

# LES QUARKS

$\left(\frac{2}{3}\right)$   
up



$\left(\frac{2}{3}\right)$   
charm



$\left(\frac{2}{3}\right)$   
top



$\left(-\frac{1}{3}\right)$

down



$\left(-\frac{1}{3}\right)$

strange



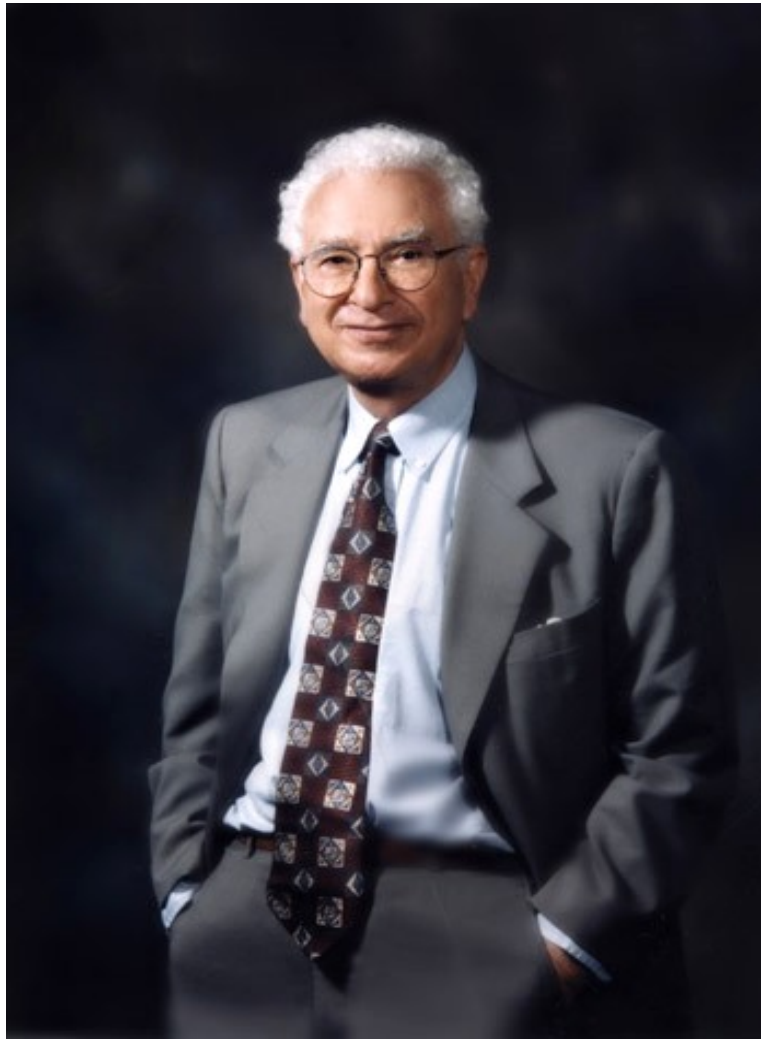
$\left(-\frac{1}{3}\right)$

bottom



# LES QUARKS - HISTORIQUE

- L'atome depuis l'Antiquité
- L'électron, par J.J. Thomson en 1897
- Le proton, par E. Rutherford en 1919, puis le neutron, par J. Chadwick en 1934
- Les quarks, par Murray Gell-Mann en 1964



*Murray Gell-Mann. Âgé de 81 ans le 15 septembre prochain, il continue à donner des conférences et des cours de temps en temps, à l'Université du Nouveau-Mexique (Albuquerque).*

# LES QUARKS - DESCRIPTION

Chaque quark est caractérisé par :

- **Une masse**, exprimée en MeV ou en GeV
- **Une charge électrique fractionnaire**, qui correspond à une fraction de la charge électrique élémentaire ( $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C, la charge d'un proton)
- **Un spin  $\frac{1}{2}$** , le même pour tous les quarks

# LES QUARKS - DESCRIPTION

Saveur	Charge	Masse	Génération
Down (Bas)	-1/3	4 à 8 MeV	1 <sup>ère</sup>
Up (Haut)	2/3	1,5 à 4,0 MeV	
Strange (Étrange)	-1/3	80 à 130 MeV	2 <sup>ème</sup>
Charmed (Charme)	2/3	1,2 à 1,4 GeV	
Bottom/Beauty (Beauté)	-1/3	4,1 à 4,4 GeV	3 <sup>ème</sup>
Top/Truth (Vérité)	2/3	170 à 176 GeV	

# LES QUARKS - ASSEMBLAGES

**Les baryons** sont des assemblages de 3 quarks, un de chaque couleur :

- Le **proton** a une charge de **+1**, il est donc composé de deux quarks Up et d'un Down. Sa charge totale vaut :  $Q_{Up} + Q_{Up} + Q_{Down} = 2/3 + 2/3 - 1/3 = \mathbf{+1e}$
- Le **neutron**, de charge **nulle** est formé d'un quark Up et de deux quarks Down. Sa charge totale vaut :  $Q_{Up} + Q_{Down} + Q_{Down} = 2/3 - 1/3 - 1/3 = \mathbf{0e}$

# LES QUARKS - ASSEMBLAGES

**Les mésons** sont des assemblages instables de quark et d'antiquark, possédant en moyenne une durée de vie très courte ( $10^{-8}$  à  $10^{-23}$  secondes) :

- Les pions ( $\pi$ ) :
  - Le pion  $\pi^+$  est composé d'un quark up et d'un antidown, sa charge vaut  $2/3 + 1/3 = +1e$
  - Le pion  $\pi^-$  est composé d'un antiup et d'un down, sa charge vaut  $-2/3 - 1/3 = -1e$
  - Le pion  $\pi^0$  est composé d'une paire up/antiup et d'une autre down/antidown, sa charge vaut donc  $0e$

