Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky

Vladimír Novák

Z laboratoře fysikalního ústavu české university

Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky, Vol. 25 (1896), No. 2, 114--120

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/123319

$$\frac{d^3h}{dy^3} = \frac{3\left(\frac{d^2y}{dh^2}\right)^2 - \frac{dy}{dh}\cdot\frac{d^3y}{dh^3}}{\left(\frac{dy}{dh}\right)^5}, \ldots$$

bude

$$A_1 = \frac{1}{f'(x_0)},\quad A_2 = -\frac{f''(x_0)}{2f'(x_0)^3},$$

$$A_3 = \frac{3f''(x_0)^2 - f'(x_0)f'''(x_0)}{6f'(x_0)^5}, \ldots$$

Tedy *je-li* $f(x_0 + h_1) = 0$, *bude oprava* h_1 *dána řadou*

$$(10^*)\quad \begin{cases} h_1 = -\dfrac{f(x_0)}{f'(x_0)} - \dfrac{f''(x_0)\,f(x_0)^2}{2f'(x_0)^3} - \dfrac{[3f''(x_0)^2 - f'(x_0)f'''(x_0)]}{6f'(x_0)^5}\, f(x_0)^3 \\ + \ldots \end{cases}$$

Podržíme-li pouze prvý člen této řady, máme methodu Newtonovu.

V našem případě jest

$$f(\mathrm{E}) = \mathrm{E} - \mathrm{M} - e \sin \mathrm{E},$$

tedy

$$f'(\mathrm{E}_0) = 1 - e\cos \mathrm{E}_0\,,\quad f''(\mathrm{E}_0) = e \sin \mathrm{E}_0\,,\quad f'''(\mathrm{E}_0) = e\cos \mathrm{E}_0\,,$$

takže bude s velikou přesností:

$$(11)\quad \begin{cases} \mathrm{E} = \mathrm{E}_0 - \dfrac{f(\mathrm{E}_0)}{1 - e\cos \mathrm{E}_0} - \dfrac{f(\mathrm{E}_0)^2 \,.\, e \sin \mathrm{E}_0}{2(1 - e\cos \mathrm{E}_0)^3} \\ + \dfrac{e\cos \mathrm{E}_0 - e^2(1 + 2\sin^2 \mathrm{E}_0)}{6(1 - e\cos \mathrm{E}_0)^5}\, f(\mathrm{E}_0)^3, \end{cases}$$

kde $f(\mathrm{E}_0) = (\mathrm{E}_0 - \mathrm{M}) - e \sin \mathrm{E}_0$.

Z laboratoře fysikalního ústavu české university.

Podává

Dr. **Vladimír Novák,**

assistent ústavu.

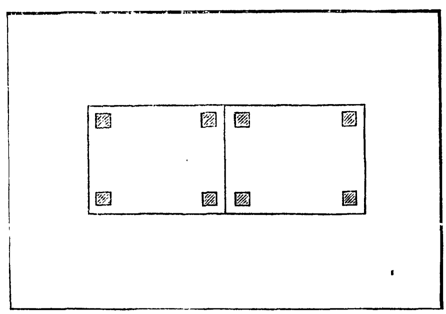
1. Zrcadla Fresnelova.

Pokud mi známo, užívá se na školách středních k interferenčnímu pokusu Fresnelově dosti složitého přístroje, který ne vždycky vyhovuje a pro uspořádání objektivní, ve škole tak důležité, bývá nezpůsobilý.

Nebude snad tedy od místa, uvedu-li zde způsob,*) jakým si každý může upraviti zrcadla Fresnelova velmi jednoduše a lacině.

Dvě zrcadlová sklíčka, z téhož kusu skla uříznutá (rozměrů na př. 4; 5; 0·5 cm.) obrousí se alespoň na jedné hraně co možná přesně a jemně, aby hrany později k sobě přiléhající skutečně byly přímé a potrou se na zadní ploše černým lakem železným.

