CLASSE : Terminale
VOIE : ☒ Générale
DURÉE DE L'EXERCICE : 0h53
EXERCICE 3 : 5 points
ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE
CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui

Sujet original, non modifié. Ancien programme.
L'intégralité de cette annale est conforme au nouveau programme.

EXERCICE 3 : Un nanosatellite

1. Orbite de Spacecube

1.1.

Calculons la distance minimale et maximale entre le centre de la Terre et le satellite :

$$d_{min} = R_T + h_{min}$$
$$d_{min} = 6400 + 395$$
$$d_{min} = 6795 \text{ km}$$

$$d_{max} = R_T + h_{max}$$
$$d_{max} = 6400 + 402$$
$$d_{max} = 6802 \text{ km}$$

Calculons l'écart relatif (avec d_{min}) :

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{d_{max} - d_{min}}{d_{min}}$$
$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{6802 - 6795}{6795}$$
$$\frac{\Delta d}{d} = 1{,}0 \times 10^{-3}$$
$$\frac{\Delta d}{d} = 0{,}10\ \%$$

Calculons l'écart relatif (avec d_{max}) :

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{d_{max} - d_{min}}{d_{min}}$$
$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{6802 - 6795}{6802}$$
$$\frac{\Delta d}{d} = 1{,}0 \times 10^{-3}$$
$$\frac{\Delta d}{d} = 0{,}10\ \%$$

L'écart relatif est très faible. Ainsi, il est possible de considérer que l'orbite de ce satellite est quasi-circulaire.

1.2.

$$T = \frac{\text{Périmètre d'un cercle}}{\text{vitesse}} = \frac{2\pi \times R}{v}$$
$$T \times v = 2\pi \times R$$
$$v = \frac{2\pi \times R}{T}$$

1.3.

Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Frenet, le vecteur accélération est de la forme :

$$\vec{a} = \frac{v^2}{R}\vec{u}_N + \frac{dv}{dt}\vec{u}_T$$

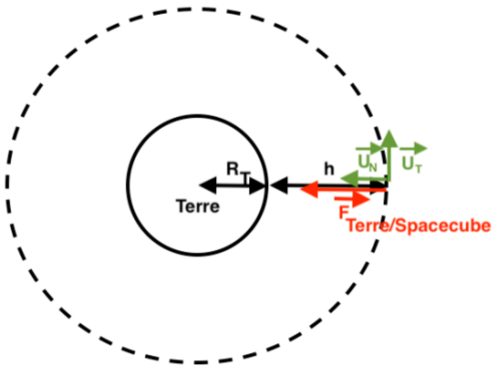
$$a_N = \frac{v^2}{R}$$

1.4.

Système : Spacecube

Référentiel : Géocentrique supposé galiléen.

$$\overrightarrow{F_{Terre/Spacecube}} = G \times \frac{M_T \times M}{(R_T + h)^2}\vec{u}_N$$



D'après la 2nd loi de Newton :

$$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = M\vec{a}$$

$$\overrightarrow{F_{Terre/Spacecube}} = M\vec{a}$$

$$G \times \frac{M_T \times M}{(R_T + h)^2}\vec{u}_N = M\vec{a}$$

$$\vec{a} = G \times \frac{M_T}{(R_T + h)^2}\vec{u}_N$$

Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Frenet, le vecteur accélération est de la forme :

$$\vec{a} = \frac{v^2}{R_T + h}\vec{u}_N + \frac{dv}{dt}\vec{u}_T$$

L'accélération étant unique, par identification :

$\frac{dv}{dt} = 0$ donc la vitesse est constante : le mouvement est uniforme.

$$\frac{v^2}{R_T + h} = G \times \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

$$v^2 = G \times \frac{M_T}{R_T + h}$$

$$v = \sqrt{G \times \frac{M_T}{R_T + h}}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \times M_T}{R_T + h}}$$

