

V. Rosický

Jaké optické vlastnosti mají saze. [II.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 9 (1880), No. 3, 126--132

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122870>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1880

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>

Pro hmotu slunce našel Newton takto 169282, je-li hmota země = 1. Dle Hansena jest hmota slunce 354936. Tento velký rozdíl vysvětluje se tím, že se za dob Newtonových vzdálenost slunce pokládala za mnohem menší, nežli jest skutečně. Newton položil pro parallaxu slunce 10.“5, kdežto číslo Hansenem přijaté jest 8.“6.

Při dalším studiu třetí knihy Principií setkáváme se, jak již bylo uvedeno, s celou řadou důležitých a důmyslně řečených problémů, jichž podrobnější rozbor by nás však vedl příliš daleko. Problémy ty rozstupují se opět v ony dvě skupiny, jež mohutný duch Newtonův ze společného kořene vyvodil, jež však oekonomie vědecká nucena byla opět od sebe oddělití. První skupina vztahuje se ku gravitaci zemské, obírajíc se těmi zvláštnostmi úkazů tíže, jež vznikají odchylkou tvaru země od pravidelné koule a zahrnujíc tudíž v sobě zejména slavný *problem tvaru země*. Druhá skupina vztahuje se ku gravitaci nebeské, obírajíc se odchylkami od jednoduchých zákonů Keplerových, jež vznikají působením vzájemným těles nebeských; typem otázek sem náležejících jest neméně slavný *problem tří těles*. Jsouť ovšem i takové zjevy, jež se naleznouť jakoby na rozhraní obou skupin, tak na př. příliv a odliv mořský, praecesse bodů rovnodenností. Ku každé z uvedených obou skupin obrátíme nyní zřetel svůj, stopující *důležitější některé fase* v rozvoji dotyčných našich vědomostí (k úplnému výkladu sotva by dostačil obšírný spis); v jednom i v druhém případě budou nám však východištěm práce, jež v oboru tom vykonal *Newton*.

Jaké optické vlastnosti mají saze.

Podává

Dr. V. Rosický v Praze.

(Dokončení.)

Ze všech provedených pokusů jde na jevo, že úkaz popsáný neshoduje se úplně ani s kruhy Newtonovými ani s ohybem, nýbrž že leží uprostřed obou. Možno tedy, že oba úkazy jsou

sloučeny a jednou ten, podruhé onen převládá, podle toho, jak se saze usadí.

Těž by se dal úkaz tento považovati za totožný s úkazem při Newtonových kruzích, kdybychom k rozdílu v proběhnutých dráhách přidali změnu fáse, kterou utrpí světlo při odrazu na sazích. Součet všech oprav takových neobnáší vskutku více než $\frac{\lambda}{2}$. Avšak poněvadž o *absolutní* změně fáse při odrazu na sazích a též při odrazu na kovech dosud nic určitého známo není, nedá se o tom rozhodnouti.

Při té příležitosti podotýkám, že na kruzích je velmi dobře viděti vliv elliptické polarisace světla odrážejícího se na kovu. Pozorujeme-li kruhy ve světle polarisovaném, zaujme jistý kruh rozličné místo podle toho, je-li světlo polarisováno v rovině dopadu aneb kolmo na ni. Nalezá-li se některý kruh na špičce jehly při světle polarisovaném v rovině dopadu, musíme uhel dopadu změnit (při uhlu dopadu 70° asi o 2°), chceme-li, aby se ve světle polarisovaném kolmo na rovinu dopadu zase na ní nalézal. Pokusem tímto dá se též *relativní* rozdíl fáse mezi oběma složkami přirozeného světla ukázati a její hodnota dosti přesně určit. Potřebujeme jen na kruhy pohlednouti a můžeme udati, oč je jedna složka opožděna (nebo zrychlena) a druhá zrychlena (nebo opožděna). Nalezá-li se totiž některý kruh na známce, když rovina polarisační je nakloněna o 45° k rovině dopadu, musíme uhel dopadu všeobecně o nestejnou hodnotu měnit, má-li se zase na známce nalezati, když přejdeme od této polarisace k polarisaci v rovině kolmé aneb rovnoběžné s rovinou dopadu. Dále pak víme, jaký uhel se rovná přechodu od jednoho kruhu ke druhému čili délce jedné vlny λ . Z těchto dát můžeme tedy fazi ustanoviti.

