

FRITJOF CAPRA

TA



fyziky



Bestseller, ktorý zblízuje
orientálnu filozofiu a
západnú vedu v humanistickom
pohľade na vesmír

TAO FYZIKY

Fritjot Capra

Obsah

TAO FYZIKY	2
Fritjot Capra	2
První část –	4
Cesta fyziky	4
Kapitola první –	4
- Moderní fyzika – cesta srdce?	4
Kapitola druhá –	13
-Vidět a znát	13
Kapitola třetí –	30
- Za hranicemi jazyka	30
Kapitola čtvrtá –	37
- Moderní fyzika	37
Klasická fyzika	38
Moderní fyzika	45
Druhá část –	63
Cesta východní mystiky	63
<i>Kapitola pátá -</i>	<i>63</i>
- <i>Hinduismus</i>	<i>63</i>
<i>Kapitola šestá -</i>	<i>70</i>
- <i>Buddhismus</i>	<i>70</i>
<i>Kapitola sedmá -</i>	<i>77</i>
- <i>Čínské myšlení</i>	<i>77</i>
<i>Kapitola osmá –</i>	<i>87</i>
<i>Taoismus</i>	<i>87</i>
<i>Kapitola devátá –</i>	<i>93</i>
<i>Zen</i>	<i>93</i>
Třetí část –	99
Paralely	99
<i>Kapitola desátá –</i>	<i>99</i>
- <i>Jednota všech věcí</i>	<i>99</i>

<i>Kapitola jedenáctá -</i>	112
- <i>Za světem protikladů</i>	112
<i>Kapitola dvanáctá –</i>	127
- <i>Prostoročas</i>	127
<i>Kapitola třináctá –</i>	151
- <i>Dynamický vesmír</i>	151
<i>Kapitola čtrnáctá –</i>	166
- <i>Prázdnota a forma</i>	166
<i>Kapitola patnáctá –</i>	181
- <i>Kosmický tanec</i>	181
<i>Kapitola šestnáctá –</i>	198
- <i>Kvarkové symetrie – nový kóan?</i>	198
<i>Kapitola sedmnáctá –</i>	208
- <i>Struktury změny</i>	208
<i>Kapitola osmnáctá –</i>	229
- <i>Vzájemný průnik</i>	229
<i>Kapitola devatenáctá -</i>	245
- <i>Epilog</i>	245
<i>Kapitola dvacátá -</i>	250
- <i>Opět o nové fyzice</i>	250
<i>Kapitola dvacátá první –</i>	261
- <i>Budoucnost nové fyziky</i>	261
<i>Vize</i>	261
<i>Odezva na mou knihu</i>	262
<i>Posun paradigmatu</i>	262
<i>Vliv Heisenberga a Chewa</i>	264
<i>Nové paradigma ve vědeckém myšlení</i>	265
<i>Kritika mého Tao fyziky</i>	272
<i>Současný vývoj a budoucí možnosti</i>	276

První část – Cesta fyziky

Kapitola první –

- Moderní fyzika – cesta srdce?

Každá cesta je jenom cesta srdce a není pro nikoho potupou ji opustit, když mu to říká jeho srdce. .. Soustředěně a podrobně si prohlédni každou cestu. Vyzkoušej ji tolikrát, kolikrát to považuješ za potřebné. Zeptej se pak sebe sama: Má ta cesta srdce? Jestli ano, je to cesta správná, jestli ne, je k ničemu.

Carlos Castañeda, Učení dona Juana

Moderní fyzika hluboce ovlivňuje téměř všechny stránky lidské společnosti. Stala se základem všech přírodních věd a v kombinaci s technickými vědami zásadně změnila podmínky života na Zemi, a to jak v dobrém, tak i ve zlém. Sotva už najdeme průmyslové odvětví, které by nevyužívalo výsledků jaderné fyziky. Dobře známe vliv na politické uspořádání světa, který měla aplikace fyziky v jaderném zbrojení. Avšak působení moderní fyziky přesahuje oblast techniky a zasahuje do sféry myšlení a kultury. Fyzika změnila naše chápání i náš vztah k vesmíru. Výzkumy ve světě atomů i ve světě subnukleárním, které se odehrály ve 20. století, odhalily nečekané hranice našich „klasických“ představ a vynutily si radikální revizi mnoha základních pojmů. Pojímání hmoty v subjaderné fyzice se například zcela liší od chápání hmoty ve fyzice klasické, kde je považována za materiální substanci. Podobné změny se týkají i takových pojmů, jako je čas, prostor nebo příčinnost. Avšak právě na těchto pojmech je náš pohled na okolní svět založen. S jejich radikální přeměnou se proto mění celý náš pohled na okolní svět, světový názor.

O světonázorových změnách, které přinesla moderní fyzika, se v minulých desetiletích široce diskutovalo mezi fyziky i filosofy. Jen velmi zřídka si však zúčastnění uvědomili, že všechny tyto změny nás orientují stejným směrem, k pohledu, který velmi připomíná pohled východní mystiky. Koncepty moderní fyziky často vykazují překvapující paralely s idejemi vyjádřenými náboženskými filosofiemi Dálného východu. Ačkoli se dosud o těchto paralelách příliš nehovořilo, někteří z velkých fyziků našeho století si jich všimli, když se během svých přednáškových cest do Indie, Číny a Japonska dostali do styku s kulturou Dálného východu. Za příklad mohou sloužit následující slova:

Základní představy o lidském pochopení... ilustrované objevy v atomové fyzice nám nejsou zcela cizí, nejsou neslychané nebo nové. Mají svou minulost dokonce i v naší kultuře a v buddhistickém a hinduistickém myšlení zaujímají důležité ústřední místo. To, co tu nalézáme, je příkladem podporou a zdokonalením staré moudrosti.

Julius Robert Oppenheimer

Pro paralelu k lekci z atomové fyziky... (se musíme obrátit) k tomu druhu epistemologických otázek, s kterými byli konfrontováni už myslitelé jako Buddha a Lao-c', když se pokoušeli zharmonizovat naše postavení jako diváka a herce ve velkém dramatu existence.

Niels Bohr

Významný vědecký příspěvek k teoretické fyzice, který po válce přišel z Japonska, může být odrazem určitého vztahu mezi filosofickými idejemi Dálného východu a filosofickým základem kvantové teorie.

Werner Heisenberg

Cílem této knihy je prozkoumat tento vztah, tj. vztah mezi koncepty moderní fyziky a základními idejemi filosofických a náboženských tradic Dálného východu. Uvidíme, jak oba dva základní pilíře fyziky

20. století, kvantová teorie a teorie relativity, vedou k světovému názoru velmi podobnému pohledu hinduistů, buddhistů či taoistů. A dále poznáme, jak se při pokusech o sjednocení těchto dvou teorií zmíněné podobnosti dále potvrzují. Toto sjednocení teorií potřebujeme k popisu jevů v submikroskopickém světě, tj. k popsání vlastností a interakcí subjaderných částic, ze kterých se veškerá hmota skládá. Zde jsou paralely mezi moderní fyzikou a východní mystikou nejnápadnější. Při své cestě se často setkáváme s tvrzeními, o kterých se dá jen stěží rozhodnout, zdali pocházejí z pera fyziků, nebo z úst východních mystiků.

Když mluvím o východní mystice, mám na mysli náboženské filosofie hinduismu, buddhismu a taoismu. Ačkoli tato učení zahrnují množství subtilně propletených spirituálních disciplín a filosofických systémů, v základním názoru na svět se shodují. Tento světový názor však není omezen jen na oblast Východu, do určité míry ho můžeme najít ve všech mysticky zaměřených filosofických systémech. Teze této knihy by se tedy dala obecněji vyjádřit tak, že moderní fyzika nás vede k pohledu na svět, který je velmi podobný pohledům mystiků všech dob a tradic. Mystické tradice jsou přítomny ve všech náboženstvích, mystické prvky mohou být nalezeny i v mnohých západních filosofických školách. Paralely s moderní fyzikou se nevyskytují jen v hinduistických védách, v *I-t'ingu* nebo v buddhistických sútrách, ale i ve zlomcích Hérakleitových, v moudrostech Ibn Arabího nebo v učení yaquiského čaroděje dona Juana. Rozdíl mezi postavením mystiky na Východě a na Západě je v tom, že na Západě hrály mystické školy vždy jen okrajovou roli, zatímco na Východě vytvářely hlavní proud filosofického a náboženského myšlení. Pro zjednodušení budu proto mluvit o „východním pohledu“ a o dalších zdrojích mystického myšlení se zmíním jen příležitostně.

Přivádí-li nás dnes fyzika k pohledu, který je v zásadě mystický, navrací se ke svým počátkům před dvěma a půl tisíciletími. Je zajímavé sledovat, jak vývoj západního myšlení probíhá podél spirály, která začíná u mystických filosofů ve starém Řecku, roste a rozvíjí se v monumentálním rozvoji racionálního myšlení, které se neustále odvrací od svého mystického původu, až se z něho vyvine pohled na svět, který je v ostrém protikladu k pohledu Dálného východu. A v nejnovějším stadiu západní věda zase tento pohled překonává a

navrací se k pohledu starého Řeka a filosofů Východu. Avšak tento pohled není už založen jen na intuici, ale i na přesných výsledcích rafinovaných pokusů a na exaktním a konzistentním matematickém formalismu.

Kořeny fyziky a celé západní vědy je třeba hledat v prvním údobí řecké filosofie, v 6. století před naším letopočtem, v kultuře, kde ještě věda, filosofie a náboženství nebyly rozděleny a tvořily celek. Filozofové íónské mílétské školy se o takovéto dělení ještě nezajímali. Jejich cílem bylo objevit základní povahu, skutečné složení všech věcí, které nazývali *fýsis*. Slovo „fyzika“ je z tohoto řeckého výrazu odvozeno a původně znamenalo snahu o pochopení *fýsis*, přirozenosti, základní povahy věcí,

Toto pochopení je samozřejmě i hlavním cílem všech mystiků. Filosofie mílétské školy měla skutečně silnou mystickou příchut'. Míléťané byli pozdějšími Řeky též nazýváni *hýlozoisty*, to znamená těmi, kdo považují (veškerou) hmotu za živou. Neviděli totiž rozdíl mezi živým a neživým, mezi duchem a hmotou. Neměli ani výraz pro hmotu, neboť všechny formy existence považovali za projevy oduševnělé živoucí *fýsis*. Thalés například považoval všechny věci za plné bohů a Anaximandros měl vesmír za druh organismu, který drží při životě kosmický dech (*pneuma*), stejně jako lidské tělo udržuje při životě vzduch.

Monistický a organický pohled Míléťanů byl velmi blízký pohledu starých indických a čínských filosofů. Ještě výraznější paralely s východním myšlením nalézáme ve filosofii Hérakleita z Efesu. Hérakleitos věřil ve svět neustálých změn, v plynutí, neustálé „stávání se“. Veškerá statická představa Bytí byla pro tohoto filosofa založena jen na klamu. Hérakleitovým universálním principem byl oheň, symbol neustálého plynutí a změn všech věcí. Hlásal, že všechny změny ve světě pocházejí ze vzájemného dynamického a cyklického působení protikladů, a viděl všechny dvojice protikladů v jejich jednotě. Tuto jednotu, která obsahuje a přesahuje všechny páry protikladných sil, nazýval *logos*.

Jednota se začala rozštěpovat ve škole elejské, která zavedla božský princip stojící nad bohy i nad lidmi. Tento princip byl zprvu ztotožňován s jednotou celého vesmíru, později se na něj nahlíželo jako na inteligentního osobního boha, který stál nad světem, a tento svět řídil. To byl počátek myšlenkového směru, který pak vedl

k oddělení ducha od hmoty a k dualismu charakteristickému pro filosofii Západu. Radikální krok v tom to směru učinil Parmenidés, který se tak dostal do ostrého protikladu k Hérakleitovi. Svůj základní princip nazval Bytí. Toto Bytí chápal jako jednotné a neměnné. Změnu pak považoval za nemožnou. Všechny změny, které vnímáme, měl za klamy našich smyslů. Z této filosofie se zrodilo pojetí nezničitelné substance, která může mít různé vlastnosti, a toto pojetí se stalo jedním ze základů západního myšlení.

V 5. stol. př. n. l. se řeční filosofové pokoušeli překonat ostrý kontrast mezi Parmenidovým a Hérakleitovým pohledem. K usmíření Parmenidovy myšlenky o neměnném Bytí a Hérakleitovy myšlenky o věčném Stávání se (vznikání) zavedli předpoklad, že Bytí se projevuje v určitých neproměnných substancích, jejichž mícháním a oddělováním pak vznikají na světě změny. To pak vedlo i k představě nejmenší dále nedělitelné částičky hmoty – atomu – která byla nejjasněji formulována v Leukippově a Démokritově učení. Řeční atomisté vytyčili jasnou linii mezi duchem a hmotou tím, že si představovali hmotu sestavenou z několika základních stavebních kamenů. Atomy byly čistě pasivní a mrtvé částice, které se pohybovaly v prázdnu. Příčina jejich pohybu se nevysvětlovala, avšak byla často spojována s vnějšími silami. O těch se předpokládalo, že jsou, na rozdíl od hmoty, spirituální povahy. V následujících staletích se tento obraz skutečnosti stal základním prvkem západního myšlení a dualismu mezi myšlením a hmotou, mezi tělem a duší.

Když se myšlenka odlišnosti těla a duše v myšlení zabydlila, filosofové se začali obracet více k světu duševnímu, k lidské duši a k etice, a materiální svět trochu zanedbávali. Řecká filosofie vrcholí v 5. a 4. století př. n. l. A více než po dvě tisíciletí pak západní filosofové zaměřovaly hlavně otázky ducha. Aristoteles systematizoval a utřídil starověké vědecké poznání a vybudoval systém, který po dva tisíce let tvořil základ západního pohledu na svět. I sám Aristoteles zastával názor, že otázky lidské duše a rozjímání o božské dokonalosti jsou mnohem cennější než zkoumání světa hmotného. Tento nezájem o materiální svět spolu s podporou křesťanské církve ve středověku byly důvodem, proč aristotelický pohled nebyl tak dlouho zpochybněn.

Na další vývoj si musela západní věda počkat až do renesance. Tehdy se člověk začal osvobozovat z vlivů Aristotela i církve a začal projevovat hlubší zájem o přírodu. Na konci 15. století se poprvé

přistoupilo ke studiu přírody ve skutečně vědeckém duchu a spekulativní úvahy se začaly ověřovat pomocí experimentů. A protože tento vývoj probíhal současně se zvyšujícím se zájmem o matematiku, vedl nakonec k formulaci skutečných vědeckých teorií. Tyto teorie vycházely z experimentů a byly vyjádřeny v matematickém jazyce. První, kdo spojil empirické poznání s matematikou, byl Galileo, a proto se tento učenec považuje za otce moderní vědy.

Filosofické myšlení, které předcházelo a provázelo zrod moderní vědy, vedlo k radikální formulaci dualismu duch-hmota. Dualismus se objevil v 17. století ve filosofii Reného Descarta. Ten při svém pohledu na svět vycházel z radikálního rozdělení přírody na dvě oddělené a nezávislé oblasti: na oblast mysli (*res cogitans*) a oblast hmoty (*res extensa*). Toto karteziánské dělení umožnilo vědcům zkoumat hmotu jako mrtvou a zcela od nich oddělenou. Na materiální svět potom pohlíželi jako na množství různých objektů spojených do obrovského stroje. Takový mechanistický světonázor zastával i Isaac Newton, který na tomto základě vybudoval svou mechaniku. Ta se pak stala základem klasické fyziky. Tento mechanický newtonovský pohled dominoval od poloviny 17. století celému vědeckému myšlení. Dal by se přirovnat obrazu Boha, který kraluje nad světem tím, že mu vnucuje svůj božský zákon. Základní zákony přírody, po kterých vědci pátrali, byly tak považovány za zákony pocházející od Boha, za neměnné a věčné.

Descartova filosofie byla důležitá nejen pro vývoj klasické fyziky, ale měla a dodnes má obrovský vliv na běžné západní myšlení. Znamý Descartův výrok

Cogito, ergo sum

čili „Myslím, tedy jsem“ vedl lidi na Západě k tomu, aby se ztotožňovali se svou myslí, a ne s celým svým organismem. V důsledku tohoto karteziánského rozdělení se většina lidí identifikuje s izolovaným „ego“, které existuje uvnitř jejich těla. Mysl byla od těla oddělena, byla jí však prisouzena úloha tělo ovládat. Tím došlo k zjevnému rozporu mezi vědomou vůlí a neovladatelnými instinkty. Jedinci se navíc rozdělili podle své práce, talentu, pocitů, víry atd. do množství izolovaných skupin. Toto rozdělení má hlavní podíl na

neustálých konfliktech plodících ustavičný metafyzický zmatek a přinášejících zklamání.

Vnitřní rozdělení se odráží i v pohledu na vnější svět, který pak považujeme za množství oddělených objektů a událostí. Přírodní prostředí jakoby sestávalo z mnoha oddělených částí, určených pro využití různými zájmovými skupinami. Tento štěpící pohled se rozšiřuje i na společnost, která se dělí na různé národy, rasy, náboženské a politické skupiny. Přesvědčení o izolovanosti všech těchto částí, které jsou v nás, v našem okolí i v naší společnosti, lze považovat za hlavní příčinu řady nynějších společenských, ekologických a kulturních krizí. Tento náhled nás odcizil přírodě i našim bližním a přinesl zjevně nespravedlivé rozdělení přírodních zdrojů. Byl i příčinou ekonomického a politického zmatku, ustavičně narůstající vlny násilí, spontánního a institucionalizovaného, a takového znečištění prostředí, že se život stává často fyzicky i psychicky nezdravým.

Karteziánské dělení a mechanistický světonázor se tak staly zároveň prospěšnými i škodlivými. Přinesly sice mimořádné úspěchy na poli klasické fyziky i techniky, avšak měly i velmi neblahé následky pro naši civilizaci. Je úžasné pozorovat, že věda 20. století, která sama vznikla a existovala na základě karteziánského dualismu a mechanistického světonázoru, toto rozštěpení nyní překonává a vrací se k myšlence jednoty, vyjádřené v rané řecké filosofii i ve filosofiích východních.

Na rozdíl od západního je východní světový názor „organický“. Pro východního mystika jsou všechny věci a události, které vnímá svými smysly, spjaté ve vzájemném vztahu a jsou jen různými aspekty a projevy té samé nejvyšší podstaty. Náš sklon rozdělovat smysly vnímaný svět na oddělené jednotlivosti a sebe sama považovat za izolované ego se tu chápe jako iluze. Tuto iluzi vyvolává způsob myšlení, kdy se vše pokoušíme měřit a kategorizovat. V buddhistické filosofii se to nazývá *avidjá*, tj. nevědomost, ignorance, a považuje se to za stav narušené mysli, který je třeba překonat:

Když je mysl narušená, vytváří se mnohost věcí, když se však mysl zklidní, mnohost věcí se ztrácí.

I když se různé mystické školy v mnohých detailech liší, všechny kladou důraz na základní jednotu vesmíru, která se stává základním rysem jejich učení. Nejvyšším cílem jejich stoupců, ať už jsou to hinduisté, buddhisté či taoisté, je uvědomovat si jednotu a vzájemnou spjatost všech věcí, překonat představu o izolovaném individuálním „já“ a ztotožnit se s nejvyšší skutečností. Vznik tohoto uvědomění – „osvícení“ – není jen intelektuálním aktem, ale i poznáním, které zahrnuje celou osobu a má ve svém jádru náboženský charakter. Východní filosofové jsou proto většinou ve své podstatě filosofové náboženskými.

Rozdělení přírody na jednotlivé objekty není podle východního názoru podstatné. Všechny objekty mají nestálou, neustále se měnící povahu, Východní světový názor je vnitřně dynamický a jeho podstatnými rysy jsou čas a změna. Vesmír se tu chápe jako jednotná a nedělitelná skutečnost, jež je ve věčném a neustálém pohybu, která je živá, organická, duchovní a současně i materiální.

Jelikož pohyb a změna představují základní vlastnosti věcí, síly, které pohyb způsobují, neexistují vně objektů jako v klasickém řeckém pohledu. Jsou to vnitřní vlastnosti hmoty. Ve východním pohledu není ani božstvo vládcem řídícím svět shora, ale vnitřním principem veškerenstva.

Ten, kdo ve všem přebývá, a přitom se od všeho liší, kterého žádná z věcí nezná, kterého tělem jsou všechny věci, kdo ovládá všechny věci zevnitř, ten je tvoje duše, vnitřní vládce a nesmrtelný.

Brhad-áranjaka-upanišad

Následující kapitoly ukazují, že základní prvky východního světového názoru patří k pohledu na svět, který se odvíjí od moderní fyziky. Jejich cílem je ukázat, že východní myšlení, konkrétněji myšlení mystické, tvoří pevné a významné pozadí pro teorie současné vědy; ukázat na představu o světě, kde mohou být vědecké objevy v dokonalém souladu s duchovními cíli i s náboženským přesvědčením. Dvě základní myšlenky této představy jsou jednotu a vzájemný vztah všech jevů a vnitřní dynamická povaha světa. Čím hlouběji pronikáme do submikroskopického světa, tím se zdá jasnější,

že moderní fyzik podobně jako východní mystik dospívá k tomu, že vidí svět jako systém neoddělitelných, interagujících a neustále se pohybujících složek. A nedílnou součástí tohoto systému je tu sám pozorovatel.

Organický, „ekologický“ světový názor východních filosofii je nepochybně jednou z hlavních příčin jejich nesmírné popularity, kterou si nedávno získaly na Západě zejména mezi mladými lidmi. V naší západní kultuře stále dominuje fragmentární, mechanistický pohled na svět. Avšak stále větší počet lidí si toto uvědomuje a považuje to za základní důvod své nespokojenosti se společností. Mnozí z nich se proto obracejí k východním způsobům jako k osvobození. Lidé, kteří jsou přitahováni východní mystikou, kteří se radí s *I-ťingem* a pěstují jógu či jiné formy meditace, zauímají všeobecně protivědecký postoj. Mají sklony vidět vědu a zejména fyziku jako suchopárnou, omezenou disciplínu, která nese zodpovědnost za všechna zla napáchaná moderní technikou.

Cílem naší knihy je napravit tento obraz vědy a ukázat, že mezi duchem východní moudrosti a západní vědou panuje v podstatě harmonie. Pokusíme se poukázat na to, že moderní fyzika je mnohem víc než jen technologie, že cesta neboli „*tao* fyziky“ může být i cestou srdce, cestou k duchovnímu poznání a k rozvinutí vlastní osobnosti.

Kapitola druhá –

-Vidět a znát

*Od neskutečného ved' mne ke skutečnému!
Z temnot ved' mne ke světlu!
Od smrti ved' mne k nesmrtelnosti!*

Brhad-áranjaka-upanišad

Dříve než začneme zkoumat paralely mezi moderní fyzikou a východní mystikou, musíme nastolit otázku, jak lze vůbec porovnávat vědu, která se vyjadřuje vysoce promyšleným jazykem moderní matematiky, s duchovními disciplinami, jež jsou založené převážně na meditaci a které samy tvrdí, že jejich pohled je slovy nevyjádřitelný.

To, co chceme porovnávat, jsou různá tvrzení vědců a východních mystiků, která se týkají poznání světa. Abychom vytvořili pro toto porovnání správný rámec, musíme se nejdříve sami sebe zeptat, o jakém druhu poznání vlastně chceme hovořit. Znamená slovo „poznání“ pro buddhistického mnicha z Angkor Watu nebo z Kjóta totéž, co pro fyzika z Oxfordu nebo Berkeley? A za druhé, jaké druhy tvrzení chceme navzájem porovnávat? Co vybereme z experimentálních dat, rovnic a teorií na straně jedné a z náboženských spisů, starodávných mýtů a filosofických traktátů na straně druhé? Cílem této kapitoly je objasnit právě tyto dva body: charakter našeho poznání a jazyk, kterým se toto poznání vyjadřuje.

Během celé historie se ukazuje, že lidská mysl je schopna dvou druhů poznání, resp. dvou módů vědomí. Ty se často označují za racionální a intuitivní a spojují se tradičně na jedné straně s vědou a na druhé straně s náboženstvím. Na Západě se považovalo poznání

intuitivní a náboženské často za méně hodnotné ve srovnání s poznáním racionálním a vědeckým. Tradiční východní postoj je právě opačný. Následující výroky dvou myslitelů Západu a Východu představují typické příklady těchto dvou postojů: Sókrates v Řecku vyřkl známou větu „Vím, že nic nevím“ a Lao-c' v Číně řekl naopak „Nejlepší je nevědět, že vím“. Jaká hodnota se na Východě přisuzuje těmto dvěma způsobům poznání, je často zřejmé i z jejich pojmenování. Například upanišady hovoří o poznání „vyšším“ a „nižším“. „Nižší“ poznání spojují s jednotlivými vědami a „vyšší“ poznání s náboženským uvědoměním. Buddhisté mluví o poznání „konvenčním“ a „nejvyšším“ nebo o pravdě „konvenční“ a „nejvyšší“. Čínská filosofie na druhé straně vždy zdůrazňovala doplňkovou povahu intuitivního a racionálního. Znázorňovala ji archetypálním párem jin a jang, který tvořil základní schéma čínského myšlení. Podle něho se ve staré Číně vyvinuly dvě doplňující se filosofické tradice, taoismus a konfucianismus, které se zabývaly těmito dvěma směry poznání.

Racionální poznání se odvozuje z naší každodenní zkušenosti s předměty a událostmi. Úlohou našeho intelektu je jevy rozlišovat, rozdělovat, porovnávat, měřit a zařazovat do kategorií. Tímto způsobem se utváří svět rozumového rozlišování; Svět protikladů, které mohou existovat jen ve vzájemném vztahu. Proto buddhisté označují tento druh poznání jen za konvenční.

Klíčovým rysem tohoto poznání je abstrakce. Když chceme porovnávat a klasifikovat veliké množství tvarů, struktur a jevů kolem sebe, nemůžeme brát v úvahu všechny jejich rysy, ale musíme si vybrat jen pár podstatných. Tak sestrojíme „intelektuální mapu“ skutečnosti, ve které se věci redukují jen na své všeobecné rysy. Racionální poznání je tedy systémem abstraktních pojmů a symbolů, je charakteristické lineární následnou strukturou, která je typická pro naše myšlení i pro naši řeč. Lineární struktura se stává zřejmou, když se použije abeceda. Poznání a myšlenky se pak zprostředkovávají pomocí dlouhých řad písmen.

Na druhé straně svět přírody je nesmírně rozmanitý a složitý. Je to svět s mnoha rozměry, svět, který neobsahuje lineární řazení a dokonale pravidelné tvary, svět, kde se věci nedějí postupně, ale najednou. A je to svět, kde je podle moderní fyziky i prázdný prostor zakřivený. Je zřejmé, že náš abstraktní systém pojmového myšlení

nemůže nikdy popsat a pochopit tuto skutečnost úplně. Při přemýšlení o světě čelíme stejnému problému jako kartograf, který se snaží pokrýt zakřivený povrch Země pomocí řady rovinných map. Od takovéto procedury můžeme čekat jen přibližné znázornění skutečnosti, a proto je nevyhnutelně omezené i všechno racionální poznání.

Říše racionálního poznání je přirozeně i říší vědy. Ta měří, počítá, klasifikuje a analyzuje. V moderní vědě, zvláště ve fyzice, jsou čím dál víc patrná omezení, která se týkají takového poznání. Podle slov Wernera Heisenberga moderní fyzika nás učí, že:

každé slovo anebo pojem, byť by se zdál jakkoli jasný, má jen omezenou míru použitelnosti.

Pro většinu z nás je velmi těžké si neustále uvědomovat omezenost a relativnost pojmového poznání. Než skutečnost samu, pochopíme mnohem lépe svůj obraz skutečnosti, protože máme sklony zaměňovat si obraz a skutečnost a považovat své pojmy a symboly za skutečnost samu. Jedním z hlavních cílů východní mystiky je zbavovat nás této záměny. Zenoví buddhisté říkají, že prst potřebujeme na to, abychom jím mohli ukázat na Měsíc. O prst bychom se však už neměli starat, jakmile jsme už Měsíc spatřili. Taoistický mudrc Čuang-c' napsal:

Rybářské koše se používají na chytání ryb, avšak když jsou ryby chycené, lidé na koše zapomínají. Oka se používá na chytání zajíců, avšak když jsou zajíci chyceni, lidé na ně zapomínají. Slova se používají k vyjádření myšlenky, když se však myšlenky pochopí, na slova se zapomíná.

Na Západě na to poukázal jazykovědec Alfred Korzybski výstižnými slovy: „Mapa není území“.

Východní mystikové se snaží o přímé zažití skutečnosti transcendingící nejen intelektuální myšlení, ale i smyslové vnímání. Podle slov upanišad:

Co je nehlučné, nedotknutelné, beztvaré, nezničitelné, též bez chuti, stálé a bez vůně, bez začátku a bez konce, větší než veliké, neměnné... Poznáním toho se člověk osvobodí z drápů smrti.

Poznání pocházející z této zkušenosti nazývají buddhisté poznáním nejvyšším. Nespolehá totiž na abstrakce, rozlišování a klasifikace našeho intelektu, které jsou, jak jsme viděli, vždy relativní a přibližné. Jak říkají buddhisté, je to přímé zažívání nerozlišené, nerozčleněné, nepodmíněné „takovosti“. Úplné pochopení této „takovosti“ není jen jádrem východní mystiky, ale i ústředním znakem každého mystického zážitku.

Východní mystikové stále opakují, že nejvyšší skutečnost nemůže být předmětem úvah ani dokazatelného poznání. Není ji nikdy možné adekvátně popsat slovy, neboť leží za oblastí smyslů a intelektu, ze kterých čerpáme svoje slova a pojmy. Upanišady o tom říkají:

Nedosáhne tam oko, nedosáhne tam řeč, ani naše mysl. Neznáme ji, nechápeme ji, jak by ji tedy mohl někdo učit?

Lao-c', který tuto skutečnost nazývá *tao*, ji vyjadřuje v úvodní řádce *Tao-te t'ingu* takto:

*Tao, které lze postihnout slovy,
není věčné a neměnné tao..*

Při každém čtení novin je zřejmé, že v posledních dvou tisíciletích navzdory úžasnému růstu racionálního poznání lidstvo příliš nezmoudřelo. Je to jasným důkazem toho, že nejvyšší poznání se slovy předat nedá. Jak pravil Čuang-c':

Kdyby se o tom dalo mluvit, každý by to řekl svému bratru.

Nejvyšší poznání je tedy výlučně neintelektuálním zážitkem skutečnosti, zážitkem pocházejícím ze zvláštního stavu vědomí, který je možno nazvat „meditativním“ nebo mystickým. Existenci takového stavu vědomí neověřili jen mnozí mystici na Východě, ale svědčí o něm i psychologický výzkum. Podle slov Williama Jamese:

Naše normální bdělé vědomí, tedy to, co nazýváme vědomím racionálním, je jen jedním zvláštním typem vědomí. Všude okolo

něho, oddělené jen nejtenčími stěnami, se nacházejí potenciální formy vědomí zcela odlišného.

Ačkoli se fyzikové zajímají převážně o poznání racionální a mystikové o poznání intuitivní, v obou oblastech se vyskytuje poznání obou typů. Zjistíme to, zkoumáme-li způsoby získávání a vyjadřování poznatků jak ve fyzice, tak ve východní mystice.

Ve fyzice se k poznání dospívá vědeckým výzkumem. Ten sestává ze tří fází. V první fázi se shromažďují experimentální údaje o jevu, který se má vysvětlit. V druhé fázi se experimentální fakta dávají do souladu s matematickou symbolikou a vypracovává se matematické schéma, které tyto symboly přesně a důsledně spojuje. Toto schéma se obvykle nazývá matematický model, v případě, že je více vyčerpávající, mluvíme o teorii. Teorie se potom používá na předpovídání výsledků dalších experimentů., které se provádějí proto, aby se prozkoumaly všechny její důsledky. V této fázi mohou být fyzikové spokojeni tehdy, když našli matematické schéma a vědí, jak se dá použít k předpovídání výsledků experimentů. Může se však stát, že budou chtít o svých výsledcích mluvit s nefyziky, a budou se tedy muset vyjadřovat běžným jazykem. Model vyjádřený v matematickém jazyce budou muset formulovat v jazyce běžném. Tato třetí fáze bude kritériem pochopení dokonce i pro samotné fyziky.

V praxi nejsou samozřejmě tyto tři fáze přesně oddělené a ani se neobjevují vždy ve stejném pořadí. Například některého fyzika může přivést k určitému modelu nějaké filosofické přesvědčení, jehož se může nadále držet i tehdy, když se objeví experimentální výsledky svědčící o opaku. Často se pak pokusí svůj model modifikovat tak, aby mohl vysvětlit výsledky nových experimentů. K opuštění modelu ho může přimět až to, že experimentální výsledky nadále zůstávají v rozporu s modelem.

Tento způsob výstavby teorií na základě experimentu je znám jako vědecká metoda. Uvidíme, že má svůj protějšek i ve východní filosofii. Řecká filosofie však bývala v tomto ohledu zcela odlišná. I když byly představy řeckých filosofů o přírodě neobyčejně geniální a často i blízké moderním vědeckým modelům, empirický přístup vlastní dnešní vědě byl řecké mysli cizí. Řekové budovali své modely dedukcí z nějakého základního axiomu nebo principu a nikoli induktivně z toho co pozorovali. Řecké umění deduktivních úvah a

logiky je však podstatnou složkou druhé fáze vědeckého výzkumu – formulace konzistentního matematického modelu. Tvoří i základ současné vědy.

Racionální poznávání a racionální aktivity tvoří hlavní část vědeckého výzkumu. Avšak neznamenají vše. Racionální část výzkumu by byla v podstatě k ničemu, kdyby ji nedoplňovala intuice, která obdarovává vědce novými vhledy a tvořivostí. Tyto nové vhledy se objevují nečekaně. Je typické, že to nebývá u pracovního stolu při řešení rovnic, ale při odpočinku, při koupání, při procházce v lese, na pláži a podobně. Zdá se, že během odpočinku po soustředěné intelektuální aktivitě probíhá myšlení intuitivní, a to dokáže vyprodukovat nečekaně osvěžující vhledy, které do vědeckého výzkumu vnášejí tolik radosti a potěšení.

Avšak intuitivní vhledy by byly fyzikům k ničemu, pokud by je nemohli zformulovat do konzistentního matematického rámce a doplnit interpretací v běžném jazyce. Klíčovým rysem tohoto rámce je abstrakce. Jak jsme už ukázali, ta se skládá ze systému pojmů a symbolů tvořících mapu skutečnosti. Tato mapa však reprezentuje jen některé rysy skutečnosti. Nevíme ovšem přesně, které. Svou mapu jsme si totiž sestavovali bez dostatečné kritické analýzy postupně už od dětství. Slova našeho jazyka nejsou proto definována jasně. Mají několik významů, ze kterých mnohé procházejí naším vědomím jen matně a při zaslechnutí slova zůstávají většinou jen v našem nevědomí.

Nepřesnost a nejednoznačnost našeho jazyka je však nepostradatelná pro básníky, kteří využívají především jeho nevědomých vrstev a asociací. Věda však stojí na druhé straně, protože se snaží o jasné definice a jednoznačná spojení. Proto dále precizuje jazyk tím, že omezuje význam slov a ustaluje jeho strukturu v souladu se zákony logiky. K nejvyšší precizaci dochází v matematice, kde se slova nahrazují symboly a kde jsou operace spojování symbolů přesně vymezené. Tímto způsobem mohou vědci zkoncentrovat informaci do jedné rovnice, tj. do řady symbolů, pro které bychom při běžném způsobu vyjadřování potřebovali několik stránek.

Názor, že matematika není ničím jiným než abstrahovaným, zhuštěným jazykem, se však setkal s námitkami. Mnoho matematiků totiž věří, že matematika není jen jazykem sloužícím k popisu přírody,

ale že je nějak obsažena v přírodě samé. Tento názor pochází od Pýthagora, který pronesl slavný výrok, že *všechny věci jsou čísla*, a vytvořil velmi svérázný druh matematické mystiky. Pýthagorejská filosofie uvedla do náboženské oblasti logické myšlení, což bylo podle Bertranda Russela rozhodující i pro západní náboženskou filosofii:

Kombinace matematiky a teologie, která má počátek u Pýthagora, charakterizovala náboženskou filosofii v Řecku, ve středověku a v nové době až po Kanta. .. U Platóna, sv. Augustina, Tomáše Akvinského, Descarta, Spinozy a Leibnize nacházíme dokonalou směs mezi náboženstvím a racionálním uvažováním, morálním snažením a logickým obdivem toho věčného, co pochází od Pýthagora a co odlišuje evropskou racionalizovanou teologii od více přímočaré mystiky asijské.

Tato „více přímočará mystika asijská“ by však nepřijala pýthagorejský pohled na matematiku. Podle východního názoru se je třeba dívat na matematiku jen jako na součást naší pojmové mapy a ne jako na charakteristiku reality samotné. Realita, jak ji prožívá mystik, je zcela neurčitá a nediferencovaná.

Vědecká metoda založená na abstrakci je velmi účelná a účinná, za tyto vlastnosti však musíme něčím platit. Když upřesňujeme svůj pojmový systém, když ho zužujeme a neustále zpřesňujeme, stává se čím dál víc odtržený od reálného světa. Kdybychom znovu použili Korzybského analogii o mapě a území, mohli bychom říci, že běžný jazyk je mapa, která má díky své vnitřní nepřesnosti jistou pružnost, takže se do jisté míry může přizpůsobovat zakřivenému tvaru území. Jak ji zpřesňujeme, pružnost se postupně ztrácí a v jazyce matematiky dospíváme k bodu, ve kterém jsou vazby ve skutečnosti tak mlhavé, že vztah symbolů k našemu smyslovému poznání už přestává být zřejmý. Proto musíme svoje matematické modely a teorie doplňovat slovními interpretacemi, přičemž znovu používáme pojmy, které je možno chápat intuitivně, a které jsou trochu nejednoznačné a nepřesné.

Je důležité si uvědomit rozdíl mezi matematickými modely a jejich slovními protějšky. Vnitřní struktura matematických modelů je přísná a konzistentní, ale jejich symboly nemají přímý vztah k naší zkušenosti. Na druhé straně slovní vyjádření používají pojmy, které je

možné pochopit instinktivně, jsou však méně přesné a nejsou jednoznačné. V tomto směru se neliší od filosofických modelů reality. Proto je i možné je s filosofickými modely snadno porovnávat.

Je-li ve vědě nějaký intuitivní prvek, pak je i ve východní mystice prvek racionální. Mírou důrazu na rozum a logiku se jednotlivé školy nesmírně liší. Například hinduistická *védánta* nebo buddhistická *madhajamaka* jsou školy vysoce intelektuální, zatímco taoisté rozumu a logice vždy hluboce nedůvěřovali. Zen, který se z buddhismu vyvinul, byl velmi ovlivněn taoismem a pyšní se tím, že je „beze slov a bez vysvětlování, bez návodů a bez poznání“. Téměř výlučně se soustřeďuje na zážitek osvícení a o interpretaci tohoto zážitku se zajímá jen okrajově. Ve známém výroku zenu se říká:

V momentě, kdy o věci začínáš mluvit, ztrácíš stopu.

Ačkoli ostatní školy východní mystiky jsou méně extrémní, jádrem všech je přímý mystický zážitek. Intelekt nikdy nepovažují za zdroj svého poznání ani ti mystici, kteří používají nejpropracovanější argumentaci. Je jim dobrý jen na analýzu a interpretaci jejich osobního mystického zážitku. Na tomto zážitku je založeno veškeré poznání, proto východní tradice má silně empirický charakter, který jejich zastánci vždy zdůrazňují. Například T. D. Suzuki napsal o buddhismu:

Základem buddhistické filosofie je... osobní zážitek. V tomto smyslu je buddhismus radikálním empirismem, ať už se později vyvinula jakákoli dialektika, aby prozkoumala význam zážitku probuzení.

Joseph Needham ve své práci *Science and Civilisation in China (Věda a civilizace v Číně)* opakovaně klade do popředí empirický přístup taoistů. Zastává názor, že tento přístup udělal z taoismu základ čínské vědy a techniky. Staří taoističtí filosofové se podle Needhamových slov „stáhli do divočiny lesů a hor, aby tam rozjímalí o Řádu přírody a aby pozorovali jeho nesčetné projevy“. Se stejným duchem se střetáváme i v zenových verších:

Ten, kdo chce rozumět smyslu buddhovské podstaty, musí sledovat časové a příčinné vztahy.

Ve východní mystice tvoří pevný základ poznání zážitky. To nás přivádí k paralele s poznáním vědeckým, které má pevný základ v experimentu. Tuto povahu dále umocňuje sama povaha mystického zážitku. Ve východních tradicích se popisuje jako přímý vhled, který nevychází z oblasti intelektu a spíše než přemýšlením se dosahuje sledováním a pohledem do vlastního nitra.

V taoismu je představa pozorování obsažená v označení taoistických svatyň (*kuan*), což původně znamenalo „dívat se“, nahlížet. Taoisté tedy považovali své svatyně za jisté pozorovatelné. V čínské verzi zenu, v čchanovém buddhismu, se o osvícení často hovoří jako o „nazírání tao“. Nahlížení se považuje za základ poznávání ve všech buddhistických školách. První část osmidílné cesty, Buddhova návodu na dosažení probuzení, představuje právě správné nazírání, za kterým pak následuje správné poznání. D. T. Suzuki o tom napsal:

V buddhistické nauce o poznání hraje nejvýznamnější roli vhled, neboť tvoří základ poznání. Poznání není možné bez vhledu; všechno poznání má původ ve vhledu. Poznání a vhled se nacházejí v Buddhově učení zpravidla spolu. Proto v konečném důsledku buddhistická filosofie míří k vhledu do skutečnosti takové, jaká je. Vhled je přímým zažíváním probuzení.

Tato pasáž připomíná i yaquiského mystika dona Juana, který pravil:

Mou zálibou je nahlížet... protože jen skrze vhled může moudrý člověk poznávat.

Zde bych snad měl přidat stručné varování. Důraz na vhled v mystických tradicích by se neměl brát zcela doslovně. Je třeba ho chápat spíše metaforicky, protože mystické prožívání skutečnosti je v podstatě zkušenost mimosmyslová. Když východní mystici mluví o „vhledu“, mají na mysli takový způsob vnímání, jenž sice může zahrnovat i vnímání zrakové, který však zrakové vnímání podstatně přesahuje a stává se mimosmyslovým zážitkem reality. To, co mystici

zdůrazňují, když hovoří o vhledu, vidění, dívání se nebo pozorování, je empirická povaha poznání. Tento empirický přístup východní filosofie silně připomíná důraz, který se klade na pozorování ve vědě. Tento důraz tedy určuje rámeček pro naše porovnávání vědy a mystiky. Zdá se, že experimentální stadium vědeckého výzkumu odpovídá bezprostřednímu vhledu východního mystika a vědecké modely a teorie odpovídají různým způsobům, kterými se toto nahlížení interpretuje.

Paralela mezi vědeckými experimenty a mystickými zážitky se může zdát překvapující vzhledem k jejich velmi odlišné povaze. Fyzici dělají pokusy vyžadující pečlivou týmovou práci a neobyčejně dokonalou techniku, zatímco mystici se dostávají ke svému poznání bez jakýchkoli aparátů pouhou introspekci, vzhledem do svého nitra v soukromí meditace. Dále se zdá, že vědecké experimenty se dají kdykoli kýmkoli opakovat, zatímco mystické zážitky se zdají být vyhrazeny jen několika jednotlivcům při zcela vzácných příležitostech. Při hlubším pohledu však zjišťujeme, že rozdíly mezi těmito druhy pozorování jsou jen v jejich přístupu a nikoli v jejich spolehlivosti či úplnosti.

Každý, kdo chce v subjaderné fyzice zopakovat nějaký pokus, musí mít za sebou mnohaletou přípravu. Jen pak bude schopen položit přírodě pomocí experimentu přesnou otázku a porozumět i její odpovědi. Podobně také hluboký mystický zážitek vyžaduje obecně mnohaleté cvičení pod vedením zkušeného učitele. A stejně jako v přípravě vědecké, čas věnovaný mystické přípravě není ještě zárukou úspěchu. Avšak uspěje-li adept, bude moci svůj „experiment“ zopakovat. Právě opakovatelnost zážitku je při každém mystickém výcviku tím nejpodstatnějším a je tím pravým cílem mystického spirituálního cvičení.

Mystický zážitek není proto o nic víc jedinečný, než experiment v moderní fyzice. Na druhé straně není ani méně náročný, ačkoli jeho náročnost je zcela jiného charakteru. Mystikovo vědomí, fyzické i duchovní, se při hluboké meditaci úplně vyrovná složitosti a účinnosti fyzikova technického zařízení, a možná je i v leččem překonává. Vědci a mystici vyvinuli vysoce propracované metody pozorování přírody, které jsou laikům jen málokdy dostupné. Stránka z časopisu o moderní experimentální fyzice bývá pro nezasvěcence stejně záhadná

jako tibetská mandala. Obě dvě jsou však záznamy o zkoumání povahy vesmíru.

K hlubokým mystickým zážitkům obyčejně nepřicházíme bez dlouhodobé přípravy, avšak bezprostřední intuitivní vnuknutí zažil v běžném životě snad každý. Všichni známe situace, kdy jsme zapomněli jméno nějaké osoby nebo místa nebo nějaké jiné slovo, a nemůžeme si na ně přes maximální soustředění ani za nic vzpomenout. Máme pocit, že už si na ně vzpomeneme, jenže se nám to podaří jen málokdy, dokud se nevzdáme a nepřesuneme svou pozornost na něco jiného. A tu náhle, úplně znenadání, se nám zapomenuté jméno z paměti vynoří. Na tomto procesu se nepodílí jakékoli myšlení, je to náhlý, bezprostřední vhled. Tento příklad náhlého rozpomenutí se je zvláště příznačný pro buddhismus, který věří, že naší původní přirozeností je stav probuzeného Buddha, na který jsme jen zapomněli. Adepti zenového buddhismu jsou žádáni, aby odhalili svou „původní tvář“, a náhlé rozpomenutí se na tuto tvář se stává jejich probuzením.

Dalším známým příkladem spontánního intuitivního vnuknutí je vtip. Ve zlomku sekundy, kdy vtip pochopíme, zažíváme moment „probuzení“. Tento moment musí přijít spontánně, nelze ho dosáhnout vysvětlováním, tj. intelektuální analýzou vtipu. Osvobozující smích, který má vtip vyvolat, přijde jen s náhlým intuitivním proniknutím do jeho podstaty. Osvícení muži a ženy dobře znají tuto podobnost, neboť skoro bez výjimky mají mimořádný smysl pro humor. Hlavně zen je plný legračních příběhů a anekdot a rovněž v *Tao-te-ťingu* čteme:

*Kdyby však tao nebylo vysmíváno,
ani by to nemohlo být opravdové tao.*

V běžném životě bývají bezprostřední intuitivní vhledy omezeny jen na velmi krátké okamžiky. Jinak je tomu ve východní mystice, kde jsou intuitivní vhledy rozšířené na dlouhá období, až se nakonec stávají stálým stavem vědomí. Příprava mysli na toto bezprostřední, nepojmové uvědomování reality je hlavním cílem všech škol východní mystiky a mnoha aspektů východního způsobu života. Během dlouhé kulturní historie Indie, Číny a Japonska bylo na dosažení tohoto cíle

vyvinuto velké množství technik, rituálů a uměleckých forem. Všechny je můžeme nazvat meditací v nejširším slova smyslu.

Zdá se mi, že smyslem těchto technik je umlčet vědomou mysl a přesunout vědomí z racionálního do intuitivního modu. V četných podobách meditace se toto umlčování racionálního myšlení dosahuje soustředěním pozornosti na nějakou jednotlivost, například na vlastní dech, na zvuk mantry nebo na vizuální podobu mandaly. Jiné školy soustřeďují pozornost na pohyby těla, které se musí dít spontánně, bez účasti jakéhokoli myšlení. Na tom je založena hinduistická jóga i taoistický tchaj-t'i-čchüan. Rytmické pohyby podle těchto škol mohou vést ke stejnému pocitu klidu a vyrovnanosti, jaký je charakteristický i pro statictější podoby meditace. Tento pocit se dá vyvolat i některými sporty. Na základě své zkušenosti považuji za velmi prospěšnou formu „meditace“ lyžování.

Také rozličné umělecké formy východu mají meditativní charakter. Umění tu neslouží jako prostředek vyjádření autorových myšlenek, je to spíš způsob sebeuvědomování prostřednictvím probouzení intuitivního modu vědomí. Indická hudba se neučí čtením not, ale posloucháním učitelovy hry, čímž se vytváří cit pro hudbu. Stejně tak pohyby tchaj-t'i se neučí slovními instrukcemi, ale tak, že se podle učitele znovu a znovu opakují. I japonské čajové obřady jsou plné pomalých rituálních pohybů. Čínská kaligrafie vyžaduje spontánní a rázný pohyb ruky. Na Východě slouží všechny tyto techniky k vytváření meditativní formy vědomí.

Pro většinu lidí, a zejména pro intelektuály, představuje tento stav vědomí překvapivou a úplně novou zkušenost. Vědci intuitivní vhled dobře znají, protože každý nový objev vzniká v náhlém neverbálním záblesku mysli. Jsou to však jen nesmírně krátké okamžiky, které se objevují pouze tehdy, kdy je mysl plná informací, pojmů a myšlenek. Na druhé straně při meditaci je mysl zbavena všech myšlenek i pojmů. Proto je připravena dlouho fungovat meditativním způsobem. Právě tento kontrast mezi zkoumáním a meditací má na mysli Lao-c', když říká:

*Kdo se soustřeďuje na vzdělávání,
den ze dne si více osvojuje;
kdo se soustřeďuje na tao,
den ze dne se více oprošťuje.*

Když je racionální způsob mysli umlčen, intuitivní způsob vytváří pozoruhodné vědomí, ve kterém je okolí prožíváno přímo, bez filtru pojmového myšlení. Podle slov Čuang-c'a:

Klidná mysl mudrce je zrcadlem nebe a země – výkladní skříň všech věcí.

Nejdůležitějším rysem stavu meditace je zážitek jednoty s okolím. Je to takový stav, ve kterém přestane existovat jakékoli dělení na části, které se ztrácejí v nediferencované jednotě.

V hluboké meditaci je mysl zcela bdělá. Vedle mimosmyslového chápání skutečnosti přijímá i všechny zvuky, obrazy a jiné dojmy ze svého okolí. Smyslové jevy však nepodrobuje analýze a interpretaci. Nedovoluje jim, aby odpoutávaly pozornost. Takovýto stav vědomí je podobný stavu mysli bojovníka, který očekává útok, je vrcholně ostražitý a registruje vše, co se děje kolem něho. Avšak ani na okamžik se tím nedá vyrušit. Zenový mistr róši Jasutani používá pro popis praktikování zenové meditace *šikan-taza* takovýto obraz.

Šikan-taza je vystupňovaný stav soustředěného vědomí, ve kterém člověk není ani v napětí, ani ve spěchu a určitě není ochablý. Je to mysl člověka, který čelí smrti. Představme si, že jsme účastníkem souboje s meči, jaké se konaly ve starém Japonsku. Když stojíte tváří v tvář svému protivníkovi, jste zajisté ostražitý a připravený. Kdybyste jen na okamžik polevili v ostražitosti, byli byste hned poraženi. Na souboj se chodí dívat davy lidí. Protože nejste slepý, vidíte je koutkem oka, a protože nejste hluchý, tak je i slyšíte. Tyto smyslové vjemy se však ani na okamžik nezmocní vaší mysli.

Obraz bojovníka hraje v duchovním a kulturním životě Východu důležitou úlohu právě pro zmíněnou podobnost mezi meditativním stavem a rozložením mysli bojovníka. Jevišťem oblíbeného náboženského textu, *Bhagavadgíty*, je bojiště, a bojové umění je i důležitou součástí tradiční čínské a japonské kultury. V Japonsku se díky silnému vlivu zenu na samurajskou tradici zrodila známá „cesta bojovníka“ (*bušidó*). Je to druh šermířského umění, ve kterém

šermířovo nazírání dosahuje nejvyšší dokonalosti. Taoistický tchaj-t'i-čchüan, který se považuje za nejvyšší bojové umění v Číně, jedinečným způsobem kombinuje pomalé a rytmické jógické pohyby s dokonalou ostražitostí bojovníkovy mysli.

Východní mystika je založena na přímém nazírání skutečnosti a fyzika je založena na pozorování přírodních jevů ve vědeckých experimentech. U obou se pak pozorování interpretuje, a tato interpretace se velmi často zprostředkovává slovy. Protože slova jsou vždy abstraktní, přibližnou mapou skutečnosti, verbální interpretace vědeckého experimentu nebo mystického vhledu jsou nevyhnutelně nepřesné a neúplné. Moderní fyzici si tuto skutečnost uvědomují stejně dobře jako východní mystikové.

Ve fyzice se interpretace výsledků pokusů nazývají modely a teorie. Pro moderní vědecký výzkum je podstatné, že si uvědomuje, že všechny tyto modely a teorie jsou jen přibližné. Einsteinův aforismus říká:

Pokud se matematické zákony vztahují na skutečnost, nejsou přesné; pokud jsou přesné, nevztahují se na skutečnost.

Fyzici vědí, že jejich metody analýzy a logických úvah nikdy nemohou vysvětlit celou oblast přírodních jevů najednou, a tak vyčleňují jen určitou skupinu jevů a pokoušejí se vybudovat model na jejich vysvětlení. Protože jiné jevy nechávají stranou, daný model neposkytuje úplný popis skutečné situace. Zanedbávané jevy buď mají tak malý účinek, že jejich zahrnutí by podstatně teorii nezměnilo, nebo se vynechávají jednoduše proto, že v době budování teorie nebyly známy.

Pro ilustraci se podívejme na jeden z nejznámějších modelů ve fyzice – na klasickou Newtonovu mechaniku. V tomto modelu se například neberou v úvahu účinky odporu vzduchu nebo tření, protože obvykle bývají velmi malé. Avšak bez ohledu na to se newtonovská mechanika dlouho považovala za dokonalou a konečnou teorii popisující všechny přírodní jevy. To trvalo až do doby, kdy byly objeveny elektrické a magnetické jevy, které neměly v Newtonově teorii místa. Jejich objev ukázal, že model nebyl úplný, že se dal uplatnit jen na omezené skupiny jevů, zejména na pohyby tuhých těles.

Výzkum vybrané skupiny jevů může vést také k tomu, že se příslušné fyzikální vlastnosti studují jen v omezeném měřítku. To může být dalším důvodem pro to, že teorie je jen přibližná. Otázka přibližnosti je dosti choulostivá protože nikdy napřed nevíme, kde meze teorie leží. To nám poví až zkušenost. Tak byl i narušen obraz klasické mechaniky, když fyzici 20. století ukázali na její základní omezení. Dnes víme, že newtonovský model platí jen pro objekty složené z velkého počtu atomů a jen pro rychlosti, které jsou malé ve srovnání s rychlostí světla. Když není splněna první podmínka, klasickou teorii je třeba nahradit teorií kvantovou, pokud není splněna podmínka druhá, je třeba použít teorie relativity. To však neznámá, že by Newtonův model byl chybný nebo že kvantová teorie a teorie relativity jsou správné. Všechny tyto modely jsou aproximace, které platí pro jistou škálu jevů. Za touto škálou už neposkytují uspokojivý popis přírody a je třeba hledat modely nové, které je nahradí. Rozšíří hranice jejich platnosti tím, že naši aproximaci vylepší.

Jednou z nejsložitějších a současně nejdůležitějších úloh tedy bývá určení hranice platnosti modelu. Podle Geoffreya Chewa, o jehož bootstrapové teorii budeme mluvit později, je podstatné, abychom se vždy u nového modelu či teorie ptali: Proč to funguje? Jaké jsou hranice platnosti? V čem přesně spočívá aproximace? Tyto otázky Chew považuje za první krok k dalšímu pokroku.

Východní mystici si také dobře uvědomují skutečnost, že všechny slovní popisy reality jsou nepřesné a neúplné. Nezprostředkovaná zkušenost reality přesahuje oblast myšlení a jazyka. Vzhledem k tomu, že celá mystika je založena na této přímé zkušenosti, všechno, co se o ní řekne, může být pravdivé jen částečně. Ve fyzice lze přibližnou povahu všech tvrzení vyčíslit. Pokrok pak nastává v řadě postupných zpřesňování aproximací. Jak se však vyrovnávají s problémem slovního vyjadřování východní tradice?

Především, mystici se zajímají hlavně o samotný zážitek skutečnosti a ne o jeho popis. Proto se ani o analýzu tohoto popisu obecně nezajímají. Proto se ve východním myšlení nikdy neobjevil pojem „přesně vymezená aproximace“. Na druhou stranu chtějí-li svůj zážitek zprostředkovat, musí čelit jazykovým omezením. Na Východě se vyvinulo několik různých způsobů, jak si s tímto problémem poradit.

Indická mystika, zvláště hinduismus, zahaluje svá tvrzení do mytické podoby, používá metafory a symboly, básnické obrazy, přirovnání a alegorie. Mytický jazyk je mnohem méně omezován logikou a zdravým rozumem. Je plný kouzla a paradoxních situací, bohatý na sugestivní obrazy a nikdy není přesný. Vyjadřuje proto mnohem lépe než konkrétní jazyk, jak vlastně mystici skutečnost zažívají. Podle Ánandy Kumárasvámího:

Mýtus obsahuje nejbližší přiblížení k absolutní pravdě, které se dá slovy uskutečnit.

Bohatá indická imaginace vytvořila ohromné množství bohů a bohyň, jejichž vtělení a hrdinské činy jsou námětem fantastických příběhů, sebraných v eposech obrovských rozsahů. Hinduista s hlubokým vhledem ví, že všichni tito bohové jsou výtvoři mysli, mytickými obrazy, které představují mnoho tváří skutečnosti. Na druhé straně ví i to, že nebyli vytvořeni jen proto, aby se příběhy staly poutavějšími, ale že jsou hlavními prostředky na přetlumočení zásad filosofie, která z mystické zkušenosti vyrůstá.

Čínští a japonští mystikové si našli jiné způsoby, jak se vyrovnat s problémy jazyka. Místo toho, aby pomocí symbolů a mytických obrazů udělali paradoxní charakter skutečnosti přijatelným, dávají naopak přednost zdůraznění této paradoxnosti pomocí konkrétního jazyka. Tak taoisté rádi používají paradoxy, aby ukázali nekonzistentnosti slovní komunikace, a tím poukázali na její hranice. Tuto techniku předali čínským a japonským buddhistům, kteří ji ještě více rozvinuli. Vrcholu dosáhla v zenovém buddhismu v tzv. *kóanech*. Kóany jsou nesmyslné hádanky, které používají k šíření svého učení mnozí zenoví mistři. Kóany poukazují na důležitou paralelu s moderní fyzikou, o které budeme hovořit v následující kapitole.

V Japonsku existuje ještě další zajímavý způsob vyjadřování filosofických názorů. Je to zvláštní forma mimořádně hutné poezie, kterou zenoví mistři často používají k poukázání na „takovost“ reality. Když se jeden mnich zeptal Fukecu Enšóa,

jak je možné se vyhnout chybě, když není přípustná ani řeč, ani mlčení?

mistr odpověděl:

Vždy si vzpomenu na Kiangsu v březnu, na křik koroptve, na množství vonících květů.

Tato forma spirituální poezie dosáhla dokonalosti v klasické japonské poezii *haiku* – sestávajícím jen ze sedmnácti slabik – která byla hluboce ovlivněna zenem. To, jak se básníci *haiku* dokázali ponořit do samé podstaty života, je dobře znát i z překladu:

*Padá listí,
jeden list překrývá další,
kapky deště šustí.*

Když východní mystici vyjadřují své poznání slovy, ať už pomocí mýtů, symbolů, básnických obrazů nebo paradoxních tvrzení, uvědomují si vždy dobře omezenost jazyka a lineárního myšlení. Ke stejnému postoji ke slovním modelům a teoriím dospěli i současní fyzici. Dobře si uvědomují, že jsou toliko přibližné, a proto nevyhnutelně nepřesné. Jsou protipólem východních mýtů, symbolů a básnických obrazů. A právě v této rovině se tu pokusím načrtnout paralely. Například hinduistovi se v mysli vynoří při kosmickém tanci boha Šivy stejná představa o hmotě, jako fyzikovi vlivem určitých aspektů kvantové teorie pole. Jak tančící bůh, tak i fyzikální teorie jsou výtvary mysli: jsou to modely, které jejich autoři používají na popis svého tušení skutečnosti.

Kapitola třetí –

- Za hranicemi jazyka

Rozpor, který je při běžném myšlení tak matoucí, pochází z toho, že ke sdělování své vnitřní zkušenosti musíme používat jazyk, který vnitřní povahou lingvistiku přesahuje

D. T. Suzuki

Jazyk zde představuje skutečně závažný problém. Chtěli bychom nějak hovořit o struktuře atomu... Avšak o atomech se normálním jazykem mluvit nedá.

W. Heisenberg

Už začátkem 20. století, kdy došlo ke zcela novému a nečekanému vývoji fyziky, vědci běžně přijímali názor, že všechny vědecké modely a teorie jsou jen přibližné a že jejich slovní výklady trpí nepřesnostmi našeho jazyka. Studium světa atomů přinutilo fyziky, aby si uvědomili, že náš běžný jazyk je nejen nepřesný, ale že je na popis atomové a subatomové skutečnosti zcela nevhodný. Kvantová teorie a teorie relativity, dva základní kameny moderní fyziky, jasně ukázaly, že tato skutečnost přesahuje klasickou logiku, a že se o ní nedá mluvit běžným jazykem. Heisenberg píše:

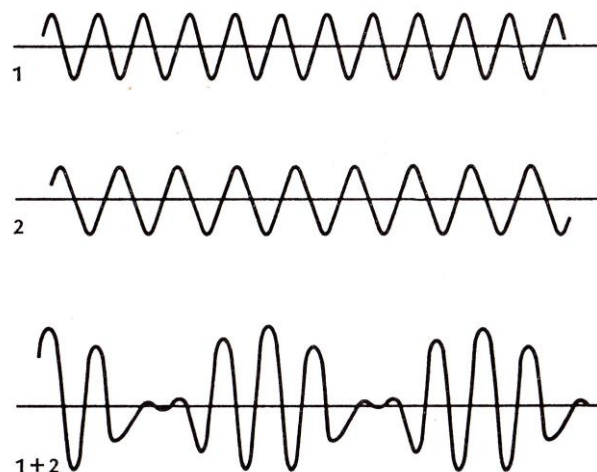
Nejtěžší problém s jazykem... vyvstává v kvantové teorii. Nemáme především žádný jednoduchý návod na stanovení vztahu mezi matematickými symboly a pojmy běžného jazyka. Od

začátku víme jen to, že na strukturu atomu se naše běžné pojmy nedají použít.

Právě toto je na vývoji moderní fyziky z filosofického hlediska nejzajímavější a právě zde spočívá jeden z kořenů jejího vztahu s východní filosofií. V západních filosofických školách byly vždy hlavními nástroji filosofického myšlení logika a dedukce. Podle Bertnarda Russela to platí také o filosofiích náboženských. Na druhé straně východní mystika si vždy uvědomovala, že skutečnost běžný jazyk přesahuje, a východní mudrci se nebáli jít za hranice logiky a za běžné pojmy. A domnívám se, že právě toto je hlavní důvod, proč jejich modely skutečnosti vytvářejí pro moderní fyziku vhodnější filosofický rámec než modely filosofie západní.

Problém jazyka, kterému čelí východní mystikové, je přesně stejný, jako problém, jemuž čelí moderní fyzikové. Ve výše citovaných myšlenkách T. D. Suzuki mluví o buddhismu a Werner Heisenberg o atomové fyzice, přesto jsou jejich slova téměř shodná. Jak fyzik, tak i mystik se chtějí o své poznání podělit. Když to však udělají pomocí slov, jejich výroky jsou paradoxní a plné logických rozporů. Tyto paradoxy jsou charakteristické pro veškerou mystiku, od Hérakleita až po Castañedova dona Juana, a od začátku 20. století jsou charakteristické i pro fyziku.

V atomové fyzice se mnoho paradoxních situací spojuje s dvojakou, duální povahou světla, respektive veškerého elektromagnetického záření. Na jedné straně je jasné, že záření se musí skládat z vln, protože vytváří dobře známé interferenční jevy, které jsou důsledkem vlnění. Máme-li dva zdroje světla, intenzita světla na určitém místě nemusí nutně odpovídat součtu intenzit od jednotlivých zdrojů, ale může být vyšší i nižší. Toto se dá snadno vysvětlit interferencí vln vycházejících ze dvou zdrojů. V místech, kde se střetávají dvě maxima – hřebeny vln, zaznamenáváme více světla, než je prostý součet, a v místech, kde se střetlo maximum s minimem, registrujeme světla méně. Přesnou hodnotu této interference lze snadno vypočítat. Interferenční jevy tohoto druhu je možné pozorovat u jakéhokoli elektromagnetického záření, a to nás přivádí k závěru, že toto záření se skládá z vln.



Interference dvou vln

Na druhé straně elektromagnetické záření vyvolává i tzv. fotoelektrický efekt. Dopadá-li na povrch kovů ultrafialové záření, může z něho vyrazit elektrony. Z toho soudíme, že se záření musí skládat z pohybujících se částic. Podobná situace se vyskytuje i při pokusech s rozptylem rentgenových paprsků. Tyto experimenty se dají správně vysvětlit jen tehdy, když se popíše jako srážky částic záření s elektrony. Přesto se však vytvářejí interferenční obrazce charakteristické pro vlny. V raných fázích atomové teorie velmi mála otázka, jak může elektromagnetické záření sestávat současně z částic – tj. z entit velmi malého objemu – a zároveň z vln, které jsou naopak rozprostřeny v objemu velikém. S touto skutečností si neumí dobře poradit ani náš jazyk, ani naše představivost.

Východní mystika se vyrovnává s paradoxními stránkami skutečnosti několikerým způsobem. Zatímco hinduismus paradoxy obchází použitím mytického jazyka, buddhismus a taoismus se snaží paradoxy spíše zdůrazňovat než skrývat. Hlavní taoistický posvátný spis, *Tao-te-t'ing* od Lao-c' a, je napsán velmi tajemným a zdánlivě nelogickým stylem. Je plný překvapujících rozporů a jeho hutný, silný a neobyčejně poetický jazyk má upoutat čtenářovu mysl a odvést ji ze zaběhnutých kolejí logického uvažování.

Čínští a japonští buddhisté si tuto taoistickou techniku osvojili a mystický zážitek zprostředkují jednoduše tak, že ukáží na jeho paradoxní charakter. Když zenový mistr Daitó spatřil vládce Go-Daiga, který byl adeptem zenu, pravil:

Rozešli jsme se před tisíci kalpami, a přece jsme se ani na okamžik nerozloučili. Celý den stojíme tváří v tvář, a přece jsme se nikdy nestřetli.

Zenoví buddhisté mají zvláštní praxi, jak udělat z rozporů vznikajících slovním vyjádřením ctnost. Systémem kóanů vyvinuli jedinečný způsob neverbálního předávání své nauky. Kóany jsou pečlivě vymyšlené absurdní hádanky, které mají adepta zenu přimět k tomu, aby si co nejdramatičtěji uvědomil omezenost logiky a rozumového uvažování vůbec. Iracionální formulace a paradoxní obsah těchto hádanek znemožňuje jejich řešení pomocí logického myšlení. Konečně, jsou přece vytvořeny na to, aby myšlenkový proces zastavily a aby připravily adepta na neverbální zažívání skutečnosti. Současný zenový mistr Jasutani uvedl jistého západního studenta do jednoho z nejznámějších kóanů slovy:

Jedním z nejlepších kóanů je Mu, protože je nejjednodušší. Před staletími přišel k slavnému čínskému zenovému mistru Džóšúovi jistý mnich a zeptal se ho: "Má pes buddhovskou podstatu a nebo ne?" Džóšu odpověděl:

„Mu.“

Tento výraz doslovně znamená „ne“. V tom ale nespočívá význam Džóšuovy odpovědi. „Mu“ je však i vyjádření živé, fungující, dynamické buddhovské podstaty. To, co musíš udělat, je odhalit ducha čili podstatu toho „Mu“, nikoli prostřednictvím nějaké intelektuální analýzy, ale přezkoumáním svého nejvnitřnějšího bytí. Potom mi musíš ukázat, konkrétně a jasně, bez pomoci pojmů, teorií nebo abstraktních vysvětlení, že jsi tomu „Mu“ porozuměl. Pamatuj si, onomu „Mu“ nemůžeš porozumět běžným poznáním; musíš se ho přímo zmocnit celým svým bytím.

Začátečníkovi zenový mistr obvykle předloží kóan Mu nebo jeden ze dvou následujících kóanů:

Jaká byla tvá původní tvář, ta, kterou jsi měl dříve než tě rodiče počali?

Tleskneš-li, vznikne zvuk dvou dlaní. Jaký je však zvuk dlaně jedné?

Všechny tyto kóany mají víceméně jediné řešení, na které schopný mistr přijde hned. Když se už jednou toto řešení najde, kóan přestává být paradoxem a stává se hluboce smysluplným tvrzením vysloveným ve stavu vědomí, které pomohl probudit.

V zenové škole Rinzai musí adept vyřešit dlouhou řadu kóanů. Každý z nich se zabývá určitým aspektem zenu. Tato škola své učení předává jedinečně takto. Nepoužívá žádná kladná tvrzení a zcela ponechává na adeptech, aby pochopili pravdu prostřednictvím kóanů.

Zde se střetáváme s nápadnou paralelou situace, které museli čelit badatelé v začátcích atomové fyziky. Podobně jako v zenu byla pravda skryta v paradoxech, které se nedaly rozluštit logickým uvažováním. Bylo je třeba pochopit v podmínkách nového uvědomění atomové skutečnosti. Učitelkou byla příroda, která stejně jako zenoví mistři nepředkládá nijaká tvrzení; předkládá jen hádanky.

Luštění kóanu vyžaduje maximální soustředěnost a angažovanost. V knihách o zenu se dočteme, že kóan upoutá studentovo srdce a mysl a vytváří pro mysl bezvýhodnou situaci. Je to stav trvalého napětí, v němž se celý svět stává obrovskou hromadou pochybností a otázek. Zakladatelé kvantové teorie prožívali stejnou situaci, kterou nejjasněji popsal Heisenberg:

Vzpomínám si na rozhovory s Bohrem, které se táhly dlouhé hodiny do noci a končily téměř zoufalstvím. A když jsem se pak sám vydal na procházku do přilehlého parku, neustále jsem si opakoval otázku: „je vůbec možné, aby příroda byla tak absurdní, jak se nám jeví v pokusech s atomy?“

Kdykoli je základní podstata věcí analyzována rozumem, musí se jevit jako absurdní a paradoxní. Mystikové si to uvědomovali od začátku, ve vědě se však tento problém vyhrotil teprve nedávno. Po staletí vědci hledali „základní zákony přírody“, které tvoří základ obrovské rozmanitosti přírodních jevů. Tyto jevy patří do vědceva makroskopického prostředí, a tedy do oblasti smyslové zkušenosti. Protože obrazy a intelektuální pojmy zachycené jazykem se z této

zkušenosti abstrahovaly, byly dostatečné a adekvátní na popis přírodních jevů.

V klasické fyzice dával na otázky týkající se podstaty věci odpověď newtonovský mechanistický model. Podobně jako démokritovský model v Řecku zredukoval všechny jevy na pohyby a na vzájemná působení pevných a nezničitelných atomů. Vlastnosti těchto atomů se odvozovaly z makroskopické představy kulečnickových koulí, tedy ze smyslové zkušenosti. Nežjišťovalo se, zda se takováto představa dá na svět atomů skutečně použít. Nedalo se to vlastně ani experimentálně zkoumat.

Ve 20. století už byli fyzici schopni pustit se experimentálně do řešení otázky po základní podstatě látky. Pomocí komplikované techniky mohli pronikat čím dál hlouběji do přírody a při hledání jejich základních stavebních kamenů odkrývali jednu vrstvu látky za druhou. Tak se potvrdila existence atomů, potom byly objeveny jejich složky – jádra a elektrony – a nakonec složky samého jádra – protony, neutrony a další subjaderné částice.

Jemné a složité přístroje moderní experimentální fyziky pronikají do hlubin submikroskopického světa, do oblasti velmi vzdálené od našeho makroskopického prostředí, a zpřístupňují tento svět našim smyslům. Avšak toto mohou dělat jen prostřednictvím řetězce na sebe navazujících procesů, které jsou zakončeny například slyšitelným zapraskáním v Geigerově detektoru nebo tmavou skvrnou na fotografické desce. To, co vidíme nebo slyšíme, nejsou zkoumané jevy samotné, ale jen jejich následky. Sám atomový a subatomový svět však leží za hranicemi našeho smyslového vnímání.

Pomocí moderních přístrojů můžeme „pozorovat“ vlastnosti atomů a vlastnosti jejich složek nepřímo oklikou. A tak můžeme do určité míry tento subatomový svět „zažít“. Tento zážitek však není zážitkem normálním, porovnatelným s každodenními zkušenostmi, a tak i náš běžný jazyk, který čerpá své pojmy ze světa smyslů, není už vhodný na popis pozorovaných jevů. Čím hlouběji pronikáme do přírody, tím více se musíme vzdávat představ a pojmů běžného jazyka.

Na této cestě k nekonečně malému světu byl z filosofického hlediska nejdůležitějším hned první krok: krok do světa atomů. Proniknutím do nitra atomu a zkoumáním jeho struktury zašla věda za hranice naší smyslové představivosti. Počínajíc tímto bodem se už nemohla s absolutní jistotou spoléhat na logiku a zdravý rozum.

Atomová fyzika umožnila vědcům poprvé zahlédnout podstatu věcí. Fyzici narazili na zkušenost reality, která leží mimo naše smysly. A museli čelit paradoxním aspektům této zkušenosti podobně jako mystici. Od té doby se začaly modely a pojmy moderní fyziky podobat modelům a pojmům východní filosofie.

Kapitola čtvrtá –

- Moderní fyzika

Podle východních mystiků představuje přímý mystický zážitek reality okamžik, který otřese samými základy našeho pohledu na svět. T. D. Suzuki to nazval

nejvíce šokující událostí, která se vůbec může v lidském vědomí udát, která narušuje každou formu běžného zážitku.

Šokující charakter ilustruje slovy zenového mistra, který jej popsal jako „proražení dna vědra“.

Na počátku 20. století zažili fyzikové podobné pocity, když byly otřeseny základy pohledu na svět novými zkušenostmi ze světa atomů. Tyto zkušenosti popisovali slovy často velmi podobnými těm, které užil Suzukiho zenový mistr. Tak Heisenberg napsal:

Prudkou reakci na současný vývoj ve fyzice je možné pochopit jen tehdy, když si uvědomíme, že se začaly hýbat samy základy fyziky. A tento pohyb vyvolal dojem, že věda bude odříznuta od svých základů.

Einstein zažil stejný šok, když poprvé přišel do styku s realitou atomové fyziky. Ve své autobiografii napsal:

Všechny mé pokusy přizpůsobit teoretické základy fyziky tomuto (novému typu) poznání zcela selhaly. Bylo to, jako by se nám ztratila půda pod nohama, nikde nebylo vidět pevný základ, na kterém by se dalo stavět.

Objevy moderní fyziky si vynutily hluboké změny takových pojmů, jako je prostor, čas, hmota, objekt, příčina a následek atd. A protože tyto pojmy jsou základem našeho vidění světa, není možné se divit, že fyzikové, kteří je byli nuceni změnit, pocítili něco jako šok. Z těchto změn se vynořil nový a radikálně odlišný pohled na svět, který se současnou vědou stále ještě dotváří.

