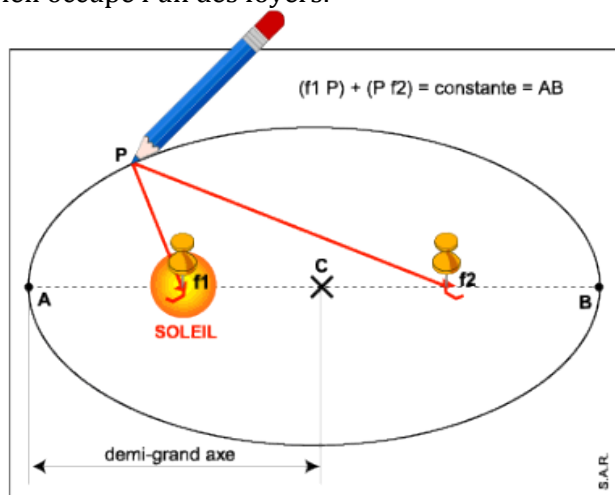


D) Lois de Kepler

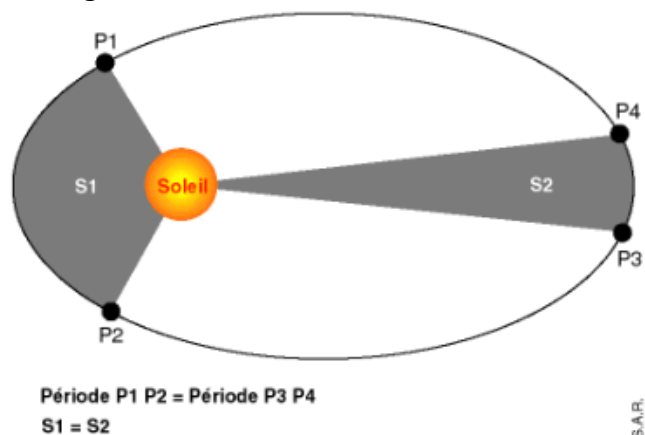
Document 1 Première loi de Kepler

Les trajectoires des planètes sont des ellipses dont le Soleil occupe l'un des foyers.



Document 2 Deuxième loi de Kepler

Si S est le Soleil et P la position d'une planète, le segment [SP] balaie des aires égales pendant des durées égales.



Document 3 Troisième loi

Le carré de la période de révolution "T" d'une planète est proportionnel au cube du demi-grand axe "a" de sa trajectoire elliptique.

$$\frac{T^2}{a^3} = cte$$



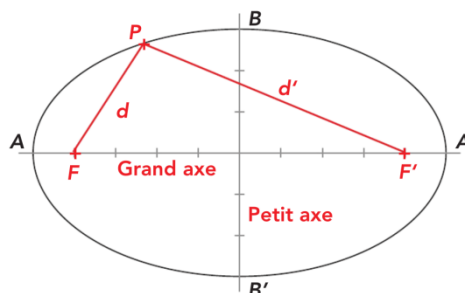
Kepler : 1571-1630

Document 4 L'ellipse

Une ellipse est une courbe définie comme l'ensemble des points P dont la somme des distances aux foyers est constante.

$$PF + PF' = cte$$

Les deux foyers F et F' sont symétriques par rapport au petit axe BB'. AA' représente la longueur du grand axe.



Document 5 Relevé des positions de Mercure

Ci-dessous les données sur la position de Mercure lors de sa révolution autour du Soleil.

Indice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jour	20	25	30	04	09	14	19	24	29	03
Mois	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9
Angle(°)	0	31	60	85	106	124	140	155	169	183
Dist Soleil (UA)	0,307	0,315	0,336	0,363	0,392	0,418	0,440	0,455	0,464	0,467
Vitesse (km.s ⁻¹)	58,9	57,8	54,6	50,9	47,3	44,2	41,7	40,1	39,1	38,8
Indice	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Jour	08	13	18	23	28	03	08	13	18	
Mois	9	9	9	9	9	10	10	10	10	
Angle(°)	197	211	227	244	263	286	312	342	13	
Dist Soleil (UA)	0,462	0,45	0,432	0,408	0,381	0,352	0,326	0,31	0,309	
Vitesse (km.s ⁻¹)	39,3	40,6	42,6	45,4	48,6	52,4	56,1	58,6	58,7	

L'unité astronomique UA est une unité de longueur qui vaut la distance Terre-Soleil soit 1 UA = 1,50.10⁸ km

II) Vérification des lois de Kepler

II1) Première loi de Kepler

Montrer que la trajectoire de Mercure donnée en annexe est bien une ellipse dont le Soleil est un des foyers, et déterminer $PF + PF'$ en fonction de la longueur du grand axe.

II2) Deuxième loi de Kepler : loi des aires

- 1) En utilisant une feuille de papier blanche comme calque, découper quatre surfaces balayées par le segment SP pendant des durées égales (on pourra prendre 15 jours par exemple).
- 2) Proposer une méthode permettant de montrer que ces quatre aires sont égales.

II3) Troisième loi de Kepler

- 1) Déterminer la période de révolution de Mercure en jours terrestres. La convertir en années terrestres.
- 2) Déterminer, à l'aide des documents dont vous disposez, la constante de la troisième loi de Kepler en ce qui concerne Mercure (en $\text{an}^2 \cdot \text{UA}^{-3}$).
- 3) La comparer à celle de la Terre.
- 4) La troisième loi de Kepler vous semble-t-elle vérifiée ?

III) Deuxième loi de Newton

III1) Tracé du vecteur accélération

Calculer puis tracer les vecteurs "accélération" du centre d'inertie de Mercure aux positions 3, 9 et 14. On pourra prendre pour les vitesses l'échelle : 1 cm représente 10 $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$. L'accélération doit être exprimée en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Position	Δv ($\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$)	a ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)	r (m)	ar^2 (S.I.)
3				
9				
14				

III2) Exploitation

- 1) Les tracés des vecteurs "accélération" sont-ils en accord avec le fait que seule la force de gravitation du Soleil agit sur Mercure (les autres forces étant négligeables) ?
- 2) Les résultats du tableau sont-ils en accord avec la relation :

$$\vec{F}_{S/M} = G \times \frac{m_S \times m_M}{r^2} \times \vec{u}_{S/M}$$

- 3) Le référentiel Héliocentrique (centré sur le Soleil) est-il Galiléen ?

III3) Masse du Soleil

- 1) Calculer le produit ar^2 pour les trois positions de Mercure.
- 2) En utilisant la deuxième loi de Newton donner l'expression littérale de ce produit en fonction de la masse du Soleil et de G, constante de gravitation.
- 3) Connaissant $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI, déterminer la masse du Soleil.

