

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Josef Kvasnica

Lev Davidovič Landau (1908-1968)

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 23 (1978), No. 5, 241–245

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138210>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1978

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

## Lev Davidovič Landau\*)

(1908—1968)

*Jozef Kvasnica, Praha*

Na letošní rok připadají dvě kulatá výročí Lva Davidoviče Landaua: 70 let od narození a 10 let od jeho úmrtí. Je to vhodná příležitost připomenout si lidský profil a vědecké dílo této výjimečné osobnosti v teoretické fyzice.

Poněvadž Lev Davidovič měl vzácný smysl pro humor a legraci (i na svůj vlastní účet), dovolím si vsunout i několik humorných historek.

Lev Davidovič Landau se narodil 22. ledna 1908 v Baku. Jeho otec byl inženýrem, matka lékařkou. Přes výjimečný matematický a fyzikální talent jej rodiče zapsali na obchodní školu, kterou mladý Landau brzy opustil. (Jeho přátelé často ironicky poznamenávali, že to bylo k velké škodě sovětského obchodu, který tím ztratil nadějného vedoucího.) Jako čtrnáctiletý mladík se zapsal na univerzitu v Baku, a to současně na dvě fakulty: fyzikálně matematickou a chemickou. Chemická studia však brzy zanechal, poněvadž — jak sám říkal — nebavila jej pokoutní výroba různých destilátů. (Od té doby se prý datuje jeho nechuť k alkoholickým nápojům.) V roce 1924 přestoupil na univerzitu do Leningradu, která byla v té době uznávaným centrem sovětské fyziky.

Byla to doba zrodu a formování základních principů kvantové mechaniky. Landau se aktivně podílel na rozvoji nové teorie ještě jako posluchač leningradské univerzity. Již roku 1926 (jako osmnáctiletý student!) v práci o brzdném záření zavádí pojem neúplného kvantově mechanického popisu — matice hustoty, která je dodnes základem kvantové statistiky. Zavedení matice hustoty se často neprávem připisuje von NEUMANNOVI, ačkoli John von Neumann se ve své klasické knize *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik* odvolává na práci Landauovu.

Univerzitní studia Landau ukončil 20. ledna 1927, dva dny před svými devatenáctými narozeninami, a stává se aspirantem Fyzikálně technického ústavu AV SSSR.

Koncem roku 1928 byl vyslán na delší studijní pobyt do zahraničí, kde pracoval u nejproslulejších světových fyziků (BOHR, DIRAC, EINSTEIN, EHRENFEST, PAULI). Nejdéle se zdržel v Ústavu teoretické fyziky v Kodani u Nielse Bohra. Bohrův ústav byl v té době uznávanou Mekou teoretických fyziků, kde se ve vášnivých diskusích rodily nové práce, jimž se dostalo nejvyššího „posvěcení“ samotným Bohrem.

\*) Autor doplnil svůj článek několika perličkami z Landauova života. Jsou zařazeny v tomto čísle místo obvyklých citátů. (Pozn. red.)

Landauova aktivita na těchto seminářích dala podnět k řadě karikatur, z nichž nejznámější je ta, na níž GAMOV zobrazil Landaua s roubíkem v ústech, přivázaného na židli, nad níž se sklání Bohr s prosbou: „Bitte, bitte, Landau, ich muss nur ein Wort sagen.“

Zde se také zrodila známá Landauova-Peierlsova práce o měřitelnosti elektromagnetického pole. Kvantování elektromagnetického pole totiž přivádí k jistým ohraničením na současnou měřitelnost dvou komponent pole (což je způsobeno nekomutativností operátorů komponent pole), nevede však k žádným omezením při definici jednotlivé komponenty. Výsledkem tohoto rozboru jsou dnes všeobecně známé vztahy o nelokalizovatelnosti fotonu.

V Curychu u Pauliho se Landau zabýval magnetickými vlastnostmi degenerovaného elektronového plynu. Prvním krokem bylo nalezení energetického spektra elektronu v homogenním magnetickém poli; šlo především o vliv spinu na toto spektrum. (Tento Landauův postup se dodnes uvádí ve všech učebnicích kvantové mechaniky.) Pomocí statistické fyziky pak dospěl k závěru, že spin elektronů vede k diamagnetickým vlastnostem elektronového plynu (Landauův diamagnetismus), přičemž diamagnetická část susceptibility je rovna jedné třetině susceptibility paramagnetické, způsobené orbitálním pohybem elektronů.

