EXERCICE III : UN NANOSATELLITE (5 points)

Le projet Janus (Jeunes en Apprentissage pour la réalisation de Nanosatellites au sein des Universités et des écoles de l'enseignement Supérieur) a pour objectif de promouvoir les technologies de l'aérospatial auprès des étudiants des écoles et universités françaises.

Pour cela, le CNES leur propose de développer et d'envoyer dans l'espace leur propre satellite équipé d'instruments scientifiques sous le format "Cubesats", c'est-à-dire de petits systèmes cubiques de masse comprise entre 1 et 10 kg.

Les satellites X-CubeSat et Spacecube ont été mis au point par des étudiants de l'école polytechnique, de l'école des mines de Paris et du BTS du lycée Diderot à Paris. Ils ont été mis en orbite les 17 et 18 mai 2017 depuis la station spatiale internationale et ont pour mission d'analyser le taux d'oxygène atomique de la thermosphère, partie supérieure de l'atmosphère.

D'après : https://janus.cnes.fr/fr

Données :

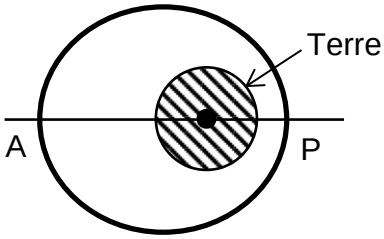
- masse de la Terre : $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg
- rayon de la Terre : $R_T = 6\,400$ km
- constante universelle de gravitation : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ S.I.
- vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1}

On se place dans le référentiel géocentrique.

1. Orbite de Spacecube

Les caractéristiques de l'orbite de Spacecube sont les suivantes :

- altitude minimale au point P : 395 km
- altitude maximale au point A : 402 km
- nombre de révolutions par jour : 15,56



1.1. Montrer par un calcul d'écart relatif qu'il est possible de considérer que l'orbite de ce satellite est quasi-circulaire.

On considère dans la suite de l'exercice l'orbite circulaire, d'altitude $h = 400$ km.

1.2. Exprimer la vitesse v du satellite en fonction de sa période de rotation T et du rayon de l'orbite R.

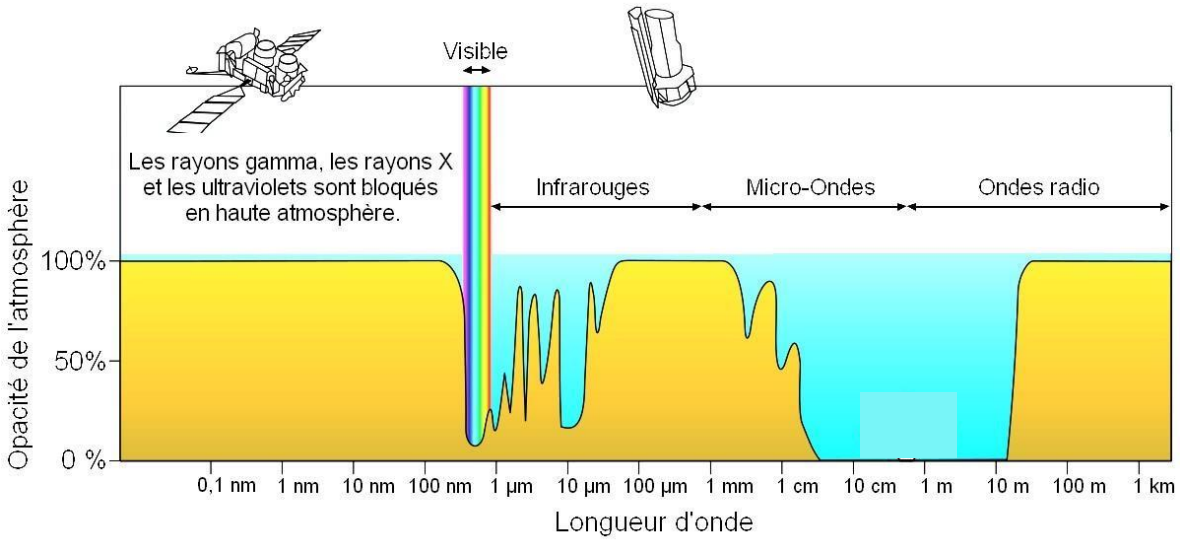
1.3. Donner l'expression de l'accélération a_N du satellite dans le cas d'un mouvement circulaire.

1.4. À l'aide de la seconde loi de Newton et des réponses aux questions précédentes, calculer le nombre de révolutions effectuées par jour par ce satellite. Conclure quant à l'approximation d'une orbite circulaire.

2. Transmission des données recueillies

Les mesures donnant accès au taux d'oxygène atomique de la thermosphère sont effectuées par spectroscopie dans l'U.V. lointain (λ < 200 nm) et transmises sur Terre avec une onde radio de fréquence 436 MHz. Il est également possible d'envoyer des commandes au satellite grâce à une onde radio à 146 MHz.

Opacité de l'atmosphère en fonction des différentes longueurs d'onde du spectre électromagnétique :



D'après wikipédia.fr

2.1. Expliquer pourquoi il est nécessaire que les mesures du taux d'oxygène atomique de la thermosphère soient réalisées depuis un satellite.

2.2. Justifier le choix des fréquences utilisées pour communiquer avec le satellite depuis la Terre.