

10

Co je nového ve fyzice

Kateřina
Falk

Katalogizace v knize – Národní knihovna ČR

Falk, Kateřina, 1984-

Co je nového ve fyzice / Kateřina Falk. – 1. vydání. – Praha : Nová beseda, 2020. – 1 online zdroj. – (CJN ; 10)

České a anglické resumé

Obsahuje bibliografii, bibliografické odkazy a rejstřík

ISBN 978-80-88383-15-4 (online ; pdf)

53 * 0/9 * (0.062)

– fyzika

– všeobecnosti a zajímavosti

– populárně-naučné publikace

53 – Fyzika [6]

Text © Kateřina Falk, 2018

Cover & layout © Belavenir, 2018

Photo © Karel Cudlín, 2018

© Nová beseda, 2020

ISBN 978-80-88383-15-4

Obsah

Úvod	7
Co je to fyzika?	10
Kvantový svět a optika	23
Tajemný uhlík	38
Urychlovače částic a základní stavební bloky hmoty	51
Vzhůru do vesmíru	68
A k čemu to je?	83
Závěr	86
Co číst dál	90
Souhrn	92
Summary	93
Použitá literatura	94
Rejstřík	100

Úvod

Hlavním posláním této knihy je přiblížit laikovi obor fyziky prostřednictvím nejvýznamnějších objevů posledních dvou desetiletí. To je nelehký úkol rovnou ze dvou důvodů. Jednak bylo v posledních letech zaznamenáno tak velké množství úžasných objevů, že je opravdu složité vybrat ty nejdůležitější. Otázkou je už jen to, jaké zvolit kritérium výběru: Podle užitečnosti pro společnost, náročnosti práce či podle vlivu na směřování vědy? Nebo snad podle toho, jakou pozornost médií objev upoutal? To může navíc každý člověk vnímat jinak. Já jsem tento nelehký úkol pojala jako snahu o co nejvíce objektivní pohled. Poradila jsem se s kolegy i s vědeckými publikacemi, které o významu různých objevů pojednávají. Vzala jsem v úvahu i v posledních letech udělené Nobelovy ceny, jakožto určité, i když ne perfektní měřítko kvality výzkumu. Vybírala jsem i podle svého srdce a zájmu. Od malička mě fascinovala celá řada otázek, které mě nakonec dovedly k vědě. S obrovskou radostí dnes zjišťuji, že nemalé množství těchto otázek bylo zodpovězeno nebo byly provedeny významné kroky k jejich řešení.

Druhou komplikací je obtížnost záměru vysvětlit na tak malém prostoru srozumitelně a zároveň správně tak různorodou škálu objevů v oboru, který je pro většinu lidí bohužel záhadou. Zde totiž musím suplovat nedokonalý vzdělávací systém, který většině lidí nedokázal fyziku vysvětlit a ve studentech vyvolával strach, nebo dokonce odpor. Pokusím se tedy o jednoduchá, ale současně co nejpřesnější vysvětlení důležitých fyzikálních principů, aby měl každý čtenář možnost pochopit základ objevů, o kterých kniha bude pojednávat, a s tím také ocenil význam a důsledky vědeckého pokroku.

Na úvod je velmi důležité ujasnit si společný slovník, aby nedošlo k nedorozumění. V knize se budou objevovat termíny,

kteře postupně vysvětlím v poznámkách pod čarou. Nejdůležitější je ovšem vysvětlit termín *teorie*. V knize se budou opakovaně objevovat výrazy jako kvantová *teorie*, *teorie* relativity, *teoretické* vysvětlení nebo *teoretický* model. V klasickém jazykovém chápání slovo *teorie* znamená něco vymyšleného, neprokázaného, domněnku, či dokonce fantazii. Člověk si tedy představí něco, co není nijak spjato s realitou, a není to tedy nutné brát úplně vážně. Mnozí pokládají například teorii evoluce za úplný nesmysl, většinou právě kvůli nepochopení významu slova *teorie*. Lidé si tento výraz většinou pletou s hypotézou. To vede k častému nedorozumění, kdy mnozí nevěří čemukoliv, co je označeno jako *teorie*. Ve vědě se ovšem výraz *teorie* nijak nerovná bláznivému výmyslu. Naopak, jedná se o propracovaný koncept či model, který například pomocí matematiky popisuje nějaký přírodní jev.

