
TÉMA: DEN VĚDY IV. Einsteinův zápisník

TÉMA: DEN VĚDY IV. Einsteinův zápisník

Rozhovor s doc. RNDr. Milošem Rotterem, CSc., pracovníkem katedry fyziky nízkých teplot Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy

Naposledy se vracíme k tématu Den vědy na pražských vysokých školách 2008. Je to rozhovor levitační, hovořící o subtilních věcech, či spíše principech dotýkajících se nehlubších zákonů přírody a bytí. Beseda s „vědou“ je přátelskou rozpravou, která může prohloubit vidění a perspektivy tohoto oboru o další odstín. Na otázky trpělivě odpovídal doc. RNDr. Miloš Rotter, CSc., pracovník katedry fyziky nízkých teplot Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy.

Když přijdu k vašemu stánku jako člověk se vzděláním v humanitních oborech a vidím už jen tu převahu fyzikálních termínů, což je pro vás denní chleba, vzbuzuje to ve mně posvátnou hrůzu a úctu a... jak bych to jen řekla, prostě jsem jinak orientovaná. Co si mám pod experimentem „Supravodivost - levitace v magnetickém poli“ představit? Vysvětlíte mi to, prosím, jako laikovi...

Levitace je levitace, to je obecný, známý pojem, to je vznášení se. Třeba „Mohamed levituje ve svém hrobě,“ nevím, jestli je to korektní politicky a nábožensky, ale je to tak, skutečně levituje.

A levitujeme teď i my dva?

My tedy teď nelevitujeme. Levitace se projevuje v některých případech a je to vždycky umělá záležitost. Kouzelníci předvádějí, jak se levituje, ale k tomu mají různá zařízení, která jsou udělána tak, že je nevidíte. My tady na stánku levitujeme na magnetickém poli - magnetické pole je docela dobrý prostředek, aby nám levitaci umožnilo. A k tomu používáme supravodič, který má tu vlastnost, že v magnetickém poli se chová podivně, tak jako se nechová žádný jiný materiál, on totiž ze sebe vytlačí siločáry magnetického pole. A tohle vytlačení je vlastně silový projev. Deformace siločar vytváří to, čemu říkáme gradient pole, tzn. rozdílné hodnoty v různých místech a ty působí silou. Síla působí na supravodič v magnetickém poli, nebo, jak to tady ukazujeme, na magnet nad supravodičem. Takže ten magnet nad supravodičem se vznáší nebo naopak zase supravodič se vznáší nad magnetem. A to skutečně existuje, to tady ukážeme: Máme na to velmi dobré magnety ze slitin neodymu, železa a bóru, které mají velké tzv. magnetické sycení, čili je to silný permanentní magnet. Pod tím máme supravodič tzv. vysokoteplotní, kterému stačí teplota kapalného dusíku, který tady máme sebou, to je 77 Kelvinů nebo mínus 196 stupňů Celsia. On sám má tu teplotu, při které se stane supravodičem, je to tzv. Y-Ba-Cu-O - yttrium, baryum, měď, kyslík, tady máme vzoreček, jak to přesně je, tj. yttrium, baryum 3, měď 5, kyslík 7, mínus delta, a na tom delta záleží, jak dobrý to bude supravodič, ale to už je technologická záležitost. Čili takováhle lisovaná pastilka supravodiče se může projevoval levitací a to tady předvedeme. My to dokonce uděláme tak, že si vezmeme supravodič téhož druhu, který je ovšem masivní, má průměr asi 3 cm, teď je chladný, a máme tady také veliký kus magnetu, magnetickou dráhu, magnety seřazené za sebou ...

Nevcucne mi to foťák?

Ne, ale nedávejte to blízko k něčemu kovovému, je to neřád, protože opravdu přitáhne kde co. Čili řada magnetů, všechny polarizovány, severním pólem například, směřují nahoru, a já na ně položím ten supravodič, ochladím ho dusíkem a tím se stane supravodivým a projeví se vznášení, levitace. Mám tady takovou mašinku a ta mašinka bude nad supravodičem jezdit.

Ahááá, tak to je tedy ten super moderní vlak jezdící na magnetickém polštáři?

