

La **masse de la Terre** vaut $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} [kg]$ et son **rayon** moyen vaut $R_T = 6,37 \cdot 10^6 [m]$.

La **masse de la Lune** vaut $M_L = 7,35 \cdot 10^{22} [kg]$ et son **rayon** moyen vaut $R_L = 1,74 \cdot 10^6 [m]$.

Exercice 1

Utiliser les informations données dans la table CRM pour calculer la valeur de l'accélération de la gravitation sur la planète Mercure.

- a) Comparer la valeur trouvée avec la valeur correspondante de la table CRM.

Remarque : $m \cdot s^{-2} = N \cdot kg^{-1} = \frac{N}{kg}$

- b) Que vaut la force de pesanteur d'une masse de 30,0 [kg] à la surface de Mercure ?

Exercice 2

- a) A l'aide de la formule de la force de la gravitation, retrouvez la valeur de l'accélération de la gravitation sur la Terre, $g_{Terre} = 9,81 [N/kg]$.

- b) A l'aide de la formule de la force de la gravitation, retrouvez la valeur de l'accélération de la gravitation sur la Lune, $g_{Lune} = 1,62 [N/kg]$.

- c) Quelle est la force de pesanteur subit par un astronaute de 100 [kg] sur la Terre ?

- d) Quelle est la force de pesanteur subit par un astronaute de 100 [kg] sur la Lune ?

Exercice 3

La valise de Jean subit une force de pesanteur sur la Terre de 196,2 [N].

- a) Quelle est la masse de la valise de Jean ?

- b) Quelle est la force de pesanteur de cette valise sur la Lune ?

- c) Quelle est la masse de cette valise sur la Lune ?

- d) Sur la Lune, qu'indique une balance terrestre sur laquelle on a posé cette valise ?

Exercice 4

Utiliser les informations données dans la table CRM pour déterminer l'intensité de la force de pesanteur d'un astronaute de 80,0 [kg] :

- a) sur Terre

- b) sur la Lune

- c) sur Mars

Exercice 5

La planète Vénus a une masse $m_V = 4,88 \cdot 10^{24} [kg]$. Son diamètre vaut $1,225 \cdot 10^4 [m]$ [Km]

- a) Que vaut la constante g (accélération de la pesanteur ou accélération de la gravité) à la surface de Vénus ?

- b) Que vaut la force de pesanteur d'une masse de 30,0 [kg] à la surface de Vénus ?

- c) Que vaut la force de pesanteur de ce même objet à la surface de la Terre ?

Exercice 6*

Si $g = 9,81 [N/kg]$ au niveau de la mer, que vaut g à 10'000 [m] d'altitude, altitude à laquelle vole un avion de ligne ?

Exercice 7*

Un astronaute arrive sur une planète inconnue. Il sort un dynamomètre de sa poche et y suspend une boule de 250 [g]. La force mesurée est de 2,15 [N].

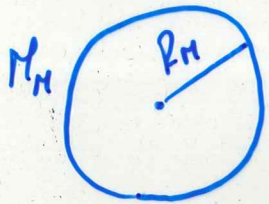
Calculer la masse de cette planète si son diamètre (mesurée préalablement) est de 10'500 [km].

Ex1) g_M ?

g_M : L'accélération de la gravitation sur Mercure

M_M : La masse de Mercure

R_M : Le rayon moyen de Mercure



Mercure

Table CRM p. 200

$$M_M = 0,056 \cdot M_T$$

$$R_M = 0,387 \cdot R_T$$

M_T : La masse de la Terre

$$M_T = 5,9742 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

R_T : Le rayon moyen de la "

$$R_T = 6,371030 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$g_M = G \cdot \frac{M_M}{R_M^2}$$

$$M_M = 0,056 \cdot M_T = 0,056 \cdot 5,9742 \cdot 10^{24} [\text{Kg}] = 3,34556 \cdot 10^{23} \text{ Kg}$$

$$R_M = 0,387 \cdot R_T = 0,387 \cdot 6,371030 \cdot 10^6 [\text{m}] = 2,465589 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$g_M = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{Kg}^2} \right] \cdot \frac{3,34556 \cdot 10^{23} [\text{Kg}]}{(2,465589 \cdot 10^6 [\text{m}])^2} = 3,67073 \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}}{\text{Kg}^2 \text{ m}^2} \right] = 3,67 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$$

