Décrire un mouvement

L'étude des mouvements, appelée cinématique, constitue l'un des piliers fondamentaux de la physique de la matière. Décrire le mouvement d'un corps consiste à déterminer l'évolution de sa position dans l'espace au cours du temps. Pour mener à bien cette description de manière rigoureuse et univoque, la physique impose l'établissement préalable d'un cadre d'étude précis. Ce cadre passe par la définition claire du système étudié, le choix d'un repère de référence appelé référentiel, et la caractérisation de la trajectoire ainsi que des grandeurs cinématiques telles que la vitesse. Ce cours présente les outils méthodologiques et mathématiques nécessaires pour caractériser et analyser scientifiquement un mouvement à l'échelle de la classe de seconde générale et technologique.

Chapitre 1 Système, référentiel et trajectoire

Chapitre 1.1 Choix du système et du référentiel

Pour étudier le mouvement d'un objet, la première étape indispensable consiste à définir le système. Le système est l'objet ou l'ensemble d'objets dont on étudie le mouvement. En classe de seconde, le système est modélisé par un point matériel unique, généralement situé au centre de gravité de l'objet, où l'on considère que toute la masse est concentrée. Cette simplification évite de prendre en compte les rotations internes de l'objet sur lui-même.

Un mouvement n'a de sens que s'il est défini par rapport à un objet de référence fixe, appelé le référentiel. Un référentiel est constitué d'un solide de référence, associé à un repère d'espace pour repérer les positions, et d'un repère de temps (une horloge) pour mesurer les durées.

Le mouvement est relatif car la trajectoire et la vitesse d'un système dépendent du référentiel choisi. Par exemple, un voyageur assis dans un train en marche est immobile par rapport au wagon (référentiel du train), mais il est en mouvement par rapport au quai (référentiel terrestre).

En physique, on utilise principalement trois référentiels d'étude : * Le référentiel terrestre : lié à la surface de la Terre. Il est utilisé pour étudier les mouvements de courte durée ayant lieu sur Terre, comme la course d'un athlète ou la chute d'un objet. * Le référentiel géocentrique : centré sur le centre de la Terre, avec trois axes dirigés vers des étoiles lointaines considérées comme fixes. Il est utilisé pour étudier le mouvement des satellites artificiels ou de la Lune autour de la Terre. * Le référentiel héliocentrique : centré sur le centre du Soleil, avec trois axes dirigés vers des étoiles lointaines fixes. Il est utilisé pour étudier le mouvement des planètes du système solaire ou des sondes interplanétaires.

Chapitre 1.2 La trajectoire d'un point matériel

La trajectoire d'un point mobile est l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours de son mouvement dans un référentiel donné. La forme de la trajectoire dépend ainsi du référentiel d'étude choisi.

On distingue plusieurs types de trajectoires remarquables : * Trajectoire rectiligne : si la trajectoire est une ligne droite. * Trajectoire circulaire : si la trajectoire est un cercle ou un arc de cercle. * Trajectoire curviligne : si la trajectoire est une courbe plane ou spatiale quelconque.

Par exemple, si on observe une valve de roue de vélo en mouvement : dans le référentiel lié au cadre du vélo, la trajectoire de la valve est un cercle (mouvement circulaire). Dans le référentiel terrestre, la trajectoire de cette même valve est une courbe complexe appelée cycloïde (mouvement curviligne).

Chapitre 2 Caractérisation physique de la vitesse

Chapitre 2.1 La vitesse scalaire

La caractérisation d'un mouvement nécessite d'évaluer la rapidité avec laquelle la position du système varie au cours du temps. On définit en premier lieu la vitesse moyenne, notée v_m, comme le quotient de la distance parcourue d par la durée du parcours Δt :

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

Dans le Système international d'unités (SI) : * La distance d s'exprime en mètres (m). * La durée Δt s'exprime en secondes (s). * La vitesse v_m s'exprime en mètres par seconde ($m.s^{-1}$).

La vitesse s'exprime également couramment en kilomètres par heure ($km.h^{-1}$). Pour convertir une vitesse de $m.s^{-1}$ en $km.h^{-1}$, on multiplie par le facteur numérique 3.6. Inversement, pour passer des $km.h^{-1}$ aux $m.s^{-1}$, on divise par 3.6.

