Décrire un mouvement

L'étude du mouvement des objets, appelée cinématique, constitue une branche fondamentale de la physique. Qu'il s'agisse du déplacement d'un véhicule, de la course d'un athlète ou des révolutions célestes, la description précise d'un mouvement nécessite un cadre rigoureux et des outils adaptés. Ce cours présente les concepts essentiels pour caractériser la position, la trajectoire et la vitesse d'un système physique, en établissant les bases nécessaires à l'analyse des mouvements dans le cadre du programme de physique de la classe de seconde.

Chapitre 1 Système et référentiel

Chapitre 1.1 Le système d'étude

En physique, la première étape indispensable à toute étude mécanique consiste à définir le système. Le système est l'objet ou le groupe d'objets dont on choisit d'étudier le mouvement. Tout ce qui n'appartient pas au système constitue le milieu extérieur.

Pour simplifier l'étude d'un mouvement complexe, le système physique est modélisé par un point unique, appelé point matériel. On choisit généralement le centre de gravité de l'objet, noté M, où l'on considère que toute la masse du système est concentrée. Cette simplification est tout à fait légitime lorsque les dimensions de l'objet sont petites devant la distance qu'il parcourt, ou lorsque l'objet se déplace sans tourner sur lui-même, ce qui correspond à un mouvement de translation.

Par exemple, lors de l'étude du déplacement d'une automobile sur une autoroute entre deux villes distantes de plusieurs dizaines de kilomètres, la taille du véhicule est négligeable devant la distance parcourue. On peut alors modéliser l'automobile par un point matériel M unique.

Chapitre 1.2 Le référentiel et la relativité du mouvement

Le mouvement d'un point est relatif, ce qui signifie qu'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 choisir un objet de référence indéformable par rapport auquel l'étude sera menée. Cet objet de référence est appelé le référentiel.

Pour repérer la position du système à chaque instant, le référentiel est associé à un repère d'espace (un système de coordonnées). Pour dater les différentes positions, le référentiel est associé à un repère de temps, composé d'une origine des dates et d'une unité de mesure du temps, la seconde.

En physique, trois référentiels d'usage courant sont définis :

Le référentiel terrestre est lié à la surface de la Terre. Il est utilisé pour étudier les mouvements d'objets à la surface du globe ou à basse altitude, sur des durées courtes devant la période de rotation de la Terre. C'est le référentiel adapté pour l'étude d'une chute libre en laboratoire ou du mouvement d'un train.

Le référentiel géocentrique est centré sur le centre de la Terre, et ses trois axes pointent vers trois étoiles lointaines considérées comme fixes. Ce référentiel est indispensable pour étudier le

mouvement des corps en orbite autour de la Terre, tels que la Lune ou les satellites artificiels de télécommunication.

Le référentiel héliocentrique est centré sur le centre du Soleil, avec des axes dirigées vers trois étoiles fixes. Il est utilisé pour analyser les mouvements des planètes du système solaire ou des sondes spatiales interplanétaires.

Pour illustrer cette relativité, considérons un voyageur assis dans un train qui roule à une vitesse constante de $v=90km.h^{-1}$ par rapport à la voie ferrée. Dans le référentiel du wagon, le voyageur est immobile, sa vitesse est nulle. En revanche, dans le référentiel terrestre lié à la voie ferrée, le voyageur est en mouvement à la vitesse de $90km.h^{-1}$.

Chapitre 2 Trajectoire et nature du mouvement

Chapitre 2.1 La trajectoire d'un point

La trajectoire du point matériel M représentant le système est l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours du temps. La forme de la trajectoire dépend directement du référentiel choisi pour l'observation.

On classe les mouvements selon la forme géométrique de leur trajectoire :

La trajectoire est rectiligne si toutes les positions occupées par le point M sont alignées sur une portion de droite.

La trajectoire est circulaire si l'ensemble des positions du point M forme un cercle ou un arc de cercle.

La trajectoire est curviligne si le mouvement s'effectue le long d'une courbe plane ou tridimensionnelle quelconque, qui n'est ni une droite ni un cercle.

