

Sciences à l'École



Historique de la physique des particules

S. Chevalier-Théry

« Sciences à l'École »

Physicien = arnaqueur ?

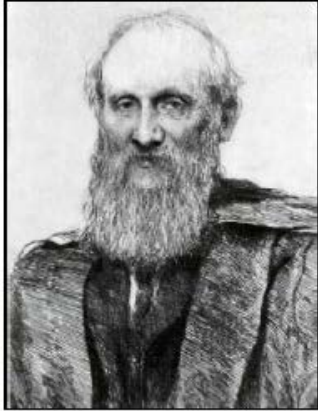
1785 : Coulomb fait des mesures de répulsions et attractions de sphères isolantes porteuses de charges électriques.

Problème : perte des charges au cours du temps

Solution : aller assez vite pour faire l'expérience

Résultat : on s'est préoccupé des fuites jusqu'à la fin du XIX^e siècle où on postule qu'une chose inconnue provoquait l'ionisation de l'air.

La situation début 1900



William Thomson
(Lord Kelvin)
(1824-1907)

There is nothing new to be discovered in physics now,
all that remains is more and more precise measurement.
(Lord Kelvin, 1900)

Il existe deux « petits » problèmes :

- le rayonnement du corps noir (conduit à la mécanique quantique)
- expérience de Michelson-Morley (conduit à la relativité)

Etat des lieux

- Univers réduit au système solaire et à des étoiles de notre galaxie
- Personne ne sait comment le Soleil produit son énergie
- Personne ne connaît la structure des atomes et des noyaux
- On ne connaît que deux champs physiques:
 - le champ électromagnétique
 - le champ gravitationnel

Effectivement donc rien à découvrir...

Découverte des rayonnements : les tubes de Crookes



Fonctionnement

Tube sous vide dans lequel on crée une d.d.p. entre anode et cathode. Les ions accélérés viennent taper la cathode et en arracher les électrons (rayons cathodiques) qui sont accélérés jusqu'à l'anode. Quand des électrons tapent le verre derrière, celui-ci fluoresce.

Rq : ont été créés pour étudier la conductivité des gaz à faible pression (on ne connaissait pas la nature du courant).

Découvertes associées

- Découverte des rayons cathodiques (1870) par la fluorescence accidentelle
- Découverte de l'électron par JJ Thomson (Nobel en 1906) en étudiant ces rayons (avec un champ E et/ou B)
- Découverte des rayons X par Röntgen (Nobel 1901) : par étude des rayons cathodiques après traversée dans un matériau (comme la main de sa femme...)



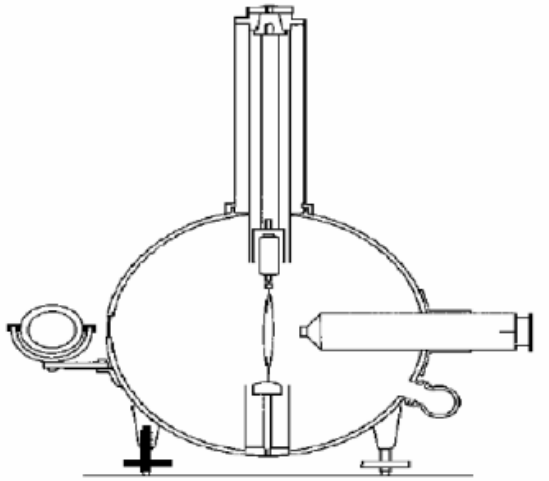
Autre candidat : la radioactivité

Quelques dates

- 1896 : découverte de la radioactivité par Becquerel : étude des sels d'uranium et de leur fluorescence. A l'aide d'une plaque photo, il voit une émission alors qu'ils ne sont pas illuminés
- 1897 : Marie Curie découvre que ce sont les éléments chimiques qui en sont à l'origine et rebaptise cette propriété radioactivité
- 1899 : publication de Rutherford sur le « rayonnement uranique » de Becquerel :
 - Il place de l'uranium entre deux plaques chargées et mesure I
 - Il entoure au fur et à mesure de feuilles métalliquesIl observe une ionisation diminuant rapidement (appelée alpha) puis une autre plus lentement (appelée beta)
- 1902 : Rutherford et Soddy montre que la radioactivité s'accompagne d'une désintégration des éléments (grand bouleversement car on croit à l'indestructibilité de la matière)
- 1908 : Rutherford montre que alpha = noyau d'He

Donc solution de notre problème : blinder le système !