Z počátku byl jsem toho mínění, že úchyly s hora naznačené pocházejí od elliptického světla a určil jsem tedy změnu fáse obou složek přirozeného světla při odrazu na mosazné desce. Necháme-li totiž projíti světlo tenounkým lístkem slídovým, který udělí složkám přirozeného světla rozdíl právě o $\frac{\lambda}{4}$, můžeme slídu tak postaviti, že nám kompensuje t. j. zruší rozdíl ve fazi povstalý odražením na kovu. Poněvadž pro mosaz tato změna

fase dosud nebyla určena, kladu ji sem. Obnáší pak rozdíl fase mezi oběma složkami při uhlu dopadu i :

i	
45°	0·1 $\frac{\lambda}{2}$
52°	0·2 $\frac{\lambda}{2}$
59°	0·3 $\frac{\lambda}{2}$
66°	0·4 $\frac{\lambda}{2}$
69°30'	0·5 $\frac{\lambda}{2}$
76°	0·6 $\frac{\lambda}{2}$
79°	0·7 $\frac{\lambda}{2}$
82°	0·8 $\frac{\lambda}{2}$
85°	0·9 $\frac{\lambda}{2}$

Jednoduchý prostředek, kterým můžeme se přesvědčiti, zdali uvedené úchyly závisí na tomto úkazu, je, že použijeme světla polarisovaného v rovině dopadu aneb kolmo na ni. Takové světlo zůstane totiž polarisováno lineárně. Když jsem tedy hořejší pokusy s kruhy tímto způsobem opakoval, shledal jsem, že veškeré rozdíly zůstaly skoro nezměněny, což svědčí, že se také tím nedají vysvětliti.

5. Dříve než interferencí pokusil jsem se ustanoviti index lomu pro saze úplným odrazem (dle metody Wollastonovy), nepřišel jsem však pro známé již okolnosti k žádoucímu cíli. Při pokusech těchto zpozoroval prof. Mach zajímavý úkaz, který tuto popíšu. Pokusy konány způsobem následujícím. Spodní plocha hranolu se počadila a saze částečně setřely, tak že bylo možno pozorovati úplný odraz na hranici skla a vzduchu a též na hranici skla a sazí současně vedle sebe. Byla-li plocha velmi slabě počazena, bylo viděti hranici mezi světlem úplně odraženým a světlem procházejícím nepřetržitou na skle i na sazích,

pak-li však byla vrstva sazí poněkud silnější, zmizela hranice na sazích úplně. Úkaz ten dá se na základě toho, co již víme o indexu sazí a jejich porovatosti, snadno vysvětliti. Při slabé vrstvě sazí nepokrývají částice uhelné všude sklo a úplný odraz může tedy na těchto místech nastati, pouze je světlo zeslabeno, poněvadž odraz na částicích uhelných nastati nemůže, (index hranolu obnášel 1.5). Počadíme-li silněji, vyplní částice uhelné prázdna místa a zbývá pak tak málo nepokryté plochy skla, že nemůže již úplný odraz nastati. Poměr ten dá se (též dle návrhu prof. Macha) napodobiti směšeninou dvou tekutin. Vezme-li olej a směšeninu vody a líhu, která má specifickou váhu oleje, můžeme třepáním obě tekutiny velmi jemně promíchatí aniž by se ihned zase rozloučily. Vezmeme-li od každé stejné množství, spatříme, pokryjeme-li hranol touto směšeninou, hranice dvě. Vezmeme-li více od jedné než od druhé, spatříme jednu hranici jasně a druhou tím nejasněji, čím méně příslušící jí tekutina plochy zaujímá.

