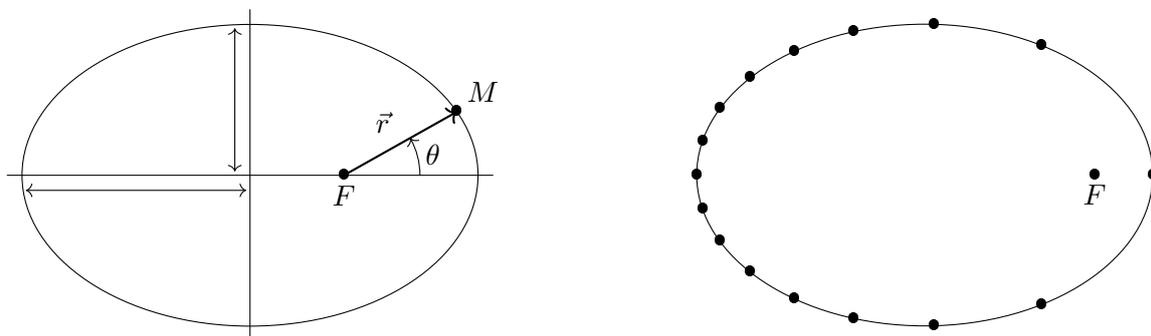


EXERCICES

Chapitre 6 – Mouvement dans un champ de gravitation (satellites)

Exercice 6.1 Ellipse

Exercice 6.1 Ellipse



Pour savoir expliquer les 3 lois de Kepler, il faut comprendre le vocabulaire des figures géométriques que sont les ellipses. Sur le schéma de droite sont marquées les positions du satellite à intervalle de temps constant. Il faut s'aider de l'activité du cours sur les lois de Kepler.

- (1) Qu'est-ce qu'un satellite ? Donner des exemples de nature différente.
- (2) Citer la première loi de Kepler.
- (3) Combien de foyers possède une ellipse ? Comment est appelé le foyer sur les schémas. Représenter le deuxième foyer sur le schéma de gauche.
- (4) Placer sur l'un des schémas le demi-grand axe (noté a) et le demi-petit axe (noté b).
- (5) Est-ce que les deux ellipses sont identiques ?
- (6) Un des paramètres utilisés pour décrire les ellipses est l'excentricité e . Comment varie la forme de l'ellipse en fonction de e ? Que vaut e pour l'ellipse particulière qu'est le cercle ?
- (7) Votre programme restreint l'étude des satellites à un cas particulier d'ellipse, lequel ?
- (8) Citer la deuxième loi de Kepler.
- (9) Qu'est-ce que le rayon vecteur dont parle cette deuxième loi de Kepler ?
- (10) Représenter graphiquement la deuxième loi de Kepler sur le graphique de droite.
- (11) Pour comprendre la répartition des positions du satellite sur le schéma de droite, appliquer le principe fondamental de la dynamique au satellite sous forme littérale. Représenter en 4 points régulièrement répartis le long de l'ellipse la force exercée sur le satellite. Expliquer en une phrase le lien entre l'intensité de la force et la position des points régulièrement espacés dans le temps.
- (12) Comment évolue la vitesse d'un satellite le long de son orbite elliptique ? et dans le cas d'une orbite circulaire ?
- (13) Citer la troisième loi de Kepler.
- (14) Quelle est la particularité de cette loi ? Pourquoi est-ce ainsi ?
- (15) Compléter le tableau des satellites de Jupiter en expliquant les calculs littéralement avant de faire l'application numérique.

Données :

	demi-grand axe (km)	période orbitale (j)
Io	421 800	1.769
Europe	671 100	
Ganymède		7.155

Exercice 6.2 Métis, un satellite de Jupiter

Dans les exercices sur les satellites, on n'utilise pas une base orthonormée **constante** dans le référentiel dans le but de simplifier les calculs. Et le gain de temps est important, voire énorme. On choisit donc un repère qui évolue au cours du temps, donc le centre coïncide avec celui du satellite. Un des vecteurs de base est toujours tangent au mouvement, l'autre lui est perpendiculaire (on dit aussi *normal*) et pointe toujours vers l'intérieur de la trajectoire ; on le note \vec{n} .

Métis est un petit satellite de Jupiter.

- (1) D'après la première loi de Kepler, quelle est la trajectoire de Métis autour de Jupiter ? D'après les données, quelle approximation peut-on faire ?
- (2) D'après la deuxième loi de Kepler, que peut-on dire de la vitesse ?
- (3) Faire un schéma représentant Métis et Jupiter. On représentera le vecteur vitesse à différents instants de la trajectoire.
- (4) Dans le cas des satellites, on se place dans un repère mobile parce qu'on connaît la forme de l'accélération. Quelle est-elle ? La représenter sur la trajectoire aux mêmes points où le vecteur vitesse a été représenté.
- (5) Déterminer une formule littérale de la vitesse à l'aide des paramètres orbitaux de Métis. On précisera bien de quelle grandeur on parle. Faire l'application numérique.
- (6) En appliquant le principe fondamental de la dynamique, déterminer la vitesse de Métis.
- (7) Montrer qu'on retrouve la troisième loi de Kepler.

- (8) D'après les données, quelle est la particularité de ce satellite ? Connaissez-vous un autre satellite célèbre qui a cette même particularité ?

Données :

diamètre	43 km	masse de Métis	1.2×10^{17} kg
demi grand axe	128 000 km	période orbitale	0.294780 jour
excentricité	0.0012	période de rotation	0.294780 jour
		Masse de Jupiter	1.8982×10^{27} kg

Exercice 6.3 Calypso

- (1) Déterminer la vitesse de Calypso, un satellite de Jupiter, d'après la méthodologie vue en cours et dans l'exercice précédent.
- (2) Montrer que la troisième loi de Kepler est vérifiée.

Données :

excentricité de Calypso	0.001	masse de Calypso	6.5×10^{15} kg
demi grand axe de Calypso	294 660 km	période orbitale de Calypso	1.8878 jour
masse de Saturne	5.68×10^{26} kg		
excentricité de Titan	0.0292	masse de Titan	1.34×10^{23} kg
demi grand axe de Titan	1 221 830 km	période orbitale de Titan	15.945 jour

Exercice 6.4 Titan

Titan est un satellite de Saturne dont les paramètres sont données dans l'exercice précédent. Déterminer sa vitesse et vérifier qu'on retrouve la troisième loi de Kepler, d'après la méthodologie vue en cours et dans l'exercice précédent.