Jak se zdá, východní mystici i západní fyzici prošli podobnou revoluční zkušeností, jež je přivedla k úplně novému způsobu nahlížení na svět. Ve dvou následujících úryvcích evropský fyzik Niels Bohr a indický mystik Šrí Aurobindo vyjadřují, jak byl tento zážitek hluboký a radikální.

Úžasné rozšíření našich zkušeností v posledních letech vyneslo na světlo nedostatečnost našich jednoduchých mechanických koncepcí. To mělo za následek otřesení základů, ze kterých vycházejí obvyklé interpretace pozorování.

Niels Bohr

Všechny věci začínají měnit svou povahu a vzhled, celé prožívání světa je radikálně jiné. .. Je tu nový rozlehlý a hluboký způsob prožívání, vidění, poznávání a spojování věcí.

Šrí Aurobindo

Tato kapitola představuje úvod k novému pohledu na svět, který vyrostl jako protiklad k pohledu klasické fyziky. Ukáže nám, jak na začátku 20. století musela fyzika opustit mechanistický světový názor. Příčinou tohoto kroku byly dvě základní teorie moderní fyziky: teorie kvantová a teorie relativity. Ty vedly k osvojení mnohem jemnějšího, holistického a organického pohledu na přírodu.

Klasická fyzika

Po objevech moderní fyziky se změnil pohled na svět, který vycházel z Newtonova mechanického modelu. Tento model tvořil pevný rámec klasické fyziky. Byl to vskutku ten nejimpozantnější základ, který tvořil jako mocná skála oporu celé vědě. A téměř po tři staletí byl i pevnou základnou přírodní filosofie.

Jevištěm newtonovského světa, na němž se fyzikální jevy odehrávají, byl trojrozměrný prostor klasické eukleidovské geometrie. Byl to prostor absolutní, statický a neměnný. Podle Newtonových vlastních slov:

Absolutní prostor zůstává bez ohledu na cokoli vnějšího ve své podstatě vždy neměnným a nehybným.

Všechny změny ve fyzikálním světě se popisovaly prostřednictvím zvláštní dimenze zvané „čas“. Čas byl opět absolutní, neměl žádné spojení s materiálním světem a plynul rovnoměrně od minulosti přes přítomnost do budoucnosti. Jak říká Newton:

Absolutní, pravý a matematický čas plyne rovnoměrně sám od sebe a podle svých vlastních zákonů, bez ohledu na cokoli vnějšího.

Prvky newtonovského světa, které se pohybují v tomto absolutním prostoru a v absolutním čase, byly materiální částice. V matematických rovnicích se považovaly za „hmotné body“ a Newton se na ně díval jako na malé, pevné a nezničitelné předměty, ze kterých je veškerá hmota složena. Tento model se dosti podobal modelu řeckých atomistů. Oba se zakládaly na rozdílu mezi plným a prázdným, mezi hmotou a prostorem a v obou modelech si částice vždy zachovávaly stejnou hmotnost a tvar. Proto se hmota vždy zachovávala a byla ve své podstatě pasivní. Důležitý rozdíl mezi atomismem démokritovským a newtonovským spočívá v tom, že newtonovský model zahrnuje přesný popis síly působící mezi hmotnými částicemi. Tento popis je velmi jednoduchý, síla závisí jen na hmotnostech částic a na jejich vzájemných vzdálenostech. Je to síla gravitační a Newton ji považoval za neodmyslitelně spjatou s tělesy, na která působí. Domníval se, že působí okamžitě na dálku. I když to

byla hypotéza zvláštní, dále se už nezkoumala. Důvod spočíval v tom, že částice i síly mezi nimi se považovaly za výtvořiny boží. Ve své *Optice* nám Newton jasně vykresluje svou představu stvoření materiálního světa Bohem:

Zdá se mi pravděpodobné, že Bůh na počátku zformoval hmotu do pevných, hustých tvrdých a neproniknutelných pohyblivých částic takových velikostí a tvarů, s takovými vlastnostmi a v takovém poměru k prostoru, že většina z nich přispěla k účelu, ke kterému je vytvořil. Tyto primární částice jsou pro svou tvrdost nesrovnatelně tvrdší než všechna porézní tělesa z nich složená. Jsou dokonce tak tvrdé, že se nikdy neodřou ani nerozbijí na kousky. Žádná existující síla nedokáže rozdělit to, co nám Bůh stvořil jako jedno.

V newtonovské mechanice se všechny fyzikální události redukuje na pohyby hmotných bodů v prostoru. Pohyby jsou zapříčiněny jejich vzájemnou přitažlivostí, tj. gravitační silou. Aby Newton mohl dát účinku této síly na hmotné body přesnou matematickou podobu, musel vymyslet zcela nové matematické pojmy a postupy, tzv. diferenciální počet. Byl to nesmírný intelektuální výkon a Einstein to ocenil jako „snad největší pokrok v myšlení, jaký měl tu čest dosáhnout jednotlivc“.

Newtonovy pohybové rovnice tvoří základ klasické mechaniky. Považovaly se za základní zákony, podle kterých se pohybují hmotné body, a vysvětlovaly se jimi všechny změny pozorované ve fyzikálním světě. Podle newtonovského názoru Bůh na počátku stvořil materiální částice, síly mezi nimi a základní pohybové zákony. Takto se dal celý svět do pohybu a od té doby se pohybuje jako stroj řízený neměnnými zákony.

Mechanistický pohled na přírodu má, jak vidíme, úzký vztah k absolutnímu determinismu. Obrovský vesmírný stroj se považoval za naprosto kauzální a determinovaný. Vše, co se stalo, mělo určitou příčinu a vyvolalo určitý účinek. Budoucnost jakékoli části tohoto systému by se dala, alespoň v zásadě, předvídat s absolutní jistotou, kdyby byl přesně znám stav systému v nějakém okamžiku. Toto přesvědčení našlo nejjasnější vyjádření ve známém výroku francouzského matematika Pierra Simona Laplacea:

Pro rozum, který by v daném okamžiku poznal všechny síly působící v přírodě i polohu všech věcí, ze kterých svět pozůstává, by za předpokladu, že by tento rozum byl dostatečný na to, aby tyto údaje analyzoval a do jedné rovnice zahrnul pohyby největších vesmírných těles i nejmenších atomů, pro takový rozum by nebylo nic neurčitého. Budoucnost jako i minulost by před ním ležely stejně jasné.

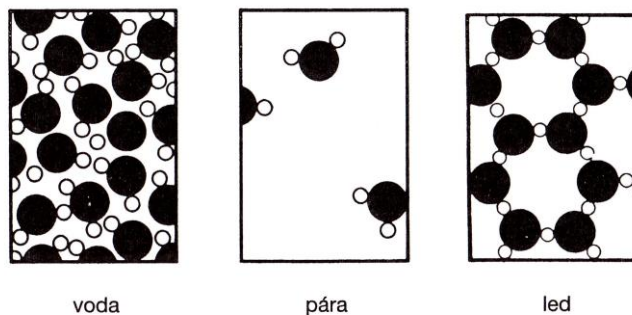
Filosofický základ takovéhoho absolutního determinismu tvořilo zásadní rozlišení, které zavedl Descartes, totiž rozlišení mezi „já“, lidským egem, a světem. V důsledku tohoto rozlišování se věřilo, že svět je možné popsat objektivně, tj. bez zmínky o lidském pozorovateli. Takovýto objektivní popis přírody se stal pro celou vědu ideálem.

Osmnácté a devatenácté století bylo svědkem fantastického úspěchu newtonovské mechaniky. Sám Newton aplikoval svou teorii na pohyb planet a dokázal popsat základní fyzikální vlastnosti sluneční soustavy. Jeho planetární model byl ale příliš zjednodušený, nebral například do úvahy vzájemné gravitační působení planet. Proto Newton zpozoroval, že existují i určité nepravidelnosti, které vysvětlit neuměl. Tuto záhadu vyřešil předpokladem, že ve vesmíru je vždy přítomný Bůh, aby tyto nepravidelnosti napravil.

Velký matematik Laplace si vytyčil ambiciózní úlohu dále rozvést a zdokonalit Newtonovy výpočty v díle, které by „nabídlo úplné vyřešení velkého mechanického problému, který představuje sluneční soustava, a přivedlo by teorii do takového souladu s výsledky pozorování, aby už nebyly potřebné empirické vzorce v astronomických tabulkách“. Výsledkem pak byly rozsáhlé práce v pěti svazcích, nazvané *Mécanique Céleste* (*Nebeská mechanika*). Zde se Laplaceovi podařilo do nejmenších detailů vysvětlit pohyby planet, jejich měsíců a komet, jako i příliv a odliv a jiné jevy související s gravitací. Ukázal, že Newtonovy pohybové zákony zaručují stabilitu sluneční soustavy. Vesmír pokládal za dokonale se samoregulující stroj. Traduje se, že když předložil první vydání svého díla Napoleonovi, ten poznamenal: „Monsieur Laplacei, říkají mi, že jste napsal tuto rozsáhlou knihu o systému vesmíru a ani slovem jste

se nezmínil o jeho Stvořiteli.“ Laplace na to stroze odpověděl: „Tuto hypotézu jsem nepotřeboval“.

Povzbuzeni skvělým úspěchem newtonovské mechaniky v astronomii rozšířili ji fyzici i na proudění kapalin a na kmitavé pohyby pružných těles. A znovu to fungovalo. Nakonec šla na základě mechaniky vysvětlit i teorie tepla. Umožnil to objev, že teplo je jen energie neuspořádaného pohybu molekul. Když roste teplota, řekněme vody, rychlost neuspořádaného pohybu molekul vody roste, až tyto molekuly přemohou síly držící je pohromadě a rozletí se do prostoru. Tak se voda přemění v páru. A naopak, když se ochlazováním vody tepelný pohyb zpomalí, molekuly se nakonec semknou do pevnější struktury, kterou je led. Z čistě mechanistického hlediska je podobně možné pochopit i další tepelné jevy.



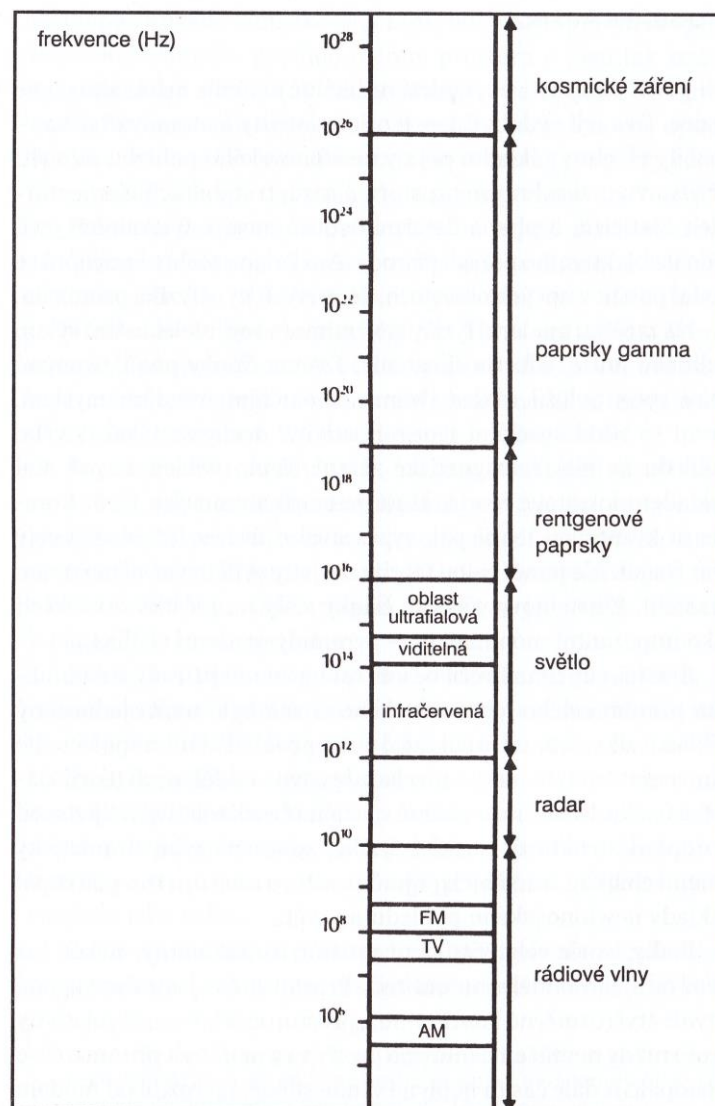
Na začátku 19. století přivedl nesmírný úspěch mechanického modelu fyziky k přesvědčení, že vesmír je jen velkým mechanickým systémem, který se řídí podle Newtonových pohybových zákonů. Tyto zákony se považovaly za základní zákony přírody a Newtonova mechanika za konečnou teorii přírodních jevů. A přece neuplynulo ani století a byla objevena nová fyzikální realita, která jasně ukázala hranice newtonovského modelu. Ukázala i to, že žádný z jeho rysů neplatí absolutně.

Pochopení této „nové skutečnosti“ nepřišlo najednou. Bylo vyvoláno vývojem, který začal už v 19. století a který připravil cestu vědeckým revolucím naší doby. Nejdříve to byl objev a studium elektrických a magnetických jevů. Tyto jevy už nebylo možno adekvátně popsat mechanickým modelem, vyžadovaly totiž zavedení nového druhu síly. Důležitý krok tu udělal Michael Faraday, jeden z největších experimentátorů v dějinách vědy, a Clerk Maxwell, který byl zas vynikající teoretik. Když Faraday vytvořil pohybujícím se

magnetem v měděné cívce elektrický proud a přeměnil tak mechanickou práci pohybu magnetu na elektrickou energii, přivedl vědu a techniku k bodu obratu. Tento jeho základní pokus zrodil na jedné straně elektrotechniku, na druhé straně se stal základem pro teoretické úvahy, které nakonec vyústily do ucelené teorie elektromagnetismu. Faraday a Maxwell zkoumali nejen účinky elektrických a magnetických sil, ale učinili předmětem svého výzkumu tyto síly samotné. Pojem síly nahradili pojmem silového pole, čímž se jako první dostali za rámec newtonovské fyziky.

Namísto toho, aby interpretovali působení mezi kladným a záporným elektrickým nábojem prostě tak, že by řekli, že tyto dva náboje se navzájem přitahují tak jako dvě hmoty v newtonovské mechanice, Faraday s Maxwellem považovali za vhodnější tvrdit, že každý náboj vytváří v okolním prostoru jisté narušení, takový stav, že když je v tomto prostoru další náboj, „cítí“ sílu. Tento stav prostoru, toto „narušení“, které má schopnost vytvářet sílu, se nazývá pole. Vytváří ho jediný náboj a existuje nezávisle na tom, jestli se do něho dostane a nebo nedostane další náboj, který by jeho účinek pociťoval.

To byla nejpodstatnější změna v našem pojmání fyzické skutečnosti. Podle newtonovského náhledu se síly spojovaly nekompromisně s tělesy, na která působily. Nyní byl však pojem síly nahrazen mnohem subtilnějším pojmem pole, které mělo svou nezávislou existenci, a které se tedy dá studovat bez jakéhokoli vztahu k hmotným tělesům. Vyvrcholením této teorie, zvané elektrodynamika, byla teorie světla. Podle ní je světlo pouze rychle se měnící elektromagnetické pole, které se šíří prostorem v podobě vln. Dnes víme, že i rádiové vlny, světelné i rentgenové paprsky jsou elektromagnetickými vlnami, to jest oscilujícími elektrickými a magnetickými poli, které se liší jen frekvencí svých oscilací. Viditelné světlo je jen nepatrným zlomkem z celého spektra elektromagnetických vln.



Spektrum elektromagnetických vln

Navzdory těmto dalekosáhlým změnám si newtonovská mechanika dále držela svou pozici základu celé fyziky. I samotný Maxwell se pokoušel vysvětlit své výsledky pomocí pojmů mechaniky. Pole interpretoval jako stavy mechanického napětí ve velmi lehkém médiu vyplňujícím prostor, nazvaném *éter*. Elektromagnetické vlny se pak pokoušel vysvětlit jako pružné vlny tohoto éteru. Bylo to přirozené, protože vlny obvykle vnímáme jako chvění něčeho; vlny na vodě jako chvění hladiny vody a zvukové vlny jako chvění vzduchu. Maxwell však použil současně hned několik mechanických interpretací své teorie. Ani jednu z nich nebral asi zcela vážně. I když to nikdy zcela jasně neřekl, musel si intuitivně uvědomovat, že základními entitami v jeho teorii jsou pole, a nikoli tyto mechanické

modely. Tuto skutečnost po padesáti letech jasně rozpoznal Einstein, když vyhlásil, že žádný éter neexistuje a že elektromagnetická pole jsou fyzikálními entitami sama o sobě. Mohou se pohybovat prázdňím prostorem a není možné je mechanicky vysvětlit.

Na začátku 20. století měli fyzici dvě úspěšné teorie, které aplikovali na rozdílné jevy. Newtonovu mechaniku a Maxwellovu elektrodynamiku. Newtonovský model tak přestal být základem veškeré fyziky.

Moderní fyzika

Tri první desetiletí 20. století radikálně změnila celou situaci ve fyzice. Dva její výdobytky – teorie relativity a atomová fyzika – rozbily všechny základní pojmy newtonovského pohledu na svět: představu o absolutním prostoru a času, o přísně deterministické povaze fyzikálních jevů i ideál objektivního popisu přírody. Ani jeden z těchto konceptů se nedal použít v nových oblastech, do kterých nyní fyzika pronikala.

Na začátku moderní fyziky stojí mimořádný intelektuální výkon jediného muže, Alberta Einsteina. Dvěma články publikovanými roku 1905 položil základ dvěma revolučním trendům myšlení. První se týkal speciální teorie relativity, druhý se týkal nového pohledu na elektromagnetické záření. Tento pohled se pak stal základem kvantové teorie, která je teorií atomových jevů. Kompletní kvantovou teorii pak vypracoval o dvacet let později celý tým fyziků. Ale téměř celou teorii relativity vybudoval výlučně sám Einstein. Einsteinovy vědecké články stály na začátku 20. století jako impozantní monumenty – pyramidy moderní civilizace.

Einstein upřímně věřil ve vnitřní harmonii přírody a nejhlubším přáním celého jeho vědeckého života bylo najít sjednocený základ fyziky. K tomuto cíli začal postupovat hledáním společného rámce elektrodynamiky a mechaniky, dvou oddělených teorií klasické fyziky. Našel ho ve známé speciální teorii relativity. Sjednotil a doplnil strukturu klasické fyziky, současně však dramaticky změnil chápání tradičních pojmů prostoru a času, a tím podkopal základy newtonovského pohledu na svět.

Podle teorie relativity není prostor trojrozměrný, neboť čas není od něho oddělenou entitou. Prostor a čas jsou úzce spjaté a tvoří čtyřrozměrné kontinuum, „prostorčas“. V teorii relativity proto nikdy nemůžeme mluvit o prostoru a nemluvit přitom o čase a naopak. A dále, čas tu neplyne všude stejně, na rozdíl od modelu newtonovského. Když se ve vztahu k pozorovaným událostem pohybují pozorovatelé různými rychlostmi, seřadí tyto události v čase odlišně. V takovém případě se mohou dvě události, které jeden pozorovatel vidí jako současné, odehrávat pro jiného pozorovatele postupně. Všechna měření prostoru a času tak ztrácejí svůj absolutní význam. V teorii relativity se upouští od newtonovského konceptu absolutního prostoru, stejně tak se opouští i pojem absolutního času. Prostor a čas se stávají jen prvky jazyka, který určitý pozorovatel používá na popis pozorovaných jevů.

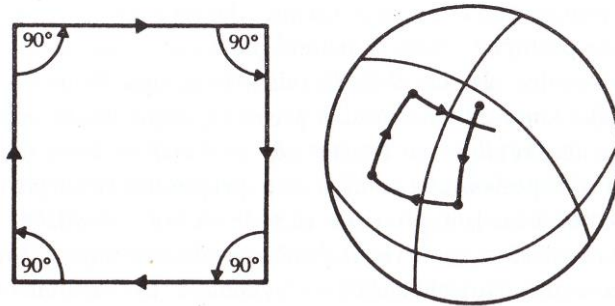
Prostor a čas jsou pro popis přírodních jevů tak základní, že modifikace těchto pojmů vede ke změně celého rámce používaného k popisu přírody. Nejdůležitějším výsledkem této modifikace je uvědomění si, že hmotnost není ničím jiným než určitou formou energie. Dokonce i předmět nacházející se v klidu má ve své hmotnosti uloženou energii a vztah mezi touto energií a hmotností je dán známým vzorcem $E = mc^2$, kde c je rychlost světla.

Rychlost světla, konstanta c , má základní význam. Když popisujeme fyzikální jevy týkající se rychlostí, které se blíží rychlosti světla, náš popis musí brát vždy do úvahy teorii relativity. Týká se to zvláště elektromagnetických jevů, z nichž světlo je jen jeden případ. Právě tyto jevy vedly Einsteina k formulaci teorie relativity.

Roku 1915 Einstein publikoval obecnou teorii relativity. Ta rozšiřuje rámec speciální teorie tak, aby zahrnovala gravitaci, tj. vzájemnou přitažlivost hmotných těles. Zatímco speciální teorie byla potvrzena nespočetnými pokusy, obecná teorie není nezvratně potvrzena dodnes. Avšak stále je to nejvíce přijímaná a nejelegantnější teorie gravitace, která nachází široké využití v astrofyzice a v kosmologii při popisu vzniku a vývoje vesmíru jako celku.

Podle obecné teorie relativity gravitace způsobuje „zakřivení“ prostorčasu. V takovémto zakřiveném prostoru už neplatí běžná Eukleidovská geometrie, tak jako se dvojrozměrná geometrie roviny nedá použít na povrch koule. V rovině můžeme například nakreslit čtverec tak, že na přímce odměříme jeden metr, vytyčíme pravý úhel a

vyznačíme další metr, potom vytyčíme další pravý úhel a odměříme metr a nakonec vytyčíme třetí pravý úhel a znovu odměříme metr. Tím se vrátíme do výchozího bodu a čtverec je hotový. Na povrchu koule se to ale takto udělat nedá, protože pravidla euklidovské geometrie pro zakřivené povrchy neplatí.



Kreslení čtverce na rovině a na povrchu koule

Podobně trojrozměrný zakřivený prostor můžeme definovat jako prostor, pro který neplatí eukleidovská geometrie. Einsteinova teorie tvrdí, že trojrozměrný prostor je zakřivený a že toto zakřivení způsobuje gravitační pole hmotných těles.

Prostor v okolí každého hmotného objektu, například hvězdy či planety, je zakřivený. Stupeň tohoto zakřivení závisí na hmotnosti objektu. Protože v teorii relativity prostor není možné oddělit od času, přítomnost hmoty účinkuje i na čas, který plyne v různých částech vesmíru různě rychle. Einsteinova obecná teorie relativity tak úplně vyloučila pojmy jako absolutní prostor a čas. To neznamená jen to, že všechna měření týkající se prostoru a času jsou relativní. Celá struktura prostoročasu je totiž spjatá s rozložením hmoty ve vesmíru. Pojem „prázdný prostor“ tak úplně ztratil svůj význam.

Mechanistický světový názor klasické fyziky byl založen na představě pevných těles pohybujících se v prázdném prostoru. Tato představa ještě stále platí pro oblast středních rozměrů, tj. pro oblast naší každodenní zkušenosti, kde klasická fyzika zůstává užitečnou teorií. Oba pojmy – prázdný prostor i pevné těleso – jsou hluboce zakořeněné v našem způsobu myšlení. Je proto nesmírně těžké představit si fyzikální realitu, pro kterou by se použít nedaly. To je však právě to, k čemu nás moderní fyzika nutí, když ony „střední rozměry“ překročíme. Pojem „prázdný prostor“ ztratil svůj význam

v astrofyzice a v kosmologii a pojmem „pevné těleso“ zase otřásla atomová fyzika.

Na přelomu 19. a 20. století bylo objeveno několik jevů, jež se týkaly struktury atomu, a které se nedaly vysvětlit pomocí klasické fyziky. První náznak toho, že atomy mají nějakou strukturu, přišel s objevem rentgenových paprsků. Tento nový druh záření našel záhy využití v medicíně. Rentgenové paprsky však nejsou jediným zářením, jež je z atomů emitováno. Brzy po jejich objevu byl zjištěn další druh záření, jež emitují atomy radioaktivních látek. Jev radioaktivity definitivně dokázal, že atomy jsou složené útvary, a ukázal, že atomy radioaktivních látek nejenže vysílají rozličné typy záření, ale že se také mění na atomy látek zcela jiných.

Kromě toho, že se tyto jevy samy staly předmětem intenzivního studia, bylo je možné použít i jako důmyslných nástrojů k ještě hlubšímu pronikání do nitra hmoty. Maz von Laue využil rentgenové paprsky ke studiu uspořádání atomů v krystalech a Ernest Rutherford si uvědomil, že tzv. částice alfa, které jsou vyzařovány z radioaktivních látek, jsou rychlé kladně nabitě částice a dají se použít jako projektily na zkoumání nitra atomů. Když se alfa částicemi ostřelují atomy, dají se podle jejich vychýlení vyvozovat závěry o struktuře atomů.

Při ostřelování atomů alfa částicemi získal Rutherford senzační a neočekávané výsledky. Ukázalo se, že atomy zdaleka nejsou nedělitelné a ani tuhé částice, jak se od starověku věřilo. Skládají se z rozlehlého prázdného prostoru, ve kterém krouží kolem jádra velmi malé částice – elektrony. A to vše drží pohromadě elektrickými silami. Není lehké získat představu o tom, jak velké jsou atomy, protože jejich rozměry jsou velmi vzdálené našim makroskopickým měřítkům. Atom má totiž průměr asi jednu stamiliontinu centimetru. Abychom si to přiblížili, představme si pomeranč nafouknutý do velikosti Země. Atomy tohoto pomeranče pak budou mít velikost třešní. Myriády třešní těsně nacpaných do koule velikosti třešně – to je zvětšený obraz atomů v pomeranči.

V porovnání s makroskopickými předměty je tedy atom nesmírně malý. Ve srovnání s atomovým jádrem je však obrovský. V našem obrazu atomů-třešní by bylo jádro tak malinké, že bychom je ani neviděli. Kdybychom nafoukli atom do velikosti míče nebo do velikosti pokoje, bude jádro stále ještě příliš malé na to, abychom je

mohli okem zpozorovat. Abychom jádro uviděli, museli bychom nafouknout atom do velikosti největšího chrámu na světě, katedrály svatého Petra v Římě. A v takto zvětšeném atomu by pak jádro mělo velikost zrníčka soli! Zrníčko soli uprostřed chrámu svatého Petra a smítka prachu vířící okolo něj v obrovském prostoru chrámu – to je obraz jádra a elektronů v atomu.

Brzy po objevu tohoto „planetárního modelu“ se zjistilo, že chemické vlastnosti prvku určuje počet elektronů v atomu. Dnes víme, že celou periodickou tabulku prvků je možno sestavit tak, že budeme postupně přidávat protony a neutrony k jádru nejlehčího atomu, atomu vodíku, a současně budeme přidávat i odpovídající počet elektronů do atomového obalu. Vzájemné působení mezi atomy umožňuje různé chemické děje, takže celou chemii je nyní možno v zásadě pochopit na základě zákonů atomové fyziky.

Tyto zákony však nebylo snadné poznat. Objevila je ve 20. letech mezinárodní skupina fyziků, ke které patřili Niels Bohr z Dánska, Louis de Broglie z Francie, Erwin Schrödinger a Wolfgang Pauli z Rakouska, Werner Heisenberg z Německa a Paul Dirac z Anglie. Tito muži spojili své síly přes hranice států a dali podobu jednomu z nejvíce vzrušujících období moderní vědy. Poprvé tak přišli do styku s podivnou a nečekanou realitou subatomového světa. Pokaždé, když fyzici položili pomocí experimentu přírodě otázku, dostali odpověď ve formě nějakého paradoxu. Paradoxy byly tím ostřejší, čím více se vědci snažili danou situaci objasnit. Trvalo jim dlouho, než přijali skutečnost, že paradoxy patří k vnitřní struktuře atomové fyziky, a než si uvědomili, že paradoxy vyvstávají, kdykoli se pokoušíme popsat dění v atomu pomocí tradičních fyzikálních pojmů. Když to pochopili, začali se učit klást správné otázky a vyhýbat se rozporům. Podle Heisenbergových slov „dostávali se nějak do ducha kvantové teorie“. A nakonec tuto teorii přesně a matematicky konzistentně vyjádřili.

Avšak ani když už byla matematická formulace kvantové teorie hotova, nebylo lehké ji přijmout. Na představivost fyziků totiž zapůsobila zdrcujícím způsobem. Už Rutherfordovy experimenty ukázaly, že atomy místo toho, aby byly tvrdé a nezničitelné, sestávají z prázdného prostoru, ve kterém se pohybují nesmírně malé částice. A nyní kvantová teorie zřetelně ukázala, že dokonce ani tyto částice se v ničem nepodobají pevným objektům klasické fyziky. Subatomové hmotné útvary jsou velmi abstraktní entity, které mají dvojakou

povahu. Podle toho, jak se na ně díváme, jeví se někdy jako částice a jindy zase jako vlny. A tuto dvojakou povahu vykazuje i světlo, které může mít povahu elektromagnetických vln anebo částic.



Tato vlastnost látky a světla je velmi zvláštní. Zdá se nemožné, že něco může být současně částicí, tj. entitou omezenou na velmi malý objem, a vlnou, rozprostřenou ve velké oblasti prostoru. Tento rozpor zrodil většinu paradoxů podobných kóanům, které nakonec vedly k formulaci kvantové teorie. Vývoj začal tehdy, když Max Planck objevil, že energie tepelného záření se nevyzařuje spojitě, ale objevuje se v podobě „balíčků energie“. Einstein je pojmenoval „kvanta“ a poznal v nich základní aspekt přírody. A měl odvahu předpokládat, že světlo i každá jiná forma elektromagnetického záření se může objevovat nejen jako elektromagnetická vlna, ale i ve formě těchto kvant. Kvant elektromagnetického záření, podle kterých se jmenuje kvantová teorie, se od té doby berou jako částice a nazývají se fotony. Jsou to však částice zvláštního druhu. Nemají hmotnost a vždy se pohybují rychlostí světla.

Zřejmý rozpor mezi obrazem částice a vlny se vyřešil zcela nečekaným způsobem, který vyvolal pochybnosti o samém základu mechanického světového pohledu – o realitě hmoty. Na subatomární úrovni hmota neexistuje s určitostí na nějakém místě, ale spíše vykazuje „sklony k existenci“, a události v atomu se nevyskytují s určitostí v nějakém čase a nějakým určitým způsobem, ale mají jen „sklony vyskytovat se“. Ve formalismu kvantové teorie jsou tyto sklony vyjádřeny jako pravděpodobnosti a popisují se matematickými veličinami, které slouží k popisu vlnění. Proto částice mohou být současně i vlnami. Nejsou to ale normální trojrozměrné vlny jako zvuk nebo vlny na vodě. Jsou to vlny „pravděpodobnostní“, tj. abstraktní matematické veličiny se všemi charakteristickými vlastnostmi vln, které se ale vztahují k pravděpodobnosti nalezení částice v určitých místech v prostoru a v určitém okamžiku. Všechny zákony atomové fyziky jsou vyjádřeny takovými

pravděpodobnostmi. Událost v atomu nikdy nemůžeme předvídat s jistotou, můžeme jen říci, s jakou pravděpodobností k ní dojde.

Kvantová teorie tak zavrhlá klasické pojmy jako je „pevné těleso“ a také přísně deterministické přírodní zákony. Na subatomární úrovni se pevné materiální objekty rozplývají ve strukturách vlnové povahy, které však nereprezentují pravděpodobnosti existence nějakých věcí, ale spíše pravděpodobnosti vzájemné propojenosti. Podrobná analýza ukázala, že subatomární částice nemají jako izolované entity vůbec smysl, že je možné je chápat jen jako prvky spojující přípravu experimentu s následným měřením. Kvantová teorie tak odhaluje jednotu vesmíru na základní úrovni. Ukazuje, že svět nemůžeme rozložit na nezávisle existující nejmenší jednotky. Když budeme pronikat do látky, neuvidíme nijaké izolované základní stavební kameny, ale složitou síť vztahů mezi jednotlivými částmi celku. Tyto vztahy vždy podstatným způsobem zahrnují také pozorovatele. Člověk-pozorovatel tvoří poslední článek řetězce procesu pozorování a vlastnosti atomového objektu je možné pochopit jen z hlediska jeho interakce s pozorovatelem. To znamená, že už neplatí klasický ideál objektivního popisu. Na úrovni atomu není možné vycházet z karteziánského rozdělení na „já“ a „svět“, na pozorovatele a pozorované. V atomové fyzice nemůžeme mluvit o přírodě bez toho, abychom současně nemluvili o sobě.

Nová atomová teorie pomohla vyřešit hned několik záhad týkajících se struktury atomů, které se nedaly Rutherfordovým planetárním modelem objasnit. Rutherfordovy experimenty ukázaly, že atomy pevné látky se skládají téměř výlučně z prázdnoty, protože jejich hmota je zkoncentrovaná do velmi malé části jejich objemu. Avšak když vše z našeho okolí, i my sami, se skládáme většinou z prázdnoty, proč nemůžeme projít skrze zavřené dveře? Jinak řečeno, co dává látce její pevnost, její neproniknutelnost?

Druhou záhadou byla mimořádná mechanická stabilita atomů. Například ve vzduchu se atomy srážejí mnohamilionkrát za sekundu, a po každé srážce se vrátí do svého původního tvaru. Žádný planetární systém říditel se zákony klasické mechaniky by nevyšel z takovéto srážky nezměněn. Avšak atom kyslíku si zachová svou charakteristickou konfiguraci elektronů bez ohledu na to, jak často se srazí s jinými atomy. A tato konfigurace je úplně stejná ve všech atomech určitého druhu. Dva atomy železa, a tedy i dva kusy čistého

železa, jsou absolutně totožné. Nezáleží na tom, odkud pocházejí a jak se s nimi v minulosti nakládalo.

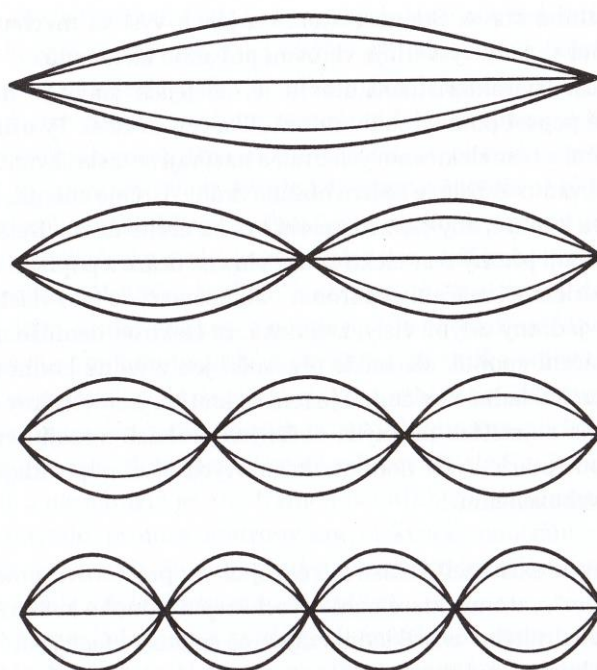
Kvantová teorie ukázala, že všechny tyto překvapující vlastnosti atomů vyplývají z vlnové povahy elektronů v nich obsažených. Především, tuhost látky je důsledkem typického „kvantového efektu“ souvisejícího s duálním vlnově-částicovým charakterem hmoty, který nemá makroskopické obdoby. Vždy, když je částice uzavřena do malého objemu, reaguje na toto uvěznění pohybem, a to tím rychlejším, čím je objem menší. V atomu působí dva druhy sil opačného směru. Na jedné straně jsou elektrony přitahovány k jádru silami elektrickými; ty se je snaží držet co možná nejbliže u jádra. Na druhé straně elektrony reagují na své uvěznění rychlým pohybem; jejich rychlost je tím vyšší, čím pevněji jsou k jádru poutány. To vede k tomu, že jejich pohyby dosahují rychlosti kolem tisíců kilometrů za sekundu! Tato vysoká rychlost způsobuje, že atom vypadá jako pevná koule, podobně jako rychle se otáčející vrtule vypadá jako kotouč. Velice malá stlačitelnost atomů dává pevným látkám jejich charakteristickou tuhost.

Elektrony se v atomu pohybují po svých oběžných drahách tak, aby přitažlivá síla jádra vyrovnávala jejich odpor se k jádru vázat. Z vlnové povahy elektronů vyplývá, že oběžné dráhy v atomu se velmi liší od oběžných drah planet v sluneční soustavě. Atom tedy není možné zobrazit jako malý planetární systém. Místo částic kroužících kolem jádra je třeba si představit pravděpodobnostní vlny uspořádané na různých dráhách. Při měření nalezneme elektrony někde na jejich dráhách, nemůžeme však říci, že by kolem jádra obíhaly ve smyslu klasické mechaniky.

Elektronové vlny jsou na dráhách uspořádány tak, že se jejich konce setkávají. Tvoří struktury známé jako stojaté vlny. Tyto struktury se objevují vždy, když jsou vlny omezeny na nějakou oblast, například vlny na kytarové struně anebo vzduchové vlny ve flétně (viz obrázek níže).

Z těchto příkladů je zřejmé, že stojaté vlny se mohou vyskytovat jen v omezeném počtu a mají přesně definované tvary. V případě elektronových vln uvnitř atomů to znamená, že mohou existovat jen na dráhách s určitými průměry. Například elektron v atomu vodíku může pobývat na první, druhé, třetí oběžné dráze atd., avšak nikdy mezi nimi. Za normálních podmínek bude vždy na dráze nejnižší,

tento stav se nazývá základním stavem atomu. V případě, že elektron získá potřebné množství energie, může přeskočit na dráhy vyšší. Pak říkáme, že atom je ve „vzbuzeném“ čili „excitovaném“ stavu. Z něho se však po chvíli vrátí zase do stavu základního, přičemž se zbaví nadbytečné energie v podobě fotonu, tj. kvanta elektromagnetického záření. Základní stavy atomu, tj. tvary a vzájemné vzdálenosti jejich elektronových drah, jsou přesně stejné pro všechny atomy se stejným počtem elektronů. Proto jsou například dva atomy kyslíku úplně stejné. Mohou se však nacházet v rozdílných vzbuzených stavech, například po srážce s ostatními atomy ve vzduchu. Ale po velmi krátké chvíli se vždy vrátí do přesně stejného základního stavu. Stejnost atomů a jejich vysoká mechanická stabilita se tedy vysvětluje vlnovou povahou elektronů.



Stojaté vlnění na struně

Další charakteristikou atomů je, že jejich stavy je možné popsat pomocí souboru několika celých čísel. Ty označují umístění a tvar elektronových drah a nazývají se čísla “ kvantová“. První kvantové číslo je číslem oběžné dráhy. Určuje energii, která je třeba k tomu, aby elektron mohl být na určité dráze. Další dvě čísla určují přesný tvar elektronové vlny na dráze a popisují rychlost a orientaci otáčení

elektronu. Skutečnost, že tyto vlastnosti jsou vyjádřeny celými čísly, znamená, že elektron nemůže měnit své otáčení spojitě, ale může přeskočit jen z jedné hodnoty na druhou. Základní stav atomu je ten, ve kterém jsou všechny na nejnižších možných oběžných drahách a mají nejnižší možnou rotaci. Vyšší hodnoty kvantových čísel odpovídají pak stavu vzbuzenému.

„Sklony k existenci“, „částice reagující na prostorové omezení pohybem“, „atomy, které náhle přecházejí z jednoho kvantového stavu do druhého“ a „základní vzájemná spjatost všech jevů“ – to jsou některé ze zvláštností světa atomů. Na druhé straně základní síla, která způsobuje vznik všech atomových jevů, je dobře známá a pozorovatelná v makroskopickém světě. Je to síla elektrické přitažlivosti mezi kladně nabitým jádrem a záporně nabitými elektrony. Působením této síly na elektronové vlny vzniká obrovská rozmanitost struktur a jevů kolem nás. Je odpovědná za všechny chemické reakce, a tedy i za vytváření molekul seskupováním a vazbou atomů. Interakce mezi elektrony a atomovými jádry tvoří tedy základ všech pevných látek, kapalin i plynů a také všech biologických procesů a živých organismů.

V tomto nesmírně bohatém světě atomových jevů hrají jádra úlohu velmi malých, pevných center, která jsou zdrojem elektrické síly, a tvoří tak základ rozmanitých molekulových struktur. K pochopení těchto struktur i většiny přírodních jevů kolem nás nemusíme o jádrech vědět víc, než že známe jejich elektrický náboj a hmotnost. Avšak abychom poznali, z čeho je látka vytvořena, musíme zkoumat samotná atomová jádra, která tvoří téměř veškerou její hmotnost. V 30. letech, kdy kvantová teorie už objasnila svět atomů, se stalo hlavní úlohou fyziků pochopit strukturu jader, poznat jejich složky a síly, které je tak pevně drží pohromadě.

Prvním důležitým krokem k pochopení struktury jádra byl objev jeho druhé složky – neutronu. Je to částice, která má zhruba stejnou hmotnost jako první známá složka jádra – proton, nemá však elektrický náboj. Tento objev nejenže vysvětlil, jak jsou jádra všech chemických prvků vybudována, ale i odhalil, že jaderné síly držící tyto částice tak pevně v jádře jsou zcela novým a neznámým jevem. Nemohou totiž být elektromagnetického původu, protože elektrony

jsou elektricky neutrální. Fyzici si brzy uvědomili, že stojí před novou přírodní silou, která se neprojevuje nikde mimo atomového jádra.

Atomové jádro je asi stotísnásobně menší než atom, obsahuje však téměř všechnu jeho hmotnost. To znamená, že hustota látky v jádře je v porovnání s hustotami běžných makroskopických látek obrovská. Kdybychom stlačili lidské tělo na tuto jadernou hustotu, nezabralo by víc místa než špendlíková hlavička. Ale tato enormní hustota není jedinou neobvyklou vlastností jaderné látky. Protože nukleony, jak se protony a neutrony souhrnně nazývají, mají také kvantovou povahu, reagují na uzavření do malého objemu vysokými rychlostmi. A jelikož jsou stlačeny ještě v mnohem menším objemu než elektrony, jsou i jejich reakce mnohem intenzivnější. V jádře se pohybují rychlostí asi 70 000 km za sekundu! Jaderná látka je tedy taková forma hmoty, která se zcela liší od všeho, co známe „tady nahoře“, v našem makroskopickém okolí. Snad nejlepším jejím připodobněním by byly drobné kapičky velmi husté, bouřlivě se vařící bublající kapaliny.

Podstatným rysem jádra, který určuje všechny jeho neobvyklé vlastnosti, jsou obrovské jaderné síly. Ty jsou pozoruhodné velmi krátkým dosahem. Působí totiž jen na vzdálenost dvoj- až trojnásobku průměru nukleonu, tedy jen když se nukleony k sobě těsně přiblíží. V této vzdálenosti působí jaderné síly velkou přitažlivostí; když se ale vzdálenost dále zmenšuje, jaderné síly se stávají zase silně odpuzivými. Nukleony se proto nemohou už více k sobě přiblížit. Tak drží jaderné síly jádro ve velmi stabilní, i když vysoce dynamické rovnováze.

Při studiu atomů a jader zjišťujeme, že většina hmoty v látce je soustředěna v malých kapičkách, které jsou odděleny velkými vzdálenostmi. V rozsáhlém prostoru mezi těmito divoce kolotajícími jadernými kapičkami se pohybují elektrony. Ty obsahují jen nepatrný zlomek z celkové hmotnosti. Dávají však atomům a látce její mechanickou pevnost a tvoří vazby potřebné na vybudování molekulárních struktur. Zapojují se do chemických reakcí a určují chemické vlastnosti látek. Na druhé straně jaderné reakce se v látce obvykle nevyskytují, protože běžné energie nebývají dostatečně silné na narušení rovnováhy v jádře.

Forma látky, jež je obvyklá v našem okolí a která se vyznačuje velkým množstvím tvarů, vazeb a komplikovanou molekulovou stavbou, může existovat jen za velmi specifických podmínek. Teplota

nesmí být příliš vysoká, aby molekuly příliš nekmitaly. Když se tepelná energie zvýší asi stokrát, jak je tomu u většiny hvězd, všechny atomové a molekulové struktury se zničí. Většina látky ve vesmíru je právě ve stavu velmi odlišném od výše popsaného „běžného“ stavu. Středy hvězd jsou vytvořeny z mohutného nahromadění jaderné hmoty a převládají tam jaderné procesy, jež jsou na Zemi jen vzácné. Podmiňují velmi rozmanité fyzikální procesy ve hvězdách, které studují astrofyzikové. Většina z nich vzniká kombinací jaderných a gravitačních působení. Pro naši planetu jsou zvláště důležité jaderné procesy ve středu Slunce. Ty poskytují energii, jež umožňuje fungování zemské biosféry. Velkým triumfem moderní fyziky bylo zjištění, že tok energie přicházející k nám ze Slunce, naše životodárné pojivo se světem velkých rozměrů, je výsledkem jaderných reakcí, tedy jevů ze světa malých rozměrů.

Začátkem 30. let se v pronikání do submikroskopického světa dospělo tak daleko, že si vědci mysleli, že už konečně objevili základní stavební kameny látky. Bylo známo, že veškerá látka se skládá z atomů a atomy zase z protonů, neutronů a elektronů. Tyto tzv. „elementární částice“ se považovaly za poslední nezničitelné stavební prvky hmoty, za atomy v Démokritově smyslu. I když z kvantové teorie vyplývá, že svět nelze rozdělit na nezávisle existující nejmenší jednotky, v té době to ještě nebylo všeobecně přijímáno. Stále přetrvával klasický způsob myšlení a většina fyziků se pokoušela pochopit látku ve smyslu „základních stavebních kamenů“. A tento způsob uvažování je dost silný dodnes.

Další dva objevy moderní fyziky ukázaly, že je nutné vzdát se představy elementárních částic jako prvotních stavebních jednotek látky. První z těchto objevů byl experimentální, druhý teoretický, a oba mají počátky ve 30. letech. Když fyzici zdokonalili experimentální techniku a vyvinuli nové důmyslné detektory částic, objevili množství nových druhů částic. Do roku 1935 se počet známých částic zvýšil ze tří na šest, do roku 1955 na osmnáct a dnes známe více než dvě stovky „elementárních“ částic. Dvě následující tabulky, které jsou převzaty z publikace T. D. Suzikoho, zahrnují většinu dnes známých částic. Ukazují přesvědčivě, že přívlastek „elementární“ není za této situace na místě. V průběhu roků se objevovaly stále nové částice a začalo být jasné, že všechny nemohou

být elementární. A dnes už panuje mezi fyziky přesvědčení, že tento přívlastek si nezasluhuje ani jedna z nich.

Meson Table
April 1974

entry	$I^G(J^P)C_n$	entry	$I^G(J^P)C_n$	entry	$I^G(J^P)C_n$	entry	$I(J^P)$
π (140)	$1^-(0^-)+$	$\rightarrow \eta_N$ (1080)	$0^+(N)^+$	ρ' (1600)	$1^+(1^-)-$	K (494)	$1/2(0^-)$
η (549)	$0^+(0^-)+$	A_1 (1100)	$1^-(1^+)+$	A_3 (1640)	$1^-(2^-)+$	K^* (892)	$1/2(1^-)$
ϵ (600)	$0^+(0^+)+$	$\rightarrow M$ (1150)		ω (1675)	$0^-(N)^-$	κ	$1/2(0^+)$
ρ (770)	$1^+(1^-)-$	$\rightarrow A_{1,s}$ (1170)	1^-	g (1680)	$1^+(3^-)-$	Q	$1/2(1^+)$
ω (783)	$0^-(1^-)-$	B (1235)	$1^+(1^+)-$	$\rightarrow X$ (1690)	-	K^* (1420)	$1/2(2^+)$
$\rightarrow M$ (940)		$\rightarrow \rho'$ (1250)	$1^+(1^-)-$	$\rightarrow X$ (1795)	1	$\rightarrow K_N$ (1660)	1/2
$\rightarrow M$ (953)	+	f (1270)	$0^+(2^+)+$	$\rightarrow S$ (1930)	1	$\rightarrow K_N$ (1760)	1/2
η' (958)	$0^+(0^-)+$	D (1285)	$0^+(A)^+$	$\rightarrow A_4$ (1960)	1^-	L (1770)	$1/2(A)$
δ (970)	$1^-(0^+)+$	A_2 (1310)	$1^-(2^+)+$	$\rightarrow \rho$ (2100)	1^+	$\rightarrow K_N$ (1850)	
$\rightarrow H$ (990)	$0^-(A)^-$	E (1420)	$0^+(A)^+$	$\rightarrow T$ (2200)	1	$\rightarrow K^*$ (2200)	
S^* (993)	$0^+(0^+)+$	$\rightarrow X$ (1430)	0	$\rightarrow \rho$ (2275)	1^+	$\rightarrow K^*$ (2800)	
ϕ (1019)	$0^-(1^-)-$	$\rightarrow X$ (1440)	1	$\rightarrow U$ (2360)	1		
$\rightarrow M$ (1033)		f' (1514)	$0^+(2^+)+$	$\rightarrow NN$ (2375)	0		
$\rightarrow B_1$ (1040)	1^+	F_1 (1540)	$1(A)^+$	$\rightarrow X(2500-3600)$			
						\rightarrow Exotics	

Mezonová tabulka

Baryon Table
April 1974

N(939)	P11	****	$\Delta(1232)$	P33	****	$\Lambda(1116)$	P01	****	$\Sigma(1193)$	P11	****	$\Xi(1317)$	P11	****
N(1470)	P11	****	$\Delta(1650)$	S31	****	$\Lambda(1330)$	Dead		$\Sigma(1385)$	P13	****	$\Xi(1530)$	P13	****
N(1520)	D13	****	$\Delta(1670)$	D33	***	$\Lambda(1405)$	S01	****	$\Sigma(1440)$	Dead		$\Xi(1630)$		**
N(1535)	S11	****	$\Delta(1690)$	P33	*	$\Lambda(1520)$	D03	****	$\Sigma(1480)$	*		$\Xi(1820)$		***
N(1670)	D15	****	$\Delta(1890)$	F35	***	$\Lambda(1670)$	S01	****	$\Sigma(1620)$	S11	**	$\Xi(1940)$		***
N(1688)	F15	****	$\Delta(1900)$	S31	*	$\Lambda(1690)$	D03	****	$\Sigma(1620)$	P11	**	$\Xi(2030)$		**
N(1700)	S11	****	$\Delta(1910)$	P31	***	$\Lambda(1750)$	P01	**	$\Sigma(1670)$	D13	****	$\Xi(2250)$		*
N(1700)	D13	**	$\Delta(1950)$	F37	****	$\Lambda(1815)$	F05	****	$\Sigma(1670)$	**		$\Xi(2500)$		**
N(1780)	P11	***	$\Delta(1960)$	D35	**	$\Lambda(1830)$	D05	***	$\Sigma(1690)$	**				
N(1810)	P13	***	$\Delta(2160)$	**		$\Lambda(1860)$	P03	**	$\Sigma(1750)$	S11	***	$\Omega(1672)$	P03	****
N(1990)	F17	**	$\Delta(2420)$	H311	***	$\Lambda(1870)$	S01	**	$\Sigma(1765)$	D15	****			
N(2000)	F15	**	$\Delta(2850)$	**		$\Lambda(2010)$	D03	**	$\Sigma(1840)$	P13	*			
N(2040)	D13	**	$\Delta(3230)$	***		$\Lambda(2020)$	F07	**	$\Sigma(1880)$	P11	**			
N(2100)	S11	*				$\Lambda(2100)$	G07	****	$\Sigma(1915)$	F15	****			
N(2100)	D15	*	Z0(1780)	P01	*	$\Lambda(2110)$?05	*	$\Sigma(1940)$	D13	***			
N(2190)	G17	***	Z0(1865)	D03	*	$\Lambda(2350)$	****		$\Sigma(2000)$	S11	*			
N(2220)	H19	***	Z1(1900)	P13	*	$\Lambda(2585)$	***		$\Sigma(2030)$	F17	****			
N(2650)	***		Z1(2150)	*					$\Sigma(2070)$	F15	*			
N(3030)	***		Z1(2500)	*					$\Sigma(2080)$	P13	**			
N(3245)	*								$\Sigma(2100)$	G17	**			
N(3690)	*								$\Sigma(2250)$	****				
N(3755)	*								$\Sigma(2250)$	****				
									$\Sigma(2455)$	***				
									$\Sigma(2620)$	***				
									$\Sigma(3000)$	**				

**** Good, clear, and unmistakable. *** Good, but in need of clarification or not absolutely certain.
** Needs confirmation. * Weak.

Baryonová tabulka

Toto přesvědčení podpořily teoretické objevy, ke kterým docházelo souběžně s objevováním stále nových částic. Brzy po zformulování kvantové teorie bylo zřejmé, že úplnou teorií jaderných jevů nemůže být jen teorie kvantová, ale že tato teorie musí zahrnovat i teorii relativity. To proto, že částice uvězněné do malé oblasti jádra se pohybují tak rychle, že se jejich rychlost blíží rychlosti světla. To je klíčová okolnost, protože každý popis jevů týkajících se rychlostí blížících se rychlosti světla, musí brát do úvahy teorii relativity, musí to být popis relativistický. Pro úplné pochopení jaderného světa

potřebujeme tedy takovou teorii, která bude zahrnovat jak kvantovou teorii, tak i teorii relativity. Takovou teorii však dosud fyzici nevytvořili, a proto dnešní věda není schopna zformulovat úplnou teorii jádra. Ačkoli o struktuře jádra a o interakcích mezi jadernými částicemi toho víme dost, stále ještě nechápeme povahu jaderných sil na fundamentální úrovni. Neexistuje ještě úplná teorie světa jaderných částic, která by byla srovnatelná s teorií kvantovou, jež platí pro svět atomů. Máme sice několik kvantověrelativistických modelů, které velmi dobře popisují některé aspekty světa částic, ale splynutí kvantové teorie a teorie relativity do sjednocené teorie světa částic je stále ústředním problémem a velikou výzvou moderní fyziky.

Teorie relativity výrazně ovlivnila naši představu o látce tím, že nás přiměla podstatně modifikovat pojem částice. V klasické fyzice se hmotnost objektu spojovala vždy s nezničitelnou substancí, s nějakým materiálem, z něhož jsou všechny věci vytvořeny. Teorie relativity však ukázala, že hmotnost nemá nic společného s nějakou substancí, ale že je to jistá forma energie. Energie je ale dynamická veličina spojená s činností nebo s procesy. Skutečnost, že hmotnost částice je ekvivalentní určitému množství energie znamená, že částici není možné považovat za statický objekt. Je ji třeba brát za dynamickou strukturu, za proces zahrnující energii, jež se projevuje jako hmotnost této částice.

Podnětem ke změně pohledu na částice byla Diracova relativistická rovnice, která popisuje chování elektronů. Diracova teorie nejenže s velkým úspěchem objasnila jemné detaily struktury atomů, ale odhalila též základní symetrii mezi hmotou a antihmotou. Předpověděl existenci antielektronu, který má stejnou hmotnost jako elektron, ale opačný náboj. Tato kladně nabitá částice, dnes nazývané pozitron, byla pak za dva roky vskutku objevena. Ze symetrie mezi hmotou a antihmotou plyne, že každá částice má svou antičástici se stejnou hmotností a s opačným nábojem. Páry částic a antičástic se mohou vytvářet, pokud je k dispozici dostatečná energie. V opačném procesu, při anihilaci, se zase mohou úplně přeměnit na energii. Tyto procesy tvorby a anihilace částic byly předpovězeny na základě Diracovy teorie ještě předtím, než byly skutečně objeveny, a od té doby byly milionkrát pozorovány.

Tvoření materiálních částic z čiré energie je nepochybně nejefektivnějším důsledkem teorie relativity a je možné ho pochopit jen při takovém pohledu na částice, jaký jsme načrtli výše. Před vznikem relativistické částicové fyziky se složky látky chápaly buď jako nezničitelné a neměnné elementární jednotky, nebo jako složené objekty, které je možné na jednotlivé složky rozdělit. Základní otázkou bylo, jestli je možné hmotu dělit stále znovu, nebo jestli se dospěje k základním, dále už nedělitelným částicám. Po Diracově objevu se najednou celý problém dělení ukázal v novém světle. Když se srazí dvě částice s vysokou energií, rozpadnou se obvykle na fragmenty. Tyto „fragmenty“ však nejsou menší, než původní částice. Jsou to opět částice toho samého druhu a jsou vytvořeny z kinetické (pohybové) energie, která se zúčastnila na srážce. Takto se nečekaně vyřešil celý problém dělení látky. Jediný způsob, jak dělit subjaderné částice, je rozbít je při vysokoenergetických srážkách. Tímto způsobem můžeme dělit látku stále znovu, ale nikdy nezískáme kousky, které by byly menší. To, co děláme, je jen vytváření nových částic z energie, která se zúčastnila ve srážkovém procesu. Proto jsou subjaderné částice zničitelné a současně i nezničitelné.

Situace se jeví paradoxní, pokud si zachováme statický pohled, podle kterého „složené objekty“ sestávají ze „základních stavebních kamenů“. Paradox však zmizí, když si osvojíme dynamický, relativistický pohled. Pak budeme částice chápat jako dynamické struktury či procesy, jež obsahují jisté množství energie, která se nám jeví jako jejich hmotnost. Při srážce interagujících částic se energie přerozdělí tak, aby zformovala struktury nové. Jestliže bylo dodáno dostatečné množství kinetické energie, může tato nová struktura obsahovat další částice.

Základní metodou používanou při zkoumání subjaderných částic jsou jejich vysokoenergetické srážky. Proto se fyzika částic nazývá též fyzikou vysokých energií. Kinetická energie potřebná na srážkové experimenty se získává v obrovských urychlovačích, mohutných kruhových zařízeních s obvodem až několik kilometrů. Zde se protony urychlují na rychlosti blížící se rychlosti světla a pak se nechávají srážet s jinými protony nebo s neutrony. Je úchvatné, že na studium světa velmi malých rozměrů je třeba takto obrovského zařízení. Jsou to supermikroskopy naší doby.

Životnost většiny vzniklých částic je jen velmi krátká, ne delší než miliontinu sekundy. Pak se znovu rozpadají na protony, elektrony a neutrony. I přes jejich krátkou životnost je možné nejen identifikovat a určit jejich vlastnosti, ale přinutit je i k tomu, aby zanechaly stopy, které se dají vyfotografovat. Tyto stopy vznikají v takzvaných bublinkových komorách podobným způsobem, jakým vytváří stopu proudové letadlo na obloze. Skutečné částice jsou ovšem mnohem menší než bublinky tvořící stopy. Z tloušťky a ze zakřivení stop mohou fyzici identifikovat částici, která stopy vyvolala. Body, ze kterých některé dráhy vycházejí, jsou místa srážek. Zakřivení drah způsobuje magnetické pole, jež se používá na identifikaci částic. Srážky částic jsou naší hlavní experimentální metodou studia jejich vlastností a interakcí. Proto pěkné čáry, spirály a křivky vytvořené částicemi v bublinkových komorách mají pro moderní fyziku mimořádný význam.

Dynamickou a stále se měnící povahu světa částic nám nejlépe ukazují rozptylové (srážkové) experimenty vysokoenergetických částic. V těchto pokusech se hmota jeví jako úplně proměnlivá: všechny částice se mohou transformovat na částice jiné. Mohou se vytvořit z energie a mohou se zase v energii rozplynout. V tomto světle ztratily klasické pojmy jako „elementární částice“, „materiální substance“ nebo „izolovaný objekt“ svůj význam. Celý vesmír se jeví jako dynamická síť z neoddelitelných energetických struktur. Dosud jsme ještě nenašli úplnou teorii na popis tohoto světa. Máme však několik teoretických modelů, které velmi dobře popisují některé jeho stránky. Ale ani jeden z těchto modelů není prost matematických problémů a všechny si jistým způsobem navzájem protiřečí. Každý z nich však odráží základní jednotu a vnitřní dynamickou povahu hmoty. Ukazují, že vlastnosti částic je možné pochopit jen s ohledem na jejich aktivitu – na jejich interakce s okolním prostředím – a že na částice se proto není možné dívat jako na izolované entity, ale musíme je chápat jako integrální část celku.

Teorie relativity ovlivnila drastickým způsobem nejen naše chápání částic, ale také představu o silách mezi těmito částicemi. V relativistickém popisu interakcí částic se síly mezi částicemi (jejich vzájemné přitahování a odpuzování) zobrazují jako výměny částic jiných. Takové pojetí se dá jen velmi těžko zobrazit. Je to důsledek

čtyřrozměrné prostoročasové povahy subatomového světa. Naše intuice ani náš jazyk si s touto představou neumějí dobře poradit, přitom je to představa pro pochopení subatomových jevů klíčová. Spojuje síly mezi součástmi hmoty s vlastnostmi jiných součástí hmoty. Tímto způsobem sjednocuje dva pojmy, sílu a hmotu, jež se od dob řeckých atomistů zdály být zásadně odlišné. Dnes se na sílu i hmotu díváme tak, že mají společný původ v dynamických strukturách, které nazýváme částice.

Skutečnost, že částice interagují prostřednictvím sil, jež se projevují jako výměna částic jiných, je dalším důvodem, proč subatomový svět nelze rozložit na jeho součásti. Od roviny makroskopické až po jadernou jsou síly, které drží věci pohromadě, relativně slabé. Proto je dobrým přiblížením, když říkáme, že věci sestávají ze složek. Tak je možno říci, že zrníčko soli sestává z molekul soli, molekuly soli z atomů dvou druhů, atomy z jader a elektronů a jádra z protonů a neutronů. Avšak na úrovni částic už není možné vidět tímto způsobem.

V posledních letech se stále více prokazuje, že protony i neutrony jsou složené objekty. Ale síly, které je drží pohromadě, jsou tak veliké, resp. rychlosti, které dosahují jejich jednotlivé složky, jsou tak vysoké, že je třeba uplatňovat relativistické představy, kde jsou síly současně i částicemi. Tak se stírá rozdíl mezi částicemi tvořícími celek a částicemi tvořícími spojovací síly. Naše přiblížení objektu sestávajícího ze složek je překonané. Svět částic už nemůže být rozložen na elementární složky.

V moderní fyzice se vesmír chápe jako dynamický a nedělitelný celek, který vždy zahrnuje zásadním způsobem i pozorovatele. Tradiční pojmy jako je prostor, čas, izolované objekty, příčina a následek, ztrácejí tu svůj význam. Taková zkušenost je však velmi podobná východní mystice. Podobnost je zjevná v kvantové teorii a ještě očividnější je v kvantověrelativistických modelech subjaderné fyziky. Zde se tyto teorie kombinují a vytvářejí velmi nápadné paralely s východní mystikou.

Dříve, než tyto paralely vysvětlím podrobněji, povíme si stručně o těch školách východní filosofie, které mají pro naše porovnávání význam a které asi čtenář podrobněji nezná. Jsou to různé nábožensko-filosofické školy hinduismu, buddhismu a taoismu.

V následujících pěti kapitolách popíšeme historické pozadí, charakteristické črty a filosofické koncepce těchto duchovních tradic. Důraz budeme klást na ty aspekty a pojmy, které jsou důležité pro následující porovnání s fyzikou.

Druhá část –

Cesta východní mystiky

Kapitola pátá -

- Hinduismus

Když chceme pochopit dále popisované filozofie, musíme si uvědomit, že všechny jsou svou podstatou náboženské. Jejich hlavním cílem je přímé mystické poznání skutečnosti. A protože toto poznání má charakter náboženský, není je možné od náboženství oddělit. Nejvíce ze všech východních tradic to platí pro hinduismus. kde je spojení filozofie a náboženství obzvlášť silné. Říká se, že v Indii je skoro veškeré myšlení v jistém smyslu náboženské a že hinduismus během staletí intelektuální život Indie nejen ovlivnil, ale téměř zcela určil i její život společenský a kulturní.

O hinduismu nelze mluvit jako o filosofii, není to však ani přesně vymezené náboženství. Je to spíše veliký a komplexní společensko-náboženský organismus vytvořený z nespočetných sekt, kultů a filosofických systémů, které zahrnují rozličné rituály, obřady a duchovní disciplíny, jakož i uctívání nespočtu bohů a bohyň. Mnohotvárnost této složité, a přesto trvalé a silné duchovní tradice, odráží geografickou, rasovou, jazykovou a kulturní pestrost rozlehlého indického subkontinentu. Hinduismus má celou škálu projevů od vysoce intelektuálních filozofií s koncepcemi fantastické šířky a hloubky až po naivní a dětinské rituální praktiky lidových mas. Hinduisté jsou většinou prostí venkované, kteří svými každodenními náboženskými praktikami udržují při životě lidové náboženství. Na druhou stranu však dal hinduismus světu i mnoho vynikajících duchovních učitelů, kteří šíří jeho hluboké poznání.

Duchovním zdrojem hinduismu jsou védy, sbírky starých náboženských textů, které vytvořili anonymní mudrci, takzvaní védští zřeci. Existují čtyři védy, z nichž nejstarší je *Rgvéd*. Jsou napsány ve

starodávném sanskrtu, posvátném jazyku Indie, a pro většinu hinduistů jsou dodnes nejvyšší autoritou. Každý filosofický systém, který neuznává autoritu védů, se v Indii považuje za neortodoxní.

Každý véd sestává z několika částí vytvořených v rozdílných údobích, zhruba mezi lety 1500 až 500 př. n. l. Nejstarší části jsou posvátné hymny a modlitby. Následující části pojednávají o obětních rituálech spojených s védskými hymny. Na ně navazují upanišády, které rozpracovávají filosofický a praktický obsah védů. Upanišády obsahují základ duchovního odkazu hinduismu. Radou, kterou obsahují jejich verše, se v posledních dvaceti pěti stoletích nechali vést a inspirovat největší indiští myslitelé.

*Vezmi velkou zbraň upanišád jako luk,
vlož do něj šíp naostřený meditací.
Napni ho myšlenkou namířenou do podstaty Toho
a pronikni tím Nezničitelným jako cílem, můj příteli.*

Avšak indické lidové masy se neseznamovaly s hinduismem prostřednictvím upanišád, ale přes nesčetné lidové příběhy, soustředěné ve velkých eposech, které jsou základem rozsáhlé a pestré indické mytologie. Jeden z těchto eposů, *Mahábhárata*, obsahuje v Indii nejoblíbenější náboženský text, překrásnou duchovní báseň *Bhagavadgíta*. *Gíta*, jak se toto dílo obvykle nazývá, je dialogem mezi bohem Kršnou a bojovníkem Ardžunou, který je zoufalý, protože musí bojovat proti svým příbuzným ve velkém boji dvou rodin, který tvoří hlavní příběh *Mahábháraty*. Kršna, zjevující se v podobě Ardžunova vozataje, vede vůz rovnou mezi dvě armády a v dramatickém prostředí válečného pole začíná Ardžunovi vyjevovat nejhlubší pravdy hinduismu. Jak bůh mluví, realistické pozadí, které tvoří válka dvou rodin, brzy zaniká a začíná být jasné, že Ardžunův boj je duchovním bojem lidské povahy, zápasem člověka, bojovníka, který hledá osvícení. Kršna radí Ardžunovi:

*Mečem poznání svého rozetni pochybnost,
která zrozena z nevědomosti v srdci tvém sídlí
a vyzbrojen jógou povstaň k boji, ó potomku Bháraty!*

Základem Kršnova duchovního naučení, tak jako celého hinduismu, je myšlenka, že všechny věci a události kolem nás jsou jen rozličnými projevy té samé nejvyšší skutečnosti. Tato skutečnost se nazývá *brahma*. Je to jednotící pojem, který dává hinduismu jeho v podstatě monistickou povahu, a to i přesto, že uctívá množství bohů a bohyň.

Brahma, nejvyšší skutečnost, se chápe jako „duše“ či vnitřní podstata všech věcí. Je nekonečné a stojí nad všemi pojmy. Nepochopitelné rozumem, nepopsatelné slovy.

Nejvyšší brahma, bez počátku, nade vším, co je jsoucí i nejsoucí.

Tato nejvyšší duše je nepoznatelná, neohraničená, nezrozená, slovy ani myšlenkami nepostřehnutelná.

Ale lidé chtějí o této nejvyšší skutečnosti mluvit, protože hinduističtí mudrci se svou typickou zálibou v mýtech vykreslili brahma jako božské a mluví o něm jazykem mýtu. Různým projevům tohoto božského dali hinduisté jména rozličných bohů a uctívají je. Posvátné knihy dávají však zřetelně najevo, že tyto bohové jsou pouze obrazy jedné z nejvyšších skutečností:

Lidé říkají: „Uctívej tohoto boha! Uctívej tamtoho boha!“ – jednoho po druhém.

Ale ve skutečnosti jsou oba výtvořem brahma.

Brahma samo je všemi bohy.

Projev brahma v lidské duši se nazývá *átman* a myšlenka, že *átman* a *brahma*, tedy realita individuální a nejvyšší, jsou jedno a to samé, tvoří jádro upanišád.

To, co je nejjemnější podstatou, je duší celého tohoto světa.

To je Skutečnost.

To je átman.

To jsi ty.

Základním a stále se opakujícím tématem hinduistické mytologie je stvoření světa sebeobětováním Boha. „Obětovat“ v původním smyslu znamená „učinit posvátným“. Obětováním se Bůh stává světem, který

se nakonec znovu stane Bohem. Tato tvořivá činnost Božského se nazývá *lílá*, Boží hra, a svět se považuje za jeviště této boží hry. Mýtus o líle má, stejně jako většina hinduistické mytologie, silnou magickou příchut'. Veliký čaroděj – Brahma – se transformuje do světa, a tento skutek vykonává svou „magickou tvořivou silou“, což je v *Rgvédu* původní význam slova *májá*. Termín *májá*, jeden z nejdůležitějších termínů indické filosofie, změnil během staletí vícekrát svůj význam. Namísto „moc“ nebo „síla“ božského herce a čaroděje začal označovat psychický stav každého, kdo je v zakletí magické hry. Pod vlivem máji zůstáváme, dokud se necháváme mýlit myriádami podob božské líly vydávající se za skutečnost a nepochopíme jednotu bráhma, která je základem všech těchto podob.

Májá tedy neznamena, že svět je iluze, jak se často chybně tvrdí. Iluze spočívá jen v našem pohledu na věc, když si myslíme, že tvary, struktury, věci a události kolem nás jsou pravou podobou přírody, místo toho, abychom si uvědomili, že jsou to projevy našeho kategorizujícího a kvantifikujícího myšlení. Májá je iluzí, spočívající v záměně těchto představ za skutečnost, v záměně mapy za území.

Podle hinduistického pohledu na přírodu jsou všechny její podoby relativní, plynoucí a ustavičně se měnící májou, vyčarovanou velkým čarodějem božské hry. Svět máji se mění neustále, protože božská líla je dynamická a pohyblivá hra. Dynamickou silou této hry je *karman*, další důležitý pojem indické mystiky. Karman znamená „čin“. Je to aktivní princip hry, celý vesmír je v činu, kde je vše se vším dynamicky propojené. Podle *Gíty*:

Síla stvoření se nazývá karman, z ní pochází život všech tvorů.

Význam karmanu, podobně jako máji, sestoupil ze své původní kosmické úrovně na úroveň lidskou, kde získal psychologický smysl. Zatímco náš pohled na svět je roztržštěný, zatímco jsme pod kouzlem máji a zdá se nám, že existujeme odděleně od svého okolí a můžeme jednat nezávisle, jsme spoutáni karmanem. Vysvobodit se z pout karmanu znamená uvědomit si jednotu a harmonii celé přírody, včetně nás samých, a podle toho i jednat. *Gítá* se v tomto bodě vyjadřuje velmi jasně:

Všechno se děje mícháním sil hmotné přírody,

*falešným vědomím ega zmatená duše si ale myslí,
že původcem dějů je sama.*

*Absolutní pravdy znalý člověk vidí síly Přírody,
jak jedna působí na druhou.*

Na smyslových požitcích plynoucích z nich on proto nelpí.

Vysvobodit se z kouzla máji, přelomit pouta karmanu, uvědomit si, že všechny jevy, které vnímáme smysly, jsou součástí té samé skutečnosti. Znamená to konkrétně a osobně poznat, že vše, včetně nás samých, je brahma. Toto poznání se v hinduistické filosofii nazývá *móksa*, tj. vysvobození, a je samou podstatou hinduismu.

Hinduismus předpokládá, že k vysvobození vede nespočetně mnoho cest. Nikdy by ode všech svých stoupců neočekával, že budou schopni přistupovat k Božskému stejným způsobem, a proto poskytuje různé rituály a duchovní cvičení pro rozdílné stavy vědomí. Skutečnost, že tyto koncepce a praktiky jsou mnohdy i protichůdné, hinduisty vůbec netrápí, protože vědí, že brahma je i tak nade všemi pojmy a představami. Z tohoto postoje vyplývá velká tolerance a schopnost vše obsáhnout, která je pro hinduismus charakteristická.

Nejintelektuálnější školou hinduismu je *védánta* vycházející z upanišád a kladoucí důraz na neosobní, metafyzický koncept, bez jakéhokoli mytologického obsahu. Tato škola zahrnuje každodenní meditaci a další duchovní cvičení vedoucí ke ztotožnění se s brahma. Přes svou vysokou filosofickou a intelektuální úroveň se cesta védanty k osvobození velmi liší od jakékoli západní filosofické školy.

Další významnou a vlivnou metodou k vysvobození je *jóga*. Toto slovo znamená „sprážení“, „spojení“ a vztahuje se na spojení individuální duše s brahmem. Existuje několik jóginských škol či „cest“ jógy, které zahrnují základní tělesné cviky a různá mentální cvičení vytvořená pro lidi různých typů a duchovních úrovní.

Nejoblíbenějším způsobem, kterým se hinduista pokouší přiblížit k božstvu, je uctívání nějakého osobního boha nebo bohyně. Bohatá indická obrazotvornost vytvořila tisíce božstev, která se objevují v nespočetných projevech a podobách. Dnes jsou v Indii nejvíce uctívány Šiva, Višnu a Božská Matka. Šiva je jedním z nejstarších indických bohů, který může na sebe brát mnoho podob. Když se představuje jako personifikace plnosti brahma, pak ho nazývají

Mahéšvara, Velký Pán. Může ale ztělesňovat i mnoho jednotlivých aspektů Božského, přičemž jeho nejvíce oslavovanou podobou je Nátarádža, Král tance. Šiva jako kosmický tanečník je bohem tvoření a zániku, který svým tancem udržuje rytmus vesmíru.

I bůh Višnu se objevuje v různých vtěleních, a jedním z nich je bůh Kršna z *Bhagavadgíty*. Obecně platí, že Višnuovou úlohou je být ochráncem vesmíru. Třetím z božské triády je Šakti, Božská Matka, archetypální bohyně představující ve svých mnohých podobách ženskou energii vesmíru.

Šakti se objevuje také jako Šivova manželka a oba jsou často znázorňováni ve vášnivém objetí jako velkolepé chrámové sochy. Vyzařují mimořádnou smyslnost, jaká je zcela cizí západnímu náboženskému umění. Na rozdíl od většiny západních náboženství se v hinduismu tělesná rozkoš nikdy nepotlačovala, protože tělo se vždy považovalo za neoddělitelnou část lidské bytosti a nikdy se neoddělovalo od ducha. Hinduista se proto nesnaží ovládat vědomou vůlí své tělesné touhy, ale snaží se chápat sám sebe jako celistvou bytost, tělo i mysl. V hinduismu se dokonce vyvinula větev, středověký tantrismus, ve které se osvícení hledá pomocí hlubokého erotického prožitku, „ve kterém každý je oběma“, v souladu se slovy upanišád:

*Ten, kdo spočinul v objetí vesmírné Duše,
je jako muž v objetí ženy,
nevnímá nic okolo sebe.*

S touto formou erotické středověké mystiky byli úzce spojováni Šiva i Šakti stejně jako početná další ženská božstva hojně se vyskytující v hinduistické mytologii. Tato spousta bohyň znovu ukazuje, že se v hinduismu tělesná a smyslová stránka lidské povahy, která se vždy spojuje se ženou, chápe jako jednotná část Božského. Hinduistické bohyně se nezobrazují jako „svaté panny“, ale v smyslných objetích ohromující krásy.

