

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

František Link
Atmosférický ozón

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 66 (1937), No. 4, D161--D164

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123403>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1937

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



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

ČLÁNKY A REFERÁTY.

Atmosférický ozon.

Doc. Dr. Fr. Link, Praha.

Otázka atmosférického ozonu byla jedním z prvních problémů vysoké atmosféry, když se počátkem tohoto století počal k ní obracet zájem fysiků, meteorologů i astronomů. První náznaky byly známy již koncem století minulého. Spektra všech mimozemských zdrojů jsou totiž náhle ukončena u vlnové délky $0,29\mu$. Cornu se první zabýval touto otázkou a zjistil na příklad, že se zjev udržuje v míře téměř neztěněné i ve výši Mont Blancu. Z toho usoudil, že běží o absorpci plynem, který je ve větší výši nad povrchem zemským. Hartley, když objevil v laboratoři absorpční pásy ve spektru ozonu okolo vlnové délky $0,3\mu$, vyslovil domněnku, že je to ozon ve vysoké atmosféře, který působí náhle ukončení spekter v ultrafialové části.

Rozhodujícím způsobem zasáhli do otázky Fabry a Buisson, když r. 1912 začali systematicky měřiti kvantitativně absorpci ozonu v laboratoři a porovnávali ji se spektrálními měřeními Slunce v ultrafialové části. Z obou řad měření dokázali identitu absorbujícího plynu v atmosféře s ozonem a určili jeho celkové množství v atmosféře. Obvykle se uvádí, jakou tloušťkou ozonové vrstvy za normálního tlaku a teploty by paprsek musel projíti, aby nastala stejná absorpce jako v atmosféře. Pro paprsek vycházející ze zenitu našli tak číslo kolem 3 mm čistého ozonu. Měření pak byla opakována v různých dobách s výsledky kolísajícími od 2 do 4 mm. Zatím byly identifikovány další absorpční pásy ozonu. Vedle dříve zmíněného pásma Hartleyova od $0,22$ do $0,32\mu$ existuje další slabší pásmo v okolí $0,33\mu$, objevené nejdříve ve spektru Siria Hugginsem a teprve později přisouzené ozonu. Také ve viditelné části spektra ve žluté a oranžové části kolem $0,6\mu$ objevil Chappuis slabé absorpční pásy a konečně v infračervené části od 4 do 10μ objevil Angström nový systém, částečně maskovaný pásy H_2O a CO_2 . I těchto dalších absorpčních pruhů bylo užito k optickému stanovení množství ozonu s výsledky celkem shodnými.

Tím byla jaksi uzavřena první část problému ozonu a naskytla se další otázka o lokalisaci ozonové vrstvy. Kdyby zmíněné množství 3 mm čistého ozonu bylo rozptýleno po celé atmosféře, mělo by býti na povrchu zemském asi 60 mg ozonu ve 100 kg vzduchu. Citlivá chemická měření dávají jen 3 mg. Také opticky se ozon neprojevuje u hladiny moře. Lord Rayleigh fotografoval spektrum rtuťové lampy, která byla ve vzdálenosti 6 km, daleko do ultrafialové části pod $0,29\mu$. kdežto paprsek jdoucí zenitem prochází vrstvou ekvivalentní 8 km vzduchu a je zcela absorbován pod $0,29\mu$. Je tedy ozon koncentrován hlavně ve větší výšce nad povrchem zemským. Cabannes a Dufay užili jednoduché myšlenky k určení výšky ozonové vrstvy. Sledujeme-li na př. intenzitu absorpčních pásů Hugginsových ve spektru slunečním v různých výškách nad obzorem a těsně k obzoru, pak je možno z průběhu intenzity vypočísti nejen celkové množství ozonu, jak se dělo dosud z měření vysoko nad obzorem, nýbrž z měření blízko obzoru i výšku ozonové vrstvy. Předpokládáme ovšem, že ozonová vrstva je homogenní a poměrně tenká vzhledem k své výšce. Přímá měření jsou však velmi obtížná, jelikož difusí světla v atmosféře je ultrafialová část spektra velmi zeslabena. Proto autoři nahradili přímá měření slunečního světla měřením světla oblohy v zenitu. Tam zase naopak je ultrafialová část velmi intenzivní. Předpokládá se tu ovšem, že světlo sluneční prošlo nejdříve ozonovou vrstvou a pak teprve se začalo rozptylovati v nižších vrstvách atmosféry. Za tohoto předpokladu obdrželi pro výšku ozonové vrstvy čísla kolem 50 km.

