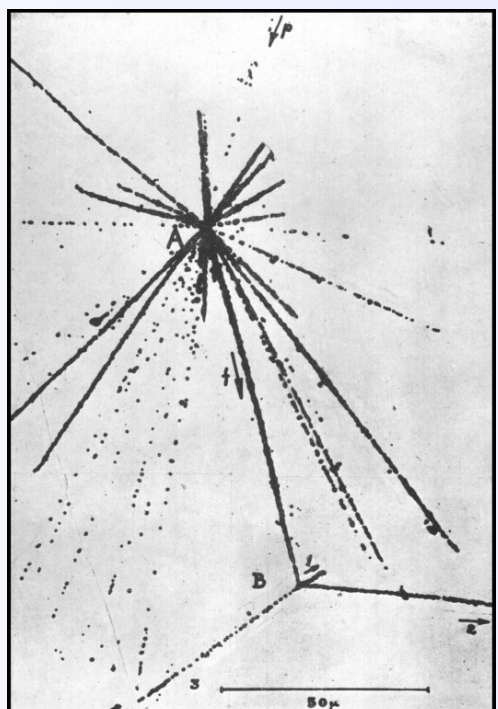


Jak znaleźć kwarka?

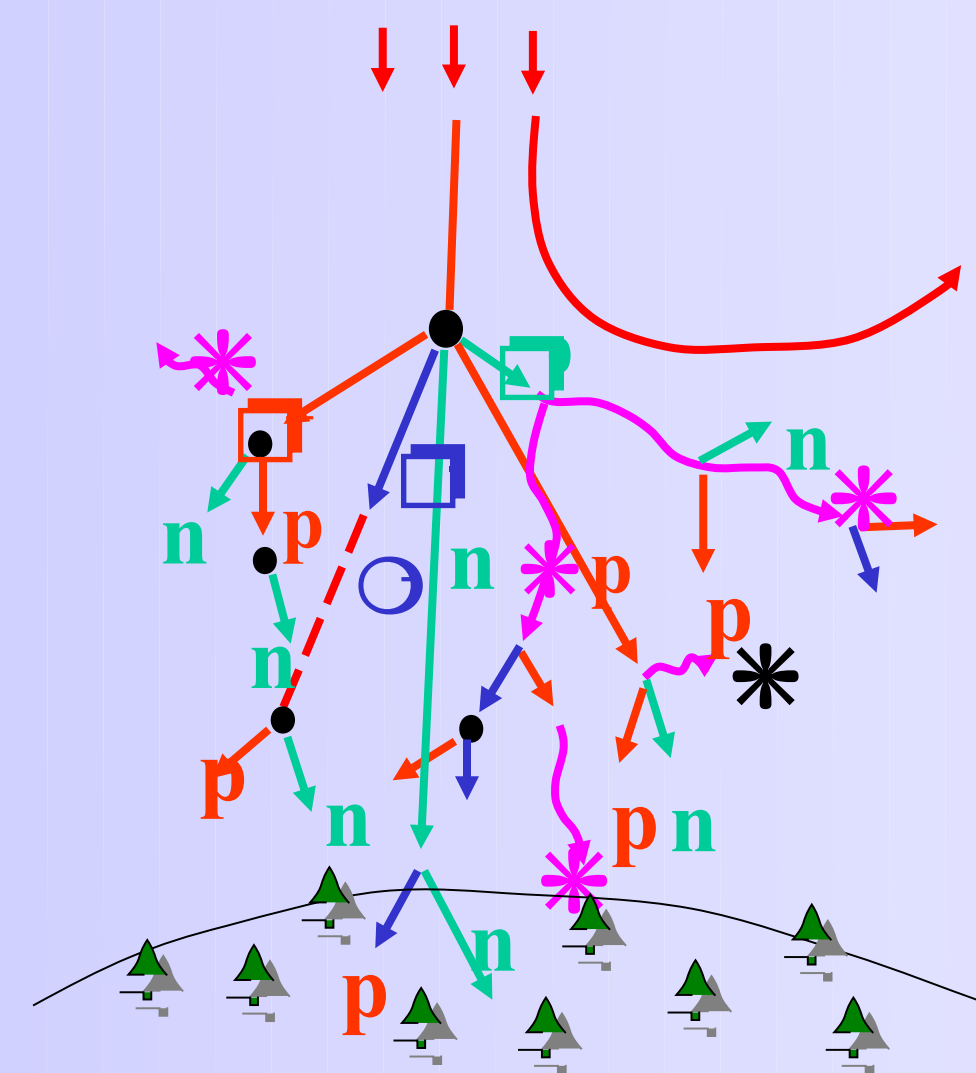
Potrzebne jest trochę szczęścia i ogromny akcelerator – pierścień o średnicy kilku kilometrów, pochłaniający tyle energii co średniej wielkości miasto.

