

# Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

---

Josef A. Theurer

O nejnovějších pracích v oboru zářivé energie. [I].

*Časopis pro pěstování matematiky a fysiky*, Vol. 17 (1888), No. 1, 22--27

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/109160>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1888

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>

## O nejnovějších pracích v oboru zářivé energie.

Napsal

Dr. Jos. A. Theurer,

asistent fyzikálního ústavu v Praze.

Ze všech tvarů energie, které moderní fyzika rozeznává, daleko nejrozšířenějším jest ten tvar, jemuž říkáme *energie zářivá* čili *aktinická*. Nepatrné poměrně množství energie té, jež se slunce vycházejíc na zemi naši dopadá, postačí, by budilo a udržovalo na ní veškerý organický život — nepoměrně větší však množství energie té vyzařuje se se slunce do prostoru světového, v soustavě sluneční nikam nedopadajíc.

Zářivá energie jest aktuální energie rozvlněného světlového étheru, uznávaného undulační teorií; kvalitativní rozdíly zářivé energie podmíněny jsou délkou vln étherových, jež označují se písmenou  $\lambda$ .\*) Dlužno tu stále na mysli mítí, že  $\lambda$  zůstane platnou veličinou, i kdyby někdy hypotéza světlového étheru byla odstraněna — neboť jest  $\lambda$  jistě veličinou fyzikální, určitě měřitelnou, jejíž existence a quantita nijak nezávisí na hypotézách.

Vědomosti naše o energii zářivé jsou přes nesmírné její rozšíření vzhledem k tomu, co jest známo o jiných tvarech energie, nejchudší — a příčinu toho snadno lze naléztí. Aktinická energie jeví se dle toho, kam dopadá, trojím způsobem: buď jako světlo, neb jako teplo, neb jako činnost chemická. Oko naše tak jest sestrojeno, že pociťuje jako světlo pouze paprsky, jejichž délky

\*) Protože délka příčné vlny étherové jest velmi malá, takže nelze voliti jako jedničku  $mm$ , běře se za jedničku (analogicky s měrami elektrickými)  $10^{-6} mm$ , kterážto délka nazývá se (podobně jako tam) *mikromilimetrem* a značí se  $\mu\mu$ . Označení toto vedle uvedené analogie má ještě tu výhodu, že čísla, délku vln udávající, objeví se vždy celými, čemuž není tak užije-li se označení jiného, jako na př. v anglických spisech, kde  $\mu\mu$  značí  $10^{-3} mm$ . Mnozí též užívají jedničky  $0.1 \mu\mu$ , takže čísla pro  $\lambda$  jsou vesměs 10krát větší — děje se tak dle *Angströma*, jenž ve svých pracech této míry užíval. Než z toho, co řečeno, vyplývá, že nejvhodnější jedničkou pro  $\lambda$  jest  $\mu\mu = 10^{-6} mm$ , a vztahují se veškeré následující udaje k této jedničce.

vlny leží mezi 400 a 800  $\mu\mu$  (asi); tuto část energie zářivé pak nebylo nesnadno podrobněji prostudovati — jeť oko lidské nejdokonalejším a velmi citlivým pozorovacím apparatusem. Nesnadnějším bylo, zvědět něco o paprscích, kteréž, majíce buď příliš krátké neb příliš dlouhé vlny, v oku dojmu světelného nevytvoří.\*) Tyto neviditelné části energie zářivé jest možno studovati pouze jich působením tepelným neb chemickým. Paprsky ultrafialové dají se konstatovati látkami světélkujícími neb působením svým na fotografické desky, kdežto paprsky infračervené do nedávna jeví se pouze svým působením tepelným.

