

Svět podivných jader

L. Jan, J. Kutáč, D. Trnková, J. Vlček

Motivace

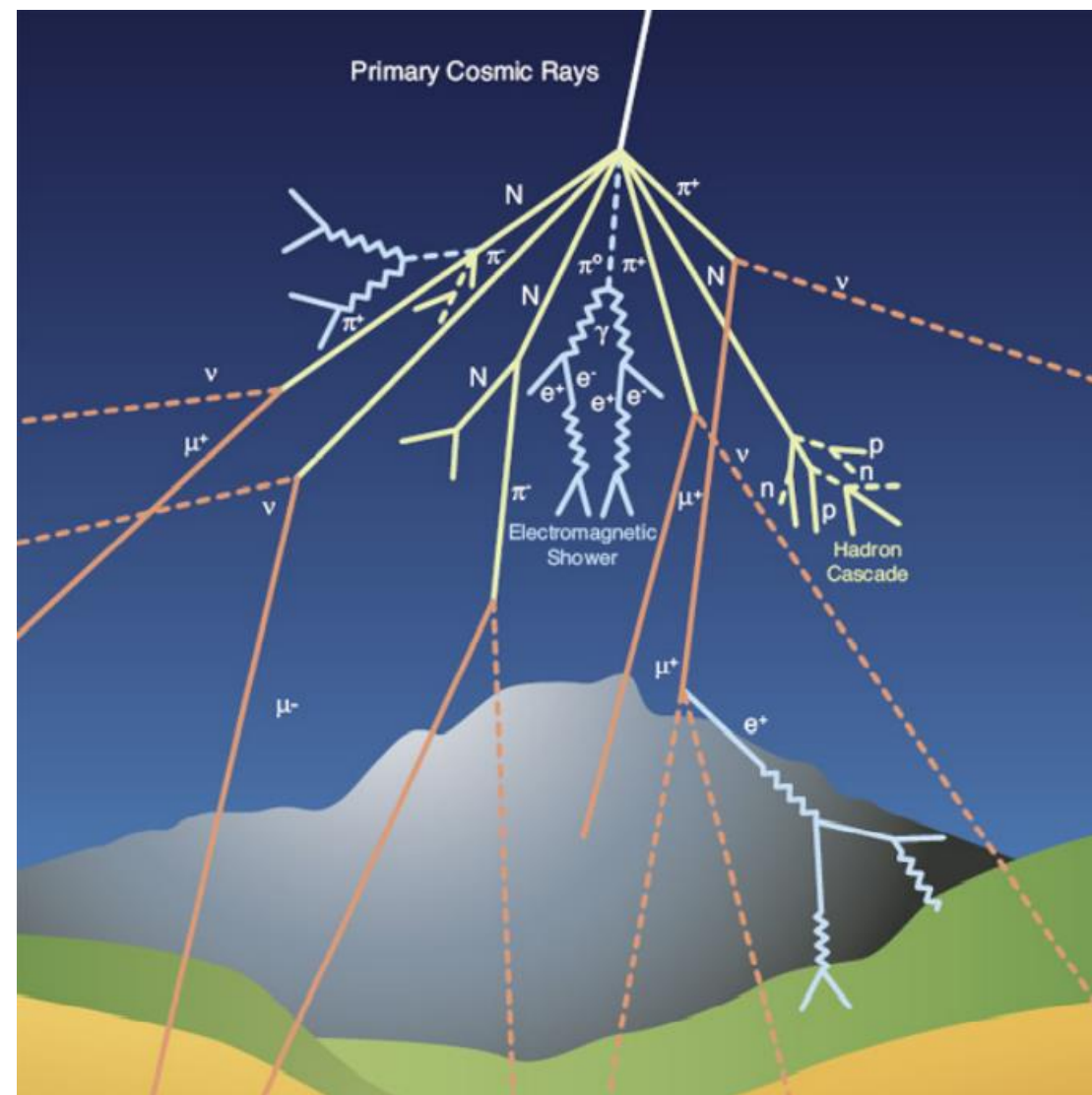
- Zkoumání podivných jader
- Porozumění jejich struktuře
- Pochopení kvarkového modelu
- Použití Feynmanových diagramů
- Výpočty fotoprodukce podivnosti

