

Exercices Gravitation et satellites

sources : Physique Term S, Collection Hélios (Hachette), Physique Terminale C.E. (Nathan)

- Déterminer la masse m_T de la Terre sachant que la Lune tourne autour de cette dernière sur une orbite approximativement circulaire de rayon $r_1=3.85 \cdot 10^5$ km et que sa période est voisine de $T_L=27.25$ jours.
- Déterminer la masse m_S du Soleil sachant que la Terre tourne autour de ce dernier sur une orbite approximativement circulaire de rayon $r=1.5 \cdot 10^8$ km et que sa période est voisine de $T_L=365.25$ jours.
- Le tableau suivant indique la période de révolution ainsi que le rayon des trajectoires des cinq satellites d'Uranus découverts depuis la Terre, avant 1950.

satellite	T (en s)	r (en km)	
Miranda	$1.22 \cdot 10^5$	130 000	
Ariel	$2.17 \cdot 10^5$	192 000	
Umbriel	$3.56 \cdot 10^5$	267 000	
Titania	$7.50 \cdot 10^5$	438 000	
Obéron	$1.16 \cdot 10^6$	586 000	

- Vérifiez la 3^{ème} loi de Kepler !
 - Calculer la masse d'Uranus ($8.84 \cdot 10^{25}$ kg)
- On veut placer un satellite « marsostationnaire » autour de Mars, pour préparer une éventuelle mission sur cette planète. Calculer l'altitude du satellite, sachant que :
masse de Mars = $6.42 \cdot 10^{23}$ kg ; rayon équatorial : $R = 3398$ km ; période de rotation sidérale : 24.62 h (17027 km)
 - La navette spatiale Colombia a été placée sur une orbite circulaire à une altitude $z=250$ km.
 - Calculer sa vitesse et sa période de révolution T
 - Le plan de l'orbite de Columbia passait le 28 novembre 1983 par Cherbourg et Nice. Ces deux villes sont distantes de 940 km. En négligeant la rotation de la Terre, quel intervalle de temps séparait le passage de Columbia au-dessus de ces deux villes ?
- Rép. : b) 121 s
- En 1610, Galilée découvrit les quatre lunes principales de la planète Jupiter. La plus proche, Io, a une période de 1.7699 jours terrestres, et elle est à une distance de $5.578 R_J$ (rayons de Jupiter) du centre de la planète. En déduire la densité moyenne de Jupiter
Rép. : 1.1
 - Un satellite se trouve sur une orbite circulaire dans le plan de l'équateur, à une altitude de 500 km. Calculer la durée entre deux passages successifs de ce satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur,
 - lorsque le satellite se déplace dans le même sens que la Terre
 - lorsque le satellite se déplace dans le sens opposé à celui de la Terre(a : $\Delta t=1h40min51s$ b : $\Delta t=5306$ s)

Exercice A8 : Champ gravitationnel

Lorsqu'on double d'altitude d'un satellite terrestre, le champ gravitationnel qu'il subit diminue de moitié. Déterminez les deux altitudes en question ainsi que la valeur du champ gravitationnel qui y règne. (4,50·10³ km ; 3,37 N/kg)

Exercice A9 : Satellite

Il n'y a pas d'atmosphère sur la Lune ; aussi, pour se déplacer sur de grandes distances, est-il impossible de prendre l'avion ! On envisage donc de satelliser un véhicule sur une orbite circulaire très basse à une altitude de $z = 2,5$ km (la trajectoire prévue ne rencontre pas de montagne). Sachant que le rayon lunaire vaut 1737 km et que la masse de la Lune vaut 1/81^{ème} de la masse de la Terre, déterminer

- la valeur du champ gravitationnel à la surface de la Lune,
- la vitesse que doit avoir le véhicule sur son orbite très basse par rapport à un repère « lunocentrique »,
- la période de révolution du véhicule. (1,62 N/kg ; 1,68 km/s ; 1h49min)

Exercice A10 : Masse du Soleil

Le repère de Copernic est défini de la façon suivante : l'origine correspond au centre d'inertie S du Soleil et trois axes sont dirigés vers trois étoiles fixes (donc très éloignées). Dans ce repère, la Terre est assimilable à un point, décrivant (en première approximation) une orbite circulaire, de centre S, de rayon $r = 1,498 \cdot 10^{11}$ m et de période de révolution de 365,25 d.

- Donner l'expression de la force d'interaction gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre.
- Exprimer la vitesse v et la période T de révolution de la Terre en fonction de r , de la constante de gravitation universelle K et de la masse M_s du Soleil.
- En déduire la masse M_s du Soleil. (2·10³⁰ kg)

Exercice A11 : Masse de Saturne

La planète Saturne est entourée de nombreux anneaux et satellites. Voici quelques données relatives à cette planète et à ses satellites :

Satellites	Période de révolution	Rayon de l'orbite (milliers de km)
Janus	16 h 40 min	151,5
Mimas	22 h 37 min	185,8
Encelade	1 d 8 h 53 min	238,3
Téthys	1 d 21 h 18 min	294,9
Dioné	2 d 17 h 41 min	377,9

Les anneaux sont formés de divers éléments (cailloux, poussières et blocs de glace) non regroupés entre eux et tournant autour de Saturne. On considère que les astres sont ponctuels, que les trajectoires sont circulaires et que le mouvement est uniforme.

1. Pour étudier le mouvement des satellites de Saturne, il convient de se placer dans un référentiel particulier que l'on peut appeler « saturnocentrique » par analogie à « géocentrique ». Comment définir le référentiel « saturnocentrique » ?
2. À partir du bilan des forces exercées sur un satellite par Saturne (on néglige l'action des autres astres), établir la relation qui relie la vitesse v du satellite, le rayon r de son orbite, la masse M_s de Saturne et la constante K de gravitation universelle.
3. Énoncer la troisième loi de Kepler. Déterminer à partir de celle-ci la masse de Saturne en utilisant les données relatives à l'un des satellites. (Pour Dioné : $5,71 \cdot 10^{26}$ kg)
4. On néglige l'action des éléments les uns sur les autres devant l'action de l'astre sur chacun des éléments. A et B étant deux éléments de deux anneaux différents initialement alignés avec le centre de Saturne, cet alignement sera-t-il conservé ? Justifier la réponse.