Západní mysl lehce zmate pohádkové množství bohů a bohyň, které v rozličných podobách a vtěleních „zaldňují“ hinduistickou mytologii. Abychom pochopili, jak se hinduisté dokáží vypořádat s takovým množstvím božstev, musíme si uvědomit základní postoj hinduismu – totiž že podstata všech božstev je stejná. Všechna jsou

projevem té samé božské skutečnosti, odrazem různých aspektů nekonečného, všudypřítomného a v konečném důsledku nepostřehnutelného brahma.

Kapitola šestá -

- Buddhismus

Buddhismus byl po dlouhá staletí převládající duchovní tradicí ve větší části Asie, v krajinách Indočíny, ale i na Ceylonu, v Nepálu, Tibetě, Číně, Koreji a v Japonsku. Podobně jako hinduismus v Indii měl tady buddhismus velký vliv na intelektuální, kulturní a umělecký život. Na rozdíl od hinduismu pochází buddhismus od jednoho zakladatele, jímž byl Siddhátra Gautama, zvaný též „historický Buddha“. Tento Buddha žil v Indii v polovině 6. stol. př. n. l. , v mimořádném období, ve kterém se zrodilo mnoho duchovních a filosofických géniů: Konfucius a Lao-c' v Číně, Zarathuštra v Persii, Pýthagorás a Hérakleitos v Řecku.

Jestliže se dá o hinduismu říci, že má mytologický a ritualistický nádech, pak buddhismus má rozhodně nádech psychologický. Buddha se nezajímal o uspokojení lidské zvědavosti týkající se původu světa, povahy Božského a podobných otázek. Zajímal se výlučně o stav člověka, o utrpení a frustraci lidských bytostí. Jeho učení nebylo metafyzikou, ale psychoterapií. Odkazovalo na původ lidského pocitu marnosti a ukazovalo, jak ho překonat. Buddha si vybral na pomoc tradiční indické pojmy májá, karman, nirvána a podobně. Těmto pojmům ale dal mimořádně svěží, závažnou dynamickou psychologickou interpretaci.

Po Buddhově smrti se buddhismus vyvinul do dvou hlavních škol, nazývaných *hínajána* a *mahájána*. Hínajána čili „malá cesta“ je klasická škola přísně se držící Buddhova učení. Naproti tomu mahájána čili „velká cesta“ má volnější přístup k učení, protože věří, že duch učení je důležitější, než jeho původní formulace. Hínajánová škola se ujala na Ceylonu, v Barmě a v Thajsku zatímco mahájánový

buddhismus se rozšířil v Nepálu., Tibetu, Číně a v Japonsku a stal se důležitějším z obou škol. V samotné Indii splynul během staletí buddhismus s pružnějším hinduismem a Buddha byl přijat jako vtělení mnohotvárného boha Višnu.

Jak se mahájánový buddhismus rozšiřoval v Asii, dostal se do styku s národy mnoha kultur a mentalit, které vykládaly Buddhovo učení ze svých hledisek. Detailně rozpracovaly mnoho jeho bodů a přidaly k nim vlastní myšlenky. Buddhismus se takto udržoval při životě po celá staletí a během této doby se v jeho rámci vytvořily důkladně vypracované filosofie s hlubokým psychologickým vhledem.

I přes vysokou intelektuální úroveň těchto filosofií se mahájánový buddhismus nikdy neztrácí v abstraktních rozumových spekulacích. Jak je tomu vždy ve východní mystice, intelekt se chápe jen jako prostředek na uvolnění cesty přímému mystickému zážitku, který buddhisté nazývají „probuzení“. Podstatou tohoto zážitku je dostat se nad svět intelektuálního rozlišování, nad svět protikladů a dosáhnout světa „nepochopitelného“ (*ančitjá*). kde se skutečnost jeví jako nerozdělená a nediferencovaná „takovost“.

Po sedmi letech namáhavého duchovního cvičení v lesích měl jedné noci Siddháta Gautama takovýto zážitek: Seděl v hluboké meditaci pod pověstným stromem *bódhi*, stromem probuzení a najednou zažil jedinečné a úplné ujasnění všeho svého hledání a pochybování v aktu „naprostého probuzení“, které z něj udělalo Buddhu, tj. „probuzeného“. Pro východní svět má Buddhova podoba ve stavu meditace stejný význam, jako Kristus na kříži pro svět západní. V Asii inspirovala nespočetné umělce k vytvoření nádherných soch meditujícího Buddha.

Podle buddhistické tradice se Buddha hned po svém probuzení odebral do Gazelího háje, aby zvěstoval svou nauku bývalým spolupoustevníkům. Vyjádřil ji slavnými „čtyřmi vznešenými pravdami“. Je to koncentrované podání základních Buddhových naučení, podobné výroku lékaře, který nejdříve určí příčinu choroby lidstva, pak potvrdí, že nemoc se dá léčit, a nakonec předepíše lék.

První vznešená pravda hlásá, že nejnápadnější črtou lidského stavu je utrpení a pocit marnosti (*duhkha*). Tento stav pochází z naší

neschopnosti čelit základní životní skutečnosti, že vše kolem nás je nestálé a proměnlivé.

Všechny věci vznikají a zanikají,

říkal Buddha, a představa, že plynutí a změna jsou základními rysy přírody, tvoří základ buddhismu. Podle buddhistů utrpení vzniká vždy, když se protivíme plynutí života a usilujeme o přilnutí k neměnným formám, které jdou všechny májou, bez ohledu na to, jestli jsou to věci, události, lidé nebo myšlenky. Tato nauka o nestálosti zahrnuje i představu, že neexistuje žádné ego, žádné „já“, které je trvalým subjektem našich měnících se zážitků. Buddhismus hlásá, že myšlenka odděleného individuálního „já“ je jen iluze, jiná podoba máji, neskutečný výmysl rozumu. Přilnutí k tomuto konceptu vede ke stejnému zklamání jako lpění na jakékoli jiné ustálené myšlenkové kategorii.

Druhá vznešená pravda mluví o příčině veškerého utrpení, o žízni (*tršná*), která na nás lpí a zmocňuje se nás. Je to marné lpění na životě založené na nesprávném hledisku, které se jmenuje nevědomost (*avidjá*). Díky této nevědomosti dělíme vnímaný svět na individuální a oddělené věci, a tak se pokoušíme spoutat proměnlivé formy skutečnosti do pevných kategorií vytvořených myslí. Dokud bude takovýto pohled převládat, nezabavíme se koloběhu zklamání. Tím, že neumíme odolat věcem, které se nám zdají pevné a trvalé, ale které jsou pomíjející a ustavičně se mění, dostáváme se do začarovaného kruhu. V něm každá akce vyvolává další akci a každá odpověď staví otázky nové. Tento začarovaný kruh je v buddhismu známý jako koloběh narození a smrti (*sansára*), je řízený karmanem, nikdy nekončícím řetězem příčin a následků.

Třetí vznešená pravda hlásá, že utrpení a zklamání mohou skončit. Je možné překonat bludný kruh sansáry, osvobodit se z pout karmanu a dosáhnout stavu úplného osvobození, zvaného *nirvána*. V nirváne navždy mizí falešné představy o odděleném „já“ a pocit jednoty celého života se stává stálým. Nirvána je ekvivalentem mókši v hinduistické filosofii, a protože je stavem vědomí, které přesahuje všechny rozumové koncepty, vzdoruje možnosti popisu. Dosáhnout nirvány znamená dospět k probuzení, k buddhovství.

Čtvrtá vznešená pravda je Buddhovým návodem k ukončení veškerého utrpení. Je to osmidílná cesta sebezdokonalování, která vede ke stavu buddhovství. První dvě části této cesty se týkají, jak jsme už uvedli, pravého vidění a pravého rozhodování, čili jasného nazírání na lidskou situaci, které tu musí být východiskem. Následující čtyři části se zabývají správným konáním. Přinášejí pravidla buddhistického způsobu života, který je střední cestou mezi extrémními protiklady. Poslední dvě části se týkají pravé bdělosti a pravého meditačního pohroužení a popisují přímé mystické zažití skutečnosti, které je konečným cílem každého buddhisty.

Buddha nedovedl své učení do konzistentního filosofického systému, považoval je spíš za prostředek k dosažení probuzení. Soustředil se na zdůrazňování pomíjivosti všech věcí. Trval na osvobození se od duchovní autority, včetně sebe samého, a říkal, že může jen ukázat cestu k buddhovství a že je na každém dostat se až na konec této cesty. Poslední slova, která vyslovil na smrtelném loži, jsou charakteristická pro jeho pohled na svět a jeho postoj učitele. Před svým skolem Buddha řekl:

Všechny složené věci jsou pomíjející, buďte proto vytrvalí ve svém snažení!

V prvních staletích po Buddhově smrti uspořádali přední mniši buddhistického řádu několik velkých sněmů. Zde se nahlas recitovala celá nauka a určovaly se rozdílnosti v jejím výkladu. Na čtvrtém sněmu, který se konal na Ceylonu v 1. století našeho letopočtu, se tato nauka, jež byla po více než pět století předávána jen ústním podáním, poprvé zaznamenala písemně. Tento záznam, napsaný v jazyce páli, je znám jako *Pálijský kánon* a tvoří základ ortodoxní hínajánové školy. Východiskem druhé, mahájánové školy, jsou takzvané sůtry, rozsáhlé náboženské texty napsané v sanskrtu o jedno či dvě století později. Podávají Buddhovo učení mnohem propracovanějším a pronikavějším způsobem než *Pálijský kánon*.

Mahájánová škola nazývá sebe sama širokou cestou buddhismu, protože svým stoupencům nabízí mnoho rozmanitých metod a způsobů k dosažení buddhovství. Mezi tyto prostředky patří učení zdůrazňující víru v Buddhova slova i propracované filosofie zahrnující myšlenky neobyčejně blízké modernímu vědeckému myšlení.

Prvním šířitelem mahájánové nauky a jedním z nejhlubších myslitelů mezi buddhistickými patriarchy byl Ašvaghóša, který žil v prvním století našeho letopočtu. V textu *Mahájanašrathótpádašástra* (*Probuzení víry v mahájánu*) ozřejmil základní myšlenky mahájánového buddhismu, zejména ty, které se vztahují na buddhistický pojem „takovosti“, Tento srozumitelný a mimořádně krásný text, v mnohém připomínající *Bhagavadgítu*, představuje první reprezentativní pojednání o mahájánové nauce. Stal se ústřední autoritou pro všechny školy mahájány.

Ašvaghóša měl pravděpodobně silný vliv na Nágárdžunu, nejvzdělanějšího z mahájánových myslitelů, jenž pomocí vysoce propracované dialektiky ukázal na omezení všech koncepcí skutečnosti. Vynikajícími argumenty vyvrátil metafyzická tvrzení své doby a ukázal, že skutečnost se v konečném důsledku nedá uchopit prostřednictvím pojmů a myšlenek. Na její vyjádření používal pojem „prázdnota“ (*šúnjatá*), který ztotožňuje s Ašvaghóšovou „takovostí“ (*tathatá*). Vždy, když poznáme neplodnost veškerého pojmového myšlení, prožíváme skutečnost jako ryzí „takovost“.

Nágárdžunovo tvrzení, že základním rysem skutečnosti je prázdnota, není ani zdaleka tvrzením nihilistickým, za které se často považuje. Znamená jen tolik, že všechny teorie o skutečnosti vytvořené lidskou myslí jsou v konečném důsledku neplatné. Skutečnost neboli prázdnota není sama o sobě stavem nicoty, ale je samotným zdrojem celého života a podstatou všech forem.

Uvedené názory mahájánového buddhismu odrážejí jeho intelektuální, spekulativní stránku. To je však jen jedna strana buddhismu. Je doplněna duchovním uvědoměním buddhistů, které zahrnuje víru, lásku a soucit. Pravá probuzená moudrost (*bódhi*) se v mahájáně chápe jako složená ze dvou prvků, které T. D. Suzuki nazval „dva pilíře podpírající velkolepou stavbu buddhismu“. Je to nejvyšší poznání neboli intuitivní vhled (*pradžňá*) a láska či soucítění (*karuná*).

V souladu s tím se v mahájánovém buddhismu nepopisuje základní povaha všech věcí jen abstraktními metafyzickými termíny „takovost“ a „prázdnota“, ale i termínem „tělo bytí“ (*dharmakája*), který popisuje skutečnost, jak se jeví buddhistickému náboženskému vědomí. Dharmakája je podobná hinduistickému brahma. Proniká všemi

materiálními věcmi ve vesmíru a v lidské mysli se odráží jako probuzená moudrost (*bódhi*). Je tak současně duchovní i materiální.

Důraz na lásku a soucit, které jsou považovány za nezbytné součásti moudrosti, našel nejmocnější vyjádření v ideálu *bódhisattvy*, jednoho z charakteristických výtvorů mahájánového buddhismu. Bódhisattva je duchovně vysoce pokročilý člověk krácející po cestě k buddhovství, který ale nehledá probuzení jen pro sebe, ale dal slib, že dřív, než vstoupí do nirvány, pomůže dosáhnout buddhovství všem ostatním bytostem. Původ této myšlenky spočívá v Buddhově rozhodnutí, které se v buddhistické tradici podává jako vědomé a vůbec ne snadné, totiž že nejde jen o vstup do nirvány, ale jde o takový návrat na svět, při kterém ukážeme svým bližním cestu k vysvobození. Ideál bódhisattvy je ve shodě s buddhistickou doktrínou neexistence individuálního já – ega – protože představa individuálního vstoupení do nirvány nedává příliš smyslu¹.

Prvek víry se zase zdůrazňuje v mahájánové škole „čisté země“. Tato škola vychází z buddhistického učení, že původní přirozeností všech lidí je přirozenost buddhovská, a tvrdí, že jediné, co člověk musí udělat, aby vstoupil do „čisté země“, (*nirvány*), je věřit ve svou původní buddhovskou přirozenost.

Podle mnoha autorů dosáhlo buddhistické myšlení vrchol v tak zvané škole Avatamsaka, která je založena na stejnojmenné sútře. Tato sútra se považuje za jádro mahájánového buddhismu a Suzuki ji nadšeně chválí slovy:

Avatamsaka-sútra je vskutku vyvrcholení buddhistického myšlení, buddhistického citění a buddhistického prožívání. Podle mého názoru se žádná náboženská literatura na světě nemůže nikdy přiblížit velkoleposti její koncepce, hloubce citění a gigantickému záběru její skladby. Je to věčné zřídlo života, od něhož se žádná náboženská mysl nevrátí žíznivá, nebo jen napůl uspokojená.

Byla to právě tato sútra, která povzbudila více než cokoli jiného čínské a japonské myšlení, když se mahájánový buddhismus rozšířil v Asii. Rozdíl mezi Číňany a Japonci na straně jedné a Indy na straně

¹ to je nirvána. H.V.

druhé je tak propastný, že se říká, že představují dva póly lidské mysli. Zatímco první jsou praktičtí, pragmatičtí a společensky založení, druzí jsou zase obdařeni představivostí, mají smysl pro metafyziku a transcendentno. Když čínští a japonští filosofové začali překládat a vysvětlovat *Avatamsaka-sútru*, jeden z největších posvátných spisů, kterou vytvořil indický náboženský génius, oba póly se spojily a zformovaly novou dynamickou jednotu. Z té se zrodila filosofie školy Chua-jen v Číně (v Japonsku zvané Kegon). Suzuki ji charakterizuje jako:

...vrchol buddhistického myšlení, které se na Dálném východě vyvinulo za poslední dvě tisíciletí.

Ústředním tématem *Avatamsaka-sútry* je jednotu a vzájemný vztah všech věcí a událostí. Tato představa nejenže tvoří samu podstatu východního světového názoru, ale je i jedním ze základních prvků světového názoru, který vyplývá z moderní fyziky. Proto starý duchovní text *Avatamsaka-sútry* nabízí nejpozoruhodnější paralely s modely moderní fyziky.

Kapitola sedmá - - Čínské myšlení

Když se kolem 1. stol. našeho letopočtu dostal buddhismus do Číny, střetl se tam s kulturou více než dva tisíce let starou. V této starobylé kultuře dosáhlo filosofické myšlení vrcholu v pozdním období dynastie Čou (asi 500 – 221 př.n.l.), v tzv. zlatém věku čínské filosofie, a od těch dob se vždy těšilo nejvyšší úctě.

Čínská filosofie měla od počátku dvě vzájemně se doplňující stránky. Protože Číňané jsou lidé praktičtí a mají vysoce vyvinuté společenské vědomí, všechny jejich filosofické školy se tak či onak zabývají životem společnosti, lidskými vztahy, morálními hodnotami a vládnutím. Toto je ale jen jeden z aspektů čínského myšlení. Je doplněn mystickou stránkou čínského charakteru, požadujícího, aby nejvyšším cílem filosofie bylo povznést se nad svět společnosti a každodenního života a dosáhnout vyšší úrovně poznání. Je to úroveň mudrce, čínského ideálu osvíceného člověka, který dosáhl mystické jednoty s vesmírem.

Avšak čínský mudrc nesetrvává výlučně na této vysoké duchovní úrovni, ale zajímá se stejně i o záležitosti světské. Sjednocuje v sobě dvě doplňující se stránky lidské povahy – intuitivní moudrost i praktické znalosti, rozjímání i společenskou činnost. Ty Číňané spojili s představou mudrce a krále. Podle slov Čuang-c' a se plně probuzení lidé

svým klidem stávají mudrci a svou aktivitou králi.

Během 6. století př.n.l. tyto dva směry čínské filosofie vykrytalizovaly v dvě odlišné filosofické školy, konfucianismus a

taoismus. Konfucianismus je filosofií organizace společnosti, zdravého rozumu a praktického poznání. Dal čínské společnosti vzdělávací systém a přísná pravidla společenského jednání. Jedním z jeho hlavních záměrů bylo vytvořit etickou základnu tradičního systému čínské rodiny s její kompletní strukturou a rituálním uctíváním předků. Na druhé straně taoismus se věnoval především pozorování přírody a objevování Cesty (*Tao*). Podle taoistů dosáhne člověk štěstí tehdy, když dodržuje přírodní řád, jedná spontánně a důvěřuje svému intuitivnímu poznání.

Tyto dva směry myšlení představují protikladné póly čínské filosofie. V Číně se však vždy považovaly za póly jedné a té samé lidské povahy, a tedy se vzájemně doplňují. Na konfucianismus se obvykle kladl důraz při výchově dětí, které se musí naučit pravidla a zvyklosti potřebné pro život ve společnosti. Taoismus obyčejně pěstovali lidé starší, aby znovu získali a rozvinuli původní spontánnost, potlačenou společenskými konvencemi. V 11. a 12. století se neokonfuciánská škola pokusila o syntézu konfucianismu, buddhismu a taoismu. Vyvrcholením těchto snah je filosofie jednoho z největších čínských myslitelů Ču Sia, u něhož se snoubí konfuciánská vzdělanost s hlubokým pochopením buddhismu a taoismu a jenž do své filosofické syntézy začlenil prvky všech tří tradic.

Konfucianismus odvozuje své jméno od Kchung-cá čili Konfucia, velmi vlivného učitele, jenž měl mnoho žáků a který za své hlavní poslání považoval odevzdávat jim staré kulturní dědictví. Překročil však rámeček pouhého předávání poznatků a tradiční myšlenky interpretoval podle svých vlastních morálních koncepcí. Jeho učení vycházelo z takzvaných šesti klasických knih, starých textů o filosofickém myšlení, rituálech, poezii, hudbě a historii, které představují duchovní a kulturní dědictví „svatých mudrců“ čínské minulosti. Čínská tradice spojuje Konfucia se všemi těmito díly, ať už jako autora, komentátora nebo vydavatele. Podle moderního vědeckého výzkumu nebyl však ani autorem, ani komentátorem, ba ani editorem žádné z šesti klasických knih. Jeho vlastní myšlenky se staly známé díky dílu *Lun-ji* čili *Hovory*, sbírce aforismů sestavené některým z jeho žáků.

Tvůrcem taoismu je Lao-c', doslova „Starý mistr“, který byl podle tradice starším současníkem Konfucia. Říká se o něm, že je autorem

malé knížečky aforismů, považované za hlavní taoistickou posvátnou knihu. V Číně se obvykle nazývá prostě *Lao-c'*, západní svět ji zná spíše jako *Tao-t'e-ting*, *Klasická (kánonická) kniha o cestě a její síle*. Tento název dostala v pozdějším období. Zmiňoval jsem se už o paradoxním stylu, dynamickém a poetickém jazyku této knihy, kterou Joseph Needham považuje za

bez výjimky nejpronikavější a nejkrásnější dílo v čínštině.

Druhou důležitou taoistickou knihou je *Čuang-c'*. Je mnohem rozsáhlejší než *Tao-t'e-ting* a o jejím autoru Čuang-c'ovi se říká, že žil asi dvě stě let po Lao-c'ovi. Podle moderních badatelů ale není možné ani *Čuang-c'* ani *Lao-c'* považovat za dílo jednoho autora, ale spíše za sbírky taoistických spisů sestavené různými autory v různých dobách.

Jak *Hovory*, tak i *Lao-c'* jsou napsány hutným a sugestivním stylem, příznačným pro čínský způsob myšlení. Čínská mysl se neoddávala abstraktnímu logickému uvažování a vytvořila jazyk značně odlišný od jakéhokoli západního jazyka. Mnoho čínských slov se dá použít jako podstatné jméno nebo jako přídavné jméno, nebo dokonce jako sloveso a jejich souvislost je určována spíše citovým kontextem věty než gramatickými pravidly. Klasické čínské slovo se velmi lišilo od abstraktního znaku s jasně vymezeným významem. Byl to spíše jakýsi zvukový symbol s velkou sugestivní silou, který poskytoval myslí komplex malebných obrazů a pocitů. Cílem řečníka bylo spíše zapůsobit na posluchače a ovlivnit ho, než vyjádřit nějakou intelektuální myšlenku. V souladu s tím nebylo napsané písmeno – znak – jen abstraktním symbolem, ale byla to organická struktura, figura, která si zachovává celý komplex obrazů i sugestivní sílu slova.

Protože se čínští filosofové vyjadřovali jazykem, který se znamenitě hodil k jejich způsobům myšlení, to, co napsali a řekli, mohlo být krátké a neartikulované, a přesto bohaté na sugestivní obrazy. Samozřejmě, že překladem se tato imaginativní síla jazyka dosti ztrácí. Například překlad věty z *Tao-t'e-Tingu* může postihnout jen malou část z bohatství myšlenek obsažených v originálu. Proto i různé překlady tohoto diskutabilního textu vypadají často jako zcela odlišné texty. Jak napsal Feng Jou-lan:

Abychom odhadli původní bohatství Lao-c' a a Hovorů, je třeba zkombinovat všechny již hotové překlady s mnohými dalšími, které teprve vzniknou.

Číňané, podobně jako Indové, věřili, že existuje nejvyšší skutečnost tvořící základ rozmanitých věcí a událostí, které pozorujeme, a sjednocuje je. Čuang-c' to uvádí takto:

Existují tři slova: „úplný“, „všeobjímající“ a „celek“. Tato označení jsou rozdílná, ale skutečnost, kterou v nich vidíme, je táž, vztahuje se na jednu věc.

Tuto skutečnost nazývali tao, což původně znamenalo „cesta“. Je to cesta nebo kosmický proces, řád přírody. Později konfuciánci význam toho slova vysvětlili jinak. Mluvili o „tao člověka“ nebo o „tao lidské společnosti“ a chápali je v morálním smyslu jako správný způsob života.

Ve svém původním, kosmickém významu je tao nejvyšší nedefinovatelnou skutečností a jako takové je ekvivalentní s hinduistickým brahma a buddhistickou dharmakájou. Avšak od těchto indických koncepcí se liší svou dynamickou kvalitou, jež je podle čínského názoru podstatou vesmíru. Tao je kosmický proces, na kterém se podílejí všechny věci, a svět se chápe jako neustálé plynutí a změna.

Indičtí buddhisté zastávali svou naukou o pomíjivosti velmi podobný názor, ale brali ho jen jako základní předpoklad lidské situace a dále rozpracovávali jeho psychologické důsledky. Číňané nejenže věřili, že plynutí a změna jsou hlavními rysy přírody, ale byli přesvědčeni i o tom, že v těchto změnách je něco neměnného, co mohou lidé zpozorovat. Mudrc to rozpoznává a řídí se podle toho. Tak se stává „člověkem s tao“, který žije v harmonii s přírodou a uspěje ve všem, do čeho se pustí. Chuaj-nan-c', filosof z 2. stol. př. n. l., říká:

*Kdo se přizpůsobí chodu tao,
kdo sleduje přirozené procesy Nebes a Země,*

zjistí, že je možné lehce si poradit s celým světem.²

Jaké jsou tedy rysy kosmické Cesty, které musí lidské bytosti poznat? Základním rysem tao je cyklická povaha jeho neustálého pohybu a změny.

Návratnost je pohybem tao,

praví Lao-c', a dále:

Unikající, toť vzdalující se.

Vzdalující se – toť vracející se.

To znamená, že všechen vývoj v přírodě, ve fyzickém světě a stejně tak v lidských situacích vykazuje cyklický charakter přicházení a odcházení, rozpínání se a smršťování.

Tato představa byla odvozena nepochybně z pohybů Slunce a Měsíce a ze změn ročních období, ale později se začala považovat i za životní pravidlo. Číňané věří, že když se situace vyhrotí do krajnosti, musí se obrátit a dospět k svému protikladu. Tato základní víra jim dodává odvalu a vytrvalost v těžkých dobách a vede je k opatrnosti a skromnosti v dobách úspěchu. Přivedla je k nauce o zlaté střední cestě, jíž věří taoisté i konfuciáni. Lao-c' řekl:

*To je, proč moudrý odmítá vše,
co je přehnané,
co je výstřední,
co je přes míru.*

Podle čínského názoru je lepší mít málo než příliš a je lepší věci nedodělávat, než je přehánět; neboť tak se sice může stát, že se člověk nedostane příliš daleko, je si ale jistý, že jde správným směrem. Ti, kteří hromadí stále více peněz, aby zvětšili své bohatství, skončí chudí, stejně jako člověk, který se chce dostat stále dále na východ, skončí na západě. Výřečnou ilustrací této staré čínské moudrosti je moderní industriální společnost, která ustavičně usiluje o zvýšení své

² To je přesně ono! V tom je to všechno! Jak prosté, milý Watson!

životní úrovně, a tím vlastně všem svým členům snižuje kvalitu života.

Myšlenka cyklických pohybů v tao dostala konečnou podobu zavedením polárních protikladů jin a jang. Jsou to dva póly, které určují hranice cyklů změn.

Když jang dosáhne vrcholu, ustoupí jinu, když jin dosáhne vrcholu, ustoupí jangu.

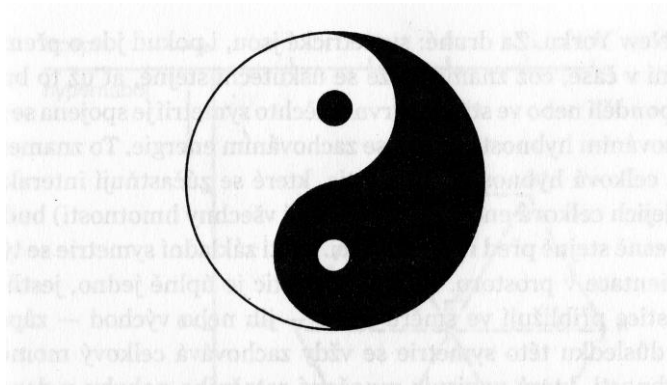
Podle čínských představ všechny projevy tao vznikají z dynamické souhry těchto dvou protichůdných sil. Tato myšlenka je velmi stará..

Po generace se rozpracovávala symbolika archetypálního páru jin a jang, jež se pak stala základním konceptem čínského myšlení. Slova jin a jang původně označovala stinnou a slunnou stanou hory, o čemž nám dává dobrou představu citát z *Knihy proměn*:

To, co umožňuje tu tmu, tu světlo, je tao.

Už za nejstarších dob se tyto dva archetypální póly přírody znázorňovaly nejen světlým a tmavým, ale i mužským a ženským, pevným a poddajným, vrchním a spodním. Jang, silná, mužská, tvořivá síla se spojovala s Nebesy, zatímco jin, tmavý, chápavý a mateřský prvek byl spojován se Zemí. Nebesa jsou nahoře a plná pohybu, Zem je podle starého geocentrického pohledu dole a v klidu, a tak jang začal symbolizovat pohyb a jin klid. Ve sféře myšlení je jin komplexní, ženskou, intuitivní myslí a jang jasným a racionálním mužským intelektem. Jin je tichým hloubavým klidem mudrce, jang je silným, tvořivým činem krále.

Dynamická povaha jinu a jangu se ilustruje starým čínským symbolem, nazývaným *tchaj-ti-tchu* neboli „diagram nejzazšího pólu (předělu)“.



Tento diagram je symetrickým uspořádáním tmavého jinu a světlého jangu. Tato symetrie však není statická. Je to symetrie rotační, která velmi působivě naznačuje nepřetržitý cyklický pohyb:

*Jang se cyklicky vrací ke svému počátku,
jin dosáhne svého vrcholu a uvolňuje místo jangu.*

Dva body v diagramu symbolizují myšlenku, že vždy, když jedna ze dvou sil dosáhne svého vrcholu, obsahuje už částku svého protikladu.

Pár jin a jang je červená nit táhnoucí se čínskou kulturou a určující všechny rysy tradičního čínského způsobu života.

Život je harmonická směs jinu a jangu

říká Čuang-c'.

Jako národ rolníků byli Číňané vždy důvěrně obeznámeni s pohyby Slunce a Měsíce a se změnami ročních období. Změny ročních dob, jejichž následkem je růst a zánik, považovali za nejzřetelnější výraz souhry mezi jinem a jangem, mezi studenou tmavou zimou a zářivým, horkým létem. Souhrn těchto dvou protikladů se odráží i v naší potravě, která obsahuje prvky jin a jang. Číňan považuje za zdravou takovou stravu, v níž jsou prvky jin a jang v rovnováze.

Také tradiční čínská medicína je založena na rovnováze jinu a jangu v lidském těle. Každá choroba je výsledkem narušení této rovnováhy. Tělo je rozděleno na části jinové a jangové. Vnitřek těla je jangový, povrch těla je pak jinový, zadní část je jangová, přední část je jinová a v tělo jsou jinové a jangové orgány. Rovnováha mezi

všemi těmito částmi se udržuje nepřetržitým plynutím životní energie (čchi). Ta plyne podél systému „meridiánů“, který obsahuje akupunkturální body. Každý orgán má meridián, přičemž jangové meridiány patří k jinovým orgánům a obráceně. Kdykoli se plynutí mezi jinem a jangem zablokuje, tělo onemocní. Choroba se léčí tím, že se do akupunkturálních bodů vpichují jehly, aby se podpořilo plynutí čchi.

Souhra prvotního páru protikladů, jinu a jangu, se tedy jeví jako princip, který řídí všechny pohyby tao. Číňané se tu však nezastavili. Studovali dále rozličné kombinace jinu a jangu a rozvinuli je do systému kosmických archetypů. Tento systém je rozpracovaný v *I-ťingu (Kniha proměn)*.

Kniha proměn je první ze šesti konfuciánských klasických knih a považuje se za dílo ležící v srdci čínského myšlení a kultury. Autorita a úcta, které se po tisíc roků v Číně těšila, se dá porovnat jen s takovými svatými knihami, jakými jsou v jiných kulturách vědy nebo bible. Významný sinolog Richard Wilhelm začíná úvod ke svému překladu této knihy následujícími slovy:

Kniha proměn, čínsky I-ťing, je nepochybně jednou z nejdůležitějších knih světové literatury. Její kořeny sahají až do mytického dávnověku a dodnes poutá pozornost významných učenců v Číně. Téměř všechno, co se v třítisícileté čínské kulturní historii považuje za největší a nejdůležitější, buď našlo v této knize inspiraci, nebo mělo vliv na její výklad. S jistotou je možné tvrdit, že do I-ťingu vyústila zralá moudrost tisíciletí.

Kniha proměn organicky vznikala po tisíce roků a tvoří ji mnoho vrstev pocházejících z nejdůležitějších period čínského myšlení. Východiskem knihy byl soubor šedesáti čtyř obrazců, hexagramů, založených na symbolice jin-jang, kterých se používalo na věštění jako orákula. Každý hexagram sestává z šesti přerušovaných (jinových) nebo plných (jangových) čar a šedesát čtyři zmíněných obrazců představuje jejich všechny možné kombinace.



Tyto hexagramy, kterými se budeme podrobněji zabývat dále, se považují za vesmírné archetypy znázorňující struktury tao v přírodě a v lidském životě. Každý z nich dostal název a byl doplněn krátkým textem – „výrokem“, aby naznačil průběh děje odpovídající zkoumané vesmírné struktuře. Takzvaný „obraz“ je další stručný text přidaný v pozdějším období, který v několika, často velmi poetických verších podrobně rozvádí význam hexagramu. Třetí text interpretuje každou ze šesti čar hexagramu jazykem zatíženým často těžko srozumitelnými mytologickými obrazy.

Zmíněné tři kategorie textů tvoří základní části této věšebné knihy. Na určení hexagramu odpovídajícího osobní situaci tázajícího se používá propracovaný rituál s padesáti stébly přesličky. Cílem bylo hexagramem zviditelnit vesmírnou strukturu odpovídající danému okamžiku a z orákula se dozvědět odpovídající nasměrování činnosti:

*V Proměnách jsou obrazy, které je třeba odhalit,
k jejich vysvětlení jsou připojeny soudy;
ty určují štěstí a neštěstí,
abychom se mohli rozhodnout.*

S *I-t'ingem* se Číňané neradili jen proto, aby poznali budoucnost, cílem bylo spíše odhalit povahu současné situace, aby se mohlo přistoupit ke správnému jednání. Tento postoj pozdvihl *I-t'ing* nad úroveň běžné věšebné knihy a udělal z něho knihu moudrostí.

Použití *I-t'ingu* jako knihy moudrostí je ve skutečnosti mnohem důležitější než jeho použití pro věštění. Po celé věky inspiroval přední čínské myslitele, mezi nimi i Lao-c' a, který odtud čerpal některé ze svých nejhlubších aforismů. Intenzivně ho studoval i Konfucius a z jeho školy pochází většina komentářů k textu. Ty pak tvoří pozdější

vrstvy knihy. Tyto komentáře, zvané *Deset křídel*, kombinují strukturální interpretaci hexagramů s filosofickým výkladem.

V centru konfuciánských komentářů a celého *I-ťingu* stojí důraz na dynamickou stránku všech jevů. Hlavním odkazem *Knihy proměn* je ustavičná proměna všech věcí a situací.

*Proměny, to je kniha,
ke které není možno zůstat chladný.
Její tao se věčně mění.
Změna, ustavičný pohyb,
plynutí přes šest prázdných míst,
růst a zánik bez pevně určeného zákona.
Pevné a poddajné se navzájem proměňuje.
Není možné je spoutat nějakým pravidlem,
zde působí toliko změna.*

Kapitola osmá –

Taoismus

Ze dvou hlavních čínských myšlenkových proudů, konfucianismu a taoismu, je pro naše porovnávání s moderní fyzikou důležitější mysticky založený taoismus. Podobně jako hinduismus a buddhismus se i taoismus zabývá spíše intuitivní moudrostí než racionálním poznáním. Uznává omezení a relativnost světa racionálního myšlení, a proto je v podstatě cestou vysvobození se z tohoto světa. V tom je ho možné porovnávat s hinduistickou jógou nebo védantou anebo s Buddhovou osmidílnou cestou. V kontextu čínské kultury znamenal taoismus spíše osvobození od přísných pravidel konvencí.

Nedůvěra v tradiční poznání a myšlení je v taoismu silnější než ve všech ostatních školách východní filosofie. Je založená na skálopevném přesvědčení, že lidský intelekt nikdy nemůže tao pochopit. Podle slov Čuang-c'a:

*Ani nejrozsáhlejší vědomosti ho nemusí nutně poznat;
ani přemýšlení nepřivedlo lidi k tomu, aby z toho zmoudřeli.
Mudrci jsou proti oběma metodám.*

Kniha Čuang-c' je plná pasáží zrcadlících pohrdání taoistů přemýšlením a argumentací. Autor říká:

*Pes se nepovažuje za dobrého proto, že dobře štěká, a člověk se nepovažuje za moudrého proto, že rozumně mluví.
Polemika dokazuje to, že nevidíte jasně.*

Logické myšlení spolu se společenskou etikou a zákony morálky považovali taoisté za součást umělého světa člověka. O tento svět se vůbec nezajímali a zcela se soustředili na pozorování přírody, kde hledali „charakteristické znaky tao“. Tak vyvinuli přístup, který byl v podstatě vědecký, a toliko jejich hluboká nedůvěra k analytické metodě jim zabránila v tom, aby vytvořili skutečné vědecké teorie. Přesto starostlivé pozorování přírody kombinované se silnou mystickou intuicí přivedlo taoistické mudrce k hlubokým vhledům, které moderní vědecké teorie potvrdily.

Jeden z nejdůležitějších vhledů taoistů spočíval v tom, že si uvědomili význam přeměn a změn v přírodě. Následující úryvek z Čuang-c'á jasně ukazuje, jak pozorováním živého světa rozpoznali základní důležitost změny:

Ve všeobecné přeměně a růstu má každý pupen a každý znak svou pravou podobu. V tom vidíme jejich postupné dozrávání i zánik, ustavičné plynutí proměn a změn.

Taoisté chápali všechny změny v přírodě jako projevy dynamické souhry mezi polárními protiklady jin a jang. Tak dospěli k přesvědčení, že každý pár protikladů tvoří polární vztah, v němž je každý z obou pólů dynamicky spojen s tím druhým. Přijmout představu o skryté jednotě všech protikladů je pro západní mysl nesmírně obtížné. Nejvíce paradoxní se nám zdá to, že zkušenosti a hodnoty, o kterých jsme byli vždy přesvědčeni, že jdou protikladně, by nakonec měly být aspekty té samé věci. Avšak na Východě se při cestě k osvícení považovalo vždy za hlavní dostat se nad „pozemské protiklady“. V Číně tento polární vztah všech protikladů tvoří základ taoistického myšlení. Tak Čuang-c' říká:

„Toto“ je také „tamto“. „Tamto“ je rovněž i „toto“. To, že „toto“ a „tamto“ přestává být protikladem, je samotnou podstatou tao. Jen tato podstata, jakási osa, je středem kruhu odpovídajících nekončících změnám.

Z představy, že pohyby tao jsou nepřetržitou souhrou mezi protiklady, taoisté vydedukovali dvě základní pravidla lidského chování. Když

chcete něčeho dosáhnout, říkají, měli byste vždy začít s protikladem. Lao-c' říká:

*Má-li být něco staženo, muselo to být původně napjaté.
Má-li být něco zeslabeno, muselo to být původně silné.*

A na druhé straně vždy, když si chcete něco uchovat, měli byste s tím přijmout i něco protikladného:

*Co je neúplné, dojde úplnosti.
Co je křivé, bude narovnáno,
co je vyhloubené, bude naplněno,
co je vetché, bude obnoveno;
kdo žádá málo, obdrží mnoho,
kdo žádá mnoho, sejde na scesti.*

Takto žije mudrc, jenž dosáhl vyššího hlediska, rozhledu, díky kterému jasně vidí relativnost a polární vztah všech protikladů. Tyto protiklady zahrnují především pojmy dobro a zlo, které jsou v takovém vzájemném vztahu jako jin a jang. Taoistický mudrc si uvědomuje relativnost dobrého a zlého, a tím i všech morálních zákonů, proto neusiluje o dobro, ale spíš se snaží udržet dynamickou rovnováhu mezi dobrem a zlem. Čuang-c' se v tomto bodě vyjadřuje velmi jasně:

Výroky jako: „Neměli bychom ctít a následovat dobrého a stranit se špatného?“ a „Neměli bychom následovat a ctít ty, kteří zabezpečují dobrou vládu a stranit se těch kteří dělají nepořádek?“ ukazují, že neznáme zákony Nebes a Země ani rozličné vlastnosti věcí. Je to, jako bychom následovali a ctili Nebesa, a nebrali v úvahu Zem; je to, jako bychom následovali a ctili jin, a nebrali přitom v úvahu jang. Je jasné, že se takovým směrem není možné ubírat.

Je úžasné, že ve stejné době, kdy svůj světový názor rozvíjel Lao-c' a jeho stoupenci, také v Řecku hlásal první črty „taoistického“ názoru muž, který dodnes zůstal nepochopen a jehož učení se nám zachovalo jen ve zlomcích. Tímto „řeckým taoistou“ byl Hérakleitos z Efesu.

Stejně jako Lao-c' zdůrazňoval nejen neustálou změnu, kterou vyjadřuje jeho známý výrok *Vše plyne*, ale i cykličnost všech změn. Světový řád přirovnával k věčnému ohni, který se pravidelně rozněcuje a uhasíná. Tento obraz se vskutku velmi podobá čínské představě tao projevujícího se v cyklické souhře jinu a jangu.

Je zřejmé, jak představa změny pochopené jako dynamické souhry protikladů přivedla Hérakleita i Lao-c'a k objevu, že všechny protiklady jsou polární, a proto sjednocené. „*Cesta nahoru i cesta dolů je stejná*“, řekl Efesan a dále: „*Bůh je den-noc, zima-léto, válka-mír, sytost-hlad*.“ Podobně jako taoisté, i Hérakleitos chápal každý pár protikladů jako jednotu a byl si dobře vědom relativnosti všech takových představ. Hérakleitova slova. „*Studené věci se ohřívají, horké se ochlazují, vlhko se vysušuje, sucho se zvlhčuje*“, nám silně připomínají slova Lao-c'a: „*Těžké a snadné se navzájem tvoří, dlouhé a krátké navzájem se měří*.“

Je až překvapující, že o podobnosti světových názorů těchto dvou mudrců ze 6. stol. př. n. l. se všeobecně neví. Hérakleitos bývá často zmiňován v souvislosti s moderní fyzikou, ale v souvislosti s taoismem málokdy. A přitom právě tato souvislost nejlépe ukazuje, že jeho světový názor byl mystický. Podle mne se tím staví do správného světla paralely mezi jeho myšlenkami a idejemi moderní fyziky.

Když mluvíme o taoistickém konceptu změny, je důležité si uvědomit, že tato změna se nepovažuje za důsledek působení nějaké síly, ale spíš za samovolnou tendenci, která je vlastní všem věcem a situacím. Pohyby nejsou tao vnucené, ale dochází k nim přirozeně a spontánně. Spontánnost je principem akce tao, a protože jednání člověka by mělo být modelováno působením tao, spontánnost by měla být charakteristická i pro všechny lidské činy. Konat v harmonii s přírodou znamená pro taoisty konat spontánně a podle své skutečné povahy. Znamená to důvěřovat své intuitivní inteligenci, která je vlastní lidské mysli, právě tak jako jsou zákony změny vlastní všem věcem kolem nás.

Činy taoistického mudrce vznikají z jeho intuitivní moudrosti, spontánně a v souladu s okolím. Nemusí do ničeho nutit sebe ani nic ze svého okolí, jenom své jednání přizpůsobuje pohybům tao. Podle slov Chuaj-nan-c'a:

Ti, kdož sledují přirozený řád, plynou v proudu tao.

Tento způsob jednání se v taoistické filosofii nazývá *wu-wej*. Tento termín znamená doslovně „nekonání“ a Joseph Needham ho překládá jako „zdržení se konání, které by bylo v rozporu s přirozeností“. Tuto interpretaci podporuje citát z Čuang-c' a:

Nekonání neznamena nicnedělání a mlčení. Ať se smí dělat vše, co se dělá přirozeně, aby se přirozenost uspokojila.

Když se člověk vyhne konání v rozporu s přírodou, anebo, jak říká Needham, když „nejde věcem proti srsti“, je to v souladu s tao a jeho konání bude úspěšné. Toto je smysl Lao-c'ových zdánlivě tak záhadných slov:

*Postupným oprošťováním
dospíváme nakonec k nejednání.
nejednáme-li, nezůstává nic,
co by nebylo vykonáno.
Svět lze získat jen trvalým nevměšováním.
Kdo se vměšuje, nikdy nemůže získat svět.*

Protiklad jin a jang není jen základním pořadajícím principem celé čínské kultury, ale odráží se i ve dvou dominantních trendech čínského myšlení. Konfucianismus byl racionální, mužský, aktivní a dominující. Na druhé straně taoismus zdůrazňoval všechno intuitivní, ženské, mystické a poddajné.

*Proto moudrý jedná, aniž zasahuje,
poučuje, aniž mluví.*

říká Lao-c' a dále:

Moudrý je prost této vady, protože se nad ní dovede trápit.

Taoisté věřili, že dokonale vyrovnaný život v souladu s tao je nejlépe možno vést projevováním ženské poddajnosti. Jejich ideál výstižně podává odstavec z Čuang-c'á, kde se popisuje druh taoistického ráje:

Za starých dob, než vznikl chaos, se lidé podíleli na nerušeném klidu, který patřil celému světu. V těch dobách byly jin a jang v souladu a v klidu. Jejich klid i pohyb nebyl ničím rušen, čtyři roční období měla svůj určitý čas, ani jediná věc se nepoškodila, ani jedna živá bytost neskonala předčasně. Lidé mohli mít schopnost poznávat, ale neměli příležitost ji využívat. To byl stav dokonalé jednoty. V té době nikdo nic nedělal, jen ustavičně projevoval svou spontánnost.

Kapitola devátá –

Zen

Když se kolem 1. stol. n. l. čínské myšlení dostalo prostřednictvím buddhismu do styku s myšlením indickým, začalo se vyvíjet ve dvou paralelních směrech. Na jedné straně překlad buddhistických súter inspiroval čínské myslitele k tomu, aby interpretovali učení indického Buddha ve světle svých vlastních filosofí. To vedlo k nesmírně plodné výměně myšlenek, která v Číně vyvrcholila, jak jsme už viděli, v buddhistické škole Chuan-jen (tj. Avatamsaka) a v Japonsku ve škole Kegon.

Na druhé straně pragmatická stránka čínské mentality reagovala na působení indického buddhismu tím, že se soustředila na jeho praktické aspekty a rozvinula je do zvláštního druhu duchovní disciplíny, která dostala jméno *čchan*, což se obvykle překládá jako “meditace“. Tuto filosofii převzali okolo roku 1200 n. l. v Japonsku. Zde ji rozpracovali a pod názvem *zen* je tu živá dodnes.

Zen je jedinečnou směsí filosofí a výstředností tří různých kultur. Je to způsob života, který je typicky japonský, a přece se v něm zrcadlí indická mystika, taoistická láska k přirozenosti a spontánnosti i důsledný pragmatismus ducha konfuciánství.

Přes svou svéráznou povahu je zen ve svém základu čistě buddhistický, má totiž tentýž cíl jako sám Buddha: dosáhnout probuzení. Tento zážitek se v zenu nazývá *satori*. Probuzení je podstatou všech škol východní filosofie, ale zen je jedinečný tím, že se soustřeďuje jen na tento zážitek a o další vysvětlování se nezajímá. Podle slov Suzukiho:

Zen je nauka o probuzení.

Z hlediska zenu je podstatou buddhismu Buddhovo probuzení a jeho učení, že schopnost dosáhnout probuzení má každý. Zbytek nauky, vykládaný v obsáhlých sútrách, se považuje jen za dodatek.

Zážitkem zenu je satori, a protože tento zážitek přesahuje všechny kategorie myšlení, nemá zen zájem o nijakou abstrakci nebo pojmové chápání. Nemá žádnou zvláštní nauku nebo filosofii, žádná formální kréda nebo dogmata a tvrdí, že osvobození se od všech pevně daných věr ho činí skutečně duchovním.

Zen je víc než jiné školy duchovní mystiky přesvědčený, že slova nikdy nemohou vyjádřit nejvyšší pravdu. Toto přesvědčení jistě přijal od taoismu, který se vyznačuje stejným nekompromisním postojem.

*Když se někdo zeptá na tao a druhý mu odpoví,
řekl Čuang-c',
ani jeden z nich ho nezná.*

A přesto může zenová zkušenost přecházet z mistra na žáka. Odevzdávala se po staletí velmi svéráznými postupy. V klasickém čtyřverší se zen popisuje jako:

*Zvláštní přenos bez posvátných spisů,
beze slov a bez písmen,
namířený přímo do lidské mysli,
nazírající do přirozenosti člověka a dosahující buddhovství.*

Tato technika přímého namíření dává zenu zvláštní příchuť. Je typická pro japonské myšlení, které je více intuitivní než intelektuální a rádo předkládá fakta jako fakta bez velikého komentáře. Mistři zenu se neoddávali řečnění a opovrhovali vším teoretizováním a spekulováním. Vyvinuli metody přímého nasměrování na pravdu, které se vyznačují nečekaným a spontánním chováním anebo slovy, která odhalují paradoxy pojmového myšlení. Mají zastavit myšlenkový proces a připravit adepta na mystický zážitek podobně jako zmiňované kóany. Tuto techniku dobře ilustrují následující příklady krátkých rozhovorů mezi mistrem a žákem. V těchto rozhovorech, které tvoří většinu zenové literatury, mluví mistři co

nejméně a slova používají na to, aby odvedli žákovu pozornost od abstraktních myšlenek ke konkrétní skutečnosti.

Jistý mnich, žádající o poučení, řekl Bódhidharmovi:

„Nemám klidu myslí. Prosím tě, uklidni mou mysl.“

„Přines svou mysl sem přede mne“, řekl na to

Bódhidharma,

„a já ji uklidním!“

„Ale když hledám svou vlastní mysl, nemohu ji nalézt,“

řekl na to mnich.

„Tak teda!“ odsekl Bhódhidharma, „tvou mysl jsem uklidnil!“

Jeden mnich řekl Džóšúovi: „Právě jsem vstoupil do kláštera. Prosím tě, uč mne!“

Džóšú se zeptal. „Snědl jsi už svou rýžovou kaši?“

„Snědl“, odpověděl mnich.

„Pak by sis měl raději umýt misku,“ řekl Džóšú.

Tyto dialogy odhalují další stránku charakteristickou pro zen. Probuzení tu neznamena odvrácení se od světa, ale naopak aktivní účast na každodenních záležitostech. Takové stanovisko se velmi zamlouvalo čínské mentalitě, která přikládala velký význam praktickému, produktivnímu životu a myšlence zachování rodiny, a nemohla proto přijmout řeholní povahu indického buddhismu. Čínští mistři vždy zdůrazňovali, že čchan čili zen je naše každodenní zkušenost, „každodenní myšlení“, jak pravil Ma-cu. Důraz kladli na probuzení uprostřed každodenního dění a jasně dávali najevo, že každodenní život vidí nejen jako cestu k probuzení, ale i jako probuzení samo.

Satori znamená v zenu bezprostřední zažití buddhovské přirozenosti všech věcí. Prvními a nejpřednějšími mezi těmito věcmi jsou předměty, události a lidé běžného života. Zen zdůrazňuje praktické stránky života, přesto je však hluboce mystický. Kdo dosáhne satori při výlučném žití v současnosti a věnování své plné pozornosti běžným věcem, prožije v každém jednotlivém činu zázrak a tajemství života:

*Jak je to zázračné, jak tajuplné!
Nesu palivo, tahám vodu.*

Vrcholem zenu je žít běžný život přirozeně a spontánně. Když Počanga žádali, aby definoval zen, řekl: „*Když jsi hladový, jez, když jsi unavený, spi.*“ Ačkoli to zní prostě a samozřejmě, stejně jako mnoho jiného v zenu, ve skutečnosti je to dost těžká úloha. Znovuzískání přirozenosti naší původní povahy si vyžaduje dlouhý výcvik a je velikým duchovním výkonem. Podle známého zenového rčení:

Dříve, než začnete studovat zen, hory jsou hory a řeky jsou řeky; během studia zenu hory už nejsou horami a řeky už nejsou řekami. Ale když dosáhnete osvícení, hory jsou znovu hory a řeky jsou opět řeky.

To, jak zen klade důraz na přirozenost a spontánnost, ukazuje jistě na jeho taoistické kořeny. Ale základ tohoto zdůrazňování je přísně buddhistický. Je to víra v dokonalost naší původní přirozenosti, uvědomění si, že proces probuzení se skládá jen z toho, že se staneme něčím, čím jsme už byli od počátku. Když se zenového mistra Počanga zeptali na hledání buddhovské přirozenosti, odpověděl: „Je to jako hledat vola a přitom se na něm vézt“.

V Japonsku dnes existují dvě hlavní školy zenu lišící se vyučovacími metodami. „Náhlá“ škola (Rinzai) používá metodu kóanů, o které jsme mluvili v předešlé kapitole. Důraz klade na periodické formální pohovory s mistrem, zvané *sanzen*, během nichž mají studenti říci svůj názor na kóan, který se snaží vyřešit. Řešení kóanu si vyžaduje dlouhé období intenzivního soustředění, které vyúsťuje do náhlého probuzení, satori. Zkušený mistr pozná, když se student dostane na pokraj náhlého probuzení, a dokáže ho přivést k tomuto zážitku nečekaným, šokujícím činem, jako například úderem holí nebo výkřikem.

„Postupná“ škola (Sótó) se vyhýbá šokovým metodám školy Rinzai a usiluje o postupné dozrávání studentů zenu:

jak jarní vánek, který se mazlí s květem a pomáhá mu rozvinout se.

Při meditaci dává přednost tichému sezení a běžné práci.

Obě školy, Sótó i Rinzai, připisují velký význam meditaci vsedě (zazenu), která se v zenových kláštorech praktikuje každodenně po dlouhé hodiny. První věc, kterou se musí naučit každý student zenu, je správná pozice a dýchání při meditaci. V zenu Rinzai se zazen používá na to, aby se intuitivní mysl připravila na to, aby se mohla vypořádat s kóanem, a škola Sótó považuje zazen za nejdůležitější prostředek, který má studentovi pomoci vyzrát a dopracovat se k satori. Ba co víc, chápe ho jako skutečné uvědomění si vlastní buddhovské přirozenosti, při kterém tělo a mysl splynou do harmonické jednoty, která se už nemusí zdokonalovat. Jak praví zenová báseň:

*Když tiše sedíš, nic neděláš,
jaro přichází a tráva roste sama od sebe.*

Zen hlásá, že probuzení se projevuje v každodenních záležitostech, a proto měl obrovský vliv na všechny stránky tradičního japonského způsobu života. Není to jen malířské umění, kaligrafie, zahradní design a rozličná řemesla, ale i slavnostní obřadné činnosti, jako například podávání čaje, aranžování květů, vojenské umění lukostřelecké, šermířské a judo. Každá z těchto činností je v Japonsku známa jako tao (*dó*), tj. cesta k probuzení. Všechny odkrývají rozličné charakteristické znaky zenového zážitku a je možné je používat k výcviku mysli a k jejímu přivedení do styku s nejvyšší skutečností.

Už jsem zmiňoval pomalou, rituální činnost při japonském čajovém obřadu (*ča-no-ju*), spontánní pohyb ruky, který si vyžaduje kaligrafie a malování, a spiritualitu „cesty bojovníka“ (*bušidó*). Všechna tato umění jsou výrazem spontánnosti, jednoduchosti a plné duchapřítomnosti, které jsou charakteristické pro zenový život. Všechna vyžadují zdokonalení techniky, ale skutečného mistrovství se dosáhne jen tehdy, když se člověk dostane nad techniku. Jeho umění se stane „uměním bez umění“, bude prýštit z podvědomí.

Nádherný popis takového „umění bez umění“ nacházíme v útlé knížce *Zen in he Art of Archery (Zen v umění lukostřelby)* od Eugena Herrigela. Herrigel prožil více než pět let se slavným japonským mistrem a naučil se jeho „mystické umění“. Ve své knize přináší osobní úvahu o tom, jak poznal zen prostřednictvím lukostřelby.

Popisuje, jak mu vykládali lukostřelbu jako náboženský rituál, který se „tančí“ spontánními, nenucenými a neúčelovými pohyby. Trvalo mu mnoho let tvrdého cvičení, které změnilo celou jeho bytost, než se naučil, jak luk napnout „duchovně“, s nenucenou silou, a jak „neúmyslně“ uvolnit tětívu a nechat šíp „odpadnout od lukostřelce jako zralý plod“. Když dosáhl vrchol dokonalosti, luk, šíp, cíl a lukostřelec, vše splynulo v jedno a on už nestřílel. „Ono“ to však střílelo za něj.

Herrigelův popis lukostřelby je jedním z nejryzejších popisů zenu, protože o něm vůbec nemluví.

Třetí část –

Paralely

Kapitola desátá –

– Jednota všech věcí

Duchovní tradice popisované v předchozích pěti kapitolách se sice v mnoha detailech navzájem liší, jejich pohled na svět je však v podstatě stejný. Je to pohled, který je založen na mystickém zážitku – na přímém neintelektuálním zažití reality. Tento zážitek má mnoho důležitých znaků, které nezávisí na mystikově zeměpisném, historickém a kulturním pozadí. Hinduista a taoista mohou zdůrazňovat různé stránky tohoto prožitku; japonský buddhista může interpretovat svůj zážitek slovy velmi odlišnými od slov, která použije buddhista indický. Ale základní prvky pohledu na svět, který se vyvinul ve všech uvedených tradicích, jsou stejné. A zdá se, že tyto prvky jsou také základními rysy pohledu na svět, který vyplývá z moderní fyziky.

Nejdůležitějším znakem východního světového názoru, mohli bychom říci jeho podstatou, je uvědomění si jednoty a vzájemného vztahu všech věcí a událostí, chápání všech jevů na světě jako projevů jedné skutečnosti, Jednoho. Všechny věci se chápou jako vzájemně na sobě závislé a nedělitelné části tohoto vesmírného celku, jako různé projevy té samé nejvyšší skutečnosti. Východní tradice se neustále odvolávají na tuto nejvyšší, nedělitelnou skutečnost, která se projevuje ve všech věcech a všechny věci jsou její součástí. V hinduismu se nazývá brahma, v buddhismu dharmakája a v taoismu tao. Protože přesahuje všechny pojmy a kategorie, buddhisté ji nazývají „takovost“ (*tathatá*). Ašvaghóša o tom napsal:

To co se myslí základem jako takovosti, je jednota všech věcí, veliký všezahrnující celek.

V běžném životě si jednotu všech věcí neuvědomujeme a svět dělíme na jednotlivé předměty a události. Toto dělení je samozřejmě užitečné a potřebné k tomu, abychom si dokázali poradit se světem kolem sebe, není to však základní rys skutečnosti. Je to jen abstrakce vytvořená našim rozlišujícím a kategorizujícím rozumem. Přesvědčení, že naše abstraktní koncepty oddělených věcí a událostí představují skutečnost, je iluze (*májá*). Hinduisté a buddhisté nám říkají, že tato iluze je založená na nevědomosti (*avidjá*), kterou plodí naše mysl pod vlivem máji. Hlavním cílem východních mystických tradic je proto znovu napravit mysl tím, že se soustředí a uklidní pomocí meditace. Sanskrtský termín pro meditaci – *samádhi* – doslovně znamená „duševní rovnováha“. Vztahuje se na vyrovnaný a klidný stav duše, ve kterém se prožívá základní jednota vesmíru:

Když člověk vstoupí do čistoty samádhi , dosáhne všepřonikajícího vhledu, který mu umožní uvědomit si absolutní jednotu vesmíru.

Základní jednota vesmíru je nejen ústřední charakteristikou mystického zážitku, ale i jedním z nejdůležitějších objevů moderní fyziky. Stává se zřejmou na úrovni atomu a projevuje se tím více, čím hlouběji pronikáme do nitra hmoty, do říše subjaderných částic. Jednota všech věcí a událostí bude stále se opakujícím tématem v celém našem porovnávání moderní fyziky a východní filosofie. Při zkoumání různých modelů subatomární fyziky uvidíme, že vždy znovu a znovu vyjadřují různým způsobem to samé, ten samý vhled. Totiž to, že součásti hmoty a všechny jevy, které se jí týkají, jsou vzájemně propojené, ve vzájemném vztahu a závislosti, není je možné chápat jako izolované entity, ale jen jako integrované části celku.

V této kapitole budu vyprávět o tom, jak se v teorii atomových jevů, tj. v teorii kvantové, rodí představa o vzájemné propojenosti přírody. Budeme přitom vycházet z pečlivého rozboru procesu

porovnávání.³ Než se pustíme do diskuse, musíme se vrátit k rozlišení mezi matematickou stavbou teorie a její slovní interpretací. Matematická stavba kvantové teorie prošla úspěšně nespočtem zkoušek a dnes se všeobecně přijímá jako přesný popis atomových jevů. Ale slovní interpretace, to je metafyzika kvantové teorie, nemá zdaleka tak pevné základy. Za víc než čtyřicet let fyzici nedokázali vytvořit jasný metafyzický model.

Následující pojednání vychází z tzv. kodaňské interpretace kvantové teorie, kterou vytvořili Bohr a Heisenberg koncem 20. let 20. století a dodnes je nejrozšířenějším modelem. Vyjdu z výkladu Henryho Stalla z Kalifornské university, který se soustřeďuje na určité stránky teorie a na určitý typ experimentální situace, se kterou se často střetáváme v subjaderné fyzice. Stappův výklad jasně ukazuje, jak z kvantové teorie nutně plyne základní propojenost přírody, a zařazuje tak kvantovou teorii do systému, který se dá lehce rozšířit na relativistické modely subjaderných částic, o kterých pohovoříme později.

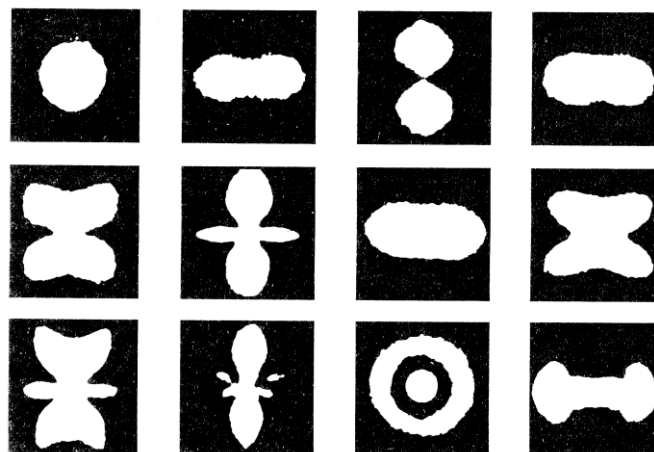
Východiskem kodaňské interpretace je rozdělení fyzického světa na systém pozorovaný – objekt – a na systém pozorující. Pozorovaným systémem může být atom, subjaderná částice, atomový proces atd. Pozorující systém sestává z experimentálního zařízení a zahrnuje pozorovatele (jednoho nebo i více). Vážný problém vyplývá z toho, že se na tyto dva systémy pohlíží z odlišných hledisek. Při popisu pozorujícího systému se používají pojmy klasické fyziky, které se však konzistentně nedají použít na popis pozorovaných objektů. Víme, že na úrovni atomu jsou klasické pojmy neadekvátní; musíme je však používat, chceme-li popsat svoje experimenty a vyjádřit jejich výsledky. Tomuto paradoxu se neumíme vyhnout. Odborný jazyk klasické fyziky je jen zdokonalením běžného jazyka. Je to však jediný jazyk, který máme k dispozici na sdělování výsledků svých pokusů.

Stavy pozorovaných systémů se v kvantové teorii popisují v pravděpodobnostních pojmech. To znamená, že nikdy nemůžeme předvídat s jistotou, kde bude částice v daném čase nebo kdy proběhne atomový proces. To, co určit můžeme, jsou pravděpodobnosti těchto jevů. Například většina dnes známých částic je nestálá, to znamená, že

³ I když jsem potlačil veškerou matematiku a analýzu jsem značně zjednodušil, může následující diskuse působit suše a technicky. Je jí třeba brát jako cvičení jógy, které jako mnohé z cvičení duchovního tréninku východních tradic nebude příliš zábavné, může nás však přivést k hlubokému a krásnému vhledu do základní povahy věci.

se za jistou dobu rozpadnou neboli přemění na částice jiné. Tato doba se však nedá přesně předvídat – můžeme předpovědět jen pravděpodobnost rozpadu během určité doby, jinými slovy „průměrnou délku života“ velkého počtu částic stejného druhu. To samé platí i pro způsoby vzájemné přeměny částic. Nestabilní částice se může obecně přeměnit na rozličné kombinace jiných částic, a my zase neumíme předvídat, jakou kombinaci si určitá částice vybere. Vše, co můžeme říci, je, že z velkého množství částic se, řekněme, 60% přemění jedním způsobem, 30% jiným způsobem a 10% zase jiným způsobem. Je jasné, že na ověření takovéto statistické předpovědi je třeba velkého množství měření. Při srážkových pokusech ve fyzice vysokých energií se skutečně zaznamenávají a analyzují desetitisíce srážek.

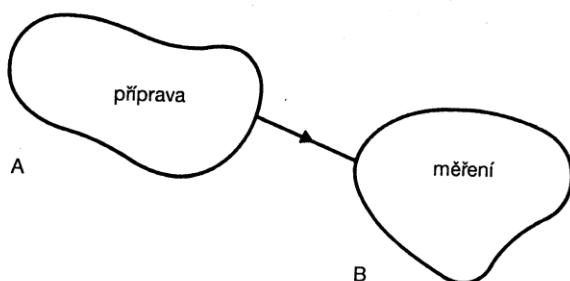
Je důležité si uvědomit, že statistická formulace zákonů atomové a subjaderné fyziky nevyplývá z naší neznalosti fyzikální situace, není to tedy stejný případ, jako když užívají pojmu pravděpodobnosti pojišťovny nebo hazardní hráči. V kvantové teorii považujeme pravděpodobnost za základní črtu atomové skutečnosti, která řídí všechny procesy, dokonce i samu existenci hmoty. Subjaderné částice neexistují s jistotou v určitém místě, ale spíš projevují „sklony existovat“. A k událostem ve světě atomů nedochází v určitém okamžiku, tyto události opět projevují pouze jen určité „tendence“.



Modely rozložení pravděpodobnosti výskytu elektronů v atomu

Nedá se například s jistotou říct, kde se bude v atomu nacházet elektron v určitém čase. Jeho poloha závisí na přitažlivé síle, která ho váže k atomovému jádru a na vlivu dalších elektronů v atomu. Tyto podmínky určují toliko rozložení pravděpodobností, vyjadřujících „sklony“ elektronu nacházet se v různých oblastech atomu. Na obrázku vidíme některé modely takových pravděpodobnostních rozložení. Elektron se bude vyskytovat pravděpodobněji tam, kde jsou na obrázcích světlá místa, a je méně pravděpodobné, že bude na tmavých částech obrázku. Důležité je, že celý obrázek představuje elektron v určitém okamžiku. Na základě těchto pravděpodobnostních rozložení nemůžeme mluvit o poloze elektronu, ale jen o pravděpodobnostech, že je v určitých oblastech. V matematickém formalismu kvantové teorie vyjadřuje tyto sklony čili pravděpodobnosti tzv. pravděpodobnostní funkce. Je to matematická veličina, která se vztahuje k pravděpodobnostem nalezení elektronu v různých okamžicích na různých místech.

Kontrast mezi těmito dvěma druhy popisu – klasickým pro uspořádání experimentálního zařízení a pravděpodobnostním pro pozorované objekty – vede k hlubokým a dosud nevyřešeným metafyzickým problémům. V praxi se však tyto problémy obcházejí tak, že se pozorující systém popisuje operačním způsobem, to znamená pomocí návodů, které umožňují badatelům připravit a uskutečnit pokusy. To vede k tomu, že měřicí zařízení je spolu s těmito badateli zahrnuto do jednoho komplexního systému, který však nemá přesně definované oddělené části a kde se experimentální zařízení už nemusí popisovat jako izolovaná fyzikální jednotka.



Pozorování částice v jaderné fyzice

Pro naši další diskuzi o tomto způsobu pozorování bude užitečné vyjít z příkladu s nejjednodušší použitelnou entitou, kterou je například elektron. Když chceme tuto částici pozorovat a měřit, musíme ji nejdříve izolovat nebo vytvořit v procesu, jenž nazýváme přípravným. Když jsme částici připravili, můžeme procesem měření zjistit její vlastnosti. Danou situaci můžeme symbolicky vyjádřit takto: Částice se připraví v oblasti A, prochází z oblasti A do oblasti B a zde se měří. V praxi se může příprava i měření částice skládat z celé řady složitých procesů. Například při srážkových pokusech ve fyzice vysokých energií příprava částic spočívá v jejich urychlení na kruhové dráze urychlovače do té doby, než dosáhnou dostatečné energie. Když je potřebná energie dosažena, částice jsou vyvedeny z urychlovače (A) a přejdou do terčové oblasti (B), kde se srážejí s jinými částicemi. Srážky se odehrávají v bublinkové komoře, kde částice vytvářejí viditelné stopy, které se pak fotografují. Vlastnosti částic se odvozují z analýzy jejich stop. Tato analýza může být matematicky náročná a provádí se většinou na počítači. Tyto procesy a činnosti dohromady představují akt měření.

Při analýze pozorování je důležité si uvědomit, že částice tvoří jakýsi přechodový systém spojující procesy v oblastech A a B. Existuje a má smysl jen v tomto kontextu. Nikoli tedy jako nějaká izolovaná entita, ale jen jako vzájemné propojení mezi procesem přípravy a procesem měření. Nezávisle na těchto procesech není možné vlastnosti částice definovat. V případě, že se proces přípravy nebo měření modifikuje, modifikují se i vlastnosti částice.

Na druhé straně to, že mluvíme o částici nebo o nějakém jiném pozorovatelném systému ukazuje, že máme na mysli nějakou nezávislou fyzikální entitu, která se nejprve připraví a potom měří. Základní problém při pozorování v atomové fyzice spočívá (podle formulace Henryho Stappa) v tom, že:

Pozorovaný systém musí být izolovaný, aby se dal definovat, a současně musí být interagující, aby se dal pozorovat.

Tento problém se v kvantové teorii řeší tak, že se požaduje, aby pozorovaný systém byl v intervalu mezi přípravou a měřením bez vnějších rušivých momentů způsobených pozorováním. To předpokládá, že přípravné a měřicí zařízení leží od sebe dostatečně daleko, takže pozorovaný objekt může přecházet z oblasti přípravy do oblasti měření.

Jak velká by však měla Tato vzdálenost být? V zásadě by měla být nekonečná. V rámci kvantové teorie se dá pojem „odlišné fyzikální entity“ přesně vymežit jen tehdy, když je tato entita od pozorovatele nekonečně daleko. V praxi to samozřejmě možné není a není to ani nezbytné: v moderní vědě jsou totiž všechny pojmy a teorie jen přibližné, aproximativní. V našem případě to znamená, že pojem „odlišná fyzikální entita“ nemusí mít vymezení přesné, ale jen přibližné. To se dělá následujícím postupem.

Pozorovaný objekt je projevem interakce mezi procesem přípravy a procesem měření. Tato interakce je obvykle složitá a zahrnuje účinky sahající do různých vzdáleností, tedy ve fyzikální terminologii účinky různého dosahu. Když má převažující část interakce daleký dosah, bude se projevat na velikou vzdálenost. Nebudou ji ovlivňovat vnější rušivé momenty a bude ji možné považovat za samostatnou fyzikální entitu. V rámci kvantové teorie jsou proto samostatné fyzikální entity idealizací, která má smysl jen tehdy, kdy hlavní část interakce má daleký dosah. Jen takové případy je možné přesně matematicky definovat. Fyzikálně to znamená, že měřicí zařízení je umístěno tak daleko, že hlavní část interakce se uskutečňuje prostřednictvím výměny částice nebo souboru částic. Vždy tam budou přítomná i jiná působení, ale pokud bude vzdálenost měřicího zařízení dostatečná, bude možné tyto účinky zanedbat. Pokud však toto zařízení dost daleko není, bude převažovat působení krátkého dosahu. V takovém případě tvoří celý makroskopický systém jednotný celek a představa samostatného pozorovaného objektu se zhroutí.

Kvantová teorie tak odkrývá základní vzájemnou propojenost vesmíru. Ukazuje, že svět nemůžeme rozložit na nezávisle existující nejmenší stavební jednotky. Když pronikáme do nitra látky, zjišťujeme, že je vytvořena z částic. Nejsou to však „základní stavební kameny“ v démokritovském a newtonoském slova smyslu. Jsou to pouhé idealizace, které mají sice praktický, ale nikoli zásadní význam. Podle slov Nielse Bohra.

Izolované hmotné částice jsou abstrakce, jejich vlastnosti se dají definovat a pozorovat jen prostřednictvím jejich interakcí s jinými systémy.

Kodaňská interpretace kvantové teorie není však přijímána všeobecně a filosofické problémy s ní spojené nejsou ani zdaleka dořešeny. Existuje i několik protinávrhů, interpretací alternativních. Zdá se však, že všeobecná vzájemná propojenost věcí a událostí je základní črtou samotné atomové skutečnosti, která na interpretaci teorie nezávisí. Nejvýřečněji tuto skutečnost potvrzují slova jednoho z hlavních oponentů kodaňské interpretace, Davida Bohma:

Člověk je veden k novému pochopení souvislého celku, které popírá klasickou představu rozložitelnosti světa na oddělené a nezávisle existující části...Převrátili jsme obvyklou klasickou představu, že základní realitou světa jsou nezávislé „elementární části“ a že rozličné systémy jsou jen náhodnými tvary a uspořádáními těchto částí. Spíš bychom měli říci, že základní skutečností je nerozdělitelná kvantová vzájemná propojenost celého vesmíru a že relativně nezávisle vystupující části jsou jen zvláštními a náhodnými formami v rámci tohoto celku.

Tuhé materiální objekty klasické fyziky se na atomové úrovni rozpadají na pravděpodobnostní struktury. Ty představují spíše pravděpodobnosti vzájemných propojeností, než pravděpodobnosti vztahující se k nějakým věcem. Kvantová teorie nás nutí vidět svět nikoli jako soubor fyzikálních objektů, ale spíše jako komplikovanou síť vztahů mezi různými částmi jednotného celku. To je však i způsob, kterým zakoušejí svět východní mystici. Někteří z nich vyjádřili svůj prožitek téměř stejnými slovy jako atomoví fyzici. Zde máme dva příklady:

Materiální objekt se stává... čímsi odlišným od toho, co nyní vidíme, ne odděleným objektem na pozadí či v prostředí zbytku přírody, ale neoddělitelnou částí, ba dokonce výrazem jednoty veškerého, co vidíme.

Věci odvozují své bytí a svůj charakter od vzájemné závislosti, samy o sobě nejsou ničím.

Tyto výroky můžeme brát i jako popis toho, jak se příroda projevuje v atomové fyzice. Následující dva výroky atomových fyziků se dají na oplátku zase číst jako popis mystického nazírání přírody.

Elementární částice není nezávisle existující neanalyzovatelná entita. Je to v podstatě soubor vztahů, které zasahují ostatní vnější věci.

Svět se jeví jako složité pletivo událostí, ve kterém se obměňují, překrývají nebo kombinují spojení rozličného druhu, a tím se určuje struktura celku.