$$g_M = 3,67 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$$

Table CRM: $g_{M \text{ au pôle}} = 3,72 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$

comme R_M au pôle est plus petit que R_M moyen
 $g_{\text{pôle}} > g_{\text{moyenne}}$

b) F_{PM} ? si $m = 30,0 \text{ Kg}$

F_{PM} : La force de pesanteur à la surface de Mercure

$$F_P = m \cdot g$$

$$F_{PM} = m \cdot g_M = 30,0 [\text{Kg}] \cdot 3,67 \left[\frac{\text{N}}{\text{Kg}} \right] = \underline{\underline{110 \text{ N}}}$$

Résolution alternative pour a)

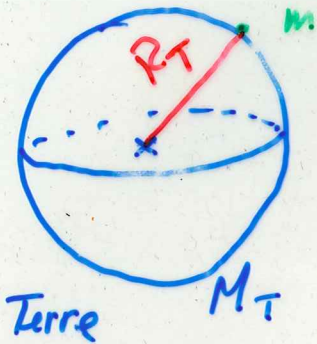
$$g_M = G \cdot \frac{M_M}{R_M^2} = G \cdot \frac{0,056 \cdot M_T}{(0,387 \cdot R_T)^2} = \frac{0,056}{(0,387)^2} \cdot G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} = \frac{0,056}{(0,387)^2} \cdot g_{\text{Terre}} = \frac{0,056}{(0,387)^2} \cdot 9,81 \left[\frac{\text{N}}{\text{Kg}} \right] = 3,66805 \frac{\text{N}}{\text{Kg}} = \underline{\underline{3,67 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}}}$$

Ex 2)
$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

loi de la gravitation universelle

a) g_T ?

• Un objet de masse "m" à la surface de la Terre



M_T : la masse de la Terre

$$M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

R_T : Le rayon " " "

$$R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

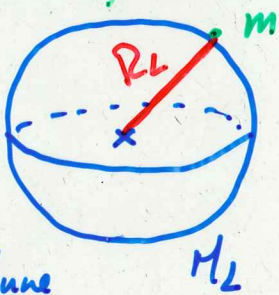
$$F_p = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} = g \cdot m = m \cdot g$$

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

$$g = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{Kg}^2} \right] \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} [\text{Kg}]}{(6,37 \cdot 10^6 [\text{m}])^2} = \underline{\underline{9,81 \left[\frac{\text{N}}{\text{Kg}} \right]}}$$

b) g_L ?

• Un objet de masse "m" à la surface de la Lune



M_L : la masse de la Lune $M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ Kg}$

R_L : Le rayon de la Lune $R_L = 1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$

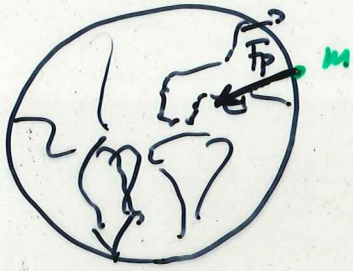
F_{p_L} : la force de pesanteur à la surface de la Lune

g_L : l'accélération de la pesanteur à la surface de la Lune

$$\left. \begin{array}{l} F_{p_L} = G \cdot \frac{M_L \cdot m}{R_L^2} \\ F_{p_L} = m \cdot g_L \end{array} \right\} m \cdot g_L = G \cdot \frac{M_L \cdot m}{R_L^2} ; g_L = \frac{G \cdot M_L \cdot m}{m \cdot R_L^2} = \frac{G \cdot M_L}{R_L^2}$$

$$g_L = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{Kg}^2} \right] \frac{7,35 \cdot 10^{22} [\text{Kg}]}{(1,74 \cdot 10^6 [\text{m}])^2} = \underline{\underline{1,62 \left[\frac{\text{N}}{\text{Kg}} \right]}}$$

