



Spolufinancované z  
programu Európskej únie  
Erasmus+



# Prírodné vedy – premostenie vedomostí Časť P3 – 21. storočie fyziky, podstata kvantovej fyziky

---



V tejto kapitole sa dozviete viac o:

- Teórii relativity
- Kvantovej mechanike
- Mikročasticiach
- Teórií Veľkého tresku

Prečo sa snažíme pochopiť svet? Pretože sme s ním stále v interakcii. Interakcia je definovaná silami. Príčiny síl sú veľmi odlišné. Ako pôsobia sily je hádanka o hádankách a vedecký problém z fyziky. Objekty môžu byť rôzne, preto sú rôzne aj ich interakcie. Doteraz boli popísané štyri typy interakcií. Dva sú pre nás najznámejšie: gravitačný a elektromagnetický.

V univerzálnom gravitačnom zákone (Newton) tvrdí, že všetky telesá sa navzájom priťahujú silou priamoúmernou ich hmotnosti a nepriamo úmernou druhej mocnине ich vzdialenosti.

Zákon definujúci elektromagnetickú interakciu uvádza, že elektrické telesá sa navzájom ovplyvňujú silou priamoúmernou ich elektrickým nábojom a nepriamo úmernou druhej mocnине ich vzdialenosti. Táto interakcia zaručuje existenciu látok a atómov.

Einstein objavil stimulovaný emisný zákon: ak svetlo môže stimulovať látku a atómy, potom rovnaké žiarenie spôsobí, že systém bude vyžarovať rovnaké množstvo žiarenia, ak naruší už stimulovaný systém.

Vo svete pôsobia aj iné interakcie: silnejšie a slabšie. Ide o interakcie mikrosveta.

Príroda teda nemá rada prázdnotu, a ak je to tak, potom:

- všetky telesá sa pohybujú a môžu pohyb zmeniť alebo navzájom zastaviť iba silou, ktorá na ne pôsobí - prvý a druhý Newtonov zákon;
- ak na telesá nepôsobí doplnková sila, voľne sa šíria v priestore - difúzny proces;
- ak sa teleso nemôže hýbať, musí aspoň vibrovať vo svojom rovnovážnom stave. To znamená, že telesá musia mať vlnové vlastnosti. To potvrdzuje Heisenbergov princíp neurčitosti a De Broglieho vlnová hypotéza.

**Anarchia** - matka poriadku. N. Prigožin definoval zákon, za ktorý dostal Nobelovu cenu. Dokázal, že ak je systém v stimulovanom stave, veľmi ďaleko od termodynamickej rovnováhy, môže sa v ňom objaviť nový poriadok. Táto teória zahŕňa teóriu chaosu, inak nazývanú nerovnovážna termodynamika a teória nestability. Napríklad prúdenie oleja v prehriatej panvici, vírenie v kanáloch, samoorganizácia látky, veštenie z kávovej usadeniny a podobne.

## Teória relativity

Špeciálna teória relativity bola vytvorená v rokoch 1905 - 1908 (Lorenz, Poitou-Charentes, Einstein). Podľa galileo-newtonovskej mechaniky sa vzájomné pohyby telies sčítavajú algebricky. Michelsonove experimenty v roku 1880 dokázali, že šírenie elektromagnetických vln a ich rýchlosti sa nesčítavajú. Zdá sa, že rýchlosť šírenia svetelného signálu nezávisí od rýchlosti pohybu svetelného zdroja. To je v rozpore s tézami Galileja. V galileo-newtonovskej mechanike bola relatívna iba rýchlosť. V klasickej mechanike boli priestor a čas nezávislé, v teórii relativity je to jednotný celok.

Všeobecná teória relativity bola vytvorená asi o 10 rokov neskôr. V tejto teórii boli predstavené pojmy ako problém priestoru, problém konečno-nekonečno, vzťah medzi hmotou, pohybom, priestorom a časom.