6. Saze jsou již dávno známy co vzor těles pohlcujících světlo i teplo, nestává však bližších udání číselných vztahujících se k pohlcování světla. Jak známo, vyjadřuje se jasnost světla i prošetšího nějakou vrstvou, jejíž tloušťka je T , následující rovnicí:

$$i = J_e^{-KT},$$

kde J znamená jasnost světla původního a K součinitele pohlcování. Známe-li tedy T a určíme-li poměr $\frac{i}{J}$, můžeme z této rovnice vypočísti K . Poměr obou jasností, $\frac{i}{J}$ ustanoven zvláštním přístrojem, světloměrným, který se zakládá na zásadě vyslovené *Talbotem* ⁴⁾ o točících se kotoučích. Hledíme-li totiž skrze otvory točícího se kotouče na dva svítící body rozličné jasnosti, mají se jasnosti obou k sobě opáčně jako šífky otvorů, skrze které vidíme oba body stejně jasné. Zařízení přístroje bylo následující. Před plynovou svítilnou s bílou koulí (která poosvětlené) skytuje pozadí stejnoměrně postavena počazená deska;

⁴⁾ Philosph. Magaz. 3. S. T. V. p. 327.

polovice sazí byla setřena tak, že saze byly ostře ohraničeny. Dříve však byla tloušťka vrstvy vahou určena. Těsně před desku postavena tmavá stěna zakrývající světlo, ve které se nalezal otvor obdélníkový, skrze který bylo viděti právě dva čtverce desky nad sebou, jeden osvětlený plným světlem, druhý světlem prošedším sazemí. Tyto dva čtverce pozorovány a poměr jejich jasností určen hleděním skrze točící se kotouč mosazný ($R = 8.5$ cm), v němž se nalezaly čtyry otvory lichoběžníkové stejně od sebe vzdálené.

Před tímto kotoučem na téže ose nalezal se jiný menší kotouč, jehož obvod půlil otvory kotouče prvního a byl takovými výřezy opatřen, že dolejší polovice těchto otvorů mohly se dle libosti rozšířiti neb zúžiti. Hořejšími širokými polovicemi otvorů procházelo světlo sazemí zeslabené, dolejšími otvory, jichž šířka byla proměnlivá, světlo plné. Šířka hořejších otvorů obnášela 54 mm.

Aby se zamezily chyby při posuzování obou jasností, které by povstati mohly přispůsobením oka rozličným vzdálenostem a mimohledem (parallaxou), postavena před kotouč předmětnice dalekohledu, která vytvořila obraz počazené desky na kotouči tak, že hranice sazí právě se kryla s obvodem menšího kotouče. Na tento obraz a zároveň na obvod menšího kotouče hleděno skrze lupu. Poněvadž v silnější vrstvě sazí se bílé světlo červeně zbarví, pozorováno s červeným aneb zeleným sklem aneb skrze modrou tekutinu (roztok kysličníku měďnatého ve čpavku), která jen modré paprsky propouští. Oba čtverce považovány za stejně jasné, jakmile zmizela mezi nimi hranice. Při tlusté vrstvě sazí nastane to při určité šířce skuliny, při vrstvě tenké však je tato šířka dosti neurčitá a může se chybiti až o 3 mm. Z té příčiny používáno při určování k veskrze tlustých vrstev. Pro světlo červené vypočtena střední hodnota pro k z řady pokusů $k_1 = 315$, pro světlo zelené $k_2 = 355$, pro světlo modré $k_m = 400$.

Úchyly čísel z jednotlivých pokusů od střední hodnoty rovnají se chybám při určení šířky skulin nejvýše 0.1 mm, dlužno tedy považovati pokusy ty za dobře souhlasící. Z čísel těchto vysvítá, že červená barva sazí ve světle procházejícím má svůj původ v nestejném pohlcování světla rozličných barev.

Dle téhož způsobu a tímž přístrojem zkoušeno také, mnoho-li světla odráží se na sazích při rozličných uhlech dopadu. Světlem slunečním osvětlena deska bílého skla, která byla až na malý čtverec zakryta. Nad tímto čtvercem upevněna počázená deska pod takovým uhem, že obraz čtverce v této desce právě se dotýkal čtverce sluncem osvětleného. Obě tyto osvětlené plochy pozorovány známým již způsobem. Shledáno, že při uhlu dopadu 80° odráží se na sazích jen 5.5% světla dopadajícího, při 75° jen 1.1% . Při menších uhlech dopadu bylo odražené světlo již tak nepatrné, že nebylo lze poměr jasností určit.

Pozoruhodné je, že saze, které delší čas ležely a vlhkým vzduchem se nasýtily, mnohem více světla odrážejí, což je zvláště při barevných kruzích patrné. Kruhy stanou se tím četnější (poněvadž tloušťky vrstvy zdánlivě přibýlo) a možno je sledovati při mnohem menších uhlech dopadu než původní.

