

# Série d'exercice la gravitation universelle

## Exercice n° 1

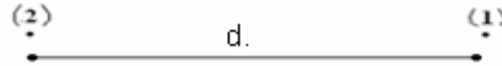
On considère deux corps ponctuels (1) et (2) de masses respectivement  $m$  et  $m'$  séparées par une distance  $d$ .

Soit  $\vec{F}$  la force d'attraction universelle exercée par le corps (2) sur le corps (1) et  $\vec{F}'$  celle exercée par le corps (1) sur le corps (2).

- 1) Quelles sont les caractéristiques communes des deux forces  $\vec{F}$  et  $\vec{F}'$  ?
- 2) Quelles sont les caractéristiques non communes des deux forces  $\vec{F}$  et  $\vec{F}'$  ?
- 3) Donner l'expression de l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par chacun des corps sur l'autre.
- 4) Calculer la valeur de l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par chacun des corps sur l'autre.

On donne les masses  $m = m' = 10g$  et la distance qui les sépare  $d = 5cm$ .

- 5) Représenter sur le schéma suivant ces deux forces  $\vec{F}$  et  $\vec{F}'$ .



## Exercice n° 2:

1) 1-1- Donner l'expression de l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par la terre sur un corps de masse  $m$  posé sur la surface de la terre.

1-2- Calculer la valeur de l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par la terre sur une pomme de masse  $m = 100g$  posée sur la surface de la terre ? Comparer l'intensité de cette force avec le poids de la pomme sachant que  $g = 9,8N/kg$ . Que peut-on conclure?

On donne la masse de la terre  $M_T = 5,98.10^{24} kg$  rayon de la terre  $R_T = 6,38.10^6 m$

1-3- Quelle est la valeur de l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par la terre sur la pomme précédente au sommet d'une montagne d'altitude  $h = 8840m$ .

2) 2-1- Quelle est la valeur de l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par le soleil sur la terre? On donne la distance soleil-terre  $D = 1,5.10^8 km$ , la masse de la terre  $M_T = 5,98.10^{24} kg$  masse du soleil :  $M_S = 210^{30} kg$

2-2- Quelle est la valeur de l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par le soleil sur un la pomme de masse  $m = 100g$  posée sur la surface de la terre (on suppose que le rayon de la terre est négligeable devant la distance terre-soleil).

2-3- Comparer l'intensité de la force exercée par le soleil sur la pomme avec celle exercée par la terre sur la pomme.

## Exercice n° 3

Un ballon de masse  $m = 700g$ , son centre de gravité se trouve à la distance  $d = 1m$  de la surface de la terre.

- 1) Donner l'expression l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par la terre sur le ballon.
- 2) calculer sa valeur.

On donne : la masse de la terre :  $M_T = 6.10^{21} tonnes$

Rayon de la terre :  $R_T = 6378km$

## Exercice n° 4

Deux ballons de même masse  $m = 650g$  posées sur un plan horizontal et séparées par une distance  $d = 20cm$ .

- 1) calculer l'intensité du poids de l'un des ballon .on donne l'intensité de pesanteur  $g = 9,8N/kg$ .
- 2) quelle est l'intensité d'attraction universelle exercée par l'un des ballon sur l'autre?
- 3) Pourquoi lors de l'étude de l'équilibre de l'un des ballon on ne tient pas en compte la force d'attraction universelle exercée par l'autre ballon sur lui ?

## Exercice n° 5:

Choisir la réponse correcte :

La masse d'une balle de tennis est  $m = 2,5g$  donc son poids sur la lune est égal à :

- 1)  $1/5$  de son poids sur la terre .
- 2)  $1/10$  de son poids sur la terre .
- 3)  $1/6$  de son poids sur la terre .

On donne masse de la terre  $M_T = 6.10^{21} tonnes$ .

masse de la lune :  $M_L = 7,36.10^{22} kg$ .