### Rozvoj princípu relativity

Z filozofického hľadiska relativita akýchkoľvek javov znamená, že medzi nimi nie sú žiadne absolútne, neprekonateľné hranice. Galileo bol prvým, kto zaviedol relativitu mechanického pohybu vzhľadom na pokoj. Podstatou takéhoto princípu je, že zákony mechaniky majú vo všetkých zotrvačných sústavách rovnaké formy, inými slovami, všetky mechanické procesy v týchto systémoch prebiehajú rovnako. V Einsteinovej teórii je to inak - nielen mechanické, ale aj všetky fyzikálne procesy v inerciálnych systémoch prebiehajú rovnako. Princíp relativity prebieha jednomyselne s inými princípmi - princípom rýchlosti svetla vo vákuu, princípom rýchlosti nezávislosti svetla na svetelnom zdroji a ďalšími.

Všeobecná teória relativity uvádza, že prírodné zákony pôsobia rovnako v zotrvačných a neinerciálnych referenčných systémoch. Euklidovská geometria už nemôže používať túto teóriu, ale používa takú, ktorá hovorí, že priestor je pôsobením gravitačných síl pokrivený, čo spomaľuje tok času v silných gravitačných poliach. To všetko vedie k hlbšiemu poznaniu sveta.

## Moderná veda a mystika

Rýchly rozvoj vedy 20. storočia je spojený s rozšírením mystiky, iracionalizmu, okultizmu a ezoteriky. Mystické vedomie vždy v sebe spája vieru v nadprirodzeno. Historicky sa mystika najsilnejšie prejavila v kulte šamanizmu. Šaman je muž, ktorý pri meditácii plní úlohu veštca. Môže cestovať do iného sveta. Predpokladá sa, že počas meditácie (extázy) sa u veštca prejavujú pevné zmyslové orgánové signály, ktoré zvyčajne "prechádzajú" blízko vedomia. Akékoľvek monotónne sa opakujúce zvuky môžu spôsobiť odpojenie konkrétnych mozgových centier a spôsobiť halucinácie. Navodené vízie môžu budiť dojem, že sú skutočné. Vedci si myslia, že ide o prienik do hĺbky vedomia. Takýto prienik je možné dosiahnuť rôznymi spôsobmi, napríklad liekmi.

Jedným zo základných sociálnych mystických zdrojov je strach. Človek je bezmocný proti silám spoločnosti a prírody. Na sociálno-psychologickej úrovni tomu priradzujeme výraz strachu. Ďalším zdrojom je viera. Viera je prirodzenou potrebou človeka. Niektoré náboženstvá, napríklad brahmanizmus, hinduizmus a ďalšie, sú založené na hlbkej mystike. Vplýva na to aj typ osobnosti človeka. Poznate tieto typy:

1. Absurdisti - život spravidla nemá zmysel, takže žiť v takom svete znamená, žiť v zlom svete,
2. Postavy - vidia zmysel života v živote samotnom, v okolitej realite,
3. Tvorcovia - hľadajú zmysel života v tom, že ho hľadajú a tvoria,
4. Fantastovia – sú najbližšie k mystike, hľadajú zmysel života v nereálnom svete, uprednostňovanie transcendentného vnímania sveta.

Na rozvoj mystiky má vplyv samotná veda. Vo vede sa vyvíja svetonázorový a metodologický relativizmus, mizne hranica medzi objektom a subjektom, nastáva holistické vnímanie sveta, atď. Existuje niekoľko vedcov, ktorí hľadajú analógie medzi obrazom moderného sveta a mystickými obrazmi sveta starovekého východu. Zdá sa, že sa zaujímajú o exo-psychológiu, rozvíja sa tak koncepcia fungovania holografického ľudského myslenia, relativistická kvantová psychológia, hypotéza galaktickej mysle a i. Klasická európska veda považuje takéto vnímanie za schizofréniu a vyžaduje si serióznu analýzu. Dokonca sa tvrdí, že fyzika je iba odvetvím psychológie. Napriek tomu je potrebné rozlišovať objektívny kognitívny obsah (fakty, zákony, princípy, teórie) od ich interpretácie - svetonázoru (filozofia, náboženstvo a pod.). Vedomie je vždy aktívne a môžeme odvodiť tri typy vedomia:

### Vedecké

### Sprostredkovateľské

### Anti-vedecké

Kvantová fyzika a teória relativity pre nás vytvorila veľmi neobvyklé pojmy a objekty. Chápeme, že výsledky experimentu závisia od typu samotného experimentu, použitých zariadení a samotného experimentátora. Zariadenia nie sú vnímané ako niečo oddelené, ale ako neoddeliteľná súčasť výskumníka. Pozorovateľ a predmet pozorovania tvoria neoddeliteľnú jednotu v oblasti poznávania. Existuje množstvo dôkazov, že ľudská myseľ generuje určité energetické pole, ktoré ovplyvňuje procesy okolo (napr. elektromagnetické pole skresľuje obraz na televíznej obrazovke). Vedomie teda vytvára bio-gravitačné pole.

