

## TP Corr : Énoncer et comprendre les lois de Kepler

### III. Travail à effectuer.

#### 1ère loi de Kepler ou loi des orbites

- a- La trajectoire de Mercure est une ellipse. Le Soleil est sur l'un des foyers de l'ellipse
- b- La réponse à la question précédente est bien confirmée. (Si vous avez répondu que la trajectoire était un cercle avec le Soleil au centre à la question précédente, votre réponse n'est donc pas confirmée.)
- c- Compléter la 1ère loi de Kepler :

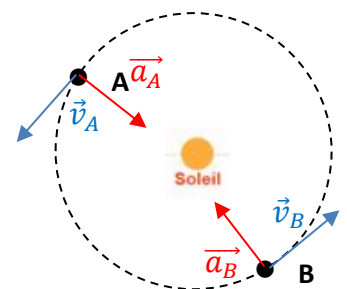
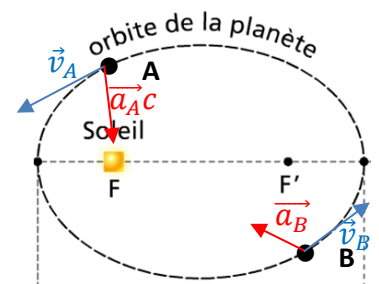
##### 1ère loi de Kepler

Dans le référentiel héliocentrique, la **trajectoire** du centre d'une **planète** est une **ellipse** dont l'un des **foyers** est le centre du **Soleil**.

- d- Lorsque l'excentricité est nulle, la trajectoire devient un cercle et le Soleil est au centre. L'excentricité représente l'écart des foyers de l'ellipse par rapport au centre du cercle correspondant si les foyers étaient confondus.
- e- Les excentricités des différentes planètes sont très faibles, on peut donc faire l'approximation que leurs orbites sont des cercles.
- f- Cette approximation est confirmée car en observant l'ensemble du système solaire, toutes les orbites semblent centrées sur le Soleil.

#### 2nde loi de Kepler ou loi des aires

- a- Le vecteur vitesse est tangent à la trajectoire et dans le sens du mouvement.  
Le vecteur accélération est confondu avec la droite reliant la planète et le Soleil, il est dirigé vers le Soleil.
- b- L'accélération de la planète n'est pas constante. Sa direction et sa valeur change. D'après la seconde loi de Newton, le vecteur accélération a même sens et même direction que la force résultante, et sa valeur est proportionnelle à celle de la force or le système n'est soumis qu'à la force de gravitation qui dépend de la distance au Soleil et dirigée vers le centre du Soleil.
- c- La vitesse n'est pas constante puisqu'elle change de valeur et de direction. Elle est maximum à la périhélie et minimum à l'aphélie.
- d- Voir ci-contre
- e- Au point A l'angle entre  $\vec{a}$  et  $\vec{v}$  est inférieur à  $90^\circ$ , donc l'accélération favorise le mouvement et la planète accélère. Au point B, l'angle est inférieur à  $90^\circ$ , donc l'accélération s'oppose au mouvement et la planète ralentit.
- f- Lorsque l'excentricité est nulle, la valeur de la vitesse est constante (mais pas le vecteur car il change de direction).  
La valeur de l'accélération est constante (mais pas le vecteur).  $\vec{a}$  et  $\vec{v}$  sont perpendiculaires. Ils ont même longueurs en A et en B.
- g- Le mouvement de la planète est donc circulaire et uniforme.



h- Les aires colorées sont égales car la vitesse de balayage est la même et la durée de balayage aussi.

i- Les aires restent égales, les surfaces changent juste de forme. Sachant que les durées de balayages sont égales, plus l'arc parcouru sur l'orbite par la planète pendant la durée  $\Delta t$  est grand et plus la vitesse est grande.

j- Compléter la 2<sup>de</sup> loi de Kepler :

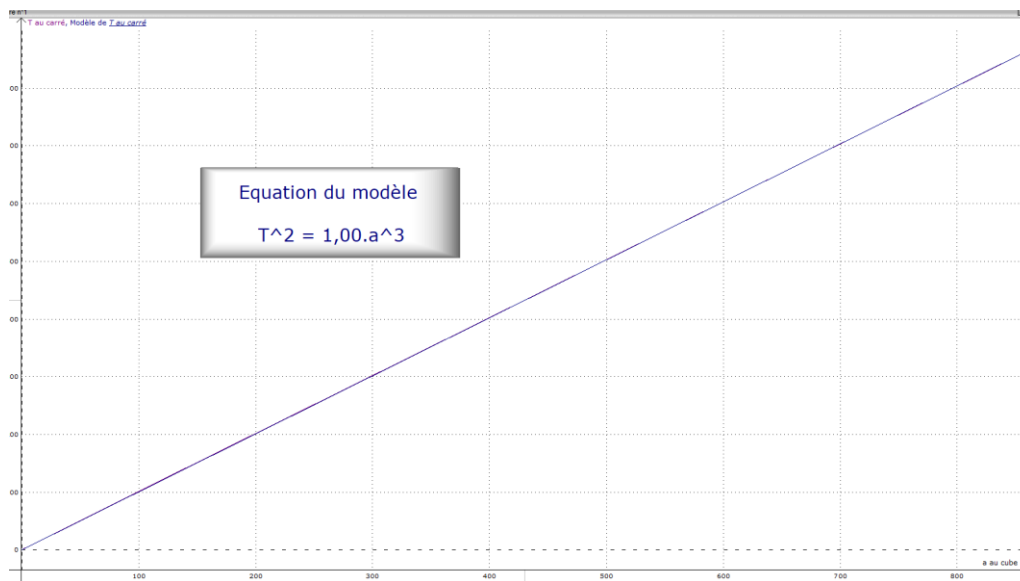
### 2<sup>de</sup> loi de Kepler

Le segment SP qui relie le centre du *Soleil* à celui de la *planète* balaie des *aires égales* pendant des *durées égales* .

### Remarque :

Lorsque la trajectoire peut être approximé à un *cercle* alors le vecteur accélération est à chaque instant *perpendiculaire* au vecteur vitesse. La valeur de la vitesse est alors *constante* : le mouvement est donc *circulaire* et *uniforme*.

### 3<sup>ème</sup> loi de Kepler ou loi des périodes



a- On obtient une droite passant par l'origine, on peut donc en déduire que  $T^2$  est proportionnel à  $a^3$ .

### 3<sup>ème</sup> loi de Kepler

Le *carré* de la *période de révolution* d'une planète est *proportionnel* au *cube* du *demi-grand axe* de son orbite.

D'après la modélisation, on en déduit que  $K = 1,00 \text{ an}^2 \cdot \text{UA}^{-3}$

L'UA est une unité de distance correspondant à la distance Terre-Soleil.  
 $1 \text{ UA} = 150.10^6 \text{ km}$

Question bonus :  $1,001 \text{ an}^2 \cdot \text{UA}^{-3} = \frac{1,001 \text{ an}^2}{1 \text{ UA}^3} = \frac{1,001 \times (365,25 \times 24 \times 3600)^2}{(150.10^9)^3} = 2,95 \text{ s}^2 \cdot \text{m}^{-3}$