

NOVĚ NALEZENÝ POSUDEK ALBERTA EINSTEINA NA PRÁCI JULIA SUCHÉHO O TEPELNÉM ZÁŘENÍ

JANA RATAJOVÁ

DOI: 10.14712/23365730.2019.21

V loňském roce byly Archivu UK předloženy k posouzení dvě písemnosti týkající se habilitace českého fyzika Julia Suchého, které byly v soukromém vlastnictví rodiny. Jedná se o posudek A. Einsteina na práci Julia Suchého o tepelném záření, která vyšla v časopise „Annalen der Physik“, a zprávu profesora H. A. Lorentze o činnosti Julia Suchého na univerzitě v Leidenu. Einsteinův posudek byl vyhotoven přímo na žádost Suchého a ten si zřejmě ponechal jeho originál. Zda byl v habilitačním spise uložen nějaký opis, není dnes možné zjistit, protože v archivu ČVUT se habilitační spis Julia Suchého nedochoval.¹ Oba dokumenty byly v červnu 2019 prodány. Majitelka těchto písemností souhlasila před prodejem s publikováním obou dokumentů, které zajímavým způsobem vypovídají nejen o Einsteinově pobytu v Praze,² ale také o kontaktech mezi českou a německou vědeckou obcí i o napojení českých fyziků na špičková evropská pracoviště. K témuž přispívají i dopisy J. Suchého H. A. Lorentzovi zveřejněné v závěru příspěvku E. Těšínské.³

Ediční poznámka:

Dokumenty byly v souladu s obecně přijatými doporučeními pro novověké německé texty transkribovány, tedy přepsány podle dnešních pravopisných zásad.⁴ To se týká především interpunkce a grafické stránky textu (např. psaní *ss* a *ß*, psaní velkých/malých písmen, velkých umlautů apod.), modernizačních zásahů však bylo třeba poměrně málo. Oba texty jsou psány latinkou a nikoliv v té době ještě běžným kurentem. Edice je opatřena českým překladem a doplněna fotografiemi editovaných dokumentů.

¹ Za informaci děkuji dr. E. Těšínské.

² Albert Einstein působil v Praze od letního semestru 1911 do letního semestru 1912, posudek pochází tedy až ze samého konce jeho pražského působení. K Einsteinovu pobytu v Praze se váže rozsáhlá bibliografie, za všechny lze jmenovat alespoň příspěvek Jana Havránka dokumentující nemnohé materiály svázané s Einsteinovým pražským pobytem uložené v univerzitním archivu: Jan HAVRÁNEK, *Materiály k Einsteinovu pražskému působení z Archivu Univerzity Karlovy*, AUC-HUCP 20/1, 1980, s. 109–134.

³ Příspěvek Emilie Těšínské v tomto svazku se věnuje Juliu Suchému a jeho habilitaci podrobněji.

⁴ Ivan ŠTOVIČEK a kol., *Zásady vydávání novověkých historických pramenů z období od počátku 16. století do současnosti*, Praha 2002, s. 61.

Posudek Alberta Einsteina na práci Julia Suchého o tepelném záření, 15. 7. 1912

Rukopis, 2 strany, razítko Ústavu pro teoretickou fyziku německé Karlo-Ferdinandovy Univerzity v Praze

Herr Dr. J. Suchý ersuchte mich darum, ich möge ein kurzes Gutachten über seine in den „Annalen der Physik“ publizierte Arbeit „Wärmestrahlung und Wärmeleitung“⁵ abgeben. Dieser Aufforderung komme ich gerne mit den folgenden Zeilen nach.

Das behandelte Problem liegt in der Frage: Welchen Anteil hat die Wärmestrahlung neben der molekular kinetisch übertragenen Wärme bei Vorgängen der Wärmeleitung? Ausgehend von den elektromagnetischen Grundgleichungen wird dargethan, dass es zwei Arten scheinbarer Wärmeleitung durch Strahlung gibt, die wohl auseinanderzuhalten sind. Bei der Übertragung der ersten Art haben wir es mit Zustrahlungen solcher Volumelemente zu thun, die hinreichend weit voneinander etnfernt sind, um die Ausbreitung der Strahlung als gradlinig ansehen zu können; ausserdem besteht aber eine Übertragung (zweiter Art) zwischen derart benachbarten Volumelementen, dass man mit der Hypothese gradliniger Ausbreitung nicht operieren darf.