La période de révolution est :

$$T = \frac{\text{Périmètre d'un cercle}}{\text{vitesse}} = \frac{2\pi \times (R_T + h)}{v} = \frac{2\pi \times (R_T + h)}{\sqrt{\frac{G \times M_T}{R_T + h}}} = 2\pi \times (R_T + h) \times \sqrt{\frac{R_T + h}{G \times M_T}}$$

$$T = 2\pi \times \sqrt{(R_T + h)^2 \times \frac{R_T + h}{G \times M_T}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G \times M_T}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(6400 \times 10^3 + 400 \times 10^3)^3}{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}97 \times 10^{24}}}$$

$$T = 5{,}58 \times 10^3 s$$

1 révolution	$T = 5{,}58 \times 10^3 s$
N révolutions	$24\ h = 24 \times 60 \times 60\ s$

$$N = \frac{24 \times 60 \times 60 \times 1}{5{,}58 \times 10^3}$$

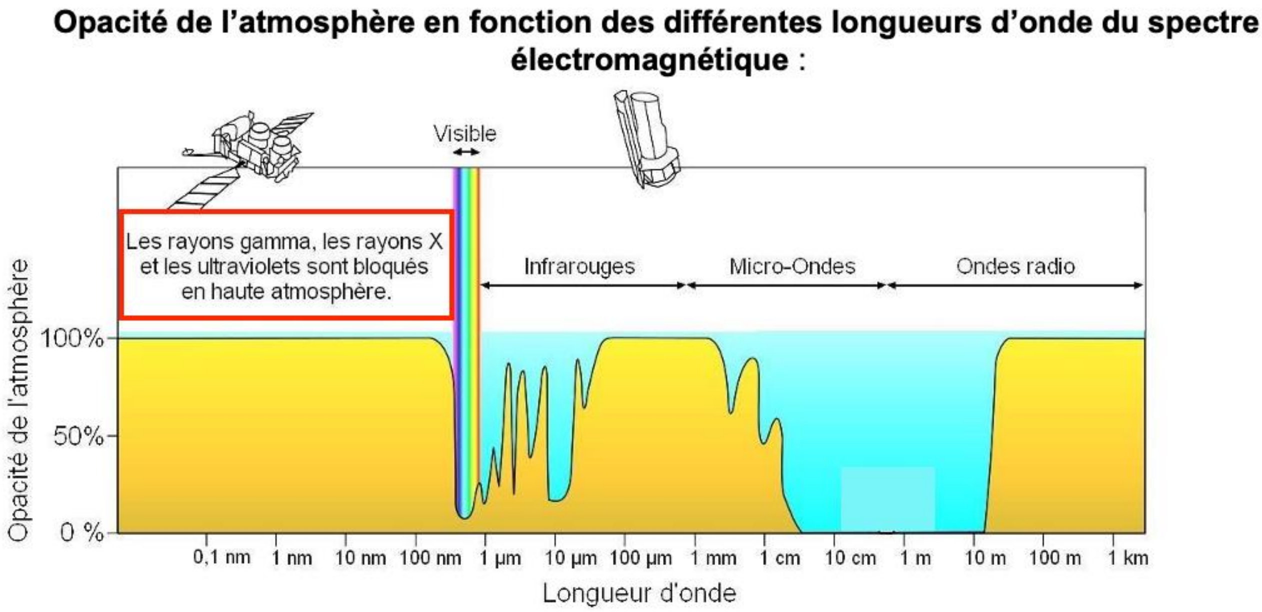
$$N = 15{,}5$$

Le sujet indique que le nombre de révolutions par jour est de 15,56.
On retrouve le même nombre avec notre démarche qui utilise l'hypothèse d'une orbite circulaire.
Ainsi, l'approximation d'une orbite circulaire est valable.

2. Transmission des données recueillies

2.1.

D'après le sujet : « Les mesures donnant accès au taux d'oxygène atomique de la thermosphère sont effectuées par spectroscopie dans l'U.V. lointain (λ < 200 nm) »
Or d'après le document, les UV sont bloqués en haute atmosphère.



En envoyant des UV depuis le sol, ils seront absorbés en haute atmosphère.
Ainsi, il est nécessaire que les mesures du taux d'oxygène atomique de la thermosphère soient réalisées depuis un satellite.

2.2.

Calculons les longueurs d'onde pour les deux fréquences utilisées :

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$\lambda = \frac{3{,}00 \times 10^8}{436 \times 10^6}$$

$$\lambda = 0{,}688 \text{ m}$$

$$\lambda = 68{,}8 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$\lambda = \frac{3{,}00 \times 10^8}{146 \times 10^6}$$

$$\lambda = 2{,}05 \text{ m}$$

Le document montre que pour ces deux longueurs d'onde, l'atmosphère n'absorbe rien. En transmettant les informations à ces fréquences vers la terre, elles ne sont pas absorbés et arrivent sur terre intégralement. D'où le choix des fréquences utilisées pour communiquer avec le satellite depuis la Terre.