1. Dans le système international, l'unité de la masse est le kilogramme [kg] et l'unité de la force est le newton [N].

2.a La force de pesanteur d'un objet de 3,50 [kg] (sur Terre) vaut : $F_P = 3{,}50 \cdot 9{,}81 = 34{,}3$ [N].

2.b La masse de l'objet vaut : $m=\frac{F_P}{g}=\frac{250[N]}{9,81[N/kg]}=25,5[kg]$.

2.c Exercer une force de 490 [N] correspond à soulever environ 49 [kg], environ votre masse, donc oui, vous êtes capables d'exercer une force de 490 [N] !

3.a L'intensité de la force entre deux masses de 1,00 [kg] distante de 1,00 [m] vaut :

$F_a = 1{,}00 \cdot \frac{1{,}0 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11}}{1{,}00^2} = 6{,}67 \cdot 10^{-11}[N]$. Elle est donc très faible.

3.b Puisque la distance diminue d'un facteur 10, qui est mis au carré, la force est augmentée d'un facteur 100, donc $F_b = 100 \cdot F_a = 6{,}67 \cdot 10^{-9}[N]$.

3.c Puisque le produit des masse augmente d'un facteur 10, la force est augmentée d'un facteur 10, donc $F_c = 10 \cdot F_a = 6{,}67 \cdot 10^{-10}[N]$.

4.a L'accélération de la pesanteur sur la Terre peut se calculer par $g_{Terre}=\frac{F_P}{m}$, où m est une masse subissant la force F_P. D'autre part $F_P = m \cdot \frac{M \cdot G}{d^2}$, donc $g_{Terre} = \frac{M_{Terre} \cdot G}{R^2_{Terre}}$.

Cela donne la valeur connue : $g_{Terre} = \frac{5{,}97 \cdot 10^{24} \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11}}{\left(6{,}37 \cdot 10^6\right)^2} = 9{,}81 \left[\frac{N}{kg}\right]$

4.b De la même manière l'accélération de la pesanteur sur la Lune se calcule comme suit :

$g_{Lune} = \frac{M_{Lune} \cdot G}{R^2_{Lune}} = \frac{7{,}35 \cdot 10^{22} \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11}}{\left(1{,}74 \cdot 10^6\right)^2} = 1{,}62 \left[\frac{N}{kg}\right]$.

5.a La masse de la valise de Jean vaut : $m=\frac{F_P}{g}=\frac{196{,}2[N]}{9{,}81[N/kg]}=20{,}0[kg]$.

5.b 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 [kg] sur la Lune et n'importe où ailleurs.

5.c Sur la Lune, la force de pesanteur de cette valise vaut :
F_{P_Lune} = 20,0 [kg] · 1,627 [N / kg] = 32,54 [N].

5.d La valeur indiquée par une balance dépend du type de balance utilisée.
Habituellement, les balances mesurent la force de pesanteur et divisent cette force mesurée en newton par 9,81 pour afficher une masse en kilogrammes. Dans ce cas, sur la Lune, la balance indiquera une masse de : $m=\frac{F_{P\,Lune}}{g}=\frac{32{,}54[N]}{9{,}81[N/kg]}=3{,}32[kg]$.
Dans les hôpitaux, il est fréquent d'avoir des balances qui mesure votre masse par comparaison avec une autre masse. Dans ce cas, la balance indiquera votre masse correctement, soit m = 20,0 [kg].

6. La **masse de la Terre** vaut $M_T = 5{,}97\cdot10^{24}[kg]$.

La **masse de la Lune** vaut $M_L = 7{,}35\cdot10^{22}[kg]$.

La **masse du Soleil** vaut $M_L = 1{,}99\cdot10^{30}[kg]$.

La **distance Terre - Lune** vaut $d_{TL} = 3{,}84\cdot10^{8}[m]$.

La **distance Terre -Soleil** vaut $d_{TS} = 1{,}50\cdot10^{11}[m]$.

6.a L'intensité des forces de gravitation entre la Terre et la Lune vaut :

$$F_{TL} = \frac{M_{Terre}\cdot M_{Lune}\cdot G}{d_{TL}^2} = \frac{5{,}97\cdot10^{24}\cdot7{,}35\cdot10^{22}\cdot6{,}67\cdot10^{-11}}{\left(3{,}84\cdot10^{8}\right)^2} = 1{,}98\cdot10^{20}\,[N].$$

6.b L'intensité des forces de gravitation entre la Terre et le Soleil vaut :

$$F_{TS} = \frac{M_{Terre}\cdot M_{Soleil}\cdot G}{d_{TS}^2} = \frac{5{,}97\cdot10^{24}\cdot1{,}99\cdot10^{30}\cdot6{,}67\cdot10^{-11}}{\left(1{,}50\cdot10^{11}\right)^2} = 3{,}52\cdot10^{22}\,[N].$$

6.c Le rapport de ces deux forces vaut : $rapport = \frac{F_{TS}}{F_{TL}} = \frac{3{,}52\cdot10^{22}}{1{,}98\cdot10^{20}} = 178$.

Donc la force d'attraction entre la Terre et le Soleil est 178 fois plus fort qu'entre la Terre et la Lune.

7.a La distance entre le satellite et le centre de la Terre vaut :

$$d = R_{Terre} + h = 6{,}37\cdot10^{6} + 3{,}59\cdot10^{7} = 4{,}23\cdot10^{7}[m]$$

7.b L'intensité des forces de gravitation entre la Terre et le salelite vaut :

$$F_{\text{Terre\_satellite}} = \frac{M_{\text{Satellite\_Terre}}\cdot M_{Terre}\cdot G}{d_{TS}^2} = \frac{1{,}12\cdot10^{3}\cdot5{,}97\cdot10^{24}\cdot6{,}67\cdot10^{-11}}{\left(4{,}23\cdot10^{7}\right)^2} = 249\,[N].$$

8.

Environ un siècle après la découverte de la gravitation universelle par Newton, Cavendish a mesuré la constante $G = 6{,}67\cdot10^{-11}[N\cdot m^2/kg^2]$. A la même époque, on connaissait les dimensions de la Terre et l'on savait mesurer une force. La gravitation universelle et sa constante G étant connues, comment peut-on à partir d'une expérience simple déterminer la masse de la Terre ?

Expliquez la méthode utilisée.

- ❑ Choisir une masse et la suspendre à un dynamomètre. Déterminer la force de pesanteur F_P, qui est donc égale à la force de gravitation.
- ❑ Poser la masse sur une balance et déterminer sa masse m.
- ❑ Déterminer le rayon de la Terre R_{Terre}. La chercher dans une tables ou la calculer à partir de la circonférence de la Terre.
- ❑ Calculer la masse de la Terre : $M_{Terre} = \frac{F_P\cdot R_{Terre}^2}{G\cdot m}$.