Pb 2c) F_p ? si $m = 100 \text{ kg}$ F_p : La force de pesanteur sur la Terre



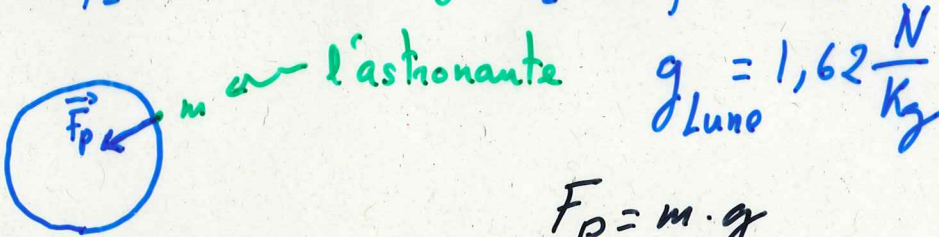
La Terre

$$F_p = m \cdot g$$

$$g_{\text{Terre}} = 9,81 \left[\frac{\text{N}}{\text{kg}} \right]$$

$$F_p = 100 [\text{kg}] \cdot 9,81 \left[\frac{\text{N}}{\text{kg}} \right] = \underline{\underline{981 \text{ N}}}$$

d) F_{p_L} ? si $m = 100 \text{ kg}$ F_{p_L} : La force de pesanteur sur la Lune



La Lune

$$g_{\text{Lune}} = 1,62 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F_p = m \cdot g$$

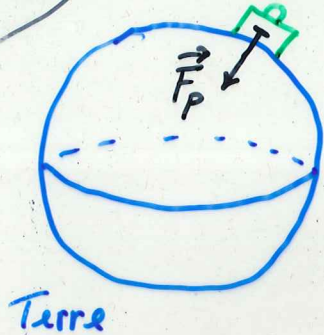
$$F_{p_L} = m \cdot g_{\text{Lune}} = 100 [\text{kg}] \cdot 1,62 \left[\frac{\text{N}}{\text{kg}} \right] = \underline{\underline{162 \text{ N}}}$$

Résolution alternative :

$$c) F_p = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right] \frac{5,97 \cdot 10^{24} [\text{kg}] \cdot 100 [\text{kg}]}{(6,37 \cdot 10^6 [\text{m}])^2} = 981 \text{ N}$$

$$d) F_p = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right] \frac{7,35 \cdot 10^{22} [\text{kg}] \cdot 100 [\text{kg}]}{(1,74 \cdot 10^6 [\text{m}])^2} = 162 \text{ N}$$

Ex 3)



$$F_p = 196,2 \text{ [N]}$$

$$g = 9,81 \left[\frac{\text{N}}{\text{Kg}} \right]$$

L'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre

a) m?

$$F_p = m \cdot g, \quad m = \frac{F_p}{g}$$

$$m = \frac{F_p}{g} = \frac{196,2 \text{ [N]}}{9,81 \left[\frac{\text{N}}{\text{Kg}} \right]} = 20,0 \text{ [Kg]}$$

b) F_{p_L} ? F_{p_L} : La force de pesanteur sur la Lune



$$F_{p_L} = m \cdot g_L$$

$$m = 20,0 \text{ Kg}$$

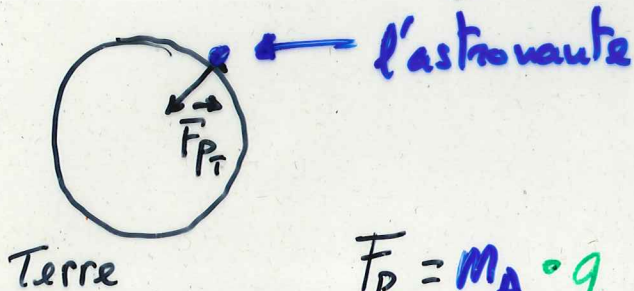
$$g_L = 1,627 \left[\frac{\text{N}}{\text{Kg}} \right] \quad (\text{Table CRM})$$

$$F_{p_L} = m \cdot g_L = 20,0 \text{ [Kg]} \cdot 1,627 \left[\frac{\text{N}}{\text{Kg}} \right] = 32,5 \text{ [N]}$$

c) $m = 20,0 \text{ [Kg]}$ La masse d'un objet ne dépend pas de l'endroit où se trouve l'objet. Donc la masse de la valise est toujours de $20,0 \text{ Kg}$ sur la Lune et n'importe où ailleurs.

