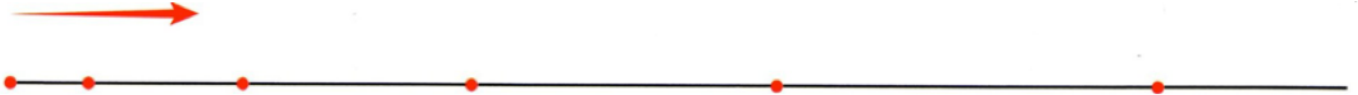


C14 – Activité :

Tracé des vecteurs vitesse et accélération

On étudie le mouvement d'un skieur qui tombe et glisse sur une piste verglacée rectiligne. On repère la position du skieur à intervalles de temps réguliers et on obtient la chronophotographie suivante :



Données :

- Intervalle de temps entre deux points $\Delta t = 0,5 \text{ s}$
- Échelle du schéma : 1 cm sur le schéma \rightarrow 1 m dans la réalité.

- 1- Analyser la chronophotographie et caractériser le mouvement parmi les mots suivants : rectiligne, curviligne, circulaire, uniforme, accéléré, ralenti. Justifier.

Document 1 : Vitesse moyenne et vitesse instantanée

La vitesse moyenne sur un mouvement rectiligne v_{moy} se calcule par le rapport de la distance d parcourue par le système sur la durée du mouvement t : $v_{\text{moy}} = \frac{d}{t}$

La vitesse en un point M_2 est approximativement la vitesse moyenne du point M_2 entre deux positions M_2 et M_3 : $v_{M_2} = \frac{M_2M_3}{\Delta t}$. Δt est le temps mis par le système pour aller de M_2 à M_3 .

- 2- En s'aidant du document 1, calculer la vitesse moyenne de l'enregistrement.
- 3- Numéroter les points M_1, M_2, M_3 , etc. sur la chronophotographie.
- 4- En s'aidant du document 1, calculer les vitesses aux points M_3, M_4 et M_5 . Est-ce en accord avec les résultats de la question 1 ?

Document 2 : La notion d'accélération

L'accélération d'un système correspond à la variation de la vitesse de ce système pendant une durée donnée.

Pour un point M_1 en mouvement rectiligne, l'accélération se calcule à partir des vitesses aux points M_1 et M_2 :

$$a_{M_1} = \frac{v_{M_2} - v_{M_1}}{\Delta t}$$

Δt est le temps mis par le système pour aller de M_1 à M_2 .

- 5- En s'aidant du document 2, indiquer l'unité de l'accélération dans le système international.
- 6- Calculer l'accélération du mobile aux points M_3 et M_4 .

Chapitre 14 : Forces et mouvements

Extrait Programme 1^{ère} STI2D

Référentiels et trajectoires Notion de solide Mouvement de translation d'un solide	- Choisir un référentiel et caractériser un mouvement par rapport à celui-ci. - Distinguer différents types de translation. - Comparer les trajectoires des différents points d'un solide en translation. - Assimiler le mouvement d'un solide en translation à celui d'un point matériel (centre de masse) concentrant toute sa masse.
Mouvement rectiligne : vitesse moyenne	- Écrire et exploiter la relation entre distance parcourue, durée du parcours et vitesse moyenne pour un point en mouvement rectiligne. - Dans le cas d'un mouvement rectiligne, définir la vitesse comme la limite de la vitesse moyenne pour un intervalle de temps infiniment petit.
Vitesse	- Dans le cas d'un mouvement rectiligne, définir la vitesse comme la dérivée par rapport au temps de la position $x(t)$ et l'accélération comme la dérivée par rapport au temps de la vitesse.
Accélération	- <i>Mesurer des vitesses et accélérations dans le cas d'un mouvement rectiligne.</i>
Actions de contact et actions à distance. Exemples de forces s'exerçant sur un objet : <ul style="list-style-type: none">- Poids- Force exercée par un support- Force élastique- Force de frottement fluide Résultante des forces appliquées à un solide	- Exploiter la représentation d'une force s'exerçant en un point par un vecteur : direction, sens et norme. - Identifier, inventorier, caractériser et modéliser par des forces, les actions mécaniques s'exerçant sur un solide. - Effectuer un bilan quantitatif de forces pour un solide à l'équilibre ou en translation rectiligne uniforme.

