C8(13) exos conseilles qcmp385,26p386,27p387,29p388 reel

# QCM

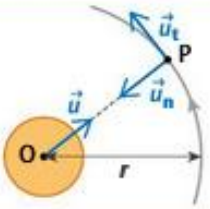
**Choisir la ou les bonnes réponses. En cas d'erreur, revoir le paragraphe du cours associé.**

QCM interactif
hatier-clic.fr/pct385

## Satellites en mouvement circulaire

Cours 1 et 2 p. 380

**Pour les exercices 12 à 19**, on considère un satellite P de masse $m$ en mouvement circulaire de rayon $r$ autour du centre O d'un astre de masse $M = 2{,}0 \times 10^{30}$ kg.
Le schéma ci-contre définit des vecteurs unitaires.
L'étude est faite dans le référentiel astrocentrique, supposé galiléen.



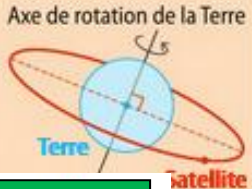
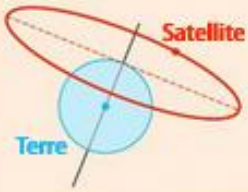
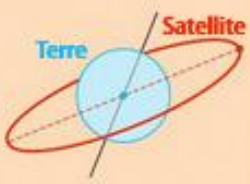

**Donnée** Constante gravitationnelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N·m²·kg⁻²

| | | A | B | C |
|---|---|---|---|---|
| 12 | La force gravitationnelle exercée par l'astre sur le satellite est : | $\vec{F} = -G\frac{mM}{r^2}\vec{u}$ | $\vec{F} = -G\frac{mM}{r^2}\vec{u}_n$ | $\vec{F} = G\frac{mM}{r^2}\vec{u}_n$ |
| 13 | L'accélération du satellite est : | $\vec{a} = G\frac{M}{r^2}\vec{u}$ | $\vec{a} = -G\frac{M}{r^2}\vec{u}$ | $\vec{a} = -G\frac{M}{r^2}\vec{u}_n$ |
| 14 | On note $\vec{v}$ la vitesse du satellite. $\vec{a}$ s'écrit aussi : | $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ | $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{v^2}{r}\vec{u}_n$ | $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{u}_t + \frac{v^2}{r}\vec{u}_n$ |
| 15 | Le mouvement d'un tel satellite est uniforme car : | $\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{0}$ | $\frac{dv}{dt} = 0$ | $\frac{dv}{dt}\vec{u}_t = \vec{0}$ |
| 16 | Les deux expressions de $\vec{a}$ conduisent à l'égalité : | $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ | $v = \sqrt{\frac{GM}{r^2}}$ | $v = \sqrt{G\frac{M}{r}}$ |
| 17 | Pour $r$ = 778 millions de km : | $v = 4{,}1 \times 10^5$ km·s⁻¹ | $v = 13$ km·s⁻¹ | $v = 1{,}3 \times 10^4$ m·s⁻¹ |
| 18 | La période de révolution est : | $T = 2\pi\frac{r}{v}$ | $T = 2\pi\frac{v}{r}$ | $T = 2\pi rv$ |
| 19 | Elle vaut : | $T = 3{,}7 \times 10^8$ s | $T = 12$ ans | $T = 3{,}7 \times 10^5$ s |

## Lois de Kepler

Cours 3 p. 382 et 4 p. 383

**Pour les exercices 20 et 21**, on considère deux satellites du même astre.
Les demi-grands axes de leurs orbites sont $a_1$ et $a_2$, leurs périodes de révolution $T_1$ et $T_2$.

| | | A | B | C |
|---|---|---|---|---|
| 20 | La troisième loi de Kepler permet d'écrire : | $\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2}$ | $\frac{T_1^3}{a_1^2} = \frac{T_2^3}{a_2^2}$ | $\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$ |
| 21 | Si $T_1 = 15$ h, $a_1 = 3{,}1 \times 10^4$ km et $T_2 = 43\,200$ s, alors : | $a_2 = 1{,}9 \times 10^7$ km | $a_2 = 2{,}7 \times 10^4$ km | $a_2 = 2{,}2 \times 10^4$ km |
| 22 | D'après la deuxième loi de Kepler, la vitesse d'un satellite : | est maximale au périastre. | est maximale à l'apoastre. | augmente à l'approche de l'astre. |
| 23 | Un satellite géostationnaire est fixe dans le référentiel : | héliocentrique. | géocentrique. | terrestre. |
| 24 | Laquelle de ces trajectoires circulaires ne vérifie pas la première loi de Kepler ? |   |   |   |
| 25 | Lequel de ces satellites peut être géostationnaire ? | | | |

**26** Le SDO (*Solar Dynamics Observatory*) est un satellite terrestre d'observation solaire lancé en 2010. Il circule sur une orbite circulaire inclinée par rapport au plan de l'équateur, à une altitude $h = 3{,}579 \times 10^4$ km.

