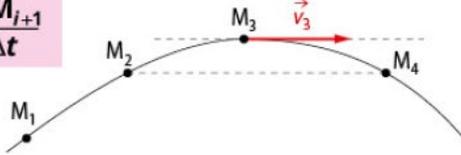


1 Vecteur variation de vitesse

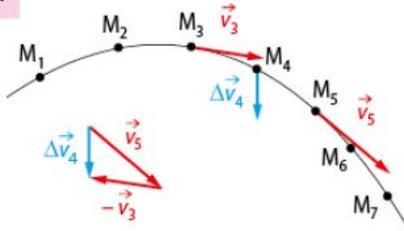
► **Vecteur vitesse** au point M_i :

$$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2 \cdot \Delta t}$$



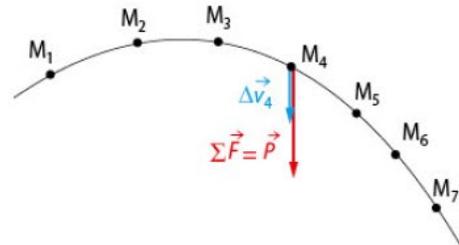
► **Vecteur variation de vitesse** au point M_i :

$$\Delta \vec{v}_i = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1}$$



2 De la variation de vitesse aux forces

► **Somme des forces** modélisant les actions qui s'exerce au point M_i .



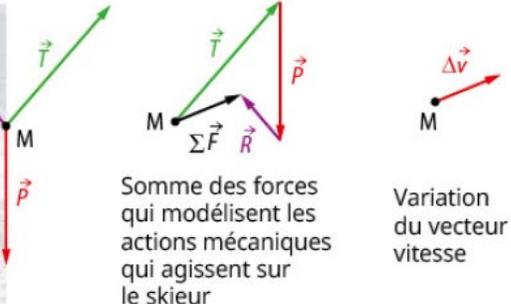
► Le vecteur $\Sigma \vec{F}$ a même direction, même sens que le vecteur variation de vitesse. Sa valeur est proportionnelle à la variation de vitesse.

3 Des forces à la variation de vitesse

► Le vecteur $\Delta \vec{v}$ a même direction et même sens que le vecteur $\Sigma \vec{F}$. Sa valeur est proportionnelle à la valeur de la somme des forces.



Skieur au départ d'un tire-fesse



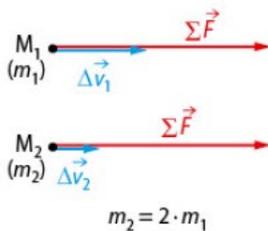
Somme des forces qui modélisent les actions mécaniques qui agissent sur le skieur

Variation du vecteur vitesse

4 Rôle de la masse

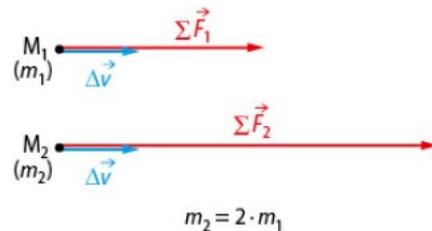
► La variation de vitesse est inversement proportionnelle à la masse (à \vec{F} et Δt constants) :

$$\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{1}{m} \cdot \vec{F}$$



► La force est proportionnelle à la masse (à $\Delta \vec{v}$ et Δt constants) :

$$\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$



1 Vecteur variation de vitesse

	A	B	C
1 Le schéma représentant correctement le vecteur variation de vitesse est :			
2 Dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme :	le vecteur variation de vitesse est nul.	le vecteur variation de vitesse est tangent au cercle.	le vecteur variation de vitesse est dirigé vers le centre du cercle.

2 De la variation de vitesse aux forces

	A	B	C
3 Le vecteur somme des forces :	a même direction que le vecteur variation de vitesse.	a même sens que le vecteur variation de vitesse.	a même valeur que la valeur du vecteur variation de vitesse.
4 M_i et M_{i+1} étant 2 positions successives d'un système en mouvement, on peut dire que :	le système est soumis à une action dans le sens du mouvement.	il est possible qu'aucune action ne s'exerce sur le système.	il est possible que des actions qui se compensent s'exercent sur le système.