Dalším úkolem bylo sledovati celkové množství ozonu v různých místech povrchu zemského a za různých okolností. Anglický fysik Dobson organisoval taková měření po celé zeměkouli a také výsledky z posledního polárního roku přispěly značně v tom směru. Podle Dobsona a jeho spolupracovníků kolísá kvantum ozonu během roku; má maximum na jaře a minimum na podzim. Amplituda změny je větší ve vysokých šířkách než na rovníku. Na jižní polokouli je vše fázově pošinuto o půl roku. Celkové množství ozonu na rovníku je menší než ve vyšších šířkách. Také s meteorologickou situací souvisí změny ozonu. Na přední straně tlakové níže, kam vane rovníkový vzduch, je ozonu méně než na straně zadní, kam zase vane vzduch polární. U tlakové výše je tomu naopak ve shodě se směrem větrů. Dauvillier pozoroval obdobný zjev na stanici polárního roku Soresby Sund v Gronsku. Měřil chemicky množství ozonu při povrchu zemském a našel stejně, že polární vzduch je na ozon bohatší než vzduch rovníkový.

Nyní bylo těžko uvéstí tato fakta v souhlas s vysokou polohou ozonové vrstvy ve výšce kolem 50 km. Vše ukazuje spíše na nižší polohu této vrstvy, jelikož se dá těžko předpokládati vliv povětr-

nostních změn do tak velké výšky. Götz proto opakoval měření světla v zenitu a provedl podrobný rozbor měření. Našel tak, že nelze předpokládati ozon mimo rozptýlující vrstvy nižší atmosféry. Dalšími měřeními bylo možno nalézt i přibližné rozvrstvení ozonu. Nalezl tu spolu s Dobsonem, že maximální koncentrace ozonu je ve výšce kolem 25 km, kde připadá ca. 0,1 mm čistého ozonu na 1 km vzduchu. Na obě strany pak ozonu spojitě ubývá. Tato nepřímá měření byla potvrzena přímými sondážemi, jež provedl Regener. Ten vypustil do stratosféry malý spektrograf upoutaný na registračním balonku. Spektrograf automaticky fotografuje v pravidelných intervalech sluneční spektrum; současný zápis tlaku a teploty dává výšku balonku. Proměření spektrogramu dá na konec celkové množství ozonu nad přístrojem. Regenerovy balonky dosáhly maximální výše až 30 km. V této výšce bylo nad přístrojem jen 30% z celkového množství ozonu změřeného na povrchu zemském. Konečně i zatmění měsíční přinesla důkaz o nízké poloze ozonu v atmosféře. Kdyby Slunce bylo bodovým zdrojem, nebo jen zdrojem velmi malým, byl by zemský stín vržený na Měsíc ideálním obrazem zemské atmosféry k výzkumu její struktury. Za daných okolností je stínový obraz poněkud rozmazán, ale i tak lze určit strukturu zemské atmosféry alespoň v hrubých rysech, jak jsem ukázal. Při zatmění probíhají paprsky sluneční tangenciálně atmosférickými vrstvami a konstatujeme, když první paprsky sluneční přestoupí výšku ca. 22 km, že počne hustoty zemského stínu rychle ubývat v oboru kolem $0,6\mu$, kde jsou Chappuisovy absorpční pásy ozonu. Značí to, že se v této výšce nalézá zhruba maximální koncentrace ozonové vrstvy.