Ca continue de fuir...



Etude menée avec des chambres à ionisation :
l'écartement entre les fils donne la charge électrique

Résultats des mesures

- Même après blindage, il restait une ionisation résiduelle donc très énergétique. Deux sources possibles :
 - La Terre
 - Un rayonnement provenant du ciel
- Test sur l'eau : pas de diminution
- Test en altitude : T. Wulf puis V. Hess

Découverte des rayons cosmiques



Test de T. Wulf en 1907

- Réduction attendue de 90% en haut de la tour Eiffel
- Résultat : seulement 35% de réduction

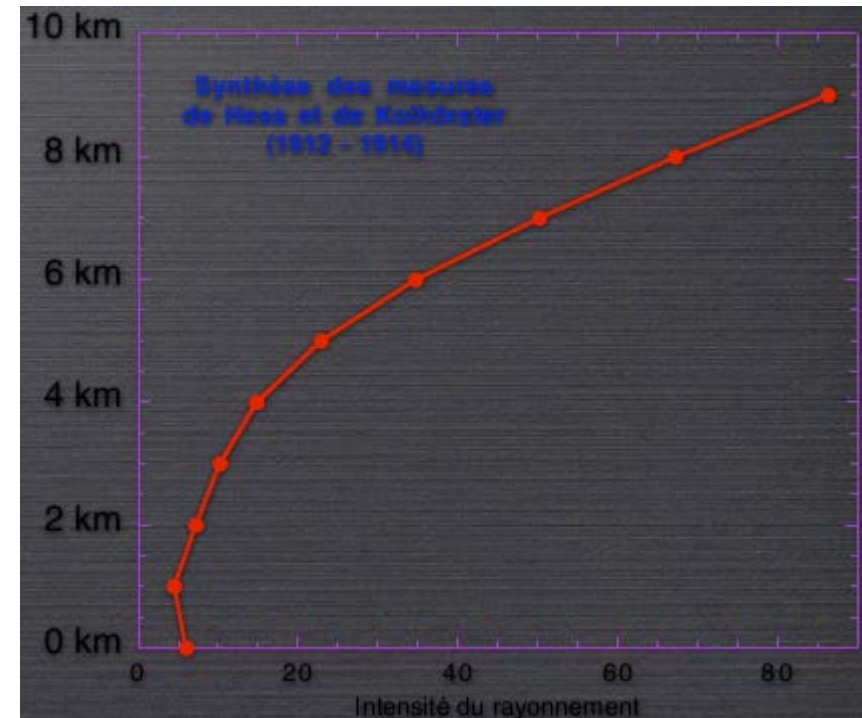
Test de V. Hess en 1912 (Nobel 1936)

- Tests en ballon
- Complétés par W. Kohlhörster

Theses observations can be most simply explained assuming that an extremely penetrating radiation is coming from above.

(V. Hess)

Rq : cri de naissance des atomes (Millikan)



