
Jana Horkelová
KVANTOVÝ
DECH SVĚTA I
Kvantové vysvětlení

Obsah

Název: Kvantový dech světa I....3
Podtitul: Kvantové vysvětlení....3
Úvod....3
1. Svět před zlomem....4
2. Okamžik, kdy se hmota rozpadla....12
3. Světlo, které je dvojí....26
4. Konec plynulosti....33
5. Realita jako pole....40
6. Hranice poznání....51
7. Vakuum, energie a temná energie....80
8. Hranice současného modelu....87
9. Černé díry – místo, kde se teorie střetávají....88
10. Čas jako emergentní veličina....101
11. Realita jako globální kvantový stav....102
12. Co ještě nevíme, že nevíme....104
13. Za hranicí současné fyziky....105
14. Příloha....106
Výklad pojmů....106
Trojrozměrná geometrie....106
Korelace....106
Kvantová provázanost....107
Emergentní jev....107
Emergentní z kvantové provázanosti....107
Kvantové vakuum....107
Fluktuace vakua....107
Fundamentální struktura....107
Globální kvantový stav....107
Holografický princip....107
Entropie....108
Zakřivení prostoru....108
Šipka času....108
Kvantové pole....108
Excitace pole....108
Kosmologická konstanta....108
Temná energie....108
Informační paradox....108
Emergentní geometrie....108
Příloha....109
Otevřené otázky současné fyziky....109
1. Proč je energie vakua tak malá?....109
2. Co je temná energie?....109
3. Co je temná hmota?....109
4. Jak sjednotit kvantovou teorii a gravitaci?....109
5. Je informace vždy zachována?....109
6. Je prostor skutečně základní?....110

7. Je čas fundamentální?.....110
8. Co je skutečně fundamentální?.....110
9. Je kvantový stav globální realitou?.....110
10. Existuje konečná teorie?.....110
Poděkování.....111
Doslov.....112

Název: Kvantový dech světa I

Podtitul: Kvantové vysvětlení

Úvod

Tato kniha vznikla z mého systematického studia kvantové fyziky, z dlouhých hodin čtení odborných textů, historických souvislostí i moderních interpretací, které jsem si postupně skládala do vlastního pochopení. Nepřivedla mě k ní náhoda ani povrchní zájem o popularizovanou vědu. Přivedla mě k ní potřeba porozumět tomu, co fyzika skutečně říká o podstatě reality, kterou každý den považuji za samozřejmou. Když jsem začala číst první materiály o kvantové teorii, uvědomila jsem si, že stojím před oblastí, která zásadně proměnila obraz světa, a přesto zůstává pro většinu lidí vzdálená a obtížně uchopitelná. Rozhodla jsem se projít tuto cestu důkladně, pomalu a bez zkratek.

Když jsem četla první odborné texty, setkávala jsem se s pojmy, které narušovaly mé běžné představy o hmotě a prostoru. Elektron se nechoval jako malá pevná částice, světlo nebylo jen vlnou, energie nebyla plynule rozdělitelná. Studovala jsem experimenty, které vedly ke vzniku kvantové teorie, a vracela jsem se k nim opakovaně, dokud jsem nepochopila jejich význam. Čím více jsem četla, tím více jsem si uvědomovala, že kvantová fyzika není okrajová specializace, ale základní vrstva popisu reality. Narušuje představu pevného světa a nahrazuje ji obrazem dynamického pole, pravděpodobnosti a chování, které nelze popsat klasickými zákony.

Nechci v této knize vytvářet nové interpretace ani přidávat k vědě významy, které sama netvrdí. Mým cílem je podat kvantovou fyziku tak, jak ji chápu na základě studia jejích základních principů, historického vývoje a současného teoretického rámce. Chci vysvětlit, co znamená kvantum, co říká princip neurčitosti, jak rozumět superpozici, co skutečně vyjadřuje pojem kvantového pole a kde leží hranice našich

interpretací. Budu mluvit jako člověk, který téma studoval, přemýšlel o něm a postupně si vytvářel jasnější obraz, nikoli jako odborník uzavírající debatu.

