

**Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo:**

**CZ.1.07/1.1.08/03.0009**

FYZIKA částic

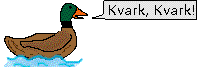
Částice elementární , nejjednodušší, dále nedělitelné elementy struktury hmoty, tj. základní kvanta hmoty. Obsah pojmu elementární částice historicky závisí na úrovni fyzikálního poznání struktury hmoty. Do začátku 20. stol. byly za elementární považovány atomy chemických prvků uspořádaných v Mendělejovově periodickém systému. Po objevu elektronu (1897) a atomového jádra (1911) se na začátku 30. let 20. stol. prokázalo, že i jádra atomů jsou dále složena z nukleonů: protonů a neutronů.

Objev neutronu také vedl k hlubšímu pochopení jevu **beta-rozpadu**, tj. spontánní emise elektronu z atomového jádra. Tento efekt pozoroval poprvé - šťastnou náhodou - již Henri Becquerel v roce 1896 při svém systematickém studiu luminiscence. To, že "Becquerelovo záření" jsou skutečně elektrony, odhalili o několik let později Marie a Pierre Curieovi a spolu s Becquerelem získali za objev přirozené radioaktivity Nobelovu cenu v roce 1903. V rámci moderní teorie atomového jádra se pak nabízelo jednoduché vysvětlení tohoto pozoruhodného jevu: původcem beta-radioaktivity je rozpad neutronu na proton a elektron (rozdíl mezi klidovou energií neutronu a protonu činí zhruba 1,3 MeV a je tedy dostatečně velký na to, aby takový rozpad byl kinematicky možný - jak už jsme uvedli, klidová energie elektronu je totiž jen asi 0,5 MeV). Podrobnější zkoumání beta-rozpadu však odhalilo zdánlivý paradox. Spektrum energií produkovaných elektronů je totiž spojité, což vede k rozporu s představou, že se jedná o dvoučásticový rozpad (v takovém případě by elektron měl vždy jen jednu možnou energii, striktně určenou obvyklými zákony zachování). Na záchranu zákona zachování energie proto Wolfgang Pauli postuloval existenci nové částice, která při beta-rozpadu vzniká spolu s protonem a elektronem. Taková částice musí zjevně být elektricky neutrální a z jednoduchých kinematických výpočtů bylo celkem brzy jasné, že je také velmi lehká - mnohem lehčí než elektron. Enrico Fermi ji proto následně nazval neutrino. Neutrinová hypotéza se během třicátých let úspěšně ujala, ačkoli k první přímé detekci této záhadné částice došlo až mnohem později, v polovině padesátých let.

Další elementární částicí byl již od 20. let také foton jako kvantum energie elektromagnetického pole. Na přelomu 20. a 30. let bylo teoreticky předpovězeno, že každá částice by měla mít svou antičástici. Tato předpověď byla poprvé experimentálně potvrzena v roce 1932 objevem pozitronu, antičástice elektronu.

Zhruba v polovině šedesátých let si fyzikové uvědomili, že to, jak dosud chápali svět, to znamená s veškerou hmotou složenou z protonů, neutronů a elektronů, nestačí k vysvětlení stovek nových částic, které byly nedlouho před tím v rychlém sledu objeveny. Řešení těchto problémů nabízela Gell-Mannova a Zweigova teorie kvarků. Během následujících více než třiceti let se postupně vyvinula teorie, které se dnes říká standardní model, a s rostoucím množstvím experimentálních důkazů ve svůj prospěch, jež byly získány na nových a silnějších urychlovačích, získávala stále širší okruh příznivců.

Další částice hmoty, kterými se budeme zabývat, dostaly jméno kvarky.



Existuje šest typů kvarků, které lze podle fyzikálních vlastností uspořádat do tří párů: u/d (z anglického up/down), c/s (charm/strange - pro tento pár se používá i české pojmenování půvabný/podivný) a t/b (top/bottom). Ke každému kvarku existuje odpovídající kvark z antihmoty- antikvark.

Kvarky mají nanejvýš neobvyklou vlastnost - nesou "neceločíselný" (vyjádřeno v jednotkách náboje protonu) elektrický náboj 2/3 nebo -1/3 (náboj elektronu je v těchto jednotkách -1 a náboj protonu, pochopitelně, 1). Všechny běžné částice mají při tom náboj celočíselný.

Mezi typické zvláštnosti elementárních částic patří možnost jejich vzniku, zániku i vzájemných přeměn v důsledku **interakcí**. Změní-li se například charakter pohybu elektronu v atomu nebo nukleonů v jádře, dochází ke vzniku fotonů. Při srážkách nukleonů o vysoké energii vznikají piony. Zmíněná přeměna neutronu v proton je doprovázena vyzářením elektronu a antineutrina. Naopak může dojít i k přeměně protonu, který je součástí atomového jádra, v neutron za současného vzniku neutrina a pozitronu. Neutrální pion se rozpadá na dva fotony, produktem rozpadu nabitého pionu je neutrino a mion, fotony se mohou v poli jádra přeměnit v elektron a pozitron apod.

Objevení skutečnosti, že může docházet ke vzniku, zániku i vzájemným přeměnám elementárních částic (v souladu se **zákony** **zachování** **energie**, **elektrického** **náboje** i některých dalších zákonů zachování), se stalo jedním z nejzásadnějších úspěchů vědy na cestě k poznání objektivních vlastností světa, jenž nás obklopuje, i vzájemných souvislostí mezi různými přírodními jevy. V souvislosti s tím se pojmy „elementárnosti“ a vzájemné „izolovanosti“ různých druhů částic stávají čím dál tím méně určitými. Podle současných představ mohou být částice jednoho typu nositeli interakce mezi částicemi jiného typu. Například jaderné reakce mezi nukleony jsou zprostředkovány nabitými i neutrálními piony. Názorně řečeno jako by protony i neutrony byly obaleny mezonovým oblakem, který zajišťuje přenos interakce mezi nimi. Tento mezonový oblak je neoddělitelnou součástí struktury protonů a neutronů a v mnohém spoluurčuje jejich vlastnosti. Naproti tomu také protony a neutrony svým způsobem určují řadu vlastností pionů. Pojem izolované částice daného typu tak ztrácí smysl a představa volného pohybu částice může být jen hrubou idealizací skutečnosti.

Při procesech, v nichž dochází k interakci mezi částicemi s velkou energií, ztrácí smysl představa o neproměnném počtu částic. Při průchodu rychlých elektronů polem jádra např. dochází k tvoření fotonů, fotony v poli jader vytvářejí elektron-pozitronové páry, které opět mohou vytvářet fotony atd. Takový lavinový vzrůst počtu částic je možné skutečně pozorovat při dopadu primárních částic **kosmického** **záření** do zemské atmosféry.