Exemple numérique : une voiture parcourt une distance $d = 1500 m$ pendant une durée $\Delta t = 60 s$. Sa vitesse moyenne est : $v_m = \frac{1500}{60} = 25 m.s^{-1}$ En multipliant par 3.6, on obtient la vitesse correspondante en kilomètres par heure : $v_m = 25 \times 3.6 = 90 km.h^{-1}$

La vitesse moyenne ne donne aucune information sur les variations de vitesse au cours du trajet. On définit alors la vitesse instantanée, qui est la vitesse du système à un instant précis. Pratiquement, à partir d'un enregistrement de positions successives (comme une chronophotographie), la vitesse instantanée v_i au point M_i à l'instant t_i est approchée par la vitesse moyenne calculée entre ce point et le point suivant M_{i+1} séparés par un court intervalle de temps Δt :

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

Chapitre 2.2 Le vecteur vitesse

La vitesse scalaire (valeur numérique) ne suffit pas à décrire complètement un mouvement, car elle n'indique ni la direction ni le sens du déplacement. Pour pallier cette limite, on utilise un outil mathématique : le vecteur vitesse.

Pour un point matériel passant par des positions successives M_i à des instants t_i, le vecteur vitesse instantanée au point M_i, noté $\vec{v}_i$, est défini par la relation :

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

Le vecteur vitesse $\vec{v}_i$ possède quatre caractéristiques fondamentales : * Point d'application : le point d'étude M_i. * Direction : la droite tangente à la trajectoire au point M_i. Dans le cas d'un mouvement rectiligne, cette direction se confond avec la droite de la trajectoire. * Sens : celui du mouvement du système à cet instant. * Norme (ou valeur) : la valeur de la vitesse instantanée v_i exprimée en $m.s^{-1}$, représentée graphiquement à l'aide d'une échelle de représentation des vitesses.

Sur une représentation graphique du mouvement, le vecteur vitesse $\vec{v}_i$ est représenté par un segment fléché tracé à partir du point M_i, orienté vers le point suivant, parallèlement à la droite $\left(M_i M_{i+1}\right)$.

Chapitre 3 Types de mouvements et applications

Chapitre 3.1 Mouvements rectilignes et circulaires

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

Un mouvement est qualifié de rectiligne si la trajectoire du système est une portion de droite. On distingue alors trois cas principaux selon la variation de la valeur de la vitesse : * Mouvement rectiligne uniforme : la valeur de la vitesse reste constante au cours du temps. Le vecteur vitesse $\vec{v}$ conserve la même direction, le même sens et la même norme à chaque instant. On écrit : $\vec{v} = \overrightarrow{cste}$ * Mouvement rectiligne accéléré : la valeur de la vitesse augmente au cours du temps. Le vecteur vitesse conserve sa direction et son sens, mais sa norme augmente. * Mouvement rectiligne décéléré (ou ralenti) : la valeur de la vitesse diminue au cours du temps. Le vecteur vitesse conserve sa direction et son sens, mais sa norme diminue.

Un mouvement est qualifié de circulaire si la trajectoire du système est un cercle ou un arc de cercle de rayon constant. * Mouvement circulaire uniforme : la valeur de la vitesse reste constante au cours du temps. Bien que la norme du vecteur vitesse soit constante, le vecteur vitesse $\vec{v}$ n'est pas constant car sa direction change à chaque instant pour rester tangente au cercle de la trajectoire.

Chapitre 3.2 Représentation et évolution du vecteur vitesse

L'étude graphique de l'évolution du vecteur vitesse permet d'obtenir des informations fondamentales sur la nature globale du mouvement du système.

Dans un mouvement rectiligne uniforme, la distance parcourue pendant des intervalles de temps égaux reste strictement identique. Les vecteurs vitesse successifs $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$, $\vec{v}_3$ sont rigoureusement égaux en tous points de la trajectoire : ils ont même direction, même sens, et même longueur graphique.

Dans un mouvement rectiligne accéléré, les positions successives pour des intervalles de temps constants sont de plus en plus éloignées les unes des autres. Les vecteurs vitesse successifs pointent dans le sens du mouvement et leurs longueurs augmentent au cours du temps.

Dans un mouvement circulaire uniforme, les vecteurs vitesse successifs ont une longueur constante car la vitesse est constante, mais leurs directions tournent continuellement le long du parcours pour demeurer perpendiculaires au rayon du cercle reliant le centre de la trajectoire au système.

Chapitre 3.3 Exercices d'application

Voici deux exercices complets d'application avec leurs corrections détaillées mettant en pratique les notions définies ci-dessus.

Exercice 1 : Analyse de la course d'un sprinteur

Un athlète court un 100 mètres en ligne droite. Sa trajectoire est étudiée dans le référentiel terrestre. On enregistre ses positions successives toutes les secondes. Lors de la phase de départ, entre l'instant $t_0 = 0 s$ et l'instant $t_1 = 1.0 s$, le sprinteur parcourt la distance $d_1 = 4.0 m$. Durant la phase de vitesse maximale, entre l'instant $t_7 = 7.0 s$ et l'instant $t_8 = 8.0 s$, il parcourt la distance $d_2 = 11.6 m$. L'athlète franchit la ligne d'arrivée des 100 mètres au bout d'une durée totale $\Delta t = 10.0 s$.