Z vosku smíšeného s terpentýnem (aby byl tažnější a vláčnější) vyřízne se vrstva asi 0·2 *cm* silná a nakrájí se z ní 8 hranolků se základnou čtvercovou (strana 0·3 *cm*). Na to položíme obě sklíčka plochou přední na silnou desku skleněnou a na plochu zadní připevníme mírným tlakem ony hranolky z vosku, tak jak je naznačeno na připojeném obrazci. (Obr. 1.).



Obr. 1.

Obě sklíčka obrátíme a položíme na špalíček dřevěný (vhodného rozměru na př. 8, 10, 12 *cm*); jiným špalíčkem sklíčka trochu přitiskneme, pak rukama srovnáme, aby hrany jich byly rovnoběžny s hranami špalíčku, dále aby hrany obroušené byly těsně u sebe. Destičky se pak důkladně koží a terpentýnem očistí a špalíček se položí na silnou desku skleněnou sklíčky dolů a zatíží závažím 5 *kg*.

*) Viz a srovnej methodu G. Quinke-ho. Pogg. Ann. 1867.

Zatížení děje se opatrně, tak aby celé závaží stejnoměrně a najednou dolehlo na vrchní plochu špalíčku.

Podobné opatrnosti je třeba při sejímání závaží, což se po několika hodinách může státi.

Takto upravená sklíčka zkoušejí se velmi šikmým odrazem pozorováním předmětu význačného přímými tahy a zrcadlícího se v obou zrcádkách.

Aby obě zrcádka svírala spolu úhel málo od 180° odchylný, toho docílíme položením tenké destičky skleněné a přitisknutím válečku kovového do středu nad hranu průsečnou položeného. Šetříme-li těchto předpisů, zjednáme si snadno zrcádka, která velmi dokonale vyhovují podmínkám:

1. hrany obou zrcadel nesmí býti mimoběžny;
2. geometrický průsek rovin obou zrcadel musí souhlasiti s daným průsekem fysikalním.

Opticky, objektivním provedením pokusu, přesvědčíme se ovšem nejlépe jak úprava zrcadel dopadla.

Špalíček se zrcadly postavíme na pevný stativ se stavěcími šrouby, který taktéž pevně jest umístěn ve vzdálenosti 10—20 *cm* od štěrbiny dle toho, zdali úhel zrcadly sevřený více neb méně se liší od 180°. Pak při správném postavení štěrbiny vzhledem k zrcadlům, vhodné její šířce a ovšem při jasném světle slunečním vzniká ve vzdálenosti několika metrů překrásný úkaz interferenční, jenž může býti i spektrálně analysován.

2. **Graduování galvanometru.***)

Nemíním těmito řádky podati veškeré methody, kterými se provádí *graduace galvanometru* čili jimiž se škále galvanometru dává určitý, jednoduchý význam; chci se pouze omeziti na případy, které lze provésti pomůckami, jež poskytují fysikalní sbírky středních škol.

Ve skutečnosti, v praxi školní, často se vyskytuje potřeba znáti daný stroj nejen po stránce qualitativné ale i po stránce quantitativné, jež zhusta o náležitém zdaru pokusu rozhoduje. Přístroje školské v tomto smyslu nebývají od firmy prozkoumány, tak že důležité jich konstanty musí si experimentator určiti sám.

* Viz též W. Kohlrausch: Eine bequeme Methode der Messung von Stromstärke und ihre Verwerthung zur Aichung technischer Strom- und Spannungszeiger. Berlin. Elektrotechn. Z. pg. 273. 1886.

V elektřině dynamické jsou to na př. galvanické odpory galvanometrů, bussol, solenoidů, redukční faktory, konstanty galvanometrické atd. Nejedná se ovšem při těchto veličinách o velikou přesnost, ve velmi mnohých případech postačí určení na několik procent a proto je vítána methoda, která rychle a snadno vede k cíli.