Rayon de la terre :  $R_T = 6378km$

Rayon de la lune :  $R_L = 1737,4km$

### Exercice n° 6:

La distance moyenne qui sépare la lune et la terre varie entre  $356375\text{km}$  et  $406720\text{km}$ .

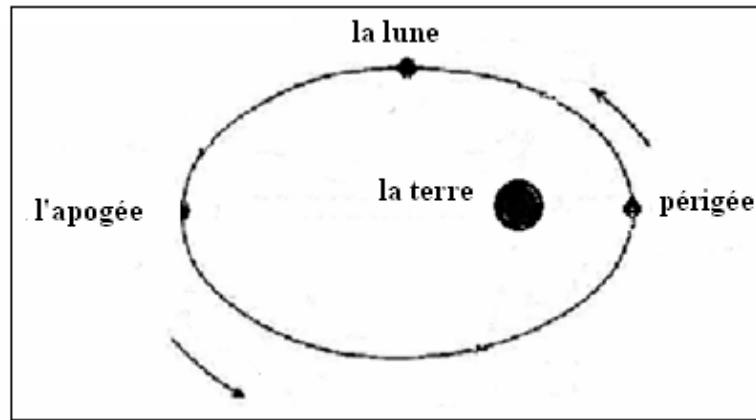
1) donner l'expression de l'intensité  $F$  d'attraction universelle exercée entre la lune et la terre.

2) Déterminer  $F$  dans chacun des cas suivant:

- 2-1--Lorsque la lune se trouve au périgée qui correspond (à la plus petite distance entre la terre et la lune).
- 2-2--Lorsque la lune se trouve à l'apogée qui correspond (à la plus grande distance entre la terre et la lune).

On donne : masse de la terre :  $M_T = 6.10^{21}\text{tonnes}$

$$\text{masse de la lune} : M_L = \frac{M_T}{83}$$



### Exercice n° 7:

Un satellite de masse  $m = 1800\text{kg}$  se déplace vers la ligne selon la ligne qui passe par leurs centres de gravités. On appelle  $d$  la distance entre le centre de gravité de la terre et celui du satellite et  $D$  la distance entre la terre et la lune. on donne  $D = 3,84.10^5\text{km}$ .

- 1) Donnez l'expression de l'intensité commune d'attraction universelle exercée entre la terre et le satellite puis celle exercée entre la lune et le satellite.
- 2) Pour quelle distance  $d$  les deux forces précédentes sont -elles opposés (c'est-à-dire elles ont mêmes intensités et de sens contraires) ? on donne  $M_L = \frac{M_T}{83}$

### Exercice n° 8.

Parfois les centres de la terre celui de la lune et celui du soleil se trouvent sur le même alignement et on Deux positions possibles qui correspondent à ce phénomène.

■ la première est celle dans laquelle la terre se trouve entre la lune et le soleil:



■ la deuxième est celle dans laquelle la lune se trouve entre la terre et le soleil:



- 1) Calculer la valeur de l'intensité  $F$  De la force d'attraction universelle exercée par le soleil sur la lune dans des cas précédents.
- 2) est ce qu'on peut négliger la force d'attraction universelle exercée par le soleil sur la lune devant celle exercée par la terre sur la lune?

On donne: la distance moyenne terre -soleil  $D_{TS} = 1U.A = 150.10^9\text{m}$

la distance moyenne terre lune  $D_{TL} = 384000\text{km}$

masse du soleil:  $M_S = 2.10^{30}\text{kg}$

Masse de la terre  $M_T = 6.10^{21}\text{tonnes}$  , masse de la lune:  $M_L = \frac{M_T}{83}$

## Exercice n° 9

Dans un repère lié à la terre un satellite de masse  $m_s$  décrit une orbite circulaire de rayon  $r_s$  son étant le centre de la terre. Le rayon de la terre  $R_T$  et sa masse  $M_T$ .

