

Vladimír Novák

Odpor rtuti v poli magnetickém

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 39 (1910), No. 1, 38--45

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123358>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1910

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>

## Odpor rtuti v poli magnetickém.

Napsal Dr. **Vladimír Novák**, professor české techniky v Brně.

V posledním čísle minulého ročníku tohoto časopisu uveřejnil prof. Dr. *V. Felix* článek „Změna odporu rtuti v magnetickém poli“<sup>1)</sup>, v němž hledí autor na základě vlastních měření mimo jiné dokázati, že se odpor tekuté rtuti polem magnetickým značně mění a že nelze velikou tuto změnu „prozatím vyložiti úplně elektrodynamickým působením pole magnetického na tekutý vodič“.

Autor hledal zjev Hallův u rtuti a našel místo toho zvýšení odporu u rtuti čisté 40% (v poli 4000 gauss), u rtuti tellurem znečištěné dokonce 78%. K měření změn odporových užil dále trubic o světlosti 2 mm, které tak upravil, že kontakty přírodních drátů ležely mimo pole magnetické. V poli okrouhle 10000 gauss našel pak Felix tyto procentuální změny odporu

u rtuti znečištěné mědi . . . . .	12·2%
u téže rtuti ale v jiném preparátu	10·7%
u rtuti čisté . . . . .	5·3%.

Všechna tato čísla jsou proti výsledkům starších měření, jež provedli *Drude s Nernstem*<sup>2)</sup> a *Berndt*<sup>3)</sup> tak značně rozdílná, že jsem považoval za zajímavou, vyšetřiti vlastními měřeními příčinu tohoto nesouhlasu. Mimo to ukazují číselná data měření Felixových tolik rozdílu a nesrovnalostí, že již po této stránce možno o ceně výsledku pochybovati. Tak jeví se na př. v tabulce I. (viz pag. 588) ve výsledcích vedle sebe čísla 14·0 a 10·3%, ze kterých se pak počítá hodnota střední a čísla tato přece svědčí o rozdílu značně větším, než by měly býti chyby pozorovací. Veličinami  $\alpha_1$  a  $\alpha_2$  (tamže dle pag. 589) míněny jsou „výchyly“. Rozumí-li autor tomuto názvu jako *rozdílu dvou čtení* na škále, pak nelze připustiti, aby počítal dále se

<sup>1)</sup> Časop. pro pěst. math. a fys. 38. 582. 1909. Článek tento tvoří patrně doplněk k dalšímu článku téhož autora: »Několik poznámek ku přednášce »O zjevu Hallově«. II. odpověď prof. dru. Vlad. Novákovi, v níž autor plně využil té okolnosti, že měl dle zvyklostí redakčních slovo poslední.

<sup>2)</sup> *P. Drude* a *W. Nernst*, Wied. Ann. d. Phys. 42. 568. 1891.

<sup>3)</sup> *G. Berndt*, Ann. d. Phys. 23. 932. 1907.

střední hodnotou čísel jako jsou 19·8 a 42·3, 51·0 a 32·6 atd. Značí-li onen název odečtení na škále (což je pravdě podobnější), pak jsou všechny výsledky vážně ohroženy nápadnými změnami v rovnovážné poloze galvanometru, která i v jednotlivém měření jedné řady dostatečně stálou nebyla, jak ukazují tyto příklady. Dle tab. I. byly rovnovážné polohy u posledních dvou měření tyto

0·0	a	9·7
— 0·3		10·7
— 1·9		5·0
0·9		6·3

U tabulek II. až IV. jsou „nullové polohy otevřeného galvanometru“ uvedeny ale čísla tato naprosto nesouhlasí (až na jedinou výjimku!) s polohou, která vychází z  $\alpha_1$  a  $\alpha_2$ .

