Décrire un mouvement

L'étude du mouvement des objets, appelée cinématique, constitue l'un des piliers fondamentaux de la physique. Qu'il s'agisse du déplacement d'une cellule, de la course d'un athlète ou de l'orbite d'une planète, la description précise d'un mouvement requiert des concepts rigoureux et un cadre d'étude bien défini. Ce cours pose les bases de la description des mouvements en introduisant la notion de système, le choix indispensable d'un référentiel, la caractérisation de la trajectoire et enfin la définition mathématique et vectorielle de la vitesse.

Chapitre 1 Relativité du mouvement et modélisation

Chapitre 1.1 Le système et le point matériel

Pour mener à bien l'étude d'un mouvement, la première étape consiste à définir le système physique. Le système est l'objet ou l'ensemble d'objets dont on choisit d'étudier le mouvement. Tout ce qui n'appartient pas au système est appelé le milieu extérieur.

Dans le cadre du programme de seconde, le système étudié, même s'il possède une forme complexe ou de grande dimension, est modélisé par un point matériel unique. Ce point unique, généralement noté G ou M, concentre toute la masse du système et est positionné à son centre de gravité. Cette modélisation simplifie grandement l'analyse en négligeant les mouvements propres à l'objet, comme ses rotations ou ses déformations internes.

Par exemple, lors de l'étude du mouvement d'un plongeur réalisant un saut périlleux, le système complexe formé par son corps en rotation est simplifié par l'étude de la trajectoire d'un point unique situé au niveau de son bassin.

Chapitre 1.2 Le référentiel

Le mouvement d'un point est une notion relative. Un même objet peut être simultanément en mouvement pour un observateur et immobile pour un autre. Pour décrire le mouvement d'un système, il est donc obligatoire de définir un référentiel. Un référentiel est un objet de référence, considéré comme fixe, par rapport auquel on étudie le mouvement du système. Pour repérer le système dans l'espace et au cours du temps, on associe au référentiel un repère d'espace (des axes gradués) et un repère de temps (une horloge).

Trois référentiels d'étude sont couramment utilisés en physique :

Le référentiel terrestre est lié à la surface de la Terre. Il est adapté pour étudier les mouvements se déroulant au sol ou à faible altitude et sur des durées courtes, comme la trajectoire d'un ballon de football ou le freinage d'un train.

Le référentiel géocentrique est lié au centre de la Terre, ses trois axes pointant vers des étoiles lointaines considérées comme fixes. Il est utilisé pour décrire le mouvement des satellites artificiels ou de la Lune autour de la Terre.

Le référentiel héliocentrique est lié au centre du Soleil, ses axes pointant également vers des étoiles

lointaines. Il est privilégié pour étudier le mouvement des planètes du système solaire ou des sondes interplanétaires.

Exemple numérique de relativité : Un voyageur assis dans un train roulant à une vitesse constante de valeur `$v=20.0\ m.s^{-1}$` par rapport à la voie ferrée est parfaitement immobile dans le référentiel du train. En revanche, dans le référentiel terrestre lié au quai, ce même voyageur se déplace à une vitesse de valeur `$20.0\ m.s^{-1}$`.

Chapitre 2 Trajectoire et vecteur vitesse

Chapitre 2.1 La trajectoire

La trajectoire d'un point mobile est la ligne continue constituée par l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours du temps. La forme de la trajectoire dépend directement du référentiel d'étude choisi.

On caractérise la nature du mouvement d'un système à partir de la forme géométrique de sa trajectoire :

Si la trajectoire est une portion de droite, le mouvement est qualifié de rectiligne.

Si la trajectoire est un cercle ou un arc de cercle, le mouvement est qualifié de circulaire.

Si la trajectoire est une courbe plane ou gauche quelconque, le mouvement est qualifié de curviligne.

Chapitre 2.2 Le vecteur vitesse

La vitesse caractérise la rapidité du déplacement d'un système. On distingue la vitesse moyenne, calculée sur un parcours global, et la vitesse instantanée, mesurée à un instant précis et représentée par un vecteur.