Po návratu ze zahraničí Landau začal znovu pracovat v Leningradě ve Fyzikálně technickém ústavu. Po roztržce s ředitelem ústavu, akademikem JOFFEM, odchází do Charkova, kde je brzy nato jmenován vedoucím teoretického oddělení charkovského Fyzikálnětechnického ústavu. Zde Landau našel na několik let klid a pochopení pro svoji práci vědeckou a pedagogickou. Charkov byl v té době druhým nejvýznamnějším centrem sovětské fyziky, především jaderné fyziky. Častými hosty zde byli přední světoví teoretici jako BOHR, PAULI, PEIERLS, WEISSKOPF a řada dalších.

Z charkovského období si připomeneme alespoň sérii prací věnovaných teorii fázových přechodů. Poprvé je zde formulována termodynamická teorie doménové struktury feromagnetik, kterou s nepatrnými obměnami lze aplikovat i na jiné typy fázových přechodů druhého druhu.

V Charkově začala i mimořádně úspěšná Landauova činnost pedagogická. Vychoval řadu svých světově proslulých žáků a spolupracovníků (E. M. LIFŠIC, A. I. ACHIEZER, I. JA. POMERANČUK, A. S. KOMPANĚJEC, V. G. LEVIČ a další). Zde také začal vytvářet své proslulé teoretické minimum, což byl soubor deseti zkoušek z matematiky a teoretické fyziky, které musel uchazeč bez úhony absolvovat, aby se mohl stát Landauovým žákem. Při každé zkoušce dostával uchazeč řadu problémů, které musel vyřešit, aby prokázal aktivní znalost prostudované látky. Doba každé takové zkoušky byla určena „Landauovou normou“, což bylo minimálně čtyři hodiny, během nichž měl schopný adept všechny zadané problémy úspěšně a do konce vyřešit. Není proto divu, že Landauovi žáci nazvali tyto zkouškové galeje Landauovou bariérou. Do konce Landauova života se podařilo překlenout tuto bariéru pouze 43 šťastlivcům. O tom, jak jsem tuto bariéru překonával, se zmíním později ve svých osobních vzpomínkách.

V únoru 1937 po konfliktu s rektorem charkovské univerzity, přešel Landau do Moskvy do Ústavu fyzikálních problémů, jehož ředitelem byl P. L. KAPICA. Kapičův ústav (mezi fyziky zvaný Kapičnick) je dodnes zcela výjimečným ústavem v SSSR, což je

dáno osobností a vlivem akademika Kapici. Zde také Landau konečně našel podmínky, v nichž jeho výjimečná osobnost nevyvolávala ani závist, ani nové konflikty (což obvykle spolu souvisí), nýbrž získávala všeobecné uznání a prostor.

Brzy po příchodu do Moskvy se Landau začal zabývat teorií atomových jader a teorií kosmického záření. V těchto pracích se projevila jeho mimořádná schopnost přenášet myšlenky a metody jedné fyzikální disciplíny do jiných „netradičních“ disciplín. Konkrétně řečeno, Landau aplikoval teorii fermionového plynu na atomové jádro a získal důležitý vztah mezi excitační energií a hustotou hladin. To je dodnes základem statistické teorie jaderných reakcí. Vybuodoval relativistickou hydrodynamiku a s její pomocí vysvětlil základní vlastnosti spršek (lavin) kosmického záření. Už v té době je Landau všeobecně uznáván za jednoho z předních světových teoretických fyziků.

Závist a zášť lidí chudých duchem nezná hranic. Jeden bývalý Landauův spolupracovník z Charkova vykonstruoval falešné obvinění L. D. Landaua ze špionáže; na základě toho byl Landau na jaře roku 1938 zatčen. Pouze bezpříkladné osobní statečnosti akademika Kapici lze děkovat, že Landau byl z vězení po roce propuštěn a rehabilitován.

Shodou okolností připadlo Landauovo propuštění z vězení právě do doby, kdy Kapica objevil supratekutost hélia. Landau brzy pochopil, že jde o specifickou vlastnost nového stavu hmoty – bosonové kvantové kapaliny. Vypracoval mikroskopickou teorii takové kapaliny a vysvětlil řadu jejich podivuhodných vlastností (vymizení vazkosti, vedení tepla, šíření zvuku apod.) a vybuodoval také hydrodynamiku supratekuté kapaliny. Čtenářům je jistě známo, že za tyto práce se Landauovi dostalo nejvyššího mezinárodního uznání: udělení Nobelovy ceny za fyziku v roce 1962.

Během druhé světové války se Landau zabýval především naléhavými úkoly souvisejícími s obranou ohrožené vlasti: teorií spalování, teorií detonace a rázových vln. Do tohoto období spadají také počátky sovětského výzkumu využití jaderné energie. Dnes už není tajemstvím, že Landauovy práce přispěly podstatnou měrou k vybudování sovětského jaderného potenciálu.