Chapitre 2.2 Caractérisation temporelle du mouvement

La forme de la trajectoire ne suffit pas à caractériser complètement un mouvement. Il est indispensable d'analyser comment la valeur de la vitesse évolue au cours de la durée du déplacement.

L'évolution temporelle de la vitesse permet de qualifier le mouvement de trois manières différentes :

Le mouvement est qualifié d'uniforme lorsque la valeur de la vitesse du système reste constante au cours du temps. Durant des intervalles de temps égaux, le mobile parcourt des distances strictement identiques.

Le mouvement est qualifié d'accéléré lorsque la valeur de la vitesse augmente au cours du temps. Durant des intervalles de temps égaux, les distances parcourues par le système sont de plus en plus grandes.

Le mouvement est qualifié de ralenti, ou décéléré, lorsque la valeur de la vitesse diminue au cours du temps. Durant des intervalles de temps égaux, les distances parcourues deviennent de plus en plus

petites.

La description complète de la nature d'un mouvement associe toujours l'aspect géométrique de la trajectoire et l'aspect temporel de la vitesse. Ainsi, un mouvement peut être qualifié de rectiligne uniforme, de rectiligne accéléré, ou encore de circulaire uniforme.

Chapitre 3 Vitesse et vecteur vitesse

Chapitre 3.1 Vitesse moyenne et vitesse instantanée

La vitesse moyenne, notée v_{moy}, correspond au rapport de la distance d parcourue par le point M sur la durée Δt mise pour effectuer ce parcours. Elle est définie par la relation suivante :

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

Dans le Système International d'unités, la distance d s'exprime en mètres (m), la durée Δt en secondes (s), et la vitesse moyenne en mètres par seconde ($m.s^{-1}$).

La vitesse est également exprimée de manière usuelle en kilomètres par heure ($km.h^{-1}$). Pour convertir une vitesse de kilomètres par heure en mètres par seconde, on divise sa valeur numérique par 3,6. À l'inverse, pour passer des mètres par seconde aux kilomètres par heure, on multiplie par 3,6.

Considérons par exemple un véhicule qui parcourt une distance $d=1500m$ en une durée $\Delta t=120s$. Sa vitesse moyenne est égale à :

$$v_{moy}=\frac{1500}{120}=12.5m.s^{-1}$$

En kilomètres par heure, cette vitesse équivaut à :

$$v_{moy}=12.5\times3.6=45.0km.h^{-1}$$

La vitesse instantanée représente la vitesse du système à un instant précis. Mathématiquement, on l'estime en calculant la vitesse moyenne sur un intervalle de temps extrêmement court contenant l'instant considéré.

Chapitre 3.2 Le vecteur vitesse et sa représentation

Pour décrire de manière exhaustive le mouvement d'un point à un instant donné, la seule valeur numérique de la vitesse ne suffit pas. Il faut également préciser la direction et le sens du déplacement. Pour cela, on définit le vecteur vitesse, noté $\vec{v}$.

Le vecteur vitesse $\vec{v}_i$ du point M à l'instant t_i est défini par les caractéristiques suivantes :

Son point d'application est le point M_i, position du système à l'instant t_i.

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

Son sens est celui du mouvement du système à cet instant.

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

Sur un enregistrement de positions successives (chronophotographie) réalisées à des intervalles de temps réguliers et constants notés τ, on approche le vecteur vitesse $\vec{v}_i$ au point M_i par la relation :

$$\vec{v}_i=\frac{\overrightarrow{M_iM_{i+1}}}{t_{i+1}-t_i}$$

Comme la durée entre deux positions successives est constante, on peut écrire la relation sous la forme :

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

Pour tracer un vecteur vitesse sur un schéma, on doit obligatoirement choisir une échelle de représentation des vitesses, qui associe une longueur en centimètres sur le papier à une valeur de vitesse en mètres par seconde.

Chapitre 3.3 Exercices d'application

Voici deux exercices complets d'application avec leurs corrections détaillées pour s'entraîner à appliquer les concepts de ce cours.

