Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

František Záviška

Poznámky k článku prof. V. Posejpala: Strhování světla pohybem prostředí

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 61 (1932), No. 8, 326--332

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/122178

Poznámky k článku prof. V. Posejpala: »Strhování světla pohybem prostředí«.

F. Záviška.

(Došlo 5. dubna 1932.)

Za úkol svého článku[1]) prohlašuje autor odvoditi výraz pro strhovací koeficient Fresnelův z představ, které si činí o podstatě světového éteru. Ukázal jsem jinde[2]) podrobně, proč pokládám tyto představy za nesprávné a nemožné, a nebudu zde svoje námitky opakovati, již proto ne, že se autor až dosud nepokusil ani jedinou z nich vyvrátiti.

1. Strhováním světla pohybem prostředí zabýval se autor již dříve,[3]) tehdy však dospěl k výsledkům podstatně jiným. Představuje si, že se kolem každého atomu vytvoří obal polarisovaného éteru, v němž se světlo šíří jinou rychlostí než v éteru ostatním, volném; tento polarisovaný éter má býti pohybem prostředí plně unášen, kdežto volný éter zůstává v klidu. Budiž nyní s průměrná vzdálenost dvou sousedních atomů nebo molekul prostředí; na této trati nechť vykoná světlo (zase průměrně) dráhu d v éteru polarisovaném, dráhu δ v éteru volném. Značí-li c a c' rychlosti světla v éteru volném a polarisovaném a je-li prostředí v klidu, činí podle autora čas, za který světlo urazí dráhu $s = d + \delta$ z atomu do atomu

$$\tau = \frac{d}{c'} + \frac{\delta}{c}. \tag{1}$$

Jak viděti, přenáší autor zcela jednoduše zákony přímočarého šíření světla i na trati tak malé proti délce vlny, jako jsou rozměry atomové a meziatomové; není třeba zvláště dokazovati, že to není

1) Časopis, tento ročn., str. 259.

2) F. Záviška: Poznámky ke studiu světového éteru. Rozpr. II. tř. Čes. akad., ročn. 41, č. 5. 1931.

3) V. Posejpal: Příspěvek ke studiu světového éteru. Rozpr. II. tř. Čes. akad., ročn. 37, č. 7. 1928.

jen tak beze všeho možné ani podle starší teorie vlnivé ani podle novějších názorů o podstatě světla. Autor sám se vůbec nepokouší nějak odůvodniti správnost nebo aspoň možnost svého předpokladu. Skutečně pozorovaná rychlost světla v daném prostředí $c_1 = c/n$ (n je index lomu) má býti jakýsi střed rychlostí c a c', definovaný rovnicí

$$\frac{d}{c'} + \frac{\delta}{c} = \frac{d+\delta}{c_1}. \tag{2}$$

V prostředí, které se vzhledem ke klidnému éteru pohybuje rychlostí p v směru, v němž se šíří světlo, je, jak známo, rychlost světla, vztažená také ke klidnému éteru, větší než c_1; činí

$$c_2 = c_1 + kp;$$

koeficient k, menší než 1, je koeficient strhování světla. Výraz pro něj odvodil autor ve své první práci takto. Doba, za kterou světlo vykoná dráhu $s = d + \delta$ z atomu do atomu, je podle něho v prvním přiblížení zase τ, naproti tomu jeho dráha v éteru je větší; autor pro ni klade

$$l = d + \delta + p\frac{d}{c'}. \tag{3}$$

Hledaná rychlost c_2 je pak dána rovnicí $c_2 = l/\tau$. Dosadíme-li sem za l a τ a vyloučíme-li neznámou rychlost světla c' v polarisovaném éteru, dostaneme

$$c_2 = c_1 + p\left(1 - \frac{\delta}{d+\delta}\frac{1}{n}\right);$$

pro koeficient k plyne odtud hodnota

$$k = 1 - \frac{\delta}{d+\delta}\frac{1}{n}, \tag{4}$$

kdežto podle Fresnela má býti

$$k = 1 - \frac{1}{n^2}.$$

Autor nazval výraz (4) obecným výrazem pro koeficient strhování světla a učinil z něho některé dosti odvážné a zřejmě nesprávné konkluse; dokonce vyslovil naději, že jeho hodnota koeficientu k poskytne nové hledisko pro diskusi Michelsonova pokusu.