Jest patrné, že pro studium energie zářivé prvním požadkem jest, zjednati si co možno jasné a široké spektrum — ovšem spektrum v širším smyslu, inclusive částí neviditelných. Spektrum, jak známo, lze vytvořiti způsobem dvojím: buď lomem (refrakcí) neb ohybem světla (diffrakcí). Spektra refrakční vyvozují se tím, že rovnoběžné paprsky procházejí hranolem, rozloha spektra pak závisí na lomivém úhlu hranolu a na látce, ze které jest zhotoven; spektrum takové proto nazývá se „*hranolovým*“. Rozloha spektra vytvořeného jediným hranolem obyčejně nevyhovuje požadavkům; proto užívá se hranolů několik, příslušně za sebou umístěných, a vedle toho místo pozorování pouhým okem pozoruje se dalekohledem o velikém zvětšení. Tak na př. anglický pozorovatel *N. Lockyer*, o jehož pracích níže bude promluveno, užíval k nejjemnějším svým pozorováním v části ultrafialové čtyř hranolů ze skla flintového, z nichž 3 měly lomivý úhel = 45°, jedno = 60°. Disperse, které tímto uspořádáním bylo docíleno, byla tak veliká, že na př. paprsky  $\lambda = 393\cdot33$  a  $\lambda = 396\cdot81$  byly, pozorovány dalekohledem, od sebe vzdáleny 3·5 cm.

\*) Souhrn paprsků o kratších délkách vln než 400  $\mu\mu$ , ležící za *fialovým* koncem spektra, nazývá se proto částí *ultra-fialovou*. Pro část, ležící za červeným koncem spektra není dosud názvosloví jednotně přijato; v mnohých spisech, zvláště německých a anglických užívá se slova „část ultračervená“; v následujícím přidržíme se názvu užívaného ve spisech francouzských, nazývajíce část tuto částí *infra-červenou*. Název ten proto zdá se lepším, že více se liší od názvu „ultrafialový“, než výraz dříve uvedený, a vedle toho, že předpona „infra“ připomíná analogii s akustikou, kde též o tónech delších vln říkáme, že leží „níže“.

Ohybem světla o velmi jemné mřížce lze též obdržeti spektrum, kteréž sluje „*ohybovým, diffrakčním, mřížovým*“ neb též „*normálním*“. Rozloha spektra diffrakčního roste s jemností mřížce: proto nesla se snaha mechaniků, tyto mřížce zhotovujících, k tomu, aby docílili mřížící co nejlepších t. j. s pruhy co možno nejčtetnějšími. Nejvíce v té příčině prosluly mřížce zhotovené *Nobbertem*, v novější době pak užívá se mřížící *Rutherfordových*, jež mají až 700 čar na millimetru; rovněž, hlavně při pracích anglických, užívá se hojně konkavních mřížící pocházejících od prof. *Rowlanda v Baltimore*, jehož nejjemnější mřížce mají až 1700 čar na millimetru. Rutherfordovy i Rowlandovy mřížce ryté jsou do kovu zrcadlitého, a užívá se jich na odraz.

Veliká rozloha, která se dá dosíci takovým způsobem u spekter obou druhů, jest sice pro pozorovatele velmi pohodlna, dovolujíc prováděti měření daleko přesněji, než by jinak možno bylo, trpí však tou společnou vadou, že intenzita spekter tou měrou se zmenšuje, jakou rozloha roste. Vyžaduje se tedy, aby při pozorováních při veliké rozloze užívalo se přístrojů i method velmi jemných dávajících spolehlivé výsledky i při nepatrných intenzitách. Vedle toho má hranolové spektrum tu principiální vadu, že paprsky procházejí značnou vrstvou látky, z níž hranoly jsou shotoveny, čímž nejen intenzita se oslabí, ale i qualita dopadající zářivé energie měniti se může a sice absorpcí touto látkou způsobenou.

Vady této prosta jsou spektra diffrakční, neboť tu paprsky neprocházejí, leč nepatrnou poměrně vrstvou vzduchu. Však i spektra mřížková mají své vady. Hlavní z nich jest ta, že nevytvoří se spektrum pouze jediné, nýbrž celá řada spekter, která pak nazývají se spektry řádu 2., 3., 4. . . , a kterážto jsou částečně položena *na* sebe čili superponována; tak splývají s červenými paprsky prvního spektra ( $\lambda = 800 = 2 \times 400$ ) fialové paprsky spektra druhého ( $\lambda = 400$ ) atd., takže všeobecně na každém místě mřížkového spektra setkáváme se s celým svazkem paprsků o délkách  $\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots (n-1)\lambda, n\lambda$ , jež náležejí spektru *n*-tého, *n*—1-ho, *n*—2-ho . . . 2-ho, 1-ho řádu.