Obraz vzájemně propojené kosmické sítě, který přináší moderní atomová fyzika, se na Východě hojně využívá k vyjádření mystického prožívání přírody. Pro hinduisty je spojující nití ve vesmírné síti, nejvyšším základem všeho bytí, brahma:

Jen toho jediného, na kterém je utkaná obloha, zem, vzduch i vítr spolu se všemi dechy života, jeho samého poznej, jako jeden Základ.

V buddhismu hraje představa kosmické sítě dokonce ještě větší úlohu. Jádrem *Avatamsaka-sútry*, jednoho z hlavních děl mahájánového buddhismu, je popis světa jako dokonalé spleti vzájemných vztahů, kde všechny věci a události navzájem působí nekonečně složitým způsobem. Na ilustraci tohoto vztahu vytvořili mahájánisté mnoho alegorií a přirovnání. O některých z nich si popovídáme později v souvislosti s relativistickou verzí „filosofie sítě“. V této souvislosti je nutno vzpomenout, že kosmická síť hraje ústřední úlohu v tantrickém buddhismu. Ten vznikl v Indii přibližně ve 3. století n. l. jako odvětví mahájánového buddhismu a dnes představuje hlavní školu tibetského buddhismu. Posvátné spisy této školy se nazývají *tantry*. Toto slovo, jehož sanskrtský kořen znamená „tkát“, se vztahuje

na vzájemnou propletenost a vzájemnou závislost všech věcí a událostí.

Ve východní mystice zahrnuje vzájemná propletenost vesmíru vždy i lidského pozorovatele a jeho vědomí a totéž platí i pro atomovou fyziku. Na atomové úrovni je možné objekty chápat jen jako interakce mezi procesy přípravy a měření. Konec tohoto řetězce procesů leží vždy ve vědomí pozorovatele. Měření jsou interakce, které v našem vědomí vytvářejí vjemy, například zrakový vjem světelného záblesku nebo tmavé skvrny na fotografické desce. A zákony atomové fyziky nám říkají, s jakou pravděpodobností atomový objekt vyvolá určitý vjem, když ho necháme s námi interagovat. Jak říká Heisenberg:

Přírodověda nejenže prostě popisuje a vysvětluje přírodu, ale je i součástí hry mezi přírodou a námi.

Pro atomovou fyziku je charakteristické, že člověk – pozorovatel – není nutný jen k tomu, aby vlastnosti objektu pozoroval, ale je ho třeba dokonce k tomu, aby tyto vlastnosti byly vůbec definovány. V atomové fyzice se nedá mluvit o vlastnostech objektů jako takových. Mají smysl jen v kontextu interakce objektu a pozorovatele. Podle Heisenbergových slov:

To, co pozorujeme, není sama příroda, ale příroda vystavená našemu tázání.

Pozorovatel se sám rozhoduje, jak měření uskuteční, a uspořádáním pokusu do jisté míry i určí vlastnosti pozorovaného objektu. Když bude uspořádání pokusu měnit, změní i vlastnosti pozorovaného objektu.

Můžeme to ilustrovat jednoduchým příkladem subjaderné částice. Při pozorování této částice si člověk může (mezi jiným) vybrat, zda bude měřit polohu částice, nebo její hybnost. V následující kapitole uvidíme, že důležitý zákon kvantové teorie – Heisenbergův princip neurčitosti – říká, že tyto dvě veličiny se nedají nikdy současně určit přesně. Buď můžeme získat přesné údaje o poloze částice, a nedovíme se nic o její hybnosti (a tedy i rychlosti), nebo naopak. Můžeme mít ovšem i nepřesné poznatky o obou veličinách. Pointou

ovšem je, že toto omezení nemá co dělat s nedokonalostí našeho měření. Je to omezení principiální, které je vlastní atomové skutečnosti. Když se rozhodneme změřit polohu částice přesně, částice přesně určenou hybnost prostě nemá, a když se rozhodneme měřit hybnost částice, nemá zase přesně určenou polohu.

V jaderné fyzice tedy vědec nemůže hrát úlohu nezaujatého, objektivního pozorovatele, ale zaplétá se do pozorovaného světa tak, že ovlivňuje vlastnosti zkoumaných objektů. John Wheeler považuje toto zapletení pozorovatele za nejdůležitější rys kvantové teorie, a proto navrhl nahradit slovo „pozorovatel“ slovem „účastník“. Podle jeho slov:

Nejdůležitější na kvantovém principu je to, že bourá představu světa jako „odehrávajícího se venku“, kde je pozorovatel bezpečně oddělen dvacetimetrovou skleněnou deskou. I při pozorování takového maličkého objektu, jako je elektron, musí pozorovatel toto sklo rozbít. Musí se dostat dovnitř, musí nainstalovat vybrané měřicí zařízení. Je na něm, jestli bude měřit polohu nebo hybnost. Ale instalace zařízení na měření jednoho brání a vylučuje instalaci zařízení na měření druhého. Ba co víc, měření stav elektronu mění. Po měření nebude svět už nikdy týž.

Na popsání toho, co se stalo, je třeba vyškrtnout zastaralé slovo „pozorovatel“ a nahradit je novým slovem „účastník“. V jistém podivném smyslu je svět propojen účastí všech.

Myšlenku „účasti místo pozorování“ zformulovala moderní fyzika v současné době, každý adept mystiky ji však zná už dávno. Mystické poznání se nikdy nedá získat jen pozorováním, ale jen plnou účastí, celou bytostí. Pojem „účastník“ je tedy charakteristický i pro východní světový názor. Východní mystici dovedli tento pojem do extrému, do bodu, kde pozorovatel a pozorované, subjekt a objekt jsou nejen neoddělitelné, ale stávají se i nerozlišitelnými. Nespokojují se jen se situací analogickou k situaci v atomové fyzice, kde pozorovatele a pozorované není možné oddělit, je však možné je rozlišit. Jdou mnohem dále a v hluboké meditaci se dostávají k bodu, kde se rozlišení mezi pozorovatelem a pozorovaným ztrácí úplně.

Subjekt a objekt splývají do sjednoceného, nediferencovaného celku. Upanišady o tom říkají:

Kde je dualita, tam člověk vidí druhého; tam cítí druhého; tam chutná druhého ... Ale čím a koho by viděl tam, kde se všechno stalo jen jeho vlastním já? Čím a koho by cítil? Čím a koho by ochutnával?

Takto tedy vypadá konečné pochopení jednoty všech věcí. Podle mystiků se dostavuje v takovém stavu vědomí, ve kterém se individualita člověka rozplyne v nediferencované Jedno, kdy se transcenduje svět smyslů a zapomíná se představa „věcí“. Jak říká Čuang-c’:

Mé spojení s tělem a jeho částmi se ztrácí. mé smyslové orgány jsou vyřazeny. Opouštím svou hmotnou podobu, loučím se se svými vědomostmi a splývám s Velkým Pronikajícím. Toto nazývám sezením a zapomenutím na všechny věci.

Jistěže, moderní fyzika pracuje ve velmi odlišném rámci a v prožívání jednoty všech věcí nemůže zacházet až tak daleko. Ale v atomové teorii se velmi přiblížila světovému názoru východních mystiků. Kvantová teorie skoncovala s představou zásadně oddělených objektů, zavedla pojem účastníka, který nahradil pojem pozorovatele, a snad dokonce i zjistí, že je třeba zahrnout do svého popisu světa i lidské vědomí.

Dospěla k tomu, že vesmír vidí jako vzájemně propojenou síť fyzických a duševních vztahů, jejichž části jsou určeny jen prostřednictvím jejich spojení s celkem. Zdá se, že na charakteristiku světového názoru vyplývajícího z atomové fyziky se dokonale hodí slova tantrického buddhisty, lamy Anágárika Góvindy:

Buddhista nevěří v nezávislý, odděleně existující vnější svět, do jehož dynamických sil by se mohl vložit. Vnější i vnitřní svět jsou pro něj jen dvěma stránkami té samé tkaniny, ve které jsou nitě všech sil a všech událostí, všech podob vědomí a jejich objektů vetkané do nerozdělitelné sítě nekonečných, vzájemně podmíněných vztahů.

Kapitola jedenáctá -

- Za světem protikladů

Když nám východní mystici říkají, že všechny věci a události prožívají jako projevy základní jednoty, neznamená to, že by tvrdili, že všechny věci jsou stejné. Individualitu věcí uznávají, současně si však uvědomují, že všechny rozdíly a kontrasty jsou ve všeobjímající jednotě relativní. Jednotu kontrastů a zejména jednotu protikladů můžeme v normálním stavu vědomí přijmout jen těžko. Tato jednota představuje jeden z nejvíce matoucích rysů východní filosofie, avšak právě odtud pramení východní pohled na svět.

Protiklady jsou abstraktní pojmy patřící do oblasti myšlení a jako takové jsou relativní. Už tím, že soustředíme svou pozornost na nějaký pojem, vytváříme jeho protiklad. Jak praví Lao-c' :

*Každý svět⁴ poznává krásné jako krásné,
a tím (poznává) i ošklivé.
Každý poznává dobré jako dobré a
a tím (poznává) i zlé.*

Mystici jdou za tuto oblast rozumových pojmů, transcendují ji. Tím si začínají uvědomovat relativnost a polární vztah všech protikladů. Chápu, že dobro a zlo, radost a bolest, život a smrt nejsou absolutní zážitky, nepatří do různých kategorií, ale jsou to jen dvě stránky stejné skutečnosti, protilehlé části jednoho celku. Duchovní tradice východu chápu uvědomění polarity a jednoty všech protikladů jako jeden z nejvyšších cílů člověka.

⁴ Tady asi chyba v překladu. HV.

Bud' v pravdě věčné nad pozemskými protiklady!

radí Kršna v *Bhagavadgítě* a takovou radu dostávají i přívrženci buddhismu. D. T. Suzuki píše:

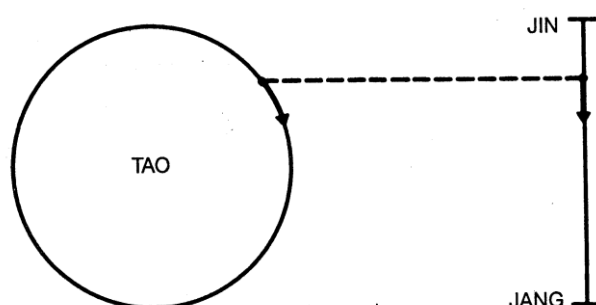
Základní myšlenkou buddhismu je dostat se za svět protikladů, za svět vybudovaný intelektuálním rozlišováním a citovým poskvrněním, uvědomit si duchovní svět nerozlišování, a dospět tím k absolutnímu východisku poznání.

Celé buddhistické učení – a prakticky celá východní mystika – se točí kolem tohoto absolutního východiska. Toho se dosáhne ve světě „nemyšlení“ (*ačintjá*), kde se jednota všech protikladů stává velice jasným zážitkem. Podle slov zenové básně“

*V přítmí kohout ohlašuje úsvit;
o půlnoci jasné slunce.*

Představa, že všechny protiklady jsou polární, že světlo a tma, výhra a prohra, dobro a zlo jsou jen rozdílné aspekty toho samého jevu, je jedním ze základních principů východního způsobu života. Protože všechny protiklady jsou vzájemně závislé, jejich konflikt se nikdy nemůže skončit úplným vítězstvím jedné strany, ale vždy bude projevem souhry mezi oběma stranami. Proto se na východě nepovažuje za ctnostného ten, kdo se ujme nesplnitelné úlohy usilovat se ze všech sil o dobro a vyvarovat se zla, ale spíše ten, kdo je schopný mezi dobrem a zlem zachovávat dynamickou rovnováhu.

Toto pojetí dynamické rovnováhy je charakteristické pro způsob, jakým je jednota protikladů prožívána ve východní mystice.



Dynamická jednota polárních protikladů

Nejde nikdy o statické ztotožnění, ale vždy o dynamickou souhru mezi extrémy. Tento bod nejvíce zdůrazňovali čínští mudrci ve svém symbolismu archetypálních pólů jin a jang. Jednotu ležící za jinem a jangem nazývali tao a chápali ji jako proces, který je vytvářen jejich souhrou:

To, co přivozuje tu tmu a tu zase světlo, je tao.

Tuto dynamickou jednotu polárních protikladů je možné ilustrovat na jednoduchém příkladu kruhového pohybu a jeho projekce. Předpokládejme, že máme míček, pohybující se po kružnici. Když se tento pohyb promítne z boku na stínítko, jeví se jako oscilace mezi dvěma krajními body. (Abych zachoval analogii s čínským myšlením, napsal jsem do kruhu TAO a krajní body jsem označil JIN a JANG.) Míček krouží stálou rychlostí, avšak v projekci se u vrcholu jeho rychlost snižuje, pak se obrací a znovu urychluje, aby se později zase zpomalil, a tak stále dál. Při každé podobné projekci se kruhový pohyb jeví jako oscilace mezi dvěma protilehlými body, v pohybu samotném jsou však protiklady sjednoceny a překonány – transcendovány. Jak je vidět i z citovaného úryvku z Čuang-c'á (v kapitole o taoismu), měli čínští myslitelé zajisté na mysli právě takový obraz dynamického sjednocení protikladů:

To, že „tamto“ a „toto“ přestávají být protiklady, je samou podstatou tao. Tato podstata jde jako osa středem kruhu, který odpovídá nekonečným změnám.

V životě je jednou ze základních polarit protiklad mužské a ženské stránky lidské povahy. Podobně jako při polaritě dobro-zlo, nebo život-smrt máme sklony pociťovat i polaritu mužského a ženského prvku v sobě jako nepohodlnou, a proto stavíme do popředí jednu nebo druhou stránku. Západní společnost tradičně upřednostňovala mužskou stránku před ženskou. Namísto toho, aby si uvědomila, že

osobnost každého muže i každé ženy je výsledkem souhry mezi ženskými a mužskými prvky, nastolila statický pořádek, který stanovuje, že všichni muži musí být mužští a ženy ženské. Mužům přiznala vedoucí úlohu a většinu společenských privilegií. Tento postoj vyústil do přehnaného zdůrazňování všeho jangového – čili mužského - v lidské povaze: činorodosti, racionálního myšlení, soutěživosti, agresivity atd. Jinové – ženské – způsoby vědomí, které můžeme popsat jako intuitivní, náboženské, mystické, okultní či duševní, se v naší společnosti orientované na muže, neustále potlačovaly a dodnes se potlačují.

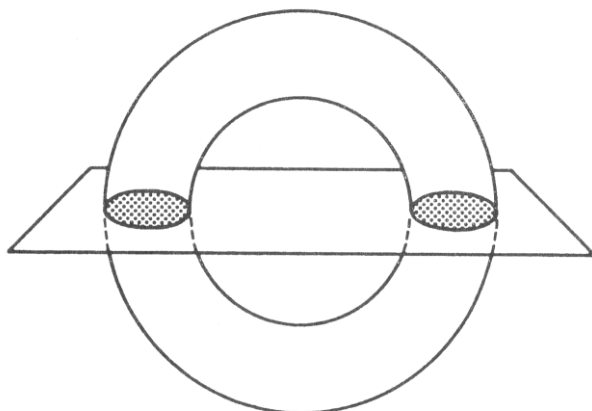
Ve východní mystice jsou naproti tomu rozvinuté i ženské prvky a hledá se jednota mezi oběma principy lidské povahy. Úplně rozvinutá lidská bytost je podle Lao-c'á ta, která *zná mužské, a přeci si zachovává ženské*. V mnohých východních tradicích se stala dynamická rovnováha mezi mužským a ženským způsobem vědomí hlavním cílem meditace a často je ilustrována v uměleckých dílech. Jedinečná socha boha Šivy Mahéšvary, Velkého Pána v hinduistickém Ganéšově chrámu, ukazuje jeho tři tváře: na pravé straně je to profil mužský, vystavující na odiv mužnost a sílu vůle; na levé straně je pak jeho ženská stránka – jemný, okouzlující a svůdný. Uprostřed jsou obě stránky této velkolepé hlavy dokonale spojeny. Socha vyjadřuje klid a transcendentní povznesenost. V tomto chrámu je Šiva zobrazen i ve své oboupohlavní podobě – jako polomuž a položena, přičemž uvolněný pohyb božského těla a vyrovnaný klid jeho (její) tváře znovu symbolizují dynamické spojení ženského a mužského principu.

V tantrickém buddhismu se mužsko-ženská polarita často ilustruje sexuálními symboly. Intuitivní moudrost se považuje za pasivní, ženskou kvalitu lidské povahy, láska a soucit za aktivní, mužskou kvalitu. Spojení obou, které se odehrává v procesu osvícení, se znázorňuje extatickými erotickými objetími mužských a ženských božstev. Východní mystici hlásají, že takovéto spojení mužského a ženského může být zažíváno jen ve vyšší formě vědomí, kde se transcenduje oblast myšlení a jazyka a všechny protiklady se jeví jako dynamická jednota.

Už jsem uvedl, že podobné úrovně uvažování se dosáhlo i v moderní fyzice. Výzkum subnukleárního světa odhalil skutečnosti, které opakovaně přesahují možnosti jazykového vyjádření a logického zdůvodnění. Jedním z nejpřekvapivějších rysů této nové skutečnosti je

sjednocování pojmů, které se dříve jevily jako protikladné a neslučitelné. Tyto zdánlivě nesmiřitelné pojmy nejsou obecně těmi pojmy, kterými se zabývají východní mystici, byť i to se může někdy stát. Avšak jejich sjednocování na neobvyklé rovině skutečnosti poskytuje paralelu s východní mystikou. Moderní fyzici by tedy měli být schopni vzhledu do některého z nejdůležitějších učení Dálného východu tak, že najdou souvislosti mezi tímto učením a zkušenostmi ve své vlastní oblasti. Malý, avšak stále rostoucí počet mladých fyziků už vskutku přichází k tomuto nejvzácnějšímu a nejpodnětějšímu přístupu k východní mystice.

V moderní fyzice je možno nalézt příklady na sjednocení protikladných pojmů na subjaderné úrovni. Zde jsou částice současně zničitelné i nezničitelné, hmota je tu spojitá i nespojitá a síla s hmotou jsou tu jen různými stránkami toho samého jevu. Ve všech těchto příkladech (které podrobněji probereme dále) se ukazuje, že rámec protikladných pojmů, odvozený z naší každodenní zkušenosti, je pro svět subjaderných částic příliš úzký. Pro popis tohoto světa je klíčová teorie relativity a klasické pojmy se v relativistickém rámci transcendují tím, že přecházejí do vyšší dimenze, do čtyřrozměrného prostoročasu. Prostor a čas jsou dva pojmy, které se původně jevily jako zcela odlišné, ale relativistická fyzika je sjednotila. Tato základní jednota tvoří i základ vyšší jednoty těchto protikladných pojmů. Odehrává se na „vyšší úrovni“, tj. ve vyšší dimenzi. A podobně jako u mystiků je i tato jednota protikladů dynamická, protože sama relativistická prostoročasová skutečnost je vnitřně dynamická. Objekty, procesy i všechny formy jsou tu brány jako dynamické struktury.



K zažití jednoty zdánlivě oddělených entit ve vyšší dimenzi však teorii relativity nepotřebujeme. Můžeme ji zakusit i tak, že od jedné dimenze přejdeme ke dvěma nebo od dvou přejdeme k dimenzím třem. Ve výše uvedeném příkladu kruhového pohybu a jeho průmětu jsou protikladné póly oscilace v jedné dimenzi (na přímce) sjednoceny v kruhovém pohybu v dimenzích dvou (tj. v rovině). Výše uvedený náčrt představuje příklad přechodu ze dvou dimenzí do tří. Ukazuje prstenec protnutý vodorovnou rovinou. Na této rovině, tj. ve dvou dimenzích, se povrchy řezu jeví jako dva zcela oddělené kruhy, ve třech dimenzích však shledáváme, že jsou to jen části stejného objektu. Podobné sjednocení entit, které se zdají být oddělené a neslučitelné, dosáhneme v teorii relativity tím, že přejdeme ze tří dimenzí do čtyř. Čtyřrozměrný svět relativistické fyziky je světem, kde se sjednocuje síla a hmota, kde se hmota může jevit jako nespojitě částice nebo jako spojité pole. V těchto případech však už onu jednotu zviditelnit dobře neumíme. Fyzici mohou „zažívat“ čtyřrozměrný prostoročasový svět jen prostřednictvím abstraktního matematického formalismu svých teorií. Ale jejich vizuální představivost, tak jako představivost každého jiného, je omezena na třírozměrný svět, na svět našich smyslů. Náš jazyk a naše myšlenkové modely se vytvořily v třírozměrném světě, proto si umíme poradit se čtyřrozměrnou skutečností relativistické fyziky jen velmi těžko.

Na druhé straně se zdá, že východní mystici jsou schopni zažívat vícerozměrnou skutečnost přímo a konkrétně. Ve stavu hluboké meditace se dokáží dostat za třírozměrný každodenní svět a zažít zcela odlišnou realitu, ve které jsou všechny protiklady sjednoceny

v organickém celku. Když se mystici snaží vyjádřit tento zážitek slovy, stojí ovšem před stejným problémem jako fyzici usilující vysvětlit vícerozměrnou skutečnost relativistické fyziky. Podle slov lamy Góvindy:

Zážitku vyšší dimenzionality se dosáhne sloučením zážitků pocházejících z různých center a úrovně vědomí. z toho pramení nemožnost popsat jisté meditativní zážitky na úrovni třírozměrného vědomí a v rámci systému logiky, která omezuje možnost vyjádření tím, že klade procesu myšlení další omezení.

Čtyřrozměrný svět teorie relativity není v moderní fyzice jediným příkladem, kde se zdánlivě protichůdné a neslučitelné jevy chápou jen jako rozdílné aspekty té samé skutečnosti. Asi nejznámějším případem takového sjednocení protichůdných pojmů je sjednocení pojmu částice a vlna v jaderné fyzice.

Na atomové úrovni má látka duální charakter: jeví se jako částice i jako vlny. Závisí na konkrétní situaci, který aspekt se projeví. V některých situacích je dominantní částicová povaha, v jiných se částice chovají spíš jako vlny. Touto duální povahou se vyznačuje nejen světlo, ale veškeré elektromagnetické záření. Světlo se vyzařuje a absorbuje v podobě kvant – fotonů, avšak když tyto světelné částice letí prostorem, chovají se jako vibrující elektrická a magnetická pole, a vykazují tedy charakteristiky vln. Elektrony se obvykle považují za částice, ale když paprsek těchto částic projde úzkou štěrbinou, ohýbá se přesně tak, jako paprsek světla, jinými slovy i elektrony se chovají jako vlny.



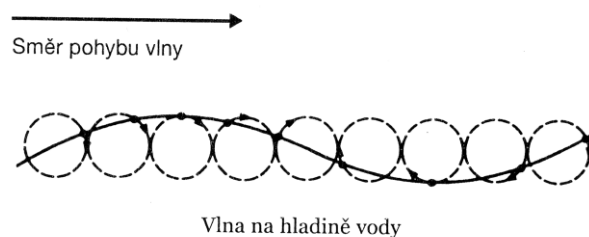
Tento duální charakter látky a záření je vskutku překvapivý a zplodil mnoho „kvantových kóanů“, které pak vedly k formulaci kvantové teorie. Obraz vlny rozprostřené v prostoru se zásadně liší od obrazu

přesně umístěné částice a fyzikům dlouho trvalo, než přijali fakt, že látka se projevuje oběma těmito neslučitelnými způsoby; že částice jsou také vlnami a vlny jsou také částicemi.

Při pohledu na tyto dva obrazy by mohl laik podlehnout pokušení myslet si, že rozpor by se dal vyřešit konstatováním, že obraz napravo představuje částici pohybující se spolu s vlnou. Tento argument však pramení z nesprávného pochopení povahy vln. V přírodě se totiž částice spolu s vlnami nepohybují. Například u vlny na vodní hladině se částice vody nepohybují jako sama vlna, ale konají pohyby po kruhových drahách – viz následující obrázek. Podobně ve zvukové vlně „částice vzduchu“ oscilují sem a tam, dozadu a dopředu, nepostupují však s vlnou vpřed. To, co se vlnou přenáší, je rozruch způsobující vlnu a ne jednotlivé částice hmoty.

Když v kvantové teorii považujeme částice za vlny, postrádá pak smysl mluvit o dráze částic. Projevem částice je tu totiž vlna jako celek. Obraz šířících se vln se tedy zcela liší od obrazu pohybujících se částic. Podle slov Victora Weisskopfa je to, jako když se:

představa vln na jezeře liší od představy skupiny ryb plovoucích tím samým směrem.



S vlnami se ve fyzice střetáváme v mnohých různých souvislostech. Všechny tyto vlny je možné popsat stejným matematickým formalismem. Na vyjádření světelné vlny, chvějící se kytarové struny, zvukové vlny nebo i vlny na vodě se používají stejné matematické vzorce. V kvantové teorii se tytéž vzorce používají na popis vln spojených s částicemi, v tomto případě však jsou tyto vlny mnohem

abstraktnější. Úzce souvisí se statickou povahou kvantové teorie, tj. se skutečností, že atomové jevy se dají popsat jen v pravděpodobnostních pojmech. Informaci o pravděpodobnostech výskytu částice obsahuje veličina zvaná „pravděpodobnostní funkce“ a matematické vyjádření této veličiny je podobné tomu, které se používá při popisu jiných vln v přírodě. Avšak vlny spojované s částicemi nejsou skutečné trojrozměrné vlny, jako vlny na vodě nebo vlny zvukové, jsou to „vlny pravděpodobnostní“, tj. abstraktní matematické veličiny, které se vztahují na pravděpodobnost, že částici nalezneme na určitém místě a s určitými vlastnostmi.

Zavedení pravděpodobnostních vln řeší v jistém smyslu paradox částic existujících i ve formě vln tím, že ho dává do zcela nového kontextu. Současně však vede k jinému protikladu, který je dokonce ještě zásadnější. Jde o protiklad „existence kontra neexistence“. I tento protiklad se ve světě subjaderných částic překonává. Už jsme si řekli, že nikdy nemůžeme určit, jestli nějaká částice je na určitém místě, nemůžeme však říci ani to, že tam není. Vzhledem k tomu, že částice má pouze charakter rozložení pravděpodobnosti, má sklon existovat současně na různých místech. Tím projevuje podivný druh fyzické reality, něco mezi bytím a nebytím. Proto nemůžeme k popisu jejího stavu použít ani našich běžných protikladných pojmů. Částice není na určitém místě ani přítomná, ani nepřítomná, nemění svou polohu, ani nezůstává v klidu. To, co se mění, je rozložení pravděpodobnosti, a tím i sklon částice existovat na jednotlivých místech. Podle slov Roberta Oppenheimera.

Když se například zeptáme, jestli poloha elektronu zůstává stejná, musíme odpovědět „ne“, když se zeptáme, jestli se poloha elektronu časem změnila, musíme odpovědět také „ne“, když se zeptáme, jestli je elektron v klidu, musíme říci, že není, a když se zeptáme, jestli je v pohybu, musíme zase odpovědět „ne“.

Realita atomového fyzika, stejně tak jako realita východního mystika, přesahuje úzký rámec protikladných pojmů. A tak se zdá, že Oppenheimerova slova jsou ozvěnou slov upanišad:

*Hýbe se to, nehýbe se to,
je to daleko a je to blízko,*

*je to v tomto všem,
a je to mimo toto vše.*

Síla a hmota, částice a vlny, pohyb a klid, existence a neexistence – toto jsou některé z protikladných pojmů, které moderní fyzika překonává. Zdá se, že ze všech těchto protikladů je ten poslední nejpodstatnější, a přitom právě v subjaderné fyzice je nutné za pojmy existence a neexistence jít. Právě tato črta kvantové teorie je nejobtížněji přijatelná a tvoří jádro neustálých debat týkajících se její interpretace. Transcendování pojmů existence a neexistence tvoří též jednu z nejzáhadnějších stránek východní mystiky. Podobně jako atomoví fyzici i východní mystici mají co do činění se skutečností, která leží za hranicí existence a neexistence. Tento důležitý fakt často zdůrazňují. Ašvaghóša k tomu říká:

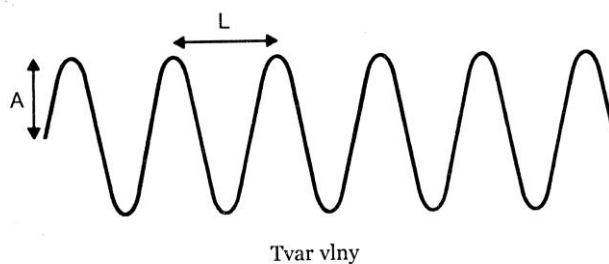
*Takovost není existence ani neexistence,
ani to, co je současně existence i neexistence,
ani to, co není současně existence a neexistence.*

Tváří v tvář skutečnosti, která se nachází za hranicemi protikladných pojmů, musí si fyzici i mystici osvojit zvláštní způsob myšlení, při kterém není mysl vázána přísným rámcem klasické logiky, ale ustavičně se pohybuje a mění svůj pohled. Například v atomové fyzice používáme při popisu hmoty pojmy částice i vlna. Naučili jsme se, jak s těmito dvěma obrazy zacházet. Abychom se vyrovnali s atomovou skutečností, přepínáme z jednoho obrazu na druhý a zpět. Právě takto uvažují i východní mystici, když se snaží interpretovat svůj zážitek skutečnosti za hranicemi protikladů. Podle slov lamy Góvindy:

Východní způsob myšlení se skládá spíše z kroužení okolo předmětu úvah... je to mnohostranný, tj. mnohorozměrný dojem utvořený z navrstvení jednotlivých dojmů vycházejících z mnohých hledisek.

Abychom viděli, jak je možné v atomové fyzice „přepínat tam a zpět“ mezi obrazy částic a vln, probereme tytu pojmy podrobněji. Vlna je struktura kmitající v prostoru a v čase. Můžeme se na ni dívat v určitém časovém okamžiku a uvidíme periodickou strukturu

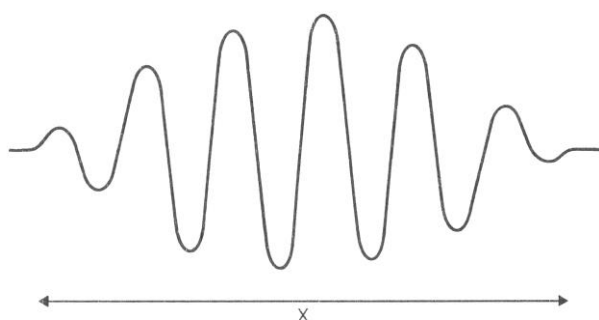
prostorovou, jak je znázorněna na následujícím obrázku. Ta je popisována amplitudou (rozkmitem) A , vlnovou délkou λ , tj. vzdáleností mezi dvěma za sebou následujícími vrcholy vlny. Další možností je však pozorovat pohyb určitého bodu vlny. Pak uvidíme kmitání charakterizované určitou frekvencí, tj. počtem kmitů za jednu sekundu. Vraťme se však k obrazu částice. Podle klasických představ má částice v každém okamžiku přesně určenou polohu a její pohybový stav je možno popsat pomocí její rychlosti a pohybové energie. Fyzici však nepoužívají pojem rychlosti, dávají spíše přednost veličině „hybnost“, která je součinem hmotnosti a rychlosti částice.



Kvantová teorie spojuje vlastnosti pravděpodobnostní vlny s vlastnostmi odpovídající částice tak, že amplituda vlny na určitém místě souvisí s pravděpodobností, že na tomto místě částici najdeme. Když budeme hledat částici, je pravděpodobné, že ji najdeme tam, kde je tato amplituda vysoká, a je nepravděpodobné, že bude tam, kde je amplituda nízká. Například soubor vln zobrazený na předchozím obrázku má po celé délce amplitudu stejnou, takže je možné nalézt částici kdekoli podél celé vlny se stejnou pravděpodobností.

Informace o pohybovém stavu částice je obsažena ve vlnové délce a ve frekvenci vlny. Vlnová délka je nepřímo úměrná hybnosti částice, což znamená, že vlna s malou vlnovou délkou odpovídá částici s velkou hybností (a tedy i rychlostí). Frekvence vlny je přímo úměrná energii částice, to znamená, že když má vlna vysokou frekvenci, má částice vysokou energii. Například fialové světlo má vysokou frekvenci a malou vlnovou délku, a proto se skládá z fotonů s velkou energií i hybností. Červené světlo má nižší frekvenci a větší vlnovou délku a odpovídající fotony mají menší energii a nižší hybnost.

Vlna šířící se tak jako v našem příkladu nám nepoví nic o poloze odpovídající částice. Částici je možné nalézt kdekoli na této vlně se stejnou pravděpodobností. Velmi často jsme však v situaci, kdy je poloha částice přibližně známa. Takováto situace je například u elektronu v atomu. V tomto případě se musí pravděpodobnost výskytu částice omezit na jistou oblast a mimo tuto oblast musí být nulová. To se dá dosáhnout pomocí vlnové konfigurace, která je zobrazena na následujícím obrázku a která odpovídá částici omezené na oblast X. Tato konfigurace se nazývá „vlnový balík“ nebo „vlnové klubko“.



Vlnové klubko odpovídající částici umístěné někde v oblasti X

Vlnové klubko se skládá ze souboru vln s různými vlnovými délkami, které se mimo oblast X navzájem vyruší, takže je tam nulová výsledná amplituda, a tedy i pravděpodobnost výskytu částice. Vlnové klubko znamená, že částice je někde v oblasti X, neumožňuje nám však přesněji určit, kde. V rámci dané oblasti můžeme určit jen pravděpodobnosti přítomnosti částice. (Částice bude nejpravděpodobněji ve středu, kde jsou amplitudy pravděpodobnostní vlny velké, a nejméně pravděpodobně se vyskytne na koncích vlnového klubka, kde jsou amplitudy malé.) Délka vlnového klubka proto představuje neurčitost v umístění částice.

Charakteristické je, že vlnové klubko nemá přesnou vlnovou délku. To znamená, že vzdálenosti mezi následujícími vrcholy nejsou v celém klubku stejné. Vlnová délka není přesná, má určité rozpětí, a to závisí na délce klubka: čím je vlnové klubko kratší, tím větší je

rozpětí vlnové délky. Tato vlastnost nemá nic společného s kvantovou teorií, plyne jednoduše z vlastností vln – vlnová klubka prostě nemají přesnou vlnovou délku. Kvantová teorie vstupuje do hry až tehdy, kdy dáváme do souvislosti vlnovou délku a hybnost odpovídající částice. Protože vlnové klubko nemá přesně danou vlnovou délku, ani částice nemá přesně danou hybnost. To znamená, že tu není jenom neurčitost v poloze částice, která odpovídá délce klubka, ale i neurčitost v její hybnosti způsobená rozpětím, tj. neurčitostí příslušné vlnové délky. Tyto dvě neurčitosti jsou ve vzájemném vztahu, protože neurčitost ve vlnové délce (tj. neurčitost hybnosti) závisí na délce vlnového klubka (tj. na neurčitosti polohy). Když chceme lokalizovat částici přesněji, čili když chceme její vlnové klubko stlačit do užší oblasti, vede to ke zvětšení neurčitosti vlnové délky, a tím ke zvětšení neurčitosti hybnosti částice.

Matematická formulace vztahu mezi neurčitostí polohy a hybnosti částice je známá jako Heisenbergova relace neurčitosti nebo princip neurčitosti. Znamená to, že v subnukleárním světě nikdy nemůžeme současně přesně znát polohu i hybnost částice. Čím přesněji známe polohu, tím méně určitá je její hybnost a naopak. Můžeme si sice vybrat, kterou veličinu budeme měřit, ale musíme se smířit s tím, že o té druhé se nedovíme nic. Jak jsme už zdůraznili v předešlé kapitole, je důležité si uvědomit, že toto omezení není způsobeno nedokonalostí našich měřicích technik, ale že má charakter principiální. Když se rozhodneme přesně měřit polohu částice, pak částice přesně definovanou hybnost prostě nemá a naopak.

Vztah mezi neurčitostí polohy a hybnosti není jedinou formou principu neurčitosti. Analogické vztahy platí i mezi dalšími veličinami, například mezi časovým intervalem, ve kterém se událost odehrává, a energií, která se k této události vztahuje. Velmi dobře je to vidět, když svůj obraz vlnového klubka nechápeme jako konfiguraci prostorovou, ale jako časový obraz vibrací. Když částice prochází bodem, kde ji pozorujeme, vibrace tu začnou s malou amplitudou, budou se zvětšovat a pak zase zmenšovat, až se zastaví. Celá doba průchodu této vlnové struktury představuje čas, během něhož částice prochází tímto bodem. Můžeme říci, že tento přechod se uskutečňuje v nějakém časovém rozpětí, dále ho však nedokážeme upřesnit. Doba trvání vibrací proto představuje neurčitost v časovém určení průchodu částice.

Jelikož prostorová konfigurace vlnového klubka nemá dobře definovanou vlnovou délku, nemá ani odpovídající vibrační konfigurace v čase dobře definovanou frekvenci.

Neurčitost ve frekvenci závisí na trvání vibrací, a protože kvantová teorie spojuje frekvenci vlny s energií částice, neurčitost ve frekvenci odpovídá neurčitosti energie částice. Neurčitost časového určení událostí se tak dostává do souvislosti s neurčitostí energie stejně jako neurčitost lokalizace částice s neurčitostí její hybnosti. To znamená, že nikdy nemůžeme přesně poznat okamžik, ve kterém k události dochází, a zároveň její příslušnou energii. Krátké časové rozpětí události má za následek velikou neurčitost v energii. Události, kterým přísluší přesnější množství energie, je možné určit zase jen v rámci delšího časového intervalu.

Základní význam principu neurčitosti spočívá v tom, že omezení našich klasických pojmů vyjadřuje přesně matematicky. Jak jsme už uvedli dříve, subjektivní svět se jeví jako síť vztahů mezi různými částmi jednotného celku. Naše klasické pojmy odvozené z běžné makroskopické zkušenosti se na popis tohoto světa moc nehodí. Především pojem jasně určené fyzikální entity, jako je pojem částice, je jen idealizace, která zde nemá žádný zásadní význam. Částici je možno definovat jen na základě jejího vztahu s celkem, a tyto vztahy mají jen statistickou povahu – jsou to toliko pravděpodobnosti, nikoli jisté věci. Když popisujeme vlastnosti takovéto entity klasickými pojmy, jako poloha, energie, hybnost atd., zjistíme, že tu nalézáme určité páry veličin, které jsou tak propojené, že je není možné současně určit přesně. Čím více upřesňujeme jednu veličinu, tím neurčitější se stává ta druhá, přičemž přesný vztah mezi nimi je dán právě principem neurčitosti.

Pro lepší pochopení tohoto vztahu zavedl Niels Bohr pojem komplementárnosti. Obraz částice a obraz vlny považoval za dva komplementární popisy té samé skutečnosti. Každý z nich je správný jen částečně a má omezenou možnost použití. Na úplný popis atomové skutečnosti je potřebný každý z nich. Oba lze použít jen v rámci omezení daných principem neurčitosti.

Komplementárnost se stala pro fyziky důležitým pojmem a podle Bohra by mohla být užitečná i mimo oblast fyziky. Pojem komplementárnosti se osvědčil už před dvěma a půl tisíci lety, kdy hrál podstatnou roli ve starém čínském myšlení. To bylo založené na

představě, že protikladné pojmy se vzájemně doplňují, čili jsou v komplementárním vztahu. Čínští mudrci si tuto komplementárnost protikladů zobrazovali pomocí archetypálních pojmů jin a jang a jejich dynamickou souhru chápali jako podstatu všech přírodních jevů a všech lidských situací.

Niels Bohr si byl dobře vědom paralely mezi svým pojetím komplementárnosti a čínským myšlením. Když roku 1937 navštívil Čínu, jeho interpretace kvantové teorie byla již plně rozpracována. Čínská představa polárních protikladů na něj hluboko zapůsobila a od té doby se zajímal o východní kulturu. O deset let později byl povýšen do šlechtického stavu, což bylo výrazem uznání za vynikající výsledky ve vědě a za důležitý přínos pro dánskou kulturu. Když si měl zvolit erb, jeho výběr padl na čínský symbol Tchaj-t'i, který vyjadřuje komplementární vztah archetypálních protikladů jin a jang. Výběrem tohoto symbolu spolu s nápisem *Contraria sunt complementa* (Protiklady jsou komplementární) Niels Bohr uznal hluboký soulad mezi starou východní moudrostí a moderní západní vědou.

Kapitola dvanáctá –

– Prostorčas

Moderní fyzika dramatickým způsobem potvrdila jednu ze základních myšlenek východní mystiky, že všechny pojmy, které používáme k popisu přírody, nejsou rysy samotné skutečnosti, jak máme sklon věřit, ale jsou to výtvořiny naší mysli. Jsou to součásti naší mapy, a ne samotného území. Pokaždé, když rozšíříme oblast svého poznání, vyjdou najevo omezení našeho racionálního myšlení. Některé pojmy pak musíme modifikovat, nebo se jich dokonce musíme vzdát.

Mapa skutečnosti stojí hlavně na naší představě prostoru a času. Slouží k uspořádání věcí a událostí kolem nás, a má proto rozhodující důležitost nejen v každodenním životě, ale i ve snaze pochopit přírodu pomocí vědy a filosofie. Neexistuje fyzikální zákon, který by pro svou formulaci nepotřeboval pojmy prostoru a času. Důmyslná modifikace těchto pojmů, kterou přinesla teorie relativity, byla proto jednou z nejvýznamnějších revolucí v historii vědy.

Klasická fyzika byla založena na představě absolutního třírozměrného prostoru nezávislého na hmotných objektech v něm obsažených, který se řídí zákony eukleidovské geometrie. Dále je založena na představě času tvořícího zvláštní oddělenou dimenzi, který je opět absolutní a plyne pravidelnou rychlostí nezávisle na materiálním světě. Na Západě byly tyto představy tak pevně zakořeněné v myslích filosofů i vědců, že se považovaly za skutečné a nesporné vlastnosti přírody.

Přesvědčení, že geometrie je přírodě vrozená a není součástí našeho systému popisu přírody, má kořeny už v řeckém myšlení. Názorná, demonstrativní geometrie byla ústřední složkou řecké

matematiky a měla hluboký vliv na řeckou filosofii. Její metoda, která vycházela z bezsporných axiomů, ze kterých vyvozovala tvrzení deduktivním uvažováním, se stala charakteristickou pro řecké filosofické myšlení. Geometrie stála v samém středu všech intelektuálních aktivit a formovala základ výuky filosofie. Traduje se, že brána Platónovy Akademie v Athénách nesla nápis:

Nevstupuj nikdo neznalý geometrického způsobu myšlení.

Řekové věřili, že jejich matematické poučky vyjadřují věčné a přesné pravdy o skutečném světě a že geometrické tvary jsou projevy absolutní krásy. Geometrie se považovala za dokonalou kombinaci logiky a krásy, proto se věřilo, že má božský původ. Z toho pramení i Platónův výrok:

Bůh je geometr.

Protože geometrie se považovala za zjevenou od Boha, bylo Řekům jasné, že nebesa musí vykazovat dokonalé geometrické tvary. Proto i nebeská tělesa se musí pohybovat po kruhových dráhách. A aby tento obraz byl ještě více geometrický, představovali si tato tělesa upevněná na řadě koncentrických křišťálových sfér, které se otáčejí kolem Země.

Ani v pozdějších staletích nepřestala mít řecká geometrie na západní vědu a filosofii silný vliv. Euklidovy *Základy* byly standardní učebnicí v evropských školách až do začátku 20. století. Víc než dvě tisíciletí se eukleidovská geometrie považovala za popis skutečného charakteru prostoru. Až Einstein přivedl vědce a filosofy k tomu, že si uvědomili, že geometrie není samotné přírodě vrozená, ale že ji do přírody vnesla naše mysl. Henry Margenau k tomu řekl:

Základním poznatkem teorie relativity je to, že geometrie... je výtvorem intelektu. Až po přijetí tohoto objevu se může mysl cítit svobodná tak, aby porušovala starodávné představy o prostoru a času. Pak může prozkoumat škálu možností, které máme k dispozici při jejich definici, a vybrat tu formulaci, jež odpovídá pozorování.

Východní filosofie na rozdíl od filosofie řecké hájila vždy názor, že prostor a čas jsou výtvořiny naší mysli. Východní mystici s nimi zacházeli stejně jako s jinými intelektuálními pojmy; jako s něčím relativním, omezeným a iluzorním. V buddhistickém textu najdeme tato slova:

Buddha učil, ó mniši, že... minulost, budoucnost, fyzický prostor... a jednotlivci nejsou víc než jména, myšlenkové formy, běžná slova, jenom konvenční skutečnosti.

Proto si ani na Dálném východě nevydobyly geometrie takové postavení, jako měla ve starém Řecku. To ovšem neznamená, že by z ní Indové a Číňané znali málo. Hojně se využívala při stavbě oltářů, které měly přesné geometrické tvary, v zeměměřičství a při mapování oblohy, avšak nikdy ne na určování abstraktních a věčných pravd. Tento filosofický přístup se odráží i ve skutečnosti, že stará východní věda obecně nepovažovala za nutné zasadit přírodu do schématu přímků a dokonalých kruhů. V této souvislosti jsou velmi zajímavé poznámky Josepha Needhama týkající se čínské astronomie.

Číňané (čínští astronomové) nepociťovali potřebu používat při vysvětlování (geometrické) tvary. Organismy tvořící součásti vesmírného organismu se řídí svým tao, každý podle své vlastní povahy. O jejich pohybech je možné uvažovat pomocí abstraktních forem algebry. Na rozdíl od evropských astronomů nebyli Číňané posedlí představou kruhu jako nejdokonalejšího tvaru... a nepoznali ani středověký „žalář“ křišťálových sfér.

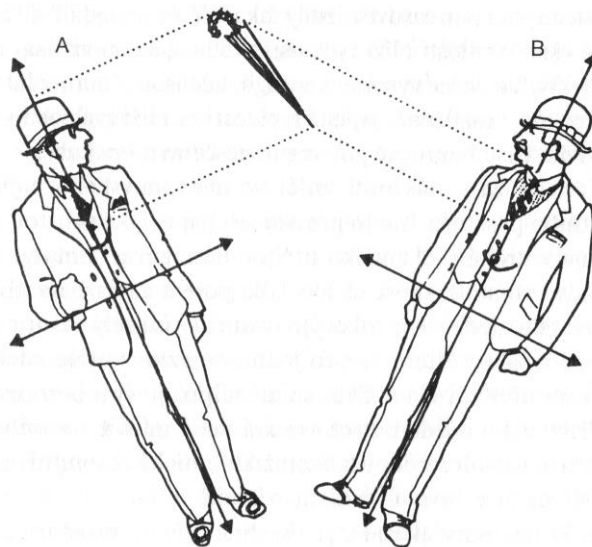
Starým východním filosofům a vědcům byl tedy už vlastní postoj, který je základní i pro teorii relativity, totiž že naše geometrické představy nejsou absolutní a neměnné vlastnosti přírody, ale konstrukce našeho intelektu. Podle slov Ašvaghóši:

Ať je jasné, že prostor není nic jiného než způsob rozčleňování a že sám o sobě reálně neexistuje. Prostor existuje jen ve vztahu k našemu rozčleňujícímu vědomí.

To samé platí i pro naši představu času. Východní mystici spojují představy prostoru a času se zvláštními stavy vědomí. A jelikož se prostřednictvím meditací dokáží dostat za hranice běžného stavu vědomí, uvědomili si, že běžná představa času a prostoru není konečnou pravdou. Představy o prostoru a času, které vyplývají z jejich mystických zkušeností, se v mnohém podobají představám moderní fyziky, jak je popisuje teorie relativity.

Jaký je tedy tento nový pohled na čas a prostor, který přinesla teorie relativity? Je založen na objevu, že veškerá měření času a prostoru jsou relativní. Jistěže, relativita prostorových určení nebyla ničím novým. Už před Einsteinem se dobře vědělo, že polohu nějakého předmětu je možné určit jen ve vztahu k nějakému jinému předmětu. Dělá se to obvykle pomocí tří souřadnic a bod, od kterého se souřadnice měří, je možné považovat za místo pozorovatele.

K ilustraci relativnosti souřadnic si můžeme představit dva pozorovatele vznášející se v prostoru a pozorující deštník, jak je nakresleno na následujícím obrázku. Pozorovatel A vidí paraple po své levici mírně skloněné tak, že jeho horní část je mu bližší. Na druhé straně pozorovatel B vidí deštník po své pravici tak, že jeho horní část je od něj dál. Po rozšíření tohoto dvojrozměrného příkladu na tři rozměry je zřejmé, že všechna prostorová určení, jako „vlevo“, „vpravo“, „nahore“, „dole“, „šikmo“ atd., závisejí na poloze pozorovatele a jsou proto relativní. To bylo známo už dávno před teorií relativity. Ale co se týká času, byla situace v klasické fyzice zcela odlišná. Předpokládalo se, že časové pořadí dvou událostí na nijakém pozorovateli nezávisí, tedy že určení, vztahující se k času, jako „před“, „po“ nebo „současně“ mají význam absolutní, nezávislý na jakémkoli systému souřadnic.



Dva pozorovatelé A a B pozorují dešťník

Podle Einsteina jsou však i časová určení relativní a závisejí na pozorovateli. Dojem, že v běžném životě můžeme události kolem sebe uspořádat do jednoznačného časového sledu, vyplývá z toho, že rychlost šíření světla – $300\,000\text{ km/s}$ – je v porovnání s běžnými rychlostmi tak veliká, že se dá předpokládat, že události pozorujeme ve stejném okamžiku, kdy k nim dochází. To ovšem není pravda, světlu trvá nějakou dobu, než od události doběhne k pozorovateli. Běžně je však tato doba tak krátká, že šíření světla můžeme považovat za okamžité. Avšak když se pozorovatel pohybuje vzhledem k pozorovanému jevu vysokou rychlostí, časový interval mezi výskytem události a jejím pozorováním hraje při určování pořadí jednotlivých událostí klíčovou roli. Einstein si uvědomil, že v tomto případě by pozorovatelé pohybující se různou rychlostí určili časová pořadí událostí rozdílně. Dvě události, které se jeví jednomu pozorovateli jako současné, se mohou jevit ostatním pozorovatelům v různých časových sledech. Při běžných rychlostech jsou tyto časové rozdíly tak malé, že se nedají ani zjistit, když se však rychlosti blíží rychlosti světla, začnou vznikat měřitelné efekty. Ve fyzice vysokých energií, kde jsou těmito událostmi interakce mezi částicemi, jejichž rychlost se blíží rychlosti světla, je relativita času bezpečně potvrzena nesčetnými pokusy.

Relativita času nás nutí vzdát se newtonovského pojmání absolutního prostoru. Tento prostor se chápal jako prostor, který obsahuje v určitém okamžiku určitou konfiguraci hmoty, avšak nyní, když se současnost chápe jako pojem závislý na pohybu pozorovatele, nedá se už takovýto okamžik pro celý vesmír určit. Vzdálená událost, která se pro jednoho pozorovatele odehrává v nějakém určitém okamžiku, se může pro jiného pozorovatele udát dříve nebo později. Proto se ani nedá mluvit v absolutním významu o „vesmíru v daném okamžiku“, nijaký absolutní prostor nezávislý na pozorovateli totiž neexistuje.

Teorie relativity ukázala, že všechna měření prostoru a času ztratila svůj absolutní význam a přinutila nás vzdát se klasičtých pojmů absolutního prostoru a absolutního času. Zásadní význam tohoto vývoje byl jasně vyjádřen Mendelem Sachsem:

Skutečná revoluce, kterou přinesla Einsteinova teorie... spočívá v opuštění představy, že prostoročasová souřadná soustava má objektivní význam jako samostatná fyzikální entita. Namísto této představy teorie relativity vede k závěru, že prostorové a časové souřadnice jsou jen prvky jazyka, který pozorovatel používá na popis svého okolí.

Tato slova současného fyzika ukazují na těsnou souvislost mezi pojmáním prostoru a času v moderní fyzice a u východních mystiků. Ti tvrdí, jak jsme už říkali, že prostor a čas „nejsou nic jiného než jména, způsoby myšlení, běžně užívaná slova“.

Prostor a čas zredukovaly nyní svou roli na subjektivní jazykové prvky, které určitý pozorovatel používá k popisu přírodních jevů. Každý pozorovatel tedy popíše jevy jinak. Aby se z těchto popisů daly odvodit univerzální přírodní zákony, musí se zákony formulovat tak, aby měly stejnou podobu ve všech souřadnicových soustavách, tj. pro všechny pozorovatele v libovolných místech a v libovolných pohybových stavech. Tento požadavek je znám jako princip relativity a stal se výchozím bodem teorie relativity.

Je zajímavé, že zárodek teorie relativity byl obsažen už v paradoxu, na který přišel Einstein, když mu bylo šestnáct. Zkoušel si představit, jak by se světelný paprsek jevil pozorovateli, který by se pohyboval

spolu s ním rychlostí světla. Došel k závěru, že pozorovatel by viděl světelný paprsek jako elektromagnetické pole kmitající sem a tam bez toho, že by se pohybovalo vpřed, tj. aniž by tvořilo vlnu. Avšak fyzika takový jev nezná. Takže mladému Einsteinovi se zdálo, že to, co stojící pozorovatel zaznamenal jako dobře známý elektromagnetický jev – světelnou vlnu – se bude pohybujícím se pozorovateli jevit jako něco, co odporuje zákonům fyziky. Tomu nemohl věřit. Později si uvědomil, že při popisu elektromagnetických jevů je možné vyhovět principu relativity pouze tehdy, když jsou relativní všechna prostorová a časová určení. Zákony mechaniky, podle nichž se řídí jevy spojené s pohybujícími se tělesy, stejně jako zákony elektrodynamiky (teorie elektřiny a magnetismu) je pak možné formulovat ve společném relativistickém rámci, v němž se ke třem prostorovým souřadnicím připojuje souřadnice čtvrtá – čas, který je ve vztahu k pozorovateli relativní.

Abychom si ověřili, jestli nějaká teorie vyhovuje principu relativity, tj. jestli její rovnice vypadají stejně ve všech souřadnicových soustavách, musíme být schopni převést prostorová a časová určení z jednoho referenčního rámce, z jedné souřadnicové soustavy, do soustavy jiné. Tyto transformace byly dobře známé a široce používané už v klasické fyzice. Například transformace mezi dvěma souřadnicovými soustavami zobrazenými na obrázku dvou mužů s deštníkem vyjadřuje každou ze dvou souřadnic pozorovatele A (jednu vodorovnou a jednu svislou, jak ukazuje kříž se šipkami) jako kombinaci souřadnic druhého pozorovatele B a obráceně. Transformaci můžeme přesně vyjádřit pomocí elementární geometrie.

V relativistické fyzice však vzniká situace nová, protože ke třem prostorovým souřadnicím se jako čtvrtá souřadnice přidává souřadnice časová. Jelikož transformace mezi jednotlivými souřadnicovými soustavami vyjadřuje každou souřadnici jedné soustavy jako kombinaci souřadnic soustavy druhé, prostorová souřadnice jedné soustavy se bude v druhé soustavě obecně jevit jako kombinace souřadnic prostorových a souřadnice časové. To je skutečně zcela nová situace. Každá změna souřadnicových soustav spojuje prostor a čas matematicky přesně definovaným způsobem. A tak už není možné oddělovat prostorové a časové, neboť to, co je pro jednoho pozorovatele prostorem, pro druhého bude směsí prostoru s časem. Teorie relativity ukázala, že prostor není trojrozměrný a čas netvoří

nějakou od prostoru oddělenou entitu. Jsou úzce a neoddělitelně svázány a tvoří čtyřrozměrné kontinuum, které se nazývá „prostorčas“. Pojem prostorochasu uvedl Herman Minkowski ve své slavné přednášce roku 1908 těmito slovy:

Názory na prostor a čas, které vám tu chci představit, vytryskly z půdy experimentální fyziky, a v ní spočívá jejich síla. Jsou radikální. Od nynějška jsou samotný prostor a samotný čas odsouzeny vyblednout na pouhé stíny a jen určitý druh jejich spojení si zachovává nezávislou realitu.

Pojmy prostoru a času jsou pro popis přírodních jevů tak základní, že jejich modifikace znamená změnu celého rámce, který užíváme ve fyzice pro popis přírody. V tomto novém rámci zacházíme s prostorem a časem na stejném základě, čas a prostor jsou neoddělitelně propojeny. V relativistické fyzice nemůžeme nikdy mluvit o prostoru a nemluvit současně o čase a naopak. Tento nový rámec se musí použít vždy, když se popisují jevy, které se týkají vysokých rychlostí.

Úzké spojení mezi prostorem a časem bylo v astronomii známé už dávno před teorií relativity. Astronomové a astrofyzikové se zabývají obrovskými vzdálenostmi, a proto je pro ně důležité uvažovat, že k tomu, aby se světlo dostalo od pozorovaného objektu k pozorovateli, potřebuje nějaký čas. Protože rychlost světla je konečná, astronom nikdy nepozoruje vesmír v současném stavu, ale vždy hledí zpět do minulosti. Světlu trvá osm minut, než se dostane od Slunce k Zemi, a proto Slunce vždy pozorujeme takové, jaké bylo před osmi minutami. Podobně vidíme nejbližší hvězdu takovou, jak vypadala před čtyřmi roky. A pomocí výkonných dalekohledů můžeme pozorovat galaxie, jak vypadaly před miliony let.

Konečná rychlost světla však není pro astronomy nevýhodou, spíš naopak. Umožňuje jim totiž pozorovat vývoj hvězd, hvězdokup a galaxií ve všech stádiích jenom tím, že se dívají do různě vzdáleného prostoru, a tak i do minulosti. Všechny typy astronomických jevů, ke kterým docházelo během milionů let, můžeme dnes pozorovat na různých místech oblohy. Astronomové si na toto důležité propojení mezi prostorem a časem zvykli. A teorie relativity říká, že toto spojení není důležité jen při velkých vzdálenostech, ale i v případech

vysokých rychlostí. Dokonce ani tady na Zemi není měření vzdálenosti na čase nezávislé, závisí na určení pohybového stavu pozorovatele.

Jak jsem se už v minulé kapitole zmínil, má sjednocení prostoru a času za následek sjednocení dalších základních pojmů. Toto jednotící hledisko je nejcharakterističtějším rysem relativistické koncepce. Pojmy, které se zdály být v nerelativistické fyzice nezávislé, se tu najednou jeví jako různé stránky téhož konceptu. Tento rys dává relativistickému pohledu mimořádnou matematickou eleganci a krásu. Během dlouholeté práce se fyzikové důkladně seznámili s matematickým formalismem teorie a ocenili její eleganci. Intuitivnímu pochopení této teorie to však bůhvíjak nepomohlo. Se čtyřrozměrným prostorem totiž nemáme žádnou smyslovou zkušenost, a to se týká i ostatních relativistických konceptů. Kdykoli studujeme jevy související s vysokými rychlostmi, shledáváme velmi obtížným vyrovnat se s nimi na úrovni intuitivního pochopení i na úrovni svého běžného jazyka.

V klasické fyzice se například předpokládalo, že tyč má vždy stejnou délku, ať je v klidu nebo v pohybu. Teorie relativity však ukázala, že to není pravda. Délka předmětu závisí na jeho rychlosti vůči pozorovateli a mění se s rychlostí. Změna je taková, že se předmět stlačuje ve směru pohybu (kontrakce délek). Tyč má maximální délku v souřadné soustavě, v níž se nepohybuje a zkracuje se se vzrůstající rychlostí vzhledem k pozorovateli. V pokusech, kde se částice srážejí extrémně vysokými rychlostmi, je relativistická kontrakce délek tak veliká, že kulové částice nabývají tvar placky.

Je důležité si uvědomit, že nemá smysl se ptát, jaká je skutečná délka předmětu, stejně jako v běžném životě nemá smysl se ptát, jaká je skutečná délka stínu nějaké osoby.⁵ Stín je projekcí bodů trojrozměrného prostoru na dvourozměrnou rovinu a jeho délka závisí na úhlu promítání. Podobně je i délka pohybujícího se předmětu jen projekcí bodů čtyřrozměrného prostoročasu do trojrozměrného prostoru a liší se v různých souřadných soustavách.

To, co platí pro délky, platí i pro časové intervaly. I ty závisí na soustavě souřadnic, avšak na rozdíl od prostorových vzdáleností se s rostoucí rychlostí vzhledem k pozorovateli prodlužují. To znamená,

⁵ Skvělejší příměr! HV.

že pohybující se hodiny jdou pomaleji, čas se zpomaluje. To se týká hodin různých typů, mechanických, atomových a dokonce i tepu lidského srdce. Kdyby se jedno z dvojčat – bratrů – vydalo na rychlý okružní výlet vesmírem, po návratu domů by bylo mladší než jeho bratr, protože všechny jeho „hodinky“ – jeho tlukot srdce, proudění krve i mozkové vlny atd. – by se z pohledu člověka na Zemi zpomalily. Sám cestovatel nezpozoruje nic divného, avšak po svém návratu náhle zjistí, že jeho bratr je nyní mnohem starší. Tento „paradox dvojčat“ je snad nejznámějším paradoxem moderní fyziky. Vyprovokoval prudké diskuze ve vědeckých časopisech, z nichž některé pokračují dodnes. Je to výmluvný důkaz toho, že skutečnost, jak ji popisuje teorie relativity, nelze snadno pochopit běžným rozumem.

Zpomalení pohybujících se hodin zní sice neuvěřitelně, ve fyzice elementárních částic je však dobře ověřitelné. Většina subjaderných částic je nestálá, po nějaké době se rozpadají na částice jiné. Četné pokusy potvrdily, že doba života takové nestabilní částice závisí na jejím pohybovém stavu. Se zvyšující se rychlostí se přitom prodlužuje. Částice, které se pohybují rychlostí 80 % rychlosti světla, mají dobu života asi 1,7násobnou, při rychlosti 99 % rychlosti světla pak žijí v průměru dokonce sedmkrát déle než jejich „pomalá dvojčata“. To ale opět neznamená, že se mění „vnitřní“ doba života částice, z hlediska částice samé je její délka života stejná, jen z pohledu pozorovatele v laboratoři se její „vnitřní hodiny“ zpomalily, a proto žije déle.

Všechny tyto relativistické efekty se nám zdají nezvyklé proto, že čtyřrozměrný prostoročasový svět nedokážeme vnímat svými smysly, pozorovat můžeme jen jeho třírozměrné „obrazy“. V různých souřadných soustavách mají tyto obrazy různé podoby; pohybující se předměty vypadají jinak než předměty v klidu a pohybující se hodiny jdou jinak rychle. Tyto jevy se nám budou zdát paradoxní, dokud si neuvědomíme, že to jsou jen projekce čtyřrozměrných jevů do třírozměrného světa, stejně jako stíny jsou projekce třírozměrných předmětů. Kdybychom byli schopni čtyřrozměrnou prostorovou skutečnost znázornit, nebylo by už na ní paradoxního nic.

Jak jsme už viděli, zdá se, že východní mystici jsou schopni dosáhnout změněného stavu vědomí, ve kterém transcendují třírozměrný svět každodenního života a zažívají vyšší, vícerozměrnou

skutečnost. Tak Aurobindo hovoří o „jemné změně způsobující to, že zrak vnímá jakýsi čtvrtý rozměr“. Dimenze, které se týkají těchto změněných stavů vědomí, nemusí být ovšem ty samé jako ty, s nimiž máme co do činění v relativistické fyzice. Je však zarážející, že přivedly mystiky k takovým představám o prostoru a času, které se velmi podobají koncepcím vyplývajícím z teorie relativity.

Zdá se, že celé východní mystice je vlastní silná intuice týkající se prostoročasové povahy skutečnosti. Znovu a znovu se tu zdůrazňuje fakt, že prostor a čas jsou neoddělitelně spojené, podobně jako v relativistické fyzice. Tuto intuitivní představu o prostoru a času snad nejlépe vyjádřil a nejdalekosáhleji rozpracoval buddhismus. Týká se zvláště školy Avatamsaka mahájánového buddhismu. *Avatamsaka-sútra*, ze které tato škola vychází, podává živý popis toho, jak je svět vnímán ve stavu osvícení. V této sútře se opakovaně zdůrazňuje uvědomění si vzájemného pronikání prostoru a času, které se chápe jako nevyhnutelný rys osvíceného stavu mysli, a které je i dokonalým popisem prostoročasu. Podle slov T. D. Suzukiho:

Význam Avatamsaki a její filosofie je nesrozumitelný, pokud někdy nezažijeme... stav úplného splynutí, kdy mizí hranice mezi myslí a tělem, subjektem a objektem. .. Díváme se kolem sebe a vnímáme, že... každý předmět souvisí s každým jiným předmětem... nejen prostorově, ale i časově... Podle ryzí zkušenosti není prostor bez času a čas bez prostoru; prostor a čas se navzájem prolínají.

Relativistická koncepce prostoročasu by se sotva dala popsat lépe. Při porovnávání Suzukiho výroku a citovaných slov Minkovského je pozoruhodné, že fyzik i buddhista zdůrazňují skutečnost, že jejich chápání prostoročasu vychází ze zkušenosti. Na jedné straně ze zkušenosti založené na experimentech a na druhé straně na zkušenosti mystické.

Domnívám se, že časová intuice východní mystiky je jedním z hlavních důvodů, proč její pohled na přírodu se zdá mnohem lépe odpovídající moderním vědeckým názorům, než názory většiny řeckých filosofů. Řecká přírodní filosofie byla jako celek v podstatě statická a ve velké míře založená na geometrickém uvažování. Dalo by se říci, že byla krajně „nerelativistická“ a její silný vliv na západní

myšlení může být jednou z příčin našich velikých pojmových těžkostí s pojmáním relativistických modelů v moderní fyzice. Na druhé straně filosofie východní mají prostoročasový charakter, a proto se jejich intuice často blíží pohledům na přírodu, které plynou z moderních relativistických teorií.

Moderní fyzika i východní mystika si uvědomují, že prostor a čas jsou úzce propojeny a prostupují se. Proto jsou jejich pohledy na svět vnitřně dynamické a vycházejí z pojmů času a změny jako ze základních prvků. Tento bod představuje druhé hlavní téma, ke kterému se při porovnávání fyziky a východní mystiky budeme neustále vracet (prvním tématem je přitom jednota všech věcí a událostí). Podrobněji jej probereme v následující kapitole. Při studiu relativistických modelů a teorií moderní fyziky uvidíme, že všechny jsou působivou ilustrací dvou základních složek východního světónázoru – základní jednoty vesmíru a jeho vnitřní dynamické povahy.

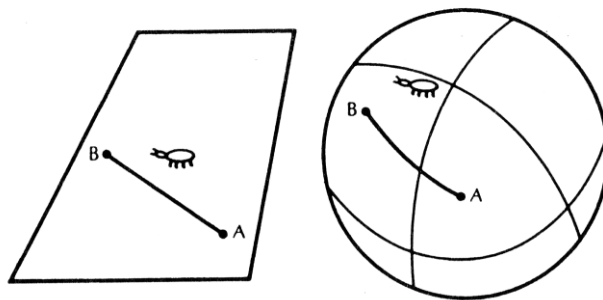
Teorie relativity, o které jsme dosud mluvili, je známa jako speciální teorie relativity. Poskytuje všeobecný rámec pro popis jevů souvisejících s pohybujícími se tělesy a s elektřinou a magnetismem. Základem tohoto pojetí je relativita prostoru a času a jejich sjednocení do čtyřrozměrného prostoročasu.

V obecné teorii relativity se rámec speciální teorie rozšiřuje tak, že zahrnuje gravitaci. Podle obecné teorie relativity gravitace způsobuje zakřivení prostoročasu. To se dá představit jen těžko. Lehce si však představíme dvojrozměrný zakřivený povrch, například povrch vajíčka, protože takové zakřivené povrchy vidíme v trojrozměrném prostoru. Pro dvojrozměrné zakřivené povrchy je tedy význam slova „zakřivení“ celkem jasný, když však jde o prostor třírozměrný, nebo dokonce čtyřrozměrný prostoročas, naše obrazotvornost nás už opouští. Na třírozměrný prostor se totiž nedokážeme podívat z vnějšku, a tak si neumíme představit, jak může být v nějakém směru zakřiven.

Abychom pochopili, co znamená pojem „zakřivený prostoročas“, musíme se obrátit k analogii, k dvourozměrné zakřivené ploše. Představme si například povrch koule. Klíčovým momentem naší analogie s prostoročasem je to, že zakřivení je vnitřní vlastností tohoto povrchu a dá se měřit, aniž se obracíme do trojrozměrného prostoru. Kdyby žil na takovémto povrchu nějaký dvojrozměrný hmyz,

neschopný vnímat třírozměrný prostor, bude přesto schopen zjistit, že povrch, na kterém žije, je zakřivený, bude-li ovšem ovládat geometrii.

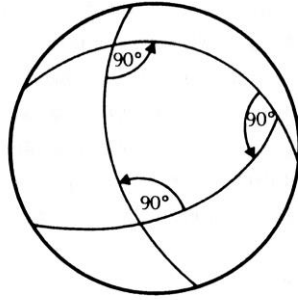
Abychom viděli, jak se k takovému zjištění dá dospět, musíme porovnat geometrii svého dvojrozměrného hmyzu žijícího na kouli s geometrií podobného hmyzu žijícího na rovném povrchu. Tito dva brouci začnou své studium geometrie tím, že narýsují přímku, která je definována jako nejkratší spojení mezi dvěma body. Výsledek vidíme na následujícím obrázku.



Kreslení „přímky“ na rovině a na kouli

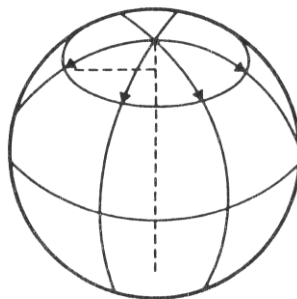
Je zřejmé, že brouk na rovném povrchu nakreslil pěknou rovnou čáru. Co však nakreslil brouk na kouli? I pro něho je čára, kterou narýsoval, nejkratší spojnici mezi dvěma body A a B, neboť každá jiná čára, kterou by nakreslil, by byla delší. Z našeho vnějšího pohledu ji však vidíme jako křivku (oblouk hlavní kružnice).

Předpokládejme nyní, že naši dva brouci studují vlastnosti trojúhelníku. Brouk žijící na rovině změří, že součet úhlů trojúhelníku jsou dva pravé úhly, brouk žijící na kouli však zjistí, že součet úhlů jeho trojúhelníku je větší než 180° . Když je trojúhelník malý, je tento rozdíl nepatrný, když se však trojúhelník zvětšuje, zvětšuje se i součet jeho úhlů.



Na kouli může existovat trojúhelník s třemi pravými úhly

A v krajním případě dokáže náš brouk na kouli dokonce nakreslit na kouli trojúhelník se třemi pravými úhly. Necht' naši brouci kreslí kružnice a měří jejich obvody. Brouk na rovině samozřejmě zjistí, že obvod kružnice je vždy 2π krát větší než její poloměr, a to nezávisle na velikosti kružnice. Na druhé straně brouk na kouli změří, že obvod kružnice je vždy menší než 2π krát poloměr. Jak je z obrázku vidět, náš trojrozměrný pohled nám umožňuje vidět, že to, co brouk nazývá poloměrem kružnice, je ve skutečnosti křivka, která je vždy delší, než skutečný poloměr kružnice.



Kreslení kružnice na kouli

Kdyby oba brouci dále pokračovali ve studiu geometrie, brouk na rovině by objevil axiomy a zákony eukleidovské geometrie, avšak jeho kolega na kouli by objevil zákony jiné. Pro malé geometrické útvary by tyto rozdíly byly malé, leč se zvětšujícími se rozměry se jejich odlišnosti zvětší. Příklad dvou brouků ukazuje, že se vždy dá určit, jestli je povrch zakřivený nebo není: stačí provést na povrchu geometrická měření a dosažené výsledky porovnat s předpokládanými výsledky plynoucími z eukleidovské geometrie. Když se objeví nesouhlas, povrch je zakřivený. A čím větší tento nesouhlas bude (pro danou velikost obrazce), tím bude i toto zakřivení silnější.

Stejně můžeme definovat zakřivený třírozměrný prostor, tedy takový prostor, pro který neplatí Euklidova geometrie. Zákony tu budou jiné, neeukleidovské. Takovou neeukleidovskou geometrii zavedl v 19. století matematik Georg Reimann jako čistě matematický koncept. A za takový byla považována až do doby, kdy Einstein publikoval převratný názor, že trojrozměrný prostor, ve kterém žijeme, je skutečně zakřivený. Podle Einsteinovy teorie způsobují zakřivení prostoru gravitační pole velmi hmotných těles. V místech, kde je hmotný objekt, je okolní prostor zakřivený a stupeň tohoto zakřivení, tj. míra „odchyly od Eukleida“ závisí na hmotnosti tohoto objektu.

Rovnice, které popisují vztah mezi zakřivením prostoru a rozdělením hmotnosti v tomto prostoru, se nazývají Einsteinovy rovnice pole. Dají se použít nejen na určení místních změn křivosti v sousedství hvězd a planet, ale i na zjištění celkového zakřivení prostoru ve velkém měřítku. Jinými slovy, Einsteinovy rovnice je možné použít na určení struktury vesmíru jako celku. Neposkytují však naneštěstí jednoznačnou odpověď. Mají totiž několik matematických řešení, a tato řešení představují rozdílné modely vesmíru, které zkoumá kosmologie. O některých z nich se zmíníme v příští kapitole. Volba toho správného modelu je hlavním úkolem dnešní kosmologie.

Protože v teorii relativity se nedá prostor nikdy oddělit od času, zakřivení působené gravitací není možné omezit na třírozměrný prostor, ale musí být rozšířeno na čtyřrozměrný prostoročas. A to je vlastně to, co předpovídá obecná teorie relativity. V zakřiveném prostoročase ovlivňuje zakřivení nejen vztahy prostorové, popisované geometrií, ale i délky časových intervalů. Čas už neplyne rovnoměrně jako v „plochém“ prostoročase. Jelikož se zakřivení mění na různých místech podle rozložení hmotných těles, mění se i rychlost plynutí času. Je však důležité si uvědomit, že tuto změnu v rychlosti času mohou zjistit jen pozorovatelé, kteří jsou na jiném místě než použité hodiny. Kdyby se např. nějaká pozorovatelka odebrala na místo, kde čas plyne pomaleji, zpomalily by se také všechny její hodiny, a ona by nemohla tento jev zaregistrovat.

V našem pozemském prostředí jsou účinky gravitace na prostor a čas tak malé, že jsou zanedbatelné, avšak v astrofyzice, která se zabývá tělesy s obrovskými hmotnostmi, jako jsou planety, hvězdy a

galaxie, je zakřivení prostoročasu důležitým jevem. Dosud všechna pozorování Einsteinovu teorii potvrdila, a to nás nutí akceptovat myšlenku, že prostor je skutečně zakřivený. Nejsilnější efekty zakřivení prostoročasu se projevují během gravitačního kolapsu velmi hmotné hvězdy. Podle současných astrofyzikálních teorií se každá hvězda dostává během svého vývoje do stavu, při kterém kolabuje. To znamená, že se vlivem vzájemné gravitační přitažlivosti svých částic hroučí do sebe. Protože se přitažlivost silně zvyšuje s klesající vzdáleností mezi částicemi, tento kolaps se urychluje. Pokud má hvězda dostatečnou hmotnost, více než asi dvojnásobek hmotnosti Slunce, žádný známý fyzikální proces už nemůže zabránit tomu, aby se zhroutila úplně.

