

Symétries spatio-temporelles
Lois de conservation
et principes d'incertitude



Principe d'action et de réaction

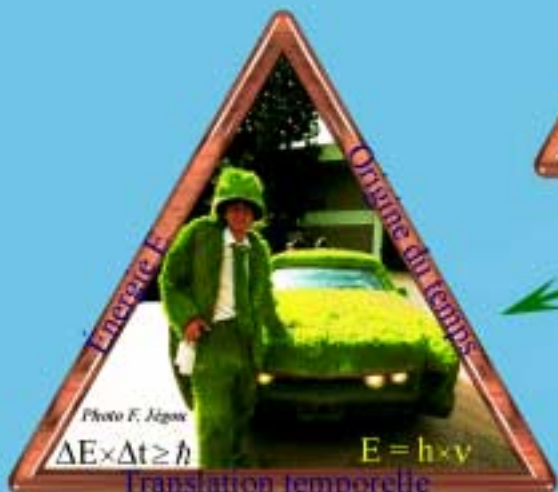


Effet gyroscopique

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2$$



Théorème de Noether



Conservation de la masse



Matière/Antimatière

Emmy Noether (1882-1935)

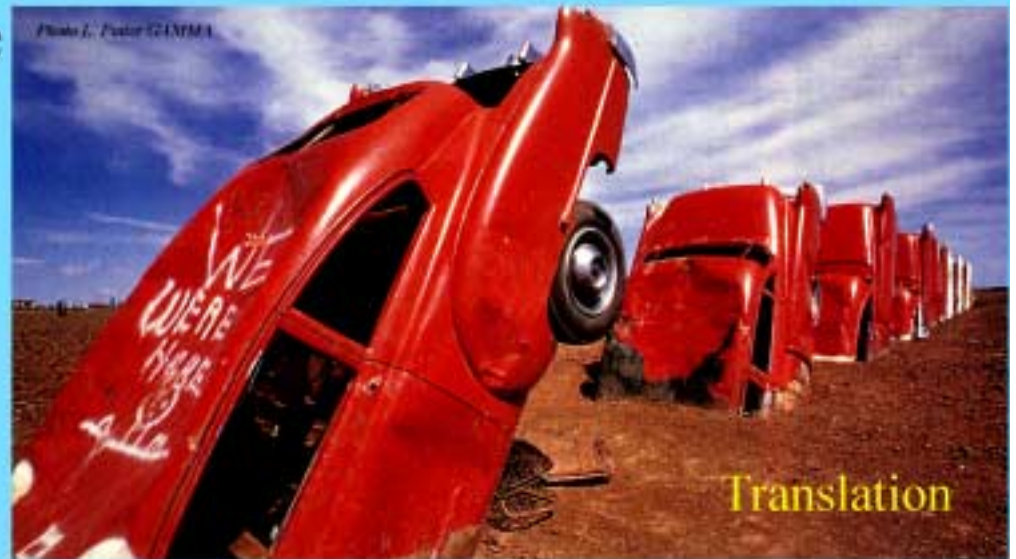


Théorème de Noether et Opérations de symétrie

http://www-groups.dcs.st-andrews.ac.uk/~history/Mathematicians/Noether_Emma.html



© Marc HENRY ULP/LCMES (2000)



Symétries quantiques et théorème de Noether

Action $S = \vec{p} \cdot \vec{r} + (\ell_z + \sigma_z) \times \varphi - E \times t$