Vědeckou *teorii* můžeme definovat takto: Teorie je soubor tvrzení o předmětu výzkumu, která považujeme za pravdivá. Kvantová teorie popisuje chování částic, teorie relativity umí naprosto přesně předpovědět let kosmické sondy celou sluneční soustavou. Pokud se pravdivost nějaké teoretické hypotézy, myšlenky, konceptu či modelu prokáže experimentem, stává se z hypotézy teorie. V tomto ohledu je praxe neboli experiment protějškem teorie. Kvantová teorie či teorie evoluce jsou naprosto prokázané fungující modely, které věrně popisují realitu. Teorie je používána na vysvětlení původu nebo principu přírodních jevů, ne na jejich prosté pozorování. Experimenty pak dokládají tento popis specifickými měřeními s empirickými výsledky, ať už je to pomocí různých přístrojů, nebo na základě nějakého pozorování. Teorie statistické fyziky pro termodynamiku může například předpovědět teplotu bodu varu vody v 1000 metrech nad mořem. Měření pomocí teploměru pak tento teoretický předpoklad může potvrdit nebo vyvrátit.

Teoretická práce je pro vědecký výzkum naprosto stěžejní, protože by bez ní nebylo možné přírodní procesy vysvětlit.

Co je to fyzika?

Fyzika je laickou veřejností považována za velmi složitý obor, pochopitelný jen hrstce géniů a podivínů. Možná je to zčásti kvůli tomu, že jazykem fyziky je především matematika a fyzika samotná právě kvůli svým velkým nárokům na sofistikované matematické vzorce a metody posouvá vývoj v matematických vědách dopředu. Jednu z nejžhavějších matematických revolucí nastartovala teorie superstrun, pomocí které se fyzikové zatím marně snaží sjednotit fyzikální zákony vesmíru. Ovšem matematika je pro fyziky primárně jazykem, kterým se dorozumívají a který používají pro popis světa kolem nás, a to především kvůli jeho přesnosti. Teprve interpretace těchto matematických slov vytváří opravdové chápání světa. Čtenář se ovšem nemusí bát: tato kniha vysvětlí fyziku lidskými slovy, ne jazykem matematiky, ačkoli ten je přesnější.

Fyzika jako vědní obor se snaží o pochopení těch nejzákladnějších principů chodu světa kolem nás, tedy celého vesmíru – nebo všech vesmírů, připustíme-li, že jich je více – snaží se tedy vlastně vysvětlit všechno. Fyzika si pokládá i ty nejzákladnější otázky jako: co to „všechno“ je? Proto fyziku všeobecně nazýváme tzv. základní vědou, protože když se snažíme pochopit svět kolem nás, musíme začít právě u základů nebo se k tomu základu dopracovat. I z toho důvodu je jedním z hlavních posláních fyziky hledat ty nejmenší stavební kostky, ze kterých se skládá veškerá hmota. Jedná se o tzv. fundamentální částice, tedy stavební bloky celého vesmíru. Tento nejmenší materiál popisuje jedna ze dvou hlavních teorií: kvantová mechanika, ze které pak vychází částicová fyzika. Právě v posledních letech zaznamenal obor částicové fyziky některé z nejvýznamnějších objevů historie. Bude o nich mimo jiné pojednávat i tato kniha.

Fyzika se zajímá o ty nejmenší složky vesmíru, jako jsou částice a atomy, ale zároveň studuje i ty největší objekty jako planety, hvězdy, galaxie, černé díry nebo celý vesmír, jeho strukturu i historii. V těchto velkých rozměrech pak vládne slavná Einsteinova teorie relativity. Fyzika samozřejmě zkoumá i vše mezi uvedenými extrémy. Tyto fundamentální neboli základní fyzikální procesy totiž vytvářejí vše kolem nás.

Paradoxem moderní fyziky je ovšem zjevná neslučitelnost dvou hlavních teorií, které vysvětlují mikrosvět a makrosvět – kvantové mechaniky a všeobecné teorie relativity. Zatím se nikomu nepodařilo tyto dvě teorie sloučit. Tento úkol stále čeká na někoho, kdo problém vyřeší a tím pravděpodobně zase změní svět. Za poslední dvě století zaznamenala fyzika fantastický vývoj, který rozšířil působnost vědy. Různé obory fyziky dnes studují nové materiály, jako jsou polovodiče, které nám daly veškerou elektroniku, pomáhají nám chápat dynamické procesy a struktury v biologických materiálech či v archeologii, nebo dokonce řešit společenské otázky od sociologie po ekonomii, právě díky fyziky vytvořeným matematickým modelům, které se dají aplikovat v mnoha oborech.

