Centres étrangers 2009

EXERCICE II : OBSERVATION DES SATELLITES DE NEPTUNE PAR LA SONDE VOYAGER 2 (5,5 points)

Neptune est le dernier et le plus lointain des mondes géants que la sonde Voyager 2 nous fit découvrir. Cette planète porte le nom du dieu romain de la mer. Les photographies de la planète, par leur couleur bleu sombre, justifient pleinement cette association avec la mer.
Voyager 2 survola Neptune et ses satellites les 24 et 25 août 1989.
Neptune possède plusieurs satellites : Triton et Néréide figurent parmi les satellites les mieux connus. William Lassel a découvert Triton un mois après la découverte de la planète. C'est un satellite gros comme la Lune ; il mesure environ 4 200 km de diamètre. II fait partie des plus gros satellites du système solaire après Ganymède, Titan et Callisto. L'orbite de Triton est circulaire autour du centre de Neptune.
Découvert en 1949, Néréide est au contraire assez petit (320 km de diamètre) et a une orbite très elliptique, la plus allongée de tous les satellites. Néréide met 360 jours pour boucler son orbite.
Voyager 2 a permis de localiser six nouveaux satellites entre Neptune et Triton.

D'après un article publié sur le site du Club Astro Antares.

Données :

Neptune : masse : $M_N = 1{,}025 \times 10^{26}$ kg

Triton : masse : $M_1 = 2{,}147 \times 10^{22}$ kg
rayon orbital : $R_1 = 3{,}547 \times 10^5$ km
période de révolution : $T_{rev} = 5{,}877$ jours solaires
période de rotation : $T_{rot} = 5{,}877$ jours solaires
vitesse orbitale : $v_0 = 4$ km.s^{-1}.

Néréide : demi-longueur du grand-axe : $a = 5513 \times 10^3$ km

Constante de gravitation : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ m^3.kg^{-1}.s^{-2}

1 jour solaire = 86 400 s.

Dans tout l'exercice, on considère que la planète Neptune et ses satellites sont des corps dont la répartition des masses est à symétrie sphérique. Les rayons ou les demi-grands-axes des orbites sont supposés grands devant les dimensions de Neptune ou de ses satellites.

1. Le mouvement des satellites

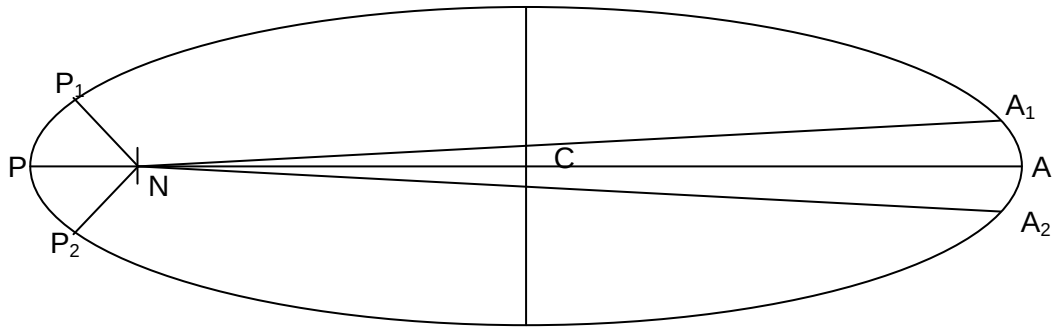
1.1. *D'après le texte, « Néréide est au contraire assez petit (320 km de diamètre) et a une orbite très elliptique »*. Choisir parmi les propositions suivantes le référentiel dans lequel est décrite cette orbite :

a. héliocentrique b. néreidocentrique c. neptunocentrique d. géocentrique

1.2. Énoncer les première et deuxième lois de Képler appliquées au cas étudié ici.

