

P3 – Mouvement

Relativité et vitesse

Livre : p. 168
 TP P6 - Trajectoire d'un objet
 TP P7 - Vecteur vitesse

I. Relativité du mouvement

1. Immobile ou en mouvement ?



1. Quel est le mouvement du parachutiste lorsque le parachute est fermé ?
2. Après ouverture du parachute, quel est le mouvement du parachutiste ?
3. Quel est le mouvement du parachutiste depuis le sol ?

1. Parachute fermé, le parachutiste est immobile par rapport à la caméra.
2. Parachute ouvert, le parachutiste monte par rapport à la caméra toujours en chute.
3. Le parachutiste descend toujours par rapport au sol.

Conclusion

Le mouvement du parachutiste dépend du point de vue/référentiel adopté.

2. Référentiels

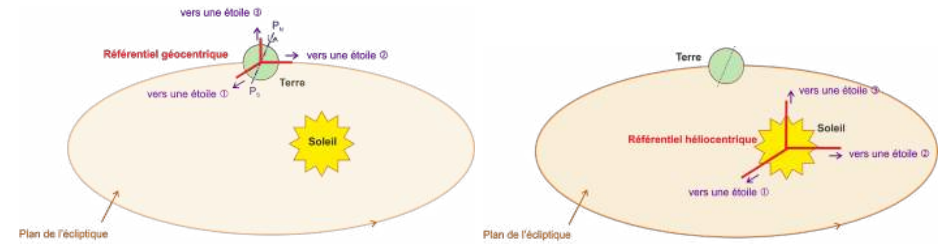
Définition

Pour étudier le mouvement d'un corps, il est indispensable de choisir un référentiel :

- Un référentiel = un solide de référence + une horloge (pour les dates).

Référentiels usuels :

Référentiel	Corps de référence	Utilisation
Terrestre	Surface de la Terre	Corps sur la Terre
Géocentrique	Centre de la Terre (sans rotation)	Satellites
Héliocentrique	Centre du Soleil (sans rotation)	Planètes



Remarques

- Dans la vie quotidienne on utilise toujours le référentiel terrestre, il est souvent sous entendu.
- En sciences, on doit toujours préciser le référentiel.
- Il n'y a pas de « meilleur » référentiel.

Ex. 25 p. 181 – Gare

II. Caractéristiques du mouvement

1. Trajectoire

Exemple

Lorsqu'un skieur passe dans de la neige poudreuse, il laisse dans la neige une « trace » : cette trace est la trajectoire du skieur.



Définition

La trajectoire d'un mouvement est la ligne formée par les positions successives d'un point du corps étudié.

Trajectoires à connaître :

- Si la trajectoire est un segment de droite alors le mouvement est rectiligne.
- Si la trajectoire est un cercle alors le mouvement est circulaire.
- Si la trajectoire est un quelconque alors le mouvement est curviligne.

Remarques

- La trajectoire dépend du référentiel.
- Il existe d'autres trajectoires : parabolique, elliptique...
- La trajectoire d'un objet immobile est un point.

2. Vitesse moyenne

Un mouvement est aussi caractérisé par sa vitesse.

Rappel : vitesse moyenne

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

v : vitesse moyenne ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
 d : distance (m)
 Δt : durée totale (s)

Remarques

- La vitesse dépend aussi du référentiel !
- Une durée est une différence entre deux dates : $\Delta t = t_2 - t_1$.
- Dans la vie courante les vitesses sont indiquées en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

3. Vitesse instantanée

La vitesse peut varier au cours du temps.

Exemple

Un automobiliste se fait arrêter par la police :

« Vous roulez à $137 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ »

« Cela est impossible, je suis parti depuis 2 heures et je n'ai parcouru que 120 km. »

1. Calculer la vitesse moyenne du véhicule, en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

$$V_m = 120/2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

2. Pourquoi le chauffeur s'est-il trouvé en infraction ?

Le chauffeur raisonne avec la vitesse moyenne alors que le radar ou le compteur mesure la vitesse instantanée.

Définition

Lorsque Δt devient « petit » ($\Delta t < 1 \text{ s}$) on parle de vitesse instantanée.

