

Mouvements périodiques dans l'espace

Document 1 : Découverte de Galilée

En 1610, Galilée pointe sa lunette vers Jupiter et découvre 4 des plus gros satellites de la planète et leur « ballet » d'une nuit à l'autre. Cette découverte, l'une des plus importantes de l'humanité probablement pour sa connaissance du monde, remet en cause complètement les croyances et dogmes selon laquelle l'homme est au centre de l'univers, tout tournant autour de la Terre selon des règles divines, avec art, séparant un monde terrestre imparfait et un mode céleste parfait n'autorisant que des mouvements circulaires et uniformes autour de la Terre. La découverte des satellites de Jupiter montre que le mouvement circulaire et uniforme existe également en dehors de l'attraction terrestre. Voici les croquis du savant :

Date	Heure d'observation	Croquis de Galilée (documents d'époque)
8 février 1610	1 h	Orl. * * * * Occ.
9 février 1610	0 h 30 min	Orl. * * * * Occ.
10 février 1610	1 h 30 min	Orl. * * * * Occ.
11 février 1610	1 h	Orl. * * * * Occ.
12 février 1610	0 h 40 min	Orl. * * * * Occ.
13 février 1610	0 h 30 min	Orl. * * * * Occ.
14 février 1610	Ciel couvert	
15 février 1610	1 h	Orl. * * * * Occ.
16 février 1610	Ciel couvert	
17 février 1610	1 h	Orl. * * * * Occ.
18 février 1610	1 h	Orl. * * * * Occ.
19 février 1610	0 h 40 min	Orl. * * * * Occ.
20 février 1610	Ciel nuageux	
21 février 1610	1 h 30 min	Orl. * * * * Occ.
22 février 1610	Ciel couvert	
23 février 1610	Ciel couvert	
24 février 1610	Ciel couvert	
25 février 1610	1 h 30 min	Orl. * * * * Occ.
26 février 1610	0 h 30 min	Orl. * * * * Occ.
27 février 1610	1 h	Orl. * * * * Occ.
28 février 1610	1 h	Orl. * * * * Occ.
1 mars 1610	0 h 40 min	Orl. * * * * Occ.
2 mars 1610	0 h 40 min	Orl. * * * * Occ.

Document 2 : l'heure par les satellites de Jupiter

Avant que n'apparaissent les chronomètres, les marins pouvaient connaître l'heure, la nuit, en visionnant la place des satellites de Jupiter par rapport à cette planète en pointant, ainsi que la date du mois en se référant à des tables.

Document 3 : danse des satellites en mai 2006

Voir page suivante

Les mouvements sont étudiés dans le référentiel jovocentrique. M désigne la masse de Jupiter. Les corps étudiés ont une masse dont la répartition est à symétrie sphérique. $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ unités SI.

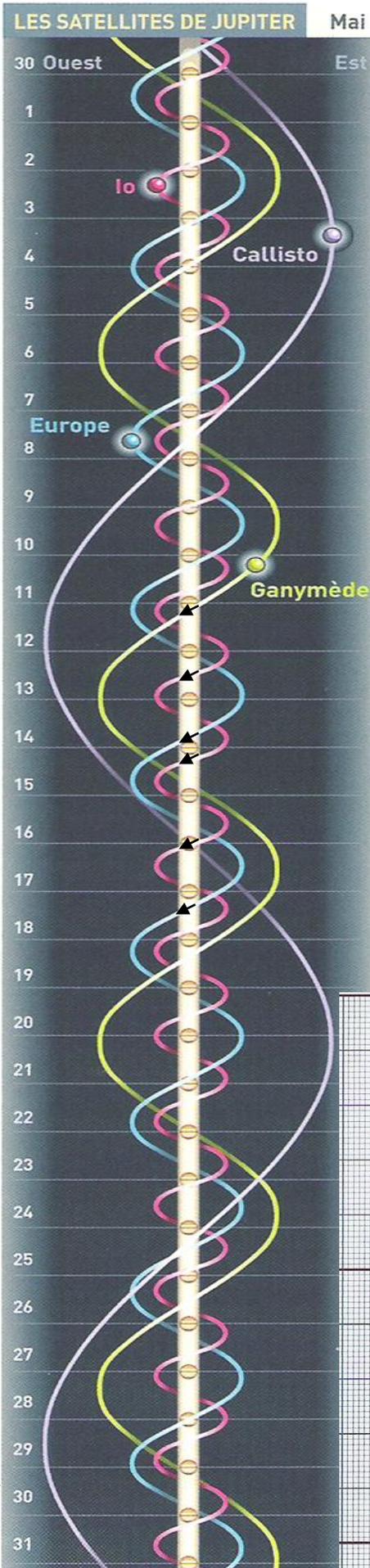
1) On considère que Ganymède, un des satellites de Jupiter, de masse m_G , est soumis à la seule force de gravitation due à Jupiter et que son mouvement est circulaire de centre O (centre de Jupiter).

