

**CAPEXOS**

## Chapitre C3

Pour tous les capexos, on donne la valeur de la constante de gravitation universelle :  $G=6,67 \cdot 10^{-11}$  USI

### Démontrer que dans l'approximation des trajectoires circulaires, le mouvement des satellites et planètes est uniforme

**CAPEXO 1.** Démontrer, en utilisant la 2ème loi de Kepler, que, dans l'approximation d'un mouvement circulaire, la vitesse d'une planète / d'un satellite est uniforme

### Exprimer la vitesse d'un satellite ou d'une planète en mouvement circulaire uniforme en fonction du rayon de son orbite et de la masse de l'astre attracteur

**CAPEXO 2.** Le satellite Hubble est un télescope spatial en orbite circulaire autour de la Terre. Depuis son lancement en 1990, il a permis de faire de nombreuses découvertes et d'améliorer notre connaissance de l'Univers. Ce satellite est placé à une altitude de 570km. On donne le rayon de la Terre  $R_T = 6,37 \times 10^3$  km, ainsi que la masse de la Terre  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$ kg et la masse de Hubble  $M_H = 1,17 \times 10^4$  kg. Calculer la vitesse de Hubble dans le référentiel géocentrique.

**CAPEXO 3.** On considère le mouvement de la Terre comme un mouvement circulaire uniforme. On donne la masse du Soleil :  $M_S = 1,99 \times 10^{30}$  kg, la distance moyenne Terre-Soleil :  $D=149,6 \times 10^9$  km. Déterminer la vitesse de la Terre dans le référentiel héliocentrique.

**CAPEXO 4.** La Lune est l'unique satellite de la Terre. Son orbite peut être considérée comme circulaire et sa vitesse de rotation autour de la Terre comme constante. On donne le rayon de l'orbite lunaire  $R = 3,84 \times 10^5$  km, la vitesse de la Lune :  $v_L = 1,02 \times 10^3$  m/s. En déduire la masse de la Terre.

**CAPEXO 5.** Mars a plusieurs satellites, dont Phobos. On suppose que Phobos a une trajectoire circulaire autour de Mars. Sachant que la masse de Mars est de  $6,42 \times 10^{23}$  kg et que Phobos a une trajectoire de rayon  $R = 9,38 \times 10^3$  km, calculer la valeur de la vitesse de Phobos dans le référentiel "marsocentrique".

**CAPEXO 6.** La vitesse d'un satellite dépend-t-elle de sa masse ? Justifier à l'aide de la 2° loi de Newton.

**CAPEXO 7.** Pourquoi tous les satellites géostationnaires situés à une même altitude ne peuvent-ils jamais entrer en collision ?

**CAPEXO 8.** Les satellites géostationnaires sont situés à une altitude approximative de  $36 \times 10^3$  km. On donne la masse de la Terre  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$ kg. Calculer leur vitesse dans le référentiel géocentrique.

**CAPEXO 9.** Canon de Newton :

« Ainsi, si un boulet de canon était tiré horizontalement du haut d'une montagne, avec une vitesse capable de lui faire parcourir un espace de deux lieues avant de retomber sur la terre : avec une vitesse double, il n'y retomberait qu'après avoir parcouru à peu près quatre lieues, et avec une vitesse décuple, il irait dix fois plus loin (pourvu qu'on ait point d'égard à la résistance de l'air), et en augmentant la vitesse de ce corps, on augmenterait à volonté le chemin qu'il parcourrait avant de retomber sur la terre, et on diminuerait la courbure de la ligne qu'il décrirait ; en sorte qu'il pourrait ne retomber sur la terre qu'à la distance de 10, de 30, ou de 90 degrés ; ou qu'enfin il pourrait circuler autour, sans y retomber jamais, et même s'en aller en ligne droite à l'infini dans le ciel »

Isaac Newton, *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle*

En raisonnant sur la plus haute montagne du globe terrestre (Mont Everest à 8848 m d'altitude), pour quelle vitesse aurait-on « il pourrait circuler autour, sans y retomber jamais » ?

On donne le rayon de la Terre  $R_T = 6,37 \times 10^3$  km, ainsi que la masse de la Terre  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$ kg.



## Exprimer la période de révolution d'un satellite ou d'une planète en mouvement circulaire uniforme, en fonction du rayon de son orbite et de la masse de l'astre attracteur

**CAPEXO 10.** La station spatiale internationale est en orbite autour de la Terre à une altitude moyenne de 375km. Calculer sa période de rotation.

On donne le rayon de la Terre  $R_T = 6,37 \times 10^3$  km, ainsi que la masse de la Terre  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$ kg.

**CAPEXO 11.** Eris est une planète nette en orbite elliptique autour du soleil avec une période de 557 années. Elle est quasiment de la même taille et plus massive que Pluton, dont la période de révolution vaut 248 ans et le demi-grand axe de sa trajectoire elliptique est 39,4 ua. Le demi-grand axe de la trajectoire d'Eris vaut 67,6 ua.

- Sans calcul, indiquer si la période de révolution d'Eris est plus grande ou plus petite que celle de Pluton.
- Calculer la période de révolution d'Eris.

**CAPEXO 12.** Mars a deux satellites, Deimos et Phobos donc les orbites sont considérées circulaires. Le rayon de l'orbite de Deimos est  $r = 23460$  km et sa période de révolution est  $T = 30$ h18min. Phobos a un rayon orbital  $r' = 9380$ km et une période de révolution  $T'$ . Calculer  $T'$ .

**CAPEXO 13.** La station spatiale internationale est en orbite autour de la Terre à une altitude moyenne de 375km. Calculer sa période de rotation.

On donne le rayon de la Terre  $R_T = 6,37 \times 10^3$  km, ainsi que la masse de la Terre  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$ kg.

**CAPEXO 14.** Reprendre le CAPEXO 2. Calculer la période de révolution de Hubble.

On donne le rayon de la Terre  $R_T = 6,37 \times 10^3$  km, ainsi que la masse de la Terre  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$ kg.

**CAPEXO 15.** Reprendre le CAPEXO 5. Calculer la période de révolution de Phobos.

**CAPEXO 16.** Reprendre le CAPEXO 9. Calculer la période du boulet de canon.

On donne le rayon de la Terre  $R_T = 6,37 \times 10^3$  km, ainsi que la masse de la Terre  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$ kg.

## Établir la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler à partir des lois de Newton dans le cas particulier du mouvement circulaire uniforme

**CAPEXO 17.** D'après la 2<sup>ème</sup> loi de Kepler, et dans l'approximation d'un mouvement circulaire uniforme, on peut démontrer que la vitesse de révolution d'une planète ou d'un satellite est donnée par  $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$  avec  $M$  la masse de l'astre attracteur et  $R$  le rayon de l'orbite. En utilisant la définition de la période, démontrer la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler.

## Exploiter la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler pour déterminer la masse d'un astre en exploitant les propriétés (période de révolution, rayon orbital) de ses satellites

**CAPEXO 18.** Calculer la masse de la Terre en utilisant les propriétés suivantes de la Lune : période de révolution : 27 jours, distance moyenne au centre de la Terre : 364400 km.

**CAPEXO 19.** Mars a deux satellites, Deimos et Phobos donc les orbites sont considérées circulaires. Le rayon de l'orbite de Deimos est  $r = 23460$  km et sa période de révolution est  $T = 30$ h18min. Calculer la masse de Mars.