles.
3. La masse du solide est de 250 g. Déterminer la valeur du poids.
4. À partir du schéma des forces, déduire les valeurs des deux autres forces.

JE VÉRIFIE QUE J'AI...
- bien représenté la somme des forces ;
- utilisé la relation entre variation de vitesse et force.

Le fil retenant le solide se rompt.

5. Montrer que la somme des forces est égale et opposée à la force qu'exerçait le fil sur le solide.
6. Déterminer la vitesse du solide au bout de 1 seconde.

On utilisera la relation : $\vec{F} = m \cdot \dfrac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$.

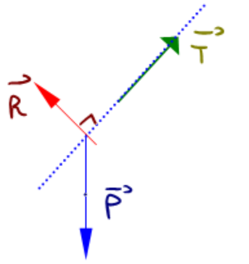
1- le solide est immobile donc

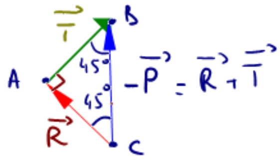
$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

=> $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$

=> $\vec{P} = -\vec{R} - \vec{T} = -(\vec{R} + \vec{T})$

2-





3- Calcul de P

$P = mg = 0{,}250 \times 9{,}80 = 2{,}45\ N$

4. le triangle ABC est isocèle : $R = T$

et rectangle en A.

=> $R^2 + T^2 = P^2$

=> $2R^2 = P^2$ => $R^2 = \dfrac{P^2}{2}$

=> $R = T = \dfrac{P}{\sqrt{2}} = \dfrac{2{,}45}{\sqrt{2}} = 1{,}77\ N$

5- le fil est coupé

=> $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{R} + \vec{P}$ mais $\vec{R}$ et $\vec{P}$ sont inchangés donc la norme de $\vec{R} + \vec{P}$ est toujours égale à $T = 1{,}77\ N$ (quand il y avait le fil)

La seconde loi de Newton

$\sum \vec{F}_{ext} = m \dfrac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ donc les vecteurs $\sum \vec{F}_{ext}$ et $m \dfrac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ sont 2 vecteurs égaux : même norme, même direction et même sens

=> $m \dfrac{\Delta V}{\Delta t} = T$ => $\Delta V = V(t = 1s) - V(t = 0) = \dfrac{T \times \Delta t}{m}$

avec $V(t = 0) = 0\ m/s$ => $V(t = 1s) = \dfrac{1{,}77 \times 1{,}0}{0{,}250} = 7{,}1\ m/s$

26 Valeur approchée de l'intensité de la pesanteur

Il est possible de déterminer une valeur approchée de l'intensité de la pesanteur terrestre en étudiant la chute libre d'un objet.

La chronophotographie de la chute verticale d'une bille d'acier a donné les résultats consignés dans le tableau ci-dessous.

Positions	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
t (s)	0,00	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32
y (mm)	0	8	31	75	127	203	300	395	535

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ
- La **chute** est **libre**, cela signifie qu'il n'y a pas de frottements.
- Les **positions successives** de la bille sont connues. Elles sont alignées selon l'axe verticale.
- **L'intervalle de temps** entre deux points est régulier : $\Delta t = 0{,}04$ s

1. **Montrer** que la somme des forces modélisant les actions qui s'exercent sur la bille en chute libre ne dépend que de la masse de la bille et de l'intensité de la pesanteur.
2. **Déterminer** la vitesse de la bille aux points M_4 et M_6.
3. Puis calculer la valeur de la variation de vitesse $\Delta \vec{v}_5$ au point M_5.
4. **Montrer** qu'il est possible de connaître l'intensité de la pesanteur en utilisant la relation approchée $\vec{F} = m \cdot \dfrac{\Delta \vec{v}}{2 \cdot \Delta t}$.
5. Effectuer le calcul de l'intensité de la pesanteur et **comparer** avec la valeur de référence $g = 9{,}8\ m \cdot s^{-2}$.

LES QUESTIONS À LA LOUPE
- **Montrer** : effectuer un raisonnement logique conduisant à un résultat attendu.
- **Déterminer** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.
- **Comparer** : mettre en regard deux résultats pour en identifier les différences et estimer les incertitudes.