Během studia jsem si uvědomila, že největší změna se neodehrává jen v samotné fyzikální teorii, ale v našem chápání reality. Kvantová fyzika ukazuje, že to, co považujeme za pevné, je ve skutečnosti projevem hlubší dynamiky. Částice nejsou drobné kuličky pohybující se prostorem, ale projevy určitých stavů. Energie nepřechází plynule, ale v diskrétních jednotkách. Samotné měření hraje roli v tom, jaký výsledek získáme. Tyto poznatky jsem postupně přijímala a zpracovávala bez snahy je zjednodušit do líbivých zkratek.

Tato kniha je výsledkem této práce. Je to souvislé vysvětlení základů kvantové fyziky v lidském jazyce, které zachovává přesnost a respekt k vědeckému rámci. Nebudu slibovat víc, než věda skutečně říká. Nebudu přisuzovat kvantovým jevům duchovní nebo psychologické významy, které nejsou podloženy fyzikálním výzkumem. Chci projít jednotlivé kapitoly systematicky a postupně vybudovat pevný základ porozumění, ze kterého lze uvažovat dál.

Kvantový dech světa pro mě neznamená metaforu tajemství, ale obraz reality, která je ve své podstatě dynamická, strukturovaná a přesná, i když se vymyká běžné intuici. V následujících kapitolách budu rozvíjet tento obraz krok za krokem, s důrazem na to, co víme, jak jsme k tomu došli a kde končí hranice současného poznání.

1. Svět před zlomem

Když jsem se začala systematicky věnovat dějinám fyziky, uvědomila jsem si, že kvantová teorie nevznikla jako izolovaný nápad několika odvážných myslitelů, ale jako důsledek dlouhého vývoje, který byl zpočátku naplněn sebevědomím a přesvědčením o téměř úplném porozumění světu. Studovala jsem klasickou mechaniku, která po více než dvě století poskytovala mimořádně přesný popis pohybu těles, a pochopila jsem, proč se zdála být konečným řešením. Pokud byly známy počáteční podmínky systému, bylo možné vypočítat jeho budoucí stav. Tento deterministický rámec vytvářel obraz reality jako dokonale fungujícího stroje, jehož jednotlivé části lze přesně analyzovat a jejichž chování je jednoznačně určeno zákony pohybu. V tomto světě měla každá částice svou polohu a rychlost, každý jev svou příčinu a každý důsledek svůj předchozí stav. Tento model nebyl jen teorií, ale stal se způsobem myšlení, který formoval vědeckou i kulturní představu o realitě.

Když jsem četla texty z devatenáctého století, všimla jsem si, jak silná byla víra v to, že fyzika směřuje k završení. Elektromagnetická teorie sjednotila elektřinu, magnetismus a světlo do jednoho matematického rámce a zdálo se, že zbývá pouze doplnit několik detailů. Energie byla chápána jako veličina, kterou lze dělit libovolně jemně, hmota jako soubor malých částic pohybujících se podle přesně

definovaných zákonů. Prostor a čas byly pevné kulisy, v nichž se odehrává dění, nikoli proměnlivé součásti samotné struktury reality. Tento obraz působil stabilně a přesvědčivě. Když jsem jej studovala, pochopila jsem, že právě jeho úspěch způsobil, že budoucí zlom musel být tak zásadní.

Postupně jsem se dostala k experimentům, které začaly tento pevný rámec narušovat. Studium záření černého tělesa ukázalo, že klasické výpočty vedou k nesmyslným výsledkům, pokud se pokusíme popsat chování energie na velmi malých škálách. Analýza fotoelektrického jevu odhalila, že světlo se v určitých situacích chová jako proud částic, nikoli pouze jako vlna. Tyto experimenty jsem četla opakovaně, protože jsem si uvědomovala, že právě zde začíná proměna myšlení. Nešlo o drobné nepřesnosti, ale o systematické odchylky, které nebylo možné opravit v rámci stávající teorie. Klasická fyzika zůstávala platná pro makrosvět, ale v mikrosvětě přestávala být dostačující.