1, 2. Pierwsza para – “up (górnny)” and “down (dolny)” – jest wszędzie będąc składnikiem jąder atomowych.



3. Lżejszy z drugiej pary kwarków „strange (dziwny)” jest składnikiem cząstek cięższych od protonu i neutronu. Zaobserwowano go w promieniowaniu kosmicznym w latach 40-tych ubiegłego stulecia. Te dziwne cząstki mogą być schwytane przez jądra atomowe na ułamek sekundy zanim się rozpadną. Rysunek pokazuje pierwszy zaobserwowany ślad rozpadu hyperjądra na emulsji fotograficznej. M. Danysz and J. Pniewski, *J. Phil. Mag.* 44 (1953), 348

Promienie kosmiczne



Promienie kosmiczne

Promienie kosmiczne po raz pierwszy zostały odkryte przez Victora F. Hessa (1912). Zarejestrował je przy pomocy elektrometru wyniesionego w balonie na dużą wysokość. Za to osiągnięcie w 1936 roku otrzymał nagrodę Nobla. Promienie kosmiczne zostały tak nazwane w 1925 roku przez R. A. Millikana, który prowadził nad nimi szerokie badania. Złożone są głównie z wysokoenergetycznych protonów o energii równej około 1 GeV.

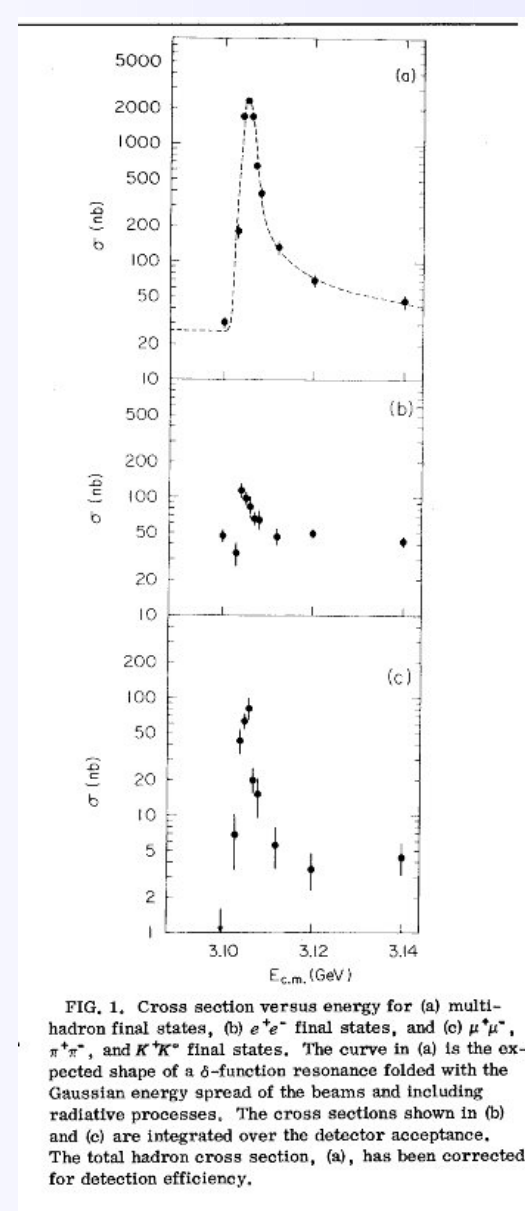


FIG. 1. Cross section versus energy for (a) multi-hadron final states, for $\pi^+\pi^-$ final states, and for $\mu^+\mu^-$, e^+e^- , and $\mu^+\mu^-$ final states. The curves in (a) to (c) are the predicted shape of a δ -function resonance fitted with the Gaussian energy spread of the beam and including radiative processes. The cross section shown in (d) and (e) are integrated over the detector acceptance. The solid lines cross section, (b), has been corrected for detection efficiency.

4. Kwark powabny (charm), uzupełniający drugą generację był obiektem podwójnego polowania: w Brookhaven wąski pik zaobserwowano dla energii 3.1 GeV dla pary elektron-pozyton podczas zderzenia: $p+Be$, w Stanford odwrotnie – zaobserwowano pik produkcji hadronu podczas anihilacji pary elektron-pozyton. Prace zostały przyjęte prawie jednocześnie - dzielił je zaledwie jeden dzień różnicy. Mezon $c\bar{c}$ nosi więc podwójną nazwę J/ψ i przyniósł nagrodę Nobla obu grupom.