2. Ve své práci, již citované, jsem ukázal, že autorovo odvození výrazu (4) není po čistě matematické stránce — bez zřetele k předpokladům fysikálním — správné. Jde tu o to, stanoviti koeficient k v rovnici

$$c_2 = c_1 + kp = \frac{c}{n}\left(1 + kn\frac{p}{c}\right).$$

Poměr p/c je nesmírně malý, můžeme tedy počítati přibližně a zanedbávati vyšší jeho mocniny; poněvadž však koeficient k, který se má určiti, je, jak z. poslední rovnice viděti, v členu řádu p/c, smíme zanedbávati členy řádu p^2/c^2 a řádů vyšších vedle 1, ne však členy řádu p/c. Zanedbáváním členů řádu p^2/c^2 a řádů vyšších vyhneme se ostatně i úvahám o relativnosti měření času a délek.

Pro dobu, které světlo potřebuje, aby urazilo dráhu $d + \delta$ z atomu do atomu v prostředí, pohybujícím se rychlostí p v směru paprsku, položil autor hodnotu τ danou rovnicí (1) a praví o ní, že je přibližná. Správná hodnota té doby je

$$\tau' = \frac{d}{c'} + \frac{\delta}{c - p};$$

je viděti, že přibližná hodnota (1), jíž autor užil, vznikne z ní zanedbáním členu řádu p/c, což není dovoleno. Také výraz (3), kterým autor vyjádřil dráhu vykonanou paprskem v éteru na cestě z atomu do atomu, je chybný; správná hodnota oné dráhy je

$$l' = d + \delta + \frac{p}{c'} d + \frac{p}{c - p} \delta$$

a liší se zase od hodnoty autorovy o veličiny řádu p/c. Když pak položíme $c_2 = l'/\tau'$, dostaneme

$$c_2 = c_1 + p\left(1 - \frac{\delta}{d + \delta} \frac{1}{n^2}\right),$$

takže je

$$k = 1 - \frac{\delta}{d + \delta} \frac{1}{n^2}. \qquad (5)$$

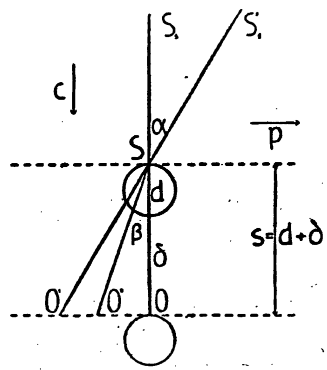
Podotýkám, že tomuto odvození strhovacího koeficientu nepřikládám žádného fysikálního významu, šlo mi jen o to ukázati, jak se má správně řešiti jistá kinematická úloha, ostatně zcela jednoduchá.

3. Ve svém článku uveřejněném v „Časopise" dochází nyní autor také k výrazu (5) pro koeficient k. Odvozuje jej dvojím způsobem, nejdříve se stanoviska pozorovatele klidného vzhledem k éteru, potom se stanoviska pozorovatele klidného vzhledem k prostředí; první způsob se kryje docela s tím, co je obsaženo v mé práci. O hodnotě (4) pro k, kterou dostal ve své první práci, se autor vůbec nezmiňuje, patrně také pokládá způsob, kterým byla odvozena, za nesprávný.[4]) Nově je připojeno odvození strho-

[4]) Poněvadž v celém článku není nejmenší zmínky o tom, že jsem ukázal, že autorovo první řešení je chybné, a jak vypadá řešení správné, musím prohlásiti, že prof. Posejpal mou práci znal několik měsíců před tím, než došlo k přednášce na schůzi JČMF a než dal svůj článek v „Časopise" do tisku. Byl ostatně i na přednášce, kterou jsem měl o té věci ve schůzi II. tř. České akad. 16. ledna 1931.

vacího koeficientu pro případ, kdy se světlo šíří kolmo k směru, v němž se prostředí pohybuje, — a to je zase chybné. Cituji v dalším doslova autorovy úvahy, také připojený obrázek je vzat z jeho článku, nové je jen očíslování jedné rovnice.