Es wird gezeigt, dass sich die Ausbreitung erster Art ohne Zusatzhypthesen berechnen lässt. Dabei zeigt sich, dass bei Metallen, überhaupt bei stark absorbierenden Körpern diese Art der Ausbrei der Wärme einen verschwindend kleinen Beitrag zur gesamten Wärmeleitfähigkeit liefert. Andererseits zeigt sich aber, dass diese Übertragung erster Art weitaus die wichtigste Rolle spielt bei der Wärmeübertragung in mächtigen Gasschichten. Die Rechnung ist speziell für Kohlensäure durchgeführt.

Bei der Untersuchung der Ausbreitung zweiter Art (Zustrahlung sehr nahe benachbarter Volumteile) wird man auf ein räumliches Integral geführt, dessen Integrationsgrenzen davon abhängen, welches [!] die kleinste Entfernung v_0 ist, auf welche Volumteilchen der Materie noch Energie durch Strahlung austauschen. Da jenes Integral unendlich wird, wenn $v_0=0$ gesetzt wird, und eine exakte Ermittlung von v_0 unmöglich ist, so ist jene Ausbreitung 2. Art auch nicht exakt berechenbar. Der Beitrag, den die Ausbreitung zweiter Art zu der gesamten Wärmeleitung in stark absorbierenden Körpern, wie Metallen, beisteuert, kann aber erheblich werden und – wie in der Arbeit motiviert wird – zur Erklärung der Abweichungen vom Wiedemann-Franz'schen Gesetze herangezogen werden. Entnimmt man hypothetisch jenen Abweichungen den durch die Strahlungsvorgänge (2. Art) gelieferten Beitrag zum gesamten Wärmeleitvermögen, so kann man – wie der Verfasser zeigt – hieraus umgekehrt v_0 berechnen und erhält dafür interessanter Weise eine der Grössenordnung nach mit dem Abstand benachbarter Moleküle übereinstimmende Länge. Leider ist eine weiter gehende Vergleichung der Theorie mit dem Experiment unmöglich, weil nur die gesamte Wärmeleitung, nicht aber der durch Strahlung bewirkte Bruchteil derselben, bei stark absorbierenden Körpern (falls die Übertragung 2. Art überwiegt) Gegenstand der Erfahrung sein kann. Es können also über den Inhalt der Arbeit hinausgehende Prüfungen der Theorie dem Experiment nicht erhofft werden.

Wenn auch die Methoden, die in der Arbeit angewendet sind, von H. A. Lorentz herrühren, so bedurfte doch die Durchführung der Arbeit einer bemerkenswerten Beherrschung der modernen Elektrodynamik und einer anzuerkennenden geistigen Energie. Neu an den

⁵ Suchého práce vyšla roku 1911 (viz příspěvek E. Těšínské a jeho obrazová příloha).

Resultaten der Arbeit ist insbesondere die Berechnung der Grössenordnung der Strahlungsübertragung zweiter Art, dies [!] Resultat ist für die Auffassung der Wärmeleitung von unbestreitbarer Bedeutung.

Prag 15. VII 12

A. Einstein

Institut für theoretische Physik
an der k. k. deutschen Universität in Prag

Překlad do češtiny

Pan dr. J. Suchý mne požádal, abych vyhotovil krátký posudek na jeho práci „Tepelné záření a vedení tepla“, publikovanou v „Annalen der Physik“. Těto žádosti rád vyhovuji prostřednictvím následujících řádků.

Pojednávaný problém spočívá v otázce: Jaký je podíl tepelného záření vedle molekulárně-kinetického přenosu tepla v procesech vedení tepla? Vycházejí ze základních elektromagnetických rovnic, autor dovozuje, že existují dva druhy zjevného vedení tepla prostřednictvím záření, které je patrně nutno rozlišovat. Při přenosu prvního druhu máme co do činění s vyzařováním takových objemových elementů, které jsou od sebe dostatečně vzdáleny na to, abychom šíření záření mohli považovat za přímočaré; kromě toho ale existuje přenos (druhého typu) mezi těmito sousedními objemovými elementy, takže s hypotézou přímočarého šíření nemůžeme pracovat.