1- Chute libre : seul le poids s'exerce sur l'objet

$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} = m\vec{g}$

Donc $\sum \vec{F}_{ext}$ ne dépend que de m et $\vec{g}$

2- Calcul de la vitesse au point M_4 :

La trajectoire est une droite verticale selon l'axe (Oy). Donc il n'y a pas de coordonnées sur l'axe (Ox) où $x = 0$ $\forall t$.

$$\Rightarrow V_4 = \sqrt{V_x^2(M_4) + V_y^2(M_4)} = \sqrt{0^2 + V_y^2(M_4)}$$

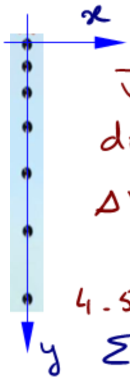
$$\Rightarrow V_4 = V_y = \frac{y_5 - y_3}{t_5 - t_3}$$

$$\Rightarrow V_4 = \frac{(203 - 75)\cdot 10^{-3}}{0{,}20 - 0{,}12} = 1{,}6 \text{ m/s}$$

De la même façon

$$V_6 = V_y(M_6) = \frac{y_7 - y_5}{t_7 - t_5}$$

$$V_6 = \frac{(395 - 203)\cdot 10^{-3}}{0{,}28 - 0{,}20} = 2{,}4 \text{ m/s}$$



3- Les vecteurs vitesse $\vec{V_4}$ et $\vec{V_6}$ sont colinéaires et de même sens donc $\Delta\vec{V_5} = \vec{V_6} - \vec{V_4}$ peut s'écrire

$$\Delta V_5 = V_6 - V_4 = 2{,}4 - 1{,}6 = 0{,}80 \text{ m/s}$$

4.5 : La second loi de Newton $\sum \vec{F}_{ext} = m \frac{\Delta \vec{V}}{2\Delta t}$ avec $\Delta t = 0{,}04$ s

$$\Rightarrow \vec{P} = m \frac{\Delta \vec{V}}{2\Delta t}$$

Les 2 vecteurs sont égaux donc même norme

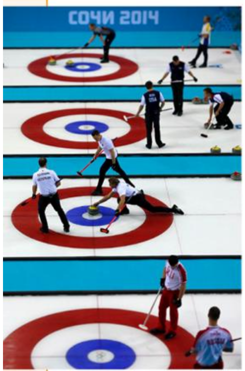
$$\Rightarrow P = m\frac{\Delta V}{2\Delta t} = 0{,}250 \times \frac{0{,}80}{2 \times 0{,}04} = 2{,}50 \text{ N}$$

Avec $P = mg \simeq 0{,}250 \times 9{,}81 \simeq 2{,}50$ N

Exercice résolu EN AUTONOMIE

28 Curling

Le curling est un jeu d'équipe qui se pratique sur une piste de glace. Il consiste à faire glisser des pierres dotées d'une poignée et pesant environ 20 kg. L'objectif est de faire en sorte que les pierres s'arrêtent le plus près possible de la cible appelée « maison ».



L'étude des forces modélisant les actions qui s'exercent sur le système {pierre} permet de prévoir son mouvement.

1. Dans sa phase de lancer, le joueur imprime à la pierre une force constante pendant 3 s.

a. **Représenter** sur un schéma les forces modélisant les actions qui s'exercent sur la pierre, elle-même modélisée par un point noté M.

b. Que peut-on **déduire** sur le vecteur variation de vitesse du point M ? Le représenter sans souci d'échelle sur le schéma précédent.

c. Comment qualifier le mouvement de la pierre ?

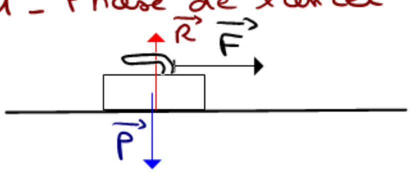
2. Une fois lancée, la pierre glisse sur la glace parfois lissée par des balayeurs pour réduire les frottements.
Si on néglige les frottements :
– quel est le bilan des forces modélisant les actions s'exerçant sur la pierre ?
– quel est le mouvement de la pierre ?

3. Dans la dernière phase la pierre doit s'arrêter le plus près possible du centre de la maison. Peut-on affirmer que les frottements sont alors négligeables ? **Argumenter** à partir de la variation de vitesse du point M.

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ
- Dans la première phase, le **lanceur exerce** une action sur la pierre.
- Dans la deuxième phase, le **lanceur n'exerce plus** d'action sur la pierre.

LES QUESTIONS À LA LOUPE
- **Représenter** : dessiner symboliquement des notions.
- **Déduire** : intégrer le résultat précédent pour répondre.
- **Argumenter** : présenter un ensemble d'éléments pour convaincre.

1 - Phase de lancer



$$\sum \vec{F}_{ext} = \underbrace{\vec{R} + \vec{P}}_{= \vec{0}} + \vec{F}$$

$$\Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} = \vec{F}$$

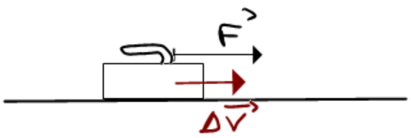
$\Rightarrow$ Seconde loi de Newton

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \vec{F} = m\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

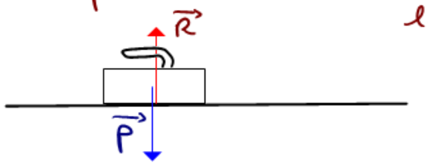
2 vecteurs colinéaires donc (encore) même norme, même sens et de même direction

$$\Rightarrow m\frac{\Delta V}{\Delta t} = F \Rightarrow \Delta V = \frac{F \times \Delta t}{m}$$



Le mouvement est rectiligne accéléré

2ème phase : le lanceur a lâché la pièce



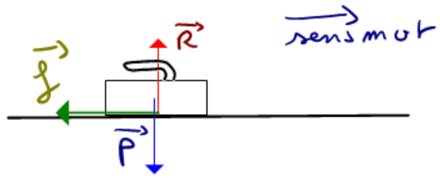
$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$$

La pièce est donc en mouvement rectiligne uniforme.