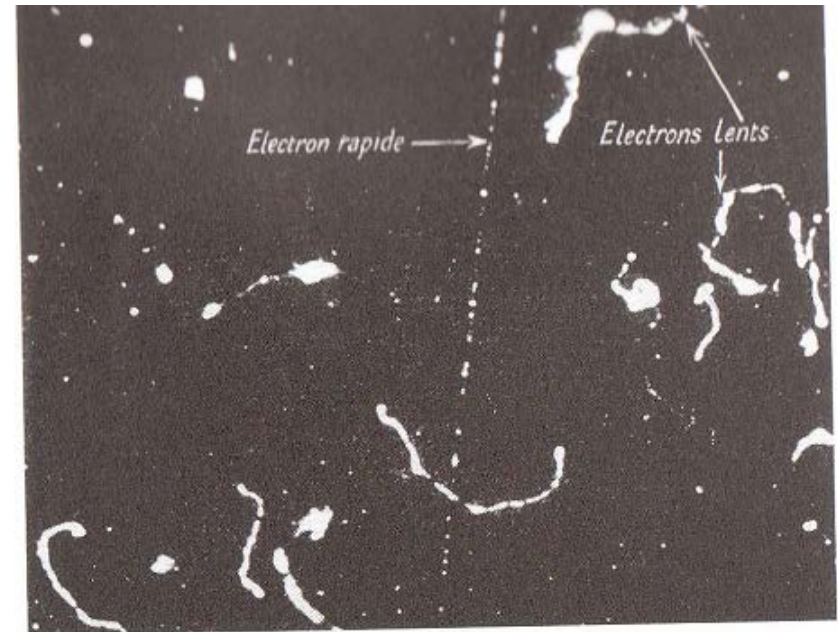
Le premier accélérateur de particules était né !!

Les instruments

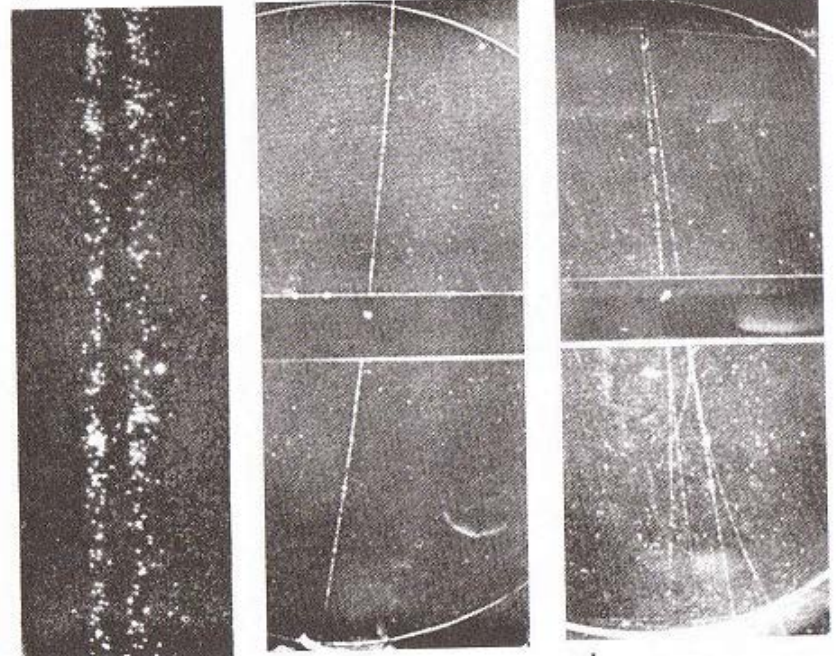
Développement

- 1911 : C. Thomson Rees Wilson crée les chambres à brouillard pour l'étude des phénomènes optiques en Ecosse.
- 1927 : 1^{ère} observation d'un rayon cosmique dans une chambre de Wilson
- 1928 : création des compteurs Geiger-Müller
- 1929 : W. Bothe et W. Kohlhörster utilisent 2 compteurs G-M l'un au dessus de l'autre et une plaque photographique
- 1929 : B. Rossi utilise des circuits électroniques pour la coïncidence (détermine la précision)
- 1933 : P.M. Blackett et G. Occhialini déclenchent la chambre avec un compteur G-M en coïncidence pour que l'ionisation soit encore présente.
- 1932-1937 : étude des spectres en énergie grâce aux champs magnétiques

