

A- Le référentiel

Définition :

On décrit le mouvement d'un objet A par rapport à un objet B. L'objet B est appelé le Référentiel. La forme de la trajectoire de l'objet A dépend du choix du référentiel.

B- Exemple: description du mouvement de la Lune dans le système solaire

B.1 Par rapport au sol

Référentiel topo centrique (topo = sol, topographe, topographie, l'art de faire des plans)

Trajectoire : cercle, mouvement de rotation d'Est en Ouest en environ 24h

B.2 Par rapport au centre de la Terre

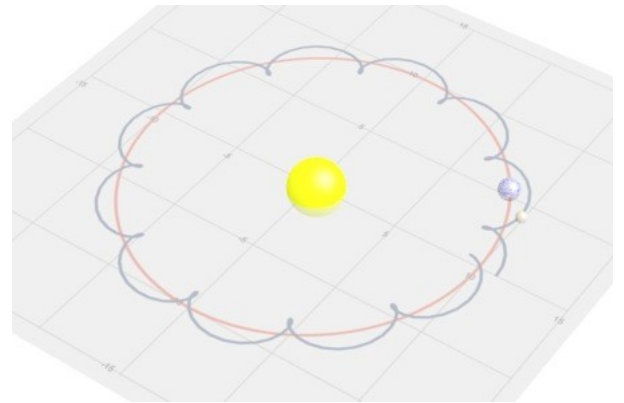
Référentiel géo centrique, axes fixes en direction d'étoiles (géo = la Terre, géologue, géographe)

Trajectoire : cercle, mouvement de rotation autour de la Terre en environ 29 jours

B.3 Par rapport au centre du Soleil

Référentiel hélio centrique, axes fixes en direction d'étoiles (hélios = le Soleil, héliographe, héliostat)

Trajectoire : composition de deux mouvements de rotation, trajectoire ressemblant à une espèce de fleure.



B.4 Conclusion

La description du mouvement de la Lune, c'est à dire donner la trajectoire (position en fonction du temps) et la vitesse de la Lune dépend complètement du référentiel choisi (du « point de vue » choisi).

Il est donc essentiel en physique de toujours préciser le référentiel choisi pour décrire un mouvement !

C- Histoire des sciences : comment cartographier le ciel durant l'Antiquité ?

C.1 Repérer les étoiles sur la Voûte Céleste.

Chaque étoile semble fixe par rapport à ses voisines, nuits après nuits : chaque été, nous sommes capables de retrouver les mêmes constellations.

Les étoiles, vues à l'œil nu depuis la Terre semblent toutes être situées à la même distance, nous n'avons aucune idée de la profondeur du ciel.

Tout se passe comme si elles étaient fixées à l'intérieure d'une immense sphère : la Voûte Céleste.

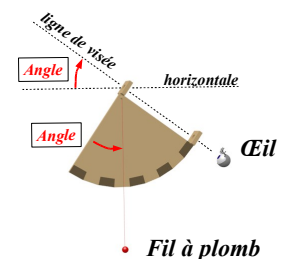
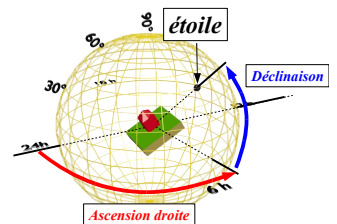
Pour donner la position d'une étoile, il suffit donc de connaître deux angles :

- l'ascension droite α comprise entre 0h et 24h
- la déclinaison δ comprise entre -90° et $+90^\circ$

C.2 Les instruments antiques pour mesurer la position d'une étoile dans le Ciel.

Mesure de la hauteur d'un astre au dessus de l'horizon.

Le quadrant est un quart de cercle, muni d'un système de visée (pinnules) et d'un fil à plomb.



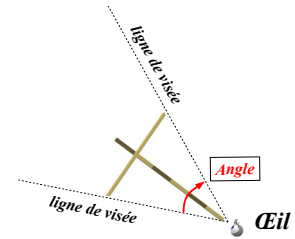
L' Univers - Chapitre 11 - Mouvement des astres dans l'Univers

On pointe un astre, on bloque le fil à plomb et on lit l'angle que l'astre fait avec l'horizontale.