Pb4) $m_A = 80,0 [kg]$ m_A : La masse d'un astronaute

a) F_{P_T} ? F_{P_T} : L'intensité de la force de pesanteur de l'astronaute sur Terre



$$F_P = m \cdot g$$

$$F_{P_T} = m_A \cdot g_T = 80,0 [kg] \cdot 9,81 \left[\frac{N}{kg} \right] = 784,8 N = \underline{\underline{785 N}}$$

b) F_{P_L} ? F_{P_L} : L'intensité de la force de pesanteur de l'astronaute sur la Lune

l'astronaute

$$m_A = 80,0 [kg]$$

$$g_L = 1,627 \left[\frac{N}{kg} \right]$$

(CRM ~ 198/200).

g_L : l'accélération de la pesanteur à la surface de la Lune

$$F_{P_L} = m_A \cdot g_L = 80,0 [kg] \cdot 1,627 \left[\frac{N}{kg} \right] = 130,16 \left[\frac{kg \cdot N}{kg} \right] = \underline{\underline{130 N}}$$

c) F_{P_M} ? F_{P_M} : L'intensité de la force de pesanteur de l'astronaute sur Mars

$$m_A = 80,0 [kg]$$

$$g_M = 3,72 \left[\frac{N}{kg} \right]$$

g_M : l'accélération de la pesanteur à la surface de Mars (CRM p200/201)

$$F_{P_M} = m_A \cdot g_M = 80,0 [kg] \cdot 3,72 \left[\frac{N}{kg} \right] = 297,6 \left[\frac{kg \cdot N}{kg} \right] = \underline{\underline{298 N}}$$

Remarque: La masse de l'astronaute est toujours la même
La force de la pesanteur change

P5)

$$m_v = 4,88 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

m_v : La masse de la planète Vénus

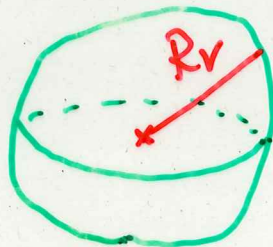
$$d_v = 1,225 \cdot 10^4 \text{ Km}$$

d_v : Le diamètre " " " "

a) g_v ? g_v : l'accélération de la pesanteur à la surface de Vénus

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

m_v Vénus



$$g_v = G \cdot \frac{m_v}{R_v^2}$$

R_v : Le rayon de la planète Vénus

$$R_v = \frac{d_v}{2} = \frac{1,225 \cdot 10^4 \text{ Km}}{2} = 6,125 \cdot 10^3 \text{ Km} = 6,125 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \text{ m} = 6,125 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$g_v = G \cdot \frac{m_v}{R_v^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{Kg}^2} \right] \cdot \frac{4,88 \cdot 10^{24} [\text{Kg}]}{(6,125 \cdot 10^6 [\text{m}])^2} = \frac{32,5496 \cdot 10^{13}}{37,5156 \cdot 10^{12}} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}}{\text{Kg}^2 \cdot \text{m}^2} \right]$$

$$g_v = 8,68 \frac{\text{N}}{\text{Kg}}$$

b) F_p ? F_p : La force de pesanteur d'une masse de 30,0 Kg à la surface de Vénus

$$m = 30,0 \text{ Kg}$$

$$F_p = m \cdot g$$

$$F_{p_v} = m \cdot g_v = 30,0 [\text{Kg}] \cdot 8,68 \left[\frac{\text{N}}{\text{Kg}} \right] = \underline{\underline{260 \text{ N}}}$$

c) F_{p_T} ?

Pb6)

g_{10000} ? g_{10000} = l'accélération de la pesanteur à 10'000 m d'altitude

$$g = 9,81 \left[\frac{N}{Kg} \right]$$

g : l'accélération de la pesanteur à la surface de la Terre / au niveau de la mer

$$F_p = m \cdot g$$

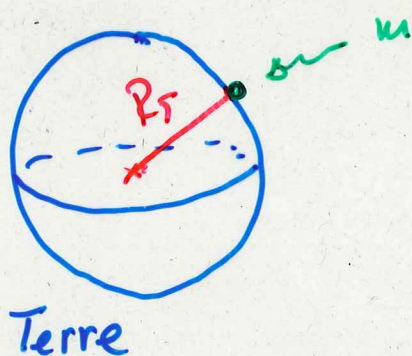
F_p : la force de la pesanteur = la force avec laquelle la Terre nous attire