Tuto vadu lze však několikerým způsobem odstraniti. Chceme-li pozorovati infračervenou část prvního spektra, nad níž položena jest viditelná část spektra 2-ho řádu, lze toto

spektrum shasiti tím, že dáme paprskům procházeti látkou absorbující paprsky kratší než jsou ty, které pozorovati chceme. Látky takové, jež propouštějí pouze nejzazší červeně a část infračervenou jsou: červené sklo, roztok jódu v sírouhliku, kterýž při dostatečné koncentraci viditelnou část úplně absorbuje, infračervenou dokonale propouštěje (*Tyndall*), velmi tenká ebonitová deska a j.\*) Od tohoto způsobu, osamotiti paprsky řádových spekter, v zásadě se liší způsob, jež při svých pracích užil *Langley* a jenž zakládá se na následující úvaze. Na každém místě difrakčního spektra nalézají se všeobecně paprsky o délkách vln  $\lambda$ ,  $2\lambda$ ,  $3\lambda$ , ... Pozorujeme-li tyto paprsky zvláště hranolem, musí se pro různou svou lomivost od sebe oddělit; způsob pozorování jest tedy as ten, že ve spektru normálním pošinujeme přístroj podobný spektrometru o velmi úzké skulině: řada obrazů této skuliny, ať viditelných, ať neviditelných odpovídá délkám vln  $\lambda$ ,  $2\lambda$ ,  $3\lambda$  ...

Lze tedy hranolem i mříží dosíci takové rozlohy a určitosti spektra, jaké se ku pracem o energii zářivé vyžaduje. Přece však není jednostejno, jakého spektra při práci se užije a to z důvodů, o kterýchž, ač šíře jsou známy, přece pro důležitost jich zmínku učiníme. Hranol, tvořící spektrum, zhotoven jest z jisté látky — může se tedy státi, že látka ta jistou část záření absorbuje a tedy nepropouští, že tedy světlo z hranolu vystupující kvalitativně jest jiné, než světlo dopadající. U hranolů tato okolnost hlavně jest důležitou, má-li se studovati část infračervená neb ultrafialová, neboť tu jest pak potřebí absorpci látek, z nichž hranoly ty jsou utvořeny, dříve zkoušeti, což v části viditelné, kde absorpce okem by se postihnouti dala, odpadá. Ukázalo se, že sklo jest úplně prostupno paprskům ultrafialovým — ne však infračerveným, a mnělo se všeobecně, že část infračervenou úplně neb alespoň u veliké míře zadržuje. Teprve nejnověji ukázal *Langley*, že těžké sklo propouští i paprsky nejdelší. Jinak užívá se všeobecně hranolů z kamenné soli, kteráž látka jest skoro úplně prostupna paprskům všech

\*) *Van Assche* odporučuje v *Compt. Rend.* 97. (1883) str. 838 jako prostředek osamotiti červené a infračervené záření od ostatního tenkou vrstvou amorfického selenu, jenž nejkratší paprsky odráží a viditelné absorbuje, propouštěje pouze nejdelší.

