

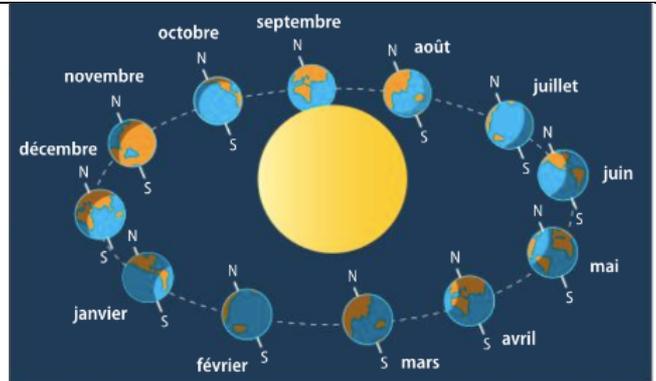
TP 11 : Quelle est la masse du soleil ?



L'union astronomique internationale a évalué la valeur de la masse du soleil à $1,9891 \cdot 10^{30}$ kg. Comment est-il possible d'estimer la masse de notre étoile en étudiant le mouvement de la Terre autour du Soleil ?

DOC 1 La Terre tourne autour du Soleil

En première approximation, on peut considérer que la Terre décrit un mouvement circulaire uniforme autour du soleil : la trajectoire est un cercle de rayon $1,50 \times 10^8$ km et la rotation s'effectue en 365,25 jours.



DOC 2 Loi de la gravitation universelle

Deux objets A et B de masses respectives m_A et m_B dont les centres sont séparés par une distance d , exercent l'un sur l'autre des actions mécaniques attractives modélisées par des forces ayant la même valeur :

$$F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

Avec : G (constante gravitationnelle) :

$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; m_A et m_B s'expriment en kilogramme (kg) ; d en mètre (m) et F en newton (N).

DOC 3 Relation approchée de la 2^e loi de Newton

Au XVII^e siècle Newton établit une relation entre les forces qui modélisent les actions s'exerçant sur un système et la variation de vitesse de ce système entre deux instants voisins, relation que l'on peut écrire en première approximation sous la forme :

$$\sum \vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

- $\sum \vec{F}$ est la somme vectorielle des forces ;
- m est la masse du système ;
- $\Delta \vec{v}$ est la variation du vecteur vitesse entre deux positions du système ;
- Δt est la durée mise par le système pour aller de la première position à la seconde.

Démarche experte :

A l'aide des informations disponibles dans les documents, estimer la masse du soleil puis commenter le résultat.

Démarche avancée:

- 1- Sur un schéma modélisant le mouvement de la Terre autour du Soleil, représenter le vecteur vitesse pour un intervalle de temps bien choisi.
- 2- Représenter le vecteur variation de vitesse puis déterminer sa valeur (par un calcul ou graphiquement)
- 3- Représenter le vecteur somme des forces sans souci d'échelle.
- 4- Exprimer la masse du soleil en fonction des grandeurs connues puis effectuer le calcul.
- 5- Comparer cette valeur à celle donnée en introduction.

Démarche élémentaire:

- 1- Calculer la valeur de la vitesse de rotation de la Terre autour du Soleil.
- 2- Tracer un arc de cercle de 90° de rayon 7,5 cm représentant la trajectoire de la Terre autour du soleil.
Choisir une échelle de vitesse et tracer les vecteurs vitesse aux extrémités de cet arc de cercle.
- 3- Construire le vecteur variation de vitesse au milieu de cet arc et déterminer sa valeur.
- 4- A l'aide des doc. 2 et 3 :
 - a) Faire un bilan des forces qui s'exercent sur la Terre.
 - b) Représenter sans souci d'échelle le vecteur somme des forces au milieu de cet arc de cercle.
 - c) Faire le lien entre les deux relations.
- 5- Exprimer la masse du Soleil en fonction de la variation de vitesse, de la durée, de la distance Terre-Soleil et de la constante de gravitation.
- 6- Effectuer le calcul de la masse du Soleil avec les valeurs des grandeurs connues.