

La quête de l'antimatière

Hubert Reeves

Physique 1930

- Deux excellentes théories
- Physique quantique : (Bohr, Heisenberg) , atomes et rayonnements.
- Relativité : (Einstein) astres

- Mais incompatibles...
- P. A M. Dirac tente de les réconcilier .

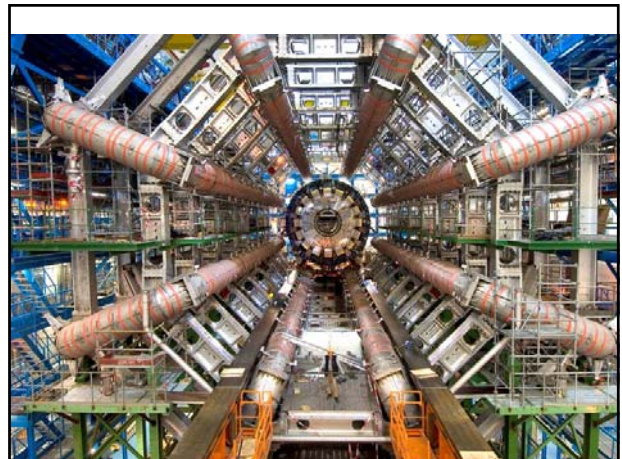
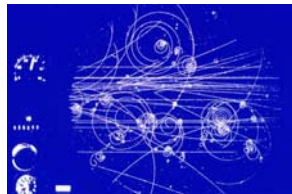


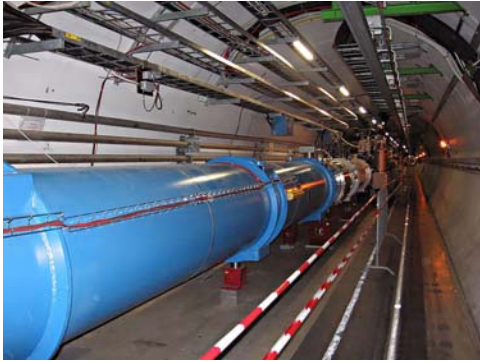
Conséquence imprévue

- La possibilité de l'existence d'antimatière !
- Electron (charge électrique négative)
- Et antiélectron (positron) (charge électrique positive)

1932

- Carl Anderson découvre l'existence de paires d'électrons et de positrons
- On en fabrique des milliards dans les accélérateurs





Matière et antimatière

Pour chaque particule il existe une antiparticule .

Électron ----- antiélectron

Proton--- antiproton

Neutrino--Antineutrino .

Etc

Anti- hydrogène

- Au Cern :
- Un positron + un antiproton = un anti-hydrogène
- Emet les mêmes fréquences lumineuses que l'hydrogène ...

Equivalence masse-énergie

$$E = mc^2$$

- Photon visible : 1 electron-volt (eV)
- Rayons X ; mille eV (un keV)
- Rayons gammas : millions eV (MeV)
- Masse d'un électron: 511 keV (= 0.5 MeV)
- Masse d'un proton: 938 MeV (un GeV)

Où est passée l'antimatière?

Comment savoir ?
Rayonnement..

Annihilation

- Matière + antimatière => lumière
- Électron + positron => photon + photon
- Masse annihilée = 2 x 511 keV = 1 MeV
- = Les photons produits sont des Rayons gammas

Le soleil est-il fait de matière ou d'antimatière?

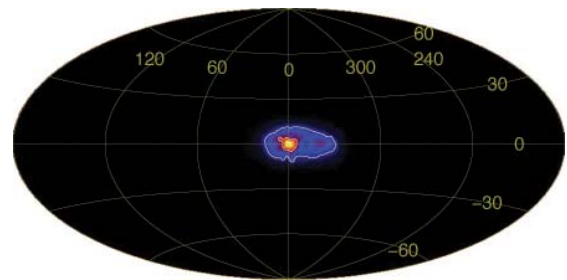


Aurores boréales: vent solaire heurtant la haute atmosphère.
Photons visibles = 1 eV



- Si le Soleil était fait d'antimatière le vent solaire produirait des rayons gamma mortels dans l'atmosphère. (cent Mev).

Centre de la Voie Lactée
Rayonnement 511 Kev (gammas)



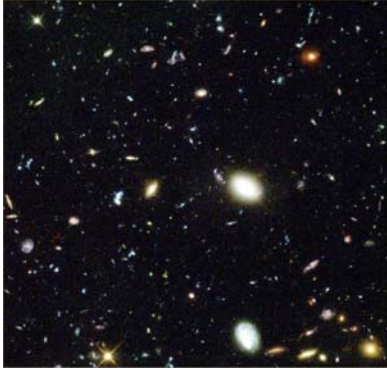
Pulsar du Crabe .



La galaxie d'Andromède?



L'univers lointain ?



Le Soleil émet des neutrinos et pas des antineutrinos

- Il est composé de matière et non pas d'antimatière.

L'antimatière est très rare dans la nature

Création de paires

- photon+photon => électron + positron
- ou proton +antiproton
- etc..
- Il faut des photons gammas pour produire des particules massives!
- 1 Mev pour les électrons
- 1 Gev (mille Mev) pour les protons ;

Big Bang

- Les hautes températures engendrent toutes les variétés de particules .
- Créations et annihilations permanentes

La température décroît

- Les annihilations ne sont plus compensées par des créations de paires .
- D'abord les protons et neutrons vers 1 Gev (10^{13} degrés) (une microseconde)
- Ensuite les électrons vers un MeV (10^{10} degrés) (une seconde)
- Ne restent plus que de la lumière !

Problème majeur non-résolu

- Comment se fait-il qu'il reste encore aujourd'hui de la matière ?

Matière et antimatière dans l'univers

- Au début de l'univers les populations de particules et d'antiparticules étaient « presque » égales
- Un surplus de une unité dans un milliard pour les particules!
- Plus tard particules et antiparticules se sont annihilées, se transformant en lumière.
- Aujourd'hui l'antimatière a disparu.
- Il reste de la matière et de la lumière.

Echapper à l'hécatombe cosmique!

- Big Bang : réaction en équilibre :
- autant de particules que d'antiparticules .
- Refroidissement = annihilation de la matière (p, n, e, nu)
- Résultat : univers de pure lumière!!!
- Mais