Fonction d'onde

$\psi(x,y,z,t) = \exp[i \times S/\hbar]$

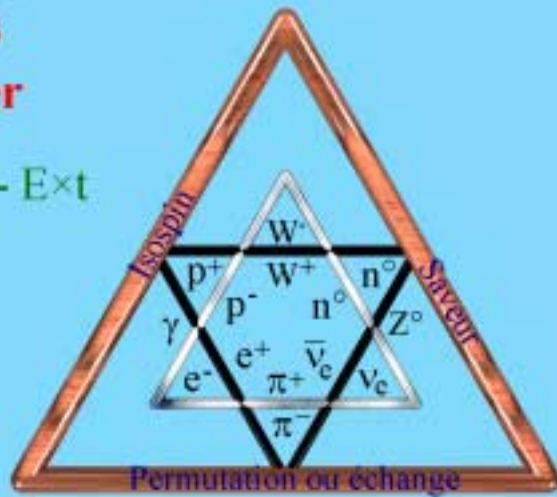
$\Psi(\varphi + 4\pi) = \Psi(\varphi)$

$\Rightarrow 4\pi \times \sigma = \pm 2\kappa\pi$

$\sigma = \pm \kappa/2 \quad (\kappa=0, 1, 2, \dots)$



Électromagnétisme



Interaction faible

Principe d'exclusion de Pauli et symétrie d'échange



Fermions: $k = 2n+1$

$\Psi = \psi(\varphi) + \psi(\varphi + 2\pi) = 0$

$\Psi = \psi(\varphi) + \psi(\varphi+2\pi) = 2 \times \psi$

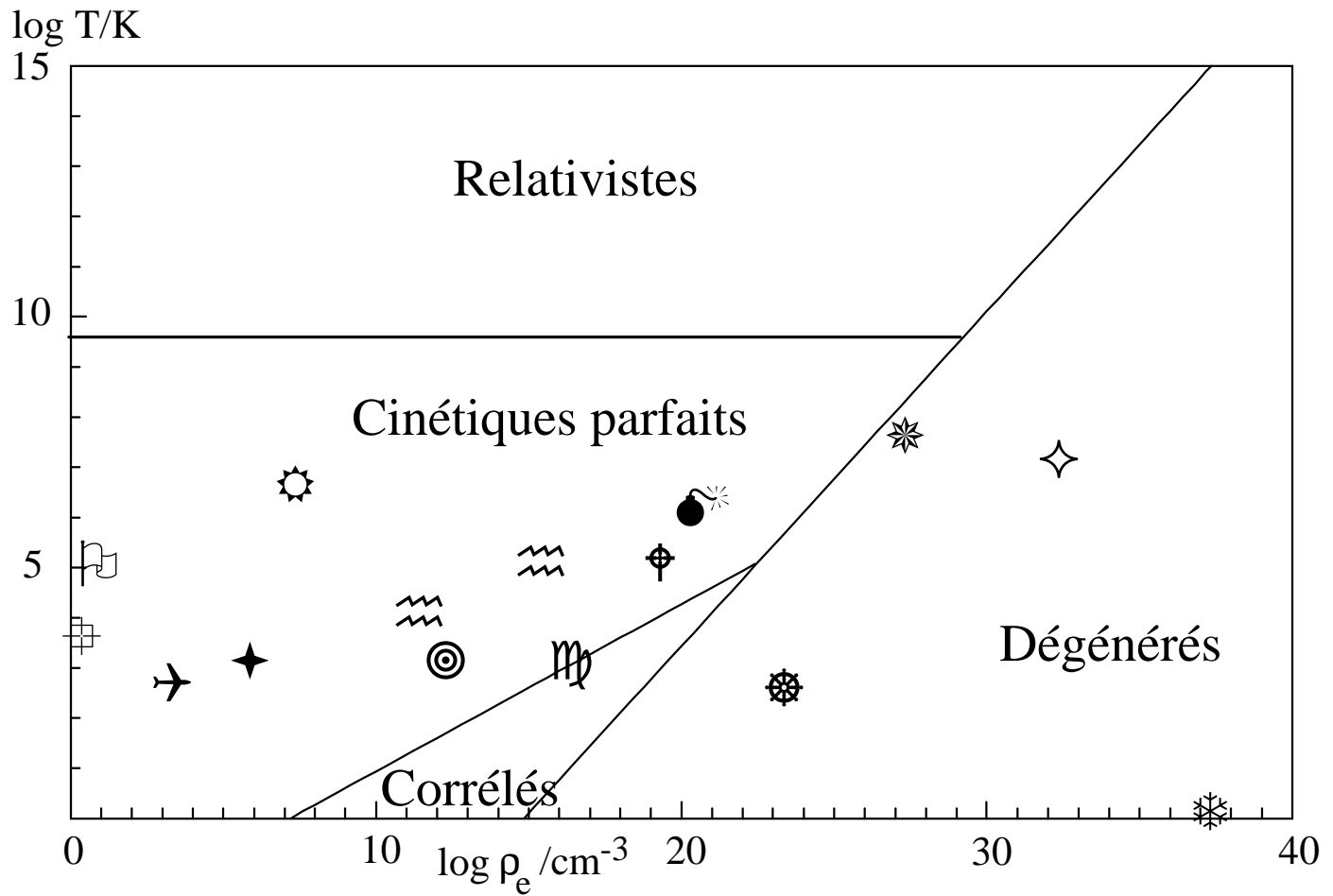
Bosons: $k = 2n$



Baryons, leptons



Interaction forte



- ⊞ Gaz interstellaire ⊞ Vent solaire ➔ Ionosphère (70 km)
- ◆ Ionosphère (250 km) ☼ Couronne solaire ⚡ Éclairs, foudre
- ◎ Plasmas alcalins Ⓜ Convertisseurs magnétohydrodynamique
- ⊕ Plasmas lasers ☀ Bombe nucléaire ⚙ Métaux
- ★ Étoiles ☆ Naines blanches ✨ Pulsars