Podivným a mohu říci záhadným zjevem byla mi velikost „thermoelektrické výchylky“, kterou udává Felix u měření v tab. II. až VI. čísla značnými a často během měření velmi proměnnými. A jako mi je původ této (velké) výchylky při *symetrické úpravě* preparátu záhadným, stejně je mi nejasno, proč autor při dalších počtech si významu této úchytky vůbec nevšímá! Ani více světla nepřináší poznámka autorova, již do slova cituji: „Po skončení těchto pokusů napadla mi druhá metoda, kterak se zbaviti rušivých thermoelektrických vlivů. Stačilo by snad voliti větší sloupec rtuti *MN* a pracovati silnějšími proudy, ačli by ovšem se neukázal vliv Joule-ova tepla.“ Ostatně byla tato thermoelektrická výchylka pozorována (dle pag. 587) „při přerušení proudu primárního tak, že zůstal obvod galvanometru uzavřen“, t. j. když se z pozorování jejích o poměrech při vlastním pokusu mnoho soudit nedalo.

Jiné podivnosti, které charakterisují práci Felixovu, buďtež tu uvedeny pouze citáty<sup>4)</sup> bez poznámky. O úpravě ploché vrstvy rtuťové se praví (str. 584): „Magnetické pole nemělo potud vlivu na toto uspořádání, že rtuť při vzbuzení elektromagnetu neunikala mezi destičkami a rámečkem, a že po vyjmutí

---

<sup>4)</sup> Čtenář nechtě si laskavě přečte ona místa v kontextu, pokud je potřebí.

z pole shledána vrstva rtuťová v témže stavu jako dříve.“ Aby autor podepřel správnost svých výsledků, píše: „rtuť mezi body  $M$ ,  $N$  snížila následkem zmrznutí odpor v poměru 1 : 1·67, kteréžto číslo je v dobrém souhlase s poměrem 1 : 1·5, nalezeným od Grunmacha (později opraveným na 1 : 2·5)“.

Dle pag. 587 se praví: „Tímto uspořádáním byly vyloučeny všechny sekundární příčiny zvýšení odporu a zbývala jediná námitka: elektrodynamické účinky magnetického pole na proudovodič.“ Dle pag. 589 „jediná cesta vedoucí k rozhodnutí otázky byla tudíž metoda, kterou již pracovali *Drude* a *Nernst*“. Autor si představuje (pag. 591) „že magnetické pole působí přímo i nepřímo na odpor: přímo tím, že zvyšuje specifický odpor, nepřímo pak elektrodynamickými účinky; jeden zjev nemusí nutně vylučovati druhý“ ačkoliv před tím vyložil, kterak *Berndt* odstraněním účinku elektrodynamického došel výsledků negativních. Autorovi stačí veliká čísla, která našel ke konečnému úsudku, že je nelze prozatím vyložití *úplně* elektrodynamickým působením pole magnetického na tekutý vodič“.

Tyto nesrovnalosti a rozpory v práci Felixově přiměly mne k tomu, abych měření jeho opakoval touže methodou a prostředky pokud možná stejnými. Metoda měřicí (znázorněná v článku Felixově obr. 4.) pozmeněna byla pouze tím, že i do vedení galvanometru (t. j. kruh  $a$ ,  $b$ ,  $g$ ) byl přidán kommutátor a že také proud v elektromagnetu byl při každém měření kommutován. Bylo totiž konstatováno nepatrné působení elektromagnetu na galvanometr (úchylkou několika desetin  $mm$  na škále), kommutací se vliv tento vymýtí.

Poněvadž staršími pracemi je dokázáno, že vliv pole magnetického na odpor rtuti ukáže se jen tehdy, kdy umožněny jsou pohyby v kapalné rtuti, způsobené elektrodynamickým účinkem pole, jevila se tu cesta k potvrzení resp. k nepotvrzení výsledků Felixových jednoduše tím, že měřeny byly změny odporu ve *vodičích různého průřezu*. Práce Felixova sama tuto myšlenku podporuje, neboť největší změny shledává u velkého průřezu rtuti v pokusu Hallově a menší změny v trubicích o průřezu 2  $mm$ .