Kvantová mechanika a kvantová fyzika sa v podstate formovala na začiatku 20. storočia. Vytvorili ich najslávnejší vedci tej doby Planck, Einstein, Bohr, De Broil, Heisenberg, Schrodinger

a ďalší. Zdá sa, že svet je popísaný štatisticky pravdepodobným spôsobom. Ak v makrosvete prebieha kontinuálna výmena energie, potom v mikrosvete prebieha v striktno stanovenom poradí - žiarenie prebieha po častiach.

Do konca 19. storočia bol atóm považovaný za najmenšiu časticu hmoty. Periodický zákon, ktorý formuloval Mendelejev v roku 1869, povzbudil vedcov k názoru, že štruktúra atómov je určená ešte menšími časticami. V roku 1897 anglický fyzik Thomson objavil elektrón - prvú elementárnu časticu. Neutrón bol objavený v roku 1932. Zdalo sa, že štruktúra hmoty je v zásade objasnená. V tom čase známe častice - protón, neutrón a elektrón - stačili na vysvetlenie štruktúry a vlastností hmoty.

Postupne bola popísaná nová štruktúrna úroveň existencie hmoty. To vytvorilo podmienky pre rozvoj fyziky pevného telesa. Bola vysvetlená štruktúra kovov, dielektrika, polovodiče a ich termodynamické, elektrické a magnetické vlastnosti. Kvantová mechanika vysvetlila, že zdrojom energie sú jadrové reakcie prebiehajúce pri veľmi vysokých teplotách (stovkách miliónov stupňov).

Na vysvetlenie fyzikálneho poľa bola použitá kvantová mechanika a bol definovaný pojem fotón, pod ktorým sa rozumie častica elektromagnetického poľa, ktorá nemá pokojovú hmotnosť.

### ***Kvantová mechanika + špeciálna teória relativity = antičastice***

Bolo dokázané, že každá častica má "dvojča" (inú časticu s iným nábojom, ale rovnakou hmotnosťou). V roku 1934 objavil anglický fyzik Dirac pozitron - elektrónovú antičasticu.

O niečo neskôr bolo objavené neutríno. Zistilo sa, že dochádza k rozpadu rádioaktívneho žiarenia  $\beta$ , čím sa z atómového jadra uvoľňujú elektróny a protóny s rôznou energiou. Energia však nemôže len tak vzniknúť alebo zaniknúť a preto tento jav pútal pozornosť viacerých vedcov. Švajčiarsky teoretik Pauli dokázal, že s elektrónom (alebo pozitronom) sa uvoľní ešte jedna malá častica - neutríno. Ak sa emituje pozitron, súčasne sa emituje neutríno, ak sa emituje elektrón - antineutríno.

$N \rightarrow p + e + \nu_e$ . Ak dôjde k emisii pozitronu a neutrína, potom sa protón zmení na neutrón  
 $p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$ . Tieto častice nie sú v jadre atómu, rodia sa v procese premeny neutrónov na protón a naopak.

Kvantová mechanika začala analyzovať hmotu a polia. Zdá sa, že kvantová mechanika spája korpuskulárne a vlnové koncepcie do jedného javu. Heisenberg zavádza princíp neurčitosti, ktorý hovorí, že súradnice šírenia impulzov zostávajú neisté. Bohr zavádza princíp komplementarity a dáva ho do kontrastu s princípom kauzality. Ak použijeme na meranie súradníc častíc presné zariadenie, potom môže byť impulz ľubovoľný, takže príčinná súvislosť neexistuje. Heisenberg navrhol princíp nekontrolovanej interakcie (častice so zariadením).

### **Princíp niektorých konceptov**

Vznikajú otázky: Z čoho je vyrobený protón? Je elektrón deliteľný? Je fotón nedeliteľný alebo zložená častica? A ďalšie.