I- Description d'un mouvement

1- Choix d'un référentiel

Afin de décrire précisément un mouvement, on a besoin d'indiquer le référentiel dans lequel on se place pour étudier le mouvement.

Un référentiel est un solide par rapport auquel on étudie le mouvement du système étudié.

Un même mouvement peut être décrit différemment en fonction du référentiel choisi.

[Application : n°1 feuille](#)

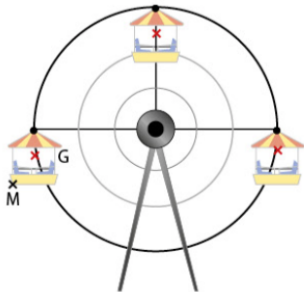
2- Mouvement de translation

Un solide est en mouvement de translation si tous ses points ont des trajectoires identiques. Lorsqu'on étudie un solide en translation, il suffit donc d'étudier le mouvement d'un de ses points.

On choisit généralement celui du centre de masse du solide et on considère que ce point possède toute la masse du solide.

Il existe deux types de translation :

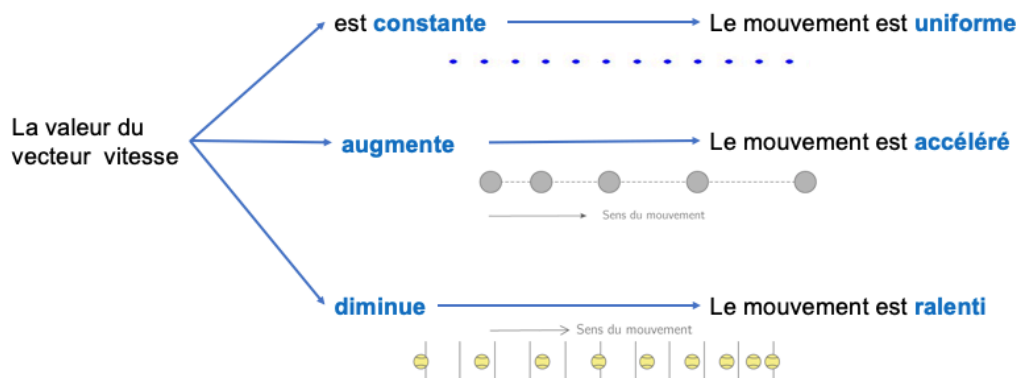
- La translation rectiligne : la trajectoire de chaque point du solide est une droite.
- La translation circulaire : la trajectoire de chaque point du solide est un cercle.



[Application : n°2 p106](#)

3- Mouvement rectiligne

Un mouvement d'un système est rectiligne si sa trajectoire est une portion de droite.



II- La vitesse d'un point

1- La vitesse moyenne

La vitesse moyenne V_{moy} (en m/s) d'un point matériel se déplaçant d'une distance d (en m) durant une durée Δt (en s) se calcule par la relation :

$$V_{moy} = \frac{d}{\Delta t}$$

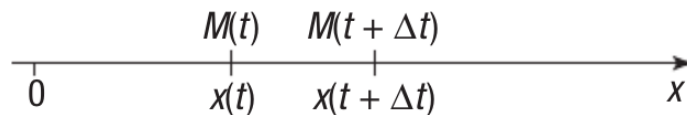
La vitesse moyenne ne reflète pas l'évolution de la vitesse à chaque instant durant la totalité du mouvement.

