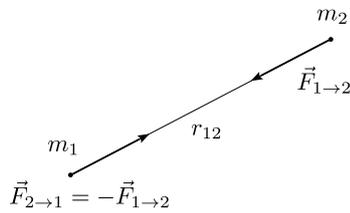


Interactions fondamentales

En physique, on distingue quatre interactions fondamentales :

- **l'interaction gravitationnelle** qui s'exerce entre deux masses. C'est elle qui domine la structure de l'univers à grande échelle.

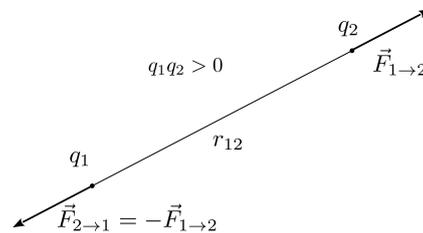
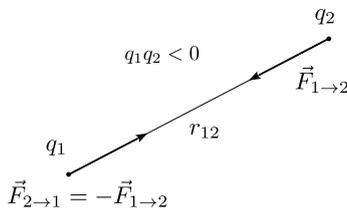


$$\|\vec{F}_{1 \rightarrow 2}\| = \|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\| = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}$$

avec $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI

C'est une interaction attractive de portée infinie.

- **l'interaction électromagnétique** qui s'exerce entre deux particules chargées.



$$\|\vec{F}_{1 \rightarrow 2}\| = \|\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1 q_2|}{r_{12}^2}$$

avec $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F.m⁻¹ permittivité électrique du vide

C'est une interaction qui peut être attractive (entre deux charges de signes opposés) ou répulsive (entre deux charges de même signe) et de portée infinie.

Comparons $\|\vec{F}_e\|$ la norme de la force d'interaction électromagnétique s'exerçant entre le proton et l'électron dans l'atome d'hydrogène et $\|\vec{F}_g\|$ la norme de la force d'interaction gravitationnelle entre ces mêmes particules. On note $R = 0,5 \cdot 10^{-10}$ m la distance entre le proton et l'électron.

$$\left. \begin{aligned} \|\vec{F}_e\| &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{R^2} \\ \|\vec{F}_g\| &= G \frac{m_e m_p}{R^2} \end{aligned} \right\} \text{d'où } \frac{\|\vec{F}_e\|}{\|\vec{F}_g\|} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 G m_e m_p} \simeq 10^{40} !$$

Données :

- masse de l'électron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg
- masse du proton $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg
- charge de l'électron $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

L'interaction gravitationnelle est donc beaucoup plus faible que l'interaction électromagnétique. Or la matière est constituée de particules chargées (protons, électrons) et pourtant c'est la gravité qui domine à grande échelle. Ceci est dû au phénomène d'écrantage : les électrons négatifs écrantent le noyau positif. L'atome, ainsi que la matière, est globalement neutre. La masse, à la différence de la charge électrique, est toujours positive. Elle ne peut donc pas être écrantée et c'est pourquoi l'interaction gravitationnelle domine à grande échelle.

Par contre, au niveau atomique et moléculaire, l'interaction électromagnétique prédomine. C'est elle qui est responsable de la cohésion de la matière, des réactions chimiques,...

- **l'interaction faible**, qui intervient entre autres lors des processus de désintégration radioactive avec émission β^- (par exemple la désintégration du neutron $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$)
- **l'interaction forte** qui s'exerce entre nucléons (neutrons, protons) permet la cohésion du noyau. C'est une interaction à très courte portée (de l'ordre de 10^{-15} m). En effet l'interaction électromagnétique seule tend à repousser les protons de charge électrique $+e$ positive. Ceci explique le rôle des neutrons : ils éloignent les charges positives en s'intercalant entre les protons, diminuant ainsi la répulsion électromagnétique tout en assurant la cohésion du noyau par interaction forte.