Historie poznání jádra










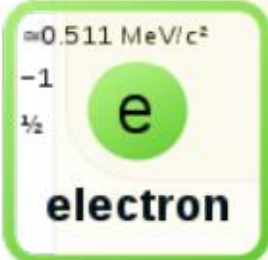






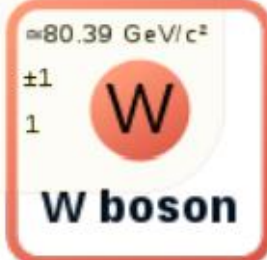
- Thomson: objevení elektronu
- Rutherford: objevení jádra
- Chadwick: objevení neutronu
- Cowan a Reines: objevení neutrina
- Objevy dalších částic z kosmického záření

Kosmické záření

- Vysokoenergetické částice (10^{20} eV) s malou četností
- Primární a sekundární
- Studium KZ byly objeveny podivné částice K^+ a hyperony Λ a Σ^+



Standard Model of Elementary Particles

	three generations of matter (fermions)			interactions / force carriers (bosons)	
	I	II	III		
mass	$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 124.97 \text{ GeV}/c^2$
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
QUARKS	 <p>u up</p>	 <p>c charm</p>	 <p>t top</p>	 <p>g gluon</p>	 <p>H higgs</p>
	 <p>d down</p>	 <p>s strange</p>	 <p>b bottom</p>	 <p>γ photon</p>	
	 <p>e electron</p>	 <p>μ muon</p>	 <p>τ tau</p>	 <p>Z Z boson</p>	
LEPTONS	 <p>ν_e electron neutrino</p>	 <p>ν_μ muon neutrino</p>	 <p>ν_τ tau neutrino</p>	 <p>W W boson</p>	<p>GAUGE BOSONS VECTOR BOSONS</p>

SCALAR BOSONS

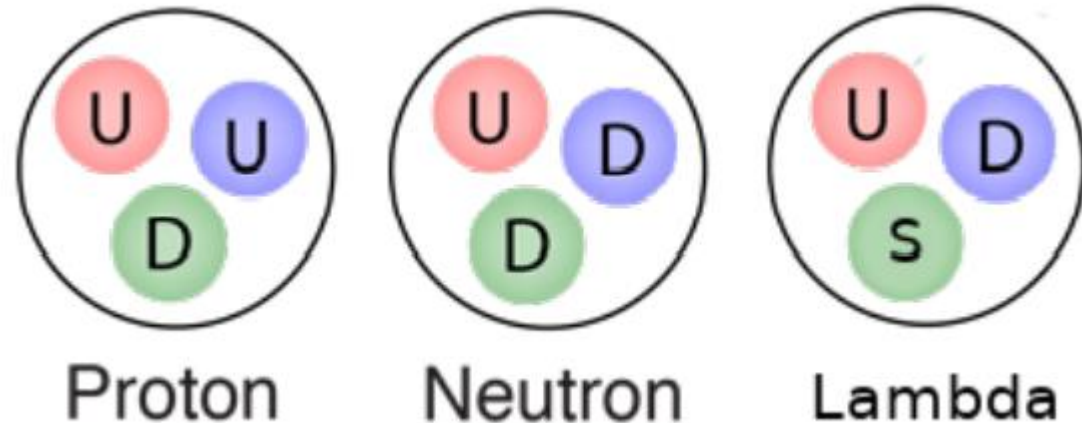
Co je to podivnost?

