Bac 2026 Antilles Guyane Sciences physiques pour les sciences de l'ingénieur.e
Exercice A – Neptune et Triton https://labolycee.org

Neptune est la huitième et dernière planète par ordre d'éloignement au Soleil. C'est la plus dense des quatre planètes gazeuses malgré le fait qu'elle ne soit que la plus petite en termes de taille.

Neptune possède de nombreux satellites naturels dont Triton, le plus gros de ses satellites naturels (**figure 1**).



Figure 1 - Image composite de Neptune et Triton à partir de données de la mission Voyager 2 en 1989.
Source : NASA/JPL/Voyager-ISS/AndreaLuck

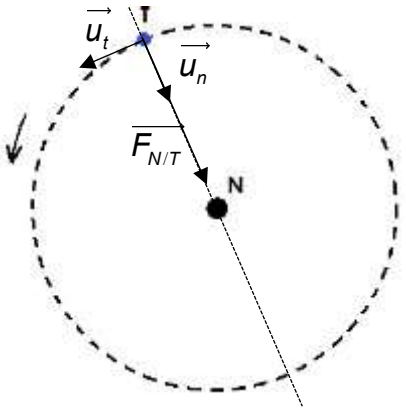
Données

- Période de révolution de Triton autour de Neptune : T_T = 5,88 jours terrestres.
- Distance entre les centres de Triton et de Neptune : R = 3,54 ×10^8 m.
- Constante de gravitation universelle : G = 6,67 ×10^{-11} $m^3 \cdot s^{-2} \cdot kg^{-1}$.

On se place dans le référentiel neptunocentrique pour étudier le mouvement du centre de masse T de Triton autour de Neptune. Ce référentiel, supposé galiléen, a pour origine N, le centre de masse de Neptune.
Un repère de Frenet centré sur Triton est utilisé. On note $\vec{u_n}$ le vecteur normal unitaire et $\vec{u_t}$ le vecteur tangent unitaire.

Le mouvement de Triton (point T) est supposé circulaire et uniforme.

1. Recopier, sans souci d'échelle, la figure 2 en y faisant figurer le repère de Frenet et la force $\overrightarrow{F_{N/T}}$ modélisant l'action gravitationnelle de Neptune sur Triton.



2. En appliquant la deuxième loi de Newton au système {Triton}, établir l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ de son centre de masse T dans le repère de Frenet en fonction de G, de *R* et de la masse M_N de Neptune.

Système : {Triton} de masse M_T Référentiel : Neptunocentrique considéré galiléen

Inventaire des forces : uniquement la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Neptune

Deuxième loi de Newton :

$$\overrightarrow{F_{N/T}} = M_T \cdot \vec{a}$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot M_N}{R^2} \cdot \overrightarrow{u_n} = M_T \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = G \cdot \frac{M_N}{R^2} \cdot \overrightarrow{u_n}$$

3. Montrer que la vitesse *v* de Triton est donnée par l'expression $v = \sqrt{\frac{GM_N}{R}}$.

Dans le repère de Frenet, $\vec{a} = \frac{dv}{dt}.\overrightarrow{u_t} + \frac{v^2}{R}.\overrightarrow{u_n}$

Par analogie entre ces deux expressions de $\vec{a}$, on en déduit que $G \cdot \frac{M_N}{R^2} = \frac{v^2}{R}$

$$v^2 = G \cdot \frac{M_N}{R^2} \cdot R$$

$$v = \sqrt{G \cdot \frac{M_N}{R}}$$

La période de révolution de Triton est donnée par la relation $T_T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_N} R^3$.

4. Rappeler le nom de la loi correspondant à cette relation.

Il s'agit de la troisième loi de Kepler qui indique que le rapport du carré de la période de révolution par le cube du demi-grand axe est égal à une valeur constante $\frac{T^2}{a^3} = Cte$.

Or $T_T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_N} R^3$ peut s'écrire $\frac{T_T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM_N}$ avec $\frac{4\pi^2}{GM_N} = Cte$.

5. Exprimer la masse M_N de Neptune, puis calculer sa valeur.

$T_T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_N} R^3$ donc $M_N = \frac{4\pi^2}{GT_T^2} R^3$

$$M_N = \frac{4\pi^2}{6,67\times10^{-11}\times\left(5,88\times24\times3600\right)^2}\times\left(3,54\times10^8\right)^3 = 1,02\times10^{26} \text{ kg}$$