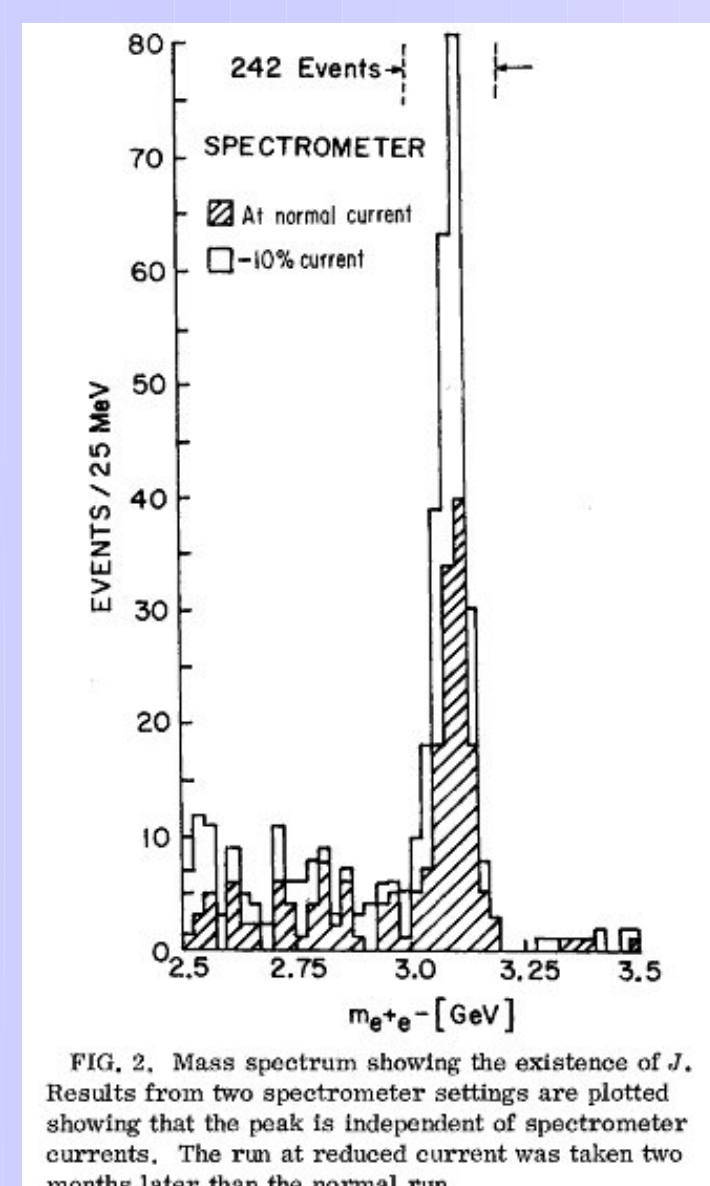
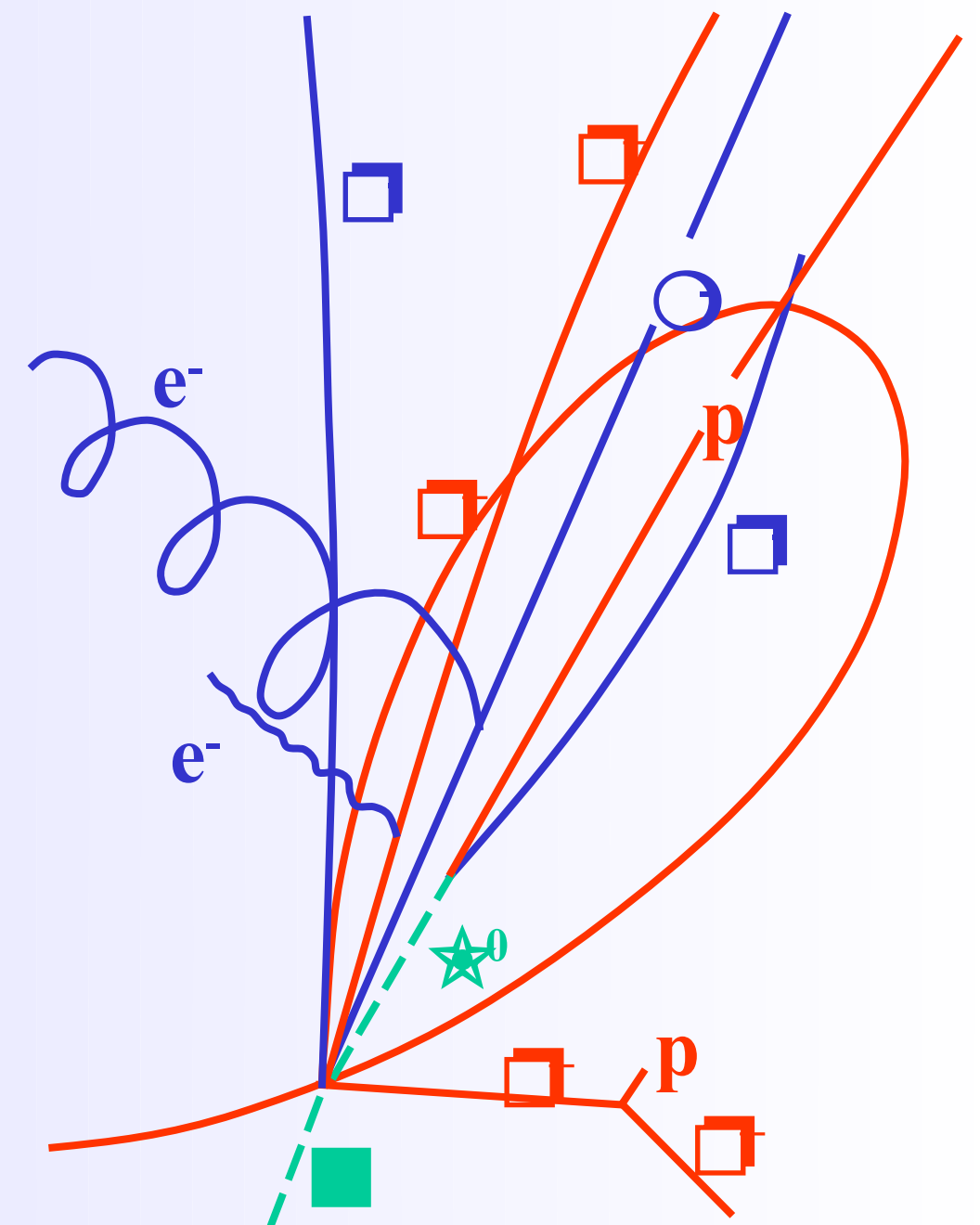


