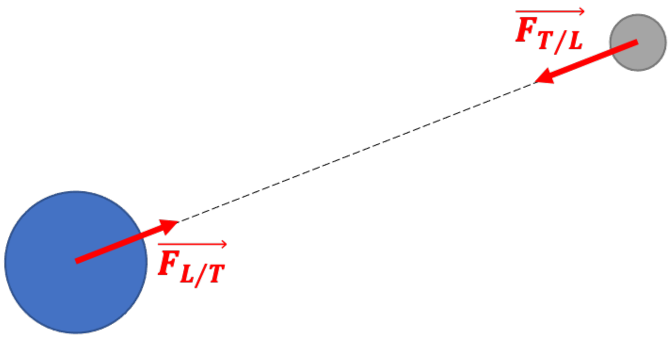
# Interactions fondamentales
# Corrigé de quelques exercices du livre – Chapitre 10

## Exercice 17 : Utiliser la loi d'interaction gravitationnelle

**a.** $F_{T/L} = F_{L/T} = G\frac{M_T M_L}{d^2} = 6{,}67.10^{-11} \times \frac{5{,}97.10^{24} \times 7{,}34.10^{22}}{(3{,}83.10^8)^2} = 1{,}99.10^{20}\ N$

**b.**




## Exercice 28 : Calculer un champ de gravitation

**a.** $F_{M/I} = G\frac{M_M m}{{R_M}^2} = 6{,}67.10^{-11} \times \frac{6{,}42.10^{23} \times 358}{(3{,}40.10^6)^2} = 1{,}33.10^3\ N$

**b.** $g_M = \frac{F_{M/I}}{m} = \frac{1{,}33.10^3}{358} = 3{,}70\ N.kg^{-1}$

## Exercice 36 : Comparer d'autres champs de gravitation

$$\frac{g_M}{g_S} = \frac{G\frac{M_M}{{R_M}^2}}{G\frac{M_S}{{R_S}^2}} = \frac{M_M}{M_S}\frac{{R_S}^2}{{R_M}^2} = \frac{3{,}30.10^{23}}{1{,}99.10^{30}} \times \frac{(6{,}96.10^8)^2}{(2{,}44.10^6)^2} = 1{,}35.10^{-2}$$

Le champ gravitationnel de Mercure à sa surface est près de 75x plus faible que le champ gravitationnel du Soleil à sa surface.

## Exercice 43 : Champ de gravitation et champ de pesanteur terrestre

**a.** $F_{T/i} = G\frac{M_T m}{{R_T}^2} = 6{,}67.10^{-11} \times \frac{5{,}97.10^{24} \times 60}{(6{,}38.10^6)^2} = 5{,}9.10^2\ N$

**b.** $g_T = \frac{F_{T/i}}{m} = \frac{5{,}9.10^2}{60} = 9{,}8\ N.kg^{-1}$

**c.** $g_T = \frac{F_{T/i}}{m} = G\frac{M_T}{{R_T}^2}$. La norme du champ de gravitation ne dépend pas de la masse de l'objet qui se trouve dans ce champ. Par conséquent, si on considère une personne ayant une autre masse que l'individu considéré précédemment, la norme du champ de gravitation n'est pas modifiée.

**d.** En considérant le même degré de précision (même nombre de chiffres significatifs), les 3 valeurs sont identiques. On peut donc considérer en première approximation que la norme du champ de gravitation terrestre est la même en tout point de la surface de la Terre. Toutefois, si on affine le modèle représentant la Terre, son mouvement de rotation entraîne une déformation de la sphère, qui s'aplatit aux pôles et s'élargit à l'équateur. La distance au centre de la Terre est donc plus faible aux pôles, ce qui implique une norme du champ de gravitation plus élevée, et plus grande à l'équateur, ce qui implique une norme du champ de gravitation plus faible. C'est ce qu'on retrouve dans les valeurs affichées avec 3 chiffres significatifs.

## *Exercice 46 : Trou noir*

**a.** Les deux forces qui s'exercent au sein d'une étoile sont la « pression radiative », qui tend à dilater l'étoile, et la force gravitationnelle, qui la pousse à s'écrouler sur elle-même.

**b.** Il peut y avoir formation d'un trou noir pour les étoiles dont la masse équivaut à plusieurs fois la masse solaire. Si, après avoir explosé sous la forme d'une Supernova, le cœur résiduel a une masse supérieure à 3,2x celle du Soleil, l'étoile finira en trou noir.

**c.** $F_i = G\frac{Mm}{(r+d_i)^2} \Rightarrow \begin{cases} F_1 = 6{,}67.10^{-11} \times \frac{10\times1{,}99.10^{30}\times1{,}0.10^3}{(30.10^3+15000.10^3)^2} = 5{,}9.10^9\ N \\ F_2 = 6{,}67.10^{-11} \times \frac{10\times1{,}99.10^{30}\times1{,}0.10^3}{(30.10^3+3000.10^3)^2} = 1{,}5.10^{11}\ N \end{cases}$

**d.** $g_i = \frac{F_i}{m} \Rightarrow \begin{cases} g_1 = \frac{5{,}9.10^9}{1{,}0.10^3} = 5{,}9.10^6\ N \\ g_2 = \frac{1{,}5.10^{11}}{1{,}0.10^3} = 1{,}5.10^8\ N \end{cases}$

L'intensité du champ de gravitation généré par un trou noir à plusieurs dizaines de milliers de km de sa surface est largement supérieure à l'intensité du champ de gravitation à la surface de la Terre (entre $10^5$ et $10^7$x). La vitesse de libération, qui est la vitesse qu'il faut fournir à un objet pour qu'il parvienne à quitter l'influence du champ de gravitation d'un astre, est donc beaucoup plus importante pour le trou noir que pour la Terre. L'écart est tel que sa valeur théorique est supérieure à celle de la lumière. Or rien ne peut aller plus vite que la lumière. Par conséquent, aucune forme de matière ne peut s'échapper du trou noir.

## *Exercice 49 : « 16 levers de Soleil »*

**1.** $F_{T/ISS} = G\frac{M_T m}{(R_T+h)^2}$

**2.** D'après les données, $F_{T/ISS} = m\frac{v^2}{R_T+h} \Rightarrow G\frac{M_T m}{(R_T+h)^2} = m\frac{v^2}{R_T+h} \Rightarrow v^2 = G\frac{M_T}{R_T+h}$

L'altitude de l'ISS étant supposée constante, sa vitesse est alors également constante (ni G, ni $M_T$, ni $R_T$ ne varient). Elle peut donc s'écrire $v = \frac{2\pi(R_T+h)}{T}$, le numérateur correspondant à la distance parcourue et le dénominateur à la durée d'une révolution autour de la Terre.

On a donc $\left(\frac{2\pi(R_T+h)}{T}\right)^2 = G\frac{M_T}{R_T+h} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2(R_T+h)^3}{GM_T}} = \sqrt{\frac{4\pi^2(6380.10^3+415.10^3)^3}{6{,}67.10^{-11}\times5{,}98.10^{24}}} = 5{,}57.10^3\ s$

Une journée a une durée de 24 h, soit 86400 s.

En une journée, l'ISS effectue donc un nombre $N = \frac{86400}{5{,}57.10^3} = 15{,}5$ révolutions autour de la Terre, soit environ 16x. Cela signifie que l'ISS passe environ 16x de derrière la Terre à devant la Terre chaque jour, et voit donc environ 16 levers de Soleil chaque jour.