

Václav Posejpal
O fosforoskopu vibračním

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 41 (1912), No. 3-4, 458--463

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122939>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1912

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>

Tato automorfie má při rovnici charakteristické $p - q$ kořenů rovných 1, ostatní pak kořeny jsou $a_1, \frac{1}{a_1}, a_2, \frac{1}{a_2}, \dots, a_q, \frac{1}{a_q}$, čímž tvrzení učiněné dokázáno. Ať tedy jakkoli převedeme reálnou substitucí danou kvadratickou formu na tvar (A), číslo $|p - q|$ jest vždy též. Při kvadratických formách o lichém počtu proměnných vyplývá dokonce vzhledem k okolnosti, že lineární reálnou substitucí znaménko diskriminantu se nemění, stálost čísla $p - q$, tedy t. zv. zákon setrvačnosti. Ze zákona setrvačnosti však platného pro n liché následuje ihned zákon setrvačnosti pro n sudé. Stačí, je-li n sudé, místo kvadratické formy $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ vzít v úvahu formu kvadratickou

$$x_0^2 + f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

kde x_0 jest nová proměnná.

Jest tudíž zákon setrvačnosti v úzkém vztahu se svrchu dokázanou větou Loewyovou. Loewy zákon setrvačnosti při důkaze svém předpokládá.

O fosforoskopu vibračním.

Sděluje Dr. Václav Posejpal.

Fosforoskop jest přístroj pro studium fosforescence nezbytný. Prvé přístroje toho druhu popsal a sestrojil Ed. Becquerel¹⁾, jehož práce v oboru fosforescence zůstanou pro vždy klassickými a základními, znamenající novou epochu na tomto poli. Základní myšlenka Becquerelových přístrojů jest jednoduchá: zkoumané těleso, jež krátce budeme zváti fosforem, se umístí do dokonale tmavé skřínky, opatřené dvěma otvory. Jeden, po případě dva otáčivé kotouče s otvory umožňují, že se těleso střídavě jedním z otvorů ve skřínce osvětluje, druhým pozoruje. Stroje Becquerelem na této myšlence založené byly pak speciálně upraveny buď pro studium fosforescence těles průhledných neb neprůhledných a dovolovaly snížit interval mezi osvětlením a pozorováním až na miliontinu sekundy.

¹⁾ Ann. chim. et. phys. (3) 55. 5—119. 1859.

Ještě jiné myšlenky použil Becquerel: Do dutého válce se vloží válec plný, kolem společné geometrické osy otáčivý. Plášť vnitřního válce se pokryje vhodným způsobem zkoumanou látkou, plášť zevního opatří dvěma otvory. A zase jedním z těchto otvorů, zatím co vnitřní válec se rychle otáčí, se fosfor osvětluje, druhým pozoruje.

Přístroje Becquerelovy zdokonalili a k speciálním účelům modifikovali E. Wiedemann, W. Crookes, Lenard, Wattewille. Technické provedení těchto strojů jest dosti nákladné a stroje tyto tudíž drahé. Tak stojí dle posledního cenníku firmy Ph. Pellinovy v Paříži velký fosforoskop Becquerelův 495 franků a malý strojek téhož typu k nasazení na projekční elektrickou lampu 132 franky.

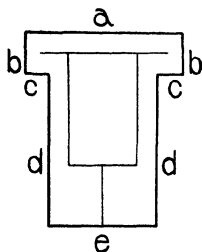
Jsou tudíž vítány, zvláště pro účely demonstrační, přístroje jednodušší a tím lacinější. Za jeden z takových může býti považován typ fosforoskopu, jak jsem jej sám během roku 1909—10 sestrojil a prakticky vyzkoušel, a jež dle jeho povahy vhodné lze nazvatí fosforoskopem vibračním. Účelem dalších řádků bude přístroj krátce popsati a jeho fungování objasni.

Skládá se ze dvou podstatných částí: skřínky fosforoskopické a vibratoru.

Skřínkou je dutý hranol, jehož normální v podstatě obdélníkový řez jest ukázán v obraze 1. Rozměry stran tohoto řezu jsou $a = 10 \text{ cm}$, $b = 2\cdot5 \text{ cm}$, $c = 1\cdot5 \text{ cm}$, $d = 10 \text{ cm}$. Ze spoda jest skřínka uzavřena pevným dnem, do něhož jest zapuštěna nožka, dovolující umístiti skřínku na trojnohý, stavěcími šrouby opatřený statívek. Svrchu se uzavírá skřínka odnímatelným příklopem. Asi uprostřed výšky, činící 26 cm , jsou obě bočné (d , d) i čelní stěna (a) skřínky opatřeny obdélníkovými okénky (2 cm , 3 cm), kdežto zadní stěna jest od vrchu až dolů do $\frac{2}{3}$ výšky rozříznuta výřezem asi cm širokým a jest odnímatelna. Dnem vchází do skřínky dutá, nahoru a dolů posunovatelná nožka, do níž lze vkládati vhodně upravené stolečky, určené k nesení zkoumaných fosforů. Tato nožka obklopena je hranolovitým tělesem ze dna skřínky až téměř k spodnímu okraji nejnižších okének sahajícím, jež jsou od stěn skřínky všude asi na 2 cm vzdáleno zabraňuje šíření se světla spodem skřínky. Okénko v jedné pobočné stěně slouží k osvětlování fosforu (okénko o)