Analýza takýchto otázok v zásade stráca zmysel. Keď hovoríme, že systém je tvorený prvkami, akoby sme vnímali, že je vytvorený z menších nezávislých jednotiek. V mikrosvete je to iné, hovoríme, že častice sa navzájom menia v rôznych interakčných procesoch. Aj keď sa častica rozkladá, nemôžeme tvrdiť, že častice získané v tomto procese sú jednoduchšie. Pri kvantových rozkladoch majú novovzniknuté častice väčšiu hmotnosť ako "materské" častice. Napríklad, keď sa  $\pi$  mezón rozkladá na protón a neutrón, hmotnosť častíc tohto páru ďaleko presahuje hmotnosť samotného  $\pi$  mezónu. Preto mnohé z týchto častíc nazývame nie obyčajnými, ale elementárnymi. Prejavujú sa však aj vlastnou vnútornou štruktúrou. Voľná, nie interagujúca častica je iba matematickou abstrakciou. Skutočné fyzické častice vždy interagujú s vákuovými poľami, pričom sa vzdávajú virtuálnych častíc, alebo ich absorbujú. Okolo každej mikročastice sa vytvorí "oblak" virtuálnych častíc.

## Mikročastice

V súčasnosti je známych viac ako 400 elementárnych častíc. Niektoré z nich existujú veľmi krátko. Niektoré sa zmenia na iné. Počas svojho života sú schopné pokryť vzdialenosť rovnajúcu sa polomeru atómu,  $10^{-12}$  cm. Niektoré elementárne častice sa ukázali byť ťažšie ako niektoré atómy.

Klasifikáciou častíc je možné rozpoznať určité zákonitosti mikrosveta, vnímať vzťahy medzi formami interakcie: gravitačnými, elektromagnetickými, silnými a slabými. Polomer slabej interakcie je menší ako  $10^{-15}$  cm. Aj slabá interakcia mnohokrát prevyšuje gravitačnú interakciu. Coulonova odpudivá sila dvoch elektrónov je  $10^{42}$ -krát väčšia ako ich gravitačná príťažlivosť. V každom prípade polomer interakčnej sily závisí od hmotnosti častíc. Elektromagnetická interakcia nesie fotóny (pokojo­vá hmotnosť = 0), gravitačná - gravitóny (častice zatiaľ neboli experimentálne určené, ich pokojo­vá hmotnosť je tiež = 0). Gravitačná interakcia spôsobuje príťažlivý účinok medzi rovnakými časticami, ostatné interakcie spôsobujú odpudzovanie medzi rovnakými časticami. Nosičmi silnej interakcie v atómových jadrách sú gluóny.

Častice mikrosveta sú jednotné vo svojej premenlivosti a premenlivosti polí.

### Častica + Antičastica = Nová častica.

Hadróny sú ťažké častice, ktoré sa skladajú z troch častíc - kvarku, antikvarku a gluónu, ktorý ich spája. Existujú aj leptóny – častice svetla.

Mikrosvet je nekonečný na poznávanie. A čo bude ďalej? Ďalej môže byť čokoľvek.

- Veda takmer nikdy skutočne nepovie, kto a čo je mikrosvet;
- alchémia → chémia → kvantová fyzika (Rutherford - som posledný alchymista, pretože jeden atóm môže byť určite premenený na iný). Napr. zlato môže byť vyrobené z ortuti.
- Protón je nestabilný, po určitom čase sa rozloží na leptóny. V priebehu času sa všetky jadrá atómov zmenia na elektróny, neutrína a fotóny - a to znamená, že organizovaná hmota zmizne. Teraz sa predpokladá, že životnosť protónu je asi  $10^{32}$  rokov. Materiál v budúcnosti pravdepodobne zmizne. Všetky častice vyrobené z kvarkov sú nestabilné, iba skutočnosť rozpadu protónov nebola zatiaľ potvrdená. To je hlavnou úlohou poznávania.

Základná sila, vo fyzike nazývaná aj základná interakcia, je ktorákoľvek zo štyroch základných síl - gravitačná, elektromagnetická, silná a slabá - ktoré určujú, ako dochádza k interakcii predmetov alebo častíc a ako dochádza k rozpadu určitých častíc. K týmto základným silám je možné priradiť všetky známe prírodné sily. Základné sily sú charakterizované na základe nasledujúcich štyroch kritérií: typov častíc, ktoré pôsobia na silu, relatívnej sily, rozsahu pôsobenia sily a povahy častíc, ktoré silu sprostredkujú.