4. Vitesse et mouvement

Un mouvement est nommé selon l'évolution de sa vitesse :

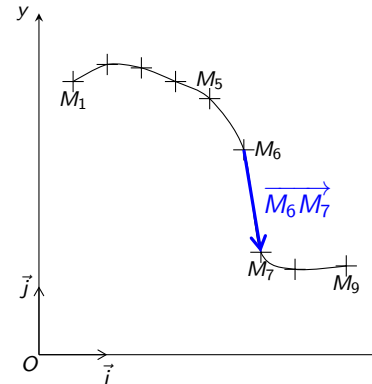
- Si la valeur de la vitesse est constante alors le mouvement est uniforme.
- Si la valeur de la vitesse augmente alors le mouvement est accéléré.
- Si la valeur de la vitesse diminue alors le mouvement est ralenti.

Ex. 12 p. 179 – Egalité des vecteurs vitesse

5. Vecteur vitesse

Le vecteur vitesse représente la valeur de la vitesse mais aussi la direction et le sens du mouvement d'un corps en un point.

Soient M_i les points de la trajectoire d'un corps aux instant t_i , $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ la durée entre deux points successifs.



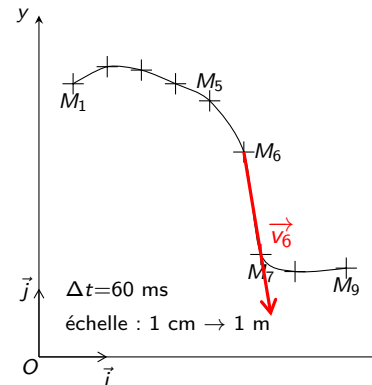
Définitions

Le vecteur déplacement \vec{d}_i au point M_i est le vecteur :

$$\vec{d}_i = \overrightarrow{M_i M_{i+1}}$$

Le vecteur vitesse \vec{v}_i au point M_i est le vecteur :

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



Représentation du vecteur vitesse \vec{v}_6 au point M_6 :

$$\vec{v}_6 = \frac{\overrightarrow{M_6 M_7}}{\Delta t} \quad v_6 = \frac{M_6 M_7}{\Delta t}$$

On mesure $M_6 M_7$ sur la feuille : 1,5 cm
 d'après l'échelle : $M_6 M_7 = 1,5 \text{ m}$

$$\Delta t = 60 \text{ ms} = 0,060 \text{ s}$$

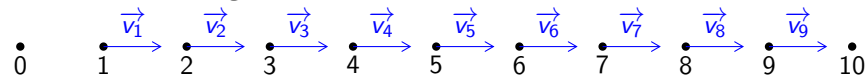
$$v_6 = \frac{1,5}{0,060} = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

échelle de vitesse : 1 cm pour $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$\text{longueur du vecteur vitesse} : \frac{25 \times 1}{10} = 2,5 \text{ cm}$$

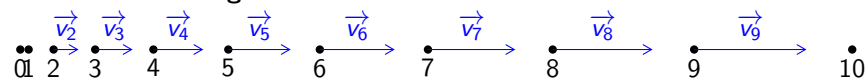
Ex. 31 p. 181 – Mobile autoporteur

Mouvement rectiligne uniforme



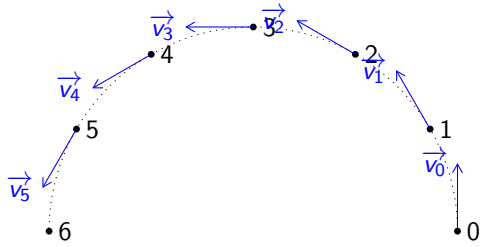
- La direction du vecteur vitesse est constante.
- La valeur de la vitesse est constante.
- Le vecteur vitesse est constant.

Mouvement rectiligne accéléré



- La direction du vecteur vitesse est constante.
- La valeur de la vitesse augmente.
- Le vecteur vitesse varie.

Mouvement circulaire uniforme



- La direction du vecteur vitesse varie.
- La valeur de la vitesse est constante.
- Le vecteur vitesse varie.

Exercices

Ex. 9 p. 179

Le mouvement d'un point :

- a. dépend du référentiel choisi.
- b. ne dépend pas du référentiel.
- c. doit toujours être défini par rapport au sol.

Ex. 10 p. 179

Dans le référentiel terrestre, un enfant, modélisé par un point, se trouve dans la nacelle d'une grande roue en mouvement. Il décrit un mouvement :

- a. circulaire.
- b. rectiligne.
- c. quelconque.

