

LES RÉFÉRENTIELS GÉOCENTRIQUE ET HÉLIOCENTRIQUE

Cette ressource précise la notion de référentiel, élément central nécessaire à la description des mouvements.

Les référentiels géocentrique et héliocentrique (ou de Kepler), cités dans le programme, sont décrits.

Mots-clés

Référentiel, référentiel géocentrique, référentiel héliocentrique.

Références au programme

Savoirs

- observée dans un référentiel fixe par rapport aux étoiles, la Terre parcourt une trajectoire quasi circulaire au tour du Soleil,
- le passage d'une conception géocentrique à une conception héliocentrique constitue l'une des controverses majeures de l'histoire des sciences,
- observée dans un référentiel géocentrique, la Lune tourne autour de la Terre sur une trajectoire quasi circulaire.

Savoir-faire

- Interpréter des documents présentant des arguments historiques pour discuter de la théorie héliocentrique,
- Interpréter l'aspect de la Lune dans le ciel en fonction de sa position par rapport à la Terre et au Soleil.

Introduction

Le géocentrisme (modèle physique ancien selon lequel la Terre se trouve immobile au centre de l'Univers) et l'héliocentrisme (modèle physique plaçant le Soleil au centre de l'Univers) ont fait l'objet d'une controverse qui a duré plusieurs siècles (voir la ressource « Géocentrisme-héliocentrisme : histoire d'une controverse ») pendant des siècles.

La partie du programme d'enseignement scientifique « La Terre, un astre particulier » s'intéresse à la place de la Terre dans l'Univers et à cette controverse entre la conception géocentrique et la conception héliocentrique. La compréhension des arguments de la controverse nécessite une bonne connaissance des mouvements planétaires. La notion de référentiel est centrale dans cette question : elle permet de donner un sens précis à des expressions couramment employées comme « la Terre tourne autour du Soleil » ou « la Lune tourne autour de la Terre ».

Au-delà de leur définition cinématique, les référentiels se caractérisent également par leurs propriétés dynamiques, c'est-à-dire par leur caractère Galiléen ou non. Cet aspect, qui ne figure pas au programme de l'enseignement scientifique, est ici abordé de façon succincte, en complément, et à destination des enseignants.

Contenus scientifiques

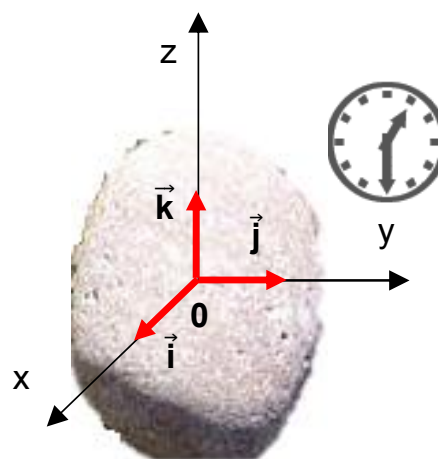
Les référentiels

La définition d'un référentiel

La notion de mouvement est relative : toute étude cinématique nécessite de choisir, de façon arbitraire, un point de l'espace (« origine ») et trois directions de l'espace non coplanaires que l'on *déclare* immobiles. L'origine et les trois directions fixes définissent un référentiel.

Un point de l'espace est immobile dans le référentiel lorsque ses coordonnées dans le système d'axes lié au référentiel restent inchangées au cours du temps (notion qui est indépendante du référentiel choisi dans l'hypothèse du temps absolu de la cinématique non relativiste).

Pour fixer les idées, on peut remarquer que l'ensemble des points immobiles dans un référentiel donné forment un solide indéformable.



Le référentiel et les caractéristiques d'un mouvement

Les grandeurs cinématiques (vecteur position, vecteur vitesse, vecteur accélération) sont définies relativement au référentiel donné à partir des coordonnées du point dans le référentiel et de leurs variations en fonction du temps.

Le choix du référentiel

Le choix du référentiel est libre. N'importe quel solide peut servir de référentiel, cependant il est préférable de choisir le référentiel pour lequel la trajectoire du point (ensemble des positions successives au cours du temps) est la plus simple (une droite, un cercle ou une courbe mathématiquement modélisable).

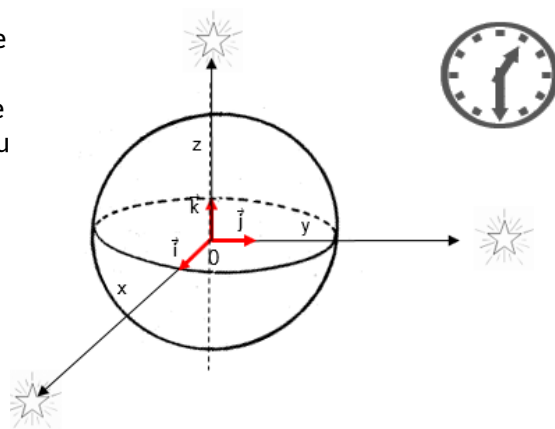
Les référentiels communément utilisés

Le référentiel géocentrique

C'est un référentiel dont l'origine O est le centre de masse de la Terre. Les trois axes pointent vers des étoiles suffisamment éloignées (étoile polaire, Béta du Centaure...) pour ne donner lieu à aucune parallaxe observable.¹

Il est utilisé pour décrire le mouvement des satellites de la Terre (Lune, satellites artificiels...).