Autor ukazuje, že šíření prvního typu lze vypočítat bez dodatečných hypotéz. Přitom se ukazuje, že u kovů a vůbec u silně absorbujících těles má tento druh šíření tepla mizivě zanedbatelný podíl na celkové tepelné vodivosti. Na druhou stranu se ale ukazuje, že tento přenos prvního typu hraje zdaleka nejvýznamnější roli při přenosu tepla v mocných vrstvách plynu. Je proveden výpočet speciálně pro kyselinu uhličitou.⁶

Při studiu šíření druhého typu (vyzařování velmi blízce sousedících objemových dílů) dospějeme k integrálu, jehož integrační hranice závisejí na tom, jaká je nejmenší vzdálenost v_0 , na niž si ještě objemové dílky hmoty vyměňují energii zářením. Jelikož je tento integrál nekonečný, pokud platí, že $v_0 = 0$, a přesné zjištění v_0 není možné, tak ani toto šíření druhého typu nelze exaktně spočítat. Míra, kterou se šíření druhého typu podílí na celkovém vedení tepla v silně absorbujících tělesech, jako jsou kovy, může být ale značná a – jak je v práci dovozeno – může být využita k vysvětlení odchylek od Wiedemannova-Franzova zákona. Odstraníme-li hypoteticky z těchto odchylek onen podíl, kterým se procesy záření (2. typu) podílejí na celkové tepelné vodivosti, tak z toho lze – jak autor dovozuje – zpětně vypočítat v_0 a obdrží se, což je zajímavé, délka řádově shodná se vzdáleností sousedících molekul. Zevrubnější srovnání teorie s experimentem není bohužel možné, protože předmětem pozorování může být jen celkové vedení tepla, nikoliv samotná jeho část způsobená zářením, u silně absorbujících těles (pokud převažuje přenos 2. typu). Další testování teorie experimentem, jež by přesahovalo rámec této práce, nelze proto očekávat.

⁶ Zřejmě Einsteinovo přehlédnutí, v Suchého práci jsou výsledky pro oxid uhličitý. Za upozornění děkuji E. Těšínské.

I když metody použité v této práci pocházejí od H. A. Lorentze, provedení této práce vyžadovalo v pozoruhodné míře zvládnutí moderní elektrodynamiky a obdivuhodnou duševní energii. Nové mezi výsledky práce je zejména spočítání řádové velikosti přenosu záření druhého typu, tento výsledek má nepopíratelný význam pro pochopení vedení tepla.

Praha 15. 7. 1912

A. Einstein
Ústav teoretické fyziky
na c. k. německé univerzitě v Praze

Zpráva H. A. Lorentze, profesora univerzity v Leidenu o činnosti Julia Suchého (*pravděpodobně příloha žádosti o stipendium*), Leiden, 18. 5. 1905. *Rukopis, kolek a razítko Filozofické fakulty české c.k. univerzity v Praze.*

Herr Dr. Julius Suchý hat den ihm verliehenen Urlaub dazu benutzt, verschiedene Gebiete der Physik unter meiner Leitung gründlich und mit grossem Fleiss zu studieren, und sich zu einer selbständigen wissenschaftlichen Untersuchung vorzubereiten, die er, wie ich hoffe, wenn ihm genügende Zeit gelassen wird, mit gutem Erfolg wird vollenden können.

H. A. Lorentz
Professor an der Universität Leiden
Leiden, 18. Mai 1908

Pan doktor Julius Suchý využil svou dovolenou k tomu, aby pod mým vedením důkladně a s velkou pílí studoval různé oblasti fyziky a připravoval se na samostatný vědecký výzkum, který, jak doufám, pokud mu bude dopřán dostatek času, bude moci s úspěchem zakončit.

H. A. Lorentz
Profesor na univerzitě v Leidenu
Leiden, 18. května 1908

Obrazová příloha

Herrn Dr. J. Suchý, ersuchte mich darum, sich
möge ein kleines Gutachten über seine in den Annalen
der Physik ^{publizierte} ~~veröffentlichte~~ Arbeit, "Wärmestrahlung und Wärmeleitung",
abgeben. Dieser Aufforderung komme ich gerne mit den folgenden
Zeilen nach. —

Das behandelte Problem liegt in der Frage: Welchem
Anteil heizt die Wärmestrahlung neben der molekularkinetisch
übertragenen Wärme bei Vorgängen der Wärmeleitung? Ausgehend
von den elektromagnetischen Grundgleichungen wird
dargestellt, dass es zwei Arten ~~stark~~ ^{stark} übertragener Wärmeleitung durch
Strahlung gibt, die wohl voneinander getrennt sind. Bei der
Übertragung der ersten Art haben wir es mit ~~solcher~~ ^{solcher} ~~strahlung~~ ^{strahlung},
solcher Volumenelemente zu tun, die hinreichend weit voneinander
entfernt sind, um die Ausbreitung der Strahlung
als gradlinig ansehen zu können; ausserdem besteht aber
eine Übertragung ^(weitwärtig) zwischen benachbarten Volumenelementen,
dass man mit der Hypothese gradliniger Ausbreitung nicht
operieren darf.