1.3. Placer sur la figure 1 donnée en **ANNEXE à rendre avec la copie**, la demi-longueur *a* du grand axe de Néréide.

1.4. On considère les aires balayées par le segment reliant Neptune à Néréide pendant une même durée en différents points de l'orbite. Sur la figure ci-dessous, elles correspondent aux aires des surfaces formées par les points N, P_1 et P_2 autour du péricentre P d'une part et N, A_1 et A_2 autour de l'apocentre A d'autre part.



1.4.1. Quelle relation relie ces aires ?
1.4.2. Comparer alors les vitesses de Néréide aux points A et P.

1.5. On souhaite déterminer la période de révolution T_{ner} de Néréide.

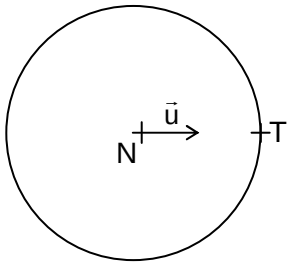
1.5.1. Énoncer la troisième loi de Képler.

1.5.2. Calculer la valeur de $\frac{T_{rev}^{\ 2}}{R_1^{\ 3}}$ en $s^2.m^{-3}$

1.5.3. À l'aide des questions précédentes, en déduire la période de révolution T_{ner} de Néréide. Puis comparer à la valeur donnée dans le texte.

2. Le mouvement de Triton

L'orbite de Triton est circulaire. On appelle N le centre d'inertie de Neptune, T le centre d'inertie de Triton et $\vec{u}$ vecteur unitaire de direction (NT).



2.1. En utilisant les notations de l'énoncé et de la figure ci-dessus, donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par Neptune sur son satellite Triton et calculer sa valeur numérique.

2.2. Le mouvement de Triton étant uniforme, en appliquant la deuxième loi de Newton établir l'expression littérale de sa vitesse V sur son orbite en fonction des grandeurs M_N, R_1 et G.

2.3. Calculer cette vitesse V et la comparer à celle donnée dans l'énoncé.

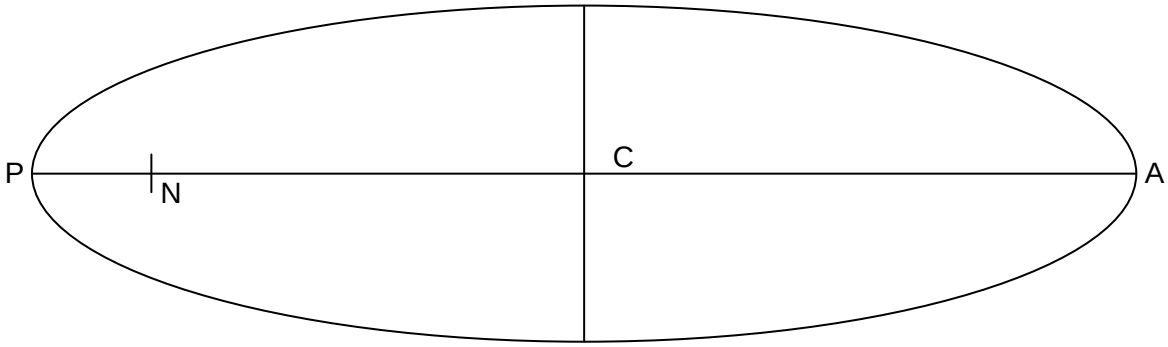
2.4. Montrer que la période de révolution T_{rev} de Triton peut s'exprimer en fonction de M_N, R_1 et G.

2.5. Calculer la valeur de T_{rev} et comparer à la valeur donnée par l'énoncé.

ANNEXE DE L'EXERCICE II : OBSERVATION DES SATELLITES DE NEPTUNE PAR LASONDE VOYAGER 2

1. Le mouvement des satellites

Question 1.3. et question 1.4.2.



N : centre de Neptune
C : centre de l'ellipse
P : Péricentre de Néréide
A : Apocentre de Néréide

Figure 1: Schéma simple et légendé de l'orbite de Néréide