Ano, to se skutečně používá, v prezentaci mám ukázáno, jak takové skutečné, reálné, levitační magnetické vlaky vypadají. Zkouší se to v Německu, Německo postavilo v Šanghaji trať mezi letištěm a městem, která je v běžném provozu. V Japonsku to jsou zatím zkušební vlaky, které navazují na vysokorychlostní vlaky Šikanzen, ale žádný není v trvalém provozu. Japoncům se podařilo získat rychlost 458 km/h, což je zatím nejvyšší dosažená rychlost levitačního vlaku. TGV jezdí podobnou rychlostí, ale na kolech. Vlak levituje nad dráhou, což je vlastně kovový pás, a tam vytvářejí tzv. vířivé proudy svoje magnetické pole. Supravodivé magnety jsou ve vlaku, ty jednak nadnášejí, jednak stabilizují, a je tam pak lineární sériový motor, který vlak táhne. Je to dost složitá technologie, kterou my ostatní přesně neznáme, protože patří k řadě průmyslových tajemství, která se neukazují každému.

Jaké jsou další možnosti průmyslové aplikace tohoto jevu kromě dopravy?

U levitace další asi nejsou. Samotné supravodiče, jak je taky vidíme, vyrábí jedna česká firma a prodává je další, americké firmě, která vyrábí tzv. centrifugy. To je zařízení, které se točí vysokou rychlostí, používají to biologové, chemici, a supravodič nad magnetem se vznáší, čili nemá žádné tření a proto se může točit vysokou rychlostí. Na tom jsou centrifugy založeny a jsou velmi efektivní proti těm, které musí mít nějaká ložiska. Energie se samozřejmě spotřebovává méně, když není tření. Jinak tyto vysokoteplotní supravodiče slouží ke generaci magnetického pole. Ze

samotných vysokoteplotních supravodičů se zatím nedělají delší dráty, to je obtížné, ale umí se to udělat tak, že z toho jakési cívky vznikají, které snesou vysoká pole, což nesnese každý materiál, stačí jim kapalný dusík pro chlazení. To je obrovská výhoda, je to mnohem lacinější než kapalné hélium pro jakýkoliv klasický supravodič a dělají se z nich hlavně přívody ke klasickým magnetům. Takové magnety jsou dneska ze supravodiče ale kovového, jiného supravodiče z drátů niob-titanu, tak ty jsou použity v LHC (Large Hadron Collider), Velkém hadronovém vstřícném urychlovači v CERNu, který byl uveden do provozu, kde jsou obrovské magnety, obrovské dipóly, kvadrupóly, a jiné systémy. Jsou jich tam stovky a jsou tam použity stovky tun kapalného hélia. Je to obrovské zařízení mimo naši představivost běžné laboratoře a tohle tam běhá a dosáhne se největší urychlovací energie. Očekává se, že se v interakci částic toho, co vytváří vnitřek, jádro atomu, objeví něco nového.

Vznikly tyto objevy a projekty, kterými se zabýváte, na přímou objednávku např. dopravního podniku nebo výrobce vlaků nebo jste bádali o tomto jevu nezávisle a pak jste měli určitý výstup, kterého se zmocnila průmyslová sféra?

Samotný objev vůbec nebyl cílený, byl zcela obecný, fyzikální, základní, totiž zjistit, co se stane s vedením proudu ve vodiči, když ho ochladíme. Byly různé teorie, ale dokud nebyla nízká teplota, která by to dokázala experimentálně ověřit, tak teorie mohou být všelijaké, krásné, ale byly naprosto protichůdné. Zkapalnění hélia, které v r. 1908 po 25letém úsilí dokázal Heike Kamerlingh-Onnes - existence helia na zemi byla tehdy známa pouze třináct let, předtím bylo objeveno na slunci -, umožnilo pokusy, které vedly k objevu supravodivosti ve rtuti. Tady máme obrázek, jak to vypadá, jak odpor rtuti klesne najednou na neměřitelnou hodnotu. Tehdy se usoudilo velmi moudře a prozíravě, že je to supravodivost, že odpor je nula. Představit si ve fyzice nulu je problém, vždycky je něco malého neměřitelného, ale toto je čistá nula, jediná nula ve fyzice, říká se. Čili tyto materiály najednou byly vhodné na to, aby se z nich udělaly cívky na vytváření silných magnetických polí. Ale ukázalo se, že to nejde, že supravodič, jakmile sám generuje svoje magnetické pole, se taky sám zruší, v magnetickém poli prostě nemůže fungovat jako supravodič. Ale šlo se dál, hledaly se další materiály, a to už byl cílený výzkum. A našly se slitiny, ze kterých se podařilo udělat dráty. Dneska jsou to ty dráty, které vytvoří třeba 7 tesla v CERNu, nebo dnešní vrcholné hodnoty jsou 16 tesla, což je hrozně moc. Zemské magnetické pole jsou desítky mili tesla. Taková pole se používají pro spektroskopii jaderné magnetické rezonance, pro urychlovače, užívají se v magnetických rezonančních skenerech pro medicínu jako nebolavá, neškodná doplňková metoda rentgenu, která už dokázala mnohé věci, dokáže třeba přesně určit a rozlišit rakovinnou tkáň nebo léze, což rentgen neumí.