# LES QUARKS - ASSEMBLAGES

## □ Les mésons B :

- Le méson **B<sup>+</sup>** est composé d'un quark up et d'un antibottom, sa charge vaut  $2/3 + 1/3 = \mathbf{+1e}$
- Le méson **B<sup>-</sup>** est composé d'un quark antiup et d'un bottom, sa charge vaut  $-2/3 - 1/3 = \mathbf{-1e}$
- Le méson **B<sup>0</sup>** est composé d'un quark down et d'un antibottom, sa charge vaut  $-1/3 + 1/3 = \mathbf{0e}$

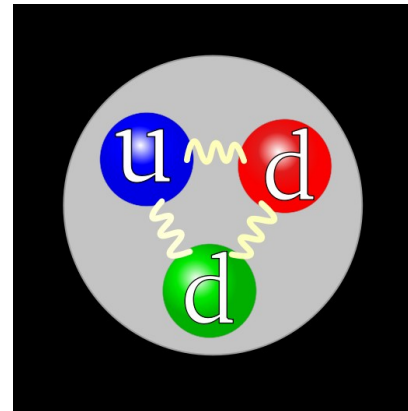
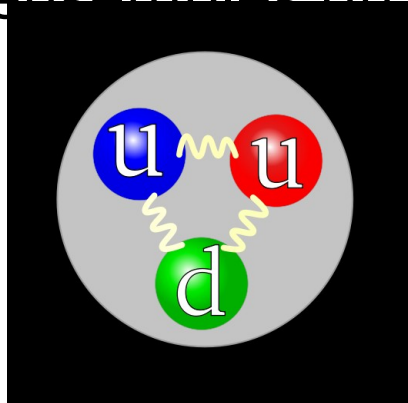


# LES QUARKS - ASSEMBLAGES

Fermions				
	Quarks		Leptons	
<b>Charge</b>	-1/3	2/3	-1	0
stable	Down	Up	Électron	Neutrino électronique
instable	Strange	Charmed	Muon	Neutrino muonique
	Beauty	Top	Tauon	Neutrino taunique

# LES QUARKS - FORCES

- **La force forte** est la force qui maintient les quarks soudés entre eux à l'intérieur d'hadrons et les nucléons à l'intérieur du noyau atomique. Bien que sa portée de  $10^{-13}$  cm soit faible, elle est, comme son nom l'indique, la force la plus intense des quatre. Elle agit sur tous les quarks et les ensembles qu'ils forment.



# LES QUARKS - FORCES

**La force faible**, très discrète est la dernière à avoir été découverte (1930). Elle est responsable :

- Du changement de saveur d'un quark
- De la désintégration des neutrons en protons et des électrons en neutrinos.

La force faible a une portée de  $10^{-16}$  cm, la plus courte des quatre, mais, contrairement à son nom cette fois, elle précède la gravitation et la force électromagnétique en terme d'intensité.

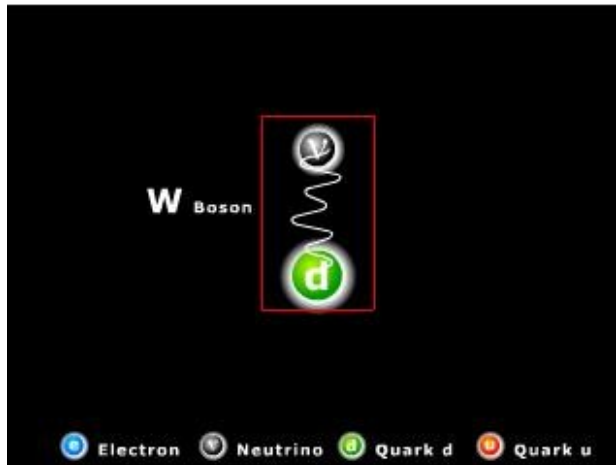
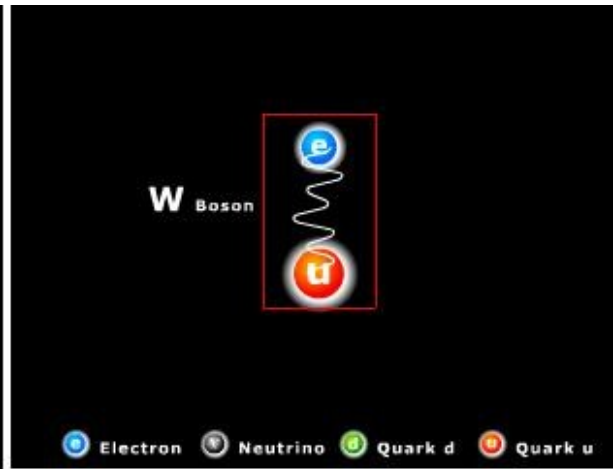
# LES QUARKS - FORCES

Le neutron est un ensemble instable. Sa désintégration, appelée

**désintégration  $\beta^-$** , s'effectue en deux étapes :

- Un des deux quarks down du neutron se désintègre en quark  $d \rightarrow u + W^-$  ou  $W^-$
- Le boson  $W^-$  se désintègre à son tour en un électron et un neutrino  $W^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$
- Le neutron est ainsi converti en proton, par l'intermédiaire de la force faible, et un électron et un neutrino sont émis.  
 $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

# LES QUARKS - FORCES



# LES QUARKS - BIBLIOGRAPHIE

## **Sources :**

- <http://fr.wikipedia.org>
- <http://villemine.gerard.free.fr>
- <http://www2.cnrs.fr>
- <http://www.cidehom.com>
- <http://www.cerimes.fr>
- <http://www-rnc.lbl.gov/>
- L'univers des particules, Michel Crozon, édition du Seuil