1932 début de la physique des particules



a



Les découvertes

Expérience

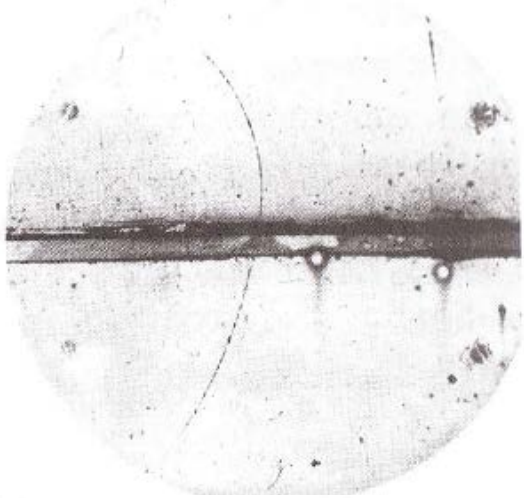
- 1932 : découverte du positron par Anderson
- 1932 : découverte du neutron par Chadwick (bombardement de cibles)
- 1936 : découverte du muon
- 1937 : mesure de parcours moyen avant interaction pour différents milieux
- 1938 : test de la théorie sur l'interaction avec la matière
- 1947 : découverte des pions chargés
- Fin 1949 : 24 nouvelles particules découvertes en haute altitude. Celles qui produisent des particules légères : mésons et celles qui produisent au moins p, n ou π : baryons

Théorie

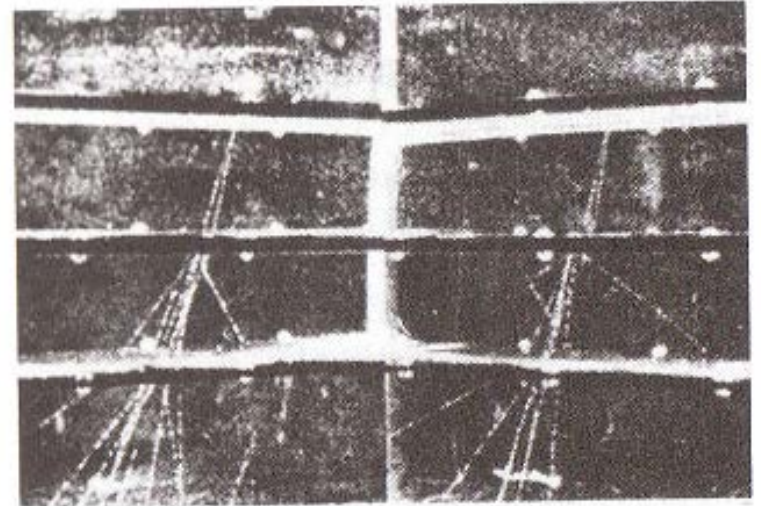
- 1929 : théorie quantique de l'électron de Dirac : introduction de l'antimatière
- Début 1930 : étude de l'interaction entre les particules chargées ou les photons et la matière (début QED)
- 1935 : modèle de Yukawa d'un méson expliquant la stabilité du noyau et la désintégration beta
- 1947 : apparition des diagrammes de Feynman
- 1953 : Gell-Mann parle en conférence du monde des « particules étranges » : cela le conduit à élaborer le concept d'étrangeté puis finalement de quark

1955-1980 : mise en place du Modèle Standard avec des accélérateurs.

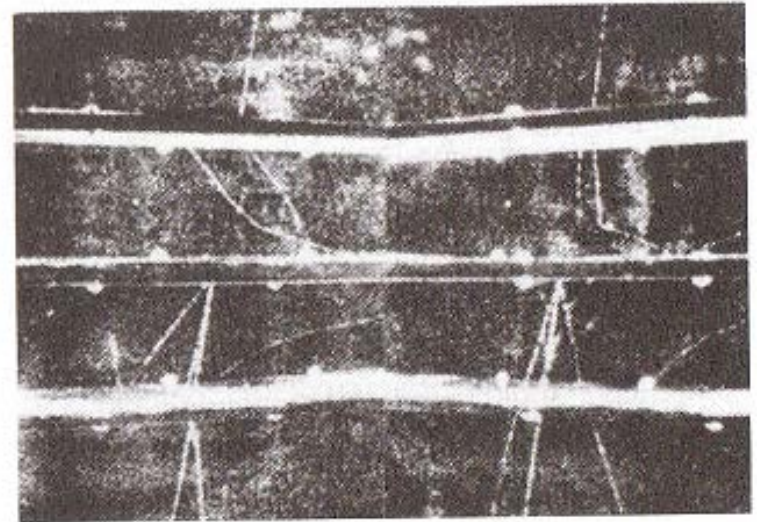
Les découvertes



positron



a



b

Interaction particules-matière
(QED)