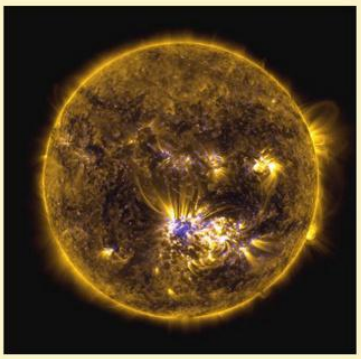
**Données**

- Constante gravitationnelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N·m²·kg$^{-2}$
- Rayon terrestre : $R_T = 6\,378$ km
- Masse de la Terre : $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg
- Durée de rotation propre de la Terre (jour sidéral) : $T_{js} = 23$ h 56 min 4 s

**a** Quel est le rayon $r$ de l'orbite de ce satellite ?

**b** Déterminer la période $T$ de révolution de ce satellite, à l'aide de la troisième loi de Kepler : $\dfrac{T^2}{r^3} = \dfrac{4\pi^2}{GM_T}$

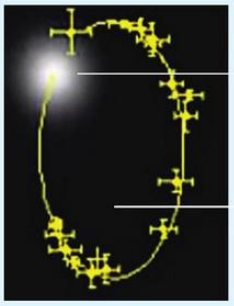
**c** Ce satellite est-il géostationnaire ? Justifier.



Une photo du Soleil prise par le SDO (en fausses couleurs).

## 27 Masse d'un trou noir

Un trou noir est un corps extrêmement massif dont le champ gravitationnel est si intense qu'il empêche toute matière et tout rayonnement de s'en échapper. En 2002, la surveillance de l'étoile S2, proche du centre de la galaxie, a montré la présence d'un trou noir de quelques millions de fois la masse du Soleil, au centre de la galaxie. Cette étoile a une trajectoire conforme aux lois de Kepler, s'approchant à 17 heures-lumière du centre présumé du trou noir et s'en éloignant de 247 heures-lumière. La période de révolution de cette étoile est $T = 15{,}2$ ans.




**a** Qu'est-ce qu'une « trajectoire conforme aux lois de Kepler » ? Quelle loi de Kepler permet de décrire la trajectoire en question ? Schématiser la trajectoire de l'étoile S2 et matérialiser sur le schéma le grand axe de son orbite, ainsi que les distances citées dans l'énoncé.

**b** En déduire la valeur de son demi-grand axe $a$, en mètres.

**c** La troisième loi de Kepler indique que $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$. Déterminer la masse $M$ du trou noir et comparer cette valeur avec une indication de l'énoncé.

Adapté du sujet de Bac Antilles-Guyane, 2014.

**Données**
- Constante gravitationnelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N·m²·kg⁻²
- Masse du Soleil : $M_S = 2{,}0 \times 10^{30}$ kg
- Une heure-lumière est la distance parcourue par la lumière dans le vide en une heure.
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^8$ m·s⁻¹

### Un exemple de résolution

[redacted]

**Aide n° 1**
Identifier sur le schéma les distances citées dans le texte.
Cours 3 p. 382

**Aide n° 2**
Une heure-lumière est égale à la célérité de la lumière dans le vide multipliée par une heure exprimée en secondes.

**Aide n° 3**
Calculer le quotient de la masse obtenue par la masse du Soleil pour conclure.

### À votre tour

## 28 L'astéroïde Cérès

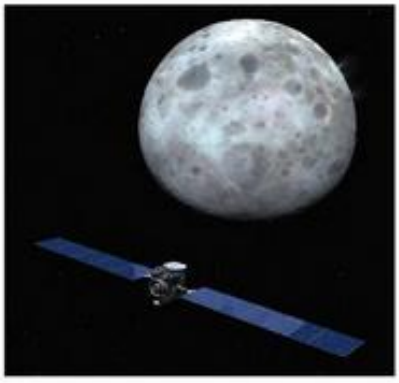
En 2015, la sonde Dawn s'est mise en orbite quasi circulaire de rayon $r$ autour de l'astéroïde Cérès, de rayon moyen $R = 470$ km. Cérès est un satellite du Soleil dont l'orbite se situe entre celle de Mars et celle de Jupiter. La sonde Dawn a effectué une révolution autour de Cérès en 15 jours, à une altitude moyenne de 13 500 km.

a. Faire un schéma sans souci d'échelle où l'on représentera Cérès et la trajectoire de la sonde Dawn.

b. La troisième loi de Kepler relie la période de révolution $T$ de la sonde, le rayon $r$ de sa trajectoire et la masse $M_C$ de Cérès : $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_C}$

À l'aide des données, déterminer la masse de Cérès.

Adapté du sujet de Bac Métropole, septembre 2018.