Remarque : lorsque l'on a une chronophotographie, pour un mouvement rectiligne, on peut calculer une vitesse moyenne entre deux positions $x(t + \Delta t)$ et $x(t)$, séparés d'un temps Δt :

$$V_{moy} = \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t}$$

2- La vitesse instantanée

Considérons un mouvement rectiligne :



On définit la vitesse d'un point M à l'instant t comme la limite de la vitesse moyenne pour un intervalle de temps infiniment petit :

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} V_{moy}(t)$$

La vitesse instantanée v d'un point M à l'instant t est la dérivée de la position $x(t)$.

$$v(t) = x'(t)$$

Remarque : en physique chimie, on note la dérivée différemment des mathématiques : on note

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$$

III- L'accélération d'un point

On s'intéresse uniquement à des mouvements rectilignes.

1- L'accélération moyenne

L'accélération a_{moy} (en m/s^2) d'un point matériel dont la vitesse varie de Δv (en m/s) durant une durée Δt (en s) se calcule par la relation :

$$a_{moy} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Remarque : lorsqu'on a une chronophotographie, on peut calculer une valeur approchée de l'accélération entre deux instants t et $t + \Delta t$:

$$a(t) = \frac{v(t + \Delta t) - v(t)}{\Delta t}$$

2- L'accélération instantanée

L'accélération instantanée $a(t)$ d'un point M, à l'instant t est défini comme la dérivée de la vitesse $v(t)$ de ce point :

$$a(t) = v'(t)$$

L'accélération s'exprime en $m.s^{-2}$.

Remarque : en physique chimie, on note $a(t) = \frac{dv(t)}{dt}$

Si on connaît la position x à chaque instant t , on peut en déduire la vitesse v en dérivant x . En dérivant v , on peut alors en déduire l'accélération a .

Applications : n°2 feuille, n° 3 p 106, n°7 p 107, n°3* feuille, n°6* p 107 (plus difficile)

IV- Les actions mécaniques

1- Effets d'une action mécanique

Une action mécanique peut :

- Mettre en mouvement un objet (ou l'arrêter) : il faut pousser le bobsleigh pour le faire avancer.
- Modifier le mouvement d'un objet : l'action exercée par un patineur sur la glace modifie sa trajectoire / sa vitesse.
- Déformer un objet : la force exercée par un poing sur le visage d'un boxeur le déforme.

2- Caractéristiques d'une force

Une action mécanique peut être modélisée par une force. Elle est représentée par un vecteur $\vec{F}_{\text{acteur/receveur}}$. Elle possède quatre caractéristiques :

- son point d'application (origine du vecteur)
- sa direction
- son sens
- sa valeur (longueur de la flèche) exprimée en Newtons (N)

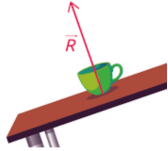
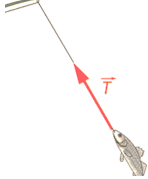
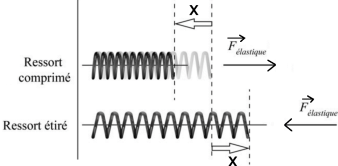

Une action mécanique peut être de deux types :

- Lorsque l'acteur et le receveur sont en contact, c'est une action de contact.
- Lorsque l'acteur et le receveur ne sont pas en contact, c'est une action à distance. Ces actions ne sont que trois : gravitationnelle, magnétique et électrique.

[Application](#) : n°8 p 107

3- Exemples de forces

Nom de la force et symbole	Réaction \vec{R}	Poids \vec{P}	Tension \vec{T}	Force de rappel d'un ressort \vec{F}	Force de frottement fluide \vec{f}
Qui exerce la force ?	Un support	La Terre	Un fil	Un ressort	Un fluide
Point d'application	Contact support / système	Centre du système	Contact fil/système	Contact ressort / système	Centre du système
Direction	Perpendiculaire au support	Verticale du lieu	Celle du fil	Celle du ressort	Celle du mouvement
Sens	Vers le système (vers le haut)	Vers le centre de la Terre	Vers le fil	Si ressort comprimé : vers le système Si ressort étiré : vers le ressort	Opposé au mouvement
Norme (en N)		$P = m \times g$ m en kg g en N/kg		$F = k \times x$ k : constante de raideur du ressort x : variation de longueur du ressort.	$f = h \times v^2$ h : coefficient v : vitesse en m/s

Schéma					
Exos		n°4 feuille		n°5 feuille	n°6 feuille

Remarque : les expressions de la force de rappel d'un ressort et de frottement fluide ne sont pas à connaître.