Mesure de la séparation angulaire entre deux astres.

Le bâton de Jacob permet de mesurer la séparation angulaire entre deux astres. Deux bâtons perpendiculaires coulissent l'un par rapport à l'autre.

Le bâton horizontal est gradué en angles.

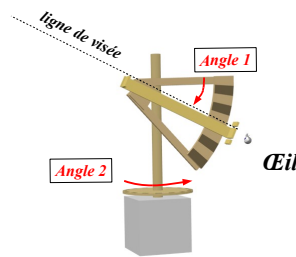


Mesure de la position d'un astre dans le ciel.

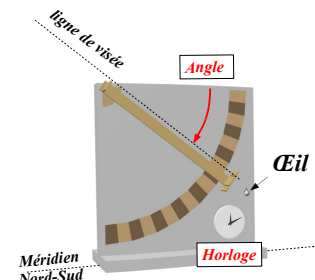
On mesure la position d'un astre avec deux types d'instruments :

- un théodolite qui permet de mesurer deux angles
- un grand quadrant mural, orienté Nord/Sud et équipé d'une horloge qui chronomètre l'heure de passage d'un astre au méridien.

Les quadrants muraux pouvaient être gigantesques (plusieurs mètres de rayon, à l'observatoire Ouloubek à Samarkande, en Ouzbékistan, qui était alors un des grands centres culturels arabe et perse durant le Moyen Âge européen - vers 1429) .



Un théodolite, on mesure deux angles



Un grand quadrant, on mesure un angle et une heure de passage.

D- Exercices

Exercice 6 p. 93

Exercice 7 p. 93

Exercice 9 p. 94

Exercice 11 p. 94

Exercice 12 p. 95

Exercice 16 p. 96

E- Correction

Exercice 6 p. 93

1. Oui ! 2. Appelez le professeur et expliquez lui votre exemple (Vous aurez le droit de vous tromper, le professeur vous aidera alors à reformuler votre raisonnement).

Exercice 7 p. 93

1.a. Par rapport au sol, son nez est immobile.

1.b. Le nez de Joris tourne autour de l'axe de la Terre en 23h56min (par rapport aux étoiles, jour sidéral).

2. Non, dans le premier, la vitesse est nulle, dans le deuxième, elle est constante, et la trajectoire est circulaire.

3. Le « mouvement est relatif » car sa description (trajectoire, vitesse) dépend du référentiel (le point de vue, le point de repère) choisi.

Exercice 9 p. 94

1. On peut utiliser le bord de la fenêtre pour étudier le mouvement de la Lune : c'est un référentiel terrestre.

2. Le référentiel géocentrique a pour origine le centre de la Terre, et utilise des étoiles lointaines pour indiquer la direction des axes de repérage. Voir le doc 3b page 88.

3. La Lune tourne régulièrement autour de la Terre, trajectoire circulaire, vitesse constante.

4. Non, le mouvement est plus compliqué à décrire : La lune est plus ou moins haute sur l'horizon, la distance au sol varie légèrement.

Exercice 11 p. 94

L' Univers - Chapitre 11 - Mouvement des astres dans l'Univers

1. Le noyau de la comète: c'est le bloc de glace et de poussière, qui en s'évaporant à cause de la chaleur du Soleil, provoque l'apparition du gigantesque panache lumineux, qui est la queue contenant des gaz et des poussières sur les quels la lumière du Soleil se réfléchit.

2. La comète est en orbite autour du Soleil, elle tourne autour de lui sur une trajectoire elliptique.

3.a. On mesure en cm sur le dessin du livre la distance entre les deux positions : $d = 1,4$ cm. On utilise ensuite l'échelle : $1,4$ cm correspond à 50×10^6 km. Enfin, en utilisant une proportion on en déduit la distance réelle $D = d$ (cm) $\times 50 \times 10^6$ (km) / $1,4$ (cm) = $1,4 \times 50 \times 10^6 / 1,4 = 50 \times 10^6$ km.