Někdy jsou k disposici ampèremetry a voltmetry ale právě jen někdy, častěji vyskytují se úlohy měřiti proudy nepatrného napjetí a malé intensity, pro něž vhodných přístrojů empirických nemáme. Dá se však každý galvanometr proměniti v ampèremetr, provede-li se graduace jeho škály.

Buďtež zde uvedeny dva příklady ze skutečnosti vzaté, jež by svými číselnými výsledky a znázorněním grafickým, pojem graduace vysvětlily.

Předně byla provedena graduace differentialního galvanometru Siemensova (cena 85 ℳ).

Galvanometr tento má vinutí na rámečku dřevěném obdélníkového průřezu, v jehož středu kývá jehla na hrot podepřená.

Škála je dělena ve stupně (do 50^0 na obě strany), úchylka magnetky pozoruje se na ukazovateli kolmo k jehle připevněném.

Galvanometr tento zapjat v jednoduchý kruh s rheostatem a článkem Daniellovým. Vloženým kommutatorem bylo možno úchylku galvanometru pozorovati na obou stranách.

Základ graduace jest v rovnicích

$$J = \frac{E}{R}$$

$$J' = \text{const. } \mathrm{tg}\, \alpha,$$

kde J (resp. J') značí intensitu, E elektromotorickou sílu článku, R úhrnný odpor v kruhu, α pak úchylku galvanometru.

Platnost rovnice druhé můžeme předpokládati vždy, není-li α příliš veliké, proto úmyslně psáno zde J'.

Z rovnice prvé určíme J pro různá R vkládáním odporů v rheostatu, z rovnice druhé počítáme J' z pozorovaných úchylek α, určivše konstantu z několika pozorování pro α malé, kdy ještě zákon úměrnosti s tangentou úchylky platí.

Elektromotorická síla 1 Daniell (plněného konc. roztokem $Cu\,SO_4$ a 3·8% $H_2\,SO_4$ [(dle objemu)] byla známa (1·12 Volt) podobně vnitřní odpor galv. a vedení.

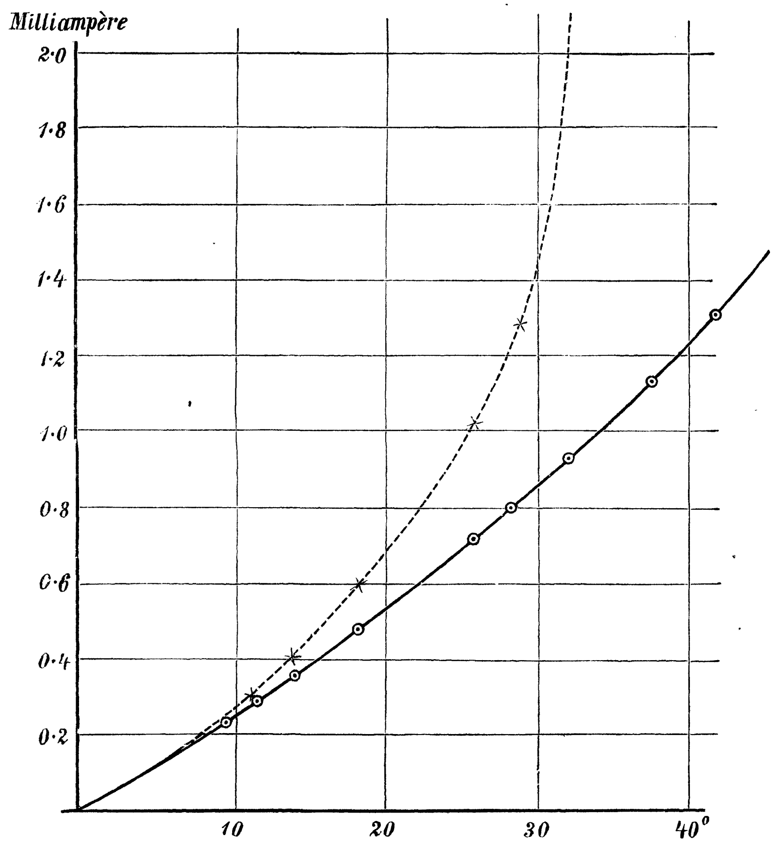
Následující tabulka ukazuje přehled výsledků pro jedno vinutí ($A_1\,E_1$) a připojený diagram (obr. 2.), v němž abscissou je α a ordinatou J a J', poučuje velmi názorně, jak se J a J' pro rostoucí úchylkou více a více od sebe liší.

