Décrire un mouvement

L'étude des mouvements, appelée cinématique, constitue l'un des piliers de la physique classique. Elle permet de caractériser le déplacement des corps dans l'espace au cours du temps, indépendamment des causes qui le provoquent. Pour analyser de manière rigoureuse un mouvement à l'échelle macroscopique, il est nécessaire de définir précisément l'objet d'étude et de choisir un repère approprié. Ce cours présente les outils méthodologiques et les grandeurs physiques qui permettent de décrire précisément et de modéliser le mouvement d'un système.

Chapitre 1 Système et référentiel

Chapitre 1.1 Notion de système et de point matériel

Pour mener une étude physique du mouvement, la première étape indispensable consiste à définir le système, c'est-à-dire l'objet ou l'ensemble d'objets dont on choisit d'analyser le déplacement. Tout ce qui n'appartient pas au système constitue le milieu extérieur.

Afin de simplifier l'analyse mathématique et d'éviter de prendre en compte les déformations de l'objet ou ses mouvements de rotation sur lui-même, la physique de seconde utilise le modèle du point matériel. Ce modèle consiste à réduire l'ensemble du système à un point unique, noté généralement M, qui concentre toute la masse de l'objet. Ce point d'étude est le plus souvent choisi au centre géométrique du système, appelé aussi son centre de gravité.

Par exemple, si l'on étudie le mouvement d'un avion en plein vol, on néglige ses mouvements d'oscillation ou les vibrations de ses ailes pour assimiler l'appareil à un point matériel unique qui parcourt une trajectoire donnée.

Chapitre 1.2 Le référentiel et sa relativité

Le mouvement d'un point matériel n'est pas une propriété absolue de l'objet, il dépend de l'observateur. Pour décrire un mouvement, il faut obligatoirement choisir un objet de référence par rapport auquel on étudie le déplacement du système : cet objet de référence est appelé le référentiel. Un référentiel complet doit être associé à un repère d'espace, pour localiser les positions du système, et à un repère de temps, pour mesurer la chronologie des événements.

Le choix du référentiel est libre, mais certains référentiels sont privilégiés car ils simplifient grandement la description des phénomènes physiques :

Le référentiel terrestre est lié à la surface de la Terre. Il est idéal pour décrire les mouvements d'objets du quotidien se déroulant sur de courtes durées, comme la trajectoire d'un ballon de football, le déplacement d'un train ou la chute d'une pomme.

Le référentiel géocentrique est défini par le centre géométrique de la Terre et par trois directions pointant vers des étoiles lointaines considérées comme fixes. Ce référentiel est utilisé pour étudier les mouvements des corps en orbite autour de la Terre, tels que la Lune ou les satellites artificiels.

Le référentiel héliocentrique est défini par le centre du Soleil et par trois directions pointant

également vers trois étoiles fixes. Il est particulièrement adapté à l'étude du mouvement des planètes du système solaire ou des sondes interplanétaires.

La relativité du mouvement s'illustre facilement : un voyageur assis dans un train en marche est immobile par rapport au référentiel du wagon, alors qu'il est en mouvement rectiligne par rapport au référentiel terrestre lié aux rails.

Chapitre 2 Caractérisation géométrique et temporelle

Chapitre 2.1 La trajectoire d'un point

La trajectoire d'un point matériel est la ligne continue formée par l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours de son mouvement. La trajectoire dépend directement du référentiel d'étude choisi.

Selon la forme géométrique de cette ligne, on classe les mouvements en trois catégories principales :

Le mouvement est rectiligne si la trajectoire suivie par le point matériel est une portion de droite.

Le mouvement est circulaire si la trajectoire suivie par le point matériel est un cercle ou une portion de cercle.

Le mouvement est curviligne si la trajectoire suivie par le point matériel est une courbe quelconque qui n'est ni une droite, ni un cercle.