Je to především technologický rozvoj, který je závislý na chápání fyzikálních zákonů a úzce spojený s objevy v tomto oboru, které nastartovaly celou průmyslovou a poté i vědecko-technologickou revoluci posledních dvou století. Díky stavové rovnici plynu jsme například zkonstruovali první parní stroje. Veškerý technický vývoj navazuje na moderní fyziku, která nám dala elektroniku, energetiku, moderní způsoby dopravy od parních strojů a spalovacích motorů po kosmonautiku či chápání elektromagnetického spektra od rádiových vln až po rentgenové záření a s tím nové metody v komunikačních technologiích nebo třeba v medicíně. Bez fyziky bychom neměli počítače ani mobilní telefony, které fungují právě na bázi

polovodičů, ani rychlý internet, který nám přinášejí v optických kabelech lasery.

Nové technologické možnosti zároveň posouvají výzkum ve fyzice i v jiných vědách do nových oblastí, a dokonce otevírají nové otázky a projekty, které by jinak vědce ani nenapadly nebo by je nebylo možné uskutečnit. Nové částice objevujeme díky moderním urychlovačům, které se rozvinuly na nových technologiích supravodivých magnetů, kryogenického chlazení a elektroniky, jež nám daly předchozí generace fyziků. V téměř žádné laboratoři dnes nechybí laser, což je pravděpodobně nejdůležitější vynález 20. století (podle *Royal Society*) a sám je přímým produktem teoretického výzkumu v kvantové optice. To tedy znamená, že vývoj ve fyzice je do jisté míry cyklický. Na počátku každého cyklu stojí nějaká základní otázka. Výzkum samotný pak mimoděk přinese často nečekaný technologický pokrok v podobě různých vynálezů nebo úplně nových konceptů, které pak dále posunou společnost, ekonomiku, ale také základní výzkum samotný.

Fyzika jako základní věda

Co si má vlastně člověk představit pod pojmem „základní věda“? Jak se vůbec fyzika odlišuje od jiných věd, které za základní nepovažujeme? Čím se odlišuje například od biologie nebo chemie? Každá disciplína rozděluje jednotlivé problémy, tedy specifické otázky nebo výzkumné projekty, na dílčí logické celky. Logické dělení na části je obzvlášť důležité ve vědě, kde výzkum musí splňovat vysoké standardy tzv. vědecké metody, podle níž musí být každá hypotéza potvrzena experimentem nebo pozorováním a obstát v náročných zkouškách logických protiargumentů. Dělení na jednotlivé logické bloky je také

velmi praktické, umožňuje vědcům nezávisle vyřešit dílčí témata a zároveň lépe chápat vzájemné souvislosti mezi nimi. Hlavní rozdíl mezi vědami je tedy dán hranicí, kde se badatel při tomto rozdělování zastaví. Ne nadarmo se říká, že fyzika končí tam, kde začíná chemie, a ta končí tam, kde začíná biologie. V realitě jsou vazby mezi jednotlivými přírodními i společenskými vědami poněkud složitější, ale tato myšlenka platí, fyzika opravdu rozděluje zkoumané jevy na ty nejzákladnější bloky. Jinými slovy, fyzika jde víc „do hloubky“. To má samozřejmě za následek, že často nedokáže vysvětlit komplexnější systémy, které studuje biologie nebo sociologie. Pokud s těmito vědami spolupracuje, operuje fyzika jen ve velmi omezeném a specifickém rozmezí témat.

Jak již bylo naznačeno, musíme si ve fyzice nejdříve každý problém rozdělit na jednotlivé dílčí celky, které můžeme řešit nezávisle. Například pokud se vědec snaží pochopit, co způsobuje polární záři, tak se po prvotní úvaze o možných důvodech věnuje nejdříve studiu magnetického pole Země, dále zkoumání složek proudu nabitých částic ze Slunce (tzv. sluneční vítr), aktivitě Slunce, interakci částic s magnetickým polem a také chování plazmatu, tedy ionizovaného plynu, za podmínek panujících v horní vrstvě zemské atmosféry. Poté fyzik hledá nebo studuje logické návaznosti a souvislosti. V tuto chvíli jednotlivé prozkoumané složky spojí do celkové struktury, která již bývá komplexní.

Ve vědeckém žargonu tomuto procesu říkáme „vytvoření modelu“ pro popis skutečnosti. Tento model bývá ve fyzice z velké části nebo plně matematický. Velmi často se tyto výpočty a rovnice řeší pomocí počítačů, protože se většinou jedná o výpočty velmi náročné, které by člověk nevyřešil v reálném čase. Někdy jsou dokonce natolik složité, že i počítače musejí používat „zkratky“ nebo „zjednodušení“, bez kterých by