Když se hvězda hroučí, její hustota roste a stále se zvětšuje i gravitační síla na jejím povrchu. Tím se i prostoročas kolem ní stále víc zakřivuje. A protože se zesiluje síla gravitace na jejím povrchu, je stále obtížnější se od ní odpoutat. Hvězda může dosáhnout i stadia, když už jí nic nemůže opustit, dokonce ani světlo. Pak říkáme, že se okolo zkolabované hvězdy vytvořil horizont událostí, protože od ní už nemůžeme přijmout žádný signál, který by podal zprávu vnějšímu světu. Okolní prostoročas je tak silně zakřiven, že je uvězněno i všechno světlo, které pak nemůže povrch opustit, a hvězdu už nemůžeme spatřit. Z tohoto důvodu ji nazýváme „černá díra“. Na základě teorie relativity byla existence černých děr předvídána už od roku 1916. Dnes se černé díry těší velké pozornosti, protože některá nová pozorování mohou ukazovat na existenci masivních hvězd pohybujících se kolem neviditelných partnerů, které by mohly být právě černými děrami.

Černé díry patří mezi nejzáhadnější a nejúžasnější objekty zkoumané současnou astrofyzikou a nejefektivnějším způsobem ilustrují závěry teorie relativity. Silné zakřivení prostoru v jejich okolí nejen že brání světlu, aby k nám proniklo, ale stejně pozoruhodný účinek má i na čas. Kdyby byly umístěny na povrchu kolabující hvězdy hodiny vysílající signály, pozorovali bychom tím větší zpomalení těchto signálů, čím více by se povrch blížil horizontu událostí. Jakmile by se hvězda stala černou dírou, přestaly by k nám signály přicházet úplně. Pro vnějšího pozorovatele se při kolapsu zpomaluje běh času na povrchu hvězdy a na horizontu událostí se čas zastavuje zcela. Z hlediska vnějšího pozorovatele proto trvá úplný kolaps hvězdy

nekonečně dlouhou dobu. Avšak hvězda sama při svém hroucení pod horizont událostí neprožívá nic zvláštního. Čas na ní plyne normálně, kolaps po určité době skončí a hvězda bude zkolabovaná do hmotného bodu o nekonečné hustotě. Takže můžeme formulovat otázku: jak dlouho vlastně kolaps trvá? Konečnou dobu, nebo je nekonečně dlouhý? V teorii relativity však taková otázka nedává smysl. Doba života kolabující hvězdy, stejně jako ostatní časové intervaly, jsou relativní a závisí na souřadné soustavě pozorovatele.

V obecné teorii relativity se vůbec neuvažuje o času a prostoru jako o absolutních nezávislých entitách. Nejen že jsou veškerá měření času a prostoru relativní vzhledem k pohybovému stavu pozorovatele, ale celá struktura prostoročasu závisí nerozlučně na rozložení hmoty. V různých částech vesmíru je zakřivení prostoru různé a čas plyne různou rychlostí. Tím jsme dospěli k pochopení, že naše představy a trojrozměrném eukleidovském prostoru a lineárním plynutí času jsou omezeny jen na rámec naší běžné zkušenosti, a za tímto rámcem musí být zcela opuštěny.

I východní mudrci mluví o rozšíření svého vnímání světa ve vyšších stavech vědomí a tvrdí, že z těchto stavů vyplývá radikálně odlišné prožívání prostoru a času. Zdůrazňují nejen to, že se při meditaci dostávají za běžný třírozměrný prostor, ale dokonce, že transcendují běžné uvědomování si času. Místo lineární následnosti okamžiků prožívají prý nekonečnou, bezčasovou, a přece dynamickou přítomnost. V následujících ukázkách tři východní mystici hovoří o zážitku tohoto „věčného teď“. Je to taoistický mudrc Čuang-´c, šestý zenový patriarcha Chuej-neng a současný buddhistický badatel D. T. Suzuki.

*Zapomeňme na plynutí času, zapomeňme na rozpory v názorech.
Obraťme se*

k nekonečnu a zaujměme v něm svého místa.

Čuang-´c

Absolutní klid je současný okamžik. Ačkoli je to v této chvíli, tato chvíle nemá hranice, a v tom je věčné potěšení.

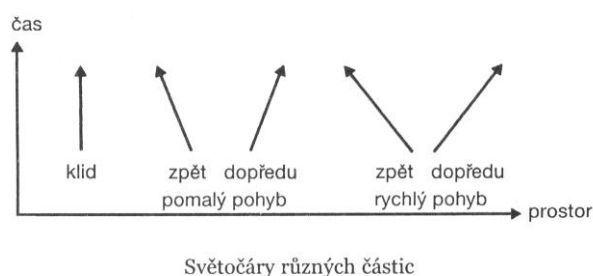
Chuej-neng

V tomto duchovním světě se čas nedělí na minulost, přítomnost a budoucnost, tyto části se smrštily do jediné přítomné chvíle, ve které se chvěje život ve svém pravém smyslu... V tomto okamžiku osvětlení jsou sbaleny minulost i budoucnost, a tento přítomný okamžik není ničím nehybně stojícím se vším, co obsahuje, neboť se ustavičně pohybuje vpřed.

D. T. Suzuki

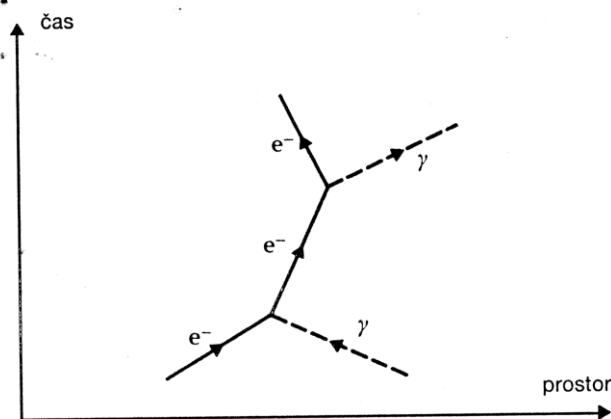
Mluvit o prožívání bezčasové přítomnosti je téměř nemožné, neboť všechna slova, jako „bezčasový“, „přítomný“, „minulý“, „chvíle“ atd. se vztahují k běžné představě času. Proto je nesmírně obtížné pochopit, co tu mají mystikové na mysli. Zde opět může moderní fyzika naše pochopení usnadnit. Můžeme ji použít i ke grafické ilustraci toho, jak teorie transcendují běžné představy o čase.

V relativistické fyzice se historie nějakého objektu, řekněme částice, dá zobrazit v prostoročasovém grafu (viz následující obrázky). V takovýchto grafech vodorovná souřadnice představuje prostor a svislá čas. Dráha částice v prostoročasu se nazývá „světočára“. Částice se pohybuje v čase, i když je v klidu, její světočárou je pak svislice. Když se částice pohybuje v prostoru, její světočára bude skloněná tím víc, čím rychleji se bude pohybovat. Všimněme si, že v čase se mohou částice pohybovat jen „nahoru“, ale v prostoru „dozadu“ i „dopředu“. Jejich světočáry se mohou vzhledem k svislici různě naklánět, nemohou však nikdy být zcela vodorovné, protože by to znamenalo, že částice k pohybu z jednoho místa na druhé nepotřebuje žádný čas.



V relativistické fyzice se prostoročasové grafy používají na zobrazení interakcí mezi částicemi. Pro každý proces můžeme

nakreslit graf a spojit ho s určitým matematickým popisem., který vyjadřuje pravděpodobnost uskutečnění daného procesu. Například graf na následujícím obrázku představuje srážku (rozptyl mezi elektronem a fotonem. Tento graf se čte následujícím způsobem (zezdola nahoru, podle směru času): elektron (označení e^- , protože má záporný náboj) se sráží s fotonem (označeným γ). Foton je absorbován elektronem, který pokračuje ve své dráze změněnou rychlostí (odlišný sklon světočáry). Po chvíli elektron opět foton emituje a změni směr svého pohybu.

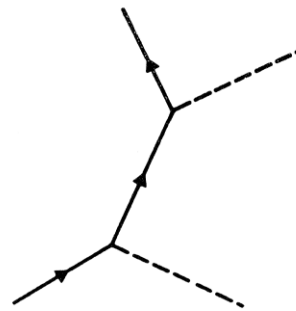


Rozptyl elektron-foton

Teorie tvořící vhodný rámec pro tyto časoprostorové diagramy a pro jejich matematický popis se nazývá kvantová teorie pole. Patří mezi hlavní relativistické teorie moderní fyziky, jejíž hlavní pojmy rozebereme později. Pro naše diskuse o prostoročasových diagramech nám zatím postačí, když se seznámíme s dvěma charakteristickými rysy této teorie. Prvním je skutečnost, že všechny interakce (jako absorpce a emise fotonu v našem grafu) způsobují vznik a zánik částice. Druhým rysem je základní symetrie mezi částicemi a antičásticemi. Ke každé částici existuje antičástice se stejnou hmotností a opačným nábojem. Například antičásticí k elektronu je pozitron, obvykle označený jako e^+ . Foton, který je bez náboje, je svou vlastní antičásticí. Z fotonů mohou spontánně vzniknout páry elektron-pozitron a páry elektron-pozitron se zase mohou přeměnit na fotony v obráceném procesu, v tzv. anihilaci.

Když si osvojíme následující trik, prostoročasové diagramy se velmi zjednoduší. Šipka na světočáře se už nepoužívá na označení

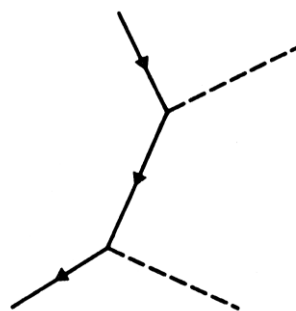
směru pohybu částice (což by bylo i zbytečné, neboť všechny částice se pohybují v čase dopředu, tedy v grafu nahoru).



Rozptyl elektron-foton

Místo toho se šipka používá na to, aby se odlišily částice od antičástic. Když míří nahoru, označuje částici (například elektron e^- , když dolů, pak označuje antičástici (např. pozitron e^+). Foton, který je svou vlastní antičásticí, se znázorňuje světočárou bez šipky. Díky tomuto označení můžeme vypustit označení písmeny, čáry se šipkami představují elektrony, čáry bez šipek fotony

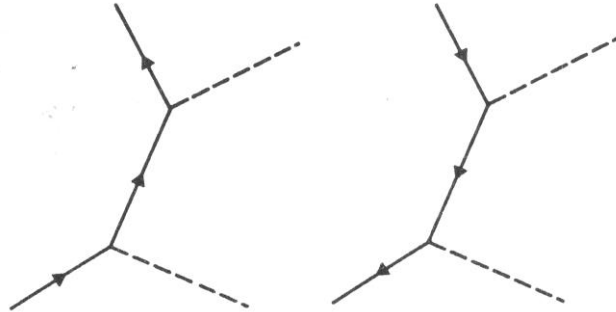
Abychom diagramy dále zjednodušili, můžeme vynechat i souřadnicové osy prostoru a času. Musíme si jen pamatovat, že čas směřuje zdola nahoru a prostor se označuje na vodorovném směru zleva doprava.



Rozptyl pozitron-foton

Výsledný prostoročasový graf pro elektronofotonový rozptyl pak vypadá takto:

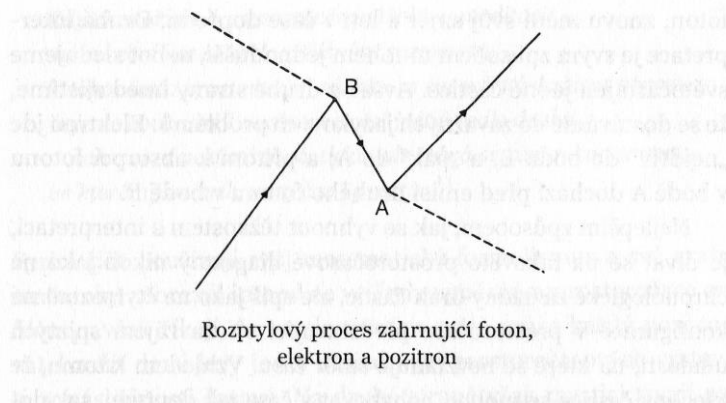
Jestliže chceme zobrazit rozptyl mezi fotonem a pozitronem, můžeme nakreslit stejný graf, ale s obrácenými šipkami.



Až dosud nebylo v naší diskusi o prostoročasových diagramech nic divného. Četli jsme je zdola nahoru podle své běžné představy lineárního plynutí času. S diagramy obsahujícími pozitronové čáry je však spojená zvláštnost – viz zobrazení rozptylu pozitron-foton. Matematický formalismus teorie pole předpokládá, že tyto čáry je možné interpretovat dvojím způsobem: buď jako pozitrony pohybující se v čase dopředu, nebo jako elektrony, *které se však pohybují v čase dozadu!* Tyto interpretace jsou po matematické stránce totožné: antičástice pohybující se z minulosti do budoucnosti a částice pohybující se opačně jsou popisovány stejným matematickým výrazem.

Na naše dva grafy pak můžeme nahlížet jako na zobrazení toho samého procesu, který se však odvíjí v čase dvěma směry. Pokaždé je to možné interpretovat jako rozptyl elektronů a fotonů, v jednom případě se částice pohybují v čase dopředu, v druhém případě dozadu. Relativistická teorie vzájemné interakce částic tak vykazuje úplnou symetrii vzhledem ke směru času. Všechny prostoročasové diagramy je možné číst oběma směry. Pro každý proces existuje ekvivalentní proces s obráceným směrem času a s antičásticemi místo částic.

Abychom pochopili, co tento překvapující rys světa elementárních částic přináší našemu pohledu na prostor a čas, všimněme si procesu zobrazeného na následujícím diagramu.



Pokud jej budeme číst běžným způsobem, tj. zdola nahoru, budeme ho interpretovat tak, že elektron (plná čára) a foton (přerušovaná čára) se k sobě přibližují; v bodě A foton vytváří elektronpozitronový pár, elektron odletí doprava a pozitron doleva; pozitron se potom v bodě B sráží s prvním elektronem, navzájem anihilují a vytvářejí foton, který odletí doleva. Avšak proces můžeme interpretovat jako interakci dvou fotonů s jedním elektronem, který se pohybuje nejdřív v čase dopředu, pak dozadu a pak zase dopředu. Při této interpretaci jen sledujeme po celé dráze šipky na elektronové čáře, elektron letí k bodu B, kde emituje foton a obrací svůj směr tak, aby šel v čase nazpět do bodu A; tam absorbuje původní foton, znovu změní svůj směr a letí v čase dopředu. Druhá interpretace je svým způsobem mnohem jednodušší, neboť sledujeme světočáru jen jedné částice. Avšak z druhé strany hned zjistíme, že se dostáváme do závažných jazykových problémů. Elektron jde „nejdřív“ do bodu B a „pak“ do A.; a přitom k absorpci fotonu v bodě A dochází před emisí druhého fotonu v bodě B.

Nejlepším způsobem, jak se vyhnout těžkostem s interpretací, je dívat se na takovéto prostoročasové diagramy nikoli jako na chronologické záznamy drah částic, ale spíš jako na čtyřrozměrné konfigurace v prostoročase představující síť navzájem spjatých událostí, na které se nevztahuje směr času. Vzhledem k tomu, že všechny částice se mohou pohybovat v čase jak dopředu, tak dozadu, stejně jako se mohou pohybovat v prostoru doprava i doleva, nemá nijaký smysl zavádět do grafů jednosměrný tok času. Jsou to prostě čtyřrozměrné mapy vyznačené v prostoročase tak, že se nedá mluvit o žádné časové následnosti. Jak řekl Louis de Broglie:

V prostoročasu je vše, co pro každého z nás představuje minulost, přítomnost a budoucnost, dané celé najednou, en bloc... Jak uplyývá každému pozorovateli čas, odhaluje nové vrstvy prostoročasu. Jeví se mu jako za sebou následující stránky hmotného světa, ačkoli ve skutečnosti soubor událostí tvořících prostoročas existuje dříve, než je on pozná.

A toto je plný význam prostoročasu v relativistické fyzice. Prostor a čas jsou zcela ekvivalentní; jsou sjednocené do čtyřrozměrného kontinua, ve kterém se interakce částic mohou rozvinout každým směrem. Když chceme tyto interakce nakreslit, musíme je zobrazit na jednom čtyřrozměrném záběru, který pokrývá celý časový i prostorový úsek. Abychom se správně vcítili do relativistického světa částic, musíme „zapomenout na plynutí času“, tak jak říká Čuang-c'. A toto je důvod, proč prostoročasové diagramy teorie pole mohou být užitečnou analogií prostoročasového zážitku východního mystika. Význam analogie je zřejmý z následujících poznámek lamy Góvindy, které se týkají buddhistické meditace:

Když hovoříme o prostorovém zážitku v meditaci, máme co dělat se zcela odlišným rozměrem... V takovémto prostorovém zážitku se časová následnost přeměňuje do současné koexistence věcí jedné vedle druhé... avšak ani ta nezůstává statická, ale stává se živým kontinuem, ve kterém jsou zahrnuty čas i prostor.

Fyzici sice používají svůj matematický formalismus a své grafy na to, aby zobrazili interakce ve čtyřrozměrném časoprostoru *en bloc*, avšak říkají, že ve skutečném světě může každý pozorovatel zažít dané jevy jen v následnosti časové. Na druhé straně však mystici trvají na tom, že dokáží skutečně prožít celý rozsah prostoročasu, kdy čas už neplyne. Zenový mistr Dógen říká:

*Většina lidí věří, že čas plyne;
ve skutečnosti však stojí tam, kde je.
Tuto představu o plynutí mohou nazvat časem,
avšak tato představa je nesprávná,
neboť když člověk vidí čas jen jako plynoucí,
nemůže pochopit, že stojí přesně tam, kde je.*

Mnoho východních mistrů zdůrazňuje, že myšlenka se musí odehrávat v čase, představa může však čas transcendovat.

*Představa,
říká Góvinda,
se váže na prostor vyššího rozměru, a tedy na bezčasovost.*

Prostoročas relativistické fyziky je podobný bezčasovému prostoru vyššího rozměru. Všechny události jsou v něm vzájemně propojeny, avšak jejich sepětí není příčinné. Interakce částic je možné vysvětlit jako příčiny a následky jen tehdy, když se prostoročasové grafy čtou určitým směrem, tj. zdola nahoru. Když se však berou jako čtyřrozměrné konfigurace bez toho, že by se s nimi spojoval nějaký určitý směr času, není žádného „předtím“ a „potom“, a není tedy ani žádné příčinnosti.

Podobně východní mystici tvrdí, že při transcendenci času transcendují i svět příčin a následků. Podobně jako naše běžné představy o prostoru a čase je i příčinnost omezená na určitou naši zkušenost se světem. Když se tato zkušenost rozšíří, je třeba se pojmu příčinnosti vzdát. Podle slov svámího Vivékánandy:

*Čas, prostor a příčinnost jsou jako brýle,
přes které vidíme Absolutno...
v Absolutnu není ani čas, ani prostor a ani příčinnost.*

Východní duchovní tradice ukazují svým stoupencům různé způsoby, jak se dostat za běžný prožitek času a vysvobodit se z řetězce příčin a následků – z područí karmanu, jak říkají hinduisté a buddhisté. Proto se říká, že východní mystika je vysvobozením z času. A to se dá říci i o relativistické fyzice.

Kapitola třináctá –

- Dynamický vesmír

Hlavním cílem východní mystiky je prožívání všech jevů světa jako projevů jedné nejvyšší skutečnosti. Tato nejvyšší skutečnost se tu chápe jako podstata vesmíru, která proniká a sjednocuje všechny pozorované věci a události. Hinduisté ji nazývají brahma, buddhisté „tělo bytí“ (*dharmakája*) či „takovost“ (*tathatá*), taoisté ji pak nazývají tao. Všichni přitom předpokládají, že přesahuje – transcenduje – naše intelektuální pojmání a nedá se vůbec popsat. Nejvyšší podstatu není možné oddělovat od jejích mnohotvárných projevů. Jejím nejvlastnějším rysem je schopnost projevit se v nepřeborném množství podob, které vznikají, zanikají a bez konce se přeměňují jedna na druhou. Ve svých projevech je kosmické „Jedno“ vnitřní povahou dynamické. Pochopení této povahy „Jednoho“ je základem pro všechny školy východní mystiky. D. T. Suzuki píše o škole Kegon mahájánového buddhismu toto:

*Ústřední myšlenkou Kegonu je dynamicky uchopit vesmír,
pochopit jeho charakteristický rys jít stále kupředu,
být věčně ve stavu pohybu, který značí život,*

Takovéto zdůraznění pohybu, plynutí a změny není charakteristické jen pro východní mystickou tradici, ale je podstatnou stránkou světového názoru mystiků všech dob. Ve starém Řecku Hérakleitos učil, že „vše plyne“, a svět přirovnával k věčně živému ohni. V Mexiku Castañedův yaqvijský mystik don Juan mluví o „pomíjivém světě“ a tvrdí:

...aby člověk znal, musí být nestálý a proměnlivý.

V indické filosofii hlavní pojmy užívané indickými hinduisty a buddhisty také odkazují k pohybu. Samo slovo brahma je odvozené od sanskrtského kořene *br*, růst – a definuje skutečnost jako dynamickou a živou. Podle S. Rádhakrišnána:

Slovo brahma znamená růst a naznačuje život, pohyb a pokrok.

Upanišady hovoří o brahma jako:

nezformovaném, nesmrtelném a pohybujícím se.

Takto jej spojují s pohybem, i když svou povahou přesahuje všechny známé formy.

Rgvéd používá na vyjádření dynamické povahy vesmíru výraz jiný - *rta*. Toto slovo je odvozené z kořene *r* – hýbat. Jeho původní význam v *Rgvédu* je „běh všech věcí“, „přírodní řád“. V legendách *Rgvédu* hraje významnou úlohu a spojuje se se všemi védskými bohy. Védští zřeci nechápali řád přírody jako statický božský zákon, ale jako dynamický princip vlastní vesmíru. Tato idea není vzdálena čínské představě tao – „cesty“ – jako způsobu fungování vesmíru, tj. přírodního řádu. Podobně jako védští zřeci chápali i čínští mudrci svět jako plynoucí a měnící se, a proto dali pojmu „vesmírný řád“ dynamický význam. Oba pojmy, *rta* i *tao*, byly později přeneseny ze své původní vesmírné úrovně dolů na úroveň lidskou a byly interpretovány v morálním smyslu: *rta* jako univerzální zákon, kterému se musí podříditi všichni bohové i lidé, a *tao* jako správný životní styl. Védský pojem *rte* předchází pojmu *karman*, který se vyvinul později pro vyjádření dynamické souhry všech věcí a událostí. Původní význam slova *karman* je „činnost“ a vyjadřuje aktivní, dynamický vzájemný vztah všech jevů. Podle slov *Bhagavadgíty*“

Každá činnost se odehrává v čase vzájemným proplétáním přírodních sil.

Buddha převzal tradiční pojem *karman* a dal mu nový význam tím, že rozšířil myšlenku o vzájemném dynamickém propojení i do sféry

lidské. Karman tak dostal význam nekonečného řetězce příčin a následků v lidském životě. Buddha jej přetrhl tím, že dospěl do stavu osvícení.

Také hinduismus našel mnoho cest, jak vyjádřit dynamický charakter vesmíru mytickým jazykem. Například v *Gítě* Kršna říká:

Kdybych nesplnil předepsané povinnosti, všechny tyto světy by podlehly zkáze.

A kosmický tanečník Šiva je snad nejdokonalejší personifikací dynamiky vesmíru. Svým tancem vyjadřuje rozličné jevy světa, všechny věci sjednocuje svým rytmem a zapojuje do tance. Stává se tak překrásným obrazem dynamické jednoty vesmíru.

Hinduismus vykresluje všeobecný obraz vesmíru jako organický, rostoucí a rytmicky se pohybující kosmos. Je to vesmír, v němž je vše plynoucí a neustále se měnící a v němž jsou všechny statické formy iluzorní (*májá*). Tato poslední myšlenka –pomíjivost všech forem – je východiskem buddhismu. Buddha učil, že „všechny složené věci jsou nestálé“ a že všechno utrpení na světě vzniká z naší snahy přilnout k neměnným formám, předmětům, lidem či myšlenkám, místo abychom přijali svět v jeho pohybu a změně. Dynamický pohled na svět leží v samých kořenech buddhismu. Podle S. Rádhákrišnana:

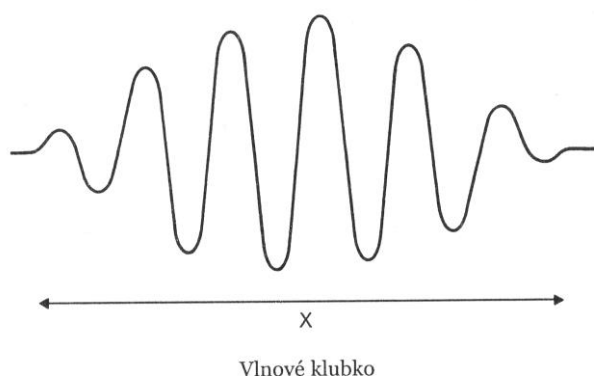
Překrásnou filosofii dynamismu zformuloval už před 2 500 lety Buddha. ... Buddha zformuloval filosofii změny pod dojmem pomíjivosti předmětů, neustálé změny a proměny věcí. Substance, duše, monády i věci zredukoval na síly, pohyby, následnosti a procesy a osvojil si dynamickou koncepci skutečnosti.

Buddhisté nazývají tento svět neustálé změny sansára., tj. doslovně „v ustavičném pohybu“, a tvrdí, že v něm není nic, co by si zasloužilo, abychom k tomu přilnuli. Probuzenou bytostí je pro buddhisty ten, kdo nevzdoruje toku života, ale neustále s ním pluje. Když se čchanového mnicha Jin-mena ptali: „Co je to tao?“, odpověděl prostě „Jít dál.“ Podobně zase buddhisté nazývají Buddhu Tathágátou, to znamená „ten, kdo přichází a pak odchází“. V čínské filosofii se plynoucí a neustále se proměňující skutečnost nazývá tao a chápe se

jako vesmírný proces, který se týká všech věcí. Taoisté stejně jako buddhisté říkají, že by se člověk neměl bránit plynutí, ale naopak by mu měl své jednání přizpůsobovat. To charakterizuje osvícenou bytost – mudrce. Jako je Buddha ten, kdo „přichází a odchází“, je taoistický mudrc podle Chuaj-nan-c’ a ten, kdo „plyne v proudu tao“.

Čím déle studuje člověk náboženské a filosofické texty hinduistů, buddhistů a taoistů, tím je mu jasnější, že tam všude je svět chápán jako pohyb, plynutí a změna. Zdá se, že tato dynamičnost východní filosofie je jedním z jejích nejdůležitějších rysů. Východní mystici hledí na svět jako na nerozdělitelnou síť, ve které vzájemná spojení jsou dynamická a ne statická. Kosmická síť je tu živá, neustále se hýbe, roste a mění se. A i moderní fyzika dospěla k tomu, že svět chápe jako takovouto síť vztahů, a podobně jako východní mystika si uvědomuje, že tato síť je přirozeně dynamická. V kvantové teorii je dynamický aspekt hmoty důsledkem vlnové povahy subjaderných částic.

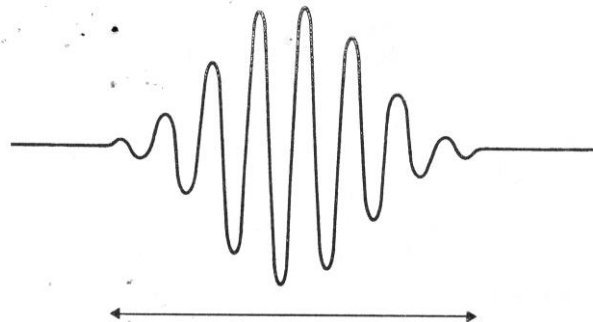
Jak uvidíme, tento rys je ještě důležitější v teorii relativity, ve které z propojení prostoru s časem plyne, že bytí hmoty není možné oddělit od její aktivity. Vlastnosti subjaderných částic se proto dají pochopit jen v dynamických souvislostech, v pojmech pohybu, interakce a transformace.



Podle kvantové teorie jsou částice i vlnami, z toho plyne, že se chovají velmi podivným způsobem. Když je elementární částice uzavřena v malém prostoru, reaguje na toto omezení pohybem. Čím je prostor těsnější, tím rychleji se pohybuje. Toto chování je typický kvantový jev, tj. vlastnost subjaderného světa, která nemá analogii ve

světě makroskopickém. K tomu, abychom toto chování pochopili si musíme připomenout, že v kvantové teorii jsou částice reprezentované vlnovými klubky. Jak jsme si už vysvětlili v 11. kapitole, délka vlnového klubka představuje neurčitost umístění příslušné částice. Vlnové klubko na našem obrázku odpovídá např. částici umístěné někde v oblasti X, nemůžeme však s jistotou říci, kde přesně částice je.

Když chceme částici lokalizovat přesněji, tj. když ji chceme uzavřít do menšího prostoru, musíme její vlnové klubko do této oblasti stlačit (viz další obrázek).



Stlačení vlnového klubka do menší oblasti

To se však projeví na vlnové délce vln v klubku a tedy i na rychlosti částice. Čím více omezíme částici její „životní prostor“, tím rychleji se částice bude pohybovat.

Sklon částic reagovat na omezení svého „životního prostoru“ pohybem ukazuje na jakýsi základní neklid hmoty, charakteristický pro svět subjaderných částic. V tomto světě je většina hmotných částic vázána v molekulových, atomových nebo jaderných strukturách. Proto nejsou v klidu, ale pohybují se podle tohoto svého přirozeného sklonu. Podle kvantové teorie není hmota nikdy v klidu, vždy se pohybuje. Hmotné objekty kolem nás se nám mohou jevit na makroskopické úrovni pasivní a nehybné, avšak když takový „mrtvý“ kus kamene nebo kovu zvětšíme, uvidíme, že je plný aktivity. A vypadá tím živěji, čím hlouběji do látky pronikáme. Všechny hmotné předměty kolem nás jsou složeny z atomů, které se navzájem spojují různými způsoby a vytvářejí obrovské množství molekulových struktur. Tyto struktury však nejsou tuhé a nehybné, ale neustále kmitají v závislosti na tepelných vibracích svého okolí. V těchto

vibrujících atomech jsou elektrony vázány na atomová jádra elektrickými silami. Ty se je snaží držet co možno nejbližší, elektrony pak reagují na toto omezení extrémně rychlým pohybem kolem jader. V jádrech jsou pak protony a neutrony stlačeny do nepatrného objemu mohutnými jadernými silami, a proto se pohybují nepředstavitelnou rychlostí.

Moderní fyzika nepopisuje látku jako pasivní a netečnou, ale neustále kmitající a „tančící“. Její rytmické uspořádání je dáno strukturou molekul, atomů a jader. To je však také způsob, jak vidí svět východní mystici. Všichni zdůrazňují, že svět je třeba chápat dynamicky, protože se hýbe, vibruje a tančí, že příroda je v rovnováze dynamická, a ne statická. Podle slov taoistického textu:

Klid v klidu není klidem skutečným. Jenom když je klid v pohybu, může se objevit duchovní rytmus, který proniká nebem i zemí.

Ve fyzice neobjevujeme dynamickou podobu vesmíru jen při zkoumání v mikroskopické oblasti, ve světě atomů a atomových jader, ale i když se obrátíme k rozměrům velikým: ke světu hvězd a galaxií. Ve výkonných dalekohledech vidíme vesmír v neustávajícím pohybu. Rotující mračna plynného vodíku se smršťují, aby vytvářela hvězdy. Tím se zahřívají, až se z nich stanou světélka třpytící se na obloze. Když dospějí do tohoto stadia, stále rotují, některé z nich přitom spirálovitě chrlí do mezihvězdného prostoru materiál, ze kterého později kondenzují planety, které obíhají kolem hvězd. A když za miliony let hvězda většinu svého vodíkového paliva spálí, začne se rozpínat a nakonec se zase smrští v závěrečném gravitačním kolapsu. Tento kolaps může vést k obrovskému výbuchu a může dokonce proměnit hvězdu v černou díru. Všechny uvedené děje, zrod hvězd z mezihvězdných plynných oblaků, jejich gravitační hroucení a následnou expanzi i jejich konečný kolaps, je možné skutečně na různých místech oblohy pozorovat.

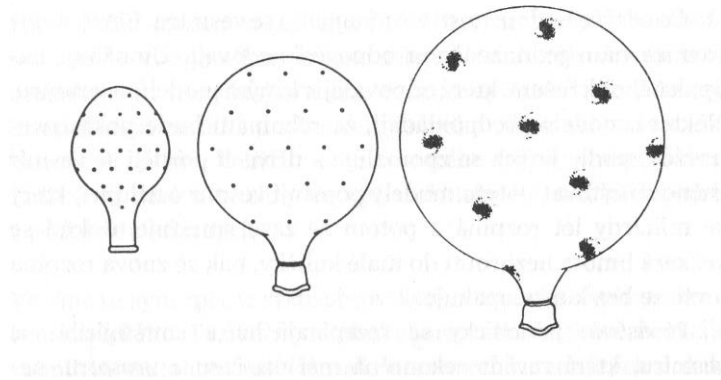
Rotující, smršťující se, expandující a vybuchující hvězdy jsou nakupeny v galaxiích různých tvarů: plochých disků, kulových, eliptických, spirálních a jiných. Ty však nejsou opět nehybné, ale otáčejí se. Naše galaxie – Mléčná dráha – je nesmírným vesmírným útvarem z hvězd a plynů. Otáčí se i s naším Sluncem a planetární

soustavou jako obrovské kolo kolem svého středu. A vesmír je plný galaxií, jež všechny rotují jako ta naše.

Při globálním zkoumání vesmíru o milionech galaxií jsme se dostali k největšímu měřítku prostoru a času. Avšak i na této kosmické úrovni zjišťujeme, že vesmír není v klidu, ale že se rozpíná! Rozpínání vesmíru patří mezi nejdůležitější objevy moderní astronomie. Podrobná analýza světla přicházejícího ze vzdálených galaxií ukázala, že všechny tyto galaxie spořádaně expandují: vzdalují se navzájem rychlostí přímo úměrnou vzájemné vzdálenosti. Čím je galaxie vzdálenější, tím rychleji se od nás vzdaluje: dvakrát vzdálenější dvakrát tak rychle atd. Neplatí to ale jen pro vzdálenosti měřené z naší galaxie. V každé galaxii by pozorovatel zjistil, že se od něj jiné galaxie vzdalují. Sousední galaxie rychlostí několika tisíc kilometrů za sekundu, vzdálenější rychleji a rychlost těch nejvzdálenějších se blíží rychlosti světla. Světlo z ještě vzdálenějších galaxií se k nám už nikdy nedostane, protože tyto galaxie se od nás vzdalují rychleji, než je rychlost světla. Podle slov Artura Eddingtona je jejich světlo „jako běžec na roztahující se dráze, kterému se cíl vzdaluje rychleji, než dokáže běžet.“

Abychom si udělali lepší představu o způsobu rozpínání vesmíru, musíme si připomenout, že správným východiskem studia velkorozměrových vlastností je Einsteinova obecná teorie relativity. Podle této teorie prostor není plochý, ale zakřivený. Zakřivení se dá odvodit z rozložení hmoty podle Einsteinových rovnic pole. Těchto rovnic je možné užít i na určení struktury vesmíru jako celku, a tyto rovnice tvoří východisko moderní kosmologie.

Když mluvíme v obecné teorii relativity o rozpínání, máme na mysli rozpínání ve vyšší dimenzi. Podobně jako pojem zakřiveného prostoru si můžeme tento pojem znázornit jen pomocí dvourozměrné analogie. Představme si balonek, na jehož povrchu je nakresleno mnoho teček. Tento balonek znázorňuje vesmír: jeho dvojrozměrný zakřivený povrch představuje náš trojrozměrný prostor a tečky na jeho povrchu jsou galaxie. Když budeme balonek nafukovat, budou se vzdálenosti mezi tečkami zvětšovat. Ať vybereme jakoukoli tečku, zjistíme, že všechny ostatní tečky se od ní vzdalují. Vesmír se rozpíná stejným způsobem: ať je pozorovatel v jakékoli galaxii, vždy zjistí, že ostatní galaxie se od něj vzdalují.



Z předešlého vyplývá otázka, jak to vše začalo. Ze vztahu mezi vzdálenostmi galaxií a rychlostmi jejich vzdalování, známého jako Hubbleův zákon, je možné vypočítat počátek tohoto rozpínání, jinými slovy stáří vesmíru. Za předpokladu, že se rychlost rozpínání nemění, což však není vůbec jisté, dostaneme stáří vesmíru zhruba deset miliard roků. Většina kosmologů je dnes přesvědčena, že vesmír vznikl za velmi dramatických okolností asi před deseti miliardami let, kdy jeho celková hmota explodovala z prvotní malé ohnivé „koule“. Dnešní rozpínání vesmíru se chápe jako pozůstatek tohoto prvotního výbuchu – velkého třesku. Podle tohoto modelu znamenal velký třesk počátek vesmíru, času i prostoru. Kdybychom chtěli vědět, co bylo předtím, octli bychom se opět ve značných problémech se svým myšlením i jazykem. Podle slov Bernarda Lowella:

Zde narážíme na velkou překážku v myšlení. Zápasíme tu s použitím pojmů „čas“ a „prostor“ v oblastech, kdy ještě neexistovaly v tom smyslu, jak je známe z naší běžné zkušenosti. Mám tu pocit, jako bychom najednou narazili na velikou mlhu, ve které náš známý svět mizí.

Co se týče budoucnosti rozpínajícího se vesmíru, Einsteinovy rovnice nám jednoznačnou odpověď nedávají. Umožňují naopak několik řešení, která odpovídají různým modelům vesmíru. Některé modely předpokládají, že rozpínání bude pokračovat navždy, podle jiných se zpomaluje a dříve či později se vesmír začne smršťovat – tyto modely popisují vesmír oscilující, který se miliardy let rozpíná a potom zase smršťuje dokud se veškerá hmota nezhroutí do malé kuličky, pak se znovu rozpíná a vše se bez konce opakuje.

Představa periodicky se rozpínajícího a smršťujícího se vesmíru, která zavádí nekonečná měřítka času a prostoru, nevznikla jen v moderní kosmologii, ale i ve staré indické mytologii. Hinduisté chápali vesmír jako organický a rytmicky se pohybující kosmos, a proto mohli dospět k evoluční, kosmologiím velmi blízkým našim moderním vědeckým modelům. Jedna z těchto kosmologií vychází z hinduistického mýtu o božské hře (*lílá*), ve které se brahma mění v svět. *Lílá* je rytmická hra ustavičně pokračující v nekonečných cyklech, ve které se Jedno stává mnohým a mnohé se znovu mění v Jedno. V *Bhagavadgítě* popisuje bůh Kršna tuto rytmickou hru tvoření následujícími slovy:

*Na sklonku kalpy vrací se bytosti všechny do Mé přirozenosti
a s počátkem kalpy nové znova je tvořím.*

*Znovu a znovu svou podstatou tvořím vše hmotné,
a vše toto nechávám napospas přírodě.*

*Mne však tyto činnosti tvoření nepoutají.
Spočívám lhostejně stranou tohoto divadla tvoření.*

*Před mým zrakem jeví se vše – pohyblivé i nehybné,
a proto svět náš točí se kolem.*

Hinduističtí mudrci nahoře se neobávali ztotožnit tuto rytmickou božskou hru s vývojem kosmu jako celku. Vesmír zobrazovali jako periodicky se rozpínající a smršťující. Nepředstavitelný časový interval mezi začátkem a koncem jednoho stvořeného světa pojmenovali *kalpa*. Velikost tohoto starého mýtu je ohromující. Lidskému duchu trvalo více než dvě tisíciletí, než přišel opět s podobnou koncepcí.

Vraťme se nyní zpět ze světa obrovských rozměrů do světa submikroskopického. Fyziku 20. století charakterizuje právě neustálé pronikání do tohoto světa atomů, atomových jader a jejich složek. Bádání v submikroskopickém světě bylo motivováno jednou ze základních otázek, která zaměstnávala a podněcovala lidskou mysl po věky, otázkou po složení hmoty. Lidé o této otázce spekulovali už od

počátků filosofie. Hledali „základní látku“, ze které se skládá hmota, avšak až ve 20. století bylo možné najít odpověď pomocí pokusů. Vysoce rozvinutá technika umožnila fyzikům poprvé zkoumat strukturu atomů. Zjistili, že se skládají z jader a elektronů, a dále pak studovali i strukturu samotného atomového jádra. Došli k závěru, že sestává z protonů a neutronů, tedy dvou typů částic, které obvykle nazýváme nukleony. V dalším kroku začali fyzikové zkoumat strukturu těchto nukleonů. Zdá se však, že ani tyto částice nejsou konečnými elementárními částicemi, ale že se skládají z dalších složek.

Výzkum světa atomů, který tvořil první krok v pronikání do stále hlubších vrstev hmoty, vedl k některým základním modifikacím našeho pohledu na hmotu, o kterých jsme mluvili v předcházejících kapitolách. Dalším krokem bylo proniknutí do světa atomového jádra a jeho složek. To nás přinutilo změnit naše pohledy ještě důkladněji. V tomto světě máme co do činění s rozměry stotisíckrát menšími než rozměry atomu. Částice uvězněné v tak malém prostoru se proto pohybují mnohem rychleji než částice v atomové struktuře. Pohybují se takovými rychlostmi, že je možno je popsat jen v rámci speciální teorie relativity. Abychom pochopili vlastnosti a interakce subjaderných částic, měli bychom vyjít z rámce, který bere do úvahy jak kvantovou teorii, tak i teorii relativity. A je to zase teorie relativity, která nás nutí znovu modifikovat náš pohled na hmotu.

Jak jsme uvedli, charakteristickým rysem relativistického popisu je, že sjednocuje základní koncepce, o kterých se původně zdálo, že spolu nesouvisejí. Jedním z nejdůležitějších příkladů je ekvivalence hmotnosti a energie. Matematicky se vyjadřuje známým Einsteinovým vzorcem $E = mc^2$. Abychom pochopili nesmírný význam této ekvivalence, musíme nejdřív pochopit, co je to energie a co je to hmotnost.

Pojem „energie“ je jedním z nejdůležitějších pojmů užívaných při popisu jevů. Podobně jako v běžném životě i ve fyzice říkáme, že těleso má energii, když má schopnost vykonávat práci. Tato energie může mít různé podoby. Může to být pohybová energie, tepelná energie, gravitační potenciální energie, elektrická energie, chemická energie atd. Ať je její forma jakákoli, může být využita ke konání práce. Například kameni můžeme udělit gravitační potenciální energii tak, že jej zvedneme do výšky. Když jej z této výšky pustíme, jeho

gravitační (potenciální) energie se přemění v energii pohybu (kinetickou energii), a když kámen dopadne na zem, může vykonat práci například tím, že něco rozbije. Nebo užitečnější příklad: elektrická či chemická energie může být přeměněna v teplo a využita v domácnosti. Ve fyzice je energie vždy spojena s nějakým procesem, s nějakou činností. Základní význam tohoto pojmu však spočívá v tom, že platí, že celková energie účastníci se na procesu se vždy zachová. Může měnit své podoby nejrůznějším způsobem, avšak nic z ní se nemůže ztratit. Zachování energie představuje jeden z nejzákladnějších fyzikálních zákonů. Vztahuje se na všechny známé přírodní jevy a dosud nebylo prokázáno žádné porušení tohoto zákona.

Hmotnost tělesa je na druhé straně mírou jeho tíhy (váhy), tedy mírou jeho gravitačního přitahování. Kromě toho je však hmotnost i mírou setrvačnosti tělesa, tedy odporu, který klade těleso vůči zrychlování. Těžší, tj. hmotnější předměty je obtížnější urychlit než předměty lehké – tento fakt je známý každému, kdo někdy tlačil automobil. V klasické fyzice byla hmotnost navíc spojována s nezničitelnou materiální substancí, s hmotou (látkou), o které se myslelo, že jsou z ní všechny věci složeny. Podobně jako u energie se věřilo, že se nekompromisně zachovává, takže se žádná hmotnost nemůže nikdy ztratit.

Nyní nám však teorie relativity říká, že hmotnost není nic jiného než forma energie. Energie tak může nabývat nejen rozmanitých forem známých z klasické fyziky, ale může být také skryta v hmotnosti těles. Například množství energie obsažené v částici je rovné hmotnosti částice m násobené čtvercem rychlosti světla c^2 . Tedy:

$$E = mc^2$$

Jakmile poohlédneme na hmotnost jako na formu energie, přestává se jevit jako nezničitelná, může se totiž přeměňovat na jiné formy energie. To se může stát i při vzájemné srážce subjaderných částic. Při takové srážce se částice mohou zničit a energie obsažená v jejich hmotnostech se může přeměnit v pohybovou energii a rozdělit se mezi ostatní částice, které se srážky zúčastnily. A naopak, když se částice srážejí vysokou rychlostí, jejich pohybová energie se může využít

k vytvoření hmotnosti nových částic. Fotografie na následujícím obrázku ukazuje extrémní příklad takové srážky.



Proton vstupuje do bublinkové komory zleva a naráží na elektron, který je vně atomu (spirálová dráha). Pak se sráží s dalším protonem, a při této srážce vytvořil šestnáct nových částic.

Vznik a zánik hmotných částic je jeden z nejimpozantnějších důsledků zákona ekvivalence hmotnosti a energie. Ve srážkových procesech studovaných fyzikou vysokých energií se tedy hmotnost už nezachovává. Srážející se částice mohou zaniknout a jejich hmotnosti se mohou přeměňovat do hmotnosti a pohybové energie částic nových. Zachovává se jenom celková energie zúčastněná v procesu, tj. suma celkové kinetické energie a energie obsažené ve všech hmotnostech. Srážky subjaderných částic představují nejvýznamnější nástroj studia jejich vlastností a vztah mezi hmotností a energií je základní pro jejich popis. Tento vztah byl nespočetněkrát ověřen a je pro fyziku částic tak běžný, že hmotnosti částic se přímo měří v příslušných jednotkách energie.

Objev, že hmotnost je jen formou energie, nás nutí k zásadní modifikaci našeho pojmání částic. V moderní fyzice není už hmotnost spojována s materiální substancí, a tedy ani částice se již nepovažují za základní materiál hmoty, ale za „balíčky“ energie. Jelikož však energie souvisí s aktivitou, s procesy, plyne z toho, že povaha elementárních částic je vnitřně dynamická. Abychom tomu lépe porozuměli, musíme si připomenout, že tyto částice je možné pochopit jen v rámci relativistických pojmů, tj. pojmů vycházejících z časoprostorového rámce, kde čas a prostor splývají do jednoho čtyřrozměrného kontinua. Částice se nemohou zobrazovat v statickém třírozměrném prostoru jako kulečnickové koule či zrnka písku, ale jako

čtyřrozměrné objekty v prostoročasu. Jejich forma musí být chápána dynamicky, jako forma v prostoru a čase. Subjaderné částice jsou dynamického charakteru: mají jak prostorovou, tak i časovou stránku. Jejich prostorová stránka způsobuje, že se jeví jako předměty s určitou hmotností, jejich stránka časová jim dává charakter procesu s ekvivalentním množstvím energie.

Tato jejich dynamická struktura vytváří stabilní jaderné, atomové a molekulární uspořádání, která formují hmotu a dávají jí makroskopické vzezření pevné látky. To nás pak vede k přesvědčení, že hmota je tvořena nějakou materiální substancí. Na makroskopické úrovni je koncept substance užitečným přiblížením skutečnosti, ale na úrovni atomů už nedává smysl. Atomy sestávají z částic, avšak samy tyto částice nejsou z žádné materiální látky. Když je pozorujeme, nikdy nevidíme žádnou substancí. To, co vidíme, jsou plynule se měnící dynamické, neustále se navzájem proměňující struktury, neustálý tanec energie.

Kvantová teorie ukázala, že částice nejsou izolovaná zrnka hmoty, ale jsou to pravděpodobnostní struktury, propojené součásti nerozpojitelného kosmického předu. Mohli bychom říci, že teorie relativity tyto struktury oživila odhalením jejich vnitřně dynamického charakteru. Ukázala, že aktivita hmoty je vlastní podstatou jejího bytí. Částice subatomového světa nejsou aktivní jen v tom smyslu, že se velmi rychle pohybují, ale samy tyto částice jsou procesy! Existence hmoty nemůže být oddělena od její aktivity. Jsou to jen odlišné stránky téže časoprostorové reality.

V minulé kapitole jsme ukázali, že uvědomění si vzájemného pronikání prostoru a času přivedlo východní mystiky k vnitřně dynamickému pohledu na svět. Studium jejich spisů prozradilo, že svět koncipovali nejen v pojmech pohybu, toku a změny, ale že měli i silnou intuici pro časoprostorový charakter materiálních objektů, který je typický pro relativistickou fyziku. Při studiu subatomového světa musí vzít fyzika v potaz sjednocení prostoru a času. V důsledku toho vidí objekty tohoto světa, tedy částice, nikoli fyzicky, ale dynamicky, v pojmech jako „energie“, „aktivita“ a „proces“. Zdá se, že východní mystikové si ve změněném stavu vědomí uvědomují takovéto interpretace prostoru a času, a tak vidí makroskopické předměty způsobem, který se velmi podobá tomu, jak fyzikové pojmají

subjaderné částice. Zvláště nápadné to je v buddhismu. Jedno ze základních Buddhových naučení znělo:

Všechny složené věci jsou nestálé.

V originální pálijské verzi tohoto známého výroku se pro „věci“ užívá slova *sankhára* (v sanskrtu *sanskára*), termínu, který prvotně značí událost, dění, čin, akt a druhotně pak existující věc. To jasně ukazuje na to, že buddhisté pojmají věci dynamicky, jako neustále probíhající procesy. Podle slov T. D. Suzukiho:

Buddhismus chápe předmět jako událost, a ne jako věc či substanci... Buddhistické pojetí věci jako sanskára (či sankhára), tj. „činu“, „události“, nám naznačuje, že buddhisté rozumějí naší zkušenosti v pojmech času a pohybu.

Stejně jako moderní fyzika považují i buddhisté všechny předměty za procesy v ustavičném toku a odmítají existenci jakékoli materiální substance. Toto odmítání je jedním z nejcharakterističtějších rysů všech škol buddhistické filosofie. Je též charakteristické pro myšlení čínské. To vyvinulo podobný pohled na věci jako na pomíjivé stavy stále proudícího tao a více se zajímalo o jejich propojení, než o jejich redukci na základní substanci.

Zatímco evropská filosofie měla sklon hledat realitu v substanci,

píše Joseph Needham,

čínská filosofie ji hledala ve vztazích.

V dynamickém pohledu na svět, který zaujímá východní mystika i moderní fyzika, není místo pro statické tvary a materiální substance. Základním prvkem vesmíru jsou dynamické struktury, přechodné stavy v „neustálém proudu proměn a změn“, jak to nazývá Čuang-c’.

Podle současných znalostí tvoří základní strukturu hmoty subjaderné částice. Porozumění jejich vlastnostem a interakcím je základním cílem moderní fyziky. Dnes známe přes dvě stovky částic,

z nichž většina byla vyrobena uměle při srážkových procesech. Jejich doba života je extrémně krátká, daleko méně než miliontina sekundy. Je tedy zcela zřejmé, že tyto krátce žijící částice představují spíše jen přechodné stavy dynamických procesů. Zásadní otázky, které se těchto struktur, resp. částic týkají, jsou tyto: Jaké jsou jejich význačné rysy? Jsou z něčeho složeny? A když, tak z čeho? Které další struktury obsahují? Jak spolu interagují, tedy jaké síly mezi nimi působí? A konečně, jestliže částice samy jsou procesy, jakým druhem procesů jsou?

Už si uvědomujeme, že v částicové fyzice jsou všechny tyto otázky nerozlučně propojeny. Vzhledem k relativistické povaze částic nemůžeme porozumět jejich vlastnostem bez porozumění jejich vzájemným interakcím. A vzhledem k zásadní propojenosti v subatomovém světě nepochopíme žádnou z částic bez porozumění ostatním. Následující kapitoly ukážou, jak daleko jsme dospěli v porozumění vlastnostem částic a interakcí. Ačkoli nám stále chybí sjednocená kvantověrelativistická teorie subatomového světa, bylo už vyvinuto několik částečných teorií a modelů, které velmi úspěšně popisují některé jeho rysy. V diskusi o těch nejvýznamnějších modelech a teoriích ukážeme, že všechny zahrnují filosofická pojetí, která jsou v pozoruhodném souladu s pojetím východní mystiky.

Kapitola čtrnáctá –

- Prázdnota a forma

Klasický mechanistický pohled na přírodu byl založen na představě tuhých nezničitelných částic, které se pohybují v prázdném prostoru. Avšak moderní fyzika tento obraz zcela zrevidovala. Nejenom že nás přivedla k úplně nové představě částic, ale podstatně pozměnila i klasické pojetí prázdného prostoru. K této změně se dospělo v tzv. teoriích pole. Začalo to Einsteinovou myšlenkou spojit gravitační pole s geometrií prostoru, ještě radikálnější změny pak přinesly modely kombinující kvantovou teorii s teorií relativity. Těchto „kvantových teorií pole“ se začalo používat pro popis silových polí subjaderných částic. Zde ztrácí rozdíl mezi částicemi a okolním prostorem svoji původní ostrost a sám prázdný prostor se považuje za dynamický činitel prvořadého významu.

Pojem „pole“ zavedli do fyziky Faraday a Maxwell už v 19. století. Použili ho pro popis sil mezi elektrickými náboji a proudy. Elektrické pole je určitým stavem prostoru v okolí nabitého tělesa; působí silou na každý jiný náboj nacházející se v tomto prostoru. Elektrická pole se vytvářejí nabitými tělesy a jejich účinek je patrný zase jen na nabitá tělesa. Magnetická pole zase vznikají pohybujícími se elektrickými náboji, tj. elektrickými proudy. Magnetické síly, které jsou jejich důsledkem, účinkují na jiné pohybující se náboje. V klasické elektrodynamice, kterou vytvořili Faraday a Maxwell, jsou pole základními fyzikálními entitami, které se dají studovat bez jakéhokoli odkazu na materiální tělesa. Kmitající elektrická a magnetická pole se mohou šířit prostorem v podobě radiových, světelných nebo jiných elektromagnetických vln.

Teorie relativity vytvořila mnohem elegantnější strukturu elektrodynamiky. Sjednotila pojmání elektrických nábojů a proudů, a tím i koncepci elektrického a magnetického pole. Protože každý pohyb je relativní, každý náboj se může jevit i jako proud – v té soustavě, ve které se vzhledem k pozorovateli pohybuje – a v důsledku toho se může i pole elektrické jevit jako magnetické. V relativistické formulaci elektrodynamiky se tedy tato dvě pole sjednocují do pole jediného – elektromagnetického.

Pojem „pole“ není spojen jen se silami elektromagnetickými, ale (mimo jiné) i s další významnou silou megasvěta – se silou gravitační. Gravitační pole jsou vytvářena všemi hmotnými tělesy, a tato tělesa také gravitační pole „pociťují“. Výsledkem tohoto působení jsou vždy síly přitažlivé, na rozdíl od polí elektromagnetických, která působí jen na tělesa elektricky nabitá a která vytvářejí jak síly přitažlivé, tak i síly odpuzivé. Gravitační pole jsou popisována obecnou teorií relativity. V této teorii je působení hmotného tělesa na okolní prostor mnohem dalekosáhlejší, než je vliv nabitého tělesa v elektrodynamice. I zde je prostor v okolí objektu zformován tak, že na další objekt bude působit síla, avšak tentokrát ono „zformování“ ovlivňuje geometrii, a tím i samotnou strukturu prostoru.

Hmota a prázdny prostor – plnost a prázdnota – tvořily dva protipóly, na kterých byl založen Démokritův i Newtonův atomismus. V obecné teorii relativity už není možné tyto dvě koncepce oddělovat. Všude, kde je hmotné těleso, je i gravitační pole, a toto pole se projevuje zakřivením obklopujícího prostoru. Nesmíme si však myslet, že pole vyplňuje prostor a zakřivuje ho. Pole a prostor se nedají rozlišit, pole je zakřiveným prostorem! V obecné relativitě jsou gravitační pole a struktura (tj. geometrie) prostoru totožné. V Einsteinových rovnicích jsou pole představována tou samou matematickou veličinou. Podle Einsteinovy teorie tedy hmotu není možné oddělit od jejího gravitačního pole a gravitační pole není možné oddělit od zakřiveného prostoru. Hmota a prostor se tedy považují za neoddělitelné a navzájem závislé části jednoho celku.

Hmotné objekty nejenže určují strukturu obklopujícího prostoru, ale naopak jsou také samy nevyhnutelně svým okolím ovlivňovány. Podle fyzika a filosofa Ernsta Macha setrvačnost hmotného objektu, tj. jeho odpor proti zrychlování, není vnitřní vlastností hmoty, ale je mírou její interakce s celým zbytkem vesmíru. Podle Macha má hmota

setrvačnost jenom proto, že je ve vesmíru rozložena další hmota. Když se těleso otáčí, jeho setrvačnost vytváří odstředivé síly (využívá se to například v odstředivkách), tyto síly se však podle Macha objevují jenom proto, že se těleso otáčí „vzhledem k nepohybujícím se hvězdám“. Kdyby tyto „nepohybující se hvězdy“ najednou zmizely, setrvačnost i odstředivé síly by zmizely spolu s nimi.

Toto pojetí setrvačnosti, známé jako Machův princip, velmi zapůsobilo na Alberta Einsteina a motivovalo ho k vytvoření obecné teorie relativity. Einsteinova teorie je však po matematické stránce značně komplikovaná, a proto se fyzikové ještě stále nedokázali shodnout, zda skutečně zahrnuje Machův princip nebo ne. Většina fyziků je však přesvědčená, že by tento princip měl být nějakým způsobem do úplné teorie relativity včleněn.

Moderní fyzika tedy znovu ukazuje, a tentokrát na makroskopické úrovni, že hmotné objekty nejsou oddělené entity, ale že jsou nerozlučně spjaty se svým okolím a jejich vlastnostem se dá porozumět jen jako interakcím s ostatním světem. Podle Machova principu se tato interakce vztahuje k vesmíru jako celku, tedy i k těm nejvzdálenějším hvězdám a galaxiím. Základní jednotka vesmíru se tedy neprojevuje jen ve světě velmi malého, ale i ve světě velmi velkého. Tato skutečnost je stále více uznávána v moderní astrofyzice a kosmologii. Astronom Fred Hoyle říká:

Současný vývoj názorů v kosmologii svědčí o tom, že by zde nemohly přetrvávat obvyklé podmínky, kdyby nebylo vzdálených částí vesmíru. Všechny naše představy o prostoru a geometrii by zcela přestaly platit, kdyby se vzdálené části vesmíru odstranily. Zdá se, že naše každodenní zkušenost se až do nejmenších podrobností včleňuje do velkorozměrného charakteru vesmíru tak těsně, že je skoro nemožné o nich uvažovat jako o vzájemně oddělených.

Jednota a vzájemný vztah mezi objektem a jeho okolím, které se v makroskopickém měřítku projevují v obecné teorii relativity, se ještě zřetelněji projevují na subjaderné úrovni. Zde se při popisu interakcí mezi částicemi kombinují představy klasické teorie pole s představami kvantové teorie. Avšak vinou složité matematické formy Einsteinovy gravitační teorie není takováto kombinace dosud možná pro interakci

gravitační. S kvantovou teorií však splynula jiná klasická teorie pole – elektrodynamika. Vznikla tak tzv. „kvantová elektrodynamika“, která popisuje všechny elektromagnetické interakce mezi subjadernými částicemi. V teorii jsou tedy zahrnuty jak kvantová teorie, tak i teorie relativity. Je prvním a dosud nejúspěšnějším kvantověrelativistickým modelem moderní fyziky.

Nový nápadný rys kvantové elektrodynamiky vzniká kombinací dvou rozličných koncepcí: koncepce elektromagnetického pole na straně jedné a částicové koncepce fotonů na straně druhé. Protože fotony jsou též elektromagnetickými vlnami a vlny jsou tvořeny vibrujícími poli, musí být i fotony projevem elektromagnetických polí. Proto se mluví o koncepci kvantového pole, čili o poli, které může mít podobu jak kvant, tak i částic. Toto je skutečně úplně nová koncepce, která se rozšířila pro popis všech subjaderných částic a jejich interakcí, přičemž každý typ částice odpovídá jinému poli. V těchto kvantových teoriích pole je zcela překonán klasický protiklad mezi tuhými částicemi a prostorem, který je obklopuje. Kvantové pole se považuje za základní fyzikální entitu, je to souvislé médium přítomné všude v prostoru. Částice jsou jen místními „sraženinami“ (kondenzáty) pole; jsou zkoncentrovanou energií, která přichází a odchází. Tím částice ztrácejí svou individualitu a rozplývají se v poli. Podle Alberta Einsteina:

Na hmotu můžeme pohlížet jako na vytvořenou takovými oblastmi prostoru, ve kterých je pole nesmírně intenzivní... V této nové fyzice není místa pro pole i hmotu, protože jedinou skutečností je jen pole.

Pojetí fyzických věcí a jevů jako pomíjivých projevů za nimi stojících fundamentálních entit není jen základním prvkem kvantové teorie pole, ale i východního světového názoru. Podobně jako Einstein považují východní mystici tuto entitu za jedinou realitu: všechny její jevové formy chápou jako přechodné a klamné. Tato realita východního mystika nemůže být ztotožněna s kvantovým polem fyzika, neboť se považuje za podstatu všech jevů na světě, a tedy stojí nade všemi koncepcemi a představami. Na druhé straně kvantové pole je sice dobře definovaná koncepce, vysvětluje však jen některé fyzikální jevy. Nicméně intuice, která zakládá fyzikovou interpretaci

subatomového světa v pojmech teorie kvantového pole, je velmi podobná té, kterou má východní mystik vysvětlující svou zkušenost světa v pojmech nejvyšší reality stojící v pozadí. Když se objevila koncepce pole, fyzikové se pokoušeli spojit různé druhy pole do jednoho pole fundamentálního, které by zahrnovalo všechny fyzikální jevy. Zejména Einstein strávil poslední roky svého života usilovným hledáním takového sjednoceného pole. Snad hinduistické brahma, podobně jako buddhistická dharmakája a taoistické tao, se mohou chápat jako nejvyšší sjednocené pole, ze kterého nepramení jen jevy zkoumané ve fyzice, ale i všechny jevy ostatní.

Podle východního pohledu stojí skutečnost tvořící základ všech jevů nad všemi formami a nedá se popsat ani specifikovat. Proto se často říká, že je beztvará, prázdná. Ale tuto prázdnotu není možné brát jako čirou nicotu. Naopak, je podstatou všech forem a zdrojem života. Upanišady říkají:

Brahma je život. Brahma je radost. Brahma je Prázdnota...

Radost, která je vpravdě to samé jako Prázdnota.

Prázdnota, která je vpravdě to samé jako radost.

Buddhisté vyjadřují tutéž myšlenku, když nejvyšší skutečnost nazývají šúntajá – tj. prázdnota – a tvrdí, že je živá. Z toho živého prázdna se rodí všechny formy světa jevů. Taoisté zase připisují neohrazenou a nekonečnou tvořivou schopnost tao a i oni nazývají tao prázdným. Kuan-c' říká:

Tao nebes je prázdne a beztvaré.

Lao-c' používá na ilustraci této prázdnoty několik metafor. Tao přirovnává často k prázdnému údolí nebo k nádobě, která je věčně prázdna, a tak má možnost obsahovat nekonečně mnoho věcí.

I když východní mudrci používají termín „prázdny“, dávají jasně najevo, že když mluví o brahma, šúntatě či tao, nemají na mysli běžně chápanou prázdnotu, ale spíš naopak takovou prázdnotu, která má nekonečný tvořivý potenciál. A tak je možné prázdnotu východních mystiků snadno přirovnat ke kvantovému poli částicových fyziků. Podobně jako v případě kvantového pole dává tato prázdnota

vzniknout nekonečné pestrosti forem, které udržuje a nakonec eventuálně znovu pohlcuje. Jak hovoří upanišady:

*At' každý uctívá klid
jako to, c čeho vyšel,
jako to, do čeho zanikne,
jako to, v čem dýchá.*

Ani projevy oné mystické prázdnoty nejsou statické a stálé, ale podobně jako subnukleární částice jsou dynamické a pomíjivé, vznikají a zanikají v ustavičném tanci pohybu a energie. Svět jevů východního mystika je, stejně jako subatomový svět fyziků, světem sansáry – koloběhu rození a smrti. Věci na tomto světě jsou jen pomíjivé projevy prázdnoty a nemají svou žádnou základní identitu. To se zdůrazňuje především ve filosofii buddhistické, která popírá existenci jakékoli materiální substance a zastává názor, že představa neproměnného „já“, procházejícího řadou následných zkušeností, je jen iluze. Buddhisté často přirovnávají iluzi materiální substance a individuálního „já“ k vlně na vodě, ve které kolébavý pohyb částiček vody vede k představě, že si myslíme, že se voda pohybuje (viz předešlá kapitola). Stojí za povšimnutí, že fyzikové použili tutéž analogii v kontextu teorie pole, aby tak poukázali na iluzi materiální substance vytvořené pohybující se částicí. Hermann Weyl napsal:

Podle (polní teorie hmoty) je hmotná částice, jako je elektron, jen malou oblastí elektrického pole, kde jeho intenzita nabývá velmi vysoké hodnoty.

To znamená, že ve velmi malém prostoru je soustředěna poměrně obrovská energie pole. Takový hlouček energie, který není oproti zbývajícimu poli nijak jasně vymezen, postupuje prázdňým prostorem jako vlna na hladině jezera. Neexistuje nic takového jako stálá substance, ze které by byl elektron po celou dobu tvořen.

V čínské filosofii není myšlenka pole skryta jen v představě tao jako prázdného, beztvareho a přeci vytvářejícího všechny formy, ale je jasně vyjádřena i v pojmu čchi. Tento pojem hrál důležitou úlohu téměř v každé škole čínské přírodní filosofie. Zvláště důležitý byl

novokonfucianismus, učení pokoušející se o syntézu konfucianismu, buddhismu a taoismu. Slovo čchi znamená doslovně „plyn“ nebo „éter“ a ve staré Číně se ho používalo na označení životodárného dechu či energie oživující kosmos. „Dráhy čchi“ v lidském těle pak tvoří základ tradiční čínské medicíny. Cílem akupunktury je stimulovat plynutí čchi těmito kanály. Plynutí čchi je též základem pohybů tchai-t'i-čchuan, taoistického válečného tance, měkkého bojového umění.

Neokonfuciánská představa čchi nápadně připomíná koncepci kvantového pole v moderní fyzice. Čchi se chápe stejně jako kvantové pole, tedy jako mlhavá a nepostřehnutelná forma hmoty, která je přítomná v celém prostoru a může se zkondenzovat do tuhých materiálních objektů. Čang Caj řekl:

Když se čchi zhušťuje, stává se viditelným, takže pak existují tvary (jednotlivých věcí). Když se však rozptýlí, není už více viditelné a není už nijakých tvarů. Může někdo během jeho zhuštění říci něco jiného, než to, že je jen dočasné? A když je rozptýlené, může snad někdo unáhleně říci, že tehdy neexistuje?

Čchi se tedy rytmicky zhušťuje a rozptyluje, a tím vytváří všechny formy, které se pak případně rozptylují v prázdnotě. Jak znovu praví Čang Caj:

Veliká prázdnota nemůže jinak, než sestávat z čchi; toto čchi nemůže jinak, než se zhušťovat do všech věcí; a tyto věci nemohou jinak než se rozptýlit, aby (znovu) vytvořily Velikou prázdnotu.

Tak jako v kvantové teorii pole, není toto pole – nebo čchi – jen vlastní podstatou všech materiálních objektů, avšak je v podobě vln i nositelem jejich vzájemných interakcí. Následující popisy Waltera Thirringa, týkající se koncepcí pole v moderní fyzice a čínského pojmání fyzického světa od Josepha Needhama, tuto podobnost ozřejmí:

Moderní teoretická fyzika... uvedla naše myšlení o podstatě hmoty do jiného kontextu. Nasměrovala náš pohled od

viditelného – od částic – na základní entitu – pole. Přítomnost hmoty je jen narušením dokonalého stavu pole v daném místě; je to něco náhodného, dalo by se skoro říci, že je to „kaz“. Proto neexistují nijaké jednoduché zákony popisující síly mezi elementárními částicemi...

Pořádek a symetrii je třeba hledat ve fundamentálním poli.

Fyzický vesmír Číňanů se ve starověku a středověku chápal jako dokonale souvislý celek. Čchi zkondenzované ve hmatatelné látce nemělo v nijakém důležitém smyslu podobu částic, ale všechny jednotlivé objekty na světě na sebe navzájem působily. .. vlnovým anebo vibračním způsobem, který na všech úrovních nakonec závisel na rytmickém střídání dvou základních sil – jinu a jangu. Jednotlivé objekty tak mají svůj vnitřní rytmus. A tyto rytmy byly začleněny do obecné struktury harmonie světa.

V kvantové teorii pole našla moderní fyzika nečekanou odpověď na starou otázku, zda se látka skládá z nedělitelných atomových částic, nebo má charakter kontinua. Pole je kontinuem přítomným všude v prostoru, přičemž však má ve svém částicovém aspektu strukturu nespojitou, zrnitou. Tyto dvě zdánlivě neslučitelné představy se v kvantové teorii pole sjednotily a považují se jen za rozdílné aspekty té samé skutečnosti. Toto sjednocení protikladných představ se jako vždy v relativistické teorii uskutečňuje dynamickým způsobem: oba aspekty hmoty se neustále jeden do druhého transformují. Východní mystika zdůrazňuje podobnou dynamickou jednotu mezi Prázdnem a formami, které vytváří. Podle slov lamy Góvindy:

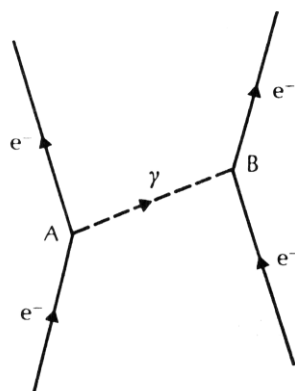
Vztah formy a prázdnoty není možné chápat jako vztah vzájemně se vylučujících protikladů, ale jen jako dva aspekty té samé skutečnosti, které existují současně a jsou v ustavičné souvislosti.

Splynutí těchto protikladných konceptů do jediného celku vyjádřila buddhistická sůtra slavnými slovy:

*Forma je prázdnota a prázdnota je ve skutečnosti forma.
Prázdnota se neliší od formy; forma se neliší od prázdnoty.
Co je forma, to je prázdnota; co je prázdnota, je i forma.*

Teorie pole nás přivedly nejen k novému pohledu na subjaderné částice, ale rozhodujícím způsobem pozměnily naše představy o silách působících mezi těmito částicemi. Pojem pole se původně spojoval s pojmem síly, a dokonce i v kvantové teorii pole se může projevovat jako pole volné ve formě šířících se vln, fotonů, ale také může hrát roli silového pole mezi nabitými částicemi. Například elektrické odpuzování mezi dvěma elektrony se zprostředkovává touto výměnou fotonů.

Toto nové pojetí síly se může zdát těžko pochopitelné, stane se však mnohem jasnějším, když si proces výměny fotonů zobrazíme v prostoročasovém diagramu.



Vzájemné odpuzování dvou elektronů pomocí výměny fotonu

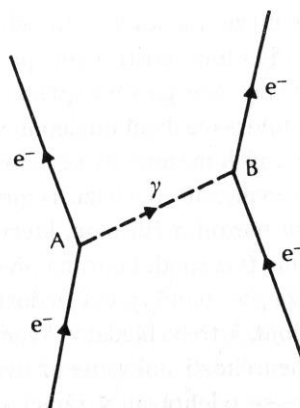
Diagram na této stránce zobrazuje dva blížící se elektrony, první z nich v bodě A emituje foton (označený γ) a druhý ho v bodě B absorbuje. Po emisi fotonu první elektron změní svou rychlost (jak je vidět z odlišného sklonu jeho světočáry) a to samé udělá i druhý elektron po absorbování fotonu. Nakonec se elektrony od sebe vzdalují, protože se výměnou fotonu odpudily. Celou mezielektronovou interakci tvoří veliká řada fotonových výměn, takže se elektrony od sebe odchylojí po plynule zaoblených drahách.

V jazyce klasické fyziky bychom řekli, že elektrony na sebe navzájem působí odpudivou silou. To se však dnes považuje za velmi nepřesný způsob popisu. Když se elektrony k sobě blíží, ani jeden z nich nijakou sílu „necítí“. To, co dělají, je interakce s výměnnými

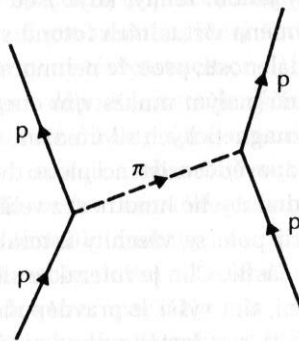
fotony. Síla není nic jiného, než souhrnný makroskopický účinek této mnohonásobné výměny fotonů. Pojem síly není už proto v subjaderné fyzice použitelný. Je to klasický pojem, který spojujeme (byť třeba i nevědomě) s newtonovskou představou síly pociťované na dálku. V subatomovém světě už takové síly nejsou, jsou jen interakce mezi částicemi zprostředkované poli čili zase jinými částicemi. Proto fyzikové raději mluví o interakcích než o silách.

Podle kvantové teorie pole se všechny interakce uskutečňují výměnou částic. V případě elektromagnetické interakce jsou vyměňovanými částicemi fotony; na druhé straně nukleony interagují mnohem větší interakcí jadernou, tzv. „silnou interakcí“, která se projevuje jako výměna nového druhu částic, mezonů. Těchto mezonů, které se mohou vyměňovat mezi protony a neutrony, existuje mnoho druhů. Čím těsněji jsou nukleony u sebe, tím víc těžších mezonů si vyměňují. Interakce mezi nukleony tedy souvisí s vlastnostmi vyměňovaných mezonů, které zase na sebe navzájem působí výměnou jiných částic. Proto nepochopíme podstatu jaderné síly bez poznání celého spektra subjaderných částic.

V kvantové teorii pole se dají interakce všech částic zobrazit prostoročasovými diagramy, přičemž každému diagramu odpovídá matematické vyjádření, které umožňuje vypočítat, s jakou pravděpodobností se odpovídající proces vyskytne. Přesný vztah mezi grafickým zobrazením a příslušným matematickým výrazem určil v roce 1949 Richard Feynman a od té doby jsou tyto grafy známy jako Feynmanovy diagramy.



Klíčovým rysem této teorie je vznik a zánik částic. Například foton v horním diagramu se vytváří v procesu emise v bodě A a zaniká, když se absorbuje v bodě B. Takovýto proces si můžeme představit jen v relativistické teorii, kde se částice nepovažují za nezničitelné objekty, ale spíše za dynamické struktury mající určité množství energie, která se může při vytváření nových struktur přerozdělit.



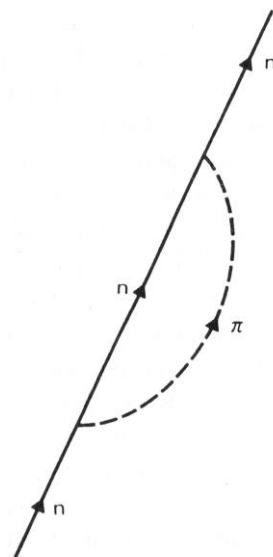
Výměna pionu π
mezi dvěma protony p

Hmotná částice může vzniknout jen tehdy, když se získá energie odpovídající její hmotnosti, např. při srážce. V případě silných interakcí není tato energie vždy k dispozici, jako například v případě vzájemné interakce dvou nukleonů v atomovém jádře, a proto výměna hmotných mezonů by se neměla uskutečnit. Ale přesto k takovým výměnám dochází. Například dva fotony si mohou vyměňovat mezon π čili pion, který má hmotnost asi 1/7 hmotnosti protonu (viz předchozí obrázek).

