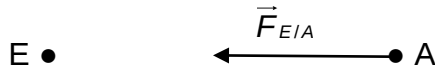


EXERCICE A – UN TRACTEUR GRAVITATIONNEL POUR DÉVIER UN ASTÉROÏDE (5 points)

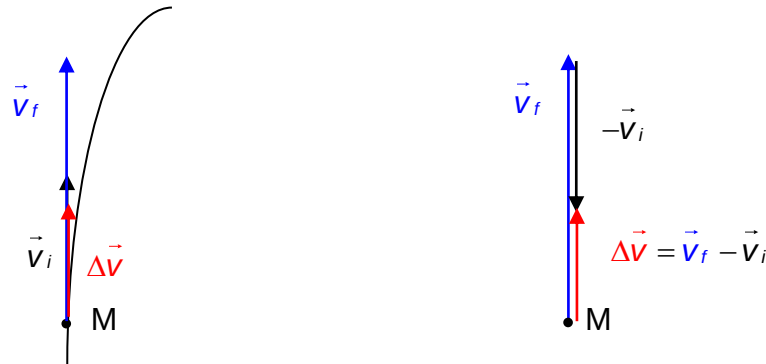
Mots-clés : Deuxième loi de Newton, Champ de gravitation, Loi de Kepler

Étude générale de la déviation d'un astéroïde.

1.



2.



3. D'après la 2^e loi de Newton, appliquée au système astéroïde de masse M : $\Sigma \vec{F} = M \cdot \vec{a} \approx M \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$.

Si le vecteur vitesse de l'astéroïde varie, c'est à cause de la force d'attraction gravitationnelle exercée par l'engin spatial de masse m .

$$\vec{F}_{E/A} = M \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

La force $\vec{F}_{E/A}$ a la même direction que le vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$.

On choisit la proposition « Dans la direction de $\Delta \vec{v}$ ».

Application à la déviation d'Apophis.

$$4. F_{E/A} = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

$$F_{E/A} = 6,67408 \times 10^{-11} \times \frac{4 \times 10^{10} \times 5 \times 10^3}{240^2} = 0,2 \text{ N}$$

$$6.67408E-11 * \frac{4E10 * 5E3}{240^2} = 2.317388889E-1$$

$$5. \vec{F}_{E/A} = M \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}, \text{ comme } \vec{F}_{E/A} \text{ et } \Delta \vec{v} \text{ ont la même direction et le même sens, on a } F_{E/A} = M \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2} = M \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$G \cdot \frac{m}{d^2} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta v}{G \cdot \frac{m}{d^2}} = \frac{\Delta v \cdot d^2}{G \cdot m}$$

$$6. \Delta t = \frac{\Delta v \cdot d^2}{G \cdot m}$$

$$\Delta t = \frac{2 \times 10^{-6} \times 240^2}{6,67408 \times 10^{-11} \times 5 \times 10^3} = 3 \times 10^5 \text{ s} = 96 \text{ h} = 4 \text{ jours}$$

$$\frac{2E-6 * 240^2}{6.67408E-11 * 5E3} = 3.452161197E5$$

Rep/3600

$$9.589336658E1$$

Rep/24

$$3.995556941E0$$

7. Système : Astéroïde Apophis de masse M

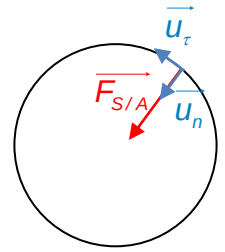
Référentiel : héliocentrique

L'astéroïde n'est soumis qu'à $\vec{F}_{S/A}$ l'attraction gravitationnelle du Soleil, on néglige tous les autres astres attracteurs.

Dans le repère de Frenet, $\vec{F}_{S/A} = G \frac{M_S \cdot M}{R^2} \cdot \vec{u}_n$.

On applique la 2^e loi de Newton, $\vec{F}_{S/A} = M \cdot \vec{a}$, alors $\vec{a} = \frac{\vec{F}_{S/A}}{M} = G \frac{M_S}{R^2} \cdot \vec{u}_n$

Et dans le repère de Frenet, pour un mouvement circulaire et uniforme $\vec{a} = \frac{v^2}{R} \cdot \vec{u}_n$.



$$\text{Alors } G \frac{M_S}{R^2} \cdot \vec{u}_n = \frac{v^2}{R} \cdot \vec{u}_n$$

$$G \frac{M_S}{R^2} = \frac{v^2}{R}$$

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

L'astéroïde parcourt son orbite circulaire de périmètre $2\pi \cdot R$ pendant une durée égale à sa période T .

$$v = \frac{2\pi \cdot R}{T}$$

$$v^2 = \frac{(2\pi)^2 \cdot R^2}{T^2}$$

En égalisant les deux expressions de v^2 : $\frac{(2\pi)^2 \cdot R^2}{T^2} = G \frac{M_S \cdot R}{R^2}$

$$\frac{(2\pi)^2 \cdot R^2}{T^2} = G \frac{M_S}{R}$$

$$(2\pi)^2 \cdot R^3 = G \cdot M_S \cdot T^2$$

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S} \quad \text{3^e loi de Kepler}$$

$$8. T' = T + 15 \text{ min} = T + 15 \times 60 \text{ s} = T + 9,0 \times 10^2 \text{ s}$$

D'après l'énoncé, $T = 323,442 \text{ jours} = 2,79454 \times 10^7 \text{ s}$

$$T' = 2,79454 \times 10^7 \text{ s} + 9,0 \times 10^2 \text{ s} = 279454 \times 10^2 \text{ s} + 9,0 \times 10^2 \text{ s} = 279463 \times 10^2 \text{ s} = 2,79463 \times 10^7 \text{ s}$$

$$9. \text{D'après la 3^e loi de Kepler, } \frac{T'^2}{R'^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S} = \frac{T^2}{R^3}$$

$$\frac{T'^2}{R'^3} = \frac{T^2}{R^3} \Leftrightarrow T'^2 \cdot R^3 = T^2 \cdot R'^3$$

$$R'^3 = \frac{T'^2 \cdot R^3}{T^2}$$

$$R'^3 = \frac{(2,79463 \times 10^7 \text{ s})^2 \times (1,37961 \times 10^{11})^3}{(2,79454 \times 10^7 \text{ s})^2}$$

$$R' = 1,37964 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$\Delta R = R' - R$$

$$\Delta R = 137\,964 \times 10^6 - 137\,961 \times 10^6$$

$$\Delta R = 3 \times 10^6 \text{ m}$$

	2.79453888E7
Rep+900	
	2.79462888E7
	<u>2.79462888E7^2 * 1.37961E11^3</u>
	2.79453888E7^2
	2.626013619E33
Rep ^{1/3}	
	1.379639621E11

Si vous avez remarqué une erreur, merci de nous la signaler par email : labolycee@labolycee.org