Čím více jsem pronikala do této historické fáze, tím jasněji jsem viděla, že věda se mění tehdy, když realita odmítne odpovídat očekávání. Fyzikové na přelomu století nestáli před chaosem, ale před přesnými daty, která nesouhlasila s jejich rovnicemi. Tato situace vyžadovala odvahu přehodnotit základní předpoklady. Energie přestala být plynule rozdělitelná a začala se jevit jako strukturovaná do určitých jednotek. Hmota přestala být souborem drobných pevných kuliček a začala vykazovat vlastnosti, které odporovaly klasickému obrazu. Tento přechod nebyl okamžitý, ale postupný a často bolestivý, protože znamenal opuštění jistoty, která se budovala po generace.

Studium tohoto období mi pomohlo pochopit, že kvantová fyzika není popřením klasické fyziky, ale jejím rozšířením do oblasti, kde původní model přestává fungovat. Svět před zlomem byl stabilní a v mnoha ohledech zůstává stabilní i dnes, pokud se pohybujeme v běžném měřítku. Přesto v hloubce struktury reality existuje vrstva, která se neřídí stejnými pravidly. Uvědomila jsem si, že abych mohla porozumět kvantové teorii, musím nejprve plně pochopit, co přesně bylo zpochybněno. Teprve na pozadí pevného deterministického obrazu lze pochopit radikalitu tvrzení, že částice nemají přesně určenou polohu a hybnost současně, že energie je vyzařována po kvantech a že pravděpodobnost nahrazuje jistotu.

Když jsem si tento historický vývoj uspořádala, začala jsem chápat kvantový zlom jako logický důsledek přesného pozorování, nikoli jako náhlý intelektuální experiment. V této kapitole jsem chtěla vybudovat pevný základ, protože bez něj by další výklad působil jako izolovaná tvrzení bez kontextu. Svět před zlomem byl světem řádu, kontinuity a předvídatelnosti. Kvantová fyzika tento svět nezničila, ale otevřela hlubší vrstvu, v níž se pravidla mění. Tento přechod je prvním krokem k pochopení toho, co budu v dalších kapitolách označovat jako kvantové vysvětlení reality.

Když jsem se ponořila hlouběji do konkrétních experimentů, které na přelomu století začaly narušovat sebevědomí klasické fyziky, uvědomila jsem si, že právě přesnost měření byla tím, co otevřelo cestu k proměně celého obrazu reality. Nešlo o filozofickou spekulaci ani o nespokojenost s teorií, ale o konkrétní data, která odmítala zapadnout do existujícího matematického rámce. Studium záření černého tělesa bylo prvním momentem, kdy jsem si plně uvědomila hloubku problému. Fyzikové dokázali experimentálně změřit, jakým způsobem ideální těleso vyzařuje energii v závislosti na teplotě, a jejich výsledky byly přesné a opakovatelné. Klasická teorie však předpovídala, že při vyšších frekvencích bude intenzita vyzařování nekonečně růst, což vedlo k absurdnímu výsledku, který byl později označen jako ultrafialová katastrofa. Četla jsem výpočty, sledovala jejich logiku a chápala, že matematika klasické fyziky je konzistentní, a přesto dává fyzikálně nemožný výsledek. Tento rozpor nebyl drobnou odchylkou, ale zásadním signálem, že základní předpoklady teorie nejsou univerzální.

Když jsem se snažila pochopit, kde přesně klasický model selhává, došla jsem k závěru, že problém spočíval v předpokladu spojitosti energie. V klasickém rámci bylo samozřejmé, že energii lze dělit na libovolně malé části, bez omezení. Výpočty vycházely z tohoto principu, a právě proto vedly k divergenci při vysokých frekvencích. Teprve když byla zavedena myšlenka, že energie může být vyzařována pouze v určitých diskrétních jednotkách, začala rovnice odpovídat experimentu. Tento krok nebyl intuitivní ani jednoduchý. Znamenal porušení hluboce zakořeněné představy o plynulosti fyzikálních veličin. Když jsem si tento moment uvědomila, pochopila jsem, že kvantová fyzika nezačala jako filozofická revoluce, ale jako matematicky nutné řešení konkrétního problému.