Súčasný fyzikálny popis základných síl je zahrnutý v štandardnom modeli fyziky častíc, ktorý načrtáva vlastnosti všetkých základných častíc a ich síl. Grafické znázornenia účinku základných síl na správanie elementárnych subatómnych častíc sú zakomponované do Feynmanových diagramov.

Atóm je teda celkový, jadrový, elektronický systém. Najdôležitejšou zložkou atómu je jadro. Elektróny sa nachádzajú na rôznych energetických úrovniach obežnej dráhy atómu. Základné typy interakcií atómov sú tri:

1. Interakcia s poľami a časticami, počas ktorých sa mení vnútorná štruktúra atómov (napr. absorpcia žiarenia a svetla).
2. Atómová vzájomnosť, ktorá určuje agregáčny stav hmoty.
3. Chemická interakcia, keď sa tvoria molekuly a iné chemické kombinácie.

Čím sú atómy komplexnejšie, tým je ich interakcia zložitejšia. Chemická interakcia prebieha iba na atómovej úrovni, preto s atómom možno zaobchádzať ako s najelementárnejšou

časticou chemickej interakcie. Na druhej strane, chemická interakcia je ovplyvňovaná vlastnosťami atómov, teda aj ich vnútornými štruktúrami.

Molekula - je ďalšou evolučnou úrovňou hmoty. Toto je kvalitatívne iná úroveň. Moderná veda považuje molekulárny pohyb za pohyb nezávislých systémov. Inými slovami, atómy tvoriace molekulu sa nepohybujú chaoticky, ale podliehajú vnútornej molekulárnej logike.

Moderná chémia pozná veľa chemických častíc, ktoré sa navzájom líšia svojou štruktúrou, zložitou, atď. Je možné rozlíšiť tri úrovne hmoty:

- 1) úroveň atómu (elektricky neutrálne atómy, ióny, izotopy a pod.);
- 2) molekulárna úroveň (molekuly, radikály, molekulárne ióny, iónové radikály, atď.);
- 3) na molekulárnej úrovni koloidné kompozície (micely, molekulárne komplexy a polymérne makromolekuly).

Na každej z týchto úrovní sú chemické procesy komplexnejšie, t.z. častice sú čoraz komplexnejšie. V biologických systémoch tvorí sféra kvalitatívnej činnosti chemického pohybu akési povrchové úpravy - ďalšie komplexné transformácie.

### ***Od fyziky a chémie ku geológii a biológii***

Chemicko - fyzikálny proces a dôsledky transformácie sú formou biologického pohybu. Môže byť reprezentovaný nasledujúcou schémou.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>Javy fyzikálnej interakcie na úrovni elementárnych častíc a atómových jadier</p> | <p>Chemický pohyb atómov a molekúl</p> <p>Fyzikálne atómovo-molekulárne procesy</p> | <p>Život, forma pohybu biologického proteínového a nukleového systému</p> <p>Geologické procesy</p> |
|---|---|---|

Táto schéma reflektuje na komplexný vývojový proces. Na atómovo-molekulárnej úrovni sú procesy veľmi zložité a navzájom závislé. V geologických a biologických systémoch sú všetky pohybové formy prepojené vnútornými vzťahmi.

Ako vznikol vesmír? Práce Einsteina, Friedmana, Hubbla a ďalších ukázali, že Metagalaxie sa neustále rozširuje, galaxie sa od seba vzdalujú. Primárnym centrom bol Veľký tresk. Nikto nevie, čo existovalo pred Veľkým treskom. Energia generovaná počas výbuchu sa zmenila na atómové častice. Asi 1 miliardu rokov po výbuchu gravitácia vtiahla do oblakov vodík a hélium, pričom sa vytvorili rotujúce plynové gule a objavili sa prvé galaxie a hviezdy.

Dôkazy veľkého tresku:

1. Svetlo putuje miliardy rokov z najvzdialenejších galaxií k nám, a preto môžeme vidieť, ako vyzerali pred tým.
2. Galaxie sa od nás vzdalujú, čo znamená, že kedysi bolo všetko sústredené na jednom mieste.
3. V roku 1965 vedci zistili, že po výbuchu zostáva reliktné tepelné žiarenie, ktoré cestuje všetkými smermi vesmíru.