- Rozpady nově objevených mezonů a baryonů byly relativně pomalé, jejich střední doby života byly o deset řádů větší než do té doby známé reakce, tj. je to podivné
- „Nosičem“ podivnosti je podivný kvark s
- Podivný kvark s má stejný náboj jako kvark d
- „Nahrazením“ kvarku d podivným kvarkem s získáme podivnou částici

Interakce	Vazbová konstanta	Doba trvání [s]	Dosah [m]
Elektromagnetická	1/137	10^{-20} až 10^{-15}	∞
Silná	~ 1	10^{-24}	10^{-15}
Slabá	$\sim 10^{-5}$	$> 10^{-13}$	10^{-18}

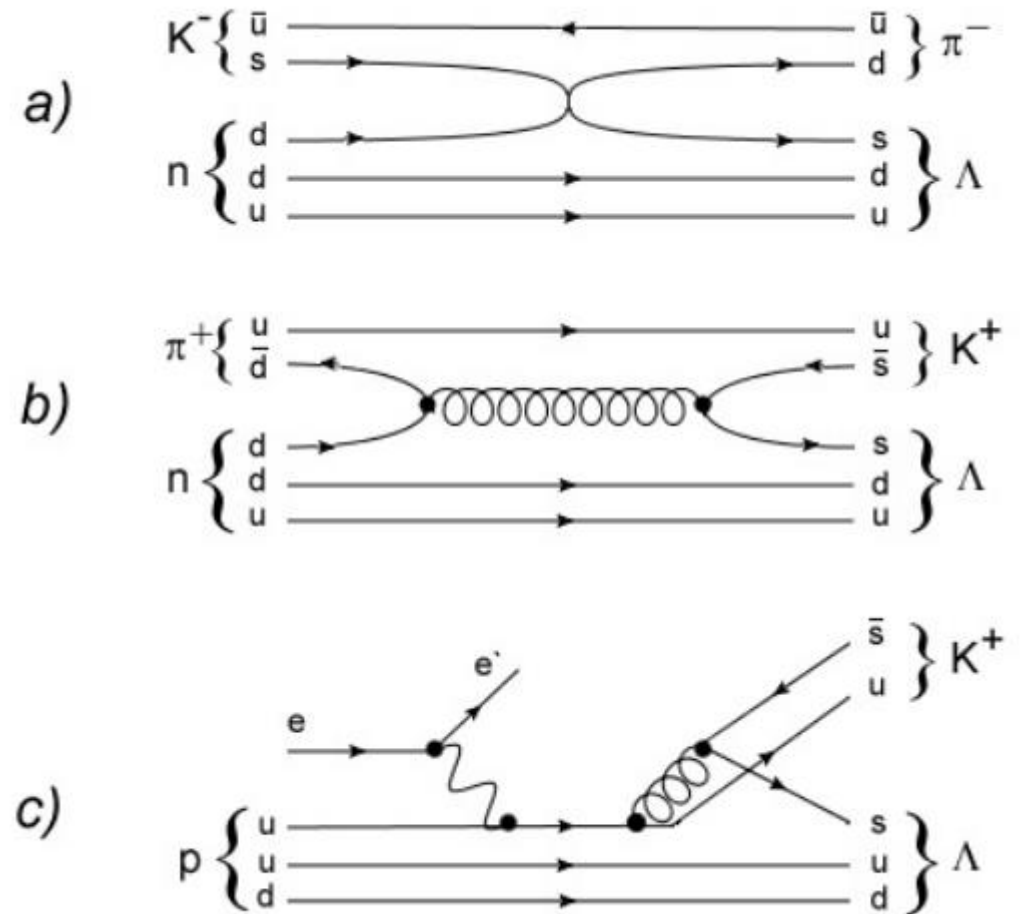
Hyperony a hyperjádra

- Hyperon - baryon (tj. hadron složený ze tří kvarků), který má nenulovou podivnost a interaguje silnou interakcí.
- Hyperjádرو je jádro, které obsahuje kromě nukleonů nejméně jeden hyperon, díky čemuž má nenulovou podivnost
- Hyperon v jádře není omezen Pauliho vylučovacím principem, a může proto obsadit jakékoliv jaderné stavy (což je v kontrastu s protony a neutrony v jádře)