Důvod, proč může přes tento zjevný nedostatek energie k výměnnému procesu dojít, je třeba hledat v „kvantovém jevu“, který vyplývá z principu neurčitosti. Jak jsme už uvedli dříve, subatomové události, které se odehrávají v rámci krátkého časového intervalu, vedou k velké neurčitosti energie. Výměny mezonů, tj. jejich vznik a následující zánik, jsou událostmi tohoto druhu. Odehrávají se v tak krátkém čase, že neurčitost energie stačí k vytvoření mezonů. Tyto mezony se nazývají „virtuální“. Liší se od „reálných“ mezonů vytvořených ve srážkových procesech tím, že mohou existovat jen v tak krátkém časovém intervalu, který je v souladu s principem

neurčitosti. Čím jsou mezony těžší (tj. čím větší energie je potřebná na jejich vytvoření), tím kratší čas mají k dispozici na proces výměny. Proto si nukleony mohou vyměňovat těžké mezony jenom tehdy, když jsou natěsnány u sebe. Na druhé straně výměna virtuálních fotonů se může uskutečnit přes neomezené vzdálenosti, protože nehmotné fotony se mohou vytvářet i neomezeně malým množstvím energie. Tento rozbor jaderných a elektromagnetických sil umožnil v roce 1935 Hideki Yukawovi nejen předpovědět existenci pionu dvanáct let před jeho objevem, ale i odhadnout jeho hmotnost z velikosti jaderných sil.

V kvantové teorii pole se všechny interakce zobrazují jako výměny virtuálních částic. Čím je interakce silnější, tj. čím větší je síla mezi částicemi, tím vyšší je pravděpodobnost takovýto výměnných procesů, tj. tím častěji se budou virtuální částice vyměňovat. Úloha virtuálních částic se však neomezuje jen na tyto interakce. Například i samotný nukleon může emitovat a krátce nato zpětně absorbovat virtuální částici. Za předpokladu, že takto vytvořený mezon zmizí za čas, který připouští princip neurčitosti, neexistuje nic, co by takovýto proces znemožnilo. Odpovídající Feynmanův diagram pro neutron, který emituje a znovu absorbuje pion, je uveden na následujícím obrázku.



Neutron n emitující a znovu absorbuující pion π

U nukleonů je pravděpodobnost takovýchto samointerakčních procesů velmi vysoká z důvodu silné interakce. To znamená, že nukleony neustále emitují a absorbují virtuální částice. Podle teorie pole jsou to centra neustálé aktivity obklopená oblaky virtuálních částic. Virtuální mezony se rozpadají krátce po svém vzniku, takže se nemohou dostat od nukleonu příliš daleko. Proto je mezonový oblak velmi malý. Na jeho okrajích se nacházejí lehké mezony (většinou piony), zatímco těžké mezony, které se absorbují mnohem rychleji, jsou omezeny jen na vnitřek oblaku.

Každý nukleon je obklopen takovým oblakem virtuálních mezonů, jejichž doba života je ale nesmírně krátká. Za zvláštních situací se však z virtuálních mezonů mohou stát mezony reálné. Když do nukleonu narazí velmi rychlá částice, část její pohybové energie se může přetransformovat do virtuálního mezonu a uvolnit ho z oblaku. Takovýmto způsobem se během vysokoenergetických srážek tvoří reálné mezony. A když se na druhé straně dostanou dva nukleony k sobě tak blízko, že se jejich mezonové oblaky překrývají, některé z virtuálních částic se nemusí vrátit a být absorbované mateřským nukleonem, ale mohou přeskočit a být absorbované nukleonem druhým. Tímto způsobem vznikají výměnné procesy tvořící silné jaderné interakce.

Tento obraz jasně ukazuje, že interakce mezi částicemi, a tedy i „síly“ mezi nimi, jsou dány složením jejich virtuálních oblaků. Dosah interakce, tj. vzdálenost mezi částicemi, při které bude k interakci docházet, závisí na velikosti virtuálních oblaků a přesná podoba interakcí bude záviset na vlastnostech virtuálních částic v oblacích. Tak přítomnost virtuálních fotonů v nabitých částicích způsobuje elektromagnetické síly, zatímco silné jaderné interakce mezi nukleony vznikají jako důsledek přítomnosti virtuálních pionů a dalších mezonů v nukleonech. V teorii pole se síly mezi částicemi jeví jako vnitřní vlastnosti částic. Síla a hmota, tyto dva pojmy, které byly v řeckém a newtonovském atomismu ostře odděleny, mají podle dnešního pohledu společný původ v dynamických strukturách, které nazýváme částicemi.

Takovýto pohled na síly je charakteristický i pro východní mystiku, která považuje pohyb a změnu za základní a vnitřní vlastnosti všech věcí.

Všechny věci, které se točí,

říká Čang Caj s odvoláním na nebesa,

mají samovolnou sílu, a tak jejich pohyb není vyvolaný ničím vnějším.

A v *Knize proměn* čteme:

*(Přírodní) zákony nejsou vnějšími silami,
ale představují harmonii pohybu,
která je věcem vlastní.*

Tento starý čínský popis, podle kterého síly představují harmonii pohybu uvnitř věcí, se zdá být zvláště výstižný i ve světle kvantové teorie pole, kde síly mezi částicemi odrážejí dynamické struktury (virtuální oblaky) vrozené těmto částicím.

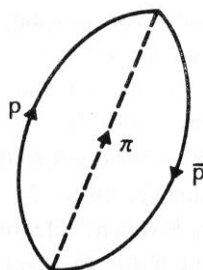
Moderní fyzikální teorie pole nás nutí vzdát se klasického rozlišení mezi hmotnými částicemi a prázdňem. Einsteinova teorie gravitace i kvantová teorie pole ukazují, že částice nemohou být odděleny od obklopujícího je prostoru. Na jedné straně částice určují strukturu prostoru, zatímco na straně druhé je není možné považovat za izolované entity. Jsou to jen jakési „sraženiny“ souvislého a v celém prostoru přítomného pole. V kvantové teorii pole se toto pole bere za základ všech částic i jejich vzájemných interakcí.

Pole existuje vždy a všude; nikdy ho není možné odstranit. Je nositelem všech materiálních jevů. Je to „prázdnota“, ze které proton vytváří piony. Bytí i zánik částic jsou jenom formy pohybu pole.

Když už bylo evidentní, že virtuální částice mohou samovolně vznikat z prázdnoty a v prázdnotě bez přítomnosti nukleonu nebo jiné silné interagující částice zase zanikat, muselo se upustit od rozlišování mezi polem a prázdňým prostorem. Na následujícím obrázku máme pro takovýto proces „vakuový diagram“: z prázdnoty tu vzniknou tři částice – proton p , antiproton p^- a pion π – a tyto částice se zase

znovu ztrácejí ve vakuu. Podle teorie pole dochází k takovýmto procesům neustále.

Vakuum tedy není ani zdaleka prázdné. Naopak, obsahuje neomezené množství částic, které bez konce vznikají a zanikají.



Vakuový diagram

Zde vidíme nejtěsnější paralelu s mystickým pojetím prázdnoty. Podobně jako východní prázdnota není ani toto „fyzikální vakuum“ (jak se v teorii pole nazývá) stavem pouhé nicoty, ale obsahuje potenciální existenci všech forem světa částic. Avšak tyto formy nejsou nezávislými fyzikálními entitami, ale jen pomíjejícími projevy základní prázdnoty. Jak hovoří sůtra:

Forma je prázdnota a prázdnota je vlastně forma.

Vztah mezi virtuálními částicemi a vakuem je v podstatě vztahem dynamickým. Vakuum je ve skutečnosti prázdňem oživeným, pulsujícím v nekončícím rytmu vzniku a zániku. Objev dynamického charakteru vakua považují mnozí fyzikové za jeden z nejdůležitějších objevů moderní fyziky. Od původní role prázdny nádoby přírodních jevů přešla prázdnota k roli dynamické veličiny nejvyšší důležitosti. A tak se zdá, že výsledky moderní fyziky potvrzují slova čínského mudrce Čang Caje:

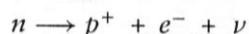
Když člověk pozná, že Velká prázdnota je plná čchi, uvědomí si, že nic takového, jako je nicota, není.

Kapitola patnáctá –

- Kosmický tanec

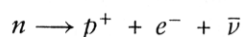
Výzkum subatomového světa ve dvacátém století odhalil vnitřní dynamickou povahu hmoty. Ukázal, že složky atomu jsou dynamické struktury, které neexistují izolovaně, ale jen jako integrální části nerozdělitelné sítě interakcí. Tyto interakce zahrnují neustálý tok energie, který se projevuje výměnou částic, je to dynamická souhra, při které v nepřetržité proměně energetických struktur částice vznikají a zanikají. Interakcí částic se vytvářejí stabilní struktury, které tvoří materiální svět, avšak ani tyto nezůstávají statické, ale kmitají v rytmickém pohybu. Celý svět se tedy zapojuje do věčného pohybu a aktivity, do ustavičného kosmického tance energie.

Tento tanec vyúsťuje do obrovského množství rozmanitých struktur, které všechny kupodivu patří jen do několika málo kategorií. Studium subjaderných částic a jejich interakcí odhaluje jakýsi řád. Všechny atomy, a tedy i všechny formy hmoty v našem okolí sestávají jenom ze tří hmotných částic: protonu, neutronu a elektronu. Čtvrtá částice – foton – je nehmotná a představuje kvantum elektromagnetického záření. Proton, elektron a foton jsou stabilní částice, to znamená, že existují po neomezenou dobu, pokud se ovšem nezapletou do srážky, při které mohou anihilovat. Na druhé straně neutron se může rozpadnout samovolně. Tento rozpad se nazývá rozpad beta a je základním procesem určitého druhu radioaktivity. Dochází při něm k přeměně neutronu na proton, přičemž vzniká elektron a nový druh nehmotné částice, neutrino. Neutrino je podobně jako proton a elektron stabilní. Obvykle se značí řeckým písmenem ν (ný) a proces rozpadu beta se symbolicky zapisuje:



Přeměna neutronů na protony, která probíhá v atomech radioaktivní látky, vede k proměně těchto atomů na atomy zcela jiného druhu. Elektrony vytvořené při tomto ději se emitují v podobě vysokoenergetického záření (záření beta), které se široce využívá v biologii, v medicíně a v průmyslu. Ale neutrino, která vznikají ve stejném množství, se dají zjistit jen velmi obtížně, protože nemají ani hmotnost, ani elektrický náboj ⁶.

Jak jsme již uvedli, každá částice má svou antičástici, která má stejnou hmotnost, avšak opačný náboj. Foton je svou vlastní antičásticí; antičástice elektronu se nazývá pozitron, dále existují antiproton, antineutron a antineutrino. (Asi taky antihana.) Nehmotná částice, která se vytváří při rozpadu beta, není ve skutečnosti neutrino, ale antineutrino (označované ný s pruhem), takže daný proces by se měl správně zapsat takto:



Dosud zmíněné částice představují jen zlomek z dnes známých subjaderných částic. Všechny ostatní částice jsou však nestabilní a po krátkém čase se rozpadají v jiné, přičemž některé z nich se mohou rozpadat dále, až zbude kombinace stabilních částic. Studium nestabilních částic je velmi nákladné, protože je nutné tyto částice před každým pokusem znovu vytvářet srážkovými procesy. Vyžaduje to obrovské urychlovače částic, bublinkové komory a další mimořádně důmyslné detekční přístroje.

⁶ Dnes, 6.10.2015, dostali 2 fyzici, Japonec a Kanaďan, Nobelovu cenu za důkaz, že neutrino má hmotnost. H.V.

NÁZEV		SYMBOL		
		ČÁSTICE	ANTIČÁSTICE	
foton		γ		
leptony	neutrino	$\nu_e \quad \nu_\mu$	$\bar{\nu}_e \quad \bar{\nu}_\mu$	
	elektron	e^-	e^+	
	mion	μ^-	μ^+	
hadrony	mezony	pion	$\pi^+ \quad \pi^0 \quad \pi^-$	
		kaon	$K^+ \quad K^0 \quad \bar{K}^0 \quad K^-$	
		eta	η	
	baryony	proton	p	\bar{p}
		neutron	n	\bar{n}
		lambda	Λ	$\bar{\Lambda}$
		sigma	$\Sigma^+ \quad \Sigma^0 \quad \Sigma^-$	$\bar{\Sigma}^+ \quad \bar{\Sigma}^0 \quad \bar{\Sigma}^-$
kaskáda	$\Xi^0 \quad \Xi^-$	$\bar{\Xi}^0 \quad \bar{\Xi}^-$		
omega	Ω	$\bar{\Omega}^-$		

Stabilní částice a částice s relativně dlouhou životností. Tabulka obsahuje třináct různých typů částic, z nichž mnohé se objevují v různých „stavech náboje“. Například pion může mít kladný náboj π^+ , záporný náboj π^- nebo může být elektricky neutrální π^0 . Existují dva druhy neutrin, jeden reaguje jenom s elektrony ν s indexem e , druhý jen s miony ν s indexem μ . V tabulce jsou také antičástice, tři z částic (γ , π^0 , η) jsou svými vlastními antičásticemi. Částice jsou seřazeny podle vzrůstající hmotnosti, foton a neutrino jsou bez hmotnosti; elektron je nejlehčí hmotná částice; mion, pion a kaon jsou několiksetkrát těžší než elektron; ostatní částice jsou jednou až třítisíckrát těžší.

Doba života nejméně stabilních částic je na lidská měřítka velmi krátká, je to méně než miliontina sekundy. Avšak o době života takových částic je třeba uvažovat ve vztahu k jejich velikosti, která je také velmi malá. Pokud se na věc podíváme z tohoto hlediska, zjišťujeme, že mnoho z nich žije relativně dlouho a že miliontina sekundy je ve světě částic velmi dlouhá doba. Člověk může za sekundu přejít vzdálenost, která je několiknásobkem jeho velikosti. Pro částici bude představovat ekvivalentní časový interval čas, který potřebuje na to, aby přešla vzdálenost několikrát větší, než je její velikost. Takovouto časovou jednotku bychom mohli nazvat „částicová sekunda“.

Když se částice pohybuje rychlostí blížíící se rychlosti světla, což je při srážkových experimentech běžné, potřebuje na průlet atomovým jádrem střední velikosti asi deset „částicových sekund“. Mezi velkým množstvím nestabilních částic jsou asi dvě desítky takových, které mohou před svým rozpadem projít přes několik atomů. Tato vzdálenost je asi 100 000násobkem jejich velikosti a odpovídá několika stům „částicových hodin“. Tyto částice jsou zaznamenány v tabulce spolu s už zmíněnými částicemi stabilními. Většina nestabilních částic z této tabulky proletí ve skutečnosti před svým rozpadem celý centimetr, ba dokonce i několik centimetrů, a ty, které žijí nejdéle, čili onu miliontinu sekundy, mohou před rozpadem proletět několik stovek metrů. To je v porovnání s jejich velikostí obrovská vzdálenost.

Všechny ostatní dosud známé částice patří do kategorie zvané „rezonance“ a budeme je podrobněji probírat v následující kapitole. Jejich životnost je značně kratší, rozpadají se po několika „částicových sekundách“. Nemohou proto nikdy proletět delší vzdálenost, než je několikanásobek jejich velikosti. To znamená, že je není možné vidět v bublinkové komoře a na jejich existenci se dá usuzovat jen nepřímou. Stopy viditelné v bublinkové komoře zanechávají jen částice uvedené v naší tabulce.

Všechny tyto částice se mohou vytvořit a anihilovat ve srážkových procesech, každá z nich se též může vyměňovat jako částice virtuální, a tak přispět k interakci mezi ostatními částicemi. Zdálo by se tedy, že to povede k velikému množství částicových interakcí, ale naštěstí (dosud nevíme proč) všechny tyto interakce patří do čtyř kategorií se zřetelně odlišnými interakčními silami.

Jsou to:

- silné (jaderné) interakce,
- elektromagnetické interakce,
- slabé (jaderné) interakce,
- gravitační interakce.

Nejznámější z nich jsou interakce elektromagnetické a gravitační. S nimi se setkáváme ve světě běžných měřítek. Gravitační interakce působí mezi všemi částicemi, avšak je tak slabá, že se experimentálně nedá zjistit. V makroskopickém světě však skládá dohromady své gravitační působení obrovské množství částic, ze kterých jsou hmotná tělesa složena. Tím vzniká gravitační síla, která působí na vesmírné

vzdálenosti. K elektromagnetickým interakcím dochází mezi všemi nabitými částicemi. Jsou zodpovědné za chemické procesy a za všechny atomové a molekulární struktury. Silné interakce pak drží v atomových jádrech protony a neutrony. Vytvářejí jadernou sílu, která je nejsilnější ze všech sil v přírodě. Například elektrony jsou vázány k atomovému jádru elektromagnetickou silou, které přísluší energie vazby asi deset elektronvoltů, zatímco jaderná síla drží protony a neutrony energií asi deset milionů elektronvoltů!

Mezi silně interagující částice patří nejen nukleony, ale většina částic. Ze všech dnes známých částic se silných interakcí nezúčastňuje jen pět částic (se svými antičásticemi). Jsou to fotony a čtyři druhy leptonů, které jsou uvedeny v tabulce. Všechny částice je možné z hlediska interakcí zařadit do dvou skupin: mezi leptony a hadrony.

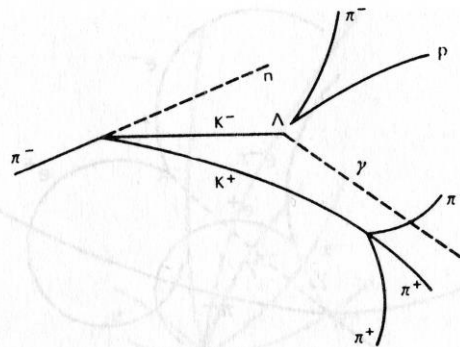
Silně interagující hadrony se dále dělí na mezony a baryony, které se liší například tím, že všechny baryony mají své zvláštní antičástice, zatímco mezon může být sám vlastní antičásticí.

Leptony se zapojují do čtvrtého druhu interakcí – do interakcí slabých. Tyto interakce jsou tak slabé a mají tak krátký dosah, že nemohou nic udržet pohromadě. Při třech ostatních interakcích vznikají vazebné síly: silné interakce drží pohromadě atomová jádra, elektromagnetické interakce atomy a molekuly a gravitační interakce planety, hvězdy a galaxie. Slabé interakce se však projevují jen u některých druhů částicových srážek a při rozpadech částic, jako například při výše zmíněném rozpadu beta.

Všechny interakce mezi hadrony se zprostředkují výměnou jiných hadronů. A právě tyto výměny hmotných částic způsobují, že silné interakce mají krátký dosah, jen několiknásobek velikosti částic. Proto nikdy nemohou silné interakce vytvořit makroskopickou sílu, a proto je ani neznáme z běžného světa. Se silami elektrickými a magnetickými se na druhé straně v makrosvětě setkáváme. Je to proto, protože elektromagnetické interakce jsou zprostředkovány výměnou nehmotných fotonů a jejich dosah je neomezený. O gravitační interakci se domníváme, že je také zprostředkována nehmotnou částicí, kterou nazýváme graviton. Tyto interakce jsou však tak slabé, že doposud nebylo možno graviton zaregistrovat. Nemáme však vážný důvod o jeho existenci pochybovat.

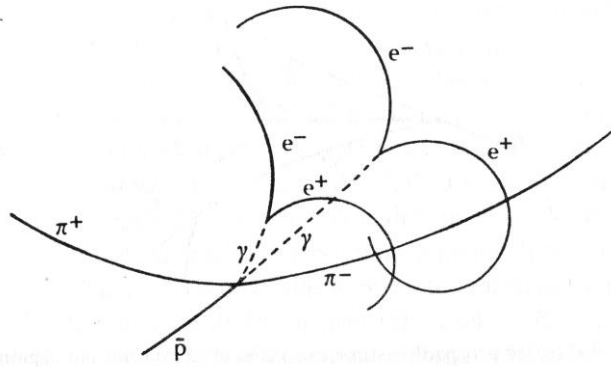
Konečně slabé interakce mají jen velmi krátký dosah, mnohem kratší než interakce silné. Proto se předpokládá, že vznikají výměnou

velmi těžkých částic. Panuje přesvědčení, že tyto hypotetické částice, označované W^+ , W^- a Z , mají analogickou roli jako foton pro interakce elektromagnetické (na rozdíl od fotonu však mají velmi vysokou hmotnost). Tato analogie tvoří základ tzv. „kalibračních“ teorií pole, které sjednocují teorie elektromagnetických a slabých interakcí.



Složitý sled srážek a rozpadů částic: zleva přicházející záporně nabitý pion π^- se sráží s protonem (tj. s jádrem atomu vodíku), který je přítomen v bublinkové komoře; obě částice anihilují a vzniká neutron n se dvěma kaony (K^+ a K^-); neutron pak odlétá bez toho, že by zanechal stopu. K^- se sráží s dalším protonem v komoře, obě částice anihilují a vytvářejí částici lambda Λ a foton γ . Ani jedna z těchto neutrálních částic není viditelná, avšak rozpadá se po krátkém čase na proton p a π^- , přičemž obě tyto částice už stopu zanechávají. A nakonec K^+ , který vznikl při počáteční srážce, chvíli pokračuje v letu a pak se rozpadne na tři piony.

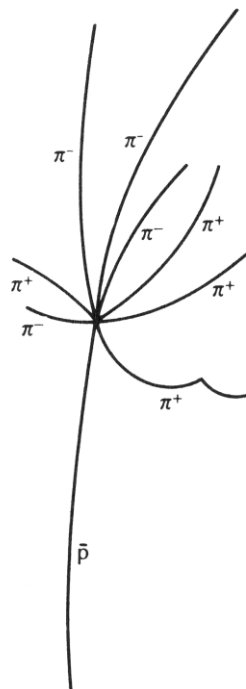
Ve fyzice vysokých energií se při srážkových procesech kombinují interakce silné, elektromagnetické a slabé ve složitých sledech „událostí“. Původní srážející se částice často zaniká za vzniku několika částic nových, které se dále srážejí nebo se v několika krocích zase rozpadají, až zbudou částice stabilní. Na předchozím obrázku, který vznikl na základě snímku z bublinkové komory, je vidět zmíněný sled vzniků a zániků částic. Je to výstižná ilustrace proměnlivosti hmoty na úrovni částic. Vidíme tu kaskády energie, ve kterých se vytvářejí a rozpadají různé částice.



Sled událostí, který má za následek vytvoření dvou párů: antiproton \bar{p} se rozpadá na π^- a π^+ a dva fotony γ , každý z nich vytváří elektronpozitronový pár. Dráha pozitronu e^+ se stáčí doprava, dráha elektronu e^- doleva.

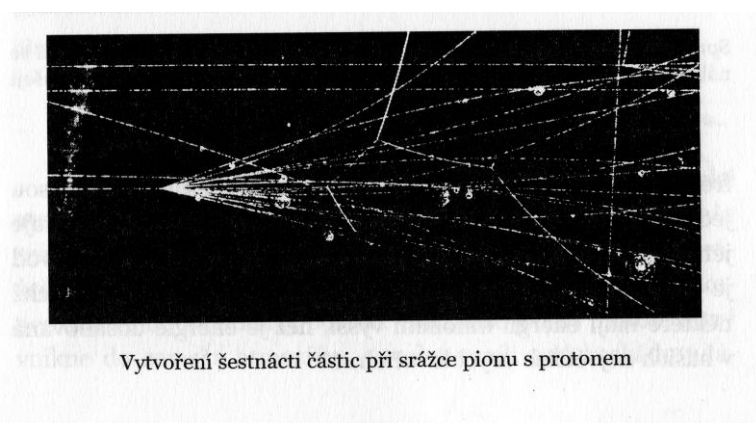
V takových sledech je zvláště nápadný vznik hmoty, když se nehmotný, avšak vysokoenergetický foton (který není v bublinkové komoře vidět) najednou promění na dvojici nabitých částic: na elektron a pozitron, které se pohybují po rozbíhavých drahách. Máme tady krásný příklad procesu, který končí vytvořením dvou párů částic.

Čím vyšší je počáteční energie ve srážkovém procesu, tím více částic se může vytvořit. Následující graf ukazuje vytvoření osmi pionů při srážce antiprotonu s protonem.

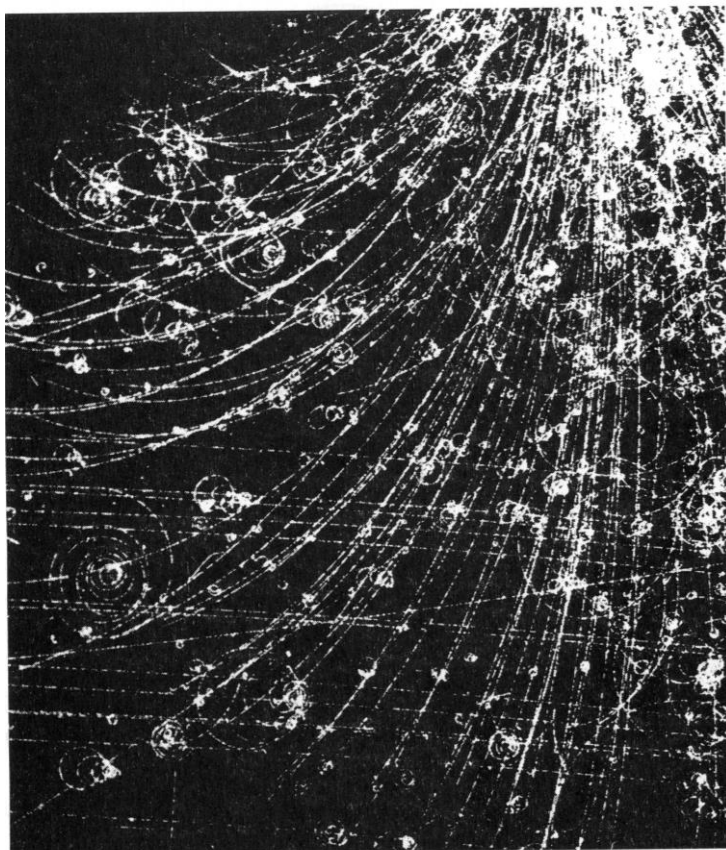


Vytvoření osmi pionů při srážce antiprotonu \bar{p} s protonem (umístěným v bublinkové komoře).

Další fotografie ukazuje extrémní případ: vznik šestnácti částic během jediné srážky pionu a protonu.



Všechny tyto srážky byly vyvolány uměle v obrovských laboratorních přístrojích, které urychlují částice na požadované energie. Při běžných pozemských procesech nejsou na vytvoření hmotných částic dostatečně vysoké energie. Ve vesmíru je však situace zcela odlišná. Subjaderné částice se vyskytují v hojném počtu v nitrech hvězd, kde neustále dochází ke srážkám podobným těm, které uměle zkoumáme v urychlovačích. V některých hvězdách vytvářejí tyto procesy velmi intenzivní elektromagnetické záření: radiové vlny, světelné i rentgenové záření. Ty jsou pak pro astronomy primárním zdrojem poznatků o vesmíru. Mezihvězdný i mezigalaktický prostor je plný elektromagnetického záření různých frekvencí, tj. je zaplněn fotony o různých energiích.



Sprška asi sta částic vyvolaná dopadem částice kosmického záření, která se náhodou dostala do bublinkové komory. Přibližně vodorovné stopy přísluší



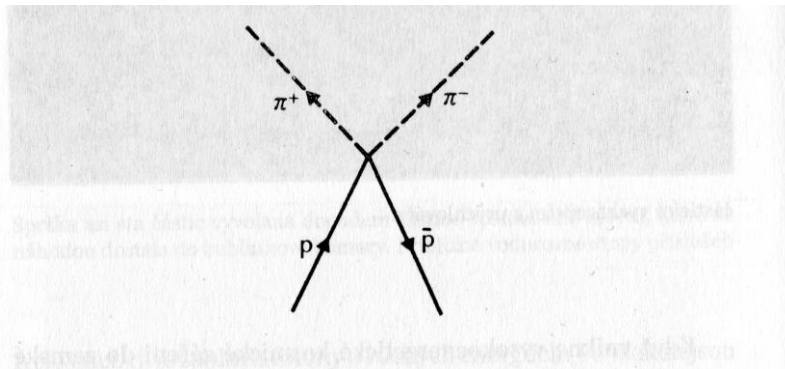
částicím vycházejícím z urychlovače.

To však nejsou jediné částice, které se kosmem šíří. Kosmické záření neobsahuje jen fotony, ale i všechny druhy hmotných částic, jejichž původ je dodnes často záhadou. Většinou se jedná o protony, z nichž některé mají energii mnohem vyšší, než je energie dosahovaná v našich největších urychlovačích.

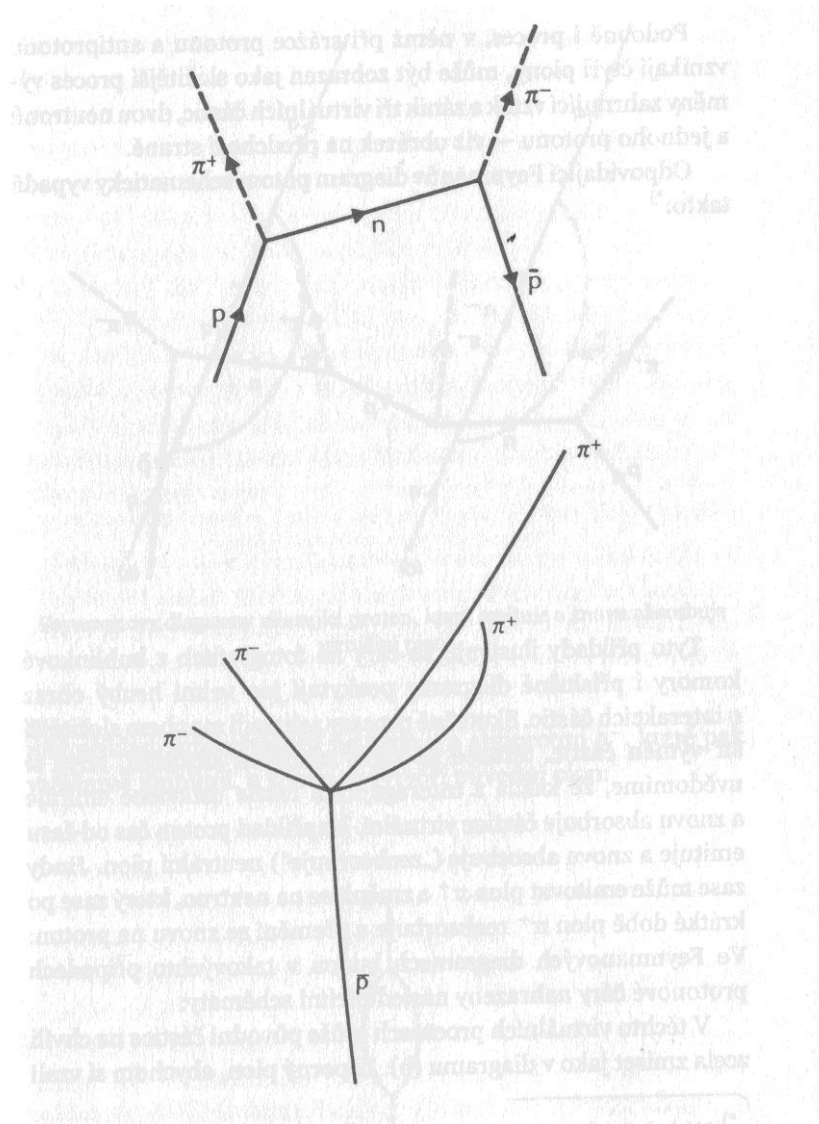
Když vnikne vysokoenergetické kosmické záření do zemské atmosféry, srazí se s jádry atomů vzduchu a vytvoří pestrou směs sekundárních částic, které se buď rozpadnou, nebo se znovu srážejí a vytvoří částice další, poslední z nich pak po řadě srážek nakonec dopadnou na zemský povrch. Tak může jediný proton, který vnikne do zemské atmosféry, vyvolat vznik celé kaskády událostí, ve kterých se jeho původní kinetická energie transformuje do spršky rozličných částic a postupně se absorbuje, jak částice pronikající vzduchem prodělávají mnohonásobné srážky. V zemské atmosféře se neustále odehrává stejný jev, který pozorujeme při srážkách ve fyzice vysokých energií. Děje se to přirozeným způsobem a v mnohem vyšší intenzitě. Je to ustavičný tok energie, procházející množstvím

rozmanitých částicových konfigurací v rytmickém tanci vzniku a zániku. Na předchozím obrázku je velkolepý obraz „tance energie“, který byl náhodou vyfotografován v Evropském výzkumném centru CERN, když se během experimentu dostala do bublinkové komory nečekaná sprška kosmických paprsků.

Ve světě částic se nevyskytují jen ty procesy, které můžeme vidět na fotografiích z bublinkových komor. Odehrává se tu i vznik a zánik virtuálních částic, které se vyměňují při interakci částic. Jejich doba života není dost dlouhá, aby je bylo možno pozorovat. Jako příklad může sloužit vznik dvou pionů při srážce protonu s antiprotonem. Prostorčasový diagram této události (směr času je zdola nahoru) vypadá takto:

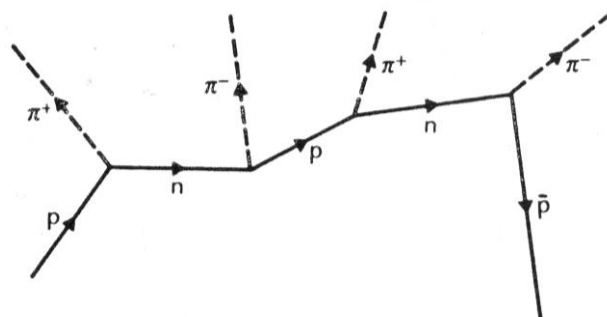


Jsou zde světočáry protonu p a antiprotonu \bar{p} ; tyto částice se srážejí v jednom bodě prostoru a času, navzájem anihilují a vytvářejí dva piony (π^+ a π^-). Tento diagram však nedává úplný obraz. Jak je vidět z diagramu následujícího, interakci mezi protonem a antiprotonem je možno zobrazit jako výměnu virtuálního neutronu.

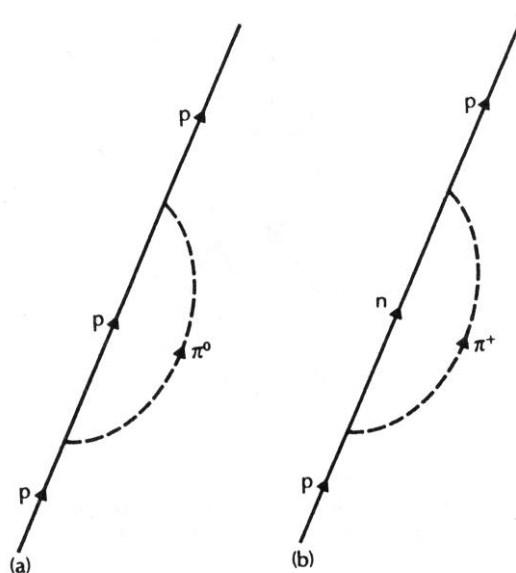


Podobně i proces, v němž při srážce protonu a antiprotonu vznikají čtyři piony, může být zobrazen jako složitější proces výměny zahrnující vznik a zánik tří virtuálních částic, dvou neutronů a jednoho protonu – viz obrázek na předchozí straně.

Odpovídající Feynmanův diagram potom schematicky vypadá takto:

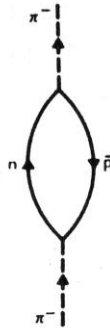


Tyto příklady ilustrují, že čáry na fotografiích z bublinkové komory i příslušné diagramy poskytují jen velmi hrubý obraz o interakcích částic. Skutečné procesy zahrnují mnohem složitější síť výměn částic. Situace se stává mnohem složitější, když si uvědomíme, že každá z integrujících částic ustavičně emituje a znovu absorbuje částice virtuální. Například proton čas od času emituje a znovu absorbuje („reabsorbuje“) neutrální pion. Jindy zase může emitovat pion π^+ a změnit se na neutron, který zase po krátké době pion π^+ reabsorbuje a přemění se znovu na proton. Ve Feynmanových diagramech budou v takovýchto případech protonové čáry nahrazeny následujícími schémata:

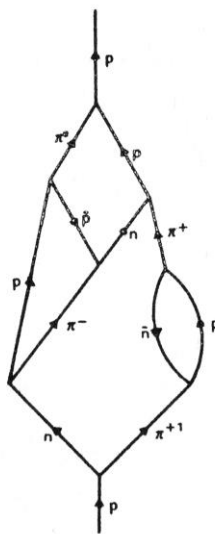


Feynmanovy diagramy ukazující proton, který emituje a znovu absorbuje virtuální pion

V těchto virtuálních procesech může původní částice na chvíli zcela zmizet jako v diagramu (b). Záporný pion, abychom si vzali jiný příklad, může vytvořit neutron n a antiproton \bar{p} , které pak vzájemně anihilují, a znovu se vytvoří původní pion:



Vytvoření virtuálního páru neutron-antiproton



Síť virtuálních interakcí. Podle Fordovy knihy *The World of Elementary Particles* (Svět elementárních částic)

Je důležité si uvědomit, že všechny tyto procesy se řídí zákony kvantové teorie, a proto představují spíš jen tendence a pravděpodobnost, než skutečnosti. Každý proton existuje potenciálně, tj. s jistou pravděpodobností, jako proton π^0 nebo jako neutron π^+ i mnoha jinými způsoby. Uvedené příklady představují jen nejjednodušší virtuální procesy. Mnohem složitější struktury vznikají, když virtuální částice vytvoří zase další virtuální částice, a tak generují celou síť virtuálních interakcí. Kenneth Ford ve své knize *The*

World of Elementary Particles (Svět elementárních částic) sestrojil složitý příklad takovéto sítě, která se týká vzniku a zániku jedenácti virtuálních částic a komentuje ho následovně:

Diagram zobrazuje takový sled událostí, který vypadá poněkud ztřeštěně, který je však zcela reálný. Každý proton příležitostně prochází přesně takovým tancem vzniku a zániku.

Ford není jediným fyzikem, který použil slov „tanec vzniku a zániku“ a „tanec energie“. Myšlenky rytmu a tance přicházejí na mysl celkem přirozeně, když se pokoušíme představit si tok energie procházející přes konfigurace tvořící svět částic. Moderní fyzika nám ukázala, že pohyb a rytmus jsou základními vlastnostmi hmoty; že veškerá energie, ať už na Zemi nebo ve vesmíru, se zúčastňuje nepřetržitého kosmického tance.

Východní mystici mají na vesmír podobný pohled jako moderní fyzika, a tak nepřekvapuje, že i oni užili obrazu tance, aby zprostředkovali svou intuitivní představu přírody. Krásný příklad takového obrazu rytmu a tance přináší Alexandra David-Neelová ve své *Tibetan Journey (Tibetské cestě)*, kde popisuje, jak potkala lamu, který o sobě hovořil jako o „pánovi zvuku“ a vysvětlil jí svůj přístup k hmotě takto:

Všechny věci jsou... shluky atomů, které tančí a svými pohyby vytvářejí zvuky. Když se rytmus tance změní, změní se i zvuk, který vytváří... Každý atom stále zpívá svou píseň a zvuk v každém okamžiku tvoří husté a jemné tvary.

Podobnost tohoto pohledu s pohledem moderní fyziky se stává ještě nápadnější, když si uvědomíme, že zvuk je vlna s určitou frekvencí, a že i částice – moderní ekvivalenty starého pojmu „atom“ – jsou vlny, které mají frekvence úměrné své energii. Podle teorie pole každá částice vskutku „stále zpívá svou píseň“ a vytváří rytmické struktury energie (virtuální částice) v „hustých a jemných tvarech“.

V hinduismu našla metafora kosmického tance své nejhlubší a nejkrásnější vyjádření v obraze tančícího boha Šivy, jednoho z nejstarších a nejoblíbenějších indických bohů. V jedné ze svých četných inkarnací se Šiva objevuje jako král tanečníků. Podle

hinduistické víry je celý život součástí velkého rytmického procesu tvorby a zániku, smrti a znovuzrození a Šivův tanec symbolizuje tento věčný rytmus života a smrti, který pokračuje v nekonečných cyklech. Podle slov Ánandy Kumárasvámího:

V Brahmově noci je Příroda netečná a nemůže tančit, dokud si to Šiva nepřeje: On povstává ze svého vytržení a tanče vysílá přes netečnou hmotu pulsující vlny budícího zvuku. A hle! I hmota tančí a objevuje se jako jeho svatozář. Tancem zachovává její mnohotvárné jevy. Když se čas naplní, tančící ničí ohněm všechny tvary i jména a přináší nový klid. Je to poezie, a přesto věda.

Šivův tanec nesymbolizuje jen cykly kosmického vzniku a zániku, ale i každodenní rytmus rození a smrti, který se v indické mystice považuje za základ veškeré existence. A Šiva nám současně připomíná, že pestré formy ve světě, které neustále tvoří a ničí v nepřetržitém proudu svého tance, jsou májá - nic stálého, jen stále se měnící iluze. Heinrich Zimmer o tom napsal:

Jeho gesta, nespoutaná a plná elegance, rychle navozují kosmickou iluzi; mávajících ruce a nohy i houpající se trup způsobují – skutečně to činí – nepřetržité vznikání a zanikání vesmíru, smrt, která přesně vyvažuje zrod, anihilaci a konec každého přiblížení.

V 10. – 12. století zobrazili indiští umělci Šivův kosmický tanec na nádherných bronzových sochách tančících postav se čtyřmi pažemi, jejichž znamenitě vyvážená a dynamická gesta vyjadřují rytmus a jednotu Života. Významy kosmického tance vyjadřují detaily těchto postav pomocí složité obrazové alegorie. Horní pravá ruka boha drží bubínek, který symbolizuje prvotní zvuk tvoření, horní levá ruka nese jazyk plamene, prvku zkázy. Vyváženost rukou představuje dynamickou rovnováhu mezi tvořením a zkázou světa, kterou stále zdůrazňuje tanečnickova klidná a nezaujatá tvář uprostřed mezi rukama. Druhá pravá ruka je zdvižena na znamení „Neboj se“. symbolizuje zachovávání, ochranu a klid, zatímco druhá levá ruka ukazuje dolů na zdviženou nohu, která symbolizuje vysvobození z čar

máji. Bůh tančí na těle démona, symbolu lidské nevědomosti, nad kterou je třeba zvítězit předtím, než je možné dosáhnout osvobození.

Podle Kumárasvámího je Šivův tanec

tou nejryzejší podobou Boží aktivity, jakou se může pyšnit jakékoli umění či náboženství.

A protože bůh je zosobněné brahma, jeho činnost jsou myriády projevů brahma na tomto světě. Šivův tanec je sám tančící vesmír, ustavičný tok energie procházející nekonečným množstvím rozmanitých, navzájem se prolínajících struktur.

Moderní fyzika ukázala, že rytmus tvoření a zániku se neprojevuje jen v koloběhu ročních období a v rození a smrti všech živých tvorů, ale i v samé podstatě neorganické hmoty. Podle kvantové teorie pole se všechny interakce mezi jednotlivými složkami hmoty odehrávají prostřednictvím emise a absorpce virtuálních částic. Ba co víc, tanec tvoření a zániku je základem samé existence hmoty, protože všechny částice látky „samointeragují“ tím, že emitují a znovu absorbují částice virtuální. Moderní fyzika odhalila, že každá částice nejen že předvádí tanec energie, ale sama tancem energie je, je pulsujícím procesem tvorby a zániku.

Způsob tohoto tance je podstatnou stránkou povahy každé částice a určuje mnohé z jejích vlastností. Například energie emise a absorpce virtuálních částic je ekvivalentní hmotnosti, která je součástí celkové hmotnosti samointeragující částice. Různé částice vytvářejí při svém tanci odlišné konfigurace vyžadující různá množství energie, a proto mají i rozdílné hmotnosti. A konečně, virtuální částice nejsou jen základní součástí všech částicových interakcí a většiny jejich vlastností, ale jsou též vytvářeny a ničeny samým vakuem. Tak se na kosmickém tanci zúčastňuje nejen hmota, ale i prázdnota, která ustavičně vytváří a ničí struktury energie.

Pro moderní fyziky je tedy Šivův tanec tancem subatomové hmoty. Stejně jako v hinduistické mytologii je to i zde nepřetržitý tanec vzniku a zániku týkající se celého vesmíru. Je základem veškeré existence a všech přírodních jevů. Před staletími vytvořili indiští umělci vizuální představu tančícího Šivy pomocí krásné série bronzových sošek. V dnešní době fyzikové použili na zobrazení konfigurací kosmického tance nejvyspělejší techniku. Fotografie

integrujících částic v bublinkových komorách svědčící o nepřetržitém rytmu tvoření a zániku jsou vizuální představou Šivy. Svou krásou a hloubkou se vyrovnají tomu, co vytvořili indiští umělci. Tak metafora kosmického tance sjednocuje starou mytologii, náboženské umění a moderní fyziku. Skutečně je to „poezie, a přece věda“, jak říká Kumárasvámí.



Tančící bůh Šiva

Kapitola šestnáctá –

- Kvarkové symetrie – nový kóan?

Subatomový svět je světem rytmu, pohybu a neustálé změny. Není však chaotický ani nepodléhá libovůli, nýbrž se řídí pevnými a přísnými pravidly. Především platí, že všechny částice stejného druhu jsou zcela identické; mají přesně stejnou hmotnost, stejný elektrický náboj i další charakteristické vlastnosti. Všechny nabité částice nesou přesně stejný (či opačný) elektrický náboj rovný náboji elektronu, případně je jejich náboj přesným dvojnásobkem tohoto náboje. To samé platí i o ostatních veličinách, které jsou charakteristickými atributy částic; jejich hodnoty nejsou libovolné, ale existuje jen určitý počet možných hodnot, kterých mohou nabývat. To nám umožňuje uspořádat částice do několika skupin čili rodin. Vystává tedy otázka, jak tyto struktury v dynamickém a proměnlivém světě částic vznikají.

To, že se v struktuře hmoty objevuje zřetelný řád, není ničím novým – pozorovali jsme to už ve světě atomů. I atomy stejného druhu jsou vzájemně identické. Jednotlivé druhy atomů odpovídající jednotlivým chemickým prvkům byly seřazeny v periodické tabulce do několika skupin. Této klasifikaci dnes dobře rozumíme: je založena na počtu protonů a neutronů v atomovém jádře a na rozložení elektronů na oběžných drahách kolem jádra. Jak jsme viděli, vlnová povaha elektronů omezuje možné vzdálenosti jejich drah i velikosti jejich rotačního pohybu jen na několik hodnot. Tyto hodnoty odpovídají vlastním vibračním módům elektronových vln, a ty uspořádávají atom charakteristickým způsobem. Mody vibrací elektronových vln popisujeme soubory celých čísel, tzv. kvantovými čísly. Tyto vibrace tedy určují kvantové stavy atomu a zajišťují, že

dva atomy budou identické, pokud jsou ve svém „základním“ stavu nebo ve stejném stavu vybuzeném čili excitovaném.

Struktury světa částic vykazují nápadnou podobnost se strukturami ve světě atomů. Například většina částic rotuje kolem své osy jako vlček. Velikosti jejich rotace – jejich spiny – jsou přitom omezeny na celočíselné násobky nějaké základní jednotky. Tak například baryony mohou mít jen spiny $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}$ atd., zatímco mezony mají spiny 0, 1, 2 atd. Toto silně připomíná rotaci elektronů na oběžných drahách kolem atomového jádra, která může také nabývat jen určitých celočíselných hodnot.

Analogii s atomovými strukturami dále umocňuje skutečnost, že částice interagující silnou interakcí, tj. hadrony, se také rozdělují do řad, jejichž členy mají, kromě hmotnosti a spinu, stejné vlastnosti. Vyšší členy těchto řad jsou velmi krátce žijící částice, zvané rezonance, kterých se v minulých dvaceti letech objevil veliký počet. Hmotnost a spin rezonancí se v každé následující řadě zvyšuje podle přesného pravidla. Zdá se, že tyto řady pokračují bez omezení. To vede k předpokladu, že tato pravidelnost je analogická excitovaným stavům atomů, a proto se fyzici na vyšší členy hadronových řad nedívají jako na odlišné částice, ale spíše jen jako na vzbuzené stavy členů s hmotností nižší. Podobně jako atom může být i hadron vybuzen do různých krátkodobých vybuzených stavů s vyšší rotací (spinem) a s větší energií (čili s vyšší hmotností).

Podobnosti mezi kvantovými stavy atomů a hadronů naznačují, že i hadrony jsou složené, vnitřně strukturované objekty, které je možné absorpcí energie excitovat (vybudit) tak, že vytvářejí rozmanité struktury. Dodnes však nerozumíme tomu, jak se hadronové struktury vytvářejí. V atomové fyzice je možné tyto struktury vysvětlit na základě vlastností a vzájemných interakcí složek atomu (protonů, neutronů a elektronů). V částicové fyzice však dosud není takovéto vysvětlení možné. Struktury se udržují a klasifikují ryze empiricky a nedají se odvodit na základě složení částic.

Zásadní problém, kterému čelí částicová fyzika, spočívá v tom, že v subjaderné oblasti se už nedá použít klasická představa o složených objektech, které obsahují určité složky. Tyto „složky“ částic by bylo možno zjistit jen jejich dělením ve srážkovém procesu při vysokých energiích. Výsledné zlomky získané v takovém experimentu však nikdy nejsou menší kousky původních částic. Když se například

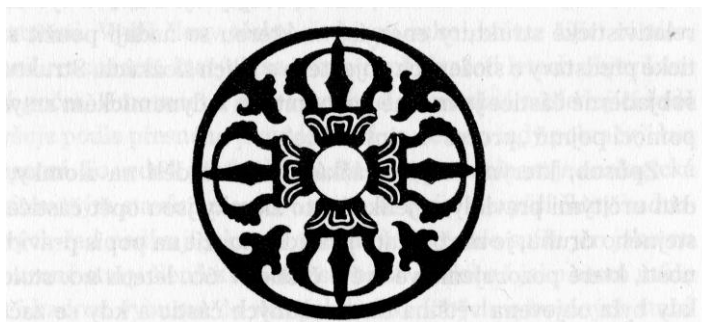
vysokou rychlostí srazí dva protony, mohou se rozdělit na množství fragmentů, nikdy však mezi nimi nebudou „úlomky“ protonu. Zlomky budou vždy celé hadrony, které vznikají z pohybové energie a hmotnosti srážejících se protonů. A tak rozklad částice na „složky“ není nikdy jednoznačný a závisí na energii, která se na srážce podílí. Máme tu co do činění s čistě relativistickou situací, kde se rozplývají a znovu vytvářejí relativistické struktury energie, na kterou se nedají použít statické představy o složených objektech a jejich složkách. Strukturu subjaderné částice je možné pochopit jen v dynamickém smyslu pomocí pojmů „proces“ a „interakce“.

Způsob, kterým se při srážkách částice dělí na zlomky, je dán určitými pravidly, a jelikož tyto zlomky jsou opět částicemi stejného druhu, je možné tato pravidla použít na popis pravidelností, které pozorujeme ve světě částic. V 60. letech 20. století, kdy byla objevena většina dnes známých částic a kdy se začaly objevovat i „rodiny“ částic, většina fyziků se soustřeďovala spíše na mapování objevujících se pravidelností než na řešení obtížného problému nalezení dynamických příčin částicových struktur. A v tomto počínání byli velmi úspěšní.

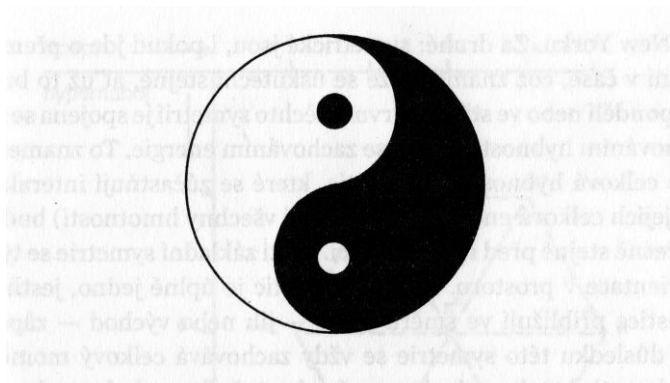
Při těchto výzkumech hrála důležitou úlohu představa symetrie. Tím, že fyzici zobecnili obecnou představu symetrie a dali jí abstraktnější význam, vytvořili z ní účinný nástroj, který se při klasifikaci částic velmi osvědčil.



Za nejběžnější případ symetrie bývá považována zrcadlová symetrie. Obrazec se považuje za zrcadlově symetrický tehdy, když jím můžeme vést osu, kterou ho rozdělíme na dvě části, jež jsou navzájem svým přesným zrcadlovým obrazem. Vyšší stupeň symetrie představují obrazce, jimiž je možno vést několik os symetrie, jak je vidět i na následujícím obrazci používaném v buddhistické symbolice:



Zrcadlový odraz však není jedinou operací, která se spojuje se symetrií. O obrazci můžeme říci, že je symetrický, i tehdy, kdy vypadá stejně po otočení o určitý úhel. Na takovému rotační symetrii je založen například i tvar následujícího čínského jin-jangového diagramu:



V částicová fyzice se symetrie spojují – kromě zrcadlení a rotací – s mnoha dalšími operacemi, které můžeme definovat nejen v běžném prostoru (a čase), ale i v abstraktních matematických prostorech. Aplikují se na částice či skupiny částic, a protože vlastnosti částic jsou neoddělitelně spjaté s jejich vzájemnými interakcemi, aplikují se symetrie i na tyto interakce, tj. na procesy týkající se částic. Operace symetrie jsou tak užitečné proto, že mají úzký vztah k zákonům zachování. Když nějaký proces ve světě částic vykazuje určitou symetrii, je tu vždy nějaká měřitelná veličina, která během tohoto procesu zůstává konstantní. Tyto veličiny jsou neměnnými prvky v složitém tanci subatomové hmoty, a jsou proto ideální na popis interakcí částic. Některé veličiny se zachovávají ve všech interakcích, jiné jen v některých, takže každý proces se spojuje s určitým souborem zachovávajících se veličin. A tak se symetrie ve vlastnostech částic projevuje ve formě zákonů zachování. Proto fyzici tyto pojmy vzájemně zaměňují, odvolávají se někdy na symetrii

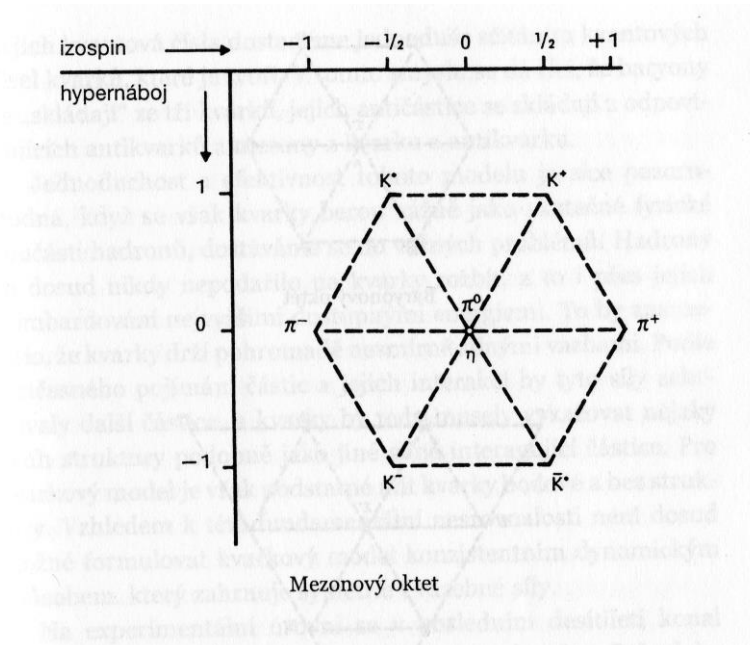
procesu a jindy zase na odpovídající zákon zachování podle toho, co se jim v daném případě právě hodí.

Existují čtyři základní zákony zachování, které je možné pozorovat ve všech procesech. Tři z nich jsou spjaté s jednoduchými symetrickými operacemi v běžném prostoru a čase. Zaprvé: všechny interakce částic jsou symetrické, pokud jde o přemístění v prostoru – budou vypadat přesně stejně v Londýně jako v New Yorku. Za druhé: symetrické jsou i pokud jde o přemístění v čase, což znamená, že se uskuteční stejně, ať už to bude v pondělí nebo ve středu. První z těchto symetrií je spojena se zachováním hybnosti, druhá se zachováním energie. To znamená, že celková hybnost všech částic, které se zúčastňují interakce, a jejich celková energie (zahrnující i všechny hmotnosti) budou přesně stejné před i po interakci. Třetí základní symetrie se týká orientace v prostoru. Při srážce částic je úplně jedno, jestli se částice přibližují ve směru sever – jih nebo východ – západ. V důsledku této symetrie se vždy zachovává celkový moment hybnosti, který popisuje množství rotačního pohybu v daném procesu (celkový moment hybnosti zahrnuje i spiny jednotlivých částic). Nakonec tu máme zachování elektrického náboje. Ten je spojený se složitější operací symetrie, avšak ve své formulaci jako zákon zachování je velmi jednoduchý: celkový náboj všech částic podílejících se na interakci zůstává konstantní.

Existuje ještě několik dalších zákonů zachování, které odpovídají operacím symetrie v abstraktních matematických prostorech podobně jako zákon spojený se zachováním elektrického náboje. Pokud víme, některé z nich platí pro všechny interakce, jiné jen pro některé (například jen pro silné a elektromagnetické, ale nikoli pro slabé). Odpovídající zachovávající se veličiny se mohou považovat za „abstraktní náboje“ částic. Protože mají vždy hodnotu celých čísel (+1, +2...) anebo jsou poločíselné ($+\frac{1}{2}$, $+\frac{3}{2}$, $+\frac{5}{2}$), nazýváme je kvantová čísla, analogicky kvantovým číslům v atomové fyzice. Pak každou částici charakterizuje soubor kvantových čísel, která spolu s její hmotností úplně specifikují její vlastnosti.

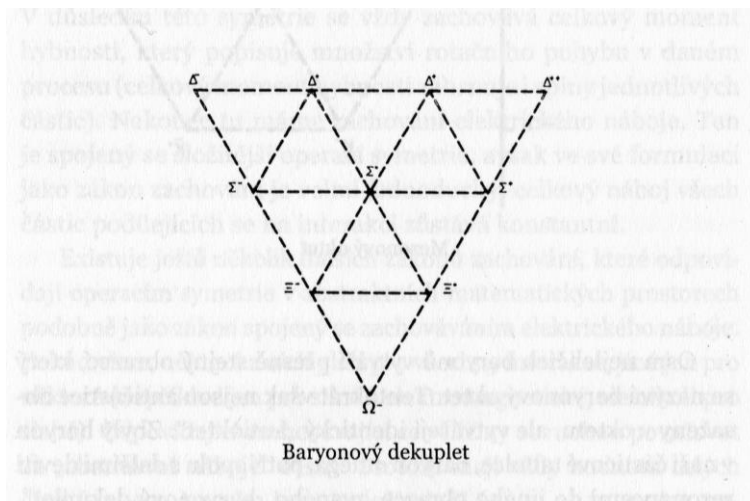
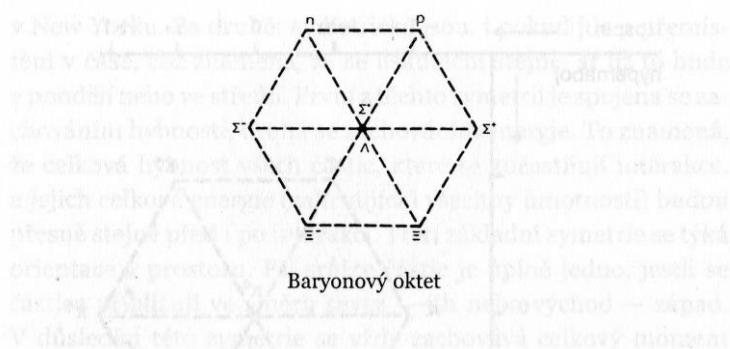
Hadrony mají například určité hodnoty tzv. „izospinu“ a „hypernáboje“, dvou kvantových čísel, která se zachovávají při všech silných interakcích. Když se osm mezonů seskupí podle hodnot těchto dvou kvantových čísel, vytvoří úhledný osmiúhelník známý jako „mezonový oktet“. Toto seskupení vykazuje vysoký stupeň symetrie;

například částice a antičástice zaujímají v osmiúhelníku protilehlá místa, přičemž dvě částice ve středu jsou svými vlastními antičásticemi.



Osm nejlehčích baryonů vytváří přesně stejný obrazec, který se nazývá baryonový oktet. Tentokrát však nejsou antičástice obsaženy v oktetu, ale vytvářejí identický „antioktet“. Zbýlý baryon v naší částicové tabulce, baryon omega, patří spolu s dalšími devíti rezonancemi do jiného obrazce, zvaného „baryonový deкупlet“. Všechny částice v dané struktuře symetrie mají stejná kvantová čísla s výjimkou izospinu a hypernáboje, které určují jejich místo v obrazci. Například všechny mezony v daném oktetu mají nulový spin (nerotují), baryony v oktetu mají spin $1/2$ a baryony v deкупletu mají spin $3/2$.

Kvantová čísla se tedy užívají na uspořádávání částic do rodin vytvářejících úhledné symetrické struktury, dále na popis místa jednotlivých částic v rámci každé struktury a současně i na klasifikaci různých interakcí částic podle platných zákonů zachování. Dva související pojmy, „symetrie“ a „zachování“, jsou tedy velmi užitečné na vyjádření pravidel ve světě částic.



Je až překvapující, jak jednoduše se dá zobrazit většina těchto pravidel, pokud předpokládáme, že všechny hadrony jsou vytvořeny z malého počtu základních entit, které až doposud unikají přímému pozorování. Tyto entity pojmenoval Murray Gell-Mann *kvarky*. Toto podivné slovo přejal z názvu knihy „Tři kvarky pro Mustera Marka“ z díla *Finnegans Wake (Plačky nad Finneganem)* od Jamese Joyce. Gell-Mannovi se podařilo vysvětlit mnoho hadronových struktur, jako jsou zmíněné oktety a dekuplety, tím, že svým třem kvarkům a příslušným antikvarkům přiřadil vhodná kvantová čísla, a potom tyto stavební bloky různým způsobem zkombinoval tak, aby vytvořily baryony a mezony. Jejich kvantová čísla dostaneme jednoduše sčítáním kvantových čísel kvarků, které je tvoří. V tomto smyslu se dá říci, že baryony se „skládají“ ze tří kvarků, jejichž antičástice se skládají z odpovídajících antikvarků a mezony z kvarku a antikvarku.

Jednoduchost a efektivnost tohoto modelu je sice pozoruhodná, když se však kvarky berou vážně jako skutečné fyzické součásti hadronů, dostáváme se do vážných problémů. Hadrony se dosud nikdy nepodařilo na kvarky rozbít, a to i přes jejich bombardování nejvyššími dostupnými energiemi. To by znamenalo, že kvarky drží

pohromadě nesmírně silnými vazbami. Podle současného pojmání částic a jejich interakcí by tyto síly zahrnovaly další částice, a kvarky by tedy musely vykazovat nějaký druh struktury podobně jako jiné silně interagující částice. Pro kvarkový model je však podstatné mít kvarky bodové a bez struktury. Vzhledem k této fundamentální nesrovnalosti není dosud možné formulovat kvarkový model konzistentním dynamickým způsobem, který zahrnuje symetrie i vazebné síly.

Na experimentální úrovni se v posledním desetiletí konal nelítostný, avšak přesto neúspěšný lov na kvarky. Pokud by samostatné kvarky existovaly, musely by být velmi kuriózní. Gell-Mannův model po nich totiž požaduje, aby měly některé velmi podivné vlastnosti, například elektrický náboj rovnající se $1/3$ a $2/3$ náboje elektronu. Navzdory nejintenzivnějšímu hledání nebyly dodnes žádné částice s těmito vlastnostmi zpozorovány. Tento přetrvávající neúspěch experimentální detekce spolu s vážnými teoretickými námitkami týkajícími se jejich existence činí reálnost kvarků velmi pochybnou.

Avšak na druhé straně se kvarkový model i nadále s velikým úspěchem používá při objasňování vlastností světa částic, i když už nikoli ve své původní jednoduché podobě. V originálním Gell-Mannově modelu se všechny hadrony daly vytvořit ze tří druhů kvarků a jejich antikvarků, mezitím však museli fyzici postulovat kvarky další, aby mohli objasnit velikou rozmanitost hadronových struktur. Tři původní kvarky se označovaly písmeny u, d , a s , podle anglického označení „up“ (horní), „down“ (spodní) a „strange“ (podivný). Prvním rozšířením tohoto modelu, které si vynutila podrobná aplikace kvarkové hypotézy na kompletní soubor částicových dat, byl požadavek, aby se každý kvark vyskytoval ve třech různých obměnách čili „barvách“. Použití slova „barva“ je opět zcela libovolné a nemá nic společného s běžným významem tohoto slova. Podle „barevného“ kvarkového modelu obsahují baryony tři kvarky různých barev, zatímco mezony obsahují kvark plus antikvark stejné barvy.

Zavedení barvy zvýšilo celkový počet kvarků na devět a nedávno se postuloval ještě další kvark, který se objevuje zase ve třech barvách. A díky zálibě fyziků ve fantastických názvech byl tento nový kvark označen jako c , jako „charm“ (šarm). Tím se celkový

počet kvarků zvýšil na dvanáct, na čtyři druhy, ze kterých každý má tři barvy. Aby fyzici odlišili různé druhy kvarků od jejich barev, nazvali druhy kvarků „vůněmi“, a tak dnes hovoří o kvarcích různých vůní a barev.

Je vsutku působivé, jaké množství vlastností se dá těmito dvanácti kvarky popsat. Není pochyby o tom, že hadrony vykazují „kvarkové symetrie“, a i když naše chápání částic a interakcí vylučuje fyzickou existenci kvarků, hadrony se často chovají přesně tak, jako kdyby se skládaly z bodových elementárních složek. Paradoxní situace kolem kvarkového modelu silně připomíná rané časy atomové fyziky, kdy podobné paradoxy přivedly fyziky k důležitému přelomu v chápání atomů. Kvarková záhada má všechny znaky nového kóanu a mohla by vést k důležitému přelomu v našem chápání subjaderných částic. Jak uvidíme v následujících kapitolách, tento přelom je ve skutečnosti už na cestě. Hrstka fyziků se již přibližuje k vyluštění tohoto kvarkového kóanu a jeho luštění je přivedlo k novým vzrušujícím myšlenkám o povaze fyzické skutečnosti.

Objev symetrických struktur ve světě částic přivedl mnohé fyziky k přesvědčení, že tyto struktury odrážejí základní přírodní zákony. V posledních patnácti letech se veliké úsilí věnovalo hledání nejvyšší základní symetrie, která by zahrnovala všechny známé částice a vysvětlovala by strukturu hmoty. Tento úmysl zrcadlí filosofický přístup, který jsme zdědili po starých Řecích a který jsme po staletí kultivovali. Symetrie a geometrie hrály významnou úlohu v řecké vědě, filosofii a umění, kde bývaly ztotožňovány s krásou, harmonií a dokonalostí. Pythagorejci považovali symetrická číselná uspořádání za podstatu všech věcí, Platón věřil, že čtyři základní prvky mají tvary pravidelných těles, a většina řeckých astronomů si myslela, že nebeská tělesa se pohybují po kruzích, protože kruh je geometrickým tvarem s nejdokonalejší symetrií.

S těmito postoji nápadně kontrastuje postoj filosofie východní. Mystické tradice Dálného východu často používají symetrické vzory jako symboly nebo meditační prostředky, avšak nezdá se, že by pojem symetrie hrál nějakou významnější úlohu v jejich filosofii. Podobně jako celá geometrie se tu i symetrie považuje spíše za výtvar lidské mysli než za vlastnost přírody a jako taková nemá zásadnější význam. Proto i řada východních uměleckých forem projevuje nápadnou zálibu

v asymetrii a často se vyhýbá všem pravidelným a geometrickým tvarům. Tento rys dálněvýchodní kultury názorně ilustrují čínské a japonské malby inspirované zenem, vytvořené často v takzvaném stylu „jednoho rohu“, anebo nepravidelná uspořádání dlažebních kamenů v japonských zahradách.

Zdálo by se, že hledání fundamentální symetrie ve fyzice částic je součástí našeho helénistického dědictví, které je však v rozporu s obecným pohledem založeným na moderní vědě. Zdůrazňování symetrie však není jedinou stránkou fyziky částic. V protikladu ke „statickému“ (symetrickému) přístupu tu vždy existovala i „dynamická škola myšlení“, která nepovažuje částicové struktury za základní rysy přírody, ale pokouší se je chápat jako důsledek dynamické povahy a základní propojenosti subatomového světa. Dvě zbývající kapitoly ukazují, jak tato škola přinesla radikálně odlišný pohled na symetrie a přírodní zákony. Tento pohled vychází z moderní fyziky a je také v dokonalém souladu s východní filosofií.

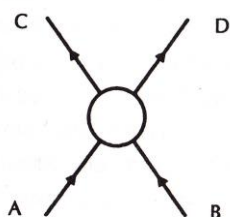
Kapitola sedmnáctá –

- Struktury změny

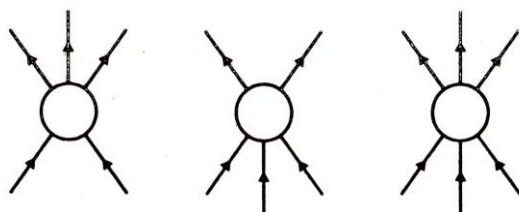
Jednou z největších výzev pro dnešní fyziku je úkol vysvětlit symetrie ve světě částic pomocí dynamického modelu čili takového modelu, který popisuje interakce mezi částicemi. Objevuje se tu však problém, jak k tomuto účelu spojit kvantovou teorii s teorií relativity. Zdá se, že částicové struktury odrážejí „kvantovou povahu“ částic, protože podobné struktury se vyskytují i ve světě atomů. Avšak ve fyzice částic se nedají vysvětlit jako vlnové struktury v rámci kvantové teorie, protože se týkají tak vysokých energií, že při jejich objasňování je třeba použít teorii relativity. Takže se dá očekávat, že zkoumané symetrie vysvětlí až kvantově-relativistická teorie částic.

Prvním modelem tohoto druhu byla kvantová teorie pole. Podává výborný popis elektromagnetické interakce mezi elektrony a fotony, avšak na popis silně interagujících částic se už hodí méně. Avšak právě takových částic se začalo objevovat stále víc, a tak si fyzici brzy uvědomili, že je nevyhovující každou z nich spojovat s nějakým vlastním základním polem. A když se svět částic začal jevit jako stále složitější spleť vzájemně propojených procesů, museli hledat jiné modely, které by reprezentovaly tuto dynamickou a stále se měnící skutečnost. Potřebovali matematický formalismus, který by dokázal dynamicky popsat veliké množství rozmanitých hadronových struktur: nepřetržitou změnu jedné v druhou, vzájemnou interakci prostřednictvím výměny částic, tvoření vázaných stavů dvou a více hadronů i jejich rozpad na různé kombinace částic. Všechny tyto procesy, které se často zahrnují pod označení „reakce částic“, představují hlavní rysy silných interakcí a je potřeba je vzít do úvahy v kvantově-relativistickém modelu hadronů.

Zdá se, že nejvhodnějším rámcem na popis hadronů a jejich interakcí je teorie S-matic. Z klíčového pojmu této teorie, z „S-matic“, který navrhl roku 1943 Heisenberg, se během posledních dvou desetiletí vyvinul složitý matematický formalismus, který se zdá být ideální na popis silných interakcí. S-matic je soubor pravděpodobností pro všechny možné reakce hadronů. Své pojmenování odvozuje ze skutečnosti, že celý soubor hadronových reakcí si lze představit uspořádaný do neomezené tabulky, kterou matematici nazývají maticí. Písmeno „S“ je pozůstatkem původního názvu „scattering matrix“, tj. matice rozptylu, související se srážkovými čili rozptylovými procesy, které představují většinu reakcí částic.

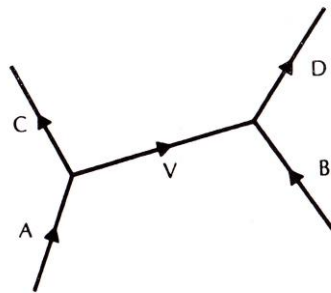


V praxi se fyzik samozřejmě nikdy nezajímá o celý soubor hadronových procesů, ale vždy jen o některé zvláštní reakce. Proto se nezabývá celou S-maticí, ale jen těmi jejími částmi, těmi prvky, které se vztahují k příslušnému procesu. Ty se zobrazují pomocí diagramů, podobných tomu na předešlém obrázku. Uvedený diagram zobrazuje jednu z nejjednodušších a nejobecnějších reakcí: dvě částice A a B se srazí a objeví se dvě odlišné částice C a D. Složitější procesy týkající se většího počtu částic se znázorňují podobnými diagramy, jako jsou následující tři.



Je potřeba zdůraznit, že tyto S-maticové diagramy jsou něco zcela jiného než Feynmanovy diagramy v teorii pole. Nezobrazují podrobný mechanismus reakce, ale určují jen počáteční a koncové částice. Například proces $A + B \rightarrow C + D$ by se v teorii pole mohl zobrazit

jako výměna virtuální částice V , zatímco v S-maticové teorii se jednoduše nakreslí kruh bez toho, aby se určilo, co se v něm odehrává. Dále S-maticové diagramy nejsou prostorčasové, ale jen obecně symbolické znázornění reakcí částic. Nepředpokládá se, že tyto reakce se uskutečňují v určitých bodech prostoru a času, ale popisují se z hlediska rychlostí (přesněji z hlediska hybností) vstupujících a vystupujících částic.



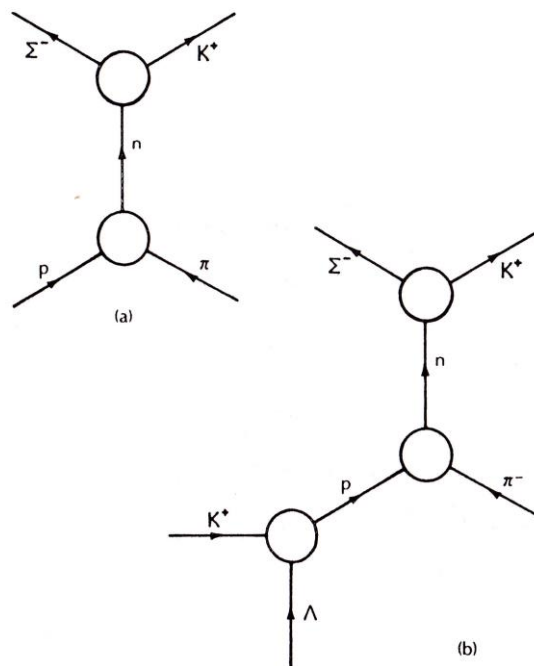
To ovšem znamená, že S-maticový diagram obsahuje mnohem méně informací, než Feynmanův diagram. Na druhé straně se S-maticová teorie vyhýbá těžkostem, které jsou charakteristické pro teorii pole. Vlivem spojení kvantové teorie a teorie relativity však není možné přesně lokalizovat interakci mezi určitými částicemi: v důsledku principu neurčitosti se neurčitost rychlosti částice zvýší, když se oblast její interakce lokalizuje přesněji. To pak vede k větší neurčitosti i její kinetické energie. Tato energie může být ve shodě s teorií relativity dostatečná na vytvoření částice nové. Pak si však fyzik nemůže být jist, jestli má ještě co do činění s původní reakcí. Proto v teorii kombinující kvantovou teorii a teorii relativity není možné přesně specifikovat polohu jednotlivých částic. Pokud se to udělá tak, jako v teorii pole, je třeba vyrovnat se s matematickými nesrovnalostmi, které jsou ve skutečnosti hlavním problémem ve všech kvantových teoriích pole. S-maticová teorie obchází tento problém tím, že specifikuje hybnosti částic a zůstává dostatečně neurčitá, pokud jde o oblast, kde k reakci dochází.