okénko ve stěně čelné a v druhé pobočné k pozorování jeho fosforescence (okénka p , p), toto ve světle prošlém, ono ve světle odraženém. Vzájemnou polohu okének snadno postřehneme, rozvineme-li plášť skřínky, jak jest učiněno na obraze č. 2. Jest ovšem nejvýhodněji zhotoviti skřínku z nepříliš silného plechu. Já jsem učinil dno ze dřeva, svrchní příklop z lehkého aluminiového plechu a plášť z tuhého papíru. Vše jest matně černé.

Vibrator skládá se z ručky a křídla. Ručkou může býti v nejjednodušším případě as 50 *cm* dlouhá vzpruha ocelová, držená pevným svěrákem. Já zvolil ručkou lehkou, velice plochou tyč dřevěnou, 90 *cm* dlouhou, upevněnou na jedno rameno elektromagnetické ladičky, vibrující v rovině vertikální.

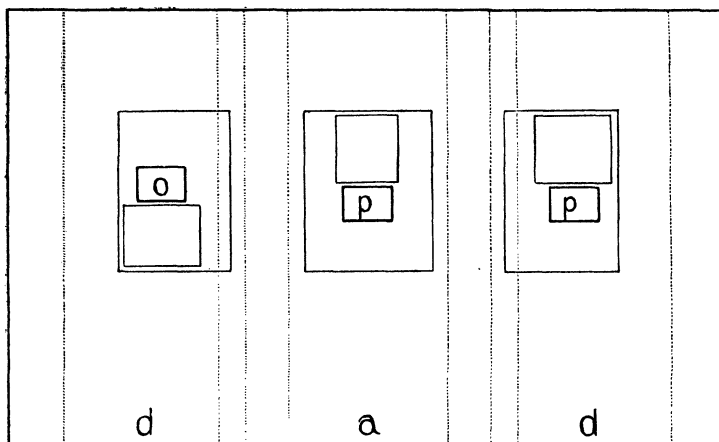


Obr. 1.

Křídlem jest plášť hranolu 10 *cm* vysokého, s obdélníkovou základnou, volně vstupujícího do fosforoskopické skřínky. Výběžky na hranách tohoto křídla zamezují šíření se světla uvnitř mezi stěnami skřínky a křídlem. Příslušné stěny křídla opatřeny jsou okénky tak, že v poloze rovnovážné jsou všechna okénka skřínky zavřena. Postoupí-li z této polohy křídlo nahoru, otevře se tím okénko osvětlovací a to tím více, čím více se křídlo zvedá; postoupí-li z polohy rovnovážné křídlo dolů, otevírají se stejným způsobem a úplně stejnoměrně obě okénka pozorovací. Kostra křídla jest z aluminiového plechu, ostatní z černého papíru.

Vzájemná poloha skřínky a křídla jest dostatečně patrna z obrázků č. 1. a 2., kdež v obr. 2. jest na rozvinutý plášť skřínky rozložen plášť křídla pro případ, že křídlo jest v poloze rovnovážné. Aby současné uzavření okének skřínky bylo v této

rovnovážné poloze zajištěno, přesahují plné části stěn křídla každé okénko o jistý a též obnos, jež nazveme δ .



Obr. 2.

Kmitá-li křídlo, otvírají a zavírají se střídavě okénko osvětlovací a okénka pozorovací, vždy na půl doby kmitové. Nicméně nenastane po uzavření okénka osvětlovacího otevření okének pozorovacích okamžitě. Stane se tak po uplynutí jisté doby, té totiž, již křídlo potřebuje, aby probíhající polohou rovnovážnou urazilo dráhu 2δ , a sice δ před dosažením polohy rovnovážné a δ po jejím proběhnutí. Dobu tuto lze snadno vypočítati.

Označíme-li vzdálenost kteréhokoliv bodu křídla od polohy rovnovážné y a čítáme-li čas od okamžiku, kdy křídlo naposledy skrze polohu rovnovážnou letělo, platí vzhledem k tomu, že pohyb křídla jest pohybem harmonickým:

$$y = A \sin \frac{2\pi}{\tau} t, \quad (1)$$

kdež značí A amplitudu a τ dobu jedné celé vibrace.