Exercice 1 : Analyse d'un enregistrement rectiligne

Énoncé : Un palet autoporteur se déplace sur une table horizontale. On enregistre les positions successives du centre du palet toutes les $\tau=50.0 ms$. La trajectoire est rectiligne. On mesure à l'échelle réelle la distance entre la deuxième position M_2 et la troisième position M_3 : $M_2M_3=4.5 cm$.

1. Convertir l'intervalle de temps τ en secondes (s) et la distance M_2M_3 en mètres (m). 2. Calculer la valeur de la vitesse instantanée v_2 du palet au point M_2. 3. Déterminer les caractéristiques complètes du vecteur vitesse $\vec{v}_2$ au point M_2.

Correction détaillée de l'exercice 1 :

1. Conversion des grandeurs physiques dans les unités du Système International : La durée est de $\tau=50.0 ms=50.0\times10^{-3} s=0.0500 s$. La distance mesurée est de $M_2M_3=4.5 cm=4.5\times10^{-2} m=0.045 m$.

2. Calcul de la vitesse instantanée v_2 : Par définition, la vitesse instantanée au point M_2 est assimilée à la vitesse moyenne calculée entre les positions M_2 et M_3 : $v_2=M_2\frac{M_3}{\tau}$ En remplaçant par les valeurs numériques converties : $v_2=\frac{0.045}{0.0500}=0.90 m.s^{-1}$ La valeur de la vitesse instantanée du palet au

point M_2 est donc de $0.90 m.s^{-1}$.

3. Caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v}_2$: - Point d'application : le point M_2. - Direction : la droite passant par M_2 et M_3, car la trajectoire est rectiligne. - Sens : de M_2 vers M_3, ce qui correspond au sens du mouvement. - Norme : $v_2 = 0.90 m.s^{-1}$.

Exercice 2 : Mouvement d'un satellite météorologique

Énoncé : Un satellite météorologique gravite autour de la Terre sur une orbite circulaire à altitude constante. Le satellite effectue un tour complet de la Terre en décrivant une trajectoire de longueur $d = 4.22 \times 10^4 km$. La durée de cette révolution est de $\Delta t = 100 \min$.

1. Calculer la vitesse moyenne du satellite en kilomètres par minute ($km.\min^{-1}$). 2. Convertir les données afin d'exprimer cette vitesse en mètres par seconde ($m.s^{-1}$). 3. Déterminer la nature du mouvement du satellite sachant que la valeur de sa vitesse reste constante tout au long de son parcours.

Correction détaillée de l'exercice 2 :

1. Calcul de la vitesse moyenne en kilomètres par minute : En appliquant la formule de la vitesse moyenne : $v_{moy} = \frac{d}{\Delta t}$ En utilisant les valeurs fournies par l'énoncé : $v_{moy} = \frac{4.22 \times 10^4}{100} = 4.22 \times 10^2 km.\min^{-1}$ La vitesse moyenne du satellite est de $422 km.\min^{-1}$.

2. Conversion et calcul de la vitesse en mètres par seconde : Convertissons la distance parcourue d en mètres : $d = 4.22 \times 10^4 km = 4.22 \times 10^4 \times 10^3 m = 4.22 \times 10^7 m$ Convertissons la durée Δt en secondes : $\Delta t = 100 \min = 100 \times 60 s = 6.00 \times 10^3 s$ Calculons à présent la vitesse moyenne avec ces valeurs : $v_{moy} = \frac{4.22 \times 10^7}{6.00 \times 10^3} \approx 7.03 \times 10^3 m.s^{-1}$ La vitesse moyenne du satellite est d'environ $7030 m.s^{-1}$ (soit environ $25300 km.h^{-1}$).

3. Nature du mouvement : La trajectoire du satellite est un cercle, son mouvement est donc circulaire. La valeur de sa vitesse demeure constante au cours du temps, son mouvement est donc uniforme. En associant ces deux propriétés, on conclut que le mouvement du satellite est 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=1781213510

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