Celkový odpor R v S. J	α střední	J'	J
		v milliampèrech	
5022	9·30	0·243	0·243
4022	11·15	293	304
3022	13·75	364	405
2022	17·80	477	605
2022	17·85	479	605
1022	25·65	714	1·196
822	28·30	800	1·487
622	32·00	929	1·965
422	37·35	1·134	2·897
322	41·40	1·311	3·796

Uvedeného diagramu můžeme upotřebiti s výhodou, kdykoliv se jedná o měření intensity proudu od 0 do 2 Milliampère. Pro proudy silnější modifikuje se uspořádání v tom smyslu, že hlavní kruh rozdělíme ve 2 větve, z nichž jedna obsahuje galvanometr. Je-li znám *poměr odporů* obou větví „*p*“ určí se intensita hlavního kruhu J z intensity ve větvi J_1 dle vztahu

$$J = J_1\,(1 + p).$$

Zcela podobným způsobem provádí se graduace galvanometru zrcadlového, kde úchylka magnetky stanoví se odečítáním dalekohledem se škálou.



Obr. 2.

Měřená veličina je v tom případě nikoliv úhel, nýbrž odvěsna (n) trojúhelníka pravoúhlého, jehož druhou odvěsnou jest vzdálenost škály od zrcádka galvanometru (d), tak že úchylka magnetky α jest určena vztahem

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{n}{d}.$$

Vedle toho lze však při tom způsobu odečítání provésti výpočet tak, aby výsledky graduace byly co možná vhodny *k praktickému upotřebení*

Jako v případě předešlém základní veličinou jest odečtený úhel — tak zase zde počet dílců na škále. I můžeme předpokládati relaci

$$n' = \frac{\text{const}}{\text{R}}$$

určiti „const“ z několika pozorování pro velká R a počítati dle ostatních odporů příslušné n' tak, že rozdíl $n' - n$ stanoví korrekci, kterou dlužno k odečtenému n připojiti, abychom obdrželi veličinu intensitě přímo úměrnou.

Za příklad této graduace buďtež zde výsledky pro galvanometr zrcadlový Kohlrauschův od firmy Hartmann a Braun (cena 72 zl.), který byl odečítán dalekohledem ze vzdálenosti 235 *cm*.

Celkový odpor R v Ω při 20°	α ve stupních	J'	J	n	n'	korrekce záp.
		v milliampère		v millimetrech		
8001	0·617	0·1438	0·1438	50·60	50·60	.
7001	705	1642	1642	57·80	57·83	.
6001	822	1916	1916	67·45	67·47	.
5001	987	2300	2299	81·00	80·95	.
4001	1·233	2874	2874	101·20	101·19	.
3001	1·645	3833	3832	135·05	134·90	0·15
2001	2·645	5748	5747	202·75	202·32	43
1801	2·738	6386	6385	225·30	224·79	51
1501	3·284	7660	7661	270·50	269·71	79
1301	4·097	9564	9575	338·40	337·08	1·32
1001	4·910	1·1472	1·1488	406·80	404·43	2·27

Pozorování ukazuje, že zákon tangentový platí tu až do úchylky 5^0 s přesností $0{\cdot}1\,^0/_0$, tak že se graduace hlavně týká způsobu odečítání — redukování pozorované délky na příslušný oblouk.