

Feuille d'exercice

1 Exercice résolu

L'astéroïde Sylvia

| Exploiter des informations ; effectuer des calculs ; discuter un modèle.

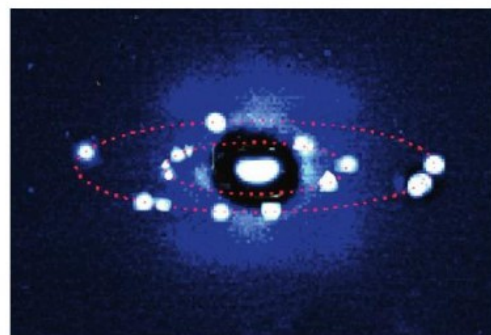
L'astéroïde Sylvia est le premier astéroïde découvert à posséder deux satellites naturels baptisés Remus et Romulus.

On s'intéresse au mouvement du centre de masse P de l'astéroïde Sylvia qui décrit autour du Soleil une orbite assimilée à un cercle de rayon r .

L'étude se fait dans le référentiel héliocentrique considéré comme galiléen.

Donnée

Constante universelle de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.



➤ Photomontage montrant les positions de Remus et Romulus autour de Sylvia

1. a. Montrer que, dans le cas d'un mouvement circulaire, le mouvement de l'astéroïde Sylvia de masse M , autour du Soleil de masse M_S , est uniforme.

b. Établir l'expression de la valeur v de la vitesse de l'astéroïde Sylvia sur son orbite, puis donner son expression vectorielle \vec{v} .

2. a. Établir la troisième loi de Kepler dans le référentiel héliocentrique.

b. Le graphique ci-contre a été tracé en prenant en compte les paramètres caractéristiques de trois planètes du système solaire dont la trajectoire autour du Soleil est quasi circulaire.

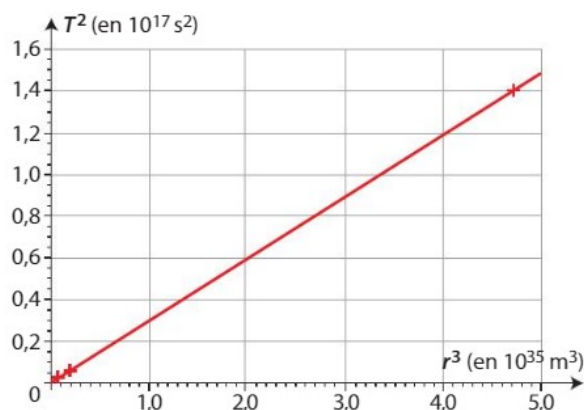
Ce graphique traduit-il la troisième loi de Kepler ?

3. L'astéroïde Sylvia gravite autour du Soleil avec une période de révolution de 6,521 ans.

Déterminer le rayon r de l'orbite de l'astéroïde Sylvia.

4. Les deux satellites Romulus et Remus décrivent une orbite circulaire autour de Sylvia. La période de révolution de Romulus est 87,6 heures. Les distances entre chaque satellite et Sylvia sont 710 kilomètres pour Remus et 1 360 kilomètres pour Romulus.

En appliquant la troisième loi de Kepler, déterminer la masse de l'astéroïde Sylvia dans le cadre de l'hypothèse d'un mouvement circulaire.



6 Établir la troisième loi de Kepler

CORRIGÉ | Effectuer des calculs.

Europe est un satellite de Jupiter, de masse $M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$. Son orbite, de rayon r , est supposée circulaire. Sa vitesse a pour valeur :

$$v = \sqrt{\frac{G \times M_J}{r}} \text{ avec } G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

1. Établir l'expression de sa période de révolution T .

2. Exprimer le rapport $\frac{T^2}{r^3}$, puis énoncer la troisième loi de Kepler dans le référentiel « jupiterocentrique ».

Utiliser le réflexe 2

3. Calculer le rayon de l'orbite d'Europe sachant que $T = 3,02 \times 10^5 \text{ s}$.

Utiliser le réflexe 3

7 Exploiter la troisième loi de Kepler

| Exploiter un tableau.

Les plus gros satellites de Jupiter, encore appelés satellites galiléens, ont été découverts par GALILÉE.

On donne les périodes de révolution T et le rayon r de la trajectoire quasi circulaire de deux de ces satellites :

Satellite	T (jours)	r (km)
Io	1,77	$4,22 \times 10^5$
Ganymède	7,15	$1,07 \times 10^6$

1. Énoncer la troisième loi de Kepler dans le référentiel « jupiterocentrique ».