7. Poněvadž saze v tak velké míře pohlcují světlo, bylo zajímavo zvědět, zda-li jim i druhé dvě vlastnosti přísluší, které při jiných tělesech s pohlcováním světla bývají sloučeny, totiž zda-li odražené na sazích světlo je polarisováno ellipticky a zda-li saze nepravidelně rozkládají světlo. Veškeré pokusy za tím účelem konané zůstaly bez výsledku. Při pokusech vztahujících se k nepravidelnému rozkladu světla použito mimo známé metody též následující, kterou mi navrhl prof. Mach. Z vrstvy sazí zhotovena na stroji rozdělovacím mřížka, jaké se užívá při ohybu světla. Šířka štěrbin a proužků sazí zvolena tak, aby světlo procházející štěrbinami mělo stejnou jasnost, jako světlo, které prošlo skrze proužky sazí. Poměr ten dá se napřed vypočísti, poněvadž můžeme určit tloušťku vrstvy a známe součinitele pohlcování. Hledíme-li pak dalekohledem, před jehož předmětnicí se tato mřížka nalezá, na svítící bod, může světlo procházející štěrbinami křížiti se se světlem, které prochází sazemi a na tmavých proužcích, které křížením povstanou, (minima druhá), musí se nepravidelný rozklad zjeviti, pakli tento obraz svítícího bodu rozložíme hranolem ve vidmo. Tmavé proužky musely by totiž v té barvě, která nějakou nepravidelnost jeví, náhle býti ohnuty aneb přetrženy. Něco podobného nebylo však pozorovati. Ovšem se nepodařilo onen poměr jasností přesně zachovati; poněvadž proužky sazí musí býti proti štěrbinám velmi široké, ji

zapotřebí, aby byly štěrbiny náramně úzké, to však se nedá tak snadno provésti u sazí, neboť špička musí do sazí přece dosti hluboko vniknouti a vytrhá je po obou stranách. Též při následujícím pokusu podařilo se přivésti obojí světlo ku křížení. Úzká štěrbina pokryta z větší části sazemi (na skle), ostatní část nechána nepokryta. Tato štěrbina postavena před předmětnici dalekohledu jako při obyčejném pokusu s ohybem a hleděno skrze ni na svítící bod. Na to točena zvolna deska se sazemi (a štěrbinou) kolem svislé osy, až docílen žádoucí poměr obou světél. Povstaly tak dva ohyby světla, jeden skrze úzkou štěrbinu nepokrytou a druhý skrze širší štěrbinu pokrytou sazemi. Obojí světlo se křížilo a povstaly ve světle bílém proužky barevné, poněvadž ve světle procházejícím štěrbinou byly veškeré barvy ve stejném poměru zastoupeny, kdežto ve světle procházejícím sazemi byly paprsky u červeného konce vidma tím silněji zastoupeny, čím tlustší vrstva sazí se vzala, aneb čím šikměji se deska se sazemi postavila k dopadajícím paprskům. Při spektrálním rozkladu ukázalo se, že úkaz ten závisí jen na nestejném pohlcování světla rozličných barev, neboť každý proužek byl zcela jasný v barvě červené a jasnosti jeho ubývalo v barvách následujících, až byl ve fialové barvě zcela tmavý. Jiné nepravidelnosti nebylo však viděti.

Že saze nelámou světlo nepravidelně, ačkoliv je v takové míře pohlcují, je zajisté pozoruhodné. Nesmíme si však mysliti, že by to odporovalo stávajícím náhledům o příčině nepravidelného rozkladu, neboť toto faktum dá se zcela dobře s nimi srovnati. Závisí-li nepravidelný rozklad od částic těles a jich uspořádání, je snadno možno, že jsou-li tyto částice od sebe příliš vzdáleny, ono zvláštní chvění jejich ani se nemůže vzbuditi. Ostatně je též známo, že nelze zpozorovati nepravidelný rozklad, použije-li se řídkých roztoků ve vrstvách sebe silnějších, nýbrž že musíme vzíti roztoky nasycené, husté. Že rozličné roztoky koptu jeví fluorescenci, pozoroval a popsal již *Hagenbach*,⁵⁾ i mohu doložiti, že saze svítíplynu v tom ohledu stejné mají vlastnosti.

⁵⁾ Pogg. Ann. B. 146. p. 232.