4- Bilan des forces

Le principe d'inertie permet de relier les forces appliquées à un objet à son mouvement.

Lorsqu'un objet est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme, alors la somme des forces exercées sur lui est nulle. (On dit que les forces exercées se compensent).

De même si la somme des forces exercée sur un objet est nulle, alors cet objet est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme.

Mathématiquement, on peut écrire $\Sigma \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v} = \overrightarrow{\text{constante}}$

Attention ! Ceci est une expression vectorielle !

Soient 3 forces \vec{F}_1, \vec{F}_2 et \vec{F}_3 . Alors on peut avoir $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$ avec $F_1 + F_2 + F_3 \neq 0$!!

Applications : n°15 p109, n°7* feuille

FORCES ET MOUVEMENTS

Mouvements

DEF * translation : tous les points du syst ont la même trajectoire

- * mouvement
 - ralenti $v \downarrow$
 - accéléré $v \uparrow$
 - uniforme $v \rightarrow$

VITESSE

← m/s

↓ vitesse moyenne
 $v_{moy} = \frac{d}{\Delta t}$

↓ vitesse instantanée
 $v(t) = x'(t)$

ACCÉLÉRATION

← m/s²

↓ accélération moyenne
 $a_{moy} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

↓ accélération instantanée
 $a(t) = v'(t)$

Derivée
 MATHS

Effets d'une force

- mise en mouvement / Arrêt
- modif trajectoire
- modif vitesse

Principe d'inertie

forces qui se compensent $(\sum \vec{F} = \vec{0})$ ↔ système immobile ou mouvement rectiligne uniforme $(\vec{v} = \text{cte})$

→ Méthode graphique (coeff directeur de la tangente)

Calcul






fonction	dérivée
kx^2	$2 \times k \times x$
$k \times t$	k
k	0

Actions mécaniques

Caractéristiques

- * Point d'application
- * Direction
- * Sens
- * norme en N

Exemples

- * poids \vec{P}
 $\vec{P} = m \times g$

- * Réaction \vec{R}

- * Tension \vec{T}

- * Rappel Ressort \vec{F}

- * frottement fluide \vec{f}


Chapitre 14 : Exercices

Exercice n°1 : Référentiel

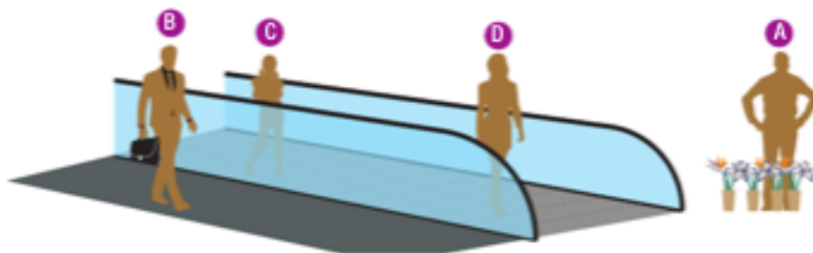
Un tapis roulant roule à une vitesse de $1,1 \text{ m.s}^{-1}$.

Une jeune fille C stationne sur celui-ci.

Une femme d'affaires pressée D marche d'un pas vif sur le même tapis roulant. Elle avance à une vitesse de $1,6 \text{ m.s}^{-1}$.

Un homme B préfère marcher à la même allure que le tapis roulant.

Un fleuriste A stationne à l'entrée du tapis roulant.



On résume les mouvements des différents personnages les uns par rapport aux autres dans le tableau suivant.

1) Compléter le tableau suivant avec les mots *immobile* et *en mouvement*.