Dans ce référentiel, la Terre est en rotation sur elle-même autour de l'axe des pôles, et la trajectoire de la Lune est quasi circulaire.

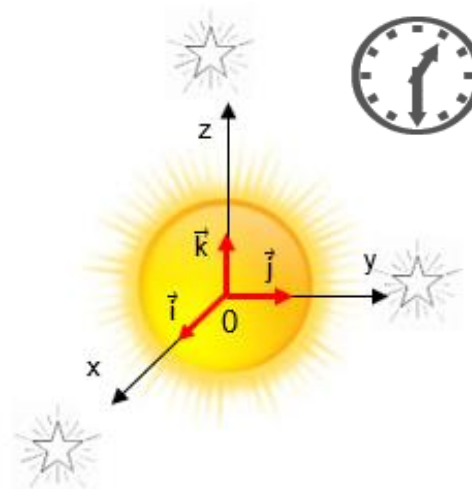


Le référentiel héliocentrique (ou référentiel de Kepler)

C'est un référentiel dont l'origine O du repère est le centre de masse du Soleil. Les trois axes pointent vers des étoiles suffisamment éloignées pour être considérées comme immobiles pendant l'étude cinématique.

Il est utilisé pour décrire le mouvement des planètes du système solaire.

Dans ce référentiel, la trajectoire de la Terre est très proche d'un cercle centré sur le Soleil (en fait, il s'agit d'une ellipse de très faible excentricité dont le centre du Soleil occupe l'un des foyers).



Référentiel de Copernic

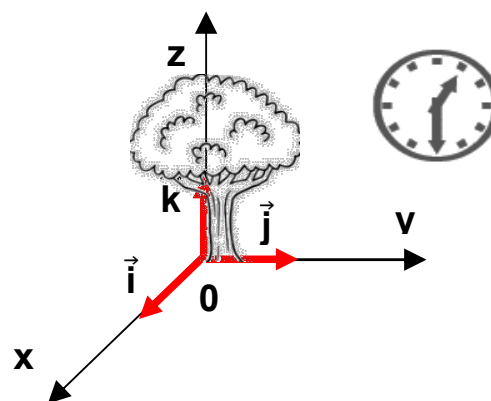
C'est un référentiel dont l'origine O du repère est le centre de masse du système solaire. Les trois axes pointent vers des étoiles assez éloignées pour être considérées comme fixes pendant l'étude cinématique mais sont également parallèles à ceux du référentiel héliocentrique.

Il est adapté à l'étude du système solaire et est souvent, en pratique, confondu avec le référentiel héliocentrique.

Le référentiel terrestre

Il s'agit d'un référentiel dans lequel la Terre est immobile. L'origine peut en être prise en n'importe quel point lié à la Terre.

Ces référentiels nous sont familiers : nous avons l'habitude de considérer que les points de la Terre qui nous entourent sont fixes et d'étudier les mouvements (de personnes, d'animaux, de véhicules...) relativement à un référentiel de ce type.



Retrouvez éducol sur



1. Sur la parallaxes stellaire, voir la ressource : « A la recherche de la parallaxe d'une étoile »

Apprentissages à construire

Les élèves doivent différencier les référentiels géocentrique et héliocentrique, savoir décrire le mouvement de la Terre dans ces deux référentiels et le mouvement de la Lune dans le référentiel géocentrique.

Compléments – aspects dynamiques

Référentiels galiléens et non galiléens

D'un point de vue cinématique, il n'existe aucune raison autre que pratique, de privilégier certains référentiels par rapport à d'autres. Lorsque l'on s'intéresse aux aspects dynamiques, c'est-à-dire à la prédiction du mouvement d'un système à partir des actions qui s'exercent sur lui, en revanche, il existe une classe de référentiels très particuliers : les référentiels galiléens.

Un référentiel dit « galiléen » (en référence à Galilée) est un référentiel dans lequel le principe d'inertie, appelé aussi première loi de Newton, est vérifié, à savoir, un système soumis à un ensemble de forces qui se compensent ($\sum \overrightarrow{Forces} = \vec{0}$) est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme.

Le référentiel terrestre peut être considéré comme galiléen quand la durée de l'expérience est très inférieure à une journée, afin de pouvoir négliger le mouvement de rotation de la Terre.

Le référentiel géocentrique peut être considéré comme galiléen quand la durée de l'expérience est très inférieure à une année, afin de pouvoir négliger le mouvement de la Terre autour du Soleil.

Le référentiel héliocentrique peut être considéré comme galiléen quand la durée d'étude du mouvement est inférieure à plusieurs millions d'années, afin de pouvoir négliger le mouvement du système solaire dans la galaxie.