Chapitre 2.2 Vitesse moyenne et vitesse instantanée

La vitesse caractérise la rapidité du déplacement d'un point sur sa trajectoire. On distingue deux approches pour évaluer cette vitesse.

La vitesse moyenne, notée $12>v_{mye}$, correspond au rapport de la distance totale parcourue par le système sur la durée nécessaire pour effectuer ce parcours. Si le point parcourt une distance d entre un instant initial et un instant final, pendant une durée $12>\Delta t$, la relation mathématique s'écrit :

$$12>v_{mye}=\frac{d}{\Delta}t$$

Dans le Système International d'unités, la distance d s'exprime en mètres, la durée $12>\Delta t$ en secondes, et la vitesse moyenne en mètres par seconde, notée $12>m.s^{-1}$.

Exemple numérique : Si un sprinter parcourt une distance $12>d=100\ m$ en une durée $12>\Delta t=10.0\ s$, sa vitesse moyenne est :

$$12>v_{mye}=\frac{100}{10.0}=10.0\ m.s^{-1}$$

Pour exprimer cette vitesse en kilomètres par heure, on effectue la conversion en multipliant par le coefficient trois virgule six, ce qui donne une valeur de $12>36.0\ km.h^{-1}$.

La vitesse instantanée correspond à la vitesse du point matériel à un instant précis de son mouvement. Elle est mesurée expérimentalement en calculant la vitesse moyenne sur un intervalle de temps extrêmement court. Si l'on souhaite approcher la vitesse instantanée du point à la position M_i, on calcule la vitesse moyenne entre cette position et la position suivante M_{i+1} séparées d'une courte durée Δt :

$$v_i = \frac{M_i M_{i+1}}{\Delta t}$$

Chapitre 3 Vecteur vitesse et nature du mouvement

Chapitre 3.1 Représentation par le vecteur vitesse

La simple donnée de la valeur numérique de la vitesse ne suffit pas pour décrire un mouvement de manière complète, car elle n'indique pas dans quelle direction et dans quel sens s'effectue le déplacement. On utilise pour cela un outil mathématique : le vecteur vitesse.

Pour une position donnée M_i occupée par le point à l'instant t_i, le vecteur vitesse $\vec{v}_i$ possède les quatre caractéristiques suivantes :

Son point d'application est le point M_i représentant la position du système à cet instant.

Sa direction est la tangente à la trajectoire au point M_i.

Son sens est celui du mouvement du système.

Sa norme correspond à la valeur numérique de la vitesse instantanée à cet instant, exprimée en $m.s^{-1}$.

Pour représenter graphiquement ce vecteur sur une trajectoire, on définit une échelle de représentation qui associe une longueur en centimètres à une valeur de vitesse en mètres par seconde.

Chapitre 3.2 Évolution du vecteur vitesse et nature du mouvement

L'évolution du vecteur vitesse au cours du temps permet de qualifier précisément la nature du mouvement du système.

Un mouvement est qualifié d'uniforme si la valeur de la vitesse reste constante au cours du temps. Dans le cas d'un mouvement rectiligne uniforme, le vecteur vitesse reste rigoureusement identique à lui-même en direction, en sens et en norme à chaque instant. On écrit alors la relation :

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

Un mouvement est qualifié d'accéléré si la valeur de la vitesse augmente au cours du temps. Les vecteurs vitesse successifs ont des longueurs de plus en plus grandes.

Un mouvement est qualifié de ralenti si la valeur de la vitesse diminue au cours du temps. Les vecteurs vitesse successifs ont des longueurs de plus en plus petites.

L'étude combinée de la trajectoire et de la variation de la vitesse permet de nommer précisément le mouvement, par exemple : rectiligne accéléré, ou circulaire uniforme.

Chapitre 3.3 Exercices d'application

Exercice 1 : Étude d'un enregistrement de mouvement rectiligne

Un chariot se déplace le long d'un rail horizontal rectiligne. On enregistre sa position à l'aide d'un système d'acquisition toutes les $12>40.0\ ms$. L'intervalle de temps entre deux enregistrements successifs est donc de $12>\Delta t=0.040\ s$. On obtient une série de points alignés. On mesure la distance séparant le point de départ $12>M_0$ et le point final $12>M_5$, et on trouve une distance globale $12>d=60.0\ cm$.