Autor praví toto (str. 262): „Na třetím místě chceme uvažovati případ, kdy p je kolmé na c. Pozorovatel buďiž vůči prostředí klidný. Budiž S_1S směr paprsku. Prostředí-li klidné, postupuje paprsek v něm po trati s ve směru SO, jenž budiž zároveň kolmý na rozhraní prostředí. (Obr. 1.) Nastane-li pohyb a odmyslíme-li



Obr. 1.

si prostředí, bude paprsek S_1S míti pro pozorovatele směr S'_1SO'' a jest $OO' = p\tau$, $\tau = (d + \delta)/c$. V prostředí paprsek stihne do bodu O'' a jest

$$OO'' = p\tau_1 - p\frac{d}{c'}, \qquad \tau_1 = \frac{d}{c'} + \frac{\delta}{c} = \frac{d+\delta}{c_1}. \tag{6}$$

Položíme-li $d/c' = k\tau_1$, máme dále $OO'' = (p - pk)\,\tau_1$. Patrně jest k hledaný strhovací koeficient".

To, co bylo uvedeno, již stačí, abychom vypočetli k. Třeba jen do rovnice $d/c' = k\tau_1$ dosaditi za τ_1 druhou hodnotu z druhé rovnice (6) a za d/c' hodnotu plynoucí z rovnice (2). Vznikne

$$\frac{d+\delta}{c_1} - \frac{\delta}{c} = k\,\frac{d+\delta}{c_1}$$

a odtud vzhledem k vztahu $c/c_1 = n$ dostáváme

$$k = 1 - \frac{\delta}{d+\delta}\,\frac{1}{n},$$

tedy, mimochodem řečeno, zase něco jiného než hodnota (5).

Autor, který patrně přehlédl, že jeho vývody je k již určeno, uvažuje klidně dál; praví, že paprsky S'_1S a SO'' jsou pro pozorovatele ve vztahu paprsku dopadajícího a lomeného, takže platí $\sin\alpha/\sin\beta = n$, kdež n je index lomu, jak jej měří pozorovatel za pohybu prostředí, a nakonec dostává pro k hodnotu Fresnelovu $1 - 1/n^2$. Je patrné, že to vše nemůže býti správné; bylo by zbytečné vypočítávati chyby, kterých se tu autor dopustil. Jen tolik budiž řečeno. Autor klade jakýsi důraz na to, že veličina n ve výrazu, který dostává pro k, je index lomu, jak jej stanoví pozorovatel, který se pohybuje s prostředím, má tedy týž význam jako index lomu μ ve vzorci

$$v' = v_0 + \left(1 - \frac{1}{\mu^2}\right) w'_z,$$

který pro rychlost světla v pohybujícím se prostředí odvodil z elektromagnetické teorie světla H. A. Lorentz[5]) (stran významu jednotlivých veličin v onom vzorci viz článek autorův, str. 263). Ale v tomto případě není rozdílu mezi hodnotami indexu lomu pro pozorovatele, který se pohybuje s prostředím, a pro pozorovatele, který je vzhledem k éteru v klidu, neboť pohyb prostředí se tu děje kolmo k směru paprsku, nevzniká Dopplerův jev, oba pozorovatelé naměří stejnou délku vlny a tím i stejný index lomu (přesně řečeno až na veličiny řádu p^2/c^2 nebo v označení Lorentzově w'^2_z/c^2; ty však zanedbáváme). Mimoto nezáleží na tom, že μ ve vzorci Lorentzově značí index lomu vztažený k prostředí, kdybychom jej nahradili indexem lomu vztaženým ke klidnému éteru, dopustili bychom se zase jen chyby řádu w'^2_z/c^2, která tu nemá významu. Důležité je to, že v_0 v Lorentzově vzorci značí rychlost světla vzhledem k pohybujícímu se prostředí a ne vzhledem ke klidnému éteru.

4. Vypočísti hodnotu strhovacího koeficientu pro nějakou danou látku a frekvenci ze vzorce (5) nelze, k tomu by bylo třeba znáti d a δ anebo aspoň jejich poměr. Uvážíme-li že elektromagnetická teorie světla dává pro strhovací koeficient výraz (H. A. Lorentz)

$$k = 1 - \frac{1}{n^2} + \frac{\nu}{n}\frac{dn}{d\nu},$$

který umožňuje vypočísti jeho hodnotu pro každou (průhlednou) látku a pro každou frekvenci ν a který mimoto byl experimentálně potvrzen, je viděti, že autorovy představy o éteru neposkytují ani tolik, co teorie, která se bez nich docela dobře obejde. Autor

[5]) Námitky, které proti dosavadním odvozováním strhovacího koeficientu činí Charles L. R. E. Menges, nejsou nikterak vážné a byly ostatně vyvráceny v Nature, *116*, 948, 1925 a *117*, 121, 1926.