- 1) Donnez en fonction de  $G$ ,  $m_s$ ,  $R_T$  et  $M_T$  L'intensité de la force d'attraction universelle  $F_o$  exercée entre la terre et le satellite lorsque le satellite se trouve à la surface de la terre.
- 2) Donnez en fonction de  $G$ ,  $m_s$ ,  $r_s$  et  $M_T$  L'intensité de la force d'attraction universelle  $F$  exercée entre la terre et le satellite lorsque le satellite se trouve sur son orbite.
- 3) Déterminez l'altitude  $h$  dans lequel se trouve le satellite lorsque  $F = \frac{F_o}{16}$ .

## Solution de l'exercice n° 1

- 1) Les deux forces  $\vec{F}'$  et  $\vec{F}$  ont même droite d'action et même intensité.
- 2) Les deux forces  $\vec{F}'$  et  $\vec{F}$  ont des sens opposés et n'ont pas les mêmes points d'application:

$$3) \quad F = F' = G \cdot \frac{m \cdot m'}{d^2}$$

$$4) \quad F = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (10 \cdot 10^{-3})^2}{(5 \cdot 10^{-2})^2} \Leftrightarrow F = 2,67 \cdot 10^{-12} \text{N}$$

faites attention à l'homogénéité des unités,  $F = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \frac{(10 \cdot 10^{-3} \text{kg})^2}{(5 \cdot 10^{-2} \text{m})^2} \approx 2,67 \cdot 10^{-12} \text{N}$

- 5)  $\vec{F}$  est la force d'attraction universelle exercée par le corps (2) sur le corps (1)  
 $\vec{F}'$  est la force d'attraction universelle exercée par le corps (1) sur le corps (2)

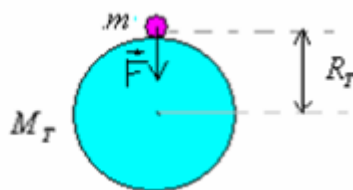


## Solution de l'exercice n° 2:

- 1) 1-1-  
Le rayon de la pomme étant négligeable devant celui de la terre.

1 -  
1-1 -

$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

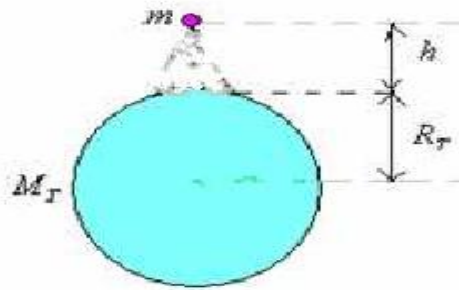


$$1-2- \quad F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{kg} \cdot 0,1 \text{kg}}{(6,38 \cdot 10^6 \text{m})^2} \approx 0,98 \text{N}$$

Poids de la pomme :  $P = mg = 9,8 \text{N} / \text{kg} \cdot 0,1 \text{kg} = 0,98 \text{N}$

Par conclusion : l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par la terre sur la pomme est égale au poids de la pomme.  $F = P$

- 1-3- l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par la terre sur la pomme de masse au  $m = 100 \text{g}$   
 $h = 8840 \text{m}$  sommet de la montagne d'altitude



$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T + h)^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 0,1 \text{ kg}}{(6,38 \cdot 10^6 \text{ m} + 8840 \text{ m})^2} = 0,977 \text{ N}$$

2) 2-1- -l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par le soleil sur la terre:

$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot M_S}{d_{TS}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2 \cdot 10^{30} \text{ kg} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(1,5 \cdot 10^{11} \text{ m})^2} \approx 3,54 \cdot 10^{22} \text{ N}$$

2-2- -l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par le soleil sur la pomme posée à la surface de la terre :

$$F' = G \cdot \frac{m \cdot M_S}{(d_{TS} - R_T)^2}$$

En négligeant le rayon de la terre devant celui du soleil .