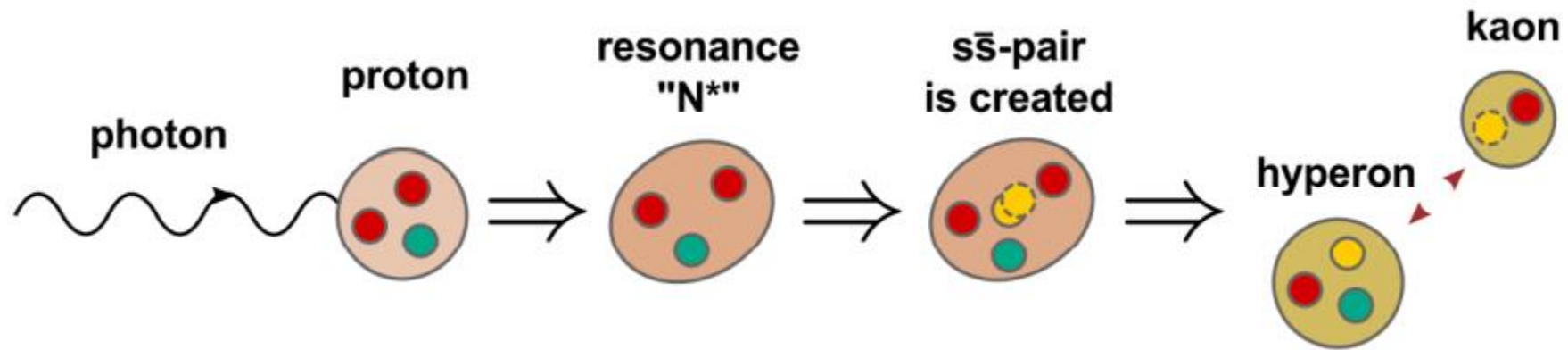


Produkce hyperonu

- Hyperon je možné vytvořit třemi různými způsoby:
 - A) výměna podivnosti
 - B) vytvoření podivnosti
 - C) elektromagnetická produkce podivnosti



Fotoprodukce



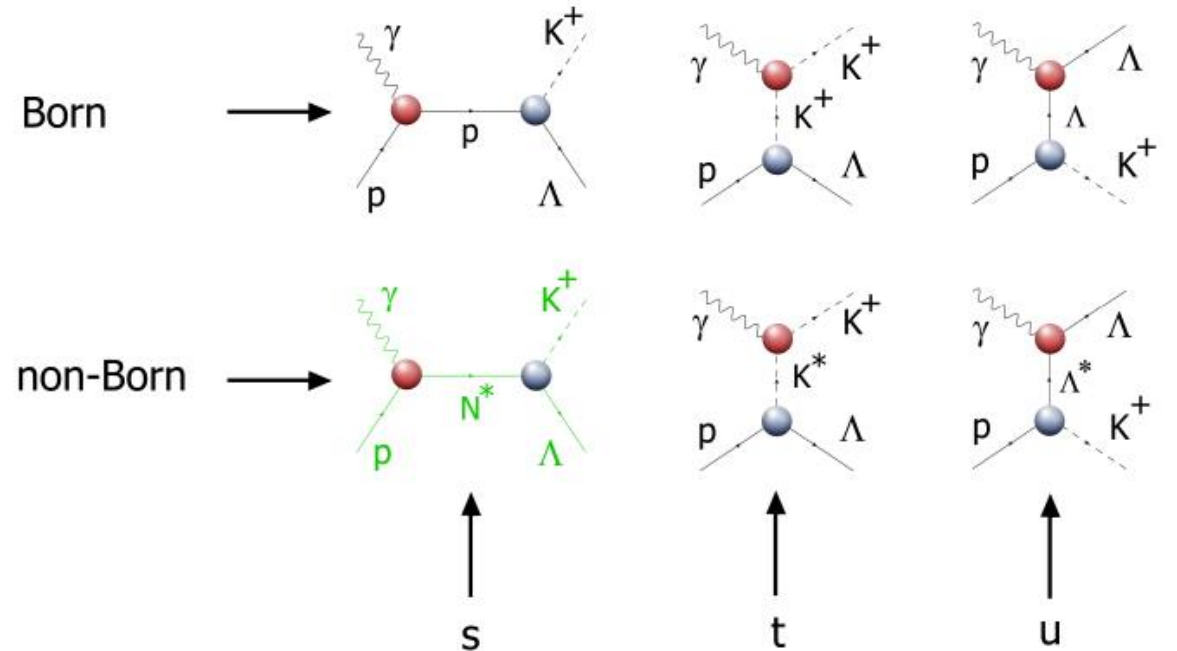
Feynmanovy diagramy

- Pracujeme na nejnižší úrovni

- Příspěvky vyšších řádů jsou zanedbány

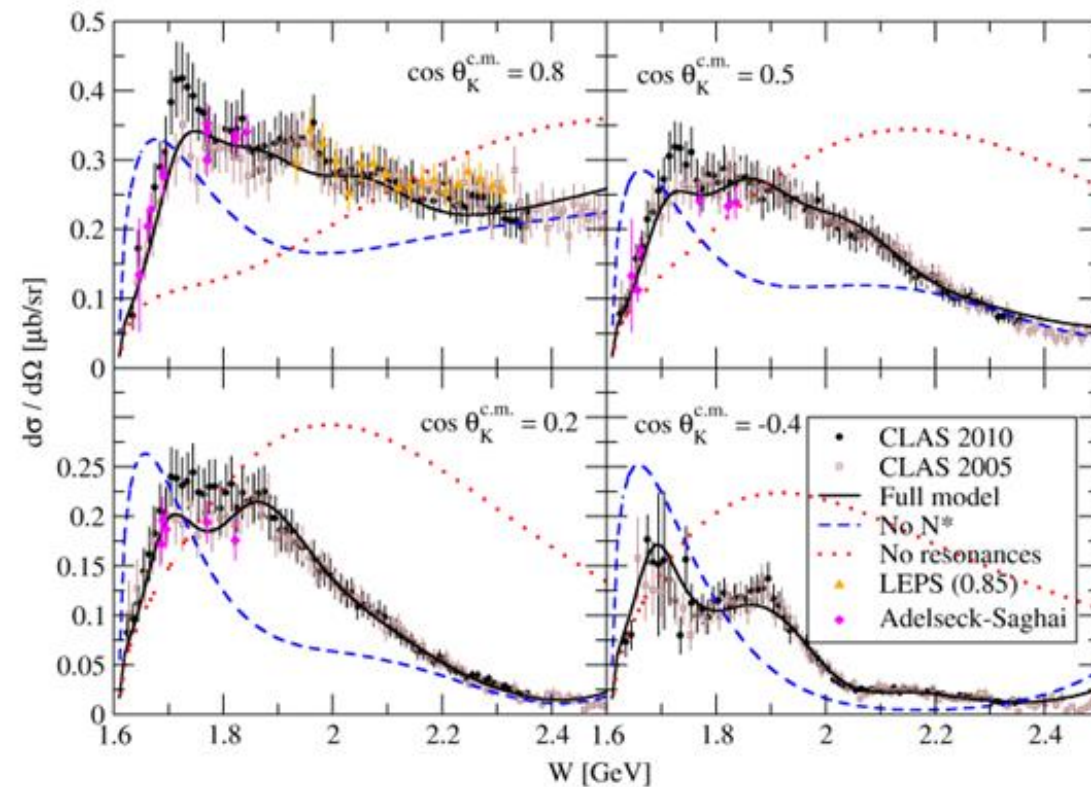
- $M = \sum_i M_i$

- $\sigma = |M|^2 = |M_1|^2 + \dots + |M_n|^2 + \text{Re}(M_1 M_2) + \dots$



Výpočet účinného průřezu ve srovnání s daty

- Plný model vystihuje data, N^* vytváří výrazné píky
- Model bez N^* : pokles účinného průřezu a ztráta rezonanční struktury
- Model bez všech rezonancí: výsledky nevystihují data



Shrnutí

- Seznámili jsme se s historií objevu částic
- Pochopili jsme kosmické záření
- Popsali jsme elementární částice
- Seznámili jsme se s hyperony a hyperjádry
- Provedli jsme jednoduché výpočty jejich produkce

Poděkování

- ÚJF AV ČR Řež
- Ing. Dalibor Skoupil, Ph.D.
- Organizátoři Týdne vědy na Jaderce

Zdroje

- D. Skoupil, P. Bydžovský, Phys. Rev. C **97** 025202 (2018)
- <http://www.ujf.cas.cz/cs/oddeleni/oddeleni-teoreticke-fyziky/isobar-model.html>