jen upozorňuje na to, že jak vzorec Lorentzův, tak vzorec (5) dávají pro k větší hodnoty než přibližný výraz Fresnelův $k = 1 - 1/n^2$, jsou prý tedy oba v dobrém formálním souhlase; takový souhlas má ovšem pro potvrzení teorie pramalou cenu. Význam vzorce (5) jeví se podle autora také ve fysikálních důsledcích. Ty záleží v tom, že k dosažení souhlasu s výsledky měření je nutno předpokládati, že fotony nevnikají libovolně hluboko do éterového obalu obklopujícího atom nebo molekulu tělesa, nýbrž že část toho obalu je pro ně nepropustná, a to část tím větší, čím je frekvence fotonu menší. Autor praví, že určil pro molekulu vodní páry velikost oné pro fotony nepropustné části; pokládá ji za kouli a uvádí hodnoty, které dostal pro její poloměr. Jak k nim dospěl, to nevykládá, nezbývá tedy než s úsudkem počkati, až se k tomu odhodlá, neboť konec konců, nějaká čísla se vždy najdou, ať se počítá dobře nebo špatně. Uvádí také, že hodnoty poloměrů nepropustné části splňují uspokojivě lineární závislost na délce vlny; vzhledem k tomu, že běží jen o viditelnou část spektra a o čtyři hodnoty, které leží v mezích od $0{\cdot}924 \,.\, 10^{-8}$ do $0{\cdot}945 \,.\, 10^{-8}\,cm$, liší se tedy nejvýše o málo více než o 2%, není na tom celkem nic překvapujícího. Zatím, myslím, není třeba přikládati všem těm číslům jakýkoli fysikální význam, k tomu by bylo především třeba dokázati, že se i ostatní optické vlastnosti těles dají z nich vyložiti.

Na konec praví autor, že nechce zamlčeti, že k představě o nepropustné části éterového obalu byl přiveden již dříve na docela jiném poli, a to nejprve úvahami o absorpci a dispersi X-paprsků; nebudiž tedy také zamlčeno, že jednu z prací, v níž autor užívá oné představy, rozebral velmi podrobně prof. Trkal[6]) a ukázal, že její výsledky jsou naprosto neudržitelné, a není pochyby, že stejně vyzní i kritika druhé práce.[7])

*

Remarques à l'article de M. Posejpal: L'entraînement de la lumière par le mouvement du milieu.[1])

M. Posejpal a trouvé, dans son premier article sur l'éther corpusculaire[2]) la formule suivante pour le coefficient d'entraînement de la lumière

$$k = 1 - \frac{\delta}{d + \delta} \frac{1}{n}.$$

[6]) V. Trkal: O průchodu tvrdého záření γ hmotou obsahující jen nejlehčí prvky (Poznámky k práci prof. V. Posejpala: Třetí příspěvek ke studiu světového éteru). Předlož. ve schůzi II. tř. Čes. akad. 5. února 1932.

[7]) Viz též článek prof. Trkala v tomto čísle Časopisu.

[1]) Voir le Časopis, p. 266.

[2]) V. Posejpal: Bulletin intern. de l'Acad. des Sc. de Bohême, XXIX, p. 244, 1928.

J'ai eu l'occasion à demontrer, dans un travail déjà publié,[3]) qu'au point de vue du calcul purement mathématique, la solution de M. P. est en défaut. En effet, le calcul effectif donne le resultat

$$k = 1 - \frac{\delta}{d + \delta} \frac{1}{n^2}$$

qui à son tour ne laisse pas être dépourvu du sens, vu les idées impossibles, contredites par les faits experimentaux, dont se sert M. P.

Quant à la théorie du coefficient d'entraînement de la lumière, la vitesse du milieu étant normale à celle de la lumière, la méthode de M. P. est à son tour en défaut, car elle donne deux résultats, à savoir celui de Fresnel, mentionné par M. P.

$$k = 1 - \frac{1}{n^2}, \qquad \text{et de plus} \qquad k = 1 - \frac{\delta}{d + \delta} \frac{1}{n}.$$

La partie suivante de l'article de M. P. est consacrée à l'étude de la profondeur de la pénétration des photons dans l'enveloppe atomique de l'éther polarisé. Cette partie n'étant pas suivie par l'explication du calcul qui lui a permis d'énoncer les résultats en question, on ne sait pas à quoi s'en tenir et par conséquent toute discussion serait superflue.

---

[3]) F. Záviška: ibid., XXXII, p. 31, 1931.