3.b. Distance parcourue = vitesse \times durée du parcours donc vitesse = distance parcourue / durée du parcours. Donc ici, vitesse = $(50 \times 10^6 \text{ km}) / (20 \text{ jours}) = (50 \times 10^6 \text{ km}) / (20 \times 24 \text{ h}) = 1,0 \times 10^5 \text{ km.h}^{-1} = 100\,000 \text{ km/h !!!}$

$100\,000 \text{ km/h} / 100\,000 \text{ km/h} = 1$, même vitesse.

4. Non, la Terre et la comète bougent ensemble autour du Soleil, et donc depuis la Terre, la trajectoire sera différente. La photo montre que cette trajectoire est d'allure différente.

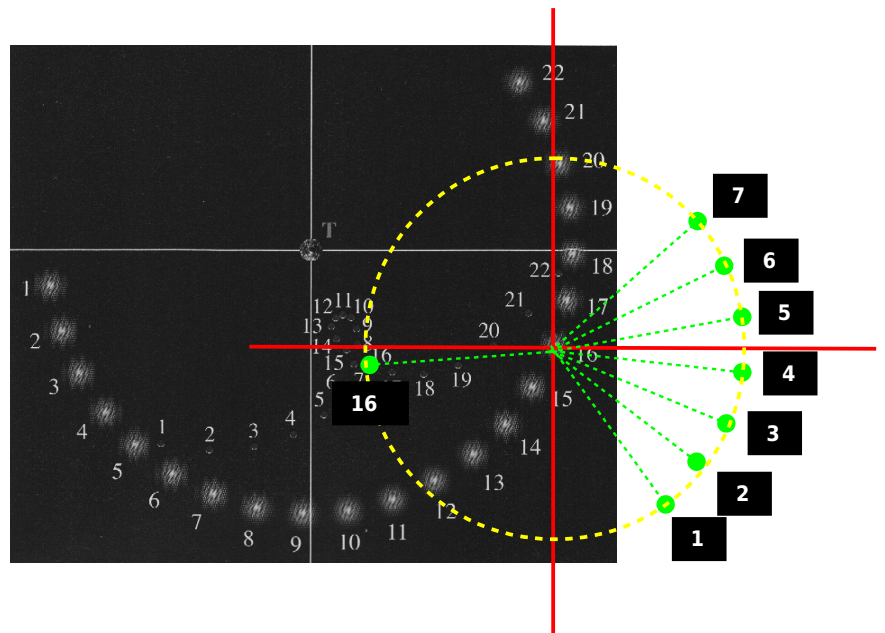
Exercice 12 p. 95

1. Le centre de la Terre sert de référentiel ainsi que des étoiles lointaines : c'est un référentiel géocentrique.

2. Le Soleil tourne autour de la Terre dans ce référentiel, mouvement circulaire uniforme (la vitesse est constante).

3. Vénus tourne autour du Soleil, mais la Terre tourne aussi autour du Soleil, donc le mouvement de Vénus par rapport à la Terre est compliqué.

Si on mesure la position de Vénus par rapport au Soleil sur ce schéma, on retrouve la trajectoire circulaire de Vénus autour du Soleil (Voir dessin ci contre. Demander au professeur pour avoir des précisions sur la méthode utilisée pour ce dessin).



Exercice 16 p. 96

1. référentiel géocentrique : l'origine est le centre de la Terre mais les directions sont fixes par rapport aux étoiles.

2. Un mois.

3. Mouvement circulaire uniforme du Soleil autour de la Terre.

4. Distance parcourue = vitesse \times durée du parcours et distance parcourue = périmètre du cercle (orbite)

Donc vitesse = périmètre de l'orbite / durée du parcours.

La durée est de 1 an, soit 365 jours de 24 heures chacun.

$$V = \frac{2 \times \pi \times R}{\Delta t} = \frac{2 \times \pi \times 150 \times 10^6 \text{ km}}{365 \times 24 \text{ h}} = 1,1 \times 10^5 \text{ km.h}^{-1}$$

L' Univers - Chapitre 11 - Mouvement des astres dans l'Univers

Le schéma n'est pas à la bonne échelle afin qu'il puisse tenir en entier sur cette feuille.