Budúcnosť vesmíru je nejasná. Niektorí si myslia, že sa bude rozširovať, rásť a chladieť. Hviezdy zmiznú a vesmír bude chladný a temný.

Iní veria, že po mnohých rokoch gravitácia zastaví galaxie, takže sa prestanú rozpínať. Potom gravitácia opäť pritiahne galaxie k sebe. Vesmír sa zmenší do jedného bodu, materiál sa bude zahrievať a zahrievať, až kým sa neskompresuje do stavu nazývaného Veľká kríza. Všetko



sa rozpadne a to bude koniec vesmíru. Neskôr môže prísť ďalší Veľký tresk a môže sa vytvoriť nový Vesmír.

Otázkou však zostáva, ako vznikol vesmír. Už od pradávna bolo známe, že z ničoho nič nevzniká. Akékoľvek teleso/častica môže vzniknúť iba z iných telies/častíc. Absolútna prázdnota neexistuje. Ak nie je žiadna hmota, je to pole, ak neexistuje žiadne pole, potom existuje jeho fyzické vákuum. Moderná fyzika chápe vákuum ako zvláštny stav hmoty, a nie ako absolútnu ničotu. Napr. vákuum elektromagnetického poľa je jeho stav, v ktorom nie sú žiadne fotóny.

Zásada nevytvárania a ničenia hmoty teda zostáva v platnosti. Hmotnostná stálosť, energetická stálosť, elektrický náboj, pulzná stálosť a ďalšie zákony boli známe už na začiatku 20. storočia.

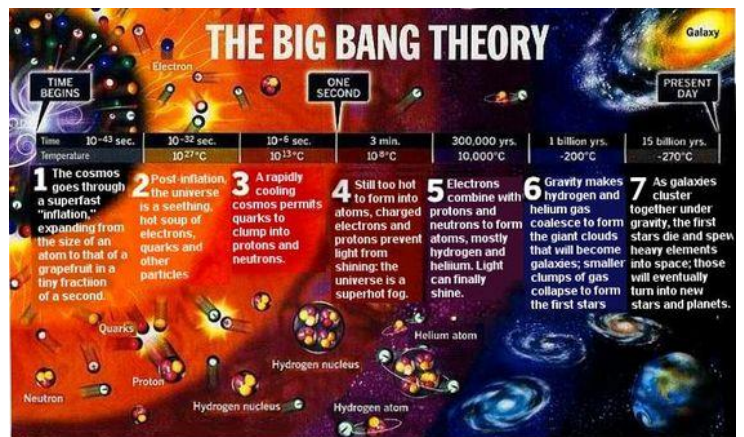
Dnes je populárny koncept "čiernej diery". Je však zrejmé, že nie sú úplne izolované a uzavreté. Dlhú dobu sa predpokladalo, že čierne diery pohlcujú iba predmety, ktorých gravitácia bola taká veľká, že blokovala dokonca aj vyžarovanie svetla.

Aktuálne sa potvrdilo, že čierne diery vyžarujú do okolitého priestoru aj toky hmoty a antihmoty, elektromagnetické vlny a pod.

### Teória "tepelnej smrti" vesmíru

V roku 1960 sformuloval nemecký fyzik Clausius druhý termodynamický zákon, ktorý hovorí, že v nevratných procesoch entropia neustále rastie. Z tohto zákona bol odvodený záver, že všetky formy pohybu hmoty sa menia na tepelnú formu a rovnomerne sa budú šíriť vo vesmíre. Je však zrejmé, že neprebíha len proces rozkladu hmoty, ale aj jej koncentrácia v priestore. Uvažuje sa o tom, že čierne diery sú koncentrátormi hmoty a energie, ktoré sú schopné výbuchmi vrátiť ju do okolitého priestoru.

Megasvet je teda dosť zložitý. Ukazuje sa, že nie je možné vytvoriť úplne platnú teóriu, ktorá by vysvetľovala všetky rôzne formy existencie hmoty. Ak by sa taká teória vyvinula, veda by stratila zmysel, všetko by sa vysvetlilo. Napríklad to, čo platí v mikrosvete, sa zdá byť neplatné vo svete elementárnych častíc.



<https://cz.pinterest.com/pin/194851121359996416/>

Ďalšie literárne zdroje:

<https://www.universetoday.com/54756/what-is-the-big-bang-theory/>