Podobně silný otřes přineslo studium fotoelektrického jevu. Experimenty ukazovaly, že světlo dopadající na kovový povrch uvolňuje elektrony, ale pouze tehdy, pokud má dostatečnou frekvenci. Zvyšování intenzity světla bez změny frekvence nevedlo k uvolnění elektronů, pokud nebyla překročena určitá hranice. Klasická vlnová teorie světla tento jev nedokázala vysvětlit, protože předpokládala, že energie vlny je spojena s její amplitudou, tedy s intenzitou. Data však jasně ukazovala, že rozhodující je frekvence, nikoli intenzita. Když jsem četla podrobnosti těchto experimentů, pochopila jsem, že světlo se v určitých situacích chová jako proud částic, přičemž každá z těchto částic nese určitou porci energie. Tento závěr nebyl metaforou, ale fyzikální nutností vyplývající z měření.

Čím více jsem analyzovala tyto případy, tím více jsem si uvědomovala, že klasická fyzika nebyla vyvrácena jako celek, ale ukázala se být omezená na určité měřítko. V makrosvětě zůstávala přesná a spolehlivá. V mikrosvětě však začínala selhávat. Tento rozdíl nebyl náhlý ani dramatický v běžném smyslu slova, ale byl hluboký ve svých důsledcích. Znamenal, že realita nemá jednotný popis, který by byl platný ve všech měřítcích bez výjimky. Když jsem si tento fakt plně uvědomila, přestala jsem

vnímat kvantovou teorii jako podivnou výjimku a začala jsem ji chápat jako nutné rozšíření rámce.

Další experimenty, například studium spektrálních čar atomů, přinesly další důkaz, že energie není distribuována spojitě. Atomy vyzařovaly a absorbovaly energii pouze v určitých přesně definovaných hodnotách. Tyto diskrétní přechody nebylo možné vysvětlit představou, že elektron obíhá jádro jako planeta kolem Slunce v klasickém smyslu. Čím déle jsem se věnovala těmto detailům, tím více jsem chápala, že klasická analogie je nedostatečná. Atom nemohl být malou kopií makrosvěta. Jeho struktura se řídila jinými pravidly.

V tomto bodě jsem si položila otázku, proč byl odpor k nové teorii tak silný. Odpověď jsem našla právě ve stabilitě předchozího modelu. Deterministický rámec nebyl jen technickým nástrojem, ale filozofickým základem. Pokud lze znát všechny počáteční podmínky, lze vypočítat budoucnost. Tento princip vytvářel představu plně předvídatelného vesmíru. Když jsem studovala myšlenku absolutního determinismu, pochopila jsem její přitažlivost. Nabízela obraz světa, v němž náhoda nemá místo a nejistota je pouze důsledkem neúplné informace. Kvantová teorie však začala naznačovat, že pravděpodobnost není jen praktickým nástrojem, ale strukturální vlastností reality.

Právě zde se experimentální krize plynule dotýká hlubší otázky determinismu. Pokud energie přechází po kvantech a chování částic lze popsat pouze pravděpodobnostně, pak samotná představa plně předvídatelného vesmíru vyžaduje přehodnocení. Když jsem si tento posun uvědomila, začala jsem chápat, že kvantová revoluce nebyla jen technickou opravou rovnic, ale zásadním zásahem do samotného pojetí příčiny a následku.

Tímto bodem přecházíme přirozeně k hlubšímu rozboru determinismu jako filozofického základu klasické fyziky, který byl postupně narušován novými objevy.