Mouvement de ... par rapport à ...	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

2) Compléter le tableau suivant en indiquant la valeur de la vitesse des personnages par rapport au tapis roulant et par rapport au sol.

Vitesse de ... par rapport ...	A	B	C	D
au tapis roulant				
au sol				

Exercice n°2 : Vitesse et accélération

Un train roule sur une voie rectiligne, sa position par rapport au butoir de la gare est donnée par l'équation suivante : $x(t) = a \times t^2 + b$

Avec x en mètres, t en secondes, $a = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-2}$ et $b = 25 \text{ m}$

- 1) À quelle distance du butoir se trouve le train au démarrage ?
- 2) Exprimer la vitesse instantanée $v(t)$ du train.
- 3) Au bout de combien de temps a-t-il atteint la vitesse de 50 km.h^{-1} ?
- 4) Exprimer l'accélération du train $a(t)$.

Exercice n°3 : Accélération et vitesse

Le nouveau record de 2017 pour une voiture électrique est d'accélérer de 0 à 100 km.h⁻¹ en 1,90 s. Si on considère que l'accélération est constante, on peut modéliser l'équation horaire de la trajectoire de la voiture par l'équation $x(t) = 7,31 \times t^2$

- 1) Calculer l'accélération moyenne du véhicule à partir des données du record
- 2) Calculer la vitesse de la voiture au bout de 1 seconde.
- 3) Calculer l'expression de l'accélération instantanée de la voiture à partir de l'expression de $v(t)$.
- 4) Au bout de combien de temps atteint-elle sa vitesse maximale de 402 km.h⁻¹ ?

Exercice n°4 : Ballon de handball

- 1) Déterminer les caractéristiques du vecteur poids d'un ballon de handball de masse 450 g.
- 2) Représenter cette force sur un schéma à l'échelle : 1 cm ↔ 2 N.
- 3) Si le ballon est posé sur le sol, quelle autre force s'applique sur lui ? La représenter avec la même échelle.

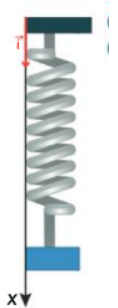
Exercice n°5 :

On dispose d'un ressort vertical, au repos, auquel on accroche une masse $m = 50$ g. Il s'allonge alors de 4 cm.

La masse suspendue est alors immobile.

Données : $g = 9,81$ m.s⁻² Force élastique : $F = k \times x$ (k raideur du ressort, x allongement du ressort)

- 1) Faire le bilan des forces appliquées à la masse.
- 2) Calculer la valeur du poids.
- 3) Représenter les deux forces sur un schéma.
- 4) Que peut-on dire de la valeur de la force élastique ? Justifier.
- 5) En déduire la constante de raideur du ressort.
- 6) On remplace ensuite la masse précédente par une autre de 80 g. Déterminer le nouvel allongement du ressort.



Exercice n°6 :

Donnée : force de frottement fluide : $f = h \times v^2$ (h coef. de frottement et v vitesse du système en m.s⁻¹)

- 1) Rappeler les caractéristiques de la force de frottement due à l'air qui s'exerce sur une automobile en déplacement sur une route rectiligne horizontale.
- 2) On considère un automobiliste qui roule sur une route à 65 km.h⁻¹. La valeur de la force de frottements fluide est égale à 2 kN. Calculer la valeur de h .
- 3) Calculer la nouvelle valeur de la force de frottement fluide si le véhicule roule à 130 km.h⁻¹. Commenter.

Exercice n°7 :

Un solide est situé sur un plan incliné.

- 1) Identifier et nommer les trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3
- 2) Indiquer pour chacune s'il s'agit d'une force à distance ou de contact.
- 3) Pour chaque force, préciser son point d'application, sa direction, son sens et sa norme (échelle 1 mm pour 2 N).
- 4) Le solide est-il en équilibre ? Justifier.
- 5) En déduire la masse du solide (donnée : $g = 9,81$ m.s⁻²)

