Correction DS Univers
Chapitre 5 -Version 1

Satellite artificiel

Le satellite météorologique METOP-A, lancé en 2006 depuis la base de Baïkonour, est le premier satellite européen placé en orbite « polaire », ce qui signifie que sa trajectoire passe pratiquement au-dessus de pôles géographiques. Ce satellite d'observation de la Terre recueille notamment des informations sur l'atmosphère terrestre, afin d'améliorer les prévisions météorologiques.

La masse m de METOP-A est de 4,1 tonnes, et son orbite dans le référentiel géocentrique est pratiquement circulaire à une altitude h au-dessus de la surface de la Terre égale à $8{,}2\times10^2$km.

Ce satellite a une période de révolution de 101 minutes

a) **Calculer** la valeur de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le satellite.

$F_{T/S} = G \times M_T \times m_S / (R_T + h)^2$

Avec G en $N.m^2.Kg^{-2}$
M_T et m_S en Kg
R_T et h en m

$F_{T/S} = 6{,}67\times10^{-11}\times5{,}97\times10^{24}\times4{,}1\times10^{3}/(8{,}2\times10^{5}+6{,}38\times10^{6})^2$

$F_{T/S} = 3{,}1 \times 10^4$ N

b) **En déduire** la valeur de la force gravitationnelle exercée par le satellite sur la Terre.

D'après la loi de la gravitation universelle, deux corps massiques s'attirent mutuellement avec une force équivalente, ainsi $F_{T/S} = F_{S/T}$.

$F_{S/T} = 3{,}1 \times 10^4$ N

c) **Préciser** les caractéristiques de ces forces, puis les représenter sur un schéma.

$F_{S/T}$:

Point d'application : Le centre de la Terre

Direction : (ST)

Sens : De T vers S

Valeur : $F_{S/T} = 3{,}1 \times 10^4$ N

$F_{T/S}$:

Point d'application : Le centre de gravité du satellite

Direction : (ST)

Sens : De S vers T

Valeur : $F_{T/S} = 3{,}1 \times 10^4$ N

d) **Calculer** la vitesse moyenne du satellite dans le référentiel géocentrique.

Exprimons la distance d parcourue par Metop-A dans le référentiel géocentrique :

$d = 2 \times \Pi \times (R_T + h)$

Déterminons la vitesse moyenne v de Metop-A dans le référentiel géocentrique :

$V = d/t = 2 \times \Pi \times (8{,}2\times10^5+6{,}38\times10^6) / (101\times60) = 7{,}5 \times 10^3\ m.s^{-1} = 7{,}4\ km.s^{-1}$

Données :

Constante gravitationnelle : $G=6{,}67\times10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$

Masse de la Terre : $M_T= 5{,}97\times10^{24} kg$

Rayon de la Terre : $R_T= 6{,}38\times10^6 m$

II- Jupiter

Jupiter est une planète géante gazeuse, la plus grande du système solaire. Elle est aussi celle qui s'entoure de plus grand nombre de satellites naturels puisqu'elle en possède 63 connus. Galilée découvrit les quatre plus grandes lunes de Jupiter : Io, Europe, Ganymède et Callisto. Elles ont été ensuite nommées « lunes galiléennes » en son honneur.

On s'intéresse maintenant à Io.

1. **Calculer** l'intensité de la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce Jupiter sur Io.

$F_{J/io}= G \times M_J \times M_{io} / r_{io}^2$

Avec G en $N.m^2.Kg^{-2}$
M_J et M_{io} en Kg
r_{io} en m

$F_{J/io} = 6{,}67\times10^{-11}\times8{,}9\times10^{22}\times1{,}9\times10^{27}/(4{,}21\times10^8)^2$

$F_{J/io} = 6{,}4 \times 10^{22}\ N$

2. **Représenter** cette force sur un schéma en prenant l'échelle suivante :
   1 cm <->10^{22}N

Le vecteur aura une distance de 6,4 cm.

3. Io exerce-t-il une force sur Jupiter ? Si oui, quelle est son intensité ?

D'après la loi de la gravitation universelle, deux corps massiques s'attirent mutuellement avec une force équivalente, ainsi $F_{J/Io}= F_{Io/J} = 6{,}4 \times 10^{22}\ N$

Bien qu'une planète gazeuse n'ait pas de surface bien définie, on souhaite maintenant calculer le poids que ferait un astronaute avec sa combinaison spatiale s'il pouvait poser le pied sur Jupiter pour le comparer avec son poids sur Terre.

L'intensité de pesanteur g à la surface d'un astre de masse M et de rayon R est donnée par la relation :

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2}$$

où G est la constante de gravitation.

4. **Calculer** le poids d'un astronaute ayant une masse m d'environ 170 kg avec sa combinaison spatiale à la surface de Jupiter.

Exprimons l'intensité de pesanteur g_J sur Jupiter :

$g_J = G \cdot \frac{MJ}{RJ^2} = 6{,}67\text{x}10^{-11} \text{ x } 1{,}9\text{x}10^{27} / (71492\text{x}10^3)^2$

Déterminons le poids de l'astronaute P_J sur Jupiter :

$P_J = m \text{ x } G \cdot \frac{MJ}{RJ^2} = 170 \text{ x } 6{,}67\text{x}10^{-11} \text{ x } 1{,}9\text{x}10^{27} / (71492\text{x}10^3)^2 = 4{,}2 \text{ x } 10^3$ N

5. **Calculer** le poids de ce même astronaute avec sa combinaison spatiale sur Terre.

$P_T = m \text{ x } g_T = 170 \text{ x } 9{,}81 = 1{,}67 \text{ x } 10^3$ N

6. La combinaison spatiale serait-elle plus facile à porter à la surface de la terre ou à la surface de Jupiter ? **Justifier** votre réponse.

$P_J/P_T = 2{,}5$

Le poids de l'astronaute équipé sur Jupiter est 2,5 fois plus important que sur Terre. Sa combinaison spatiale est donc plus facile à porter sur Terre que sur Jupiter.

Données :

expression littérale de l'intensité de la force d'attraction gravitationnelle d'un corps A de masse m_A sur un corps B de masse m_B tout deux distants de d :

$$F_{A/B} = G.\frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67.10^{-11}$ N.m².kg⁻²

intensité de la pesanteur sur Terre : $g = 9{,}81$ N.kg^{-1}

masse de Jupiter : $M_J = 1{,}9.10^{27}$ kg

masse de Io : $M_{Io} = 8{,}9.10^{22}$ kg

rayon de Jupiter : $R_J = 71\,492$ km

rayon orbital de Io : $r_{Io} = 4{,}21.10^5$ km

(le rayon orbital d'un satellite est la distance entre son centre et celui de la planète autour de laquelle il gravite.)