Když jsem se po studiu experimentální krize vrátila k samotnému jádru klasického myšlení, uvědomila jsem si, že determinismus nebyl pouze technickým principem, ale hlubokým ontologickým přesvědčením o povaze skutečnosti. V jeho nejčistší podobě znamenal, že každý stav světa je jednoznačně určen stavem předchozím a že budoucnost je pevně zakotvena v přítomnosti. Pokud by existovala inteligence schopná znát přesnou polohu a hybnost všech částic ve vesmíru a současně disponovala dokonalou výpočetní schopností, mohla by podle této představy vypočítat celý budoucí vývoj reality i rekonstruovat její minulost. Tato myšlenka nebyla literární metaforou, ale logickým důsledkem Newtonových zákonů pohybu. Když jsem si tento rámec rozebrala krok za krokem, pochopila jsem, že vytváří uzavřený a vnitřně konzistentní model, v němž náhoda nehraje žádnou základní roli.

Deterministický svět je strukturálně transparentní. Každá událost má přesně definovanou příčinu a mezi příčinou a následkem existuje nepřerušený řetězec vazeb. Nejistota je v takovém systému pouze epistemická, tedy vyplývající z omezenosti pozorovatele, nikoli ontologická, tedy zakotvená v samotné povaze věcí. Když jsem tento rozdíl důkladně promýšlela, uvědomila jsem si jeho zásadní význam. V klasickém rámci svět neobsahuje skutečnou neurčitost. Obsahuje pouze neúplnou informaci. Pokud něco nelze předpovědět, je to proto, že neznáme všechny proměnné, nikoli proto, že by realita sama byla otevřená více možnostem.

Studium tohoto principu mě přivedlo k otázce svobody a náhody. Pokud je vesmír plně deterministický, pak i lidské rozhodování podléhá stejným zákonům příčiny a následku. Každá myšlenka, každé rozhodnutí, každý pohyb by byl výsledkem předchozí konfigurace částic. Tento důsledek není vedlejší, ale logický. Determinismus v klasické fyzice není omezen na padající kameny nebo pohyb planet. Je univerzální. Když jsem si tento závěr plně připustila, uvědomila jsem si, že kvantová teorie nebude pouze fyzikální inovací, ale potenciálním narušením samotného pojetí předvídatelnosti.

Klasická mechanika předpokládá, že trajektorie částice je jednoznačně určena počátečními podmínkami. Pokud známe její počáteční polohu a rychlost, dokážeme přesně vypočítat její budoucí dráhu. Tento princip je matematicky elegantní a empiricky ověřený v makrosvětě. Funguje pro projektily, pro pohyb těles v gravitačním poli i pro dynamiku mnoha mechanických systémů. Při studiu těchto zákonů jsem si uvědomila, že jejich síla spočívá v kontinuitě. Pohyb je plynulý, změny jsou spojité, veličiny se mění postupně. Tato spojitost vytváří iluzi absolutní stability, protože mezi dvěma stavy existuje vždy nekonečné množství mezistavů.

Když jsem si však položila otázku, co se stane, pokud některé veličiny nejsou spojité, začala se konstrukce determinismu oslabovat. Pokud energie není dělitelná do nekonečně malých částí, pokud existují diskrétní přechody mezi stavy, pak představa plynulé trajektorie ztrácí svou univerzální platnost. Determinismus předpokládá, že každá změna je důsledkem předchozího stavu prostřednictvím spojitého zákona. Kvantová teorie však naznačuje, že na mikroskopické úrovni se realita nevyvíjí jako hladká křivka, ale jako posloupnost možných stavů, mezi nimiž dochází k přechodům, které nelze klasicky lokalizovat.

Čím více jsem tento rozdíl analyzovala, tím více jsem si uvědomovala, že nejde pouze o matematickou korekci, ale o proměnu samotného chápání příčinnosti. V klasickém rámci lze příčinu identifikovat jako konkrétní fyzikální konfiguraci, která jednoznačně vyvolá určitý následek. V kvantovém rámci se však výsledek experimentu často popisuje pravděpodobnostně. Neznamená to, že by neexistoval zákon, ale že zákon určuje rozdělení možných výsledků, nikoli konkrétní

Vážení čtenáři, právě jste dočetli ukázku z knihy Kvantový dech světa I**.**
Pokud se Vám ukázka líbila, na našem webu si můžete zakoupit celou knihu.