L'explication finale de la fuite

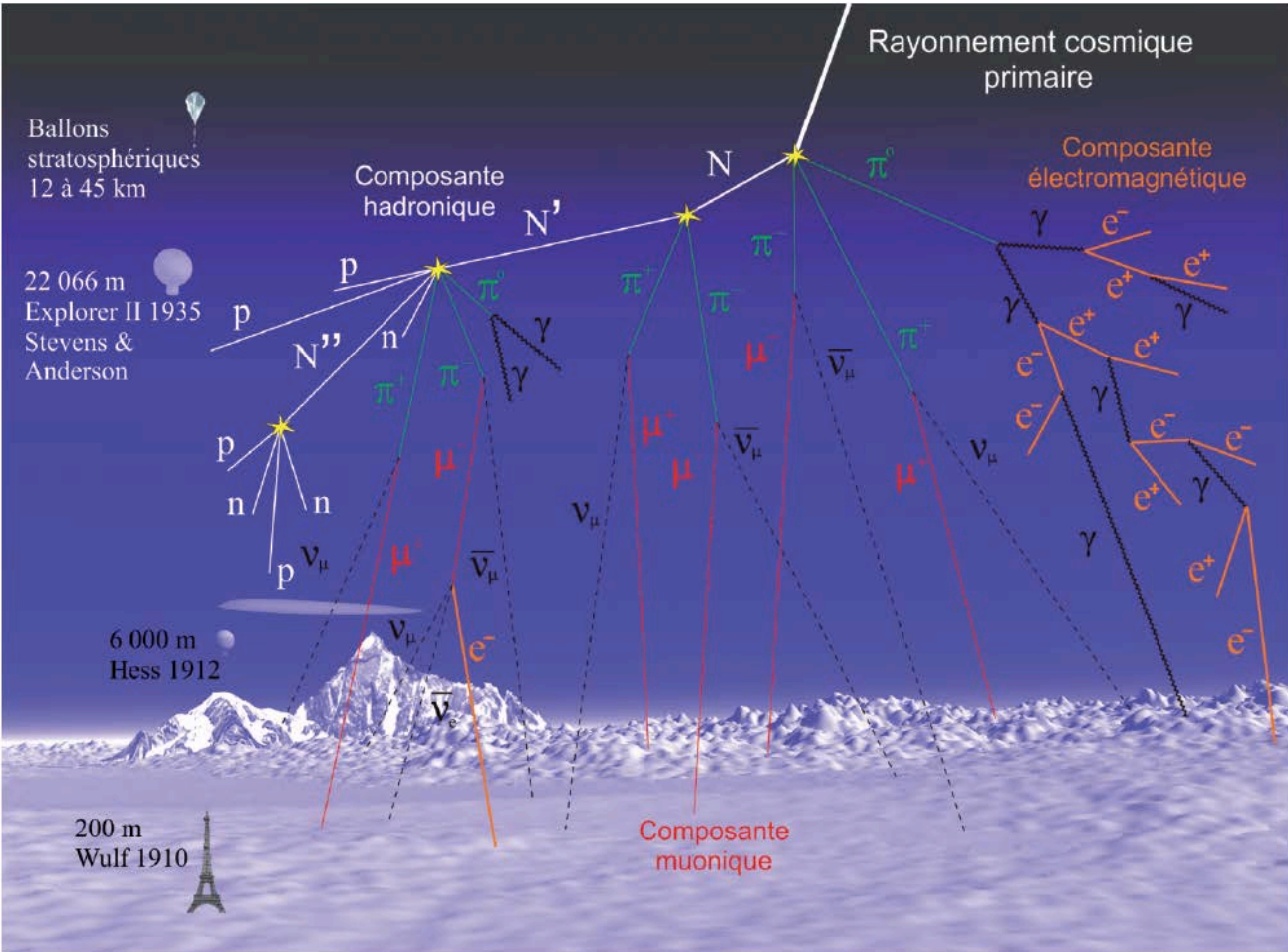


Figure 1 : Gerbe cosmique.

Compléments