

Chapitre 13 – Mouvements des satellites et des planètes

Exercices supplémentaires, page 309

Exercice 1 : Caractériser un mouvement

Une bille suspendue à un fil inextensible est photographiée à intervalles de temps réguliers. Préciser la nature du mouvement (circulaire, uniforme, accéléré...) en justifiant la réponse.

Exercice 2 : Représenter des vecteurs vitesse et accélération

Un point M décrit un mouvement circulaire uniforme autour d'un point O.

- Définir un mouvement circulaire uniforme.
- Schématiser la situation et représenter le repère de Frenet lié au point M à un instant t donné.
- Représenter sans souci d'échelle les vecteurs vitesse et accélération du point M à l'instant t.

Exercice 3 : Comparer des satellites

Dans l'approximation des orbites circulaires de rayon R, on montre que la valeur v de la vitesse du centre de masse d'un satellite dans le champ de gravitation terrestre vérifie la relation $v = \sqrt{\frac{GM_T}{R}}$ où M_T est la masse de la Terre.

Représenter sans souci d'échelle et de façon cohérente les vecteurs vitesse et accélération de deux satellites parcourant des orbites circulaires, situées dans le même plan, et de rayons R_1 et R_2 tels que $R_1 < R_2$. Justifier les tracés effectués.

Exercice 4 : Calculer des valeurs de vitesse et d'accélération

Une centrifugeuse d'entraînement des astronautes effectue 38,6 tours par minute à valeur de vitesse constante. Un astronaute est assis dans la cabine de la centrifugeuse à 18 m de son axe de rotation.

Déterminer les valeurs v et a de sa vitesse et de son accélération.

Exercice 5 : Appliquer les lois de Kepler

On admet que la Terre et Mars décrivent des orbites circulaires autour du Soleil de rayons $R_T = 1,0$ ua et $R_M = 1,52$ ua.

- Rappeler les lois de Kepler.
- Montrer que, selon la 2^e loi de Kepler, le mouvement des planètes est uniforme.
- Déterminer, à l'aide de la 3^e loi de Kepler, la période de révolution de Mars autour du Soleil.

Chapitre 13 – Mouvements des satellites et des planètes

Exercice 6 : Orbite de Triton

Triton est un satellite naturel de Neptune qui parcourt une orbite circulaire autour de Neptune en $T = 141$ h.

Donnée : masse de Neptune : $M_N = 102 \times 10^{24}$ kg.

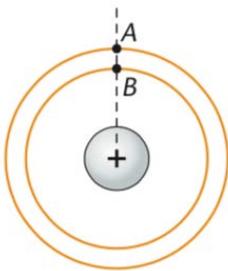
Exprimer puis calculer le rayon R de son orbite, la valeur v de sa vitesse et la valeur a de son accélération.

Exercice 7 : Anneaux de Saturne

Saturne possède un système d'anneaux composés en grande partie de particules de glace et de poussière. En négligeant l'action des particules les unes sur les autres devant l'action de l'astre sur chacune d'elles, chaque particule a, dans l'approximation des orbites circulaires, une vitesse de

$$\text{valeur } v = \sqrt{\frac{GM}{R}}.$$

- Indiquer ce que désigne chaque terme de l'expression donnant la valeur v de la vitesse d'une particule.
- Identifier des particules les plus proches ou les plus éloignées celles qui ont la valeur de vitesse la plus élevée. Discuter de l'influence de la masse d'une particule sur la valeur de sa vitesse.
- Établir l'expression de la période de révolution T d'une particule en fonction de R .
- Deux particules A et B de deux anneaux différents, sont alignées avec le centre de Saturne à une date t_0 donnée. Préciser comment évoluent les positions relatives des deux particules pour $t > t_0$ puis justifier que les anneaux ne sont pas d'un seul tenant.



Chapitre 13 – Mouvements des satellites et des planètes

Exercice 8 : Anneaux de Saturne

Les *Cube SAT 1U*, de 10 cm de côté, sont les plus simples des nano-satellites. Pour leur mise en orbite, ils sont embarqués par exemple comme passagers sur la Station Spatiale Internationale (ISS) depuis laquelle ils sont largués.

Un *Cube SAT 1U* de masse $m = 971$ g est largué depuis l'ISS qui évolue en orbite circulaire autour de la Terre à l'altitude h . Le *Cube SAT 1U* manœuvre ensuite pour continuer sa course en orbite circulaire à la même altitude que l'ISS.

Données : masse de l'ISS : $M_{ISS} = 430$ tonnes, $h = 417$ km.

- Représenter sur un schéma, la Terre, l'orbite circulaire d'altitude h , le centre de masse S de l'ISS et le centre de masse C du *Cube SAT 1U*.
- Donner les caractéristiques du champ de gravitation terrestre \vec{G} à l'altitude h . Compléter le schéma en représentant ce vecteur en S et en C.
- En déduire les caractéristiques des forces $\vec{F}_{T/ISS}$ et $\vec{F}_{T/CubeSat}$ modélisant l'action de la Terre sur l'ISS et sur le *Cube SAT 1U*. Compléter le schéma en représentant ces vecteurs sans souci d'échelle mais de façon cohérente.
- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que les mouvements des centres de masse de l'ISS et du *Cube SAT 1U* sont identiques.
- Des dizaines de *Cube SAT 1U* sont largués chaque année depuis l'ISS. Décrire comment évoluerait l'environnement de l'ISS si les *Cube SAT 1U* étaient largués avec une vitesse d'éjection nulle par rapport à l'ISS.