

DEVOIR DE SCIENCES - PHYSIQUES N°5

A. ÉPHÉMÉRIDES (/ 12)

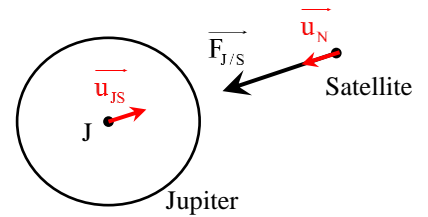
1. Système : {satellite}

Référentiel : "Jupiterocentrique" considéré galiléen (solide imaginaire constitué par le centre de Jupiter et 3 directions d'étoiles lointaines).

Bilan des forces extérieures : force gravitationnelle exercée par Jupiter $\vec{F}_{J/S}$ avec

$$\vec{F}_{J/S} = -G \frac{m.M}{r^2} \vec{u}_{JS} \quad \text{unités : } F \text{ en N, } m \text{ en kg, } r \text{ en m et } G \text{ en N.m}^2.\text{kg}^{-2}$$

avec : \vec{u}_{JS} vecteur unitaire dirigé de J vers S, G constante de gravitation universelle, r rayon de la trajectoire et M masse de Jupiter.



2. L'accélération d'un satellite à mouvement circulaire uniforme a pour expression : $\vec{a} = \frac{v^2}{r} \vec{u}_N = -\frac{v^2}{r} \vec{u}_{JS}$ ①

D'après la deuxième loi de Newton appliquée au satellite : $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}$

d'où : $\vec{F}_{J/S} = -G \frac{m.M}{r^2} \vec{u}_{JS} = m \vec{a}$ et $\vec{a} = -G \frac{M}{r^2} \vec{u}_{JS}$ ② En identifiant ① et ② : $\frac{v^2}{r} = G \frac{M}{r^2}$ d'où $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ③

3. Le satellite le plus rapide est le plus proche de Jupiter car d'après ③ si r diminue alors v augmente.

La vitesse d'un satellite ne dépend pas de sa masse (m n'intervient pas dans la relation ③).

4. La période T est la durée nécessaire au satellite pour faire un tour dans le référentiel d'étude.

$$T = \frac{\text{circonférence de l'orbite}}{\text{vitesse}} = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

5. En élevant au carré : $T^2 = 4\pi^2 \frac{r^3}{GM}$ d'où $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ ④ (3^{ème} loi de Kepler) : il y a proportionnalité entre T^2 et r^3 .

6.

a. La courbe est une droite passant par O \Rightarrow la 3^{ème} loi de Kepler est vérifiée car il y a proportionnalité entre T^2 et r^3 .

b. $k = 3,13 \cdot 10^{-16} = \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ d'où $M = \frac{4\pi^2}{G \cdot k} = \frac{4 \cdot \pi^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 3,13 \cdot 10^{-16}} = 1,89 \cdot 10^{27} \text{ kg}$

B. LE RUGBY, SPORT DE CONTACT (/ 4)

Système : {joueurs A et B}

Référentiel : terrestre considéré galiléen

Le système étant considéré isolé, sa quantité de mouvement se conserve d'après le principe d'inertie.

Quantité de mouvement avant le plaquage : $\vec{p}_i = m_A \vec{v}_A + \vec{0}$

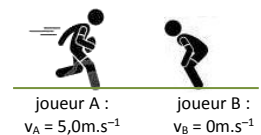
Quantité de mouvement après le plaquage où les deux joueurs se déplacent à

la vitesse \vec{v} : $\vec{p}_f = (m_A + m_B) \cdot \vec{v}$

$$\vec{p}_i = \vec{p}_f \quad \text{donc} \quad m_A \cdot \vec{v}_A = (m_A + m_B) \cdot \vec{v} \quad \text{soit} \quad \vec{v} = \frac{m_A}{m_A + m_B} \cdot \vec{v}_A$$

d'où en norme : $v = \frac{m_A}{m_A + m_B} \cdot v_A = \frac{115}{115 + 110} \times 5,0 = 2,6 \text{ m.s}^{-1} = 9,2 \text{ km.h}^{-1}$

avant le plaquage :



après le plaquage :



C. TRANSFERTS D'ÉNERGIE (/ 4)

1. $E_m(A) = E_c(A) + E_{pp}(A) = \frac{1}{2} m v_0^2 + m g z_A$

2. $E_m(B) = E_c(B) + E_{pp}(B) = 0 + m g z_B$

3. Les frottements étant négligeables, l'énergie mécanique se conserve :

$$E_m(A) = E_m(B) \quad \text{soit} \quad \frac{1}{2} m v_0^2 + m g z_A = m g z_B \quad \Leftrightarrow \quad v_0^2 = 2 \cdot g (z_B - z_A)$$

soit : $v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ avec : $h = z_B - z_A$

4. $v_0 = \sqrt{2 \times 9,8 \times (5,0 - 1,5)} = 8,3 \text{ m.s}^{-1} = 30 \text{ km.h}^{-1}$