Ex. 11 p. 179

Le vecteur vitesse moyenne \vec{v}_m d'un point entre deux positions M_n et M_p occupées au cours du temps par ce point, respectivement aux dates t_n et t_p , est défini par :

a. $\vec{v}_m = \frac{\overrightarrow{M_n M_p}}{t_p - t_n}$ b. $\vec{v}_m = \frac{M_n M_p}{t_p - t_n}$ c. $\vec{v}_m = \frac{t_p - t_n}{M_n M_p}$ ▶

Ex. 12 p. 179

Le vecteur vitesse moyenne \vec{v}_m est égal au vecteur vitesse \vec{v} à tout instant si le mouvement est :

- a. rectiligne.
- b. uniforme.
- c. rectiligne et uniforme.

Ex. 13 p. 179

Lors du mouvement rectiligne d'un point, son vecteur vitesse :

- a. est uniforme.
- b. est constant.
- c. a toujours la même direction. ▶

Ex. 14 p. 179

Une balle, modélisée par un point, se déplace d'une distance $d = 50$ m, pendant une durée $\Delta t = 4,0$ s. Calculer la valeur v de sa vitesse moyenne, appelée aussi norme de son vecteur vitesse moyenne.

SOLUTION

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

A.N. : $v = \frac{50 \text{ m}}{4,0 \text{ s}} = 13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

APPLICATION • Sur le modèle de l'exercice résolu

Une boule de billard, modélisée par un point, se déplace sur une table d'une distance $d = 1,5$ m, pendant une durée $\Delta t = 0,75$ s. Calculer la valeur v de sa vitesse moyenne, appelée aussi norme de son vecteur vitesse moyenne.

Ex. 15 p. 179

Représenter le vecteur vitesse \vec{v} d'un point ayant un mouvement rectiligne horizontal vers la droite, avec une vitesse de valeur $v = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, en prenant comme échelle : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

SOLUTION

Le vecteur vitesse \vec{v} d'un point peut être représenté de la façon suivante.



APPLICATION • Sur le modèle de l'exercice résolu

Représenter le vecteur vitesse \vec{v} d'un point modélisant un parachutiste en chute verticale rectiligne vers le bas, animé d'une vitesse de valeur $v = 50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, en prenant comme échelle : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Ex. 25 p. 181

Le chef de gare (A) est immobile sur le quai tandis que le train démarre. Le passager (B) est assis dans le train et regarde la pendule (C) pour s'assurer que son train ne part pas en retard. Préciser l'état de mouvement ou d'immobilité des objets A, B et C dans les référentiels liés à chacun de ces objets.



Ex. 28 p. 181

Donner les caractéristiques (direction, sens et norme) du vecteur vitesse moyenne \vec{v}_m d'un point modélisant une boule de bowling, se déplaçant horizontalement de la gauche vers la droite sur une piste de longueur $d = 18,9$ m, pendant une durée $\Delta t = 2,5$ s.

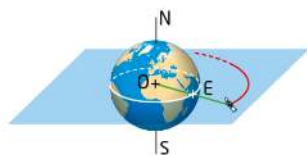
Ex. 29 p. 181

Le satellite Météosat est un satellite géostationnaire. Il tourne autour de la Terre dans le plan de l'équateur à une altitude de $3,60 \times 10^4$ km. A cette altitude, sa vitesse lui permet de rester à la verticale d'un même point E de l'équateur. On souhaite étudier le mouvement du satellite dans différents référentiels.

a. Choisir le système.

Aide méthodologique

► Choisir le système signifie repérer l'objet que l'on étudie.



b. Caractériser le mouvement du satellite géostationnaire, modélisé par un point, dans le référentiel terrestre.

► Indiquer si le système est en mouvement ou immobile.

c. Représenter puis caractériser la trajectoire du satellite géostationnaire, modélisé par un point, dans le référentiel géocentrique, défini par un solide de référence formé par le centre de la Terre et des étoiles lointaines considérées comme fixes.

► Réaliser un schéma sur lequel la Terre est elle aussi modélisée par un point.

Ex. 31 p. 181

Un mobile autoporteur, modélisé par un point, est lancé sur une table horizontale.

Les positions du centre du mobile sont marquées à intervalles de temps réguliers de durée $\Delta t = 40$ ms.



a. Recopier la figure ci-dessus et représenter à différents instants plusieurs vecteurs vitesse du point modélisant le mobile autoporteur.

b. Caractériser le mouvement de ce point.