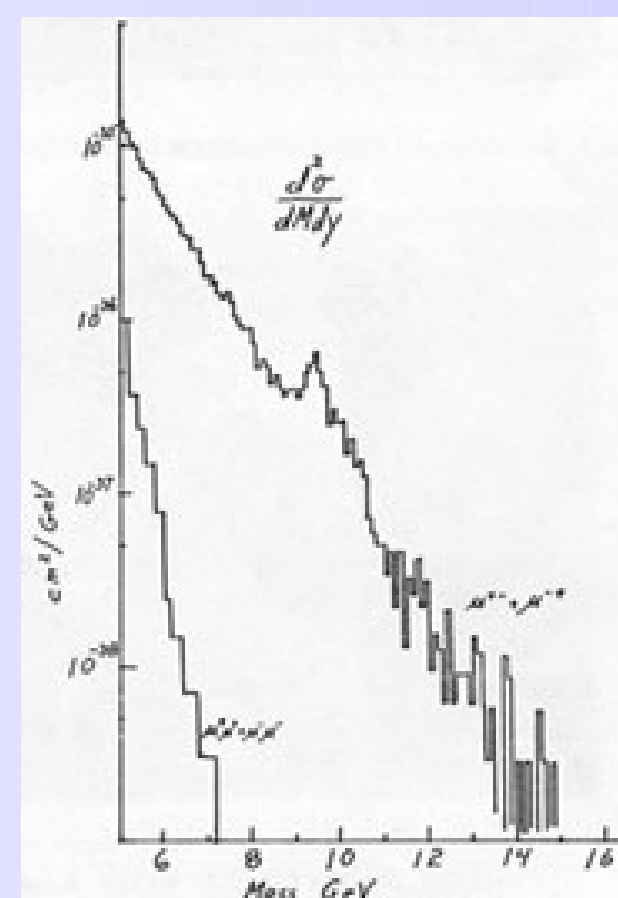
FIG. 2. Mass spectrum showing the existence of J/ψ . Results from two spectrometer settings are plotted showing that the peak is independent of spectrometer currents. The run at reduced current was taken two months later than the normal run.