Z tohoto důvodu byla provedena měření na *třech* preparátech, při nichž měřený odpor měl vždy polohu horizontální a kolmou

k silokřivkám pole. Preparát první měl tvar H (v citov. pojednání označ. obr. 3a), preparát druhý měl podobu  $\succ-\prec$  (v cit. pojednání označ. 3b) a preparát třetí vznikl vyfouknutím úzké kapiláry v nálevkovité konce a ohnutím kapiláry do tvaru U (tvar podobný prep. Nernstově). Průřezy těchto trubic byly v měřené části 4·4 mm, resp. 0·9 a 0·2 mm.

Délky měřeného sloupce rtuťového byly 53 mm, resp. 65 a 68 mm. Přírodní kontakty byly úplně mimo pole.

Úchylka odečítána oboustranně na D'Arsonvalově galvanometru (od fy. Edelmanna v Mnichově), intenzita proudu ve rtuťi kontrolována milliampermetrem (fy. Siemens a Halske). Úchylka termoelektrická, která při některých měřeních Felixových měla hodnotu *mnoha dílců*, byla při mých měřeních docela nepatrná a jen při nejvyšší hodnotě proudu 0·078 amp. dosáhla sotva 0·2—0·3 dílce.

V tab. I. uvedeny jsou výsledky měření na třech zmíněných preparátech. Ve sloupci druhém značí H intenzitu pole magnetického (znamení — značí komutaci proudu v elektromagnetech). Ve sloupci třetím udána jest intenzita proudu, v dalších sloupcích jsou odečtené úchytky a rovnovážné polohy galvanometru. Srovnáním středních hodnot uvedených ve sloupcích dalších vychází změna odporu, udaná v %. Výsledky poukazují bezpečně k tomu, že *magnetické pole na specifický odpor rtuťi nepůsobí*, pouze v tom případě, když při větším průřezu umožněn jest vliv elektrodynamický, ukáže se změna celkového odporu, závislá na *intenzitě pole* a závislá od *průřezu tekutého vodiče*. U široké trubice H-tvaru, jejíž světlost byla 4·4 mm, byla nalezena v poli 6800 gauss změna pouhých 2·6%, číslo, které se s výsledky Nernst-Drudeovými dá srovnati<sup>5)</sup>. Záporný výsledek u prep. III. (viz též pozdější tab. 2) je v souhlasu s měřením Berndtovým (Ann. d. Phys. 23. 946 1907). Aby bylo možno srovnati tyto výsledky s měřením Felixovým, bylo nutno určití jednak souvislost změny odporové a intenzity pole, jednak vliv nečistoty rtuťi na zmíněné změny.

<sup>5)</sup> V pojednání Felixově je na tomto místě tisková chyba. Pozorované zvýšení odporu bylo 0·271% a nikoliv, jak uvedeno, 2·371.