$$d_{TS} - R_T \approx d_{ST}$$

$$F' = G \cdot \frac{m \cdot M_S}{d_{TS}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{(1,5 \cdot 10^{11} \text{ m})^2} \approx 5,9 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

2-3- l'intensité de la force exercée par le soleil sur la pomme  $F' = 5,9 \cdot 10^{-4} \text{ N}$

celle exercée par la terre sur la pomme.  $F = 0,98 \text{ N}$

On constate que  $F \gg F'$  calculons le rapport:

$$\frac{F}{F'} = \frac{9,8}{5,9 \cdot 10^{-4}} = 1661 \Rightarrow F = 1661 \cdot F'$$

l'intensité de la force exercée par le soleil sur la pomme est 1661 fois plus grande que celle exercée par la terre sur la pomme.

### Solution de l'exercice n° 3

$$1) \quad F = G \cdot \frac{m_T \cdot m_L}{(R_T + d)^2}$$

$$2) \quad F = G \cdot \frac{m_T \cdot m_L}{(R_T + d)^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 0,7 \text{ kg}}{(6378 \cdot 10^3 \text{ m} + 1 \text{ m})^2} \approx 6,89 \text{ N}$$

### Solution de l'exercice n° 4

$$1) \quad P = mg = 0,650 \cdot (9,8) \approx 6,4 \text{ N}$$

$$2) \quad F = G \cdot \frac{m \cdot m}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{0,650 \text{ kg} \cdot (0,650 \text{ kg})}{(0,20 \text{ m})^2} = 7 \cdot 10^{-10} \text{ N}$$

$$3) \quad P = 10^9 \cdot F \quad \Leftrightarrow \quad \frac{P}{F} = \frac{6,4}{7 \cdot 10^{-10}} \approx 9 \cdot 10^9$$

Le poids du ballon est supérieur à l'expression l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par l'un des ballon sur l'autre ballon.

Par conséquent la valeur de l'intensité de la force d'attraction universelle exercée par l'un des ballon sur l'autre ballon est négligeable devant le poids du ballon, pour cette raison lors de l'étude de l'équilibre de l'un des ballon on ne tient pas en compte la force d'attraction universelle exercée par l'autre ballon sur lui.

### Solution de l'exercice n° 5

Le poids de la balle à la surface de la terre = la force d'attraction universelle exercée par la terre sur la balle.

$$F = P = G \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{(6378 \cdot 10^3 \text{ m})^2} \approx 0,0246 \text{ N}$$

Le poids de la balle à la surface de la lune = la force d'attraction universelle exercée par la lune sur la balle.

$$F' = P' = G \frac{M_L \cdot m}{R_L^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{7,36 \cdot 10^{22} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{(1737,4 \cdot 10^3)^2} \approx 4,07 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$\frac{P}{P'} = \frac{0,0246}{4,07 \cdot 10^{-3}} = 6 \quad \Rightarrow \quad P' = \frac{P}{6}$$

Le poids de la balle sur la lune est égal au sixième de son poids sur la terre .

Donc c'est : 3) qui est la réponse correcte.

