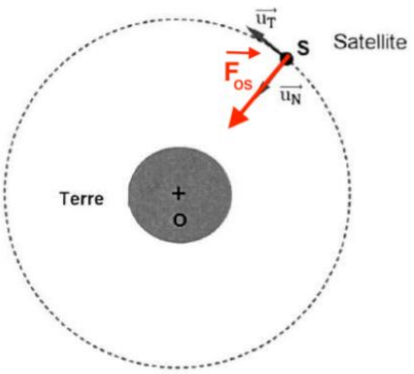
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 2** : 6 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h03	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 2 : Satellites de communication

Q1.
Référentiel : Géocentrique supposé galiléen.

Q2.



Q3.

$$\overrightarrow{F_{OS}} = G \times \frac{m \times M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}_N$$

Q4.
Système : Satellite S
Référentiel : géocentrique supposé galiléen.

D'après la 2nd loi de Newton :

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

$$\overrightarrow{F_{OS}} = m\vec{a}$$

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

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

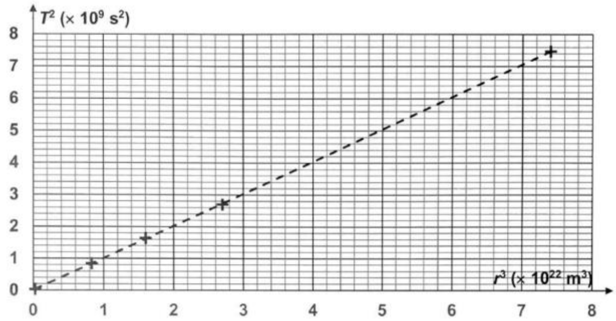
Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Frenet, le vecteur accélération est de la forme :

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

L'accélération étant unique, par identification :
$\frac{dv}{dt} = 0$ donc la vitesse est constante : le mouvement est uniforme

Q5.
La période de révolution T d'un satellite est la durée nécessaire pour effectuer un tour complet autour de la Terre

Q6.



La figure 1 est une droite passant par l'origine.
T^2 et r^3 sont proportionnels :
$T^2 = k \times r^3$

La modélisation par une droite indique un coefficient directeur k = 9,85 x 10^{-14} $s^2.m^{-3}$.
Ainsi :
$T^2 = 9{,}85 \times 10^{-4} \times r^3$

Pour un satellite géostationnaire, la période de révolution est égale à la période de rotation de la Terre :
$T = T_T = 23\text{ h }56\text{ min }4\text{ s}$
$T = 23 \times 3600 + 56 \times 60 + 4 = 86164\text{ s}$

$T^2 = 9{,}85 \times 10^{-4} \times r^3$
$9{,}85 \times 10^{-14} \times r^3 = T^2$
$r^3 = \dfrac{T^2}{9{,}85 \times 10^{-14}}$
$r = \sqrt[3]{\dfrac{T^2}{9{,}85 \times 10^{-14}}}$
$r = \sqrt[3]{\dfrac{86164^2}{9{,}85 \times 10^{-14}}}$
$r = 4{,}2 \times 10^7 \text{m}$

Or
$r = R_T + h$
$R_T + h = r$
$h = r - R_T$
$h = 4{,}2 \times 10^7 - 6{,}38 \times 10^3 \times 10^3$
$h = 3{,}6 \times 10^7\text{ m}$
$h = 3{,}6 \times 10^4\text{ km}$
$h = 36\ 000\text{ km}$

Q7.
$c = \dfrac{d}{\Delta t}$
$c \times \Delta t = d$
$\Delta t = \dfrac{d}{c}$

Pour le satellite géostationnaire :
$\Delta t_1 = \dfrac{36000 \times 10^3}{3{,}00 \times 10^8}$
$\Delta t_1 = 0{,}12\text{ s}$

Pour le satellite LEO à 1000 km d'altitude :

$$\Delta t_2 = \frac{1000 \times 10^3}{3{,}00 \times 10^8}$$

$$\Delta t_2 = 3{,}3 \times 10^{-3}\ \mathrm{s}$$

Comparons les deux valeurs :

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{0{,}12}{3{,}3 \times 10^{-3}} = 36$$

Ainsi, la durée de transmission vers un satellite géostationnaire est environ 36 fois plus grande que vers un satellite LEO à 1000 km d'altitude.

Q8.

Les satellites géostationnaires ont l'avantage de couvrir une très grande zone. De plus, comme ils restent au-dessus de la même zone, l'antenne n'a pas besoin d'être déplacée. En revanche, ils sont très éloignés de la Terre, donc la durée de transmission est grande ($0{,}12$ s).

Les satellites LEO ont l'avantage d'être beaucoup plus proches de la Terre. Le délai de transmission est donc beaucoup plus faible ($3{,}3 \times 10^{-3}$ s), ce qui est mieux pour internet. Cependant, leur couverture est plus limitée : il faut donc plusieurs milliers de satellites, ce qui augmente les risques d'encombrement, de pannes et de débris spatiaux.