PHYSIQUE-CHIMIE · TERMINALE / EXERCICES CORRIGÉS

Mouvement des planètes et des satellites

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

Ex. 1 La force de gravitation ●○○ Application

Calculer la force exercée par la Terre sur la Station spatiale internationale ($m = 4{,}2 \times 10^5$ kg) à 400 km d'altitude. Données : $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg, $R_T = 6\,370$ km, $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}$.

Indice

$r = R_T + h$, en mètres.

La distance

$r = 6\,370 + 400 = 6\,770$ km $= 6{,}77 \times 10^6$ m, et non 400 km.

Le calcul

$$F = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 4{,}2 \times 10^5 \times 5{,}97 \times 10^{24}}{(6{,}77 \times 10^6)^2} \approx 3{,}6 \times 10^6 \text{ N}.$$

Ex. 2 Vitesse et période de la station ●●○ Méthode

Avec les données de l'exercice précédent, établir l'expression de la vitesse de la station puis calculer sa vitesse et sa période.

Indice

Repère de Frenet, $\frac{v^2}{r} = \frac{GM}{r^2}$.

La deuxième loi

Référentiel géocentrique supposé galiléen, seule force l'attraction terrestre. Selon u_N, $m\frac{v^2}{r} = \frac{GmM_T}{r^2}$, donc $v = \sqrt{\dfrac{GM_T}{r}}$.

La vitesse

$$v = \sqrt{\frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}97 \times 10^{24}}{6{,}77 \times 10^6}} \approx 7{,}67 \times 10^3\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}.$$

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/terminale/planetes-et-satellites/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

La période

$T = \dfrac{2\pi r}{v} = \dfrac{2\pi \times 6{,}77 \times 10^6}{7{,}67 \times 10^3} \approx 5{,}5 \times 10^3$ s, environ 92 min.

Ex. 3 Peser Jupiter ●●○ Méthode

Io, une lune de Jupiter, a une orbite quasi circulaire de rayon $r = 4{,}22 \times 10^8$ m et une période $T = 1{,}77$ jour. En déduire la masse de Jupiter.

Indice

$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$, avec T en secondes.

La période en secondes

$T = 1{,}77 \times 86\,400 \approx 1{,}53 \times 10^5$ s.

On isole M

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2 \times (4{,}22 \times 10^8)^3}{6{,}67 \times 10^{-11} \times (1{,}53 \times 10^5)^2}.$$

Résultat

$M \approx 1{,}9 \times 10^{27}$ kg, environ 300 fois la masse de la Terre.

Ex. 4 Le géostationnaire ●●○ Piège

Calculer l'altitude d'un satellite géostationnaire. Un élève prend $T = 24$ h. Quelle valeur faut-il prendre, et pourquoi ? Données : $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg, $R_T = 6\,370$ km.

Indice

Il doit suivre la rotation de la Terre par rapport aux étoiles.

La période

24 h est la durée du jour solaire. La rotation de la Terre sur elle-même, dans le référentiel géocentrique, dure un jour sidéral, $T = 86\,164$ s.

Le rayon

$$r = \left(\frac{GM_T T^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} = \left(\frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}97 \times 10^{24} \times 86\,164^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} \approx 4{,}22 \times 10^7 \text{ m}.$$

L'altitude

$h = r - R_T \approx 42\,200 - 6\,370 \approx 35\,800$ km. Avec 24 h, on trouverait une orbite plus haute d'environ 80 km, et le satellite dériverait lentement vers l'ouest.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/terminale/planetes-et-satellites/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Ex. 5 Deux satellites ●●● Type bac

Deux satellites A et B tournent autour de la Terre sur des orbites circulaires. A a une masse 10 fois plus grande que B, et un rayon d'orbite 4 fois plus grand.

1. Comparer leurs vitesses.
2. Comparer leurs périodes.

Indice

La masse du satellite n'intervient pas. Utilise $v \propto r^{-1/2}$ et $T \propto r^{3/2}$.

La masse

Les formules ne contiennent que la masse de la Terre, la masse de chaque satellite ne joue aucun rôle.

Les vitesses

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}.$$

Les périodes

$$\frac{T_A}{T_B} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^{3/2} = 4^{3/2} = 8.$$

Conclusion

A va deux fois moins vite et met 8 fois plus de temps à faire un tour.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/terminale/planetes-et-satellites/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits