

**baryony :** (kvarky)  $x^n \cdot t^m / x^k \cdot t^l$  a A  
 (rezonance)

---

$\Delta^{++}$	$\equiv$ (UUU)	$= x^3 \cdot t^{-1} / x^0 \cdot t^1 = x^3/t^2 \cdot x^0 \cdot t^{-1} / x^0 \cdot t^{-1}$
$\Delta^+$ , p (proton)	$\equiv$ (UUD)	$= x^3 \cdot t^0 / x^0 \cdot t^2 = x^3/t^2 \cdot x^0 \cdot t^0 / x^0 \cdot t^0$
$\Delta^0$ , n (neutron)	$\equiv$ (UDD)	$= x^3 \cdot t^1 / x^0 \cdot t^3 = x^3/t^2 \cdot x^0 \cdot t^1 / x^0 \cdot t^1$
$\Delta^-$	$\equiv$ (DDD)	$= x^3 \cdot t^2 / x^0 \cdot t^4 = x^3/t^2 \cdot x^0 \cdot t^2 / x^0 \cdot t^2$
$\Sigma^+$	$\equiv$ (USU)	$= x^4 \cdot t^0 / x^1 \cdot t^2 = x^3/t^2 \cdot x^1 \cdot t^0 / x^1 \cdot t^0$
$\Sigma^0$ , $\Lambda^0$	$\equiv$ (USD)	$= x^4 \cdot t^1 / x^1 \cdot t^3 = x^3/t^2 \cdot x^1 \cdot t^1 / x^1 \cdot t^1$
$\Sigma^-$	$\equiv$ (DSD)	$= x^4 \cdot t^2 / x^1 \cdot t^4 = x^3/t^2 \cdot x^1 \cdot t^2 / x^1 \cdot t^2$
$\Xi^0$	$\equiv$ (SUS)	$= x^5 \cdot t^1 / x^2 \cdot t^3 = x^3/t^2 \cdot x^2 \cdot t^1 / x^2 \cdot t^1$
$\Xi^-$	$\equiv$ (SDS)	$= x^5 \cdot t^2 / x^2 \cdot t^4 = x^3/t^2 \cdot x^2 \cdot t^2 / x^2 \cdot t^2$
$\Omega^-$	$\equiv$ (SSS)	$= x^6 \cdot t^2 / x^3 \cdot t^4 = x^3/t^2 \cdot x^3 \cdot t^2 / x^3 \cdot t^2$

---

$\Sigma_c^{++}$	$\equiv$ (UCU)	$= x^4 \cdot t^1 / x^1 \cdot t^3 = x^3/t^2 \cdot x^1 \cdot t^1 / x^1 \cdot t^1$
$\Sigma_c^+$	$\equiv$ (UCD)	$= x^4 \cdot t^2 / x^1 \cdot t^4 = x^3/t^2 \cdot x^1 \cdot t^2 / x^1 \cdot t^2$
$\Sigma_c^0$ , $\Lambda_c^0$	$\equiv$ (DCD)	$= x^4 \cdot t^3 / x^1 \cdot t^5 = x^3/t^2 \cdot x^1 \cdot t^3 / x^1 \cdot t^3$
$\Xi_c^+$	$\equiv$ (CUS)	$= x^5 \cdot t^2 / x^2 \cdot t^4 = x^3/t^2 \cdot x^2 \cdot t^2 / x^2 \cdot t^2$
$\Xi_c^0$	$\equiv$ (CDS)	$= x^5 \cdot t^3 / x^2 \cdot t^5 = x^3/t^2 \cdot x^2 \cdot t^3 / x^2 \cdot t^3$
$\Omega_c^0$	$\equiv$ (CSS)	$= x^6 \cdot t^3 / x^3 \cdot t^5 = x^3/t^2 \cdot x^3 \cdot t^3 / x^3 \cdot t^3$

---

$\Xi_{cc}^{++}$	$\equiv$ (CCU)	$= x^5 \cdot t^3 / x^2 \cdot t^5 = x^3/t^2 \cdot x^2 \cdot t^3 / x^2 \cdot t^3$
$\Xi_{cc}^+$	$\equiv$ (CCD)	$= x^5 \cdot t^4 / x^2 \cdot t^6 = x^3/t^2 \cdot x^2 \cdot t^4 / x^2 \cdot t^4$
$\Omega_{cc}^+$	$\equiv$ (CCS)	$= x^6 \cdot t^4 / x^3 \cdot t^6 = x^3/t^2 \cdot x^3 \cdot t^4 / x^3 \cdot t^4$

---

$\Omega_{ccc}^{++}$	$\equiv$ (CCC)	$= x^6 \cdot t^5 / x^3 \cdot t^7 = x^3/t^2 \cdot x^3 \cdot t^5 / x^3 \cdot t^5$
---------------------	----------------	---

(pyramida) částice = báze „kulhavé schody“  
 ve dvouveličinovém  
 stavu

**Druh** částice je „rozeznatelný“ konstantním tvarem  $x^a/x^b$ .

**Náboj** je „rozeznatelný“ nárůstem mocnin u  $t^a/t^b$ . Změna patra – úrovně – hladiny je

„rozeznatelná“ skokem mocnin jak u  $x^a/x^b$  tak i u  $t^a/t^b$ . (07/2001)

\*\*\*\*\*

Prozkoumat :

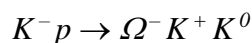
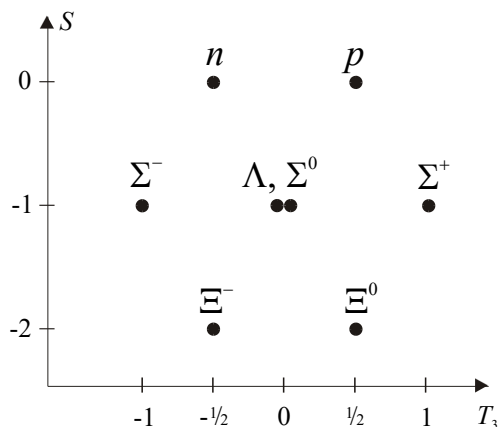
- = proton a částice Delta+ se 'sestavají' oba z kvarků uud, ale proton má spin 1/2 a Delta+ 3/2.
- = částice se často vyskytují jako skupiny velmi podobných částic, které nazýváme multiplety (dublet nukleonů, triplet pionů, kvadruplet  $\Delta$  baryonů, atd.) Tyto částice lze chápat jako kvantové stavy jediné částice, které se liší projekcí veličiny nazývané *izospin*.

\*\*\*\*\*

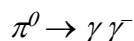
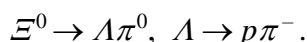
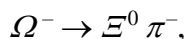
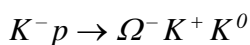
Zde je na místě terminologická poznámka. Pro větší přehlednost jsme v naší diskusi hadronů zatím rozlišovali „částice“ (jako  $\pi$ ,  $K$ ,  $\Lambda$ ,  $\Sigma$  atd.) a „rezonance“ ( $\Delta$ ,  $\Sigma^*$  atd.). Je třeba zdůraznit, že takové dělení je ve skutečnosti poněkud umělé, ačkoli se v literatuře poměrně často užívá. Rozdíl mezi hadrony prvního a druhého typu je totiž pouze v tom, že „částice“ se rozpadá relativně pomalu (pod vlivem slabé nebo elektromagnetické interakce), zatímco „rezonance“ žije velmi krátce – její rozpad je způsoben silnou interakcí. Prakticky to znamená, že částice může při dostatečně velké rychlosti zanechat stopu pozorovatelné délky např. v bublinové komoře (připomeňme, že světlo urazí za  $10^{-10}$  s vzdálenost 3 cm), zatímco pro rezonance je tento způsob detekce vyloučen. Fyzikální povaha všech hadronů je však v podstatě stejná: jsou to subjaderné objekty, jež cítí silnou interakci a není přitom důvod se domnívat, že např. nukleon je „elementárnější“ než rezonance  $\Delta$  (prostě proto, že podle žádného přirozeného fyzikálního kritéria nelze takovou hierarchii ve světě hadronů identifikovat).<sup>1</sup>

\*\*\*\*\*

$$\frac{1}{2}(m_N + m_{\Xi}) = \frac{1}{4}(3m_{\Lambda} + m_{\Sigma})$$



$$\frac{x^2 \cdot t^1}{x^2 \cdot t^1} \cdot \frac{x^3 \cdot t^0}{x^0 \cdot t^2} = \frac{x^6 \cdot t^2}{x^3 \cdot t^4} \cdot \frac{x^2 \cdot t^1}{x^2 \cdot t^1} \cdot \frac{x^2 \cdot t^2}{x^2 \cdot t^2} \quad \begin{matrix} 12 & 8 \\ 12 & 8 \end{matrix} \quad ?$$



<sup>1</sup> Stojí snad také za zmínku, že fenomenologická „hadronová demokracie“ byla základem tzv. teorie „bootstrapu“, kterou na začátku šedesátých let navrhl Geoffrey Chew. Kvarkový model, o němž bude řeč dále, tuto teorii nakonec zcela vytlačil na okraj zájmu částicových fyziků. Zdá se však, že její idea čas od času oslovuje některé filosofy přírodních věd.