### Solution de l'exercice n° 6

1. 
$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot M_L}{d^2}$$

-2

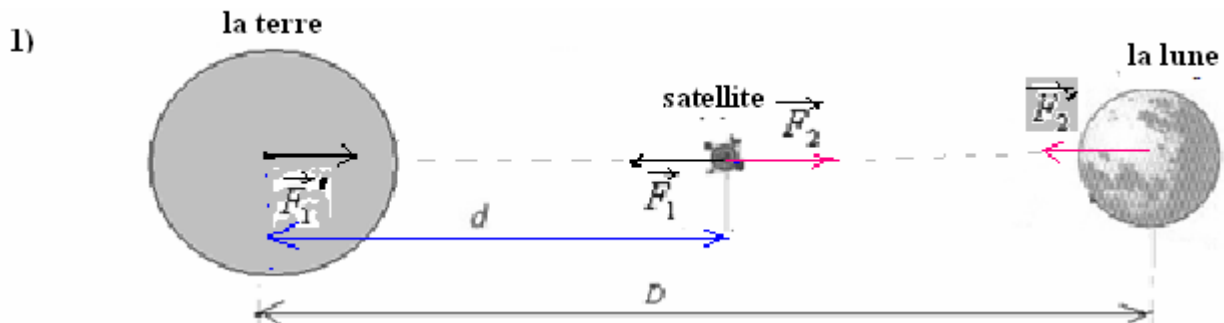
2-1--Lorsque la lune se trouve au périgée  
 $d = 356375 \text{ km}$

$$F = G \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(356375 \times 10^3 \text{ m})^2} \approx 3,4 \cdot 10^{30} \text{ N}$$

2-2--Lorsque la lune se trouve à l'apogée

$$d = 406720 \text{ km} \quad F = G \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(406720 \times 10^3 \text{ m})^2} \approx 2,6 \cdot 10^{30} \text{ N}$$

### Solution de l'exercice n° 7



expression de l'intensité commune d'attraction universelle exercée entre la terre et le satellite

$$F_1 = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{d^2}$$

expression de l'intensité commune d'attraction universelle exercée entre la lune et le satellite.

$$F_2 = G \cdot \frac{M_L \cdot m}{(D - d)^2}$$

2) lorsque les deux forces sont opposées, elles ont même intensité  $F_1 = F_2$  : donc:

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m}{d^2} = G \cdot \frac{M_L \cdot m}{(D-d)^2} \Rightarrow \frac{M_T}{d^2} = \frac{M_L}{(D-d)^2} \Rightarrow \frac{(D-d)^2}{d^2} = \frac{M_L}{M_T} \Rightarrow \frac{D-d}{d} = \sqrt{\frac{M_L}{M_T}}$$

$$\frac{D}{d} - 1 = \sqrt{\frac{M_L}{M_T}} \Rightarrow \frac{D}{d} = 1 + \sqrt{\frac{M_L}{M_T}} \quad \text{donc: } d = \frac{D}{1 + \sqrt{\frac{M_L}{M_T}}}$$

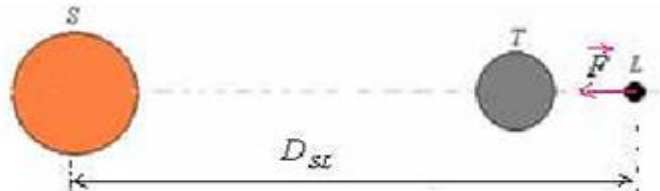
AN:  $d = \frac{D}{1 + \sqrt{\frac{M_L}{M_T}}} = \frac{3,84 \cdot 10^5 \text{ km}}{1 + \sqrt{\frac{1}{83}}} = 3,46 \cdot 10^5 \text{ km}$

### Solution de l'exercice n°8

1) ■ dans le premier cas, la valeur de l'intensité d'attraction universelle exercée par le soleil sur la lune

$$D_{TL} = 1U.A = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$$

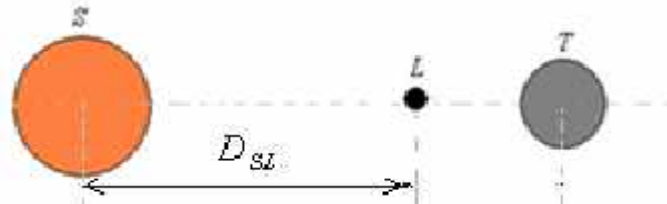
$$D_{SL} = D_{ST} + D_{TL}$$



$$F = G \cdot \frac{M_S \cdot M_L}{D_{SL}^2} = G \cdot \frac{M_S \cdot M_L}{(D_{ST} + D_{TL})^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2 \cdot 10^{30} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24}}{83}}{(150 \cdot 10^9 \text{ m} + 384 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 4,26 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