a) Donner l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle exercée par Jupiter sur Ganymède situé à une altitude h par rapport à la surface de Jupiter de rayon R_J . Faire un schéma.

b) Montrer que le mouvement du satellite est uniforme et établir l'expression de la vitesse v de Ganymède en fonction de G , M , h et R_J . En déduire l'expression de la période T de révolution de ce satellite.

2) Le document 3 indique les positions des quatre plus gros satellites de Jupiter par rapport à la planète tels qu'on pouvait les voir avec une petite lunette astronomique durant le mois de mai 2006 (en ce moment, Jupiter n'est pas visible dans le ciel nocturne), heure universelle (HU : méridien de Greenwich). Il suffit de tracer un trait horizontal qui coupe les quatre courbes figurant « la danse des satellites » autour de la planète, au jour et à l'heure désirée, afin de connaître les positions relatives des quatre satellites par rapport au centre de la planète. Les petites flèches, sur la bande centrale (qui figure la planète Jupiter), que coupent les courbes, indiquent le passage des satellites **devant** la planète (jusqu'au jour 16, à compléter ensuite). Les traits horizontaux séparent deux journées consécutives à minuit.

On signale que la Terre est suffisamment loin de Jupiter pour que les positions des satellites vues depuis la Terre correspondent à celle que l'on aurait dans le référentiel jovocentrique.



- a) Les centres des quatre satellites, vus depuis la Terre, sont constamment alignés. Que peut-on en conclure sur les plans des trajectoires des satellites ? Est-ce une conséquence d'un des trois lois de Képler ? Si oui, préciser laquelle.
- b) Les quatre satellites tournent-ils dans le même sens ? Est-ce une conséquence d'un des trois lois de Képler ? Si oui, préciser laquelle.
- c) A quelle(s) date(s) Ganymède est-il éclipsé par Jupiter durant ce mois de mai ?
- d) Une nuit, à minuit HU, vous braquez votre lunette vers Jupiter et vous apercevez que trois satellites sont du côté droit de la planète et que le quatrième est à gauche. Pouvez-vous retrouver la nuit de mai 2006 avec certitude ? Justifier complètement rapidement.
- e) A partir de ce document, on a pu déterminer les périodes T de révolution de trois des satellites (voir tableau en annexe à rendre). Faites de même pour Io en expliquant. Inscrire cette période dans le tableau en jours et en s.
- f) On considère dans cette question que les trajectoires des satellites sont des cercles. On a mesuré les longueurs en cm, sur le dessin, correspondant aux distances entre le centre de Jupiter et les positions extrêmes pour trois des quatre satellites (ligne 3 du tableau). Compléter les cases vides des lignes 3 et 4 sans justifier sachant que la même échelle est respectée pour les quatre satellites sur le document.
- g) Démontrer la 3^{ème} loi de Képler relative aux satellites de Jupiter.
- g') En ne gardant que deux chiffres significatifs pour les valeurs, compléter la dernière ligne du tableau en choisissant les exposants m et n correspondant à la troisième loi de Képler pour finalement construire le graphique $R^m = f(T^n)$ sur le papier millimétré. Retrouve-t-on la troisième loi de Képler ?
- h) Déterminer M avec le graphique construit.

	Callisto	Ganymède	Europe	Io
Période de révolution T (jours)	17	7,6	3,6	
Période de révolution T (s)				
Rayon des trajectoires R sur le dessin (en cm)	2,3		0,80	0,50
Rayon des trajectoires R dans la réalité (en m)	$1,9 \cdot 10^9$		$6,6 \cdot 10^8$	$4,1 \cdot 10^8$
T^n (.....)				
R^m (.....)				