Co ještě o supravodivosti nevíme a jaké změny ve společnosti způsobil nebo může způsobit váš objev?

Především to není můj objev. My se na tom jen trošičku podíli jsme a bádáme o mikroskopických vlastnostech, o kterých jsem tady ani nemluvil, ale které jsou důležité proto, abychom to pochopili. Třeba supravodivost tohoto vysokoteplotního supravodiče, jeho podstata, není pořád jasná. Léta na tom pracují tisíce lidí, tisíce laboratoří a výzkum spotřeboval už miliony dolarů, ale stále není jasné, jak to opravdu přesně je, jak na sebe působí částice, elektrony s mřížkou. Rok 1908, kdy bylo získáno kapalné hélium, a rok 1911, kdy byla objevena supravodivost, znamenal pro fyziku a pro vědu jakýsi mezník, protože to byla nejen možnost otevřít celou oblast výzkumu, ale zároveň vznikla v holandském Leidenu první laboratoř moderního typu - otevřená, vystavěná systematicky a průmyslovým způsobem, kde pracovali lidé z ciziny a výsledky se okamžitě publikovaly. Na univerzitě v Leidenu vznikla současně škola, kde se vychovávali foukači skla, tehdy to bylo pro aparatury nesmírně důležité, technici na jemnou mechaniku, takže zároveň s nimi sdíleli prostory na univerzitě tihle mladí muži, kteří se učili řemeslu, aby laboratoř měla k dispozici ty nejlepší mechaniky. To je něco, na co se dneska nemyslí. Dneska se chce všechno koupit a dělat vědu tak, že koupím aparaturu a zmáčknou knoflík, pustím počítač a padají výsledky - ono to tak není. Zapomíná se na to, že je potřeba, aby tady bylo zázemí, a oni to velmi dobře věděli. Čili to byl další mezník - uvědomění si, že nastává jiná doba, doba systematického výzkumu průmyslovým způsobem.

V čem je dnešní věda jiná a v čem zůstává pořád stejná?

Věda by v základech, tzn. v jistých etických principech, měla být pořád stejná. Pokrokem je informační technologie, informační otevřenost, poznatky se dneska šíří velmi rychle, je možnost rychlé konfrontace. A věda na rozdíl od nevědy, neříkám zrovna pavědy, ona to může být paralelní věda, to obecný člověk nerozlišuje, je v tom, že se stále ověřuje a prověřuje. Přijdete s myšlenkou a buď o tom napíšete knihu a pořádáte přednášky nebo školíte senzibily a předstíráte, že je to věda, ale to není věda. Věda je o tom, že se myšlenka publikuje, že se oponuje, že přicházejí další a pověřují, zda je to pravda nebo není a vyvíjí se to. Vědecká pravda je vždycky relativní, my ji slavíme, dáváme Nobelovy ceny, ale může být, že za čas někdo přijde s tím, že takhle přesně to není. Neříkáme, že Newton byl lhář, protože přišel Einstein a ukázal, že je to jinak, Newtonova mechanika pořád platí až do jistých mezí, kdy nastupují Einsteinovy ideje. A přicházejí další lidé, kteří říkají: „Není to tak, Einstein neměl pravdu, je to trochu jinak.“ Jak, to dneska nevíme, zatím to nikdo nevyvrátil a všechno dobře funguje, pokud jsme schopni to ověřit. Jsou to velmi jemné procesy. Myšlenky a teorie existují současně, dokonce i takové divoké věci jako teorie éteru a potom teorie elektromagnetického pole, která ji vlastně vyvrátila - to nebylo tak, že by se vědec, který celý život zasvětil éteru, potom upálil na hranici. On přispěl svým bádáním a výsledky k tomu, že někdo to shrnul a řekl: „Je to takhle!“ A na takového člověka se čeká. My, malí mraveněci, měříme, hromadíme výsledky, publikujeme, vyrábíme a vymýšlíme aparatury, po nás je někdo převezme, převezme naše výsledky nebo po nich pes neštěkne... prostě vytváříme takové zázemí, že pak někdo přijde a řekne: „... ten se asi spletl, protože je to takhle. Musíme se na to podívat úplně jinak.“

Jsou věda a vědecké objevy věci oné mravenčí práce, o které jste se zmínil, nebo spíš záležitostí výrazných osobností jako byl Einstein a další?