Odkrycie powabnego barionu

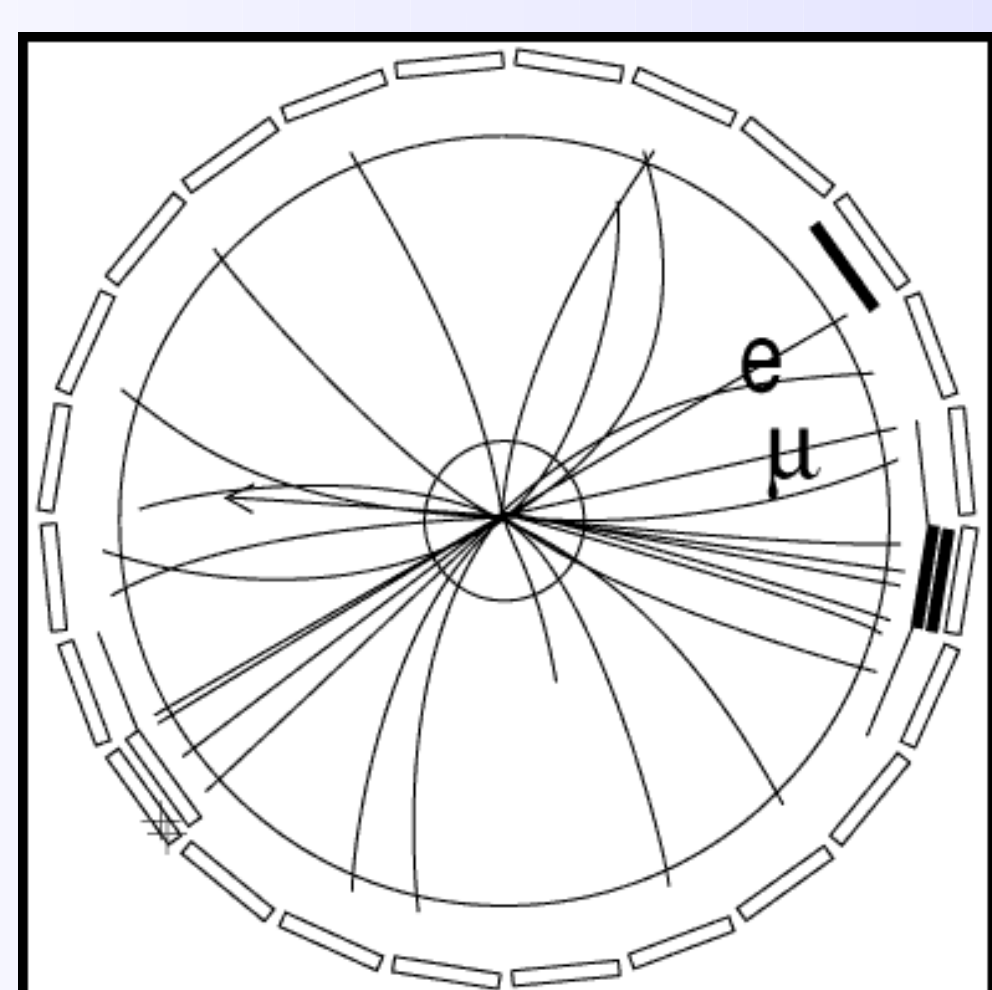
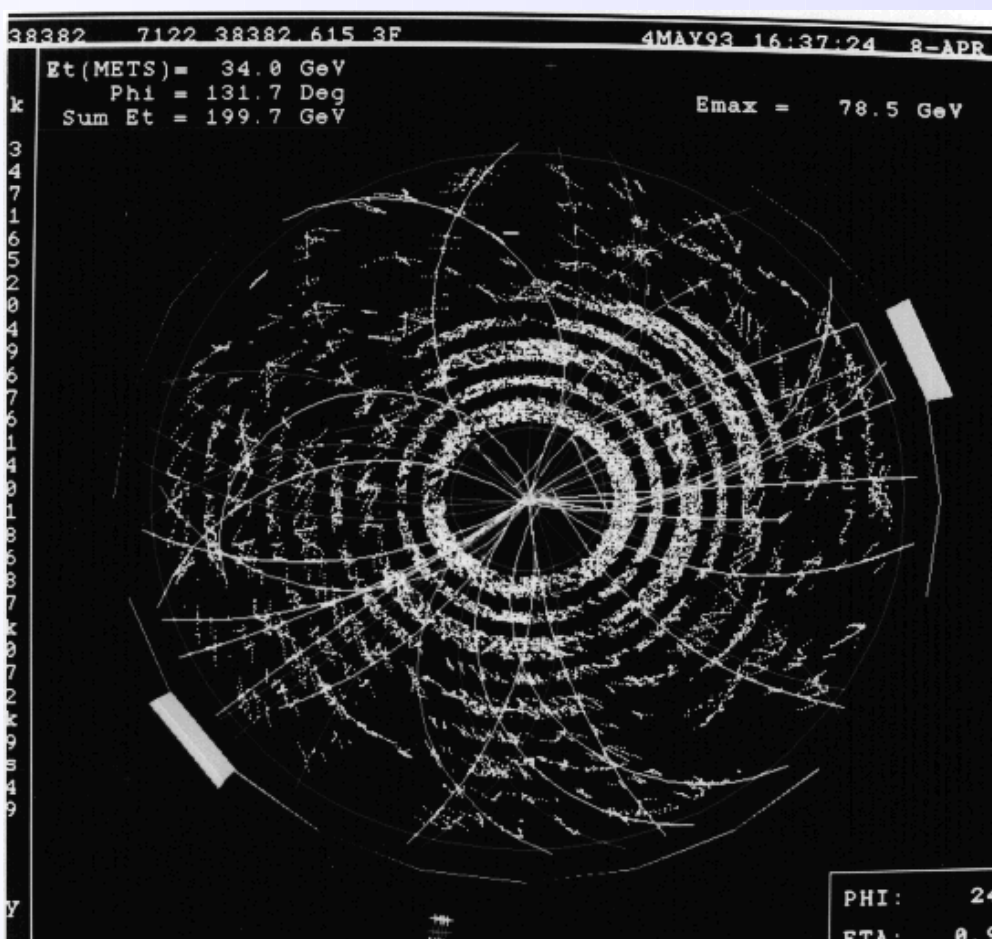
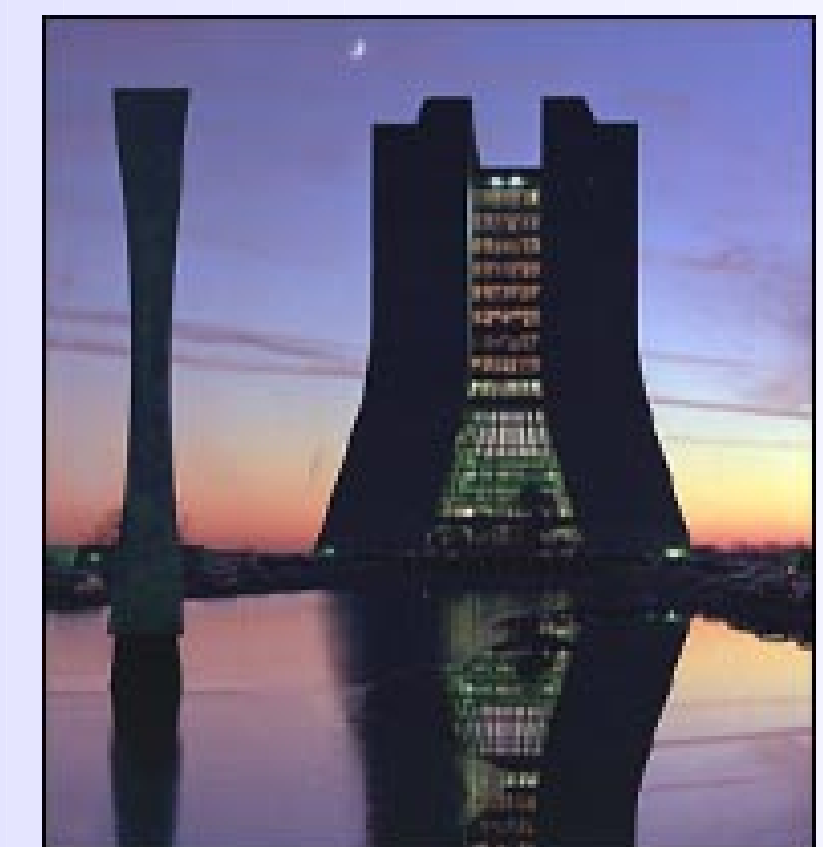
Fotografia przedstawia zdarzenia z Brookhaven prowadzące do odkrycia powabnego barionu (złożonego z trzech kwarków). Neutrino (zielona przerywana linia) zderza się z protonem, co prowadzi do powstania pięciu naładowanych cząstek: obdarzonego ładunkiem ujemnym mionu, trzech dodatnich pionów jednego ujemnego pionu i neutralnej cząstki lambda. Lambda generuje charakterystyczne 'V' gdy rozpada się na proton i cząstkę pi-minus.