**Donnée** Constante gravitationnelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N·m²·kg⁻²

## 29 La mission Rosetta

En 2004, la sonde européenne Rosetta a quitté la Terre pour un voyage long de 10 ans. Sa destination était la comète 67P Churyumov-Gerasimenko, dont elle s'est approchée en 2014.
Une fois à proximité de cette dernière, Rosetta a été mise en orbite autour de la comète et a débuté ses observations.

### 1 La comète 67P Churyumov-Gerasimenko

La comète 67P Churyumov-Gerasimenko a été découverte en septembre 1969. Elle tourne sur une orbite elliptique dont le Soleil occupe l'un des foyers. La valeur de la vitesse de la comète varie entre 5 et 35 km·s$^{-1}$ environ dans le référentiel héliocentrique.

**a.** Représenter la trajectoire de la comète autour du Soleil en précisant les positions du Soleil, de l'aphélie et du périhélie.

**b.** Expliquer, en utilisant une des lois de Kepler, pourquoi la vitesse de la comète n'est pas constante sur sa trajectoire. On complétera le schéma précédent pour expliciter la loi utilisée.

Préciser, sur ce schéma, la position de la comète pour laquelle la valeur de sa vitesse est la plus grande et celle où elle est minimale. Justifier.

**c.** À l'aide de la troisième loi de Kepler, déterminer la valeur de la période de révolution $T$ de la comète autour du Soleil, en années.

### 2 Satellisation de Rosetta

Au cours des mois d'août et septembre 2014, la sonde Rosetta est arrivée à proximité de la comète et a été mise en orbite autour de celle-ci sur une trajectoire que l'on considère comme circulaire à une altitude $h$ de 20 km.

Le référentiel d'étude dans cette partie est le référentiel « cométocentrique » dont l'origine est le centre de la comète et dont les axes pointent vers des étoiles lointaines. Ce référentiel est supposé galiléen.

**a.** Faire un schéma de Rosetta en orbite autour de la comète en précisant :

• le vecteur unitaire $\vec{u}$ orienté du centre de la comète vers Rosetta ;

• le vecteur modélisant la force d'interaction gravitationnelle exercée par la comète sur Rosetta.

Donner l'expression vectorielle de cette force gravitationnelle en fonction de G, $M$, $M_C$, $h$, $R$ et $\vec{u}$.

**b.** En supposant que seule l'action de la comète s'exerce sur Rosetta, donner l'expression vectorielle du champ de pesanteur $\vec{g}$ au voisinage de la comète en fonction de G, $M_C$, $h$, $R$ et $\vec{u}$.

**c.** En supposant que Rosetta n'est soumise qu'à l'interaction gravitationnelle avec la comète 67P, établir l'expression vectorielle de l'accélération $\vec{a}_R$ de Rosetta en fonction de G, $M_C$, $h$, $R$ et $\vec{u}$.

**d.** Montrer que, dans l'approximation d'un mouvement circulaire, la norme de la vitesse de Rosetta s'écrit : $v = \sqrt{\dfrac{GM_C}{R+h}}$

Calculer sa valeur.

**e.** Combien de temps Rosetta met-elle pour faire un tour de la comète ?

Adapté du sujet de Bac Polynésie, 2019.

**Données**

- Constante gravitationnelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N·m$^2$·kg$^{-2}$
- Masse de la comète 67P : $M_C = 1{,}0 \times 10^{13}$ kg
- Masse de Rosetta : $M = 3{,}0 \times 10^3$ kg
- Distance moyenne Terre-Soleil : 1 unité astronomique 1 ua = $1{,}50 \times 10^8$ km
- Dans cet exercice, la comète 67P est modélisée par une sphère de rayon $R = 2{,}0$ km.
- Caractéristiques de la trajectoire de la comète autour du Soleil :
  – ellipse
  – distance au plus près du Soleil (périhélie) : 1,24 ua
  – distance au plus loin du Soleil (aphélie) : 5,68 ua

**1** **La comète 67P Churyumov-Gerasimenko**

**a.**

**b.**

**Aide n° 1**

L'explication attendue doit citer la loi de Kepler et bien préciser que les durées parcourues par le satellite sur les deux portions représentées sont égales.

Cours 3 p. 382

**c.**

**Aide n° 2**

La troisième loi de Kepler doit être connue sous sa forme « $\frac{T^2}{a^3} = k$ » mais l'expression de $k$ n'a pas à être connue. Il faut donc ici utiliser $T$ et $a$ pour un autre satellite connu du Soleil : la Terre.

Cours 3 p. 382

**2** **Sa**

**a.**

**b.**

**c.**

**Aide n° 3**

Il faut adapter les relations du cours aux notations de l'énoncé. (Attention ici aux notations des masses.)
Pour les calculs, comme la constante G intervient, les distances doivent être en mètres.

Fiche 5 p. 601

**d.**

**e.**

**À votre tour**

Exercice 30 p. 390