délek, neb z křemene a pod. látek. — Vady uvedené prosto jest spektrum diffrakční, zvláště užije-li se ho na odraz, v kterémž případě světlo neprochází žádným cizím ústředím. Jest však ještě jiný, veledůležitý rozdíl mezi spektrem hranolovým a diffrakčním, který týče se rozlohy spektra samého. Ve spektru diffrakčním jsou totiž seřaděny paprsky tak vedle sebe, že poloha jich jest úměrna jich délce vln. Proto též dostalo se diffrakčnímu spektru názvu „*spektrum normální*“. Proti tomuto spektru jest spektrum hranolové značně deformováno: paprsky delší jsou totiž silně k sobě sraženy, kdežto paprsky krátké značně jsou roztaženy. Z toho již jest patrné, že určování délek vln snadněji se provede ve spektru normalním než v hranolovém, a dále vysvítá, že všeobecně pro studium části infračervené výhodnějším bude spektrum normalní, jsouc tam rozložitějším než hranolové. Ovšem na druhé straně zase nastává obtíž ta, že dle povahy normalního spektra samého energie příslušící části infračervené značně se rozptýlí, takže množství energie jednotlivým paprskům příslušící bude velmi nepatrné, kterážto obtíž ještě se zvýší šířkou čili rozlohou spektra samého; ve spektru hranolovém pak jest část infračervená sražená, celkové quantum energie jí příslušící tedy směstnáno na menší prostor, účinek tedy značně intenzivnější — ovšem na úkor rozlohy. — V části ultrafialové má se věc opačně.

Toto značné zmenšení intensity energie zářivé v normalním spektru infračerveném bylo příčinou, že se dříve užívalo skoro výhradně spekter hranolových, až v době nejnovější se podařilo pozorovací metody učiniti tak citlivými, že tato vada normalního spektra pozbyla významu.

Proč předce mnohdy dá se přednost spektru hranolovému, souvisí s tím, že hranolem dá se daleko snáze operovati než mříží, jež vyžaduje daleko větší pečlivosti a opatrnosti, hlavně však jest příčinou toho neobyčejně vysoká cena dobrých mříží, jež se s cenou dobrých hranolů téměř ani srovnati nedá.

Jak již uvedeno, bylo *prozkoumání viditelné části spektra* úlohou poměrně snažší, než částí neviditelných a proto hlavní práce o ní jednající vykonány u veliké dokonalosti již v dobách dřívějších. Dilem pro studium viditelné části spektra monumentálním, a jaksi korunou všech prací v oboru tom vykonaných

jest *Angströmův* Atlas spektra normalního,\*) vydaný v Upsale r. 1868, obsahující část spektra obsaženou mezi čarami A a H: v části této vyznačil *Angström* na svém výkrese 1000 čar, z nichž pro 150 čar délku vlny (udávanou tam v  $10^{-7}$  mm) přímo měřil. Ovšem že od těch dob ještě mnoho pracovalo a pracuje se o viditelné části spektra slunečního užívajíc větší rozlohy spektra — zmiňujeme se zde pouze o nových pracech *Thollonových*, jež koná se spektrem takové rozlohy, že mezi čarami  $D_1$  a  $D_2$  slunečního spektra našel ještě 12 čar jiných — než práce *Angströмова* pro přesnost svou zůstane stále prací vynikající důležitosti. Práce doby novější (počínajíc as r. 1880) nesou se vesměs, neb alespoň velkou většinou ku studiu neviditelných částí spektra, ultrafialové a infračervené a z těchto zase zvláště část infračervená velmi dokonale byla prozkoumána.

(Pokračování.)

## Kterak souvisí poučka Carnotova s poučkou Ptolemaevou.

Napsal

**Josef Fürst,**

professor v Opavě.

Vpíšeme-li do kružnice libovolný čtyřúhelník ABCD\*\*), platí o něm poučka zvaná *Ptolemaeva*, kteráž zní:

*Součin úhlopříčen čtyřúhelníka do kružnice vepsaného rovná se součtu součinů stran protilehlých; t. j.*

$$AC \cdot BD = AB \cdot DC + AD \cdot BC.$$

Platnost poučky této týká se zajisté i zvláštních tvarů čtyřúhelníka do kružnice vepsaných.

Stanou-li se dvě strany protilehlé rovnoběžnými, vznikne *lichoběžník rovnoramenný*.

Píšeme-li pro krátkost  $AB = a$ , s  $a$  rovnoběžnou  $DC = b$ , ramena  $AD = BC = c$ , úhlopříčny  $AC = BD = d$ , a pravoúhlý průmět ramen na základnu  $x$ , takže

$$x = c \cos(a, c) = -c \cos(b, c),$$

\*) *Angström*: Recherches sur le spectre solaire.

\*\*) Obrazec laskavý čtenář snadno sám si sestojí.