

TP : Étude du mouvement de mercure autour du Soleil

Objectifs

- Appliquer les lois de Kepler au mouvement d'une planète.
- Appliquer la deuxième loi de Newton pour justifier le mouvement d'une planète.

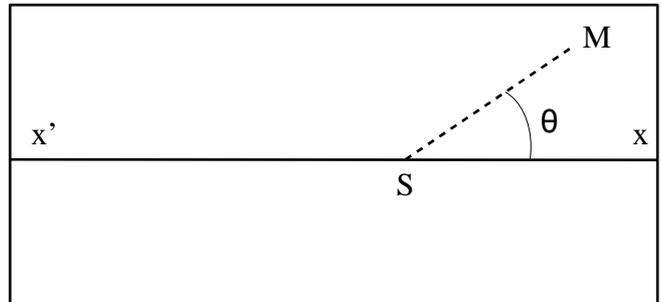
I. Trajectoire de Mercure

Tracer au milieu d'une feuille de format A3 une ligne $x'x$ dans le sens de la longueur et placer S (le Soleil) à 18 cm du bord droit. Les positions successives de Mercure sont reportées grâce aux valeurs figurant dans le tableau de l'annexe.

$r = SM$ distance entre Soleil et Mercure en unité astronomique (1 U.A. = $150 \cdot 10^6$ km).

$\theta = (Sx, SM)$ longitude éclipstique héliocentrique de Mercure.

Échelle à utiliser : 30 cm pour 1 U.A.



II. Lois de Kepler

1. Nature de la trajectoire

Vérifier, par le calcul, que la trajectoire de Mercure est une ellipse dont S est un des foyers. Pour cela suivre les instructions suivantes :

La position de Mercure la plus proche du Soleil est le périhélie P. On trace PS qui coupe la trajectoire en un deuxième point : l'aphélie A, qui est la position de Mercure la plus éloignée du Soleil. On mesure a , le demi-grand axe ($PA = 2a$). Soit O le milieu de PA et S' le symétrique de S par rapport à O. Vérifier pour quelques positions du point M, on a : $SM + S'M = 2a$

2. Loi des aires

- a) Placer une seconde feuille de papier sous la feuille précédente,
- b) pointer à travers la première feuille la position de S et celles de Mercure pour les indices 1, 2, 3 puis 8, 9 et 10,
- c) mesurer l'aire des surfaces (S, 1, 2, 3) et (S, 8, 9, 10) (vous pourrez décomposer les aires en triangles),
- d) relever la durée mise par le rayon vecteur SM pour balayer ces surfaces,
- e) Conclure.

3. Loi reliant la période au demi grand axe

- a) La période de révolution de Mercure autour du Soleil est de $7,60 \cdot 10^6$ s. Calculer le rapport T^2/a^3 pour Mercure,
- b) Calculer le même rapport pour la Terre,
- c) Conclure.

III. Deuxième loi de Newton

1. Tracé des vecteurs accélération

Tracer le vecteur accélération instantanée du centre d'inertie de la planète Mercure pour les positions 3, 9 et 14 (échelle de vitesse: 1 cm pour $10 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$).

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

T.P IV 4

2. Exploitation des résultats

- En supposant que la planète Mercure n'est soumise qu'à l'attraction solaire, donner l'expression vectorielle de la force de gravitation au point M_i .
- Comparer la direction et le sens du vecteur force et du vecteur accélération.
- Calculer le produit $a \cdot r^2$ pour les trois positions du tableau ci-dessus.
- En utilisant la deuxième loi de Newton, donner l'expression littérale de ce produit en fonction de la masse du Soleil et de la constante de gravitation.
- Calculer la masse du Soleil. Donnée : $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ S.I.

Indice	Date	Angle (θ) ($^\circ$)	Distance r (U.A.)	Vitesse v (km.s ⁻¹)
1	20/07/95	0	0,3075	58,9
2	25/07/95	31	0,3150	57,8
3	30/07/95	60	0,3360	54,6
4	04/08/95	85	0,3630	50,9
5	09/08/95	106	0,3920	47,3
6	14/08/95	124	0,4180	44,2
7	19/08/95	140	0,4400	41,7
8	24/08/95	155	0,4550	40,1
9	29/08/95	169	0,4640	39,1
10	03/09/95	183	0,4670	38,8
11	08/09/95	197	0,4600	39,3
12	13/09/95	211	0,4500	40,6
13	18/09/95	227	0,4320	42,6
14	23/09/95	244	0,4080	45,4
15	28/09/95	263	0,3810	48,6
16	03/10/95	286	0,3520	52,4
17	08/10/95	312	0,3260	56,1
18	13/10/95	342	0,3100	58,6