Tím je vysvětlena úzká souvislost množství ozonu s meteorologickými zjevy. Není však dosud vysvětlen vznik ozonu. Původně se předpokládalo, že ozon vzniká ve vysoké atmosféře vlivem ultrafialového záření Slunce. Tento předpoklad není dosud zcela opuštěn, ale vyskytly se jisté obtíže v jeho důsledném užívání. Tak na př. Chalonge měřil množství ozonu ve dne a v noci, a našel celkem stejné množství. Polární vzduch je na ozon bohatší než vzduch rovníkový, a přece ultrafialové záření je na rovníku mocnější než na pólech. Je možno, že ozon vzniká v polárních končinách vlivem bombardování elektrickými částicemi, jež magnetické pole zemské tam koncentruje. Ozon se také uvádí ve spojitosti se světlem noční oblohy. Jedna jeho složka, mající roční variaci, patrně vzniká v ozonové vrstvě při jeho zániku a proměně v kyslík.

Ozonová vrstva, ať již vzniká tím či oním způsobem, je mocným krunýřem proti ultrafialovým paprskům vlnové délky pod $0,29\mu$. Tyto paprsky jsou biologicky velmi škodlivé. Škodí však i astrofysikům, neboť jim brání poznati spektra nebeských těles v ultrafialové části. Dále za vlnovou délkou $0,21\mu$, kde přestává

absorpce ozonu, mělo by se spektrum znovu objeviti. Bohužel jsou tyto části spektra již velmi slabé a teprve v nedávné době podařilo se velmi citlivým počítačem fotonů nalézt stopy slunečního spektra kolem vlnové délky $0,21\mu$.

„Klasický“ problém vnější balistiky a problém „nový“.

Zdeněk Pírko, Tišnov.

Úvod. Fyzikální předpoklady t. zv. *speciálního problému vnější balistiky*, který nazýváme stručně problém „klasický“, jsou tyto: osa podlouhlé střely leží stále v tečné dráhy, perturbující vlivy země a ovzduší jsou vyloučeny, vertikály tíže zemské jsou paralelní a zrychlení tíže samo je konstantní. Speciální problém studuje pak pohyb těžiště střely, v němž je soustředěna její váha, kdež působí tíže svisle dolů a síla odporu vzduchu leží v tečné dráhy proti směru rychlosti; trajektorie je křivka rovinná. Od problému klasického přejdeme k „novému“ (nebo „obecnému“¹⁾), jakmile připustíme proměnnost t. zv. *balistického koeficientu* s výškou dráhy a s rychlostí střely. Je samozřejmé, že i takto určený problém zůstává do jisté míry stále speciálním: nepřihlížíme totiž ani v tomto případě ke zmíněným perturbujícím vlivům země a ovzduší, ke konvergenci vertikál a k úbytku tíže s výškou nebo k její změně se zeměpisnou šířkou. Vliv země a ovzduší bychom buďto vůbec nedovedli vystihnouti, nebo bychom dospěli k výrazům nesmírně složitým, ostatně na tyto vlivy lze získané veličiny vždy opravit dodatečně; vliv sbíhavosti tíže a jejího zmenšování s výškou a pod. je v poměru k praktickým podmínkám nepatrný a kompenzován rozptylem. Stejně vylučujeme z obecného problému zvláštní konstrukce střel, v nichž balistický koeficient je také ještě funkcí času, na př. střely s proměnnou vahou, s proměnným profilem a střely raketové. Za všech těchto předpokladů odpovídá „klasickému“ koeficientu balistickému koeficient „obecný“.

1. „Klasický“ speciální problém vnější balistiky. Zvolíme-li pravoúhlou kartézskou soustavu tak, aby její počátek byl v ústí zbraně, osa x byla horizontální a kladná ve směru střelby, osa y vertikální a kladná směrem nahoru, pak t. zv. *speciální problém vnější balistiky*¹⁾ řeší soustava diferenciálních rovnic

¹⁾ Viz na př. Geiger-Scheel, Handbuch der Physik, V (Grundlagen der Mechanik der Punkte und starren Körper), 1927, str. 310 a n. nebo Cranz, Lehrbuch der Ballistik, I (Äußere Ballistik), 1925, str. 109 a n.