Za nesporné zásluhy o rozvoj sovětské fyziky se Landauovi dostalo nejvyšších poct a uznání: roku 1944 byl zvolen akademikem, třikrát byl vyznamenán Stalinovou cenou, třikrát Leninovou cenou, je dvojnásobným nositelem Leninova řádu a titulu hrdina socialistické práce.

Přichází uznání i ze zahraničí. Stává se členem významných akademií (dánské, holandské, americké, britské, ...), čestným doktorem předních světových univerzit a dostává několik významných mezinárodních cen. (O udělení nejvyšší mezinárodní pocty – Nobelovy ceny – jsme se již zmínili.) Čtenář si zajisté povšiml, že mezi těmito institucemi, jež ocenily Landauovo vědecké dílo, není ani ČSAV, ani Univerzita Karlova, a bude se právem ptát, proč tomu tak bylo. Omlouvám se zvědavému čtenáři za to, že mu musím zůstat dlužen vysvětlení.

Všechny tyto pocty, z nichž by se mnohému zatočila hlava, podněcovaly Landaua k ještě větší tvůrčí aktivitě. Mnoho jiných lidí by klidně složilo ruce v klín, kochalo se pohledem na své dílo a citovalo si přítom známé Ovidiovo dvouverší

*Exegi monumentum aere perennius  
regalique situs pyramidae altius.*

Poválečné období je charakterizováno prudkým rozvojem všech fyzikálních oborů. Je přirozené, že Landau nezůstal stranou tohoto dění. Aktivně se zabývá širokým spektrem aktuálních problémů, o nichž se – vzhledem k omezenému rozsahu této vzpomínky – zmíníme většinou pouze telegraficky.

Na prvním místě je to cyklus prací věnovaných kvantové teorii pole a teorii elementárních částic: klasifikace stavu dvou fotonů, zobecnění poruchové teorie, odstínění elektro-nového náboje na malých vzdálenostech, zákon zachování kombinované parity při rozpadu beta.

Z tohoto období si ještě připomeneme Landauovy práce věnované teorii fermionových kapalin: výpočet spektra excitací, šíření zvuku a jeho absorpce, výpočet mechanických a magnetických vlastností takové kapaliny. Tyto práce byly vpravdě průkopnické nejen po stránce obsahové, ale i metodické, a jsou dodnes základem teorie kvantových kapalin.

Tento tvůrčí rozlet byl náhle přerván nešťastnou automobilovou havárií dne 7. ledna 1962 na předměstí Moskvy. K záchraně Landauova života se sjelo do Moskvy mezinárodní lékařské koncilium nejlepších světových odborníků (mezi nimi i prof. KUNC z Prahy). Landauův život se sice podařilo na čas zachránit, avšak těžké poranění mozku již nedovolilo vrátit světové vědě Landaua – fyzika.

Dne 1. dubna 1968 Landau umírá. Teoretická fyzika ztratila nejen velkého člověka a vynikajícího představitele, ale pravděpodobně také svého posledního polyhistora.

Kromě všestranné činnosti badatelské je třeba vysoce vyzvednout i Landauovu činnost pedagogickou. Landauovu vědeckou školu tvoří dnes již několik generací světově proslulých sovětských fyziků. LANDAUŮV-LIFŠICŮV *Kurs teoretické fyziky* je unikátním dílem ve fyzikální literatuře, a to jak obsahem, tak jednotou pojetí celé teoretické fyziky.

V teoretické fyzice viděl především metodu poznání přírody. Landauovy přednášky vynikaly jasností výkladu a nesly zjevnou pečel stylu jeho vlastní vědecké práce: vyhmátnout ve vědeckých problémech jejich podstatu a tu potom vyřešit a vysvětlit „metodou teoretické fyziky“.

Landauovy přednášky se těšily mimořádné oblibě, kdežto zkoušky byly u něho hoto-vým postrachem. Jako examinátor byl neobyčejně přísný, avšak absolutně spravedlivý. Vycházel při tom ze zásady, že teoretická fyzika je vědou exaktní, a proto uchazeč musí při zkoušce prokázat exaktní znalost problému. Z toho důvodu byl vyznavačem pouze dvou klasifikačních stupňů: výborně a nedostatečně. Pro posluchače bylo štěstím, že sám je zkoušel pouze výjimečně a namátkově.