Novou důležitou myšlenkou v S-maticové teorii je přesun důrazu z objektů na události; zajímají ji hlavně reakce, nikoli částice. Takový posun od objektů k událostem si vyžaduje jak kvantová teorie pole,

tak i teorie relativity. Na druhé straně kvantová teorie jasně ukázala, že subjaderné částice je možné chápat jen jako projev interakce mezi různými procesy měření. Nejsou to izolované objekty, ale spíš příhody, události, které určitým způsobem vzájemně spojují události jiné. Podle Heisenbergových slov:

(V moderní fyzice) nyní nerozdělujeme svět na různé skupiny objektů, ale na rozdílné skupiny propojení. .. To, co se dá rozeznat, je druh propojení, které je pro jistý jev nejdůležitější... Svět se tak jeví jako složité pletivo událostí, ve kterých se střídají, překrývají anebo kombinují propojení různého charakteru, a tím určují strukturu celku.

Na druhé straně nás teorie relativity přinutila chápat částice v prostoročasných pojmech; jsou to čtyřrozměrné struktury, které jsou spíše procesy než objekty. S-maticový přístup pak tato hlediska kombinuje. Popisuje všechny vlastnosti hadronů z hlediska reakcí (přesněji pravděpodobnostní reakcí) a používá přitom čtyřrozměrného matematického formalismu teorie relativity. Vytváří tak těsné propojení mezi částicemi a procesy. Každá reakce se týká částic, které ji spojují s jinými reakcemi, a tím buduje celou síť procesů.

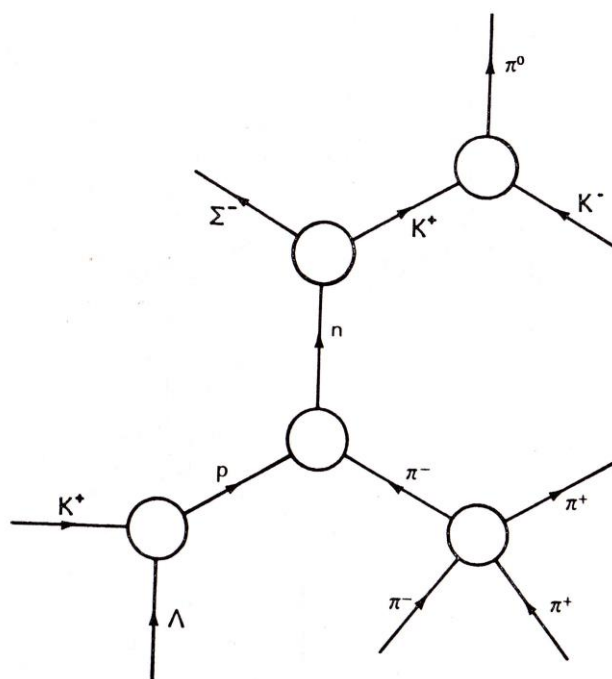


Neutron n se například může zúčastnit dvou po sobě následujících reakcí týkajících se různých částic; prvá řekněme protonu p a mezonu μ^- , druhá částice Σ^- a K^+ . Tento neutron tak spojuje tyto dvě reakce a integruje je do širšího procesu (viz diagram (a)). Každá z původních a výsledných částic se zapojí do dalších reakcí; například interakcí mezi K^+ a Λ může vzniknout proton (viz diagram (b)); K^+ v původní reakci se může spojit s K^- a π^0 s třemi dalšími piony.

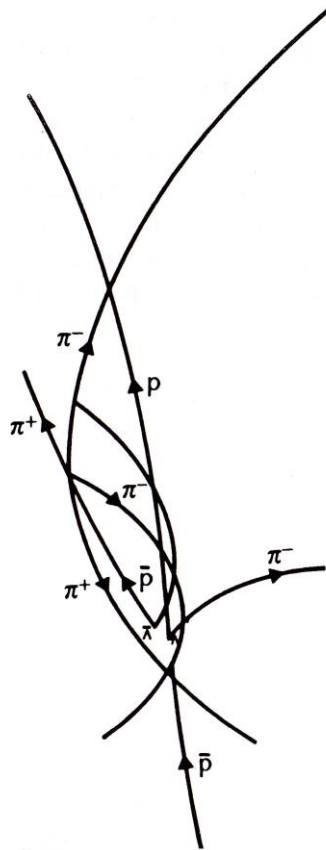
Jak je vidět, původní neutron se jeví jako část celé sítě interakcí či spleť událostí, které všechny popisuje S-matrice. Vzájemná spojení v této síti se nedají definovat s určitostí, ale jen jako pravděpodobnosti. Každá reakce se vyskytuje s jistou pravděpodobností, která závisí na dostupné energii a na charakteru reakce. Tyto pravděpodobnosti jsou pak určeny jednotlivými prvky S-matrice.

Takovýto přístup nám dovoluje určit strukturu hadronu čistě dynamickým způsobem. Například neutron v naší síti můžeme považovat za vázaný stav protonu a pionu π^- , ze kterých vzniká, ale i jako vázaný stav Σ^- a K^+ , na které se rozkládá. Každá z těchto hadronových kombinací (a četné další) může vytvořit neutron. Proto se o nich dá říci, že jsou složkami „struktury neutronu“. Struktura hadronu tedy není chápána jako určité seskupení jeho složek, ale je dána všemi soubory částic, které mohou navzájem integrovat tak, aby tento hadron vytvořily. Proton tedy existuje potenciálně jako pár neutron-pion, kaon-lambda částice atd. Při dostatečné energii má možnost se rozložit na kteroukoli z těchto kombinací. Tendence hadronu existovat v různých projevech jsou vyjádřeny pravděpodobnostmi odpovídajících reakcí, z nichž všechny je možné považovat za aspekty vnitřní struktury hadronu.

Jestliže se struktura hadronu definuje jako tendence hadronu projít různými reakcemi, S-maticová teorie vnáší do představy struktury dynamiku. Tato představa struktury je současně v dokonalé shodě s experimentálními fakty. Kdykoli se hadrony rozbijí při srážkách, rozpadají se na kombinace jiných hadronů; dá se říci, že z těchto kombinací hadronů se potenciálně skládají. A naopak každá z částic, která z takové srážky vyletí, projde rozličnými reakcemi, čímž dá vzniknout celé síti událostí, které se dají vyfotografovat v bublinkové komoře. Následující obrázek a obrázky v 15. kapitole jsou příklady takových sítí událostí.

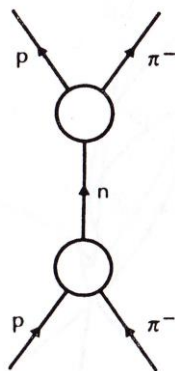


To, jaká síť se v určitém experimentu vytvoří, je sice věcí náhody, přesto však každá síť se strukturuje podle určitých pravidel. Těmito pravidly jsou už zmíněné zákony zachování; mohou se vyskytnout jen takové reakce, ve kterých se zachovává soubor kvantových čísel. To znamená, že určitá kombinace částic se může při reakci vytvořit jen tehdy, když energie vstupující do reakce je dostatečná k tomu, aby zabezpečila požadované hmotnosti. Dále musí mít vzniklá skupina částic přesně ta kvantová čísla, která do reakce vnesly původní částice. Například proton a π^- , které nesou dohromady nulový elektrický náboj, se mohou při srážce přeorganizovat tak, aby se vynořily jako neutron a π^0 , nemohou se však vynořit jako neutron a π^+ , protože tento pár by měl celkový náboj roven $+1$.



Síť reakcí zahrnující proton, antiproton, pár lambda-antilambda a několik pionů.

Hadronové reakce tedy představují tok energie, ve kterém se tvoří a zanikají částice. Energie může plynout jen jistými „kanály“ charakterizovanými kvantovými čísly, jež se v silných interakcích zachovávají. V S-maticové teorii je koncepce reakčního kanálu důkladnější, než sama koncepce částice. Definuje se jako soubor kvantových čísel, který mohou nést různé hadronové kombinace a často i jediný hadron. To, která kombinace hadronů plyne určitým kanálem, je věcí pravděpodobnosti a závisí především na energii, která je k dispozici. Následující diagram je příkladem reakce protonu a π^- , při které se jako mezičlánek vytváří neutron.



A tak reakční kanál tvoří nejprve dva hadrony, pak jeden hadron a nakonec počáteční hadronový pár. Kdyby bylo k dispozici více energie, kanál by mohl být tvořen páry Λ a K^0 , resp. Σ^- a K^+ , a mnoha dalšími kombinacemi.

Představa reakčních kanálů je zvláště vhodná, když se zabýváme rezonancemi, tj. mimořádně krátce trvajících hadronovými stavy, které jsou charakteristické pro všechny silné interakce. Jsou to tak pomíjivé jevy, že se fyzikové zpočátku zdráhali je vůbec označit za částice a ještě dnes představuje objasnění jejich vlastností jednu z hlavních úloh experimentální fyziky vysokých energií. Rezonance se tvoří při hadronových srážkách a zanikají takřka v tom samém okamžiku, ve kterém vznikly. Není je proto možné uvidět v bublinkové komoře, dají se však zjistit díky zvláštnímu chování reakčních pravděpodobností. Pravděpodobnost, že mezi dvěma srážejícími se hadrony nastane reakce, tj. že budou navzájem integrovat, závisí na energii účastníků se na srážce. Když se bude množství této energie měnit, bude se měnit i pravděpodobnost reakce, při zvyšování energie se může v závislosti na druhu reakce zvyšovat nebo snižovat. Avšak při určitých hodnotách energie se daná pravděpodobnost prudce zvýší, tj. při těchto energiích je určitá reakce mnohem pravděpodobnější než při jakýchkoli energiích jiných. Toto prudké zvýšení souvisí s vytvořením krátce žijícího intermediálního (přechodového) hadronu s hmotností odpovídající energii, při které se zvýšení pozoruje.

Tyto krátkodobé hadronové stavy se nazývají podle známého jevu rezonance, se kterým se setkáváme při vibracích. Například v případě zvuku bude vzduch v dutině jen slabě reagovat na zvukovou vlnu přicházející zvnějšku, avšak začne vibrovat velmi silně, tj. „rezonovat“, když zvuková vlna nabude určité frekvence, která se

nazývá frekvencí rezonanční. Kanál hadronové reakce je možné přirovnat k takovéto rezonanční dutině, protože energie srážejících se hadronů souvisí s frekvencí odpovídající pravděpodobnostní vlně. Když tato energie, resp. frekvence, nabude určitou hodnotu, kanál začne rezonovat; vibrace pravděpodobnostní vlny najednou velmi zesílí a způsobí prudké zvýšení reakční pravděpodobnosti. Většina rezonančních kanálů má několik rezonančních energií, přičemž každá z nich odpovídá hmotnosti onoho pomíjivého intermediálního (přechodového) hadronového stavu, který se vytváří, když energie kolidujících částic dosahuje rezonanční hodnoty.

Problém, zda rezonance nazývat částicemi nebo ne, v rámci S-maticové teorie neexistuje. Všechny částice se chápou jako intermediální (přechodové) stavy v síti reakcí a skutečnost, že rezonance „žijí“ mnohem kratší dobu než jiné hadrony, je nedělá zásadně odlišnými. Slovo „rezonance“ je tu vskutku velmi příhodné. Používá se jak na označení jevu v reakčním kanálu, tak i na označení hadronu, který se během tohoto jevu vytváří. Tak ukazuje na úzkou souvislost mezi částicemi a reakcemi. Rezonance je částice, ale ne věc. Lepší je ji popisovat jako událost, příhodu.

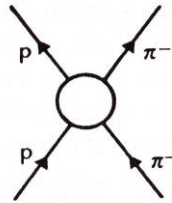
Takovýto popis hadronů v částicové fyzice připomíná výše citovaná slova D. T. Suzukiho:

Buddhisté chápou objekt jako událost, a ne jako věc nebo substanci.

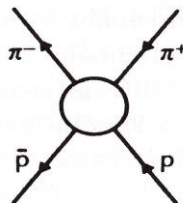
To, co buddhisté pochopili svým mystickým zažitím přírody, objevuje nyní znovu moderní věda prostřednictvím pokusů a matematických teorií.

K tomu, abychom mohli popsat všechny hadrony jako intermediální (přechodové) stavy v síti reakcí, musíme dokázat vysvětlit síly, jejichž prostřednictvím interagují. Jsou to síly silných interakcí, které vychylují, resp. rozptylují srážející se hadrony, rozkládají je a reorganizují do různých struktur a svazují jejich skupiny tak, aby se vytvořily intermediální vázané stavy. V S-maticové teorii se stejně jako v teorii pole síly spojují s částicemi, pojem virtuální částice se tu ale nepoužívá. Místo toho je vztah mezi silami založen na speciální vlastnosti S-maticy, která je známá jako „křížení“. K ilustraci této

vlastnosti si všimněme následujícího diagramu, který znázorňuje interakci mezi protonem a π^- .

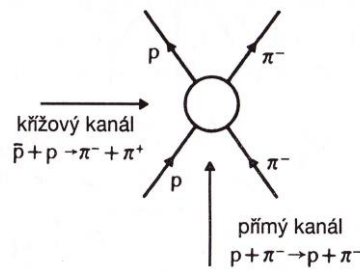


Když tento diagram otočíme o 90° a když zachováme už dříve přijatou konvenci, že šipky směřující dolů označují antičástice, bude nový diagram označovat reakci mezi antiprotonem π^- a protonem p^+ , které z ní vystupují jako pár pionů, přičemž v původní reakci byl π^+ a antičásticí π^- .

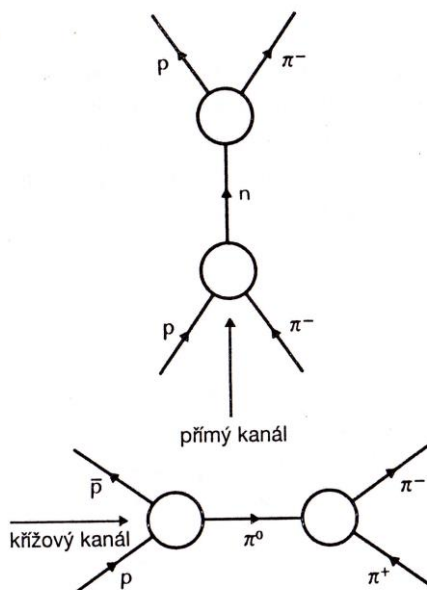


Tato vlastnost „křížení“ S-matice se vztahuje ke skutečnosti, že oba uvedené procesy se popisují stejným prvkem S-matice. To znamená, že oba diagramy představují spíše jen dva různé aspekty nebo kanály té samé reakce. Fyzici jsou ve svých výpočtech zvyklí „přepínat“ z jednoho kanálu na druhý a místo toho, aby diagramy otáčeli, čtou je zdola nahoru nebo křížem zleva doprava a mluví o kanálu přímém a křížovém. V našem případě se potom reakce čte v přímém kanálu jako: $p + \pi^- \rightarrow \pi^- + p$ a v křížovém kanálu jako :

$$p^- + p^+ \rightarrow \pi^- + \pi^+.$$



Spojení mezi silami a částicemi se uskutečňuje přes intermediální, přechodové stavy ve dvou daných kanálech. V kanále přímém (v našem příkladě) může proton a π^- vytvořit intermediální (přechodový) neutron, zatímco křížový kanál se může vytvořit intermediálním neutrálním pionem π^0 . Tento pion – přechodný stav v křížovém kanálu – se interpretuje jako projev síly, která působí v přímém kanálu, váže proton s π^- , přičemž vzniká neutron. Na spojení sil s částicemi jsou tedy potřebné oba kanály; to, co se v jednom kanálu jeví jako síla, v druhém se projevuje jako intermediální částice.



Přepínat z jednoho kanálu do druhého je z matematického hlediska celkem jednoduché, pochopit tuto situaci intuitivně je však nesmírně obtížné, ne-li zcela nemožné. Je tomu tak proto, že křížení je v podstatě relativistická koncepce vytvořená v kontextu čtyřrozměrného formalismu teorie relativity, a proto je velmi těžké si ji představit. Podobná situace se vyskytuje i v teorii pole, kde se

interakční síly zobrazují jako výměna virtuálních částic. Diagram znázorňující přechodový pion v křížovém kanálu vskutku připomíná Feynmanovy diagramy znázorňující tyto výměny částic. Dalo by se přibližně říci, že proton a π^- interagují „výměnou π^0 “. Fyzikové používají takovéto výrazy často, přestože plně nepopisují danou situaci. Tu je možné přiléhavě popisovat jen pomocí přímých a křížových kanálů čili pomocí abstraktních pojmů, které si téměř nedovedeme představit.

Přes odlišný formalismus je představa interagující síly v S-maticové teorii dosti podobná představám v teorii pole. V obou teoriích se síly projevují jako částice, jejichž hmotnost určuje dosah sil, a v obou teoriích se síly považují za vnitřní vlastnosti interagujících částic. V teorii pole odrážejí strukturu částicových virtuálních oblaků a v S-maticové teorii jsou generovány vázanými stavy interagujících částic. Proto paralela s východním pohledem na sílu, kterou jsme již probírali, se tedy dá použít na obě tyto teorie. Z tohoto pohledu na interakční síly dále vyplývá důležitý závěr, že všechny známé částice mají nějakou vnitřní strukturu, neboť jen tak mohou interagovat s pozorovatelem a jsou tedy zjištělné. Podle slov Geoffreya Chewa, jednoho z hlavních architektů S-maticové teorie:

Pravá elementární částice je zcela bez vnitřní struktury a nemůže podléhat jakýmkoli silám, které by nám umožnily zjistit její existenci. Lze říci, že už pouhé poznání toho, že částice existuje, způsobuje, že má vnitřní strukturu!

Zvláštní výhodou S-maticového formalismu je to, že dokáže popsat „výměnu“ celé rodiny hadronů. Jak jsme se již zmínili v předešlé kapitole, zdá se, že všechny hadrony patří do řad, jejichž členové mají s výjimkou hmotnosti a spinu stejné vlastnosti. Formalismus původně navržený Tulliem Reggem umožňuje zacházet s každou z těchto řad s jediným hadronem, který existuje v různých excitovaných stavech. V posledních letech bylo možno zahrnout Reggeho formalismus do S-maticového rámce, kde se s velkým úspěchem používá na popis reakcí hadronů. Byl to jeden z nejvýznamnějších výdobytků S-maticové teorie a je možné jej považovat za první krok k dynamickému vysvětlení částicových struktur.

V rámci S-maticové teorie je tedy možné popsat strukturu hadronů, interakčních sil i struktur, které vytvářejí. Je to možné udělat zcela dynamicky, kdy se chápe každý hadron jako integrální část nerozdělitelné sítě reakcí. Hlavní úlohou S-maticové teorie je použít tento dynamický popis na objasnění symetrií, ze kterých vznikají hadronové struktury, i na vysvětlení zákonů zachování, kterými jsme se zabývali v předešlé kapitole. V takové teorii by se hadronové symetrie odrazily v matematické struktuře S-matic tak, že by obsahovaly jen prvky odpovídající reakcím, které připouštějí zákony zachování. Tyto zákony by pak už neměly status empirických pravidel, ale vyplývaly by ze struktury S-matic, a tak by byly i důsledkem dynamické povahy hadronů.

V současnosti se fyzikové pokoušejí dosáhnout tohoto náročného cíle postulováním několika všeobecných principů, které omezují matematické možnosti konstrukce S-maticových prvků, a tak dávají S-matici pevnou strukturu. Doposud byly stanoveny tři takové principy. První z nich plyne z teorie relativity a z naší makroskopické zkušenosti s prostorem a časem. Říká, že pravděpodobnost reakce (tedy prvky S-maticy) musí být nezávislá na přemístění experimentálního přístroje v prostoru a čase, dále nezávislá na jeho prostorové orientaci a na pohybovém stavu pozorovatele. Jak jsme už ukázali v předešlé kapitole, nezávislost reakce na změnách orientace a přemístění v prostoru a čase znamená zachování celkové hybnosti, celkového momentu hybnosti a energie, které se zúčastňují v reakci. Tyto symetrie jsou pro vědeckou práci zásadní. Kdyby se výsledky experimentů měnily podle toho, kde a kdy se uskuteční, nebyla by možná věda ve své současné podobě. Poslední požadavek, tj. že výsledky experimentů nemohou být závislé na pohybu pozorovatele, je principem relativity, který tvoří základ teorie relativity.

Druhý obecný princip poskytuje kvantová teorie. Tvrdí, že výsledek se dá předvídat jen ve formě pravděpodobností určitých reakcí, a že suma těchto pravděpodobností pro všechny možné výsledky, včetně případu nulové interakce mezi částicemi, se musí rovnat jedné. Jinými slovy můžeme si být jisti, že částice buď budou, nebo nebudou navzájem interagovat. Jak se ukazuje, toto zdánlivě triviální tvrzení je velmi silným principem, známým jako „unitárnost“, který vážně omezuje možnosti konstrukce S-maticových prvků.

Třetí a poslední princip se vztahuje na naše představy o příčině a následku a je známý jako princip kauzality. Tvrdí, že energie a hybnost se přenášejí přes prostorové vzdálenosti jen částicemi a že tento přenos se uskutečňuje tak, že částice může vzniknout v první reakci a zaniknout v druhé jen tehdy, když se druhá reakce uskuteční až po první. Matematická formulace principu kauzality způsobuje, že S-matice je hladce závislá na energiích a impulech částic zapojených do reakce, s výjimkou těch hodnot, které umožňují vytváření nových částic. Při těchto hodnotách se matematická struktura S-matice mění skokem; střetáváme se tu s tím, co matematici nazývají „singularita“. Každý reakční kanál obsahuje několik těchto singularit, tj. v každém kanálu je několik hodnot energie a hybnosti, při kterých mohou vznikat nové částice. Příklady takovýchto hodnot jsou už výše zmiňované rezonanční energie.

Skutečnost, že S-matice vykazuje singularity, je důsledkem principu kauzality, umístění singularit tím však určeno není. Velikosti energie a hybnosti, při kterých se mohou částice tvořit, jsou různé pro různé reakční kanály a závisí na hmotnostech a jiných vlastnostech vytvořených částic, a protože v částicových reakcích se mohou vytvářet všechny hadrony, singularity S-matic odrážejí všechny struktury a symetrie hadronů.

Hlavním cílem teorie S-matic je proto odvodit singulární strukturu S-matic z obecných principů. Dosud se nepodařilo sestavit takový matematický model, který by vyhovoval všem třem principům. Je klidně možné, že by tyto principy stačily na jednoznačné určení všech vlastností S-matic, a tím i všech vlastností hadronů. Když se ukáže, že tomu tak je, filosofické důsledky takovéto teorie budou velmi hluboké. Všechny tři obecné principy souvisejí s našimi metodami pozorování a měření, čili s vědeckým rámcem. Kdyby stačily na určení struktury hadronů, znamenalo by to, že základní struktury fyzikálního světa nakonec určuje způsob, jak tento svět pozorujeme.⁷ Jakákoli zásadní změna v našich pozorovacích metodách by znamenala modifikaci obecných principů, což by vedlo k jiné struktuře S-matic, a to by zase znamenalo jinou strukturu hadronů.

⁷ To musí být ono! Proto je víra tak důležitá! působí na člověka jako urychlovač na částici. H.V.

Takováto teorie subjaderných částic odráží nemožnost oddělit vědeckého pozorovatele od pozorovaných jevů. O tom jsme už hovořili v souvislosti s kvantovou teorií. To koneckonců znamená, že struktury a jevy, které pozorujeme v přírodě, nejsou ničím jiným, než výtvoři naší měřící a kategorizující mysli.

Tento předpoklad je jedním z hlavních principů východní filosofie. Východní mystici neustále opakují, že všechny vnímané věci a události jsou jen výtvoři naší mysli, z určitého stavu vědomí vznikají, a když se tento stav transcenduje, opět zanikají. Hinduismus má za to, že všechny struktury a tvary kolem nás vytváří naše mysl pod vlivem máji a naše sklony připisovat jim hluboký význam považuje za základní iluzi člověka. Buddhisté nazývají tuto iluzi nevědomost (*avidjá*) a dívají se na ni jako na stav nečisté mysli. Jak říká Ašvaghóša:

Když se neuznává jednota všech věcí, vzniká nevědomost a partikulizace a rozvinou se všechna stadia znečištěné mysli... Všechny jevy světa nejsou ničím jiným než klamným projevem mysli a samy o sobě nejsou reálné.

Toto je též stále se opakujícím tématem buddhistické jógáčárové školy, která učí, že všechny námi vnímané formy jsou „jen mysl“, projekce, čili „stíny“ mysli.

Z mysli prýští nespočetné věci, podmíněné rozlišováním... Tyto věci přijímají lidé jako vnější svět... To, co se jeví jako vnější, reálně neexistuje; neexistuje to, co máme za mnohost, za svoje tělo, majetek a vše ostatní. To vše, pravím vám, není nic jiného než mysl.

Pro částicovou fyziku představuje odvození hadronových struktur z obecných principů S-maticové teorie dlouhodobou a náročnou úlohu, pro jejíž splnění se dosud udělalo jen několik malých kroků. Přesto je třeba brát vážně možnost, že jednoho dne odvodíme vlastnosti subjaderných částic z obecných principů a poznáme jejich závislost na našem vědeckém rámci. Už nyní je vzrušující předpokládat, že právě toto by mohla být obecná črta fyziky částic, která se projeví i v budoucích teoriích elektromagnetických, slabých a

gravitačních interakcí. Když se ukáže, že je to pravda, moderní fyzika se po dlouhé pouti shodne s východními mudrci, že struktury fyzikálního světa jsou jen mysl (*májá*).

S-maticová teorie se velmi blíží východnímu myšlení nejen svým konečným závěrem, ale i svým obecným pohledem na hmotu. Popisuje svět subjaderných částic jako dynamickou síť událostí a zdůrazňuje spíš změnu než základní struktury či entity. Na Východě je takovýto důraz obzvlášť silný v buddhistickém myšlení, kde se všechny věci chápou jako dynamické, nestálé a iluzorní. Podívejme se, co o tom píše S. Rádhákrišnan:

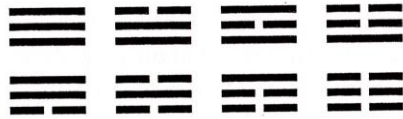
Jak dospíváme k tomu, že při tomto absolutním toku myslíme spíš na věci než na procesy? Tak, že zavíráme oči před následnými událostmi. Je to umělý přístup, který vytváří úseky v proudu změny a nazývá je věci. .. Když poznáme pravdu týkající se věcí, uvědomíme si, jak absurdní je uctívat izolované produkty nepřetržité série transformací, jako kdyby byly věčné a skutečné. Život není věc nebo stav nějaké věci, ale nepřetržitý pohyb nebo změna.

Oba dva, moderní fyzik i východní mystik, si uvědomili, že všechny jevy v tomto světě změn navzájem dynamicky souvisejí. Hinduisté a buddhisté se dívají na tento vztah jako na kosmický zákon, zákon karmanu, nezabývají se však obecně nijakými specifickými strukturami ve vesmírné síti událostí. Na druhé straně čínská filosofie, která též klade důraz na pohyb a změnu, vyvinula představu dynamických struktur, které se nepřetržitě tvoří a znovu se rozkládají v kosmickém plynutí tao. V *I-ťingu* (*Knize proměn*) byly tyto struktury rozpracované do systému archetypálních symbolů, takzvaných hexagramů.

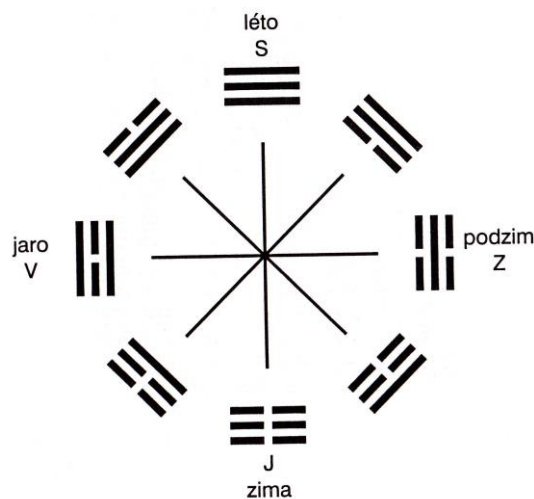
V *I-ťingu* se za základní princip uspořádání takovýchto struktur považuje souhra polárních protikladů jin a jang. Jang se znázorňuje plnou čarou, jin čarou přerušovanou, a z těchto dvou čar je vybudovaný celý systém hexagramů. Jejich spojováním do párů získáme čtyři konfigurace:



Přidáním třetí čáry ke každému páru se vytvoří osm trigramů:



Ve staré Číně se domnívali, že tyto trigramy představují všechny možné kosmické a lidské situace. Pojmenovávali je podle jejich základních charakteristických črt, například „tvořivý“, „vnímavý“, „podněcující“ atd.. Spojovali je s mnohými představami z přírody a ze společenského života. Představovaly například nebe, zem, hrom, vodu atd., stejně jako rodinu pozůstávající z otce, matky, třech synů a třech dcer. Dále je spojovali s hlavními světovými stranami a s ročními obdobími a často je sestavovali takto:

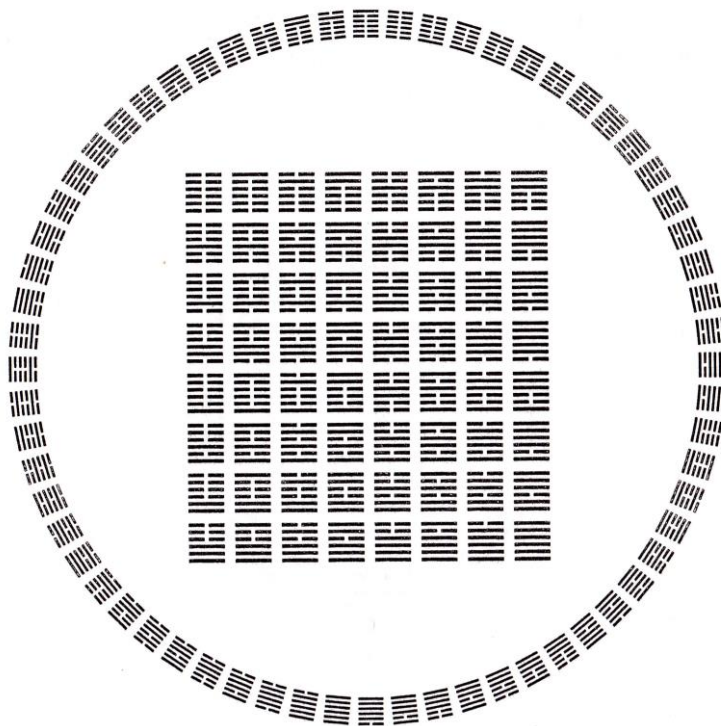


V tomto uspořádání se osm trigramů seskupilo okolo středu v přirozeném pořadí, tj. v pořadí, v jakém byly vytvořeny. Začíná se shora (kam Číňané kladou jih) 8, přičemž první čtyři trigramy jsou na levé straně kruhu a druhé čtyři na pravé. Toto uspořádání vykazuje

⁸ tak proč je to na obrázku obráceně? Asi ztraceno v překladu. H.V.

vysoký stupeň symetrie, při kterém protikladné trigramy mají navzájem vyměněné čáry jin a jang.

Aby se ještě zvýšil počet možných kombinací, osm trigramů zkombinovali do párů tak, že je umístili nad sebe. Tak získali šedesát čtyři hexagramů skládajících se ze šesti plných a šesti přerušovaných čar. Hexagramy umístili do pravidelných obrazců. Nejčastěji se vyskytovaly dva následující: čtverec ze šestkrát šesti hexagramů a kruhová řada vykazující takovou symetrii jako kruhové uspořádání trigramů.



Dvě pravidelná uspořádání 64 hexagramů

Těchto šedesát čtyři hexagramů představuje kosmické archetypy, na kterých je založené použití *I-t'ing* jako věštebné knihy, orákula. Pro interpretaci každého hexagramu je třeba vzít v úvahu rozdílné významy jeho dvou trigramů. Například když se trigram „podněcující“ nachází nad trigramem „vnímavý“, hexagram se interpretuje jako pohyb střetávající se s oddaností, a tak vyvolávající nadšení, což je i jeho název.



Anebo hexagram pro „pokrok“ představuje „lpějíciho“ nad „vnímavým“, což se interpretuje jako „Slunce vychází nad obzor“, a tím jako symbol rychlého a lehkého pokroku.



Trigramy reprezentují struktury tao vznikající dynamickou souhrou jinu a jangu a zrcadlí se ve všech vesmírných i lidských situacích. Tyto situace se nechápu staticky, ale jako etapy nepřetržitého plynutí a změn. Toto je základní myšlenka *Knihy proměn*, jak konečně vyjadřuje i její název. Všechny věci a situace na světě podléhají změně a proměně a stejně tak i jejich zobrazení – trigramy a hexagramy. Jsou ve stavu neustálého přechodu, jeden se mění v druhý, plné čáry se vytlačují ven a jsou děleny na dvě čáry přerušované, tlačené dovnitř a spojované dohromady.

Ve východním myšlení je *I-ťing* svou představou dynamických struktur generovaných transformací snad nejbližší analogii S-maticové teorie. V obou systémech se klade důraz spíše na procesy než na objekty. V S-maticové teorii jsou těmito procesy reakce částic, ze kterých vznikají všechny jevy ve světě hadronů. V *I-ťingu* se základní procesy nazývají „přeměny“ a považují se za podstatné pro pochopení všech přírodních jevů:

Přeměny jsou tím, co umožnilo svatým prorokům dosáhnout všechny hloubky a uchopit zárodky všech věcí.

Tyto přeměny se nepovažují za základní zákony předepsané fyzickému světu, ale spíše – podle slov Hellmuta Wilhelma – za „vnitřní tendence, podle kterých k vývoji dochází přirozeně a spontánně“. To samé je možné říci o změnách ve světě částic. I ty zrcadlí vnitřní tendence částic, které se v S-maticové teorii vyjadřují jako pravděpodobnostní reakce.

Změny ve světě hadronů vyvolávají vznik struktur a symetrických vzorů, které jsou v S-maticové teorii symbolizovány reakčními kanály. Ani struktury ani symetrie se nepovažují za základní rysy hadronového světa, ale chápou se jako důsledky dynamické povahy částic, jejich sklonu ke změnám a proměnám.

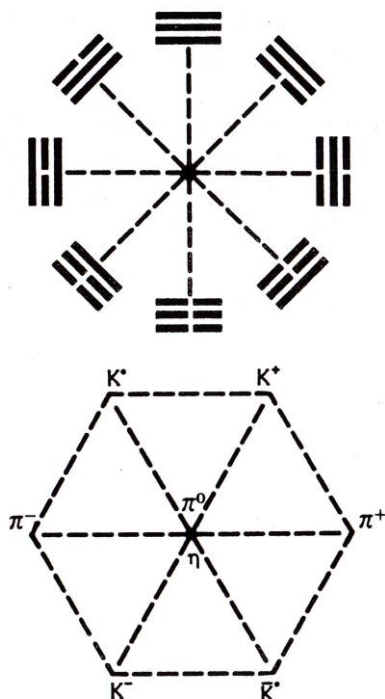
Také v *I-t'ingu* změny vyvolávají vznik struktur: trigramů a hexagramů. A podobně jako kanály částicových reakcí jsou tyto symbolickým znázorněním struktury změn. Změny plynou čarami hexagramů tak, jak plyne energie reakčními kanály:

Střídání, ustavičný pohyb, plynutí přes šest prázdných míst, stoupaní a klesání bez přesných pravidel... Je to jen změna, co tu působí.

Podle starého čínského názoru všechny věci kolem nás vznikají ze struktur změn a jsou představovány různými čarami trigramů a hexagramů. Věci ve fyzickém světě se nechápou jako statické, nezávislé objekty, ale jako přechodné stavy kosmického procesu, kterým je tao.

Tao má změny a pohyby. Proto se čáry nazývají měnicími. Čáry mají gradaci, proto představují věci.

Struktury generované změnami je tu možné uspořádat do různých symetrických obrazců stejně jako ve světě částic. Je to například osmiúhelník tvořený osmi trigramy, ve kterém mají protilehlé trigramy vzájemně vyměněné jinové a jangové čáry. Tento obrazec se dokonce vzdáleně podobá mezonovému oktetu, uváděnému v předešlé kapitole, ve kterém jsou částice a antičástice umístěné na protilehlých místech. Avšak důležitou pointou není tato podobnost, jistě náhodná, ale fakt, že moderní fyzika i staré čínské myšlení považuje změnu a proměnu za primární aspekt přírody, struktury a symetrie generované změnou pak chápe jako sekundární.



Ze slov Richarda Wilhelma v úvodu k jeho překladu *I-ťing* se dozvídáme, že i on považuje tuto myšlenku za základ *Knihy proměn*.

Těchto osm trigramů... se chápe tak, že jsou ve stavu neustálého přechodu, při kterém se jeden mění na druhý, tak jak nepřetržitě dochází k přechodu jednoho stavu do druhého ve fyzickém světě. Toto je základní koncepce Knihy proměn. Osm trigramů, to jsou symboly pro změny přechodných stavů; jsou to obrazy, které ustavičně podléhají změně. Pozornost se nesoustřeďuje na bytí věcí – jak je zvykem v západním světě – ale na jejich pohyby, změny. A tak osm trigramů není znázorněním věcí jako takových, ale znázorněním jejich tendencí k pohybu.

V moderní fyzice jsme dospěli k velmi podobnému vidění „věcí“ v subatomovém světě. V tomto pohledu se klade důraz na pohyb, změnu a transformaci a částice se považují za přechodná stadia nepřetržitého kosmického procesu.

Kapitola osmnáctá –

- Vzájemný průnik

Při zkoumání světového názoru založeném na moderní fyzice se vždy znovu a znovu přesvědčujeme, že myšlenka o základních stavebních kamenech se už obhájit nedá. Avšak v minulosti měla tato koncepce mimořádný úspěch při vysvětlování fyzikálního světa pomocí atomů, dále pak při objasňování samotné struktury atomů a konečně i v případě vysvětlení struktury atomových jader pomocí dvou jaderných stavebních částic – protonu a neutronu. Nejdříve se za elementární částice považovaly atomy, pak jejich jádra a po nich hadrony. Ani jedny z nich nesplnily očekávání. Vždy se ukázalo, že samy tyto částice jsou složenými strukturami, a fyzici marně doufali, že následující generace složek už bude skutečně představovat konečné složky hmoty.

Na druhé straně teorie atomové a subjaderné fyziky stále jasněji ukazovaly, že existence nějakých elementárních částic je nepravděpodobná. Dokázaly, že pohybová energie se může přetransformovat na hmotnost a že částice jsou spíše procesy než objekty. To vše jasně svědčilo pro to, že je třeba se vzdát jednoduché mechanistické představy základních stavebních kamenů. A přece mnoho fyziků s tím dodnes otálí. V západním myšlení se totiž zakořenila prastará tradice vysvětlovat složité struktury jejich rozložením na jednodušší složky tak hluboce, že se tyto základní komponenty hledají dodnes.

V částicové fyzice existuje však i radikálně odlišná myšlenková škola, jejíž východiskem je myšlenka, že přírodu není možné redukovat na základní entity, jako jsou elementární částice nebo fundamentální pole. Příroda se musí chápat výlučně ve svém vnitřním

souladu, se složkami, které jsou v souladu samy o sobě i navzájem. Tato myšlenka se objevila v kontextu S-maticové teorie a je známá jako hypotéza *bootstrapová* neboli *bootstrap* ⁹. Jejím autorem a hlavním zastáncem je Geoffrey Chew, který tuto myšlenku na jedné straně rozvinul do obecné teorie přírody a na druhé straně ji použil (ve spolupráci s jinými fyziky) na vybudování teorie částic formulované v S-maticovém jazyku. Chew popsal bootstrapovou hypotézu v několika pracích, ze kterých vychází náš následující výklad.

Bootstrapová filosofie vedla k definitivnímu odmítnutí mechanistického světového názoru. Newtonův vesmír byl vybudovaný ze souboru základních entit, které měly jisté základní vlastnosti. Není je možné je dále analyzovat, protože je stvořil sám Bůh. Tato představa byla tak či onak přítomna ve všech přírodovědných teoriích, dokud bootstrapová hypotéza jasně nestanovila, že svět není možné chápat jako soubor dále neanalyzovatelných entit. V novém pohledu na svět se vesmír chápe jako dynamická síť vzájemně spjatých událostí. Žádná z vlastností kterékoli části této sítě není základní, všechny plynou z vlastností částic ostatních a strukturu cele sítě určuje všeobecná souvislost vzájemných interakcí.

Bootstrapová filosofie představuje vyvrcholení pohledu na přírodu, který povstal z kvantové teorie na základě uvědomění si podstatné a univerzální provázanosti. Získala dynamický obsah v teorii relativity a byla formulována v pojmech reakčních pravděpodobností v rámci S-maticové teorie. Současně se „bootstrap“ stále přibližoval východnímu pohledu a nyní je s ním v souladu, a to jak s jeho obecnou filosofií, tak i s jeho pojmáním hmoty.

Bootstrapová hypotéza nejenže popírá existenci základních složek hmoty, ale nepřijímá vůbec žádné entity jako základní zákony, rovnice ani principy. Tím se vzdává i další ideje, která byla po staletí podstatnou složkou přírodovědy. Představa o základních zákonech se odvozovala z víry v božského zákonodárce a je hluboko zakořeněná v židovsko-křesťanské tradici. Podle Tomáše Akvinského:

Jistý Věčný zákon, Rozum, existuje v mysli Boží a řídí celý vesmír.

⁹ doslova šňůrka do bot

Představa o věčném, božském přírodním zákoně silně ovlivnila západní filosofii i vědu. Descartes psal o „zákonech, které vložil Bůh do přírody“, i Newton byl přesvědčený, že nejvyšším cílem jeho vědecké práce je objevit „zákony, které dal přírodě Bůh“. A odhalení nejvyšších zákonů přírody považovali za svůj cíl přírodovědci ještě tři staletí po Newtonovi.

V rámci moderní fyziky dnes vznikl přístup velmi odlišný. Fyzici dospěli k přesvědčení, že všechny teorie přírodních jevů, včetně zákonů, které popisují, jsou výtvoři lidské mysli. Jsou to spíše vlastnosti naší pojmové mapy než skutečnost sama. Toto pojmové schéma je nevyhnutelně omezené a přibližné tak jako všechny vědecké teorie a přírodní zákony, které obsahuje. Všechny přírodní jevy jsou navzájem spjaté, a abychom vysvětlili kterýkoli z nich, musíme pochopit všechny ostatní, což je zjevně nemožné. Věda může být úspěšná jen díky objevu aproximace. Když se člověk spokojí s pochopením přírody, které je jen přibližné, může popsat vybrané skupiny jevů a zanedbat ty, které jsou méně podstatné. Tak může vysvětlit mnoho jevů z hlediska několika zákonů a následně přibližně pochopit různé stránky přírody bez toho, že by musel pochopit úplně všechno najednou. To je vědecká metoda, všechny vědecké teorie a modely jsou aproximace skutečné povahy věcí. Omyl bývá při těchto aproximacích obvykle malý, takže takovýto přístup má smysl. Například v částicové fyzice se obvykle zanedbávají gravitační interakce mezi částicemi, protože jsou mnohem slabší než ostatní interakce. Ačkoli tím způsobená chyba je velmi malá, je zřejmé, že do budoucích přesnějších teorií částic se budou muset gravitační interakce zahrnout.

Fyzici budují řadu přibližných a neúplných teorií, každá z nich je přesnější než ta předcházející, avšak ani jedna nepředstavuje úplný a konečný popis přírodních jevů. Podobně jako teorie, i všechny přírodní zákony jsou proměnné, odsouzené k tomu, aby byly po zdokonalení nahrazeny zákony přesnějšími. Neúplný charakter teorie se obvykle zrcadlí v tom, že obsahuje neúplné (nastavitelné) parametry nebo „základní konstanty“; to znamená veličiny, jejichž číselné hodnoty neplynou z teorie, ale musí se empiricky určit a dosadit. Kvantová teorie nemůže vysvětlit hodnotu hmotnosti elektronu, teorie pole nezdůvodní náboj elektronu ani teorie relativity

nevysvětlí velikost rychlosti světla. Podle tradičního názoru se tyto veličiny považují za základní konstanty přírody, které další vysvětlení nevyžadují. Podle soudobého náhledu se úloha základních konstant považuje jen za dočasnou a odrážející omezení současných teorií. Podle bootstrapové filosofie by se základní konstanty měly v budoucích teoriích vysvětlit, protože přesnost a dosah těchto teorií se zvyšuje. Tak bychom se měli alespoň přiblížit k ideální, byť možná nedosažitelné situaci, ve které už nejsou nijaké nevysvětlené „základní“ konstanty a všechny zákony vyplývají z požadavků dokonalého souladu.

Je si však třeba uvědomit, že i ideální teorie musí mít nějaké nevysvětlené prvky, nemusí to být ovšem číselné konstanty. V případě vědecké teorie je nutné bez vysvětlení přijmout pojmy tvořící vědecký jazyk. Další posun bootstrapové myšlenky by už vedl za hranice vědy:

V širokém slova smyslu je idea bootstrapu sice fascinující a užitečná, ale nevědecká... Jak víme, věda vyžaduje jazyk založený na nějakém nezpochybnitelném rámci. Pokus vysvětlit všechny pojmy na základě sémantiky je proto těžké nazvat vědeckým.

Je známé, že úplný bootstrapový pohled na přírodu, ve kterém se všechny přírodní jevy určují výhradně jen svým vzájemným propojením a souhrou, se velmi blíží světonázoru východnímu. Nerozdělitelný vesmír, ve kterém jsou všechny věci a události ve vzájemném vztahu, by sotva měl nějaký smysl, kdyby nebyl ve vnitřním souladu. Požadavek vnitřního souladu, který tvoří základ bootstrapové hypotézy, jednota a vzájemný vztah všech jevů, tak velmi zdůrazňované ve východní mystice, jsou pouze různé stránky té samé ideje. Tato těsná spjatost se nejzřetelněji vyjadřuje v taoismu. Pro taoistické mudrce jsou všechny jevy ve světě součástí vesmírné cesty – tao – a zákony, kterými se řídí tao, nevytvořil žádný božský zákonodárce, ale jsou obsaženy v podstatě samotného taa. V *Tao-te-ťingu* čteme:

*Člověk se řídí podle země,
země se řídí podle nebe,
nebe se řídí podle tao,
tao se řídí podle sebe.*

Joseph Needham ve své studii o čínské vědě a civilizaci dlouze popisuje, jak západní chápání základních přírodních zákonů, původně spojených s božským zákonodárcem, nemá v čínském myšlení nijaký protějšek. Píše:

„V čínském světovém názoru nevychází harmonická spolupráce všech bytostí z příkazů nějaké vnější nadřazené autority, ale ze skutečnosti, že všechny jsou součástí jisté hierarchie celků tvořících vesmírnou strukturu, a to, čím se řídí, jsou vnitřní příkazy své vlastní přirozenosti.

Podle Needhama neměli Číňané dokonce ani slovo, popisující základní představu přírodního zákona. Nejblíže k němu má termín *li*, který novokonfuciánský filosof Ču Si popisuje jako „nespočetné struktury zahrnuté v tao, které připomínají žilky“. Needham překládá *li* jako „princip organizace“ a připojuje následující komentář:

Ve svém nejstarším významu označoval strukturu věcí, druh nefritu, vlákna svalů... Nabyl běžný slovníkový význam „princip“, vždy však si zachoval podtón „struktura“... Je v něm zahrnut i pojem „zákon“, avšak tento zákon je zákonem, podle kterého musí být části celků v souladu na základě toho, že existují jako části celku... Nejdůležitější na nich je to, že musí přesně do sebe zapadat s jinými částmi celého organismu, který tvoří.

Lehko se dá pochopit, jak takovýto názor přivedl čínské myslitele k myšlence, která se jen nedávno objevila v moderní fyzice, totiž že podstatou všech přírodních zákonů je vnitřní soulad – autokoexistence. Následující pasáž od Čchen Šuna, přímého žáka Ču Sia, který žil okolo roku 1200, popisuje velmi jasně tuto myšlenku slovy, která by se dala považovat za dokonalé vysvětlení významu autokoexistence v bootstrapové filosofii:

„Li“ je přirozený a nevyhnutelný zákon událostí a věcí... „Přirozený a nevyhnutelný“ tu znamená, že (lidské) události a

(přirozené) věci jsou vytvořeny přesně tak, aby zapadaly na místo. „Zákon“ znamená, že na místo zapadnou tak, aby ani nejméně nepřesahovaly ani nechyběly... Dávni lidé chtěli zkoumat věci až do krajností a hledáním „li“ objasnit přirozenou nevyhnutelnost (lidských) událostí a (přirozených) věcí. Znamená to prostě, že to, co hledali, byla právě ta místa, kde věci do sebe přesně zapadají. Nic víc.

Podle východního názoru i podle moderní fyziky je vše ve vesmíru spojené se vším a ani jedna část není základní. Vlastnosti částí neurčuje nijaký základní zákon, ale vlastnosti částí ostatních. Fyzici i mystici si uvědomují, že z toho vyplývá nemožnost úplného vysvětlení jakéhokoli jevu, zaujímají však k tomu odlišný postoj. Fyzici, jak jsme už ukázali, se spokojují s přibližným pochopením přírody. Východní mystici však nemají na přibližném, konvenčním pojetí zájem. Je zajímavá poznání vyšší, „absolutní“, které znamená pochopení totality Života. Dobře jsou si vědomi vzájemného vztahu všeho ve vesmíru, a proto vědí, že vysvětlit něco znamená ukázat, jak je to spjaté se vším ostatním. Jelikož se to ukázat nedá, trvají na tom, že se nedá vysvětlit ani jeden jednotlivý jev. Ašvakhóša říká:

Všechny věci ve své základní povaze nejsou pojmenovatelné ani vysvětlitelné. Nedají se adekvátně vyjádřit žádnou formou jazyka.

Proto nemají východní mudrci obecně zájem věci vysvětlovat, jde jim spíš o získání přímého zážitku jednoty všech věcí, který nemá intelektuální charakter. Takovýto byl i postoj Buddhy, který odpovídal na všechny otázky o významu života, o původu světa nebo o povaze nirvány pouze „vznešeným mlčením“. Zdá se, že stejný účel plní i nesmyslné odpovědi zenových mistrů, když jsou požádáni o nějaké vysvětlení. Mají přimět studenta, aby pochopil, že vše je důsledkem všeho ostatního; že vysvětlení přírody znamená jen ukázat její jednotu; ba dokonce že tu ani není co vysvětlovat. Když se jistý mnich zeptal Tózana, který vážil len, „Co je Buddha?“, Tózan odpověděl: „Tento len váží tři libry.“, a když se Džóšua zeptal, proč Bódhidharma přišel do Číny, odvětil: „Dub v zahradě“.

Osvobodit lidskou mysl od slov a vysvětlování je jedním z hlavních cílů východní mystiky. Buddhisté i taoisté mluví o „síti slov“ nebo o „síti pojmů“, čímž rozšiřují myšlenku propojené sítě do oblasti intelektu. Pokud se usilujeme věci vysvětlit, jsme spoutaní karmanem. Jsme chyceni do pastí vlastní pojmové sítě. Dostat se za slova a vysvětlení znamená prolomit pouta karmanu a dosáhnout vysvobození.

Světový názor východních mystiků má s bootstrapovou filosofií moderní fyziky společné nejen to, že zdůrazňuje vzájemné vztahy a autokonzistenci všech jevů, ale i to, že popírá existenci základních složek hmoty. Ve vesmíru, který je nedělitelným celkem a ve kterém jsou všechny formy pohyblivé a ustavičně se měnící, není pro nějakou neměnnou entitu místa. Proto se ve východním myšlení s představou základních stavebních kamenů hmoty zpravidla nesetkáváme. V čínském myšlení se atomové teorie nikdy nerozvinuly. Objevily se v některých školách indické filosofie, pro indickou mystiku však mají význam jen okrajový. Významné místo má atomismus v džinismu, tento směr se však považuje za neortodoxní, protože nepřijímá autoritu véd. V buddhistické filosofii se atomové teorie objevily ve dvou školách hínajánového buddhismu, avšak důležitější mahájánová větev je považuje za iluzorní produkty avidji. Ašvakhóša říká:

Když rozdělujeme nějakou hrubou (složenou) hmotu, můžeme ji zredukovat na atomy. Ale protože i atom se dá dále dělit, všechny formy materiální existence, ať už hrubé nebo jemné, jsou jen stínem partikularizace a my jim nemůžeme připsat nijaký stupeň (absolutní či nezávislé) reality.

Hlavní školy východní mystiky se tedy shodují s pohledem bootstrapové filosofie, totiž že vesmír je vzájemně propojený celek, ve kterém není jedna část důležitější než jiná, takže vlastnosti kterékoli jedné části jsou určeny vlastnostmi všech částí ostatních. V tomto smyslu by se dalo říci, že každá část obsahuje všechny ostatní části. Představa vzájemného včlenění je i charakteristická pro mystické pochopení přírody. Podle slov Šrí Aurobinda:

Pro nadsmyslové chápání není ve skutečnosti nic určitého; vše je založeno na tušení všeho ve všem.

Představu „všeho ve všem“ nejpodrobněji rozpracovala škola mahájánového buddhismu Avatamsaka, často považovaná za vyvrcholení buddhistického myšlení. Vychází z *Avatamsaka-sútry*, kterou měl přednést podle tradice Buddha během hluboké meditace po svém probuzení. Tato rozsáhlá sútra, která dosud nebyla přeložena do žádného západního jazyka, podrobně popisuje, jak se vnímá svět v osvíceném stavu vědomí, kdy se „pevné obrysy individuality rozplynou a pocit konečnosti už nás více netíží“. V poslední části, zvané *Gandavjúha*, se vypráví příběh o mladém poutníkovi Sudhanovi a velmi živě se popisuje jeho mystický zážitek vesmíru. Vesmír se mu jeví jako dokonalá síť vzájemných vztahů, ve které všechny věci a události interagují tak, že každá z nich obsahuje v sobě všechny ostatní. Následující pasáž z uvedené sútry, parafrázovaná T. D. Suzukim, používá na vyjádření Sudhanova zážitku obraz nádherně vyzdobené věže:

Věž je tak široká a prostorná jako sama obloha. Podlaha je vydlážděna nespočetnými drahokamy všech druhů a ve Věži je nespočetně mnoho paláců, verand, oken, schodišť, zábradlí a schodů, a to vše je udělané ze sedmi druhů drahokamů...

A v této Věži, prostorné a nádherně vyzdobené, je statisíce... věží a každá z nich je nádherně vyzdobená jako sama hlavní Věž a tak prostorná jako obloha. A všechny tyto věže, kterých je tolik, že se ani nedají spočítat, si vůbec nepřekázejí; každá z nich si zachovává svou vlastní existenci v dokonalém souladu se všemi ostatními; není tu ničeho, co by bránilo jedné věži, aby splynula se všemi ostatními, jednotlivě nebo společně; panuje tu stav dokonalého smíšení, a přitom dokonalého uspořádání. Mladý poutník Sudhana se vidí ve všech věžích jako i v každé jednotlivé věži, kde vše je obsaženo v jednom a každé jednotlivé obsahuje vše.

Věž popisovaná v této pasáži je metaforou pro samotný vesmír a dokonalé vzájemné splynutí jeho částí je v mahájánovém buddhismu známé jako “vzájemné proniknutí“. Avatamsaka jasně ukazuje, že toto vzájemné proniknutí je v podstatě dynamický vzájemný vztah, ke kterému dochází nejen v prostoru, ale i v čase. Jak jsme viděli už dříve, i prostor a čas se chápou jako navzájem pronikající.

Zážitek vzájemného průniku ve stavu osvícení je možné považovat za mystické vidění úplné bootstrapové situace, ve které jsou všechny jevy ve vesmíru ve vzájemném harmonickém vztahu. V takovém stavu vědomí se transcenduje říše rozumu a příčinná vysvětlení se stávají nepotřebnými, nahrazuje je přímý zážitek vzájemné závislosti všech věcí a událostí. Buddhistická koncepce vzájemného průniku daleko přesahuje každou vědeckou bootstrapovou teorií. Nicméně v moderní fyzice existují modely subjaderných částic, které jsou založené na bootstrapové hypotéze a které vykazují velmi nápadné paralely s názory mahájánového buddhismu.

Když se myšlenka bootstrapu formuluje ve vědeckém kontextu, stává se omezenou a přibližnou. Její hlavní aproximace spočívá v tom, že zanedbává všechny interakce kromě silných jaderných. Protože odpovídající interakční síly jsou asi stokrát větší než síly elektromagnetické a o mnoho řádů větší než slabé a gravitační interakce, zdá se být takováto aproximace rozumná. Vědecký bootstrap se tedy týká jen silně interagujících částic, tj. hadronů, proto se často nazývá hadronový bootstrap. Formuluje se v rámci S-maticové teorie a jeho cílem je odvodit všechny vlastnosti hadronů a jejich interakce výlučně z požadavku autokonzistence. Jedinými přijímanými fundamentálními zákony jsou obecné S-maticové principy, diskutované v předešlé kapitole, které si vyžadují naše metody pozorování a měření, a tvoří tak bezesporný rámec potřebný pro celou vědu. Jiné vlastnosti S-maticy by se mohly dočasně postulovat jako fundamentální principy, ty by se však měly objevit jako důsledek autokonzistence v úplné teorii. Mohlo by jít například o zmíněný postulát popsany Reggeho formalismem, že všechny hadrony tvoří za sebou následující řady.

V jazyku S-maticové teorie potom bootstrapová hypotéza naznačuje, že úplnou S-maticí, a tím i všechny vlastnosti hadronů, je možné určit z obecných principů, neboť je jen jedna možná S-maticy,

kteřá je konzistentní se všemi třemi principy. Tento předpoklad podporuje skutečnost, že fyzici se nikdy nepřiblížili ke zkonstruování matematického modelu vyhovujícímu třem uvedeným obecným principům. Pokud je jedinou konzistentní S-maticí ta, která popisuje všechny vlastnosti a interakce hadronů, jak předpokládá bootstrapová hypotéza, pak je pochopitelné, že fyzikům se nepodařilo vytvořit konzistentní částečnou S-matici.

Interakce subjaderných částic jsou tak složité, že není vůbec jisté, jestli se podaří úplnou autokonzistentní S-matici sestrojít. Dá se spíše očekávat řada částečně úspěšných modelů menšího rozsahu, cílem každého z nich bude pokrýt jen část fyziky částic. Budou proto obsahovat nějaké nevysvětlené parametry, které omezí jejich platnost. Avšak parametry jednoho modelu mohou být vysvětlené modelem jiným. Mozaikou vzájemně propletených modelů, ve kterých počet nevysvětlených parametrů bude ustavičně klesat, bude možné s neustále rostoucí přesností postupně pokrýt stále více a více jevů. Prívlastek „bootstrapový“ proto není nikdy vhodný pro individuální model, ale jen pro kombinaci navzájem konzistentních modelů, ze kterých ani jeden není fundamentálnější než druhý. Jak pravil Chew:

Fyzik, který dokáže postulovat jakékoli množství různých částečně úspěšných modelů bez toho, že by některý upřednostňoval, je automaticky „bootstraperem“.

Dnes už existuje několik takových částečných modelů, a to naznačuje, že bootstrapový program se pravděpodobně uskuteční v nepříliš vzdálené budoucnosti. Pokud jde o hadrony, nejvyšším cílem S-maticové teorie a bootstrapu je objasnit kvarkovou strukturu, která je pro silně interagující částice charakteristická. Až donedávna nedokázal bootstrapový přístup tyto nápadné pravidelnosti vysvětlit, a to byl hlavní důvod, proč jej fyzikální veřejnost nebrala příliš vážně. Většina fyziků raději pracovala s modelem kvarkovým, který umožňoval alespoň fenomenologický popis, když už ne konzistentní vysvětlení. V posledních šesti letech se však situace dramaticky změnila. Několik důležitých výsledků S-maticové teorie vedlo k prudkému pokroku, který umožnil odvodit většinu výsledků charakteristických pro kvarkový model bez jakékoli potřeby postulovat fyzickou existenci kvarků. Tyto výsledky vyvolaly nadšení

mezi S-maticovými teoretiky a pravděpodobně přimějí fyzikální komunitu důkladně přehodnotit své postoje k bootstrapovému přístupu k jaderné fyzice.

Obraz hadronů, který přináší bootstrapová teorie, se často vystihuje provokujícím tvrzením, „že každá částice obsahuje všechny ostatní částice“. Nesmíme si však představovat, že každý hadron obsahuje všechny ostatní hadrony v klasickém, statickém smyslu. Hadrony jsou zahrnuty spíše v dynamickém pravděpodobnostním smyslu S-maticové teorie, než aby se navzájem obsahovaly. Každý hadron je potenciálním vázaným stavem všech souborů částic, které mohou vzájemnou interakcí tento hadron vytvořit. V tomto smyslu jsou všechny hadrony složenými strukturami, jejichž složkami jsou opět hadrony, přičemž ani jeden z nich není elementárnější než ostatní. Struktury drží pohromadě vazebné síly, které se projevují výměnou částic, a tyto výměnné částice jsou opět hadrony. Každý hadron proto hraje trojí úlohu: 1. je sám složenou strukturou a může tvořit složku dalšího hadronu, 2. může být mezi složkami vyměňován a 3. tvoří součást sil, které drží danou strukturu pohromadě. Pro tuto představu je klíčový pojem „křížení“. Každý hadron drží pohromadě síly spojené s výměnou jiných hadronů v křížovém kanálu, které zase drží pohromadě síly, ke kterým přispívá hadron první. Tedy „každá částice pomáhá generovat jiné částice, které zase na oplátku generují ji“. Tímto způsobem celý soubor hadronů generuje sám sebe.¹⁰ Idea tedy spočívá v tom, že tento nesmírně složitý bootstrapový mechanismus je sebeurčující: to znamená, že existuje jen jeden způsob, kterým je ho možné konstruovat. Jinými slovy je možný jen jeden autokonzistentní soubor hadronů: ten, který se nachází v přírodě.

V hadronovém bootstrapu jsou všechny částice autokonzistentním způsobem složené jedna z druhé a v tomto smyslu se dá říci, že jedna druhou obsahují. Mahájánisté aplikují velmi podobnou představu na celý vesmír. Kosmická síť navzájem se pronikajících věcí a událostí se ilustruje v Avatamsaka-sútře metaforou Indrovy sítě, ohromné spleti drahých kamenů, visících v paláci boha Indry. Podle slov sira Charlese Eliota:

¹⁰ a s námi lidmi to bude asi taky tak. H.V.

Říká se, že v Indrově nebi je síť z perel, které jsou uspořádány tak, že když se podíváte na jednu, vidíte, jak se v ní odrážejí všechny ostatní. Stejně tak i každý objekt na světě není jen sebou samým, ale zahrnuje všechny ostatní objekty a současně je vším ostatním. V každém zrnku prachu jsou nespočetní buddhové.

Podobnost této představy s představou hadronového bootstrapu je vskutku pozoruhodná, Metaforu Indrovy sítě je možné právem nazvat prvním bootstrapovým modelem, vytvořeným východními mudrci asi dvě a půl tisíciletí před zrodem částicové fyziky. Buddhisté trvají na tom, že představa vzájemného průniku se nedá pochopit rozumem, ale že ji musí zažít osvícená mysl ve stavu meditace. D. T. Suzuki píše:

Buddha (v Gandavjúze) už není tím, kdo žije ve světě vnímaném v prostoru a čase. Jeho vědomí není vědomím běžné mysli, která se musí řídit smysly a logikou... Buddha Gandavjúhy žije v duchovním světě, který má svá vlastní pravidla.

V moderní fyzice je situace podobná. Myšlenka, že každá částice obsahuje všechny ostatní, je v běžném prostoru a čase nepředstavitelná. Popisuje skutečnost, která má, stejně jako ta Buddhova, svá vlastní pravidla. V případě hadronů jsou to pravidla kvantové teorie a teorie relativity, přičemž klíčovou je myšlenka, že síly, které drží částice dohromady, jsou samy částicemi vyměňované v křížových kanálech. Tato koncepce může dostat přesný matematický význam, avšak je téměř nemožné ji učinit názornou. Je to specificky relativistická črta bootstrapu, a protože nemáme přímou zkušenost se čtyřrozměrným světem prostoročasu, je nesmírně těžké představit si, jak může jednotlivá částice obsahovat všechny ostatní a současně být součástí každé z nich. Přesně to je však i náhled mahájány.

Když se jedno postaví proti všem ostatním, vnímá se jako pronikající vším a současně zahrnující vše v sobě.

Představa, že každá částice obsahuje všechny ostatní, nevznikla jen ve východní mystice, ale i v mystickém myšlení na Západě. Vyjadřují ji například slavné verše Williama Blakea:

*Vidět svět v zrnku písku
a nebe v divokém květu,
držet nekonečno ve své dlani
a věčnost v hodině.*

I zde vede mystická vize k obrátu bootstrapového typu; básník vidí svět v zrnku písku a moderní fyzik v hadronu.

Podobná představa se objevila i ve filozofii Leibnizově. Podle Leibnize je svět tvořen fundamentálními substancemi, *monádami*. Každá z nich přitom zrcadlí celý vesmír. To ho přivedlo k takovému názoru na hmotu, který má podobné rysy jako mahájánový buddhismus a hadronový bootstrap. Ve své *Monadologii* Leibniz píše:

Každou část hmoty je možné chápat jako zahradu plnou rostlin a jako rybník plný ryb. Avšak takovou zahradou a takovým rybníkem je i každá větvička rostliny, každé zvíře, každá kapka jeho moku.

Zajímavé je, že podobnost těchto řádek s výše uvedenou pasáží z *Avatamsaka-sútry* možná skutečně pramení z vlivu buddhismu na Leibnize. Joseph Needham tvrdí, že Leibniz byl dobře seznámen s čínským myšlením a kulturou prostřednictvím překladů, které získal od jezuitských mnichů. Jeho filosofie mohla být celkem dobře inspirována neokonfuciánskou školou Ču Sia, kterou dobře znal. Tato škola má však své kořeny v mahájánovém buddhismu a zvláště ve škole Avatamsaka (čínsky *Chua-jen*) mahájánové větve. Needham toto podobenství s Indrovou sítí v souvislosti s leibnizovskými monádami výslovně zmiňuje.

Podrobnější porovnání Leibnizovy představy „zrcadlících se vztahů mezi monádami“ a myšlenky vzájemného pronikání v mahájáně však ukazuje značné odlišnosti. Přitom buddhistické chápání hmoty se mnohem více blíží duchu moderní fyziky než pojmání Leibnizovo. Zdá se, že základní rozdíl mezi *Monadologií* a buddhistickým pohledem spočívá v tom, že Leibnizovy monády jsou fundamentální substance, které se chápou jako konečné složky hmoty. Leibniz začíná *Monadologii* slovy:

Monáda, o které teď budeme mluvit, je jen jednoduchou substancí vstupující do složených; její jednoduchost znamená, že nemá části... A tyto monády jsou pravými atomy přírody, zkrátka jsou to prvky všech věcí.

Takovýto „fundamentalistický“ názor je v nápadném protikladu s bootstrapovou filosofií a také se zcela liší od pohledu mahájánového buddhismu, který odmítá všechny základní entity a substance. Leibnizův fundamentalistický způsob myšlení se zrcadlí i v jeho názoru na síly, které považuje za uzákoněné božím výnosem a lišící se svou podstatou od hmoty. „Síly a činnost“, píše, „nemohou být stavy takové zcela pasivní věci, jakou je hmota“. A toto je opět v rozporu s názory moderní fyziky i východní mystiky.

A co se týká skutečného vzájemného vztahu mezi monádami, zdá se, že od hadronového bootstrapu se liší hlavně tím, že monády vzájemně neinteragují; „nemají žádná okna“, jak říká Leibniz, jen se vzájemně zrcadlí“. Na druhé straně v hadronovém bootstrapu, stejně jako v mahájáně, se klade důraz na interakce nebo vzájemný průnik všech částic. Bootstrapový i mahájánový názor na hmotu jsou prostoročasové; objekty se považují za události, kterých vzájemné pronikání se dá pochopit jen tehdy, když si člověk uvědomí, že i prostor a čas se vzájemně pronikají.

Bootstrapová teorie hadronů ještě zdaleka není dokončená a ještě stále jsou těžkosti s její formulací. Ale i za těchto okolností fyzici začali rozšiřovat autokonzistentní přístup za hranice popisu silně interagujících částic. Takové rozšíření bude možná muset zajít za současný kontext S-maticové teorie vytvořené speciálně k popisu silných interakcí. Bude potřeba nalézt všeobecnější rámec, a v tomto rámci se budou „bootstrapovat“ některé z koncepcí, které se dnes přijímají bez vysvětlování; bude je třeba odvodit z všeobecné autokonzistence. Podle Geoffreya Chewa by tento rámec mohl zahrnout naši makrokosmickou koncepci prostoročasu, ba dokonce snad i lidského vědomí:

Dovedeno do logické krajnosti, z bootstrapové domněnky plyne i existence vědomí; je

to potřebné pro autokonzistenci celku spolu s ostatními aspekty přírody.

A tento názor je opět v dokonalém souladu s názory východních mystických tradicí, které vždy považovaly vědomí za integrální součást vesmíru. Podle východního názoru jsou lidské bytosti, stejně jako jiné živé formy, součástí jednotného organického celku. Jejich inteligence znamená, že je inteligentní i celek. Lidské bytosti se chápou jako živý důkaz kosmické inteligence; v nás vesmír znovu a znovu opakuje svou schopnost produkovat formy, jejichž prostřednictvím si uvědomujeme sami sebe.

V moderní fyzice vyvstala otázka vědomí v souvislosti s pozorováním atomových jevů. Kvantová teorie jasně ukázala, že tyto jevy se dají chápat jen jako pojiva v řetězci procesů, jehož konec spočívá ve vědomí lidského pozorovatele. Podle slov Eugena Wignera:

Zákony (kvantové teorie) nebylo možné formulovat zcela konzistentně bez odkazu na vědomí.

Pragmatická formulace kvantové teorie, kterou používají při své práci vědci, se výslovně na jejich vědomí neodvolává. Wigner a jiní fyzici však tvrdí, že zjevné zahrnutí lidského vědomí bude možná podstatnou stránkou budoucí teorie hmoty.

Takovýto vývoj by otevřel vzrušující možnosti přímé interakce mezi fyzikou a východní mystikou. Pochopení vlastního vědomí a jeho vztahu k ostatnímu vesmíru je východiskem každého mystického zážitku. Během staletí prozkoumali východní mystici různé mody vědomí, a závěry, ke kterým dospěli, se často radikálně liší od představ na Západě. Kdyby fyzici skutečně chtěli zahrnout povahu lidského vědomí do oblasti svého výzkumu, studium východních myšlenek by jim mohlo poskytnout nová stimuluující hlediska.

Tedy budoucí rozšíření hadronového bootstrapu, které si možná vyžádá i bootstrapování prostoročasu a lidského vědomí, otvírá nebývalé možnosti. Ty se celkem snadno mohou dostat za běžný rámec vědy:

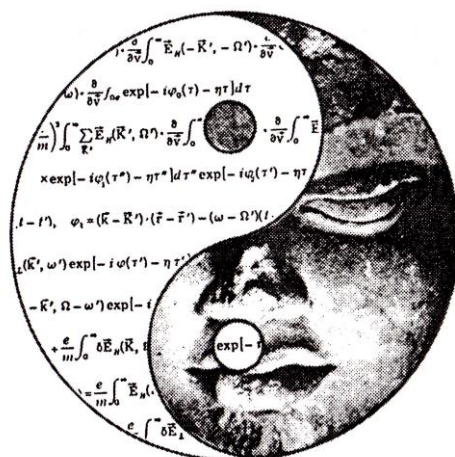
Takovýto budoucí krok by byl mnohem důležitější než cokoli jiné včetně hadronového bootstrapu; byli bychom nuceni čelit těžko postihnutelné koncepci pozorování a možná dokonce i vědomí. Náš současný zápas s hadronovým bootstrapem je možná jen předzvěstí zcela nové podoby lidského intelektuálního snažení, které nejenže bude spočívat mimo fyziku, ale ani ho nebude možné popsat jako „vědecké“.

Kam nás tedy vede idea bootstrapu? To neví nikdo, ale je úžasné uvažovat nad jejím konečným osudem. Můžeme si představit síť budoucích teorií, čím dál přesněji pokrývající čím dál větší škálu přírodních jevů; síť, která bude obsahovat méně a méně nevysvětlitelných rysů a která bude odvozovat čím dál víc svou strukturu ze vzájemné propojenosti svých částí. Jednoho dne se pak dosáhne takového bodu, ve kterém jediným nevysvětlitelným rysem této sítě teorií budou prvky vědeckého rámce. Za tímto bodem nebude už teorie schopná vyjádřit své výsledky slovy či racionálními pojmy, a tak se dostane za hranice vědy. Namísto bootstrapové teorie přírody se stane bootstrapovou vizí přírody, transcendingící říši mysli a jazyka. Povede ven ze světa vědy do světa nemyslitelného – ačintjá. Poznání obsažené v takové vizi bude úplné, avšak nepůjde zprostředkovat slovy. Bude to takové poznání, jaké měl na mysli Lao-c' před více než dvěma tisíciletími. když řekl:

*Kdo ví, nepotřebuje vědomosti,
kdo potřebuje vědomosti, neví.*

Kapitola devatenáctá -

- Epilog



Východní náboženští filosofové se zajímají o bezčasové mystické poznání, které leží za hranicemi rozumu a které nemůže být přiměřeně vyjádřeno slovy. Vztah tohoto poznání k moderní fyzice je jen jednou z jeho mnoha stránek, které není možné, podobně jako jeho ostatní aspekty, nevyvratitelně dokázat. Můžeme ho však zakoušet intuitivní cestou. Proto doufám, že se mi alespoň tu a tam podařilo poskytnout čtenáři možnost zažít poznání, které se pro mne stalo zdrojem ustavičné radosti a inspirace: totiž to, že hlavní teorie a modely moderní fyziky vedou k vnitřně konzistentnímu pohledu na svět, který dokonale harmonizuje s názory východní mystiky.

Ti, kteří takovouto harmonii zažili, nepochybně o významu paralel mezi světovým názorem fyziků a mystiků. Zajímavou otázkou pak už

není, *jestli* tyto paralely existují, ale *proč* existují a co z jejich existence plyne.

V úsilí pochopit záhadu života se lidé ubírali rozličnými cestami. Byly mezi nimi cesty vědce i cesty mystika, ale i cesty básníka, dítěte, klauna, šamana a mnoha dalších. Tyto cesty vyústily do odlišných verbálních i neverbálních popisů světa, které zdůrazňují jeho rozličné stránky. Každý z nich je v kontextu, ve kterém vznikl, cenný a užitečný. Avšak všechny jsou jen popisem či znázorněním skutečnosti, a z toho vyplývá jejich omezení. Ani jeden nemůže poskytnout úplný obraz světa.

Mechanistický světový názor klasické fyziky je užitečný na popis takového druhu fyzikálních jevů, se kterými se střetáváme ve svém každodenním životě, ve svém běžném okolí. Ukázalo se také, že je velmi úspěšný jako základ techniky. Je však nevhodný na popis fyzikálních jevů v submikroskopické oblasti. V protikladu mechanistické koncepce světa stojí pohled mystiků, který je možné shrnout slovem „organický“, protože všechny jevy ve vesmíru považuje za integrální části nedělitelného harmonického celku. Tohoto organického pohledu se podle mystických tradic dosahuje právě v meditativních stavech vědomí. Mystici používají k popisu světa pojmy odvozené z neobvyklých zážitků, které se však obecně nehodí na vědecký popis makroskopických jevů. Organický světový názor není vhodný na konstruování strojů ani na zvládnutí technických problémů přelidněného světa.