Es wird gezeigt, dass sich die Ausbreitung erster Art
ohne Zusatzhypothese berechnen lässt. Dabei zeigt sich,
dass bei Metallen, ~~wo Kupfer, die dem Wärmestrom~~ ^{wo Kupfer, die dem Wärmestrom} ~~sehen~~ ^{sehen}
~~gehörige~~ ^{gehörige} ~~gesamte~~ ^{gesamte} ~~Wärme~~ ^{Wärme} ~~einen~~ ^{einen} ~~auswühend~~ ^{auswühend} ~~kleinen~~ ^{kleinen}
Anteil der Ausbreitung der Wärme einen auswühend kleinen
Beitrag zur gesamten Wärmeleitfähigkeit liefert. Andererseits
zeigt sich aber, dass diese ~~Wärmeleitfähigkeit~~ ^{Wärmeleitfähigkeit} Übertragung erster Art
weitens die wichtigste Rolle spielt bei der Wärmeübertragung
in mächtigen Gasströmen. Die Rechnung ist speziell für
kohlenstoffdioxid durchgeführt.

Bei der Untersuchung der Ausbreitung zweiter Art
(Strahlung sehr nahe benachbarter Volumenelemente) wird man
auf ein ^{rechnerisches} ~~Integral~~ ^{Integral} geführt, dessen Integrationsgrenzen davon
abhängen, welches die kleinste Entfernung ~~ist~~ ^{ist}, auf welche Volumenelemente
der Materie noch Energie durch Strahlung austauschen.
Da jenes Integral unendlich wird, wenn $\epsilon = 0$ gesetzt wird, und
eine exakte Ermittlung von ϵ unmöglich ist, so ist jenes
Integral nicht exakt berechenbar. Der
Beitrag der ~~ersten~~ ^{ersten} ~~Art~~ ^{Art} ~~zur~~ ^{zur} ~~gesamten~~ ^{gesamten} ~~Wärmeleitung~~ ^{Wärmeleitung}
in stark absorbierenden Körpern, wie Metallen,
bestimmt, kann aber erheblich werden und — wie in der
Arbeit motiviert wird — zur Erklärung der Abweichungen von

Obř. 1 První strana posudku Alberta Einsteina na práci Julia Suchého o tepelném zářeni

Wiedemann - Franz'schen Gesetze herangezogen werden. Entnimmt man hypothetisch jenen Abweichungen den durch die Strahlungsvorgänge (2. Art) geleisteten Beitrag zum gesamten Wärmelostvermögen, so kann man - wie der Verfasser zeigt - hieraus umgekehrt ϵ berechnen und erhält dafür in interessanter Weise eine der Grössenordnung nach mit dem Abstand benachbarter Moleküle übereinstimmende Lösung. Leider ist eine weiter gehende Vergleichung der Theorie mit dem Experiment unmöglich, weil uns die gesamte Wärmelostung, nicht aber der durch Strahlung bewirkte Bruchteil derselben, bei stark absorbierenden Körpern (falls die Übertragung 2. Art überwiegt) Gegenstand der Erfahrung sein kann. Es können also über den Inhalt der Arbeit hinausgehende Prüfungen der Theorie ~~vor~~ dem Experiment nicht erhofft werden. -

Wenn auch die Methoden, die in der Arbeit angewendet sind, von H. A. Lorentz herrühren, so bekräftigt doch die Durchsicht der Arbeit einige bemerkenswerten Betrachtungen der modernen Elektrodynamik und einer ungewöhnlichen geistigen Energie. Neu an den Resultaten der Arbeit ist insbesondere die Berechnung der ^{Grössenordnung der} Strahlungsübertragung zweiten Art, dies Resultat ist für die Auffassung der Wärmelostung von unbestreitbarer Bedeutung.

Prag, 15. VII. 12

A. Einstein



Institut für theoretische Physik
an der k. k. deutschen Universität in Prag.

Obr. 2 Druhá strana posudku Alberta Einsteina na práci Julia Suchého o tepelném záření



Herr Dr. Julius Suchy hat den ihm vertheilten Urlaub dazu benutzt, verschiedene Gebiete der Physik unter meiner Leitung gründlich und mit grossem Fleiss zu studieren, und sich zu einer selbstständigen wissenschaftlichen Untersuchung vorzubereiten, die er, wie ich hoffe, wenn ihm genügende Zeit gelassen wird, mit gutem Erfolg wird vollenden können.

H. A. Lorentz,
Professor an der Universität
Leiden

Leiden, 18 Mai 1908.

Obr. 3 Zpráva H. A. Lorentze o činnosti Julia Suchého