3 Des forces à la variation de vitesse

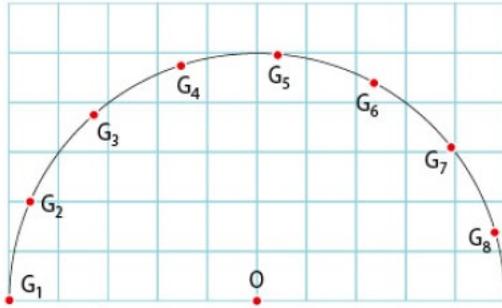
	A	B	C
5 Cette modélisation montre que :	la résultante des forces modélisant les actions qui agissent sur le système est nulle	le système peut être immobile ou en mouvement rectiligne uniforme.	le système peut être en mouvement circulaire uniforme.
6 Si le vecteur résultante des forces traduit des actions qui s'opposent au mouvement ; le vecteur variation de vitesse se représente ainsi :			

4 Rôle de la masse

	A	B	C
7 Si une même action s'exerce sur des systèmes de masses différentes alors :	les vitesses des points modélisant les systèmes varient de la même manière.	la vitesse du système dont la masse est la plus grande varie plus rapidement.	la vitesse du système dont la masse est la plus petite varie plus rapidement.
8 Si la variation de vitesse de deux systèmes de masses différentes est la même pendant une même durée, alors :	les forces modélisant les actions qui s'exercent sur ces systèmes sont identiques.	les actions qui s'exercent sur le système le plus lourd sont plus importantes.	la norme de la résultante des forces modélisant les actions qui s'exercent sur le système trois fois plus lourd est trois fois plus importante.

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, \dots qu'elle occupe toutes les 2 secondes.



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 .

17 Chute d'une bille dans l'huile

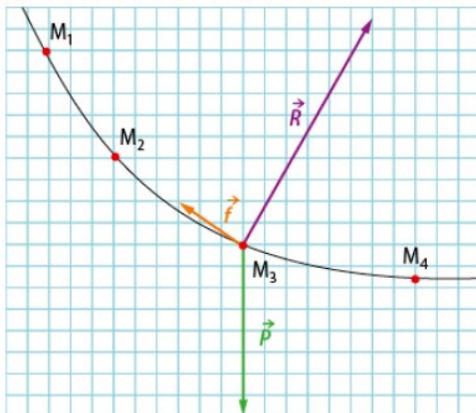
Observer la chronophotographie de la chute d'une bille dans une éprouvette remplie d'huile ci-contre.



1. Que peut-on dire de la vitesse de la bille après la cinquième position ?
2. En déduire la variation de vitesse pour tous les points après la cinquième position.
3. Quel principe est alors applicable dans cette situation ? Le formuler dans cette situation.
4. Les forces de frottements ne compensent pas entièrement le poids de la bille. Que peut-on en déduire ?

18 Somme de forces

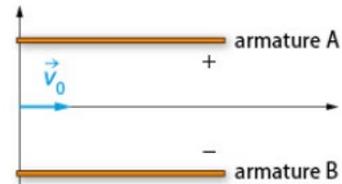
Sur le schéma ci-dessous, les positions successives d'un système et les forces qui modélisent les actions s'exerçant sur le système au point M_3 , ont été représentées.



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.

21 Déviation de particules

Une particule chargée positivement entre avec une vitesse initiale \vec{v}_0 dans un condensateur plan où règne un champ électrostatique uniforme \vec{E} .



1. Reproduire le schéma et représenter la force modélisant l'action qu'exercent les armatures sur la particule.
2. En déduire la direction et le sens du vecteur variation de vitesse.
3. Tracer l'allure de la trajectoire de la particule.
4. Qu'en serait-il pour une particule négative ?

23 Prise de masse

Un solide de masse m , initialement au repos, est soumis à une action dont la modélisation est une force constante et horizontale.

1. Quel est le mouvement pris par le solide ?
2. Son mouvement serait-il modifié s'il possédait une masse double ? Si oui, comment ?

25 Petit bateau



Un petit bateau de masse 50 g flotte sur l'eau à la vitesse de $3,2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ en ligne droite. Pendant $2,0 \text{ s}$ un enfant souffle dans les voiles dans le sens du déplacement du bateau. L'ensemble des actions qui s'exercent alors sur le bateau peut être modélisée par une force de valeur $0,10 \text{ mN}$.

En utilisant la relation $\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ déterminer la nouvelle vitesse du bateau.

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

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 M₄ et M₆.

3. Puis calculer la valeur de la variation de vitesse $\Delta \vec{v}_5$ au point M₅.

4. **Montrer** qu'il est possible de connaître l'intensité de la pesanteur en utilisant la relation approchée $\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{2 \cdot \Delta t}$.

5. Effectuer le calcul de l'intensité de la pesanteur et **comparer** avec la valeur de référence $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.



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 : $\Delta t = 0,04 \text{ s}$

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.

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.

33 Transfert de bagages

Une personne chargée du transfert de bagages entre le terminal d'embarquement et la soute de l'avion dispose d'un engin tracteur et de deux wagons se déplaçant sans frottement sur le sol. Les deux wagons ont une masse de 2,2 tonnes.