La vitesse moyenne `$v$` d'un point se déplaçant sur une distance `$d$` pendant une durée `$\Delta t$` est définie par la relation suivante :

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

Dans le Système International d'unités, la distance `$d$` s'exprime en mètres (m), la durée `$\Delta t$` en secondes (s), et la vitesse `$v$` en mètres par seconde (`$m.s^{-1}$`).

Pour caractériser la direction, le sens et la valeur de la vitesse du système à un instant précis, on utilise le vecteur vitesse. En pratique, lors d'un enregistrement expérimental (chronophotographie), on détermine le vecteur vitesse approché `$\vec{v}_i$` du système au point `$M_i$` à l'instant `$t_i$` à l'aide de la position suivante `$M_{i+1}$` atteinte à l'instant `$t_{i+1}$`. La relation vectorielle s'écrit :

$$\vec{v}_i=\overrightarrow{M_iM_{i+1}}/$$

Le vecteur vitesse $\vec{v}_i$ possède les caractéristiques géométriques suivantes :

Une origine : le point d'étude M_i.

Une direction : la droite tangente à la trajectoire au point M_i, assimilée à la droite M_iM_{i+1} si la durée $t_{i+1}-t_i$ est très courte.

Un sens : celui du mouvement du système.

Une valeur (ou norme) : notée v_i, calculée par la relation $v_i=\frac{M_iM_{i+1}}{t_{i+1}-t_i}$.

Exemple numérique : Si la distance mesurée entre deux positions successives M_3 et M_4 d'un système est de $0.60\ m$ et que l'intervalle de temps séparant les deux acquisitions est de $0.050\ s$, la valeur du vecteur vitesse au point M_3 est :

$v_3=\frac{0.60}{0.050}=12.0\ m.s^{-1}$

Chapitre 3 Caractérisation des mouvements et applications

Chapitre 3.1 Les types de mouvements

L'analyse conjointe de la trajectoire et de l'évolution temporelle de la valeur de la vitesse permet de caractériser complètement le mouvement d'un système.

L'évolution de la valeur de la vitesse détermine le rythme du mouvement :

Si la valeur de la vitesse reste constante au cours du temps, le mouvement est qualifié d'uniforme.

Si la valeur de la vitesse augmente au cours du temps, le mouvement est qualifié d'accéléré.

Si la valeur de la vitesse diminue au cours du temps, le mouvement est qualifié de ralenti ou décéléré.

En associant ces qualificatifs, on obtient des descriptions précises :

Un mouvement rectiligne uniforme possède une trajectoire rectiligne et un vecteur vitesse rigoureusement constant en direction, en sens et en valeur au cours du temps. On peut écrire la relation :

$\vec{v}=\overrightarrow{cste}$

Un mouvement circulaire uniforme présente une trajectoire en forme de cercle et une vitesse dont la valeur reste constante. Cependant, la direction du vecteur vitesse change à chaque instant pour rester tangente au cercle. Ainsi, le vecteur vitesse n'est pas constant :

$\vec{v}\neq\overrightarrow{cste}$

Chapitre 3.2 Exercices d'application

Exercice 1 : Étude de la chute verticale d'une bille

Une bille est lâchée sans vitesse initiale dans une éprouvette contenant de l'huile. On réalise une chronophotographie du mouvement de son centre de gravité, noté M. L'intervalle de temps entre deux prises de vues successives est fixé à $\Delta t=0.040\ s$. Les positions successives relevées sur l'axe vertical descendant Oy sont : - M_0 à l'instant $t_0=0\ s$ de coordonnée $y_0=0.00\ m$ - M_1 à l'instant $t_1=0.040\ s$ de coordonnée $y_1=0.016\ m$ - M_2 à l'instant $t_2=0.080\ s$ de coordonnée $y_2=0.048\ m$ - M_3 à l'instant $t_3=0.120\ s$ de coordonnée $y_3=0.080\ m$

Questions : 1. Définir le système et le référentiel d'étude pour cette expérience. 2. Déterminer la nature de la trajectoire du point M. 3. Calculer les valeurs v_1 et v_2 des vecteurs vitesse de la bille aux positions M_1 et M_2. 4. Caractériser le mouvement de la bille entre les instants t_1 et t_3.