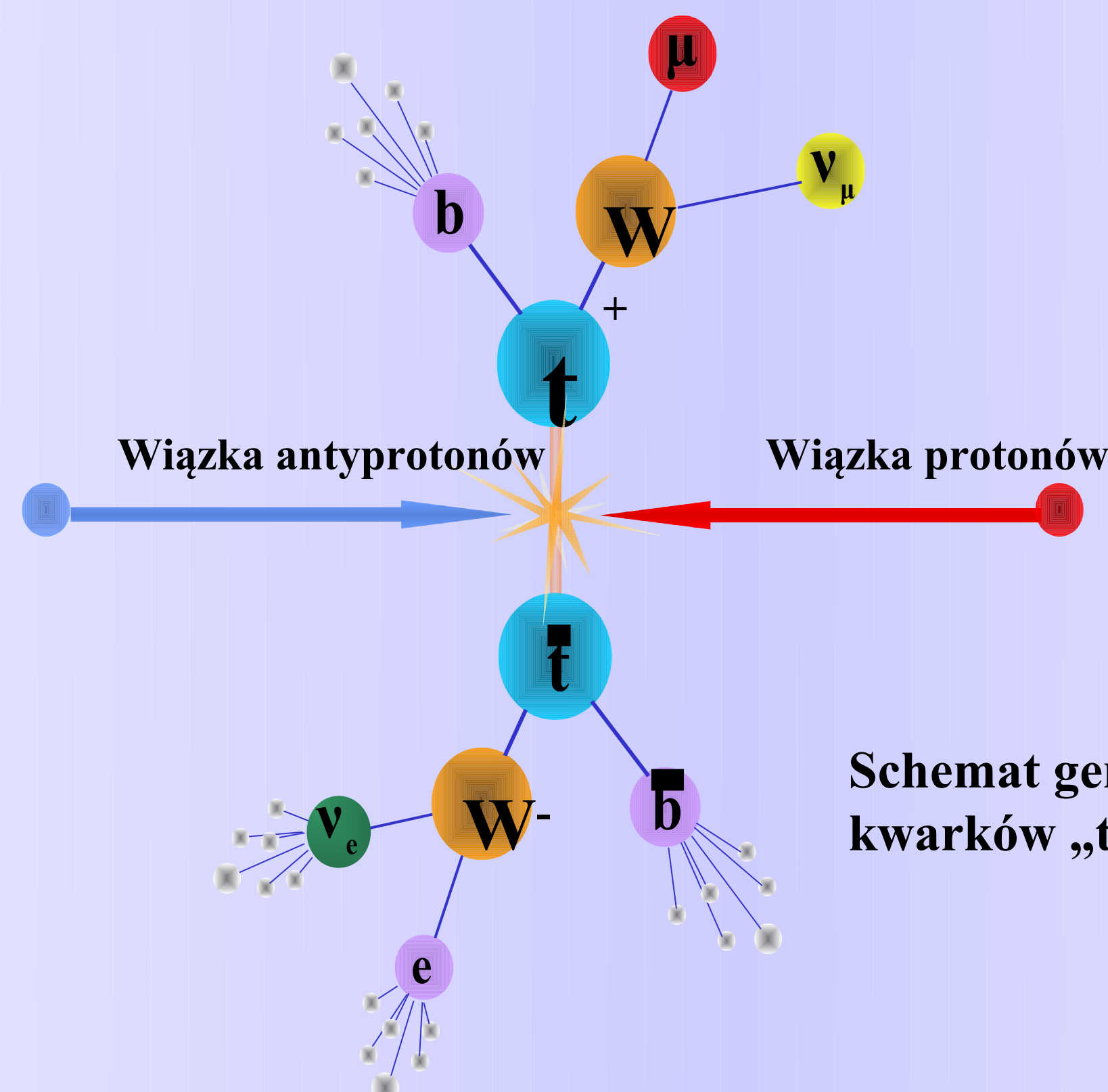
J.-E. Augustin *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* 33, 1406–1408 (1974)



