

Activité d'introduction – La deuxième loi de Newton

La deuxième loi de Newton a été énoncée par Isaac Newton (!) au 18^e siècle. Cette loi est à la base de l'étude du mouvement des systèmes et sa précision est telle qu'elle a même été à la base de la découverte de la planète Neptune.

Elle énonce que : « l'accélération subie par un corps de masse m dans un référentiel galiléen est proportionnelle à la *somme* des forces qu'il subit, et inversement proportionnelle à sa masse m »

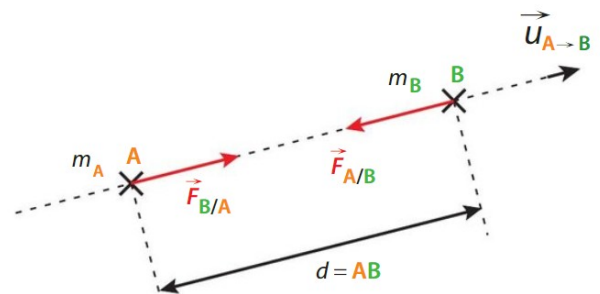
Nous allons essayer de vérifier cette loi en étudiant le mouvement de Vénus qui se trouve à 0,72 unités astronomiques du Soleil.

En première approximation, on peut considérer que dans le référentiel héliocentrique, le mouvement des planètes est circulaire uniforme autour du Soleil.

Document 1 – Rappel sur la force d'interaction gravitationnelle

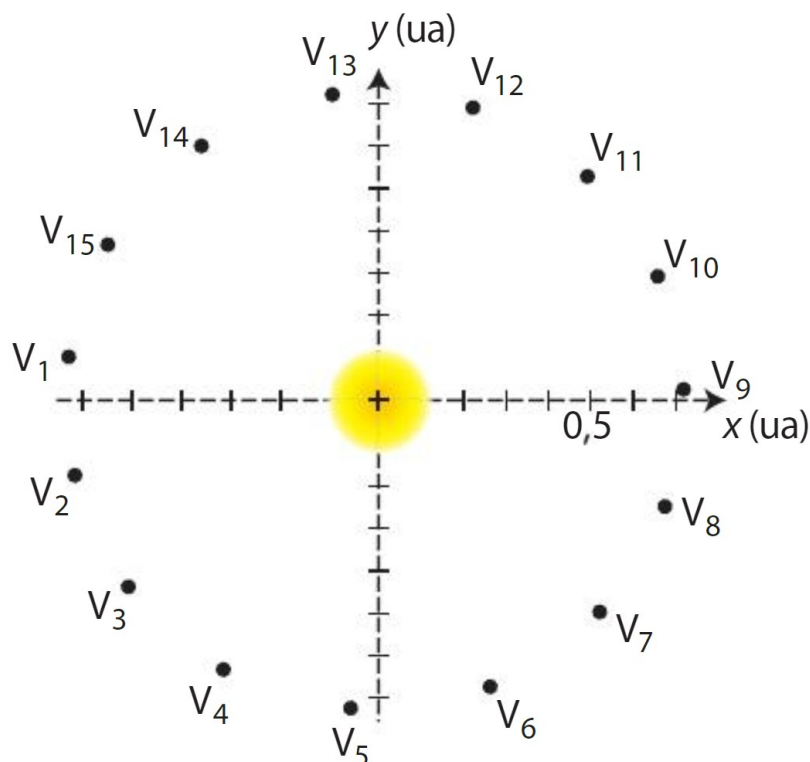
L'interaction gravitationnelle exercée par un corps A sur un corps B est modélisé par une force dont l'expression vectorielle est :

$$\vec{F}_{A/B} = -G \frac{m_A m_B}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$$



avec m la masse des deux corps en kilogrammes
 d la distance entre les deux centres de gravités des corps A et B
et G la constante gravitationnelle dont la valeur est fournie dans les données.

Document 2 – Pointage des positions successives de Vénus autour du Soleil.



Séquence 9

La durée entre deux points successifs de la trajectoire est : $\Delta t = 15$ jours

La vitesse de Vénus est uniforme de valeur $v = 34 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

1. Représenter les vecteurs vitesse aux points 2 et 3 en précisant l'échelle utilisée.
2. Représenter le vecteur variation de vitesse au point 3, puis en déduire la valeur de l'accélération au point 3, exprimée en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.
3. Représenter le vecteur \vec{a}_3 . Donner ses caractéristiques.
4. À l'aide du document 1, déterminer la force d'interaction gravitationnelle exercée par le Soleil sur Venus. Représenter cette force sur le schéma, par exemple au point 10 puis, donner ses caractéristiques. Est-ce la seule force qui s'applique sur le système ?
5. Comparer le produit de la masse par l'accélération à la force d'interaction gravitationnelle. Que remarquez-vous ?

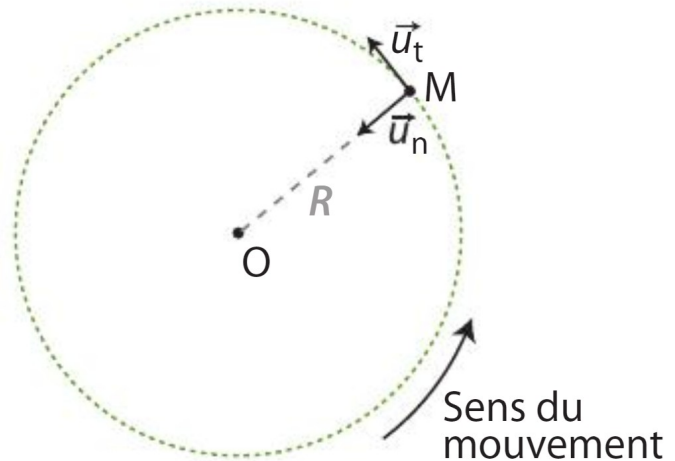
Étude de l'accélération dans le repère de Frenet

Le repère de Frenet est attaché à un point M mobile, ici la planète Vénus.

Le vecteur unitaire \vec{u}_t est tangent à la trajectoire tandis que le vecteur \vec{u}_n est perpendiculaire à \vec{u}_t et orienté vers le centre de la trajectoire.

L'accélération dans le repère de Frenet se détermine par la relation :

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{u}_t + \frac{v^2}{R} \vec{u}_n$$



6. Que vaut $\frac{dv}{dt}$? Justifier.

7. En déduire la valeur de l'accélération et comparer à la valeur déterminée dans la première partie.

Données :

- ☞ masse de Vénus : $m_V = 4,87 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- ☞ masse du Soleil : $m_S = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
- ☞ Constante d'interaction gravitationnelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ USI}$
- ☞ 1 ua (unité astronomique) = $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$