1. Définir le système et le référentiel d'étude pour cette situation. 2. Calculer la vitesse moyenne v_m de l'athlète sur l'ensemble de la course en $m.s^{-1}$ puis en $km.h^{-1}$. 3. Calculer la vitesse instantanée approchée v_1 lors du départ, puis v_8 lors de sa phase de vitesse maximale. 4. Caractériser le mouvement de l'athlète durant la phase de démarrage entre t_0 et t_8.

Correction détaillée de l'exercice 1 :

1. Le système étudié est l'athlète, modélisé par un point matériel correspondant à son centre de gravité. Le référentiel d'étude est le référentiel terrestre, lié au sol de la piste d'athlétisme. Ce choix est justifié car la durée de l'expérience est très courte devant la période de rotation de la Terre.

2. La vitesse moyenne est donnée par le rapport de la distance totale parcourue sur la durée totale du mouvement : $v_m = \frac{d}{\Delta t}$ En remplaçant par les valeurs de l'énoncé : $v_m = \frac{100}{10.0} = 10.0 m.s^{-1}$ Pour exprimer cette vitesse en kilomètres par heure, on effectue la conversion suivante : $v_m = 10.0 \times 3.6 = 36.0 km.h^{-1}$

3. La vitesse instantanée lors de la phase de départ est calculée sur le premier intervalle d'une seconde : $v_1 = \frac{d_1}{t_1 - t_0} = \frac{4.0}{1.0} = 4.0 m.s^{-1}$ La vitesse instantanée lors de la phase maximale est calculée de la même façon : $v_8 = \frac{d_2}{t_8 - t_7} = \frac{11.6}{1.0} = 11.6 m.s^{-1}$

4. La trajectoire de l'athlète est une ligne droite, le mouvement est donc rectiligne. De plus, la vitesse de l'athlète augmente entre le départ et la phase maximale ($v_1 < v_8$ car $4.0 m.s^{-1} < 11.6 m.s^{-1}$). Durant cette phase, le mouvement est donc qualifié de rectiligne accéléré.

Exercice 2 : Tracé d'un vecteur vitesse sur une chronophotographie

Une bille est lancée verticalement vers le haut dans le référentiel terrestre. On réalise une chronophotographie du mouvement où l'intervalle de temps séparant deux positions successives est de $\tau=0.10s$. On s'intéresse à trois positions successives alignées verticalement, notées M_1, M_2 et M_3. La distance réelle mesurée entre les points M_1 et M_2 est de $0.85m$ tandis que la distance réelle mesurée entre M_2 et M_3 est de $0.65m$.

1. Justifier la nature rectiligne du mouvement de la bille. 2. Déterminer la valeur de la vitesse instantanée v_1 de la bille au point M_1 et v_2 au point M_2. 3. Donner les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v}_2$ au point M_2. 4. Représenter le vecteur vitesse $\vec{v}_2$ sur un schéma en utilisant l'échelle suivante : $1.0cm$ sur le dessin représente une vitesse réelle de $2.0m.s^{-1}$.

Correction détaillée de l'exercice 2 :

1. Les positions successives de la bille lors de sa montée sont alignées sur une droite verticale. La trajectoire du point matériel modélisant la bille étant une droite, la nature du mouvement est donc rectiligne.

2. La valeur de la vitesse instantanée de la bille au point M_1 correspond à la vitesse calculée sur la distance la séparant du point suivant M_2 pendant l'intervalle de temps τ : $v_1=\frac{M_1M_2}{\tau}=\frac{0.85}{0.10}=8.5m.s^{-1}$
La valeur de la vitesse instantanée de la bille au point M_2 correspond à la vitesse calculée sur la distance la séparant du point suivant M_3 pendant le même intervalle de temps τ :
$v_2=\frac{M_2M_3}{\tau}=\frac{0.65}{0.10}=6.5m.s^{-1}$

3. Les quatre caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v}_2$ au point M_2 sont les suivantes : * Point d'application : le point M_2. * Direction : verticale (tangente à la trajectoire rectiligne verticale). * Sens : vers le haut (sens du mouvement ascensionnel de la bille). * Norme : $v_2=6.5m.s^{-1}$.

4. Pour déterminer la longueur graphique du vecteur à tracer, on applique une règle de proportionnalité avec l'échelle imposée par l'énoncé : $L=\frac{v_2}{2.0}=\frac{6.5}{2.0}=3.25cm$ Pour représenter le vecteur vitesse $\vec{v}_2$, il faut donc tracer, à partir de l'emplacement du point M_2 sur la feuille, une flèche verticale dirigée vers le haut d'une longueur graphique exacte de $3.3cm$.

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=1781213968

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