Nemůže být, protože těch je málo. Zrovna tak jako se kdysi nějaký novinář ptal Einsteina, kam si zapisuje ty velké ideje, jestli na to má nějaký zápisník. A on říká: „Těch velkých idejí, co člověk má, je tak málo, že si je pamatuje.“

Zmínil jste ještě další zajímavou věc a to je věda a etika. Z historie jsou známy případy zneužití vynálezů, to svědčí o tom, že člověk zřejmě morálně nedorostl vědeckým vynálezům. Jak se věda může těmto zneužitím bránit?

Těžko, protože vy musíte být otevření, vy to musíte dát k dispozici. Někdy měli vědci strach z toho, co se s jejich objevem může stát, typická je řetězová reakce a atomová bomba, a začali výzkum brzdit. Ale ten zbrzdit nelze, v určité fázi se jim už vymyká. Vědci pracovali na tom, aby jev poznali a dobře popsali a viděli, jaká to má úskalí, ale oni sami bombu nestavěli - když vybuchla, byli špatní z toho, co to způsobili. Ale kdyby to neudělali oni, za pět let by na to přišel někdo jiný. Tehdy šlo o to, aby na atomovou bombu nepřišli Němci dřív než spojenci, a pak zase dřív než Sovětský svaz, ale ti to rychle dohnali a snažili se Západ předejít, v tom už ale vědci neparticipují.

Prolínání vědy a politiky - je to něco, čemu se nedá vyhnout?

Nedá se tomu vyhnout, ale věda má štěstí v tom, že jí politici tolik nerozumějí a nemůžou se do toho tolik vrtat jako třeba do kultury. Kultuře každý politik rozumí nesmírně a vždycky poradí, jak to má být, jak se má malovat, jak se má psát, jaké filmy točit. I pedagogice rozumí každý, ale před vědou mají jakýsi ostych, což je na jednu stranu škoda, protože to třeba odrazuje lidi, kteří by mohli něco pro vědu udělat. Věda nepotřebuje jenom geniální mladé lidi, ze kterých vyrostou třeba Einstein, abych to přehnal, ale potřebujeme i ty mravenečky, kteří budou vědu s námi dělat, budou nám pomáhat a převezmou to po nás. A hlavně budou lepší než my - to je vždycky potřeba, aby nás přerostli a dovedli poznání dál. Věda je mezinárodní, je to celý komplex - říká se: česká věda... a jak je na tom česká věda a tak dál..., ale je to česká věda, když hoch odjede do Los Alamos a tam pár let bádá a pak se sem vrátí, tady novou metodu zavede a rozvíjí dál? Je to česká věda nebo americká? Věda je prostě mezinárodní a vy poznání dáváte v plen a musíte ho dát. Samozřejmě, někde mohou být nějaké zábrany třeba vojenský výzkum a podobně, ale to se podrží jen chvíli a nakonec se vědění stejně stane věcí veřejnou. A my jsme jako Univerzita Karlova veřejnou službou. Musíme vědu dělat a děláme ji rádi.

Co víc obohacuje lidský život - věda nebo umění a kultura? Oba tyto póly lidského ducha zkoumají podobné principy a dospívají k podobným závěrům...

Podobnost je jistě v tom, že to dělá pořád člověk, jeho mysl. A člověk potřebuje nejen vědu, tu potřebuje pro materiální blaho, protože z ní vznikají podmínky pro život. Můžeme si říkat, že se navrátíme k přírodě, ale navracet se k ní budeme v oblečení, které bylo vyrobeno průmyslově, a v automobilech po silnicích - prostě je to falešné, nemůžeme říct, že nepotřebujeme průmysl. Vědu potřebujeme zcela jistě, ale nesmí se zneužít. Duchovní nadstavba ať věda nebo umění tady pořád je a obhospodařuje jinou stránku člověka. Proto se může, a u jistých osobností to tak vždycky bylo, snoubit věda s vírou - Einstein, Grygar, Vopěnka, to jsou lidé, kteří jsou hluboce věřící a zároveň špičkoví vědci, zcela racionální, čili věda a víra se nemusí spolu hádat, může to jít dohromady, a věda do těchto oblastí neleze. Už nevím, koho se jednou novináři ptali, jakou v tom jeho vesmíru hraje roli Bůh? A on řekl: „Víte, s touhle hypotézou jsem nepracoval.“

Pane docente, děkuji za rozhovor.



doc. RNDr. Miloš Rotter, CSc., pracovník katedry fyziky nízkých teplot Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy



doc. RNDr. Miloš Rotter, CSc. předvádí experiment supravodivosti - levitace v magnetickém poli, Den vědy, VŠE, Praha, 21. 11. 2008

(Marie Kohoutová)