■ dans le deuxième cas, la valeur de l'intensité d'attraction universelle exercée par le soleil sur la lune

$$D_{SL} = D_{ST} - D_{TL}$$



$$F = G \cdot \frac{M_S \cdot M_L}{D_{SL}^2} = G \cdot \frac{M_S \cdot M_L}{(D_{ST} - D_{TL})^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2 \cdot 10^{30} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24}}{83}}{(150 \cdot 10^9 \text{ m} - 384 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 4,3 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

2) la force d'attraction universelle exercée par la terre sur la lune.

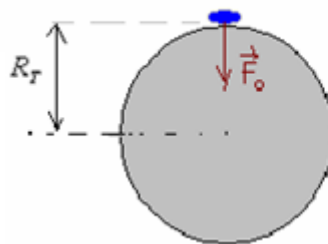
$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot M_L}{D_{TL}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{M_T \cdot \frac{M_L}{83}}{(384 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{(6 \cdot 10^{24} \text{ kg})^2}{83 \cdot (384 \cdot 10^6 \text{ m})^2} \approx 2 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

On ne peut pas négliger la force d'attraction universelle exercée par le soleil sur la lune devant celle exercée par la terre sur la lune.

### Solution de l'exercice n°9

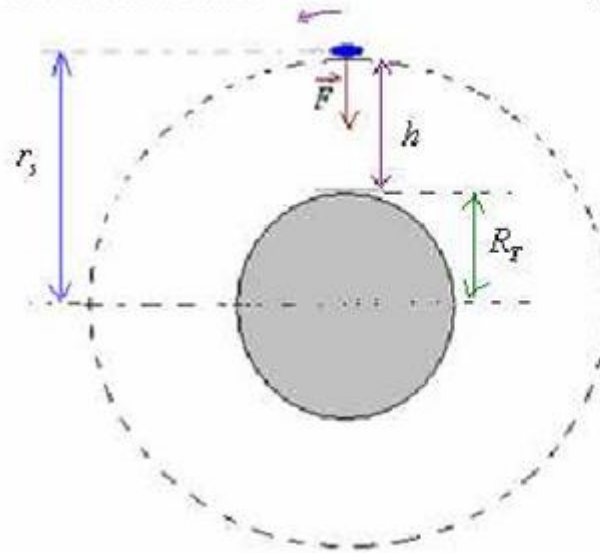
① L'intensité de la force d'attraction universelle  $F_o$  exercée entre la terre et le satellite lorsque le satellite se trouve à la surface de la terre.

$$F_o = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$



L'intensité de la force d'attraction universelle  $F$  exercée entre la terre et le satellite lorsque le satellite se trouve sur son orbite.

$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r_s^2}$$



3) l'altitude  $h$  dans lequel se trouve le satellite lorsque  $F = \frac{F_o}{16} \Rightarrow \frac{F_o}{F} = 16$

$$\frac{F_o}{F} = \frac{G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}}{G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r_s^2}} = \frac{1}{R_T^2} = \frac{r_s^2}{R_T^2} \quad ; \quad \frac{F_o}{F} = 16 \Rightarrow \frac{r_s^2}{R_T^2} = 16 \Rightarrow r_s^2 = 16R_T^2 \quad \text{Donc} \quad r_s = 4R_T$$

or :  $r_s = R_T + h$     Donc  $h = r_s - R_T = 4R_T - R_T = 3R_T = 3 \cdot (6378) = 1934 \text{ km}$

\*\*\*\*\*

**prf. SBIRO Abdelkrim lycée agricole oulad teima région d'Agadir Royaume du Maroc**  
**Mail : [sbiabdou@yahoo.fr](mailto:sbiabdou@yahoo.fr)**  
**pour toute observation contactez moi**