Aspirantů však bylo podstatně méně, a tak si mohl náležitě prověřit jejich koeficient průniku Landauovou bariérou. O překvapení nebylo nikdy nouze. První zkoušku z této bariéry jsem absolvoval, aniž jsem fakticky věděl, že zkoušku dělám. Landau mě začal zkoušet z matematiky ihned poté, co jsem mu byl představen na moskevské univerzitě. Zkoušení pokračovalo cestou po schodech i v automobilu a končilo v jeho bytě. Po zdolání všech úskalí jsem se dověděl, že jsem právě absolvoval první stupeň Landauovy bariéry, která má devět dalších (a obtížnějších) stupňů s velice malým koeficientem prů-niku. Nenechal jsem se odradit a časem jsem dospěl k „desátému stupni ke zlaté“, jímž měla být zkouška z kvantové teorie pole a teorie elementárních částic. Byl jsem však

zkoušen z hydrodynamiky, teorie pružnosti, statistické fyziky, atd., zkrátka ze všeho kromě toho, z čeho jsem měl zkoušku dělat. Nebyl to omyl anebo nedorozumění, nýbrž záměr zjistit, co si z těch devíti předchozích stupňů pamatuji... Pokládal jsem to za ránu pod pás, avšak jen do té doby, než mně Landau popřál k tomu, že jsem jubilejním (čtyřicátým) maratoncem, jemuž se podařilo proniknout celou bariérou.

Zvláštní kapitolou byly Landauovy semináře. Začínaly přesně v 11,00 hod. ve čtvrtek a řídily se tzv. Landauovým algoritmem: přednášející musel stručně a jasně říci základní předpoklady, zdůvodnit výchozí rovnice, uvést výsledky a shrnout závěry (jsou-li nějaké). Všechno ostatní (složité výpočty) se pokládalo za jasnou záležitost...

Na Landauových přednáškách a seminářích nikdy nescházel zdravý humor, který jej neopustil do posledních chvil jeho života. Na vyprávění různých humorných historek z jeho života nám však už nezbývá místo.

Přes všechny pocty, slávu a uznání Landau zůstal skromným a přístupným člověkem. Kdokoliv mohl za ním přijít poradit se a podiskutovat o vědeckých problémech. A není třeba zdůrazňovat, že to byla rada i kritika z úst osoby nejpovolnější.

V tomto vzpomínkovém medailónu jsem se snažil vystihnout alespoň hlavní rys Landauovy osobnosti a jeho titanského díla. Jinak ani nelze, poněvadž Landauovy práce zasahují do všech oblastí teoretické fyziky – od hydrodynamiky až po teorii elementárních částic – podstatnou měrou obohatily všechny tyto fyzikální disciplíny.

Proto jméno a vědecké dílo akademika Lva Davidoviče Landaua patří dnes právem do kategorie základních fyzikálních pojmů.

---

L. D. Landau uznával pouze dva klasifikační stupně: výborně a nedostatečně. Naštěstí však posluchače zkoušeli jeho mladší spolupracovníci s měkčím srdcem. Občas se však znenadání objevil sám veliký Dau, což pro postižené znamenalo katastrofu. V létě 1956 měl při zkoušce z elektromagnetického pole hned první den „skóre“ 30 : 1. Posluchači proto přijali s neskryvanou úlevou, když jsem se následujícího dne objevil v roli examinátora. Nenadálý Landauův příchod však způsobil, že jsme zůstali v posluchárně pouze my dva. Když jsme konečně zastihli vystrašené posluchače na chodbě, Landau se jim snažil dodat odvahy: „Kdo půjde ke mně dobrovolně první, zaručuji mu o stupeň lepší známku“. Jeden duchapřítomný posluchač podal Landauovi svůj index a požádal jej, aby mu rovnou zapsal trojku, což Dau bez váhání učinil. Tuto jedinou výjimku ze své klasifikační stupnice vysvětlil prostě: „Chtěl jsem si ověřit, zdali někoho na-

padne, že po daném slibu mu nemohu dát nedostatečnou.“

Když jsem úspěšně absolvoval Landauovu bariéru, šel jsem to ohlásit na oddělení pro vědecké hodnosti MGU. Vedoucí oddělení mne hned zavedla k děkanovi fyzikální fakulty, aby mu představila nového „maratónského vítěze“. Děkan sice sdílel moji neskryvanou radost, avšak při loučení poznamenal: „Ty zkoušky, co jste skládal v Landauově kumbále, to u nás stejně neplatí.“ (Aspirantské zkoušky jsou přece komisionální!) Zdrčen vypravil jsem se za Landauem, jenž se s chutí zasmál tomuto „problému“. Poté okamžitě pozval akademiky Ginzburga, Migdala a Pomerančuka, člena korespondenta Lifšice a vystavil příslušný protokol s ironickou poznámkou na adresu děkana, že pokud pět podpisů nestačí, s potěšením obstará další. Děkan, zjevně znechucen, kapituloval. J. K.