## 1. Odpor čisté rtuti v poli magnetickém.

Pre- parát	H Gauss	i Ampère	Úchylka		Úchylka střední		Změna %	Rovnovážná poloha	
			bez pole	v poli	bez pole	v poli		bez pole	s polem
I	6300	0·0771	119·5	121·3				487·0	485·0
	6300	0·0771		119·1					485·3
		— 0·0771	116·5		117·6	120·1	2·1	486·5	486·5
	— 6300	— 0·0771		119·7					487·2
	— 6300	0·0768		120·4					
		0·0767	116·7					487·2 (486·9)	(486·0)
		0·0784	117·7					486·8	
	— 6800	0·0782		121·2					486·9
	— 6800	— 0·0780		121·8					486·8
		— 0·0779	117·1		118·1	121·2	2·6	486·6	485·9
	6800	— 0·0779		121·6					485·3
	6800	0·0776		120·3					
	0·0774	119·5					486·6 (486·7)	(486·2)	
II	— 5400	0·0026	118·9	122·4				495·8	495·0
	— 5400	0·0026		115·9					495·1
		— 0·0026	113·0		118·1	119·0	0·8	495·5	496·5
	5400	— 0·0026		114·9					496·7
	5400	0·0026		123·0					
		0·0026	122·5					496·1 (495·8)	(495·8)
		— 0·0070	327·6					496·2	
	— 6300	— 0·0070		331·9					498·2
	— 6300	0·0070		321·5					497·1
		0·0070	320·9		322·7	326·1	1·1	495·6	496·4
	6300	0·0070		325·3					496·1
	6300	— 0·0070		325·9					
		— 0·0070	319·7					495·7 (495·8)	(496·9)
		— 0·0070	320·1					497·0	
	6300	— 0·0070		325·5					495·5
	6300	0·0070		325·4					495·8
	0·0070	320·1		321·5	325·3	1·2	496·2	497·4	
— 6300	— 0·0069		324·9					496·9	
— 6300	— 0·0069		325·3						
	— 0·0069	324·2					497·5 (496·9)	(496·4)	
III	— 6300	— 0·0006	660·5	660·3				487·5	490·5
	— 6300	0·0006		641·9					489·3
		— 0·0006	642·6		652·5	650·7	— 0·3	487·5	488·5
	6300	0·0006		644·5					487·9
	6300	— 0·0006		656·0					
		— 0·0006	654·3					487·7 (487·6)	(488·8)

Pozn. Čísla v závorkách značí střední hodnoty.

## 2. Odpor rtuti v poli magn. různé intenzity.

Preparát	H Gauss	i Ampère	Úchylka		Úchylka střední		Změna %	Rovnovážná poloha	
			bez pole	v poli	bez pole	v poli		bez pole	v poli
I Hg nečistá (jako tab. 3. c)		0·0781	117·8					478·3	
	— 5600	776		120·3	117·1	120·8	3·1		479·2
	— 6000	773		120·5		120·7	3·1		479·4
	— 6400	771		120·4		120·7	3·1		479·0
	— 6900	770		120·5		120·9	3·3		479·0
		770	116·5					477·6	
		—	770	117·1				477·6	
	— 5600	—	768		122·2				479·1
	— 6000	—	767		122·5				479·1
	— 6400	—	766		122·5				479·2
	— 6800	—	765		122·4				478·7
		—	765	117·4				478·0	
	5600	—	766		121·6				476·9
	6000	—	767		121·3				477·1
	6400	—	765		121·1				477·0
	6800	—	764		122·0				477·0
			761	117·1					477·0
			761	117·1					477·2
	5600		760		119·2				477·4
	6000		760		118·4				476·8
6400		760		118·7				477·1	
6800		760		118·5				476·8	
		760	116·7					477·5 (477·6)	(478·0)
III Hg čistá		— 0·0006	652·1					490·7	
	5400	>		652·3	650·3	650·0	— 0·0		488·8
	5700	>		652·9		649·8	— 0·1		488·7
	6200	>		653·4		650·2	— 0·0		488·8
	6800	>		653·7		650·2	— 0·0		488·9
		>	651·0					489·4	
		+ 0·0006	648·0					489·7	
		>							
	5300	>		647·9					487·7
	5800	>		646·9					487·8
	6200	>		647·0					487·6
	6800	>		646·5					488·5
		>	646·9					489·1	
	— 5400	>		646·6					490·1
	— 5800	>		646·8					489·5
	— 6300	>		647·6					489·9
	— 6800	>		648·2					489·1
		>	648·1					489·9	
		— 0·0006	652·8					489·3	
	— 5300	>		653·2					489·1
— 5800	>		652·7					490·7	
— 6400	>		652·6					489·4	
— 7000	>		652·4					490·0	
	>	653·2					488·5 (489·5)	(489·0)	





Z měření vysvítá, že malé znečištění rtuti zvyšuje změny odporové v poli magnetickém jen nepatrně; vliv patrný má teprve znečištění takové, které je zřejmo na vzhledu rtuti na prvý pohled.

Výsledky tab. 2. a 3. ukazují zřejmě, že nelze veliké změny odporu rtuti v poli magnetickém, jak