Correction détaillée de l'exercice 1 :

1. Le système étudié est la bille, modélisée par son centre de gravité M. Le référentiel choisi est le référentiel terrestre, lié au laboratoire, que l'on considère comme fixe pendant la durée de la manipulation.

2. Les positions successives du point M appartiennent à une portion de droite verticale. La trajectoire du point M est donc rectiligne.

3. Calculons la valeur de la vitesse au point M_1 : La distance parcourue entre M_1 et M_2 est donnée par l'écart des positions : $M_1M_2=y_2-y_1=0.048-0.016=0.032\ m$ La durée du parcours est $t_2-t_1=\Delta t=0.040\ s$. On applique la formule de la vitesse : $v_1=\frac{M_1M_2}{\Delta t}$, $v_1=\frac{0.032}{0.040}=0.80\ m.s^{-1}$,

Calculons la valeur de la vitesse au point M_2 : La distance parcourue entre M_2 et M_3 est : $M_2M_3=y_3-y_2=0.080-0.048=0.032\ m$ On applique la formule de la vitesse : $v_2=\frac{M_2M_3}{\Delta t}$, $v_2=\frac{0.032}{0.040}=0.80\ m.s^{-1}$,

4. La trajectoire de la bille est une droite. De plus, la valeur de la vitesse reste constante et égale à $0.80\ m.s^{-1}$, entre les instants t_1 et t_3. On en conclut que le mouvement de la bille est rectiligne uniforme dans cette phase.

Exercice 2 : Mouvement d'un satellite en orbite circulaire

Un satellite météo orbite autour de la Terre sur une trajectoire parfaitement circulaire située à une altitude constante. Le rayon de sa trajectoire circulaire, mesuré depuis le centre de la Terre, est de $R=4.20\times10^7\ m$. Le satellite effectue une révolution complète en une durée de $T=8.64\times10^4\ s$.

Questions : 1. Calculer la distance réelle d parcourue par le satellite lors d'une orbite complète autour de la Terre. 2. Déterminer la valeur de la vitesse moyenne v du satellite sur son orbite. 3. Représenter schématiquement la trajectoire, la position du satellite à un instant donné et son vecteur

vitesse. Le vecteur vitesse du satellite est-il constant au cours de ce mouvement ? Justifier.

Correction détaillée de l'exercice 2 :

1. La trajectoire étant circulaire de rayon `$R$`, la distance parcourue lors d'une révolution complète correspond à la circonférence du cercle : `$d=2\times\pi\times R$` En prenant la valeur approchée de `$\pi\approx3.1416$` : `$d=2\times3.1416\times4.20\times10^{7}=2.64\times10^{8}\ m$` La distance parcourue par le satellite en un tour est de `$2.64\times10^{8}\ m$`.

2. La vitesse moyenne est définie par le rapport de la distance totale sur la durée totale du parcours : `$v=\frac{d}{T}$` `$v=\frac{2.64\times10^{8}}{8.64\times10^{4}}\approx3.06\times10^{3}\ m.s^{-1}$` La vitesse moyenne du satellite est d'environ `$3.06\times10^{3}\ m.s^{-1}$` (soit environ `$km.s^{-1}$`).

3. Le vecteur vitesse à un instant donné a pour origine la position du satellite, sa direction est tangente à la trajectoire circulaire et son sens est celui du mouvement. Bien que la valeur de la vitesse reste constante tout au long de la trajectoire, la direction du vecteur vitesse varie en continu afin de demeurer tangente au cercle en chaque point. Par conséquent, le vecteur vitesse n'est pas constant au cours du temps car sa direction se modifie à chaque instant. Le mouvement est qualifié de circulaire uniforme.

From:
https://www.wikiprof.fr/ - **wikiprof.fr**

Permanent link:
https://www.wikiprof.fr/doku.php?id=cours:lycee:generale:seconde_generale_et_technologique:physique_chimie:decrire_un_mouvement&rev=1781214147

Last update: **2026/08/15 12:56**