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

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{N \cdot m^2}{Kg^2} \right]$$

M_T : la masse de la Terre $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} Kg$

R_T : le rayon de la Terre $R_T = 6,37 \cdot 10^6 m$

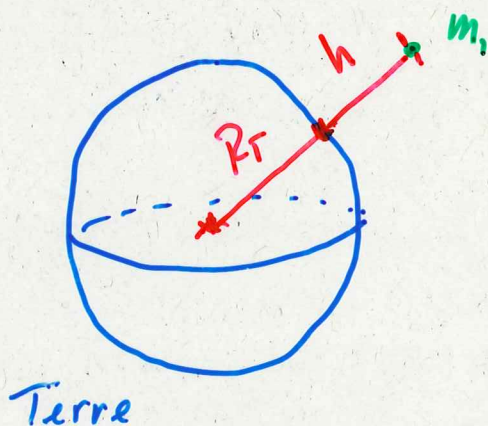


$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

La loi de la gravitation universelle

$$d = R_T + h$$

h : l'altitude
 $h = 10^4 m$



$$F_p = G \cdot \frac{m_1 \cdot M_T}{(R_T + h)^2}$$

$$F_p = m_1 \cdot g_{10000}$$

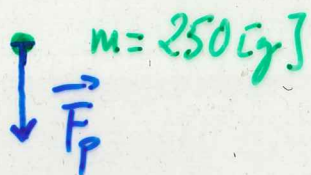
$$g_{10000} = G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

$$g_{10000} = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{N \cdot m^2}{Kg^2} \right] \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} [Kg]}{(6,37 \cdot 10^6 m + 10^4 m)^2} = 9,78 \left[\frac{N}{Kg} \right]$$

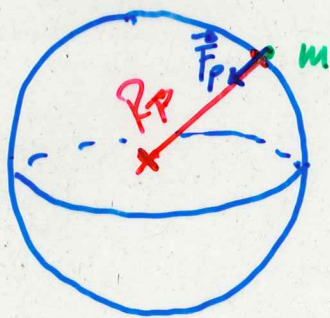
Résolution alternative:

$$\frac{g_{10000}}{g} = \frac{G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h)^2}}{G \cdot \frac{M_T}{R_T^2}} ; \quad \frac{g_{10000}}{g} = \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} ; \quad g_{10000} = \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} \cdot g = \frac{(6,37 \cdot 10^6 m)^2}{(6,38 \cdot 10^6 m)^2} \cdot 9,81 \frac{N}{Kg}$$

P67) M_p ?



Une planète inconnue



$$m = 250 \text{ [g]} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ [kg]}$$

$$F_p = 2,15 \text{ [N]}$$

$$\text{diamètre} = 10'500 \text{ [km]}$$

$$R_p = \frac{\text{diamètre}}{2} = \frac{10'500 \text{ [km]}}{2} = 5'250 \text{ km} = 5,250 \cdot 10^6 \text{ m}$$

R_p : Le rayon de la planète

M_p : La masse de la planète

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right]$$

$$F_p = G \cdot \frac{m \cdot M_p}{R_p^2};$$

$$M_p = \frac{F_p \cdot R_p^2}{G \cdot m} = \frac{2,15 \text{ [N]} \cdot (5,250 \cdot 10^6 \text{ m})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right] \cdot 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ [kg]}} = \underline{\underline{3,55 \cdot 10^{24} \text{ kg}}}$$

Résolution alternative

$$F_p = m \cdot g_p$$

g_p : L'accélération de la pesanteur à la surface de la planète

$$g_p = \frac{F_p}{m} = \frac{2,15 \text{ [N]}}{2,50 \cdot 10^{-1} \text{ [kg]}} = 8,60 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$g_p = G \cdot \frac{M_p}{R_p^2}; \quad M_p = \frac{g_p \cdot R_p^2}{G} = \frac{8,60 \left[\frac{\text{N}}{\text{kg}} \right] \cdot (5,250 \cdot 10^6 \text{ m})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right]} = \underline{\underline{3,55 \cdot 10^{24} \text{ kg}}}$$