1. Calculer la vitesse moyenne du chariot entre les points $12>M_0$ et $12>M_5$ en mètres par seconde.
2. En supposant que le mouvement est rectiligne et uniforme sur l'ensemble du parcours, déterminer la longueur du vecteur vitesse au point $12>M_2$ si l'on choisit une échelle de dessin de $12>1.0\ cm$ pour $12>1.5\ m.s^{-1}$.

Correction détaillée de l'exercice 1 :

1. La distance d doit être convertie en mètres : $12>d=60.0\ cm=0.600\ m$ La durée totale pour aller de $12>M_0$ à $12>M_5$ correspond à cinq intervalles de temps égaux à $12>\Delta t$: $12>\Delta t_{tot}=5\times0.040=0.20\ s$ On applique la formule de la vitesse moyenne : $12>v_{mye}=\frac{0.600}{0.20}=3.0\ m.s^{-1}$ La vitesse moyenne du chariot est donc de trois mètres par seconde.

2. Le mouvement étant rectiligne et uniforme, la vitesse instantanée est constante en tout point de la trajectoire et égale à la vitesse moyenne. La norme du vecteur vitesse au point $12>M_2$ est donc de $12>v_2=3.0\ m.s^{-1}$. Pour déterminer la longueur du vecteur sur le dessin, on applique l'échelle définie : $12>Longueur=\frac{3.0}{1.5}=2.0\ cm$ Le vecteur vitesse sera représenté par une flèche horizontale de deux centimètres dirigée dans le sens du mouvement.

Exercice 2 : Chute verticale d'une bille

On étudie le mouvement de chute verticale d'une bille de plomb lâchée sans vitesse initiale dans une éprouvette remplie d'huile. À l'aide d'une caméra, on enregistre les positions du centre de la bille à intervalles réguliers de durée $12>\tau=0.10\ s$. Les mesures des distances parcourues entre chaque instant sont présentées ci-dessous : Entre la position $12>M_1$ et la position $12>M_2$, la distance mesurée est $12>d_1=8.0\ cm$. Entre la position $12>M_2$ et la position $12>M_3$, la distance mesurée est $12>d_2=12.0\ cm$. Entre la position $12>M_3$ et la position $12>M_4$, la distance mesurée est $12>d_3=12.0\ cm$.

1. Calculer la vitesse instantanée de la bille à la position M_1 puis à la position M_2. 2. Décrire l'évolution du mouvement de la bille au cours des différentes phases observées.

Correction détaillée de l'exercice 2 :

1. Les distances doivent être converties en mètres pour le calcul : $d_1=0.080\ m$ et $d_2=0.120\ m$ Calcul de la vitesse instantanée approchée au point M_1 : $v_1=\frac{d_1}{\tau}=\frac{0.080}{0.10}=0.80\ m.s^{-1}$ Calcul de la vitesse instantanée approchée au point M_2 : $v_2=\frac{d_2}{\tau}=\frac{0.120}{0.10}=1.2\ m.s^{-1}$

2. Analyse de l'évolution du mouvement : La trajectoire de la bille est une droite verticale, le mouvement est donc rectiligne. Dans un premier temps, entre le point M_1 et le point M_2, la valeur de la vitesse augmente de $0.80\ m.s^{-1}$ à $1.2\ m.s^{-1}$. Le mouvement est donc qualifié de rectiligne accéléré. Dans un second temps, entre le point M_2 et le point M_4, la distance parcourue pendant l'intervalle de temps τ reste constante et égale à $12.0\ cm$. La vitesse reste donc stabilisée à $1.2\ m.s^{-1}$. Le mouvement devient alors rectiligne 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=1781212799

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