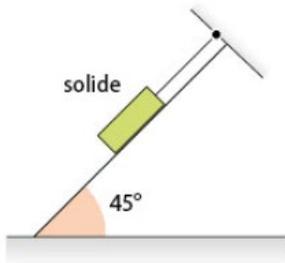


1. Le véhicule tracteur exerce au démarrage une action de traction de valeur $T = 3\,080\text{ N}$.
 - a. Faire le bilan des actions exercées sur les wagons.
 - b. En utilisant la relation approchée $\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$, déterminer la variation de vitesse durant la première seconde de démarrage.
 - c. Quelle durée environ sera nécessaire pour que le tracteur atteigne la vitesse limite de 20 km/h ?
2. Une fois la vitesse atteinte, quelle doit être la valeur de la force modélisant l'action exercée par le tracteur ? Est-ce le cas dans la réalité ? Expliquer.

34 Glisser sans frottement

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

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



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.

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 : $\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$.

35 Mouvement de la Lune

La Lune est le seul satellite naturel de la Terre. D'une masse de $7,3 \times 10^{22}\text{ kg}$ et située à $3,84 \times 10^5\text{ km}$ du centre de la Terre, sa période de révolution est de 27 jours et 8 heures.



*Données : constante gravitationnelle : $G = 6,67 \times 10^{-11}\text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$;
masse de la Terre : $m_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24}\text{ kg}$.*

1. Faire un schéma de la rotation de la Lune autour de la Terre.
2. Donner les caractéristiques du vecteur force modélisant l'action exercée par la Terre sur la Lune. Puis le représenter sur le schéma.
3. Déterminer la valeur de la variation de vitesse sur un quart de son orbite à l'aide de la relation $\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$.
4. Montrer, en complétant le schéma, que, pour un quart de la période de révolution, la vitesse de la Lune s'exprime $v = \frac{\Delta v}{\sqrt{2}}$.
5. Faire le calcul de la vitesse de rotation de la Lune et la comparer à une valeur trouvée sur un site Internet.

43 Panorama en montgolfière TÂCHE COMPLEXE

(AN/RA) Construire les étapes d'une résolution de problème

Clément et deux amis décident d'effectuer une ascension en montgolfière pour admirer le panorama des Cévennes. Leur réserve de propane ne permet que 15 minutes d'ascension. Pourront-ils atteindre une hauteur suffisante ?

Données : masse volumique de l'air sec à 85 °C $\rho = 0,986 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

LE PROBLÈME À RÉSOUDRE

Combien de temps approximativement faut-il à la montgolfière pour s'élever de 800 m ?

DOC 1 Les montgolfières

Le volume le plus courant des montgolfières est de 2 200 mètres cubes. Un mètre cube d'air porté à 85 °C peut soulever une charge de 220 grammes dans un air ambiant normal et à pression normale. La masse totale (environ 200 kg) de l'enveloppe, de la nacelle, des brûleurs et des bouteilles de propane, ajoutée à la masse d'air chaud, représente une inertie importante, et tout l'art du pilotage consiste à anticiper sur les réactions de l'appareil.

D'après la Fédération Française d'Aérostation (ffaerostation.org/)

DOC 2 De la hauteur

La hauteur h atteinte par la montgolfière de masse m , en fonction du temps t , est donnée par la relation : $h = \frac{1}{2 \cdot m} \cdot F \cdot t^2$

(où F est la valeur de la somme des forces permettant à la montgolfière de s'élever ; et m la masse totale incluant les masses de l'équipement, des trois personnes et de l'air chaud).



44 Saut en parachute DÉMARCHES DIFFÉRENCIÉES

(REA) Proposer un protocole

On considère un parachutiste s'élançant sans vitesse initiale d'un ballon immobile situé à 5 000 m d'altitude. Au cours de cette étude, le parachute n'est pas déployé (il ne l'ouvre qu'après 25 secondes de chute). Le parachutiste et son équipement pèsent 82 kg.

DÉMARCHE EXPERTE

Montrer que les forces de frottements, négligeables les deux premières secondes, augmentent pour atteindre une valeur maximale après 15 secondes.

DÉMARCHE AVANCÉE

1. Faire le bilan des forces modélisant les actions qui s'exercent sur le parachutiste pendant le saut.
2. a. Que peut-on dire de la variation de vitesse durant les deux premières secondes ?
b. En déduire que les forces de frottements sont négligeables durant cette première phase du saut.
3. a. Définir la période pendant laquelle la variation de vitesse diminue. Effectuer deux calculs pour le montrer.
b. Le poids du parachutiste n'est pas modifié : que doit-on en déduire pour les forces de frottements ?
4. a. Que peut-on dire du bilan des forces modélisant les actions qui s'exercent sur le parachutiste après 15 secondes ?
b. En déduire la valeur maximale des forces de frottements.