5. Trzecia generacja kwarków została po raz pierwszy przewidziana teoretycznie przez M. Kobayashiego i T. Masakawawę w 1974 roku. Kwark “bottom” zwany także “beauty” zaobserwowano w 1977 roku w FermiLab badając powstawanie mionów z w procesie rozpraszania protonów na atomach Cu i Pt, jako ledwie widoczne maksimum, świadczące o powstaniu mezonu $b\bar{b}$ (Y-Upsilon) dla energii 9.5 GeV

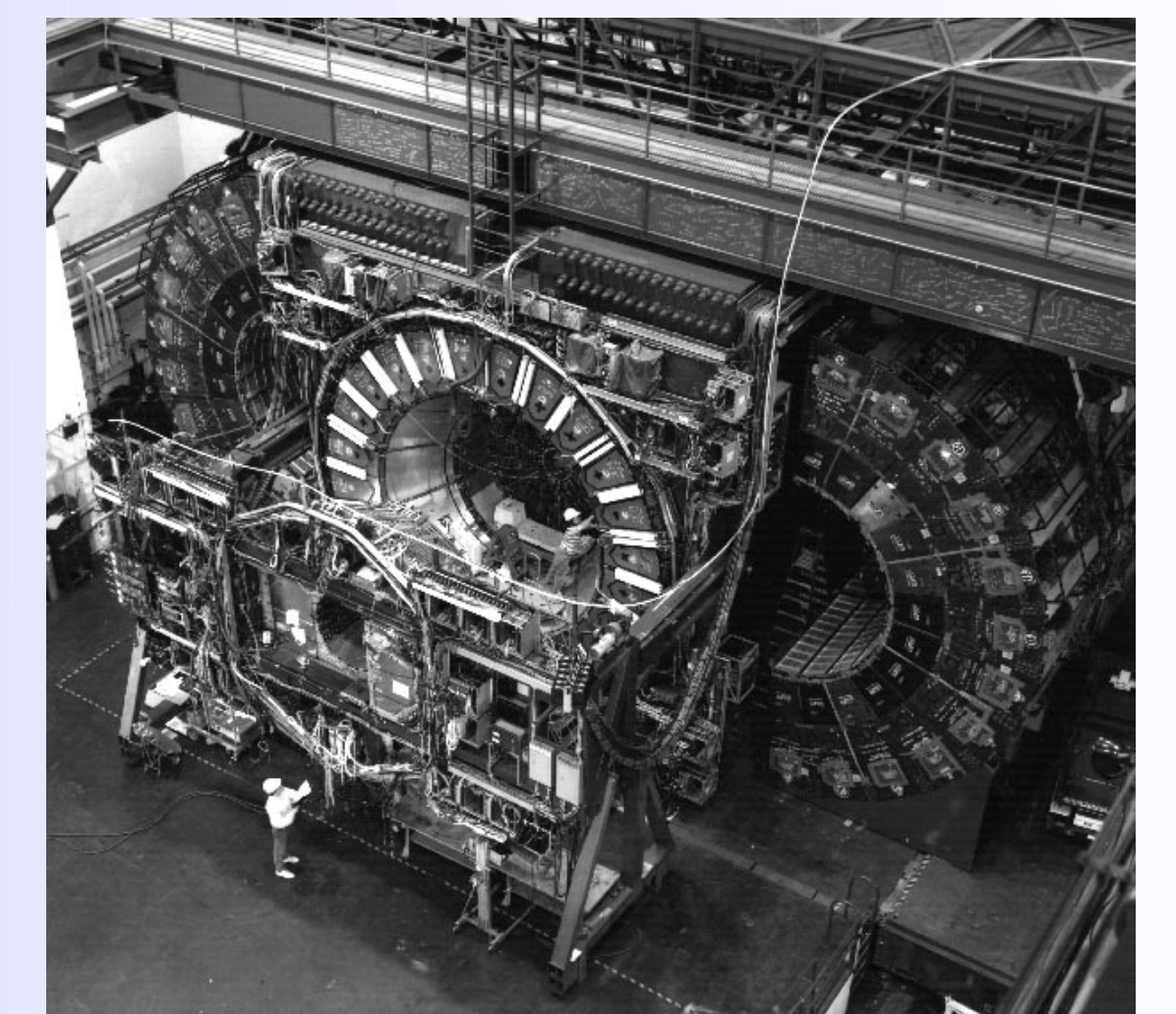


Symulacja komputerowa zderzenia protonu z antyprotonem. Widoczne ślady pokazują ścieżki różnych rodzajów cząstek powstałych podczas zderzenia.



Schemat generacji pary kwarków „top”

6. Ostatni kwark “top” jest tak ciężki (175 GeV), że staje się prekursorem całego strumienia cząstek, tzw. jetu. Jego masa zastała najpierw obliczona teoretycznie a później potwierdzona doświadczalnie, z najlepszą dokładnością w całym kwarkowym zoo.



Do badania małych kwarków potrzeba coraz większych urządzeń. Jeśli nie masz pieniędzy, albo nie wierzysz w istnienie nowych kwarków, zawsze możesz je znaleźć we włoskiej piekarni w Trento.