Tudíž

$$dy = A \frac{2\pi}{\tau} \sqrt{1 - \frac{y^2}{A^2}} dt$$

a tedy

$$dt = \frac{\tau}{2\pi} \frac{\frac{dy}{A}}{\sqrt{1 - \frac{y^2}{A^2}}}.$$

Integrací

$$\int_0^{t_1} dt = \frac{\tau}{2\pi} \int_{y=0}^{y=\delta} \frac{\frac{dy}{A}}{\sqrt{1 - \frac{y^2}{A^2}}}$$

máme čas potřebný k proběhnutí dráhy δ z polohy rovnovážné, tedy

$$t_1 = \frac{\tau}{2\pi} \operatorname{arc} \sin \frac{\delta}{A}; \quad (2)$$

hledaná doba T jest dvojnásobná,

$$T = 2t_1 = \frac{\tau}{\pi} \operatorname{arc} \sin \frac{\delta}{A}. \quad (2)$$

Tak na př. u mého fosforoskopu jest

$$A = 20 \text{ mm}, \delta = 1 \text{ mm}, \tau = \frac{1}{10} \text{ sek.}$$

Z toho jde $T = 0.001 \text{ sek.}$, to znamená, že doba mezi ukončením osvětlení fosforu a počátkem pozorování jeho fosforescence jest řádu jedné tisíciný sekundy, což úplně stačí, aby bylo v našem fosforoskopu možno viděti fosforeskovati sklo, křidu, vápenec atd.

Samozřejmě dříve, než zkoumaný fosfor do fosforoskopu vložíme, musíme tento náležitě seříditi, totiž vibrator a skříňku uvéstí do patřičné vzájemné polohy. Seřízení jest dobré, když zirájice kterýmkoliv okénkem do fosforoskopu dosud prázdného, ale v chodu jsoucího, vidíme dokonalou tmou. K snazšímu dosažení tohoto cíle jest výhodno nasaditi na pozorovací okénko visir, totiž asi decimetr dlouhou těsně do okénka zacházející hranolovitou rourku, kterou všeliké postranní světlo, jež do fosforoskopu se od zdroje účinného dostává, jest od oka izolováno.

Z předchozího jest patrné, jak by bylo nutno postupovati, kdyby šlo o docílení větší citlivosti, než jakou má stroj tuto popsany, jež třeba zatím považovati za pouhou improvisaci.

Výhodou tohoto fosforoskopu jest, že není se zvyšováním citlivosti stroje spojeno stejnoměrně postupující zkracování doby, po kterou trvá osvětlení, respektive pozorování (jak tomu jest u fosforoskopů Becquerelových, u kterých doba osvětlení neb pozorování jest stejně dlouhá jako interval mezi nimi), takže tato doba může i při velice citlivých strojích zůstati poměrně dlouhou, obnášejíc několik setin vteřiny. Cenu této výhody lze snadno posouditi. Dle nejnovější práce Blondela a Rey-e¹⁾ platí, značí-li E_0 osvětlení pupilly stálým světlem, jehož jest třeba k dosažení prahu vidění, a E sílu tohoto osvětlení, trvá-li jen po krátkou dobu t , rovnice

$$\frac{E}{E_0} = 1 + \frac{0.21}{t}.$$

Poněvadž osvětlení pupilly jest úměrno intesitě zdroje svítícího, platí též, nazveme-li příslušné intensity J a J_0 :

$$\frac{J}{J_0} = 1 + \frac{0.21}{t}.$$

Když tedy na př. u Becquerélova fosforoskopu doba mezi osvětlením a pozorováním činí 0.001 sek, jest také doba osvětlení a pozorování tak dlouho a

$$J = 211 J_0,$$

to jest fosfor, má-li býti spatřen, musí svítiti více než 200krát tak intensivně, než by bylo třeba, aby byl spatřen při trvalém pozorování. Naproti tomu jest u mého fosforoskopu při téže citlivosti doba $t = \frac{1}{20}$ sek, t. j. $\frac{1}{2}$ doby kmitové, a tudíž

$$J = 5.2 J_0,$$

což tedy jest značný rozdíl. Ovšem jen na prvý pohled. Neboť okolnost, že jednotlivá pozorování rychle za sebou následují, tento rozdíl zajisté trochu vyrovná.

Lenard sestrojil r. 1892 fosforoskop, jenž také může býti nazván vibračním. Jest to jednoduché zařízení, dovolující toliko pozorovati fosforescenci pomocí jiskry induktoru Ruhmkorffova za použití Foucaultova přerušovače.

¹⁾ A. Blondel et J. Rey, Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée. (Journ. de Ph. (5) 1, 530. 1911.)