$\sum \vec{F}_{ext} = m \dfrac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \vec{0} \Rightarrow \Delta \vec{v} = \vec{0}$. Le vecteur vitesse est un vecteur constant.

3- Si $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ alors la pièce ne s'arrête jamais !

Si elle s'arrête alors c'est que les forces de frottement ne sont pas négligeables

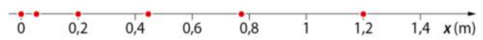


$\vec{f}$: Les forces de frottement s'opposent toujours au mouvement

Le mouvement est donc rectiligne ralenti si l'on tient compte des forces de frottements

31 Validation de relation 7,1 kg

Un mobile dont la masse est de kg, initialement au repos, est soumis à une force constante $\vec{F}$ horizontale, orientée de gauche à droite et de valeur 4 N. On enregistre toutes les 0,4 s la position d'un point matérialisant le mobile. La trajectoire obtenue est la suivante :



1. Déterminer la valeur de la variation de vitesse pour le quatrième point.
2. Reproduire la trajectoire et tracer ce vecteur variation de vitesse.
3. Montrer que la relation approchée entre variation de vitesse et force $\vec{F} = m \cdot \dfrac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ est validée pour ce quatrième point.
4. Est-ce *a priori* le cas pour les autres points ? Justifier.

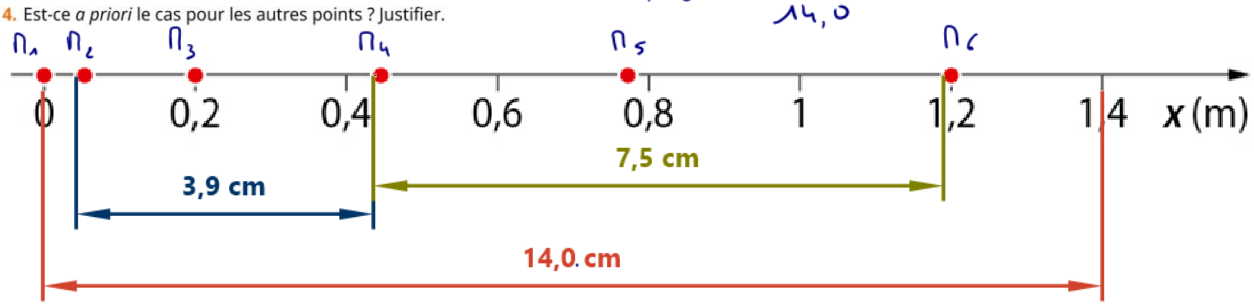
1- Pour $\Delta \vec{V}_4 = \vec{V}_5 - \vec{V}_3$; il faut déterminer les vecteurs $\vec{V}_5$ et $\vec{V}_3$

Echelle de l'enregistrement

$$\begin{cases} 1{,}4 \text{ m} \leftrightarrow 14{,}0 \text{ cm} \\ M_2M_4 \leftrightarrow 3{,}9 \text{ cm} \end{cases}$$

$\Rightarrow M_2M_4 = \dfrac{3{,}9 \times 1{,}4}{14{,}0} = 0{,}39$ m

et $M_4M_6 = \dfrac{7{,}5 \times 1{,}4}{14{,}0} = 0{,}75$ m



Calcul de V_3 et V_5

$V_3 = \dfrac{M_2M_4}{2\Delta t} = \dfrac{0{,}39}{2 \times 0{,}40} = 0{,}49$ m/s et $V_5 = \dfrac{M_4M_6}{2\Delta t} = \dfrac{0{,}75}{2 \times 0{,}40} = 0{,}94$ m/s

Le mouvement étant rectiligne, les vecteurs $\vec{V}_3$ et $\vec{V}_5$ sont colinéaires et de même sens.

On peut donc écrire que $\Delta V_4 = V_5 - V_3 = 0{,}94 - 0{,}49 = 0{,}45$ m/s

3- $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{R} + \vec{P} + \vec{F}$ avec $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$

$\Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} = \vec{F}$ avec $F = 4{,}0$ N

Au point M_4, $m \dfrac{\Delta V_4}{2\Delta t} = 7{,}1 \times \dfrac{0{,}45}{2 \times 0{,}40} = 3{,}9$ kg.m.s^{-2}

Donc $F \simeq m \dfrac{\Delta V_5}{2\Delta t}$ la 2° loi est bien vérifiée !