V každodenním životě je cenný a užitečný jak mechanistický, tak i organický pohled na vesmír; první pro vědu a techniku, druhý pro vyrovnaný a naplněný duchovní život. Ale za hranicemi naší každodenní zkušenosti mechanistické koncepce ztrácejí svou použitelnost a musí být nahrazeny koncepcemi organickými, které se velmi podobají koncepcím mystiků. To je hlavní zkušenost moderní fyziky, která byla předmětem našich úvah. Ve 20. století fyzika ukázala, že koncepce organického světového názoru jsou nesmírně užitečné na atomové a subatomové úrovni, přestože mají jen nepatrnou cenu pro vědu a techniku v lidských měřítcích. Zdá se proto, že organický pohled je základnější než mechanistický. Klasickou fyziku, založenou na mechanistickém pohledu, je možné odvodit z kvantové teorie, z níž vyplývá organický pohled. Naopak odvodit kvantovou teorii z mechanistického pohledu nelze. Zdá se, že tato základnější úroveň

organického pohledu naznačuje, proč můžeme očekávat, že světonázory moderní fyziky a východní mystiky budou podobné. Oba vznikly, když člověk šel k samé podstatě věci, tj. „do hloubky hmoty“ v oblasti fyziky, či „k hlubší oblasti vědomí“ v oblasti mystiky, tedy když člověk odhaluje za povrchní mechanistickou slupkou života skutečnost odlišnou.

Paralely mezi názory fyziků a mystiků se stávají ještě hodnověrnějšími, když si připomeneme další podobnosti, které je možno nalézt navzdory jejich odlišným přístupům. Především obě metody jsou důsledně empirické. Fyzici získávají své poznání pokusy, mystici meditativním nazíráním. V obou případech jde o pozorování a v obou oblastech jsou tato pozorování jediným zdrojem poznání. Předmět pozorování je přirozeně velmi odlišný. Mystik se dívá do svého nitra a zkoumá rozdílné úrovně svého vědomí, které zahrnují tělo jako hmotný projev mysli. Právě na poznání vlastního těla se v mnohých východních tradicích klade důraz, považuje se to za klíč k mystickému poznání světa. Když jsme zdraví, necítíme jednotlivé části svého těla, ale uvědomujeme si tělo jako integrovaný celek; a toto vědomí navozuje pocit pohody a štěstí. Mystik si podobným způsobem uvědomuje celistvost vesmíru, který zažívá jako rozšíření svého těla. Podle slov lamy Góvindy:

Pro osvíceného člověka... jehož vědomí obepíná vesmír, se vesmír stává jeho „tělem“, zatímco jeho hmotné tělo se stává projevem Vesmírné mysli, jeho vnitřní vidění výrazem nejvyšší skutečnosti a jeho řeč výrazem věčné pravdy a síly manter.

Na rozdíl od mystiků začíná fyzik výzkum povahy věcí studiem světa materiálního. Po proniknutí do stále hlubších oblastí hmoty si uvědomuje základní jednotu všech věcí a událostí. Ba co víc, poznává, že i on sám se svým vědomím je integrální součástí této jednoty. Tak mystik i fyzik přicházejí ke stejnému závěru, ačkoli jeden vyšel z vnitřního a druhý z vnějšího světa. Soulad mezi jejich názory potvrzuje starou indickou moudrost, že brahma, nejvyšší vnější skutečnost, je totožná s átmanem, skutečností vnitřní.

Cesty fyzika a mystika se dále podobají v tom že oba uskutečňují pozorování v oblastech běžně nepřístupných našim smyslům. V moderní fyzice je to atomový a subatomový svět, v mystice jsou to

neobvyklé stavy vědomí, ve kterých se transcenduje svět vnímaný smysly. Mystici často mluví o zážitku „vyšších rozměrů“, ve kterém se dojmy rozdílných center vědomí integrují do harmonického celku. Podobná situace existuje i v moderní fyzice, kde byl vyvinut čtyřrozměrný prostoročasový formalismus, který sjednocuje koncepce a pozorování patřící v běžném třírozměrném světě do různých kategorií. V obou oblastech mnohorozměrné zkušenosti transcendují smyslový svět, a proto je skoro nemožné vyjádřit je běžným jazykem.

Vidíme, že cesty fyzika a východního mystika, které se na první pohled zdají zcela nesrovnatelné, mají ve skutečnosti mnoho společného. Proto by nemělo být tak překvapující, že i v příslušných popisech světa nacházíme nápadné paralely. Když se jednou paralely mezi západní vědou a východní mystikou přijmou, vyvstane mnoho otázek týkajících se jejich důsledků. Neobjevuje snad znovu moderní věda s celou svou mašinérií starověkou moudrost, kterou východní mudrci znali už po tisíciletí? Neměli by proto fyzici opustit vědecké metody a začít meditovat? Anebo může existovat mezi vědou a mystikou vzájemný vliv nebo snad i nějaká syntéza?

Domnívám se, že na všechny tyto otázky je třeba dát odpověď zápornou. Vědu a fyziku považuji za dva doplňující se projevy lidské mysli, odpovídající jejím racionálním a intuitivním schopnostem. Moderní fyzik poznává svět pomocí nejvyšší specializace racionální mysli, mystik prostřednictvím nejvyšší specializace mysli intuitivní. Tyto dva přístupy jsou zcela rozdílné a vyžadují mnohem víc než jen jistý názor na fyzický svět. Jsou však komplementární, jak jsme se ve fyzice naučili říkat. Ani jeden není obsažen ve druhém, ani jeden se nedá zredukovat na druhý; oba však jsou potřebné a pro pochopení světa se doplňují. Abychom parafrázovali starý čínský výrok, mystikové znají kořeny tao, ale ne jeho větve, vědci znají jeho větve, ale ne kořeny. Věda nepotřebuje mystiku a mystika nepotřebuje vědu, muži a ženy však potřebují obojí. Mystický zážitek je potřebný pro pochopení nejhlubší povahy věcí a věda je důležitá pro moderní život. To, co tedy potřebujeme, není syntéza, ale dynamická souhra mezi mystickou intuicí a vědeckou analýzou.

A toho se dodnes v naší společnosti nedosáhlo. V současnosti je náš postoj příliš jangový, abychom použili čínskou frazeologii, tedy příliš racionální, mužský a agresivní. Vědci sami jsou typickým příkladem. I když jejich teorie vedou k světonázorovému pohledu

podobnému pohledu mystiků, je zarážející, jak málo to ovlivňuje postoje většiny z nich. V mystice není možné oddělit poznání od určitého způsobu života, který se tak stává jeho živým projevem. Dosáhnout mystického poznání znamená projít transformací; dalo by se dokonce říci, že *transformací je samo toto poznání*. Na druhé straně vědecké poznání často zůstává na abstraktní a teoretické úrovni. A tak se zdá, že většina dnešních fyziků si neuvědomuje filosofické, kulturní a duchovní důsledky svých teorií. Mnozí z nich aktivně podporují společnost, která je založena na mechanistickém, fragmentárním světovém názoru, a nevidí, že věda směřuje za tento světónázor, k jednotě vesmíru, která zahrnuje nejen naše přírodní prostředí, ale i naše bližní. Jsem přesvědčen, že světový názor vycházející z moderní fyziky není v souladu s dnešní společností, která neodráží vzájemný harmonický vztah, jaký pozorujeme v přírodě. Na dosažení takového stavu dynamické rovnováhy bude potřebná radikálně odlišná společenská a ekonomická struktura; kulturní revoluce v pravém slova smyslu. Přežití celé naší civilizace bude záviset na tom, jestli budeme schopni tuto změnu přivodit. Bude to záviset i na naší schopnosti přijmout něco z jinových postojů východní mystiky, na schopnosti zažít celost přírody a na našem umění žít v harmonii s přírodou.

Kapitola dvacátá -

- Opět o nové fyzice

Od prvního vydání *Tao fyziky* se v oblasti subjaderné fyziky dospělo k značnému pokroku. Jak jsem uvedl v úvodu, tento nový vývoj nezhodnotil ani jednu z paralel s východním myšlením, ba naopak je podepřel. V této kapitole bych rád probral nejdůležitější výsledky nových výzkumů v atomové a subjaderné fyzice, kterých se dosáhlo do léta roku 1982.

Jedna ze stěžejních paralel s východní mystikou spočívala v uvědomění si vzájemné spjatosti mezi složkami hmoty a s nimi souvisejícími základními projevy. Ty už není možné chápat jako izolované entity, ale pouze jako integrální části jednotného celku. Představu základní kvantové propojenosti, kterou jsem podrobně rozebral v 10. kapitole, zdůrazňovali Bohr i Heisenberg od počátků kvantové fyziky. Avšak v posledních dvou desetiletích se jí dostalo obnovené pozornosti, když si fyzici uvědomili, že vesmír může být ve skutečnosti vzájemně propojen mnohem jemnějšími způsoby, než se myslelo dříve. Nedávno objevený nový druh vzájemné spjatosti nejenže podporuje podobnost mezi názory fyziků a mystiků, ale přináší i úchvatnou možnost dávat do vzájemného vztahu subnukleární fyziku s jungovskou psychologií a snad i parapsychologií. To vrhá nové světlo na fundamentální roli pravděpodobnosti v kvantové fyzice.

V klasické fyzice se používá pravděpodobnostního popisu, když nejsou známy podrobnosti týkající se nějaké události. Například při házení kostkou bychom mohli v principu předvídat výsledek, kdybychom podrobně znali všechny mechanické parametry této operace, přesnou polohu kostek, povrchu na který dopadnou atd. Tyto

podrobnosti se nazývají *lokální* proměnné, protože spočívají v daných objektech. V subjaderné fyzice jsou lokální proměnné reprezentovány spojeními mezi prostorově oddělenými událostmi prostřednictvím signálů (částic a sítí částic), které se řídí obvyklými zákony prostorového rozdělení. Například tím, že se žádný signál nemůže šířit rychleji než světlo. Ale vedle těchto lokálních spojení se nedávno objevila spojení nová, nelokální, která jsou okamžitá a nedají se dnes přesně matematicky předvídat.

Někteří fyzici považují právě tato nelokální spojení za skutečné jádro kvantové skutečnosti. V kvantové teorii nemají vždy jednotlivé události přesně definovanou příčinu. Například k přeskoku elektronu z jedné dráhy na druhou nebo k rozpadu subjaderné částice může dojít samovolně, bez toho, že by to zapříčinila jakákoli událost. Neumíme předpovědět, kdy a jak k takovému jevu dojde, předpovědět můžeme jen jeho pravděpodobnost. To však neznamená, že události ve světě atomů se uskutečňují zcela libovolně, znamená to pouze to, že je nevyvolávají příčiny lokální. Chování jakékoli části je dáno jejími nelokálními propojeními s celkem, a protože tato spojení neznáme přesně, musíme úzkou klasickou představu o příčině a následku nahradit širším pojmem statistické příčinnosti. Zákony atomové fyziky jsou zákony statistické, podle nich se pravděpodobnost atomových událostí určuje dynamikou celého systému. Zatímco v klasické fyzice vlastnosti a chování částic určují vlastnosti a chování celku, ve fyzice kvantové je situace opačná, celek zde určuje chování částí.

Pravděpodobnost se používá v klasické i kvantové fyzice z podobných důvodů. V obou případech existují nám neznámé „skryté proměnné“, a tato naše nevědomost nám brání předpovídat přesně. Je tu ale jeden zásadní rozdíl. Zatímco v klasické fyzice charakterizují „skryté proměnné“ působení lokální, v kvantové fyzice jde o působení nelokální, vyjadřující okamžité spojení s vesmírem jako celkem. V normálním makroskopickém světě bývají nelokální spojení celkem bezvýznamná. Právě proto můžeme mluvit o oddělených objektech a formulovat zákony popisující jejich chování přesně. Když však jdeme k menším rozměrům, vliv nelokálních propojení se stává silnější, určitosti ustupují pravděpodobnostem a stává se stále těžší separovat nějakou část vesmíru od celku.

Existence těchto nelokálních spojení a z toho vyplývající základní role pravděpodobnosti je něco, co Einstein nikdy nepřijal.

V dvacátých letech bylo toto téma předmětem jeho historické debaty s Bohrem. Zde Einstein vyjádřil svůj záporný postoj k Bohrově interpretaci kvantové teorie známou metaforou

Bůh nehraje v kostky.

Na konci této diskuze musel však Einstein připustit, že kvantová teorie v Bohrově a Heisenbergově interpretaci tvoří konzistentní systém. Přesto zůstal přesvědčený, že někdy v budoucnu se objeví deterministická interpretace s lokálními skrytými proměnnými.

Podstatou Einsteinova sporu s Bohrem byla jeho pevná víra v nějakou vnější realitu sestávající z nezávislých, prostorově oddělených prvků. V úsilí dokázat nekonzistentnost Bohrovy interpretace kvantové teorie navrhl myšlenkový experiment, který se stal známým jako pokus Einsteinův – Podolského – Rosenův (EPR). O tři desetiletí později John Bell odvodil teorém založený na tomto EPR pokusu, který dokazuje, že existence lokálních skrytých proměnných je v rozporu se statistickými předpověďmi kvantové teorie. Bellův teorém otrásl Einsteinovou pozicí, protože ukázal, že koncepce skutečnosti sestávající z oddělených částí propojených lokálními spojeními je nekompatibilní s kvantovou teorií.

Fyzici zabývající se interpretací kvantové teorie v poslední době opakovaně analyzovali EPR pokus, protože ideálně ukazuje na rozdíl mezi klasickou a kvantovou koncepcí. Pro naše účely popíšeme zjednodušenou verzi pokusu, kterou analyzoval David Bohm. K pokusu použijeme dvojici elektronů. Abychom pochopili podstatu pokusu, musíme znát některé vlastnosti elektronového spinu. Klasická představa rotujícího tenisového míčku není totiž pro popis spinu příliš vhodná. Spin subjaderné částice je sice v jistém smyslu její rotací kolem vlastní osy, avšak tato klasická představa má (jak jsme si v částicové fyzice už zvykli) značná omezení. V případě elektronu se totiž spin omezuje jen na dvě hodnoty. Velikost spinu je vždy stejná, ale elektron může rotovat buď jedním nebo druhým směrem: buď ve směru, nebo proti směru hodinových ručiček. Fyzici často označují tyto dvě hodnoty spinu jako „nahoru“ a „dolů“.

Na základě klasických představ se nedá pochopit podstatná vlastnost otáčejícího se elektronu, totiž to, že jeho rotační osa se obecně nedá určit s jistotou. Tak, jak elektrony projevují „sklon

existovat“ v určitých místech prostoru, projevují se i „sklony rotovat“ kolem určitých os. Když se koná měření osy otáčení, vždy se zjistí, že elektron rotuje kolem dané osy jedním nebo druhým směrem. Jinak řečeno, samo měření určuje osu rotace. Před uskutečněním měření se obecně nedá říci, že elektron rotuje kolem nějaké určité osy; má jen určitý sklon či možnost to dělat.

Když jsme takto porozuměli spinu elektronu, můžeme přistoupit k pokusu EPR a k Bellově teorému. K experimentu se použijí dva elektrony s opačným spinem (tj. opačně se otáčející), jejich celkový spin je tedy nulový. Předpokládejme nyní, že tyto dvě částice přinutíme, aby se rozletěly tak, že to neovlivní jejich spiny. Odletí tedy na opačné strany a jejich celkový spin zůstane nulový. Až budou od sebe daleko, změříme jejich individuální spiny. Důležité je to, že vzdálenost mezi nimi může být libovolně velká. Jedna částice může být například v New Yorku a druhá v Paříži, jedna na Zemi a druhá na Měsíci.

Předpokládejme nyní, že spin první částice budeme měřit podél svislé osy, a zjistíme, že směřuje nahoru. Vzhledem k tomu, že celkový spin obou částic je nulový, naše měření nám říká i to, že spin druhé částice musí směřovat dolů. Měřením spinu první částice jsme tedy nepřímou změřili i spin částice druhé bez toho, že bychom se s touto druhou částicí vůbec dostali do styku. Paradox experimentu EPR spočívá v tom, že pozorovatel si může vybrat osu měření libovolně. Kvantová teorie nám říká, že spiny našich elektronů budou vždy opačné vzhledem k libovolné ose. Před uskutečněním měření budou však existovat jen jako tendence či možnosti. Akt, kdy pozorovatel vybere určitou osu a uskuteční měření, určí zároveň osu rotace obou částic. Klíčovým bodem tu je, že osu měření si můžeme zvolit na poslední chvíli, kdy už jsou elektrony od sebe hodně daleko. Ve chvíli, kdy uskutečňujeme měření spinu první částice, bude mít druhá částice (která může být tisíce mil daleko) určitý spin právě v této ose. Avšak jak druhá částice ví, kterou osu jsme si vybrali? Nemá přeci čas na to, aby tuto informaci získala prostřednictvím nějakého signálu.

Toto je podstata EPR paradoxu, v tom spočívá i Einsteinův spor s Bohrem. Podle Einsteina není možné, aby měření na jednom elektronu okamžitě určilo směr spinu elektronu druhého, tisíce mil vzdáleného. Žádný signál se totiž nemůže pohybovat rychleji než

světlo. Podle Bohra je však dvoučásticový systém nerozdělitelným celkem, a to i tehdy, když částice odděluje veliká vzdálenost; tento systém proto není možné analyzovat jako dvě nezávislé části. I když jsou elektrony od sebe vzdálené, jsou spojené okamžitým, nelokálním spojením. Tímto spojením však nejsou signály ve smyslu, jaký uvažoval Einstein. Charakter tohoto spojení přesahuje naše konvenční představy o předávání informace.

Bohrovo stanovisko podporuje dále Bellův teorém, který dokazuje, že Einsteinův názor na fyzikální realitu sestávající z nezávislých prostorově oddělených prvků, není v souladu se zákony kvantové teorie. Jinými slovy Bellův teorém ukazuje, že vesmír je zásadně vnitřně propojený, závislý a nerozdělitelný. Tak, jako před mnoha staletími řekl buddhistický mudrc Nágárdžuna:

Věci odvozují své bytí a svou povahu vzájemnou závislostí, samy o sobě nejsou ničím.

Cílem současného fyzikálního výzkumu je sjednotit dvě základní teorie, teorii kvantovou a teorii relativity tak, aby vznikla kompletní teorie subjaderných částic. Dosud jsme takovou úplnou teorii nedokázali zformulovat, máme však už několik částečných teorií a modelů. Ty už umí velmi dobře popsat určité aspekty subjaderných jevů. V současnosti existují dva rozdílné druhy „kvantově-relativistických“ teorií, které se osvědčily v různých oblastech subjaderné fyziky. Za prvé je to skupina kvantových teorií pole (viz 14. kapitolu), které se aplikují na interakce elektromagnetické a slabé. Pak je to teorie známá jako S-maticová teorie (viz 17. kapitola), která se s úspěchem používá pro popis silných interakcí. Dosud nedořešeným problémem je sjednocení kvantové teorie a obecné teorie relativity do kvantové teorie gravitace. Nedávný vývoj takzvaných „supergravitačních teorií“ může být krokem k řešení, uspokojivá teorie se však dosud nenašla.

Kvantová teorie pole vychází z představy kvantového pole coby fundamentální entity, která může existovat ve spojitě formě jako pole i v nespojitě formě jako částice. Přitom rozdílné druhy částic se spojují s různými poli. Představu částic v roli základních entit tu nahradila představa kvantových polí. Ale i tak se tyto teorie stále zabývají základními entitami, a jsou tedy v jistém smyslu jen teoriemi

poloklasickými, které ještě neukazují v plné míře kvantově-relativistickou povahu subatomové hmoty.

První z kvantových teorií pole, kvantová elektrodynamika, vděčí za svůj úspěch skutečnosti, že elektromagnetické interakce jsou velmi slabé, a tak do značné míry umožňují zachovat klasické rozlišení mezi látkou a interakčními silami. Totéž platí pro teorie pole, které se týkají slabých interakcí. Nové typy kvantových teorií pole, nazývané „teorie kalibrační“, poukázaly na podobnost mezi interakcemi elektromagnetickými a slabými. Tyto teorie umožnily sjednocení obou typů interakcí. Ve výsledné sjednocené teorii pole, známé podle svých tvůrců Stevena Weinberga a Abdula Salama jako Weinbergova-Salamova teorie, zůstávají tyto dvě interakce sice odlišené, ale matematicky „propletené“. Mluví se o nich souhrnně jako o interakcích „elektroslabých“.

Se vznikem kalibrační teorie zvané „kvantová chromodynamika“ (QCD) se přístup rozšířil i na interakce silné. Dnes mnoho fyziků usiluje o takzvané „velké sjednocení“, tj. sjednocení QCD a teorie Weibergovy-Salamovy. Použití kalibrační teorie na popis silně interagujících částic je však dosti problematické. Interakce mezi hadrony jsou tak silné, že se stírají rozdíly mezi částicemi a silami. V důsledku toho kvantová chromodynamika nezaznamenala při popisu silně interagujících částic větší úspěch. Dá se uplatnit jen u zvláštních jevů, u tzv. „silně neelastických“ rozptylových procesů, ve kterých se částice chovají trochu jako klasické objekty (z důvodů, které dobře nechápeme). Navzdory ohromnému úsilí nejsou fyzici schopni aplikovat QCD za tímto úzkým okruhem jevů. Počáteční naděje, že se QCD stane teoretickým rámcem pro odvozování vlastností silně interagujících částic, se dodnes nenaplnila.

Kvantová chromodynamika reprezentuje současnou matematickou formulaci kvarkového modelu (viz 16. kapitola), ve které jsou pole spojována s kvarky. „Chromo“ se tu vztahuje na barvu kvarkových polí. QCD byla jako všechny kalibrační teorie vytvořena podle kvantové elektrodynamiky (QED). Zatímco v QED se elektromagnetické interakce mezi nabitými částicemi zprostředkují výměnou fotonů, v QCD jsou silné interakce mezi barevnými kvarky zprostředkovány výměnou *gluonů*. Gluony nejsou ale skutečné částice, je to spíš druh kvanta, které „slepuje“ dohromady kvarky a tím se vytvářejí mezony a baryony.

V posledním desetiletí byl kvarkový model značně rozšířen a dopracován, protože při srážkových pokusech se stále většími energiemi se objevilo mnoho nových částic. Jak popisujeme v 16. kapitole, každý ze tří původně postulovaných kvarků (horní, dolní a podivný) se musel vyskytovat ve třech odlišných barvách a potom se znovu ve třech barvách postuloval kvark čtvrtý, označený jako „šarmantní“. Nedávno do modelu přibyly dvě nové „vůně“ označené t a b (jako: top: - vrchní a „bottom“ - spodní - , nebo poetičtěji za „true“ - pravý a „beautiful“ - krásný). Tím se celkový počet kvarků zvýšil na osmnáct (na šest vůní po třech barvách). Není tedy divu, že pro některé fyziky nebyl už tento velký počet základních stavebních kamenů přitažlivý. Proto navrhli, že dozrál čas na to, aby se myslelo na složky menší, „skutečně elementární“, ze kterých jsou kvarky vytvořeny...

Zatímco všechno toto teoretizování a budování modelů pokračovalo, experimentátoři dále hledali volné kvarky. Nikdy však žádné nenašli, a tento fakt se stal hlavním problémem kvarkového modelu. V rámci QCD se mluví o „uvěznění kvarků“. Vychází se tu z představy, že kvarky nikdy nemůžeme spatřit, protože jsou natrvalo uvězněné v hadronech. Na objasnění tohoto uvěznění bylo navrženo několik mechanismů, avšak žádná konzistentní teorie tohoto jevu nebyla dosud zformulována.

Současný stav kvarkového modelu je tedy takový: na objasnění pozorovaných struktur hadronů je třeba alespoň osmnácti kvarků a osmi gluonů. Ani jeden z nich však nikdy nebyl pozorován jako volná částice. Navíc předpoklad jejich fyzické existence jako složek hadronů by vedl k vážným teoretickým těžkostem. Na vysvětlení jejich „trvalého uvěznění“ bylo navrženo několik mechanismů, avšak ani jeden z nich nepředstavuje uspokojivou dynamickou teorii. Naproti tomu QCD jako teoretický rámec kvarkového modelu se dá aplikovat jen na velmi úzkou škálu jevů. A přece přes všechny tyto těžkosti se většina fyziků pevně drží myšlenky „základních stavebních kamenů“, která je hluboce zakořeněná v naší západní vědecké tradici.

Snad k nejúchvatnějšímu vývoji došlo nedávno v S-maticové teorii a v bootstrapovém přístupu (viz kapitoly 17. a 18.), který neuznává žádné fundamentální entity, ale usiluje pochopit přírodu výlučně prostřednictvím její autokonzistence. Jak jsem se v této knize pokusil ukázat, považuji bootstrapovou filosofii za vrchol současného

vědeckého myšlení. Právě ona se nejvíc přibližuje východnímu myšlení, a to jak svým všeobecným filosofickým rámcem, tak i svým specifickým obrazem látky. Přitom je to velmi náročný přístup, který v současnosti pěstuje jen velmi málo fyziků. Jejímú náležitú docenění brání to, že je příliš cizí tradičnímu způsobu myšlení, a to samé se týká i S-maticové teorie. Je zvláštní a současně příznačné, že dosud žádný vynikající fyzik, který za poslední dvě desetiletí přispěl k vývoji S-maticové teorie, nezískal ani jednu Nobelovu cenu, ačkoli její základní koncepce používají fyzici při každé analýze výsledků rozptylových experimentů a při jejich srovnávání s teoretickými předpoklady.

Konečným cílem S-maticové a bootstrapové teorie je objasnit kvarkovou strukturu subjaderných částic. Ačkoli naše současné pochopení subatomového světa vylučuje fyzickou existenci kvarků jako částic, není pochyb o tom, že hadrony vykazují kvarkové symetrie, které bude muset teorie silných interakcí nějak vysvětlit. Ještě donedávna se tyto nápadné pravidelnosti nedaly objasnit bootstrapovým přístupem, v posledních letech však došlo v S-maticové teorii k výraznému pokroku. Výsledkem je bootstrapová teorie částic, která dokáže objasnit pozoruhodnou kvarkovou strukturu bez toho, že by potřebovala postulovat fyzickou existenci kvarků. A navíc tato nová bootstrapová teorie vyjasňuje řadu problémů, které jsme předtím nechápali.

V této nové teorii jde o vysvětlení kvarkové struktury v kontextu S-maticové teorie. Zatímco v kvarkovém modelu se částice zobrazují ještě jako kulečnickové koule obsahující menší kulečnickové koule, při holistickém a důsledně dynamickém přístupu S-maticovém se částice chápou jako vzájemně spjaté energetické struktury v ustavičném vesmírném procesu – jako korelace či vzájemné propojenosti mezi rozdílnými částmi nedělitelné kosmické sítě. V tomto rámci se termín „kvarková struktura“ vztahuje na skutečnost, že přenos energie a tok informací v této síti událostí postupuje po přesně vymezených drahách a rozděluje se na dvě větve u mezonů a na tři u baryonů. Toto je dynamický ekvivalent odpovídající tvrzení, že hadrony sestávají z kvarků. V S-maticové teorii nejsou zřetelně odlišitelné entity ani základní stavební kameny; jsou tu jen určitým způsobem definované toky energie.

Otázkou pak je, jak jednotlivé kvarkové struktury vznikají. Klíčovým prvkem bootstrapové teorie je představa řádu jako nového a důležitého aspektu fyziky částic. Řád se tu týká vzájemné propojenosti subjaderných částic. Reakce částic mohou být navzájem propojovány rozdílným způsobem, a podle toho je možné definovat rozličné kategorie uspořádanosti. Na jejich klasifikaci se používá topologických pojmů, které jsou dobře známy v matematice, které se však v částicové fyzice nikdy předtím nepoužívaly. Když se koncepce uspořádanosti začlení do matematického rámce S-maticové teorie, ukáže se, že s vlastnostmi matic je kompatibilní jen několik zvláštních kategorií uspořádanosti. Tyto kategorie pak přesně odpovídají kvarkovým modelům, které v přírodě pozorujeme. Kvarková struktura se tedy jeví jako projev uspořádanosti a nutný důsledek autokonzistence, bez potřeby postulovat kvarky jako fyzické složky hadronů.

Objevení se řádu jako nového ústředního pojmu ve fyzice částic vedlo nejenom k velkému přelomu v S-maticové teorii, ale mohlo by mít i dalekosáhlý dopad na vědu jako celek. V současnosti je význam uspořádání v subjaderné fyzice ještě stále trochu záhadný a ne zcela probádaný. Je však úžasné pozorovat, jak představa řádu hraje (podobně jako tři S-maticové principy) základní roli ve vědeckém přístupu ke skutečnosti a je rozhodujícím hlediskem našich pozorovacích metod. Zdá se, že schopnost rozeznat řád je hlavním aspektem racionálního myšlení. Každé vnímání nějaké struktury je v jistém smyslu vnímáním její uspořádanosti, vnímáním řádu. Objasnění koncepce řádu v oblasti výzkumu, kde se struktury hmoty a struktury myšlení stále více jeví jako vzájemný odraz, slibuje otevřít fascinující hranice poznání.

Podle autora myšlenky bootstrapu Goeffreye Chewa, který byl v posledních dvou desetiletích filosofickým vůdcem a sjednocující silou S-maticové teorie, může vést rozšíření bootstrapového přístupu za hranice popisu hadronů k tomu, že do budoucích teorií hmoty bude nutné explicitně zahrnout i samo lidské vědomí:

Takovýto budoucí krok bude mnohem závažnější než všechno ostatní včetně hadronového bootstrapu. .. Náš současný zápas

s hadronovým bootstrapem může být jen předtuchou úplně nové podoby lidského intelektuálního snažení.

Od doby, kdy Chew tato slova napsal, jej vývoj S-maticové teorie přivedl mnohem blíže k explicitnímu zapojení vědomí. Chew však nebyl jediným fyzikem, ubírajícím se tímto směrem. Jedním z nejvíce vzrušujících nových výzkumů je teorie navržená Davidem Bohmem, který se dostal při studiu vztahů mezi vědomím a hmotou snad nejdále. Bohmův přístup je mnohem všeobecnější a ambicioznější než současná S-maticová teorie. Je ho možné chápat jako pokus bootstrapovat prostoročas spolu s některými základními pojmy kvantové teorie, jehož účelem je odvodit konzistentní kvantově-relativistickou teorii hmoty.

Jak jsem ukázal v 10. kapitole, Bohmovým východiskem je představa „souvislé celistvosti“ a za hlavní aspekt této celistvosti považuje nelokální spojení, které ilustruje EPR experiment. Nelokální spojení se tu jeví jako zdroj statistického charakteru zákonů kvantové fyziky. Bohm však chce jít za hranice pravděpodobnosti a zkoumat řád, který je podle něj vlastní kosmické síti vztahů na hlubší skryté úrovni. Nazývá ho řádem *implikátním* čili „svinutým“. Tento řád vykazuje novou kvalitu („svinutí“), vzájemná spjatost celku tu už nemá nic společného s umístěním v prostoru a čase.

Bohm používá jako analogii implikátního řádu hologram, protože v určitém smyslu každá jeho část obsahuje celek. Pokud se osvětlí kterákoli část hologramu, zrekonstruuje se tím celý obraz, i když je na něm méně detailů než na obraze získaném z hologramu úplného. Podle Bohmova názoru je skutečný svět strukturovaný podle takových principů, kde je celek zahrnut v každé části.

Bohm si přirozeně uvědomuje, že analogie s hologramem je příliš omezená na to, aby se dala použít jako vědecký model implikátního řádu na subjaderné úrovni. Na vyjádření základní dynamické povahy skutečnosti na této úrovni vymyslel termín *holopohyb*. Ten je základem všech jevících se entit. Podle Bohmova pohledu je to dynamický jev, ze kterého plynou všechny formy materiálního vesmíru. Cílem jeho přístupu je zkoumat řád svinutý v tomto holopohybu tak, že se zabývá spíše strukturou pohybu, než strukturou objektů, čímž bere do úvahy jak jednotu vesmíru, tak i jeho dynamický charakter.

Podle Bohma jsou i prostor a čas formy plynoucí z holopohybu a jsou též „svinuté“ v jeho řádu. Bohm je přesvědčený, že pochopení implikátního řádu nepovede toliko k hlubšímu pochopení pravděpodobnosti v kvantové fyzice, ale umožní i odvodit základní vlastnosti relativistického prostoročasu. Tak by teorie implikátního řádu měla poskytnout společný základ pro kvantovou teorii i pro teorii relativity.

Bohm usoudil, že k pochopení implikátního řádu je třeba za základní rys holopohybu považovat vědomí. Je ho tedy třeba vzít v teorii implicitně v úvahu. Mysl a hmotu považuje za navzájem nezávislé a korelované, nikoli však kauzálně spojené. Jsou to vzájemně se objímající projekce vyšší skutečnosti, která však není ani hmotou, ani vědomím.

V současnosti je Bohmova teorie stále ještě v plenkách, a ačkoli Bohm vypracoval matematický formalismus obsahující matice a topologii, většina jeho tvrzení je spíše kvalitativní než kvantitativní. Avšak i tak se zdá, že dokonce i v tomto předběžném stadiu existuje blízká příbuznost mezi teorií implikátního řádu a Chewovou teorií bootstrapovou. Oba přístupy jsou založené na stejném pohledu na svět jako na dynamickou síť vztahů; oba připisují ústřední úlohu představě řádu. Obě teorie používají na znázornění změny a transformace matice a na klasifikaci kategorií řádu topologii. A konečně oba dva přístupy si uvědomují, že vědomí je možná podstatným aspektem vesmíru a že ho budou muset nové fyzikální teorie zahrnout. Je určitě možné, že taková budoucí teorie vznikne splynutím teorií Bohmovy a Chewovy, tedy teorií, které představují dva nejnynalézavější a filosoficky nejhlubší přístupy ke skutečnosti.

Kapitola dvacátá první – - Budoucnost nové fyziky

Vize

Původ knihy *Tao fyziky* leží v působivém zážitku, který jsem měl na pláži v Santa Cruz a který jsem už popsal v úvodu. O rok později jsem opustil Kalifornii a pokračoval jsem ve výzkumu na Imperial College v Londýně. Před svým odchodem jsem pro ilustraci svého zážitku kosmického tance vyrobil fotomontáž – tančícího Šivu superponovaného přes dráhy částic v bublinkové komoře. Tento krásný obraz mi symbolizoval paralely mezi fyzikou a mystikou, které jsem začínal odhalovat. Jednoho podzimního dne roku 1970 jsem seděl ve svém bytě poblíž Imperial College a prohlížel si obrázky. Tehdy mi náhle vytanula velmi jasná vize. Náhle jsem s absolutní jistotou pochopil, že paralely mezi moderní fyzikou a východní mystikou vejdou jednou ve všeobecnou známost. A pocítil jsem, že jsem to právě já, kdo má tyto paralely řádně prozkoumat a napsat o nich knihu.

Za pět let poté bylo *Tao fyziky* poprvé publikováno. Nyní, po patnácti letech, mne zaujalo několik otázek: Ukázaly se mé vize jako pravdivé? Jsou nebo stávají se dnes paralely mezi moderní fyzikou a východní mystikou vskutku všeobecně známé? Jsou mé původní teze platné stále, nebo je potřeba je přeformulovat? Na co hlavně se soustřeďuje kritika a jak na ni nyní odpovím? A konečně, jaké jsou mé pohledy dnes, jak se vyvinuly, a kde vidím největší možnosti pro budoucí práci? V tomto doslovu chci prezentovat co nejdůsledněji a nejpoctivěji své odpovědi na tyto otázky.

Odezva na mou knihu

Během minulých patnácti let bylo *Tao fyziky* přijato s nadšením, které překročilo mé největší očekávání. Když jsem knihu psal, přátelé v Londýně mi říkali, že bude veliký úspěch, když se prodá tisíc výtisků. Tajně jsem doufal, že se snad prodá padesát tisíc. Dnes však počet prodaných knih přesáhl jeden milion. *Tao fyziky* bylo přeloženo do více než dvanácti jazyků, další překlady se plánují, všechna vydání se stále dotiskují a prodávají.

Tento ohromný ohlas měl výrazný dopad na můj život. Za posledních patnáct let jsem hodně cestoval, měl jsem přednášky pro profesionální i laické publikum v USA, Evropě i v Asii. Diskutoval jsem o dopadech „nové fyziky“ s lidmi nejrůznějších životních cest. To mi ohromně pomohlo v porozumění širšímu kulturnímu kontextu mé práce. A nyní vidím právě tento kontext jako hlavní důvod tohoto nadšeného přijetí. Znovu a znovu jsem byl svědkem, jak má kniha a mé přednášky vyvolaly u lidí silný souzvuk. Lidé mi po přednášce stále říkali a psali: „Vyjádřil jste něco, co jsem už dlouho cítil, a nebyl schopen vyjádřit slovy“. A nebyli to ani vědci, ani mystici. Byli to obyčejní lidé. A přeci byli něčím zvláštní: umělci, babičky, obchodníci, učitelé, zemědělci, zdravotní sestry; lidé všech věků, padesátníci i mladší. Méně už bylo těch, kterým je nad sedmdesát, nad osmdesát. Dvakrát či třikrát se mi dokonce ozvali lidé nad devadesát let.

Co tyto lidi na *Tao fyziky* zaujalo? Co zažívali? Došel jsem k přesvědčení, že odhalování paralel mezi moderní fyzikou a východní mystikou je součástí hnutí mnohem širšího, zásadní proměny pohledu na svět, změny paradigmatu ve vědě a společnosti, které se nyní odehrává v Evropě i v Severní Americe, a které představuje základní kulturní proměnu. Tato proměna, tato základní změna společenského vědomí je to, co mnoho lidí v minulých dvaceti či třiceti letech intuitivně pociťovalo. Proto mé *Tao fyziky* udeřilo na citlivou strunu.

Posun paradigmatu

Ve své druhé knize – *Bod obratu* – ukazují na sociální důsledky současného posunu paradigmatu. Vyšel jsem z teze, že hrozba jaderné války, devastace přírodního prostředí, neschopnost vypořádat se s chudobou a hladem po celém světě a další dnešní problémy jsou jen různé tváře té samé krize. Ve své podstatě je to krize vnímání. Pochází z toho, že většina z nás – a zejména naše veliké sociální instituce – se hlásí k pojmům a hodnotám zastaralého pohledu na svět, k paradigmatu, který není adekvátní problémům přelidněného a globálně propojeného světa. Vědci nejrůznějších oborů, rozličná sociální hnutí a množství alternativních sítí vytváří nové vidění reality, které bude tvořit základ budoucích technologií, ekonomických systémů i společenských institucí.

Dnes už ustupující paradigma dominovalo naší kultuře po staletí. Během té doby dalo podobu naší moderní západní společnosti a silně zapůsobilo i na zbytek světa. Toto paradigma sestává z počtu myšlenek a hodnot, mezi nimi i z pohledu na svět jako na mechanický systém sestavený z elementárních stavebních kamenů, z pohledu na lidské tělo jako na stroj, z pohledu na život jako na soutěživý zápas o existenci. Je tu víra v neomezený materiální pokrok, kterého je možné dosáhnout prostřednictvím technického růstu, a konečně i víra, že přirozená je společnost, kde žena je všude podřízena muži. Během posledních desetiletí se ukázalo, že všechny tyto předpoklady jsou omezené, a že je potřeba jejich radikální revize.

Takováto revize se už skutečně odehrává. Objevující se nové paradigma je možné popsat různými způsoby. Může být nazýváno *holistickým* pohledem, který vidí svět jako integrovaný celek a ne jako navzájem odloučené části. Je ho též možné nazvat pohledem *ekologickým*, a to se mi líbí víc. Zde má termín „ekologický“ mnohem širší a hlubší smysl než obvykle. Ekologické uvědomění v tomto hlubokém smyslu rozeznává základní závislost všech jevů a zakotvenost individuí a společnosti v přírodních cyklech. Toto hluboké ekologické vědomí se nyní vynořuje v mnohých oblastech naší společnosti, a to jak ve vědě, tak i mimo ni.

Moderní věda ekologické paradigma podporuje. Jeho kořeny jsou však hlubší, spočívají ve vnímání reality, které jde za vědecký rámec. Toto vnímání vede k uvědomění si jednoty veškerého života, vzájemné provázanosti jeho četných projevů, cyklů jeho změn a proměn. Konečně toto „hluboké ekologické uvědomění“ je

uvědoměním povahy duchovní. Když pod lidským duchem rozumíme takové vědomí, ve kterém se jednotlivci cítí být spojeni s kosmem v jeden celek, stává se jasným, že ekologické uvědomění je ve svém nejhlubším základu duchovní povahy. A tak není překvapující, že nová vize reality je v souladu s vizí duchovních tradic.

Takže nyní mohu jasně formulovat širší kontext svého *Tao fyziky*. Nová fyzika je nedílnou součástí nového pohledu na svět, který se dnes prosazuje v celé vědě i ve společnosti. Tento nový pohled je založen na duchovním uvědomění a je to pohled ekologický. A tak není překvapující, že nové paradigma vyvstávající ve fyzice i v celé vědě bude v souladu s mnoha myšlenkami duchovních tradic.

Má původní teze tedy platí stále. Když se znovu formuluje a zařadí do širšího konceptuálního rámce, začíná být mnohem jasnější. Nové výzkumy v dalších vědeckých oborech mé teze potvrdily. Týká se to zvláště biologie a psychologie, takže teď stojím na půdě mnohem pevnější. Stává se stále zjevnějším, že mystika – čili „věčná filosofie“ - poskytuje nejdůslednější filosofické pozadí novému vědeckému paradigmatu.

Tento můj poznatek není dosud všeobecně uznáván, stále se však rozšiřuje jak ve vědě, tak i mimo ni. Ve stopách *Tao fyziky* následoval asi tucet velmi úspěšných knih o vztahu mezi moderní vědou a mystickou tradicí. K tomuto tématu se konalo i několik velikých mezinárodních konferencí. Zúčastnili se jich význační vědci, včetně několika nositelů Nobelovy ceny, i přední reprezentanti duchovních tradic. Tyto události nesmírně posílily můj původní odkaz.

Vliv Heisenberga a Chewa

Nyní se obrátím k tomuto novému paradigmatu ve vědě a budu se zabývat jeho hlavními rysy. Pokusil jsem se najít soubor kritérií charakterizující myšlení v rámci tohoto paradigmatu. Nalezl jsem šest kritérií, prvá dvě se vztahují na náš pohled na přírodu, zbylá čtyři pak na epistemologii. Věřím, že těchto šest kritérií představuje společné charakteristiky myšlení podle nového paradigmatu v celé vědě. Avšak jelikož toto je doslov k *Tao fyziky*, budu je ilustrovat na příkladech z fyziky. Také se stručně zmíním o tom, jak jsou reflektovány v tradici východní mystiky.

Předem bych však rád vyjádřil poděkování dvěma vynikajícím fyzikům, kteří byli mou hlavní inspirací a rozhodujícím způsobem ovlivnili mé vědecké uvažování. Byli to Werner Heisenberg a Geoffrey Chew. Heisenbergova kniha *Fyzika a filosofie*, jeho klasický přístup k historii a filosofii kvantové fyziky, měla na mě enormní vliv, když jsem ji poprvé četl jako mladý student. Zůstala mým společníkem během studií a práce na poli fyziky. Nyní vidím, že to byl už Heisenberg, kdo naplánoval zárodek *Tao fyziky*.

Začátkem sedmdesátých let jsem měl to štěstí se s Heisenbergem setkat. Několikrát jsem s ním dlouze diskutoval, a když jsem dokončil *Tao fyziky*, prošel jsem s ním rukopis, kapitolu po kapitole. Byla to Heisenbergova osobní podpora a inspirace, která mne převedla přes tato těžká léta. Překonal jsem zlou situaci, vyvodil jsem radikálně nové myšlenky a zveřejnil jsem je.

Geoffrey Chew patří k jiné generaci fyziků než Heisenberg a další zakladatelé kvantové mechaniky. Nepochybuji však, že historikové vědy budou považovat jeho příspěvek k fyzice 20. století za neméně významný. Po Einsteinově revoluční teorii relativity Bohr a Heisenberg zavedli svou interpretací kvantové mechaniky tak zásadní změny, že je odmítl přijmout dokonce i Einstein. Chew pak udělal ve fyzice 20. století třetí revoluční krok. Jeho bootstrapová teorie částic sjednotila kvantovou mechaniku a teorii relativity, a tak reprezentuje radikální průlom v celém západním přístupu k základní vědě.

Chewovou teorií a filosofií jsem fascinován už po dvacet let., od doby, kdy jsem se s ním setkal a měl jsem možnost s ním úzce spolupracovat a vyměňovat si myšlenky. Naše pravidelné diskuse se pro mě staly zdrojem stále inspirace a rozhodným způsobem formovaly můj celý náhled na vědu.

Nové paradigma ve vědeckém myšlení

Obraťme se nyní ke zmíněným šesti kritériím nového paradigmatu. První kritérium se týká vztahu mezi částí a celkem. V klasickém mechanistickém vědeckém paradigmatu se věřilo, že u všech složitých systémů se dynamika celku dá pochopit z vlastností jeho částí. Když znáte části, jejich základní vlastnosti a mechanismy interakcí, můžete alespoň principiálně odvodit dynamiku celku. Pravidlo tedy znělo:

abychom porozuměli jakémukoli složitému systému, musíme jej rozložit na části. Části samy o sobě už nemusí být dále vysvětlovány, ledaže by se rozštěpily na ještě menší části. Když v této proceduře dělení stále pokračujete, vždy se dostanete na základní stavební kameny: prvky, substance, částice atd. Ty mají vlastnosti, které nemůžeme už dál vysvětlit. Z těchto základních stavebních kamenů a ze základních zákonů jejich interakce můžeme pak stavět větší celky a pokoušet se vysvětlovat jejich dynamiku v pojmech popisujících vlastnosti jejich částí. Tento přístup začíná ve staré Řecku Démokritem, byl dále formalizován Descartem a Newtonem a byl přijímán jako vědecké hledisko až do 20. století.

V rámci nového paradigmatu je vztah mezi částmi a celkem symetričtější. Věříme, že zatímco vlastnosti částí přispívají k našemu porozumění celku, současně mohou být plně pochopeny jen přes dynamiku celku. Celek je prvotní, a jestliže rozumíte dynamice celku, můžete pak alespoň v principu odvodit vlastnosti a struktury interakcí částí. Tato změna vztahu mezi částmi a celkem se objevila poprvé ve fyzice v souvislosti s vývojem kvantové teorie. V těchto letech fyzikové ke svému velikému ohromení shledali, že nemohou už dále užívat pojmu části (atom nebo částice) ve svém klasickém smyslu. Části už není možné definovat. Vykazují různé vlastnosti v závislosti na experimentálním kontextu.

Fyzikové si začali postupně uvědomovat, že na úrovni atomů se příroda neprojevuje jako mechanický vesmír sestavený ze stavebních kamenů, ale spíše jako síť relací, a konečně že v této propojené síti už žádné části ani nejsou. Ať nazýváme částí cokoli, je to spíš struktura, jež má určitou stabilitu, a proto poutá naši pozornost. Na Heisenberga udělal tento nový vztah mezi částmi a celkem takový dojem, že jej určil jako titul pro svou autobiografii *Der Teil und das Ganze (Část a celek)*.

Uvědomění si jednoty a vzájemné propojenosti všech věcí a událostí a zažití všech jejich jevů a projevů je také nejdůležitější společná charakteristika východních pohledů na svět. Dalo by se říci, že je to esence celé mystické tradice. Všechny věci jsou považovány za navzájem závislé, nerozdělitelné a za přechodné struktury této nejvyšší reality.

Druhé kritérium nového paradigmatu spočívá v posunu myšlení od pojmu struktury k pojmu procesu. Ve starém paradigmatu se

předpokládalo, že existují základní struktury, síly a mechanismy, prostřednictvím kterých tyto struktury interagují, a které dávají povstat procesům. V paradigmatu novém považujeme procesy za primární a každá pozorovaná struktura je projevem procesu, který leží v jejím základě.

Toto dynamické myšlení, které vychází z pojmu procesu, vstoupilo na půdu fyziky spolu s Einsteinovou teorií relativity. Poznání, že hmotnost je formou energie, vyloučilo z vědy koncept materiální substance a spolu s ním i koncept základní struktury. Subjaderné částice nejsou vyrobeny z žádné materiální látky, jsou to struktury energie. Avšak energie je spojována s aktivitou, s procesy, a z toho plyne, že povaha těchto částic je vnitřně dynamická. Když je pozorujeme, nikdy nevidíme nějakou substanci ani žádnou základní strukturu. To, co vidíme, jsou dynamické struktury neustále se měnící jedna v druhou, neustálý tanec energie.

Dynamické myšlení je také hlavní charakteristikou východní mystické tradice. Většina jejich představ, pojmů a mýtů zahrnuje čas a změnu coby základní elementy. Čím více se studují texty hinduistů a taoistů, tím víc začíná být zřejmé, že všechny chápou svět v pojmech pohybu, toku a změny. Vskutku, byl to obraz kosmického tance boha Šivy, tanec neustále vytvářející a rozptylující všechny formy, který mi umožnil vidět paralely mezi moderní fyzikou a východní mystikou.

V moderní fyzice byla představa vesmíru jako stroje nahrazena představou propojeného dynamického celku, jehož části jsou vnitřně na sobě závislé a je jim třeba rozumět jako strukturám kosmického procesu. Abychom v této propojené síti vztahů definovali objekt, musíme nějaká propojení přerušit, a to buď pojmově, anebo fyzicky pomocí pozorovacích přístrojů. Když to tak uděláme, izolujeme určitou strukturu a interpretujeme ji jako objekt. Různí pozorovatelé to mohou udělat rozdílně. Například když identifikujete elektron, můžete to udělat řezem přes nějaké jeho spojení se zbytkem světa. Řez může probíhat různým způsobem, může být uskutečněn pomocí různých pozorovacích technik. Podle toho se elektron může jevit jako částice nebo jako vlna. To, co vidíte, záleží na tom, jak se na to díváte.

Byl to právě Heisenberg, kdo uvedl do kvantové fyziky rozhodující roli pozorovatele. Podle něho nemůžeme nikdy mluvit o povaze něčeho bez toho, že bychom současně nemluvili o sobě. A toto je třetí kritérium paradigmatu nového myšlení ve vědě. Věřím, že platí pro

celou moderní vědu a chtěl bych je nazvat posunem od objektivní vědy k vědě epistémické. Ve starém paradigmatu se věřilo v objektivitu vědeckého popisu, to jest v nezávislost na lidském pozorovateli a procesu poznání. V novém paradigmatu věříme, že epistemologie, porozumění procesům poznávání, má být explicitně zahrnuta do popisu přírodních jevů. V tomto bodě však nepanuje mezi vědci shoda o tom, co je ta pravá epistemologie. Nicméně se začíná objevovat konsensus, že epistemologie má být integrální částí každé vědecké teorie.

Myšlenka, že proces poznávání je integrální součástí porozumění realitě, je dobře známa všem studentům mystiky. Mystické poznání nikdy nemůže být získáno nezaujatým, objektivním pozorováním; vždy zahrnuje plné zapojení celé bytosti. Mystika jde však daleko za Heisenbergovu pozici. V kvantové fyzice nemohou být pozorované a pozorovatel odděleny, mohou však být rozlišeny. Avšak mystikové v hluboké meditaci dospívají do bodu, kdy rozlišení mezi pozorovatelem a pozorovaným se hroučí zcela, kdy subjekt s objektem splývá.

Čtvrté kritérium myšlení podle nového paradigmatu je možná nejhlubší ze všech a pro vědce nejobtížněji použitelné. Vychází ze staré metafory poznání jako stavby. Vědci hovoří o fundamentálních zákonech, odkazují na fundamenty čili základy stavby našeho poznání. Poznání má být postaveno na zdravých a pevných základech – fundamentech. Hovoříme proto o „základních stavebních kamenech hmoty“, o „základních rovnicích“, o „fundamentálních konstantách“, „základních principech“. Tato metafora poznání založeného na pevných základech byla užívána v západní vědě a filosofii po tisíciletí.

Základy vědeckého poznání však vždy pevné nebyly. Opakovaně se přesouvaly a několikrát byly zcela otřeseny. Pocit, že základy vědy se hýbou, se objevoval vždy, když se objevila významnější vědecká revoluce. Tak Descartes napsal o vědě své doby ve své slavném *Pojednání o metodě*:

Domnívám se, že nic pevného nemůže být vystavěno na tak nepevných základech.

Descartes pak zamýšlel vybudovat vědu novou, postavenou na základech pevných. O tři století později Einstein ve své autobiografii napsal následující poznámku týkající se vývoje kvantové fyziky:

Bylo to, jako bychom ztratili pevnou půdu pod nohama, kolem nebylo nikde vidět nic pevného, na čem by se dalo stavět.

V historii vědy se dostavoval znovu a znovu pocit, že základy poznání se pohnuly nebo dokonce rozpadly. Dnešní posuny paradigmatu ve vědě vyvolávají takové pocity stále, tentokrát to však může být naposled. Nikoli snad proto, že by už nenásledoval další pokrok či nějaké změny, ale protože tu už v budoucnu žádné základy nebudou. Možná uvidíme, že v budoucí vědě nebude třeba budovat naše poznání na pevných základech, a tak budeme moci nahradit metaforu stavby metaforou sítě. Když vnímáme skutečnost kolem sebe jako síť vztahů, také náš popis, naše pojmy, modely a teorie budou tvořit propojenou síť reprezentující pozorované jevy. V takovéto síti nebude nic primárního a sekundárního a nebudou tu žádné základy.

Tato nová metafora poznání jako sítě bez pevných základů je vědcům dosti nepohodlná. Poprvé byla jasně formulována před třiceti lety Geoffreyem Chewem v takzvané bootstrapové teorii částic. Podle této teorie příroda nemůže být redukována na žádné základní entity, jako jsou základní stavební kameny hmoty, ale musí se jí rozumět zcela přes její vnitřní konzistenci. Věci existují na základě vzájemně konzistentních vztahů a všichni fyzikové musejí vycházet z požadavku, že jejich složky jsou si konzistentní navzájem i s nimi samými.

Během uplynulých třiceti let Chew se svými spolupracovníky použili bootstrapový přístup, aby vyvinuli vyčerpávající teorii subnukleárních částic spolu s obecnější teorií přírody. Tato bootstrapová filosofie nejenže opouští myšlenku základních stavebních kamenů hmoty, ale neakceptuje fundamentální entity vůbec, tedy žádné fundamentální konstanty ani rovnice. Materiální svět je viděn jako dynamická síť vzájemně propojených událostí. Žádná z vlastností jakékoli části této sítě není základní, všechny plynou z vlastností ostatních částí a všeobjímající konzistence jejich vzájemných vztahů určuje strukturu celé sítě.

To, že bootstrapová filosofie nerespektuje základní entity, ji podle mne dělá jedním z nejdůmyslnějších systémů západního myšlení. Avšak současně je našemu tradičnímu vědeckému myšlení tak cizí, že ji prosazuje jen malá část fyzikální veřejnosti. Na druhé straně myšlenka odmítnutí základních entit je zcela běžná ve východním myšlení, zvláště v buddhismu. Může se říci, že kontrast mezi „fundamentalisty“ a „bootstrapery“ v částicové fyzice je paralelou kontrastu mezi hlavními proudy západního a východního myšlení. Redukce přírody na fundamenty je ve své podstatě přístup řecký, který povstal v řecké filosofii spolu s dualismem mezi duchem a hmotou. Pohled na svět jako na síť vztahů bez jakýchkoli základních entit je na druhé straně charakteristický pro myšlení Východu. Našel své nejjasnější vyjádření a nejdalekosáhlejší rozpracování v mahájánovém buddhismu. A když jsem psal *Tao fyziky*, udělal jsem z této úzké souvislosti mezi bootstrapovou fyzikou a buddhistickou filosofií hlavní pointu svého díla.

Čtyři uvedená kritéria myšlení podle nového paradigmatu spolu vzájemně souvisejí. Příroda je považována za propojenou dynamickou síť vztahů, která zahrnuje člověka-pozorovatele jako svou integrální část. Každá část této sítě je pouze relativně stabilní strukturou. A tak jsou přírodní jevy popsány v pojmech sítě pojmů, ve kterých žádná část není fundamentálnější než jiná.

Tento nový konceptuální rámec dává okamžitě vzniknout otázce. Je-li vše propojeno se vším, jak můžeme doufat, že tomu porozumíme? Když jsou všechny přírodní jevy propojeny, pak k tomu, abychom vysvětlili jeden z nich, potřebujeme porozumět všem ostatním, což je ale nemožné. To, co umožňuje udělat z bootstrapu či z filosofie sítě teorii vědeckou, je fakt, že pracujeme jen s poznáním přibližným. Pokud se někdo spokojí s přibližným porozuměním přírodě, může vybrané skupiny jevů takto popsat a zanedbat přitom jevy, které jsou relevantní méně. Tak je tedy možné vysvětlovat mnoho jevů na základě několika málo z nich, a tedy i porozumět různým aspektům přírody přibližným způsobem, aniž přitom musíme pochopit úplně vše najednou.

Tento přístup je podstatný pro celou moderní vědu a představuje naše páté kritérium: posun od popisu pravdivého k popisu aproximativnímu. Karteziánské paradigma bylo založeno, jak jasně vyjádřil Descartes, na víře v jistotu vědeckého poznání. V novém

paradigmatu se shledává, že všechny vědecké koncepty a teorie jsou omezené a přibližné. Věda nikdy nemůže poskytnout kompletní a konečné porozumění. Vědci se nezabývají pravdou (ve smyslu přesné korespondence mezi popisem a popisovaným jevem). Nejkrásnější vyjádření tohoto kritéria, které jsem našel, pochází od Louise Pasteura:

Věda postupuje přes váhavé odpovědi k řadě více a více subtilních otázek, které sahají hlouběji a hlouběji do podstaty přírodních jevů.

Srovnání tohoto vědeckého přístupu s přístupem mystiky je opět zajímavé. Zde se setkáváme s jedním zásadním rozdílem mezi vědou a mystikou. Mystika se totiž o přibližné poznání obecně nezajímá. Zajímá se o poznání absolutní, které zahrnuje porozumění totalitě existence. Je si dobře vědoma základní vzájemné provázanosti všech stránek vesmíru a uvědomuje si, že něco vysvětlit znamená v konečném stadiu ukázat, jak je to propojeno se vším ostatním. A jelikož toto není možné, mystici často tvrdí, že žádný jednotlivý jev nemůže být plně vysvětlen. Obecně se nezajímá o vysvětlování věcí, ale o přímou nerozumovou zkušenost jednoty všech věcí.

Konečně mé poslední kritérium se nevztahuje k pozorování, ale je to spíš obhajoba. Věřím, že lidské přežití tváří v tvář jadernému holocaustu a devastaci okolní přírody bude možné jen tehdy, když budeme schopni radikálního přehodnocení metod a hodnot, které leží v jádře naší vědy a techniky. Mé poslední kritérium, které tu obhajují, je posun od přístupu nadvlády a řízení přírody, včetně lidských bytostí, ke spolupráci a zdržení se násilí.

Naše věda a technika jsou založeny na víře, že s porozumění přírodě plyne „mužská nadvláda“ nad přírodou. Používám zde termínu „muž“, protože mluvím o velmi důležitém spojení mezi mechanistickým pohledem na svět ve vědě a patriarchálním systémem hodnot, o lidské snaze vše ovládat. V historii západní vědy a filosofie je toto spojení personifikováno Francisem Baconem, který v 17. století obhajoval novou empirickou metodu ve vědě vášnivými a často otevřeně krutými slovy. Podle Bacona příroda musí být „pronásledována ve svém tuláctví“, „přinucena sloužit“, má být „zotročena“. Má tedy být „nucena“ a cílem vědců je „mučit přírodu,

aby vydala tajemství“. Tyto násilnické představy o přírodě jako o ženě, jejíž tajemství musí být z ní vymoženo násilím pomocí mechanických nástrojů silně připomíná mučení žen v čarodějnických procesech 17. století. Ty byly konečně Baconovy dobře známy, byl přece vrchním právním zástupcem krále Jindřicha I.¹¹ Zde tedy máme zásadní a úděsné spojení mezi mechanistickou vědou a patriarchálními hodnotami, které měly ohromný dopad na budoucí vývoj vědy a techniky.

Dříve byla cílem vědy moudrost, porozumění přírodnímu řádu a žití v harmonii s přírodou. Tento přístup, který by se dal nazvat i ekologickým přístupem, se v 17. století změnil ve svůj opak. Dokonce už před Baconem bylo cílem vědy poznání, které může být využito k ovládnutí přírody a k jejímu řízení. Dnes jsou věda i technika využívány převážně pro účely, které jsou nebezpečné, škodlivé a antiekologické.

Změna pohledu na svět, která se dnes objevuje, zahrnuje i zásadní změnu hodnot. To znamená i úplnou změnu postoje – od snahy o nadvládu nad přírodou a jejího řízení ke kooperativním a nenásilným postojům. Tyto postoje jsou hluboce ekologické a není tedy divu, že jsou to postoje charakteristické pro duchovní tradice. Staří čínští mudrci to vyjádřili krásně: „Ti, kteří sledují přírodní řád, plují v proudu tao“.

Kritika mého Tao fyziky

Nyní přejdu ke kritikám *Tao fyziky*, které se během doby nashromáždily. Otázka, která se mi často pokládá, zní: Jak přijímají mé základní teze kolegové fyzikové? Jak se dalo předpokládat, zpočátku byla většina fyziků nedůvěřivá. Mnoho z nich se dokonce mou knihou cítilo ohroženo. Jejich urážlivé a často otevřeně nepřátelské poznámky v recenzích i v soukromých rozhovorech odrážely jejich vlastní nejistotu.

Důvod, proč *Tao fyziky* může být vnímáno jako ohrožení, spočívá v rozšířeném nedorozumění, týkajícím se charakteru mystiky. Ve vědecké komunitě se mystika všeobecně považuje za něco velmi

¹¹ Správně má být „Jakuba I.“

vágního, neostrého, mlžného a velmi nevědeckého. Vidět svou milovanou teorii srovnávat s touto vágní, mlhavou a podezřelou činností je přirozeně pro mnoho fyziků hrozné.

Tento pomýlený pohled na mystiku je velmi nešťastný, protože když se podíváte na klasické mystické texty, shledáte, že hluboký mystický prožitek není nikdy popisován jako vágní či rozmlžený, ale naopak je vždy spojován s jasností. Typická metafora popisující tento zážitek by byla „pozdvížení závoje nevědomosti“, „prosekání se mámením“, „očištění zrcadla mysli“, „vnímání čistého světla“, „úplné probuzení“. Z toho všeho vyplývá úplná jasnost. Mystická zkušenost však nepodléhá racionální analýze, takže tato jasnost je jiného druhu, není tu však nic vágního, rozmlženého. Sám termín „osvícení“, kterým jsme popisovali éru nového karteziánského vědeckého přístupu v Evropě 18. století, je i jeden z nejstarších a nejrozšířenějších termínů popisujících mystický zážitek.

Toto mylné spojování mystiky s věcmi vágními a nejasnými se dnes už naštěstí opouští. Východním myšlením se začalo zabývat množství lidí a na meditace se už nepohlíží s posměchem nebo s podezřením. Mystika se bere vážněji dokonce i ve vědecké společnosti.

Vrátím se nyní k několika nejčastějším kritickým námitkám, se kterými se za posledních patnáct let setkávám. Nejdříve bych chtěl říci, že jsem velmi potěšen, že při všech kritikách, kterými mne častovali mí kolegové fyzici, ani jedna z nich neshledala žádnou chybu v mé prezentaci konceptů moderní fyziky. Někteří z nich by nesouhlasili s důrazem, který jsem položil na určitý směr nynějšího vývoje. Ale pokud vím, za patnáct let nikdo konkrétní chybu nenašel.

Nejčastěji jsem slýchal dva argumenty. První tvrdí, že dnešní vědecká fakta budou zítřejším výzkumem znehodnocena. Jak tedy může být srovnáváno něco tak pomíjivého, jako je fyzikální model či teorie, s mystickou zkušeností, o které se předpokládá, že je bezčasová a věčná? Neznamenaloby to, že pravda mystiky by stála a padala s teorií fyziky?

Tento argument zní přesvědčivě, je však založen na nedorozumění ohledně povahy vědeckého výzkumu. Argument je správný v tom, že ve vědě nemáme nikdy pravdu absolutní. Cokoli vědci tvrdí, je jen na úrovni omezeného a přibližného popisu. Přibližné popisy jsou pak v následujícím vývoji postupně vylepšovány. Avšak když jsou teorie

a modely v postupných krocích vylepšovány, poznání se nemění libovolným způsobem. Každá nová teorie se vztahuje k předcházející jasným způsobem, i když to ve vědeckých revolucích nemusí být dlouho patrné. Nová teorie tu starou neznehodnocuje absolutním způsobem, spíše jen zdokonaluje naši aproximaci. Například kvantová mechanika neukázala, že by byla Newtonova mechanika špatná, ukázala spíše na to, že Newtonova fyzika je omezená.

Je důležité poznamenat, že když se takováto teorie rozšíří do nových oblastí a zdokonalí naši aproximaci, všechny koncepty staré teorie nejsou opuštěny. A já věřím, že ty koncepty dnešních teorií, které zůstanou, budou právě ty, které se vztahují k mystické tradici.

To mohu ilustrovat dokonce i na Newtonově fyzice. Jeden z nejslavnějších Newtonových objevů, a možná objev klíčový, bylo poznání, že ve vesmíru panuje jednotný řád. Newton si uvědomil, že síla, která přitahuje k zemi jablko, je ta samá síla, která přitahuje všechny planety ke Slunci. Stalo se tak podle legendy v náhlém záblesku intuice, když viděl jablko spadnout ze stromu. To byl počátek Newtonovy teorie gravitace. A tento postřeh jednotného řádu ve vesmíru nebyl kvantovou mechanikou ani teorií relativity vyvrácen.

Věřím, že i dvě ústřední témata moderní fyziky, tj. základní jednota a propojenost vesmíru i vnitřně dynamická povaha všech přírodních jevů, nebudou budoucím vývojem vyvráceny. Budou přeformulovány a mnoho konceptů, kterých se držíme dnes, bude zítra nahrazeno koncepty jinými. Avšak tato výměna se bude konat spořádaně. A věřím, že hlavní momenty, které ve svém srovnávání s mystickou tradicí užívám, budou spíše posíleny než vyvráceny. Toto mé přesvědčení se už nyní potvrzuje, a to nejen novým vývojem ve fyzice, ale i novými významnými objevy v biologii a psychologii.

Druhá kritická námitka, kterou znovu a znovu slýchám, zmiňuje, že fyzika a mystika hovoří o různých světech. Fyzici se zabývají kvantovou realitou, která téměř vůbec nesouvisí s běžnými každodenními jevy. Mystika se naopak týká věcí a jevů běžného světa, který zase nemá skoro nic do činění se světem kvantovým.

Co se týká odpovědi na tuto námitku, měli bychom si především uvědomit, že kvantová realita má svůj význam i pro jevy běžného měřítko. Například jeden z nejdůležitějších běžných fyzikálních jevů, pevná látka, je přímým důsledkem určitých kvantových efektů. Takže

bychom mohli argument přeformulovat a říci, že mystika se nezabývá kvantovou realitou explicitně, zatímco fyzika ano.

A nyní co se týče oněch“dvou odlišných světů“. Můj názor je takový, že tu je jen jeden svět, onen hrůzný a mysteriózní svět Carlose Castañedy. Tato jednotná realita má však mnoho stránek, dimenzí a úrovní. Fyzici a mystici se zabývají různými stránkami této reality. Fyzici zkoumají úroveň hmotnou, mystici úroveň duchovní. Jejich výzkumy mají společné to, že tyto úrovně leží v obou případech za standardním, běžným smyslovým vnímáním. A jak nás učil Heisenberg, když je naše vnímání nestandardní, pak i vnímaná realita není realitou běžnou.

Takže tu máme fyziky zkoumající hmotu pomocí rafinovaných přístrojů, a mystiky zkoumající vědomí pomocí rafinovaných technik meditace. Obě skupiny dosahují nenormálních úrovní vědomí. Při těchto úrovních vědomí se struktury a organizační principy jeví velmi podobně. Způsoby, jak jsou vzájemně propojeny mikroskopické struktury u fyziků, odrážejí způsoby propojení makroskopických struktur u mystiků. Když však izolujeme tyto struktury v rámci normálních způsobů vnímání, shledáváme, že to jsou běžné, oddělené objekty.

Další kritika, která bývá často formulována, souhlasí s tím, že fyzika a mystika je vyšší, spirituální úroveň, která obsahuje nižší úrovně fyzikálních jevů, zatímco na druhé straně fyzikální úroveň nezahrnuje úroveň spirituální.

K této námitce bych poznamenal, že stavění jedné úrovně výše než druhé je pozůstatek starého paradigmatu myšlení, které je možno vystihnout spíše metaforou stavby než metaforou sítě. Souhlasím s tím, že fyzici nemají co říci k dalším úrovním či dimenzím reality, které se týkají života, mysli, vědomí, ducha atd. Fyzika k tomu nemá co říci, věda však ano!

Dospěl jsem k přesvědčení, že nové paradigma ve vědě pro které jsem navrhl svých šest kritérií, našlo svou nejpříhodnější formulaci v nové teorii živých sebeorganizujících systémů, která se objevila v několika minulých desetiletích v kybernetice. Ilya Prigogine, Gregory Bateson, Humberto Maturana a Francisco Varela patří k nejvýznamnějším autorům této teorie. Je to teorie aplikovatelná na individuální žijící organismus i na sociální systém či ekosystém. Slibuje, že povede k jednotné koncepci života, hmoty a evoluce. Tento

systemový přístup potvrzuje paralely mezi fyzikou a mystikou a přidává další, které jdou za úroveň fyziky: koncepty svobodné vůle, života a smrti, povahy mysli atd. Mezi nimi panuje zásadní harmonie, jak je vyjádřeno v teorii sebeorganizujících systémů a v korespondujících konceptech mystické tradice.

Současný vývoj a budoucí možnosti

To nás vede k úvahám o současném vývoji a rýsujících se možnostech formulace nového vědeckého paradigmatu. Od té doby, co jsem napsal *Tao fyziky*, jsem zažil důležitou změnu týkající se vnímání role fyziky v tomto vývoji. Když jsem začal studovat posun paradigmatu v různých vědách, uvědomil jsem si, že všechny byly založeny na mechanistickém pohledu Newtonovy fyziky. Shledal jsem, že právě nová fyzika je ideálním modelem nových konceptů a přístupů v ostatních disciplínách. Mezitím jsem však poznal, že z tohoto pohledu vyplývá, že fyzikální úroveň je nějakým způsobem základnější než úrovně jiné. Dnes vidím v nové fyzice a zvláště v bootstrapové teorii speciální případ systemového přístupu zabývající se neživými systémy. Přestože posun paradigmatu ve fyzice je zvlášť zajímavý, neboť byl první, který se v moderní vědě objevil, fyzika ztratila svou roli vzoru pro ostatní vědy.

Budoucí rozpracování teze, kterou jsem prezentoval v *Tao fyziky*, nevidím tedy v dalším zkoumání paralel mezi fyzikou a mystikou, ale spíše v rozšíření těchto paralel na ostatní vědu. To se vskutku odehrává a teď bych se rád o tom trochu zmínil. Co se týče podobnosti mezi mystikou a neurovědou, nejlepším pramenem, co znám, je Francisco Varela, jeden z autorů teorie sebeorganizujících systémů. Varela spolu s Evanem Thomsonem píše knihu o podnětech, které buddhistická teorie mysli může poskytnout kognitivním vědám. Nejlepším pramenem těchto myšlenek je zatím kniha nazvaná *The Tree of Knowledge (Strom poznání)*, na které spolupracoval i Humberto Maturana.

V psychologii bylo uděláno mnoho práce ve výzkumu spirituálního rozměru psychologie a psychoterapie. Existuje speciální odvětví, transpersonální psychologie, která se specializuje na tyto otázky. Stanislav Grof, Ken Wilber, Frances Vaughan a mnoho dalších

publikovali o tomto tématu knihy, z nichž mnohé předcházely mému *Tao fyziky*. Jejich cesta ovšem začíná už u Carla Gustava Junga.

V sociálních vědách se vynořuje spirituální dimenze s esejem E. F. Schumachera *Buddhistická ekonomie*, který byl poprvé publikován koncem šedesátých let. Nyní se zkoumá v mnoha skupinách a alternativních strukturách jak teoreticky, tak i prakticky. S tím úzce souvisejí nové formy ekologicky orientované politiky, známé jako „zelená politika“, ve kterých vidím politickou manifestaci kulturního posunu k novému paradigmatu. O duchovních aspektech tohoto politického hnutí diskutuje Charlene Spretnaková ve své knize *The spiritual dimension of green politics (Spirituální rozměr zelené politiky)*.

Konečně bych rád doplnil několik slov o svém pohledu na východní mystiku, který také dožal za posledních patnáct roků změnu. Zprvce mi bylo vždy jasné, a také jsem to v *Tao fyziky* napsal, že popisované paralely mezi fyzikou a východní mystikou mohou být vedeny též u západní mystické tradice. Moje další knížka *Belong to the Universe (Příslušnost k vesmíru)*, kterou jsem napsal spolu s bratrem Davidem Steindl-Rastem, diskutuje o některých těchto paralelách. Dnes už moc nevěřím, že můžeme u nás na Západě přijmout východní duchovní tradici bez jejího přizpůsobení naší kultuře. Mé přesvědčení se posílilo mnoha setkáními s duchovními učiteli Východu, kteří nebyli schopni porozumět některým rozhodujícím stránkám nového paradigmatu, které se nyní na Západě objevuje.

Na druhé straně věřím, že naše vlastní spirituální tradice podstoupí některé radikální proměny, které ji s hodnotami tohoto nového paradigmatu zharmonizují. Spiritualita korespondující s novým viděním reality, které jsem tu načrtl, bude spíše ekologická, orientovaná k problémům země, bude to spiritualita „postpatriarchální“. Tento nový druh spirituality se nyní rozvíjí v mnoha skupinách a hnutích jak v rámci církví, tak i mimo jejich rámec. Příkladem může být kreativně zaměřená spiritualita propagovaná Matthewem Foxem a jeho kolegy v Holly Names College v Oaklandu v Kalifornii.

Toto jsou jen některé směry, které se nyní objevují v procesu vývoje nového paradigmatu. Mým vlastním příspěvkem za posledních patnáct let byla nabídka syntézy nového paradigmatu a jeho sociálních

důsledků v knize *Bod obratu* a další vypilovávání této syntézy spolu se skupinou vynikajících kolegů, se kterými jsme založili a rozvinuli středisko ekologického myšlení, Elmwood Institute (PO Box 5765, Berkeley, CA 94705 USA).

Během těchto let jsem se setkal s mnoha mimořádnými lidmi, kterým jsem velkým dílem zavázán. Z těchto setkání povstalo mnoho trvalých přátelství. Když jsem se rozhodl napsat *Tao fyziky* před více než dvaceti lety, učinil jsem krok představující značné profesionální, emociální i ekonomické riziko a byl jsem v tom zcela osamocen. Osamoceni byli i mí přátelé, kteří učinili podobný krok ve svých oborech. Dnes se však už cítíme mnohem silnější. Jsme zakotveni v mnoha alternativních strukturách toho, co nazývám „bouřící se kultura“ – v množství hnutí reprezentujících rozličné tváře toho samého vidění reality, postupně splývajících a tvořících mohutnou sílu společenské proměny.

End.