2. Montrer que les données du tableau confirment que ces deux satellites sont en orbite autour de Jupiter.

11 Résolution de problème

Station spatiale internationale

Construire les étapes d'une résolution de problème.

La station spatiale internationale ISS gravite autour de la Terre à une vitesse de valeur moyenne $7,66 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Elle évolue sur une orbite terrestre basse, zone de l'orbite terrestre allant jusqu'à 2 000 km d'altitude. On y retrouve des satellites de télédétection, des satellites de télécommunications, ainsi que quelques stations spatiales, dont la Station spatiale internationale.

- Dans l'approximation des trajectoires circulaires, déterminer l'altitude h de l'ISS.

Coup de pouce QR Code p. 50

Données

- Constante universelle de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- Masse de la Terre : $M_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$.
- Rayon de la Terre : $R_T = 6,4 \times 10^3 \text{ km}$.

14 60 min Les lunes de Saturne

Faire un schéma adapté ; effectuer des calculs.

En 2019, vingt lunes supplémentaires de Saturne ont été découvertes. Ainsi, 82 satellites naturels connus à ce jour orbitent autour de cette planète.

A Données sur la lune S/2004 S 24

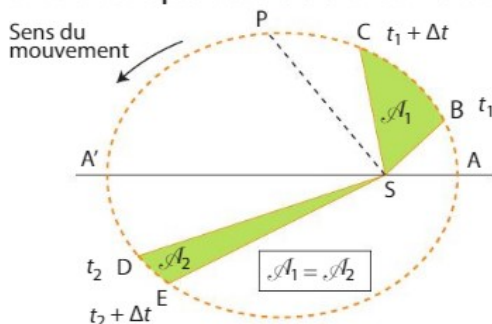
Saturne est la planète du système solaire qui détient actuellement le record du nombre de lunes.

On considère la trajectoire de la lune S/2004 S 24 comme circulaire dans le référentiel saturnocentrique.

Sa période T de révolution est 3,54 ans.

Le rayon r de son orbite est $2,29 \times 10^7 \text{ km}$.

B Deuxième loi de Kepler dans le référentiel héliocentrique



Les aires \mathcal{A}_1 et \mathcal{A}_2 , balayées pendant des durées Δt égales, sont égales. L'arc \widehat{BC} est donc plus long que l'arc \widehat{DE} . Ces deux arcs étant parcourus pendant la même durée Δt , la valeur de la vitesse moyenne de la planète P entre B et C est supérieure à celle entre D et E.

- a. Faire un schéma de la lune S/2004 S 24 en orbite autour de Saturne.

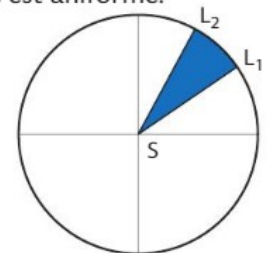
- Représenter le repère de Frenet centré sur le système muni des vecteurs unitaires tangentiels \vec{u}_t et normaux \vec{u}_n .

- Donner l'expression de la force de gravitation $\vec{F}_{S/L}$ exercée par Saturne (S) sur la lune (L) S/2004 S 24.

- Par application de la deuxième loi de Newton, déterminer le vecteur accélération \vec{a} du système. **Utiliser le réflexe 1**

- a. Montrer que le mouvement circulaire de la lune S/2004 S 24 autour de Saturne est uniforme.

- On a représenté ci-contre l'aire balayée par le segment [SL] pendant une durée Δt . Reproduire et compléter ce schéma afin d'illustrer la deuxième loi de Kepler dans le cas d'un mouvement circulaire.



- Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse de la lune S/2004 S 24.

- a. Montrer que la période de révolution T de cette lune a pour expression : $T = 2\pi \times \sqrt{\frac{r^3}{G \times M_S}}$.

Utiliser le réflexe 2

- Calculer la masse de Saturne.

Utiliser le réflexe 3

- La lune Métis a une période de révolution T de 0,295 jour et l'orbite circulaire a un rayon de 128 000 km. Métis peut-elle être une lune de Saturne ?

Coup de pouce QR Code p. 50

Données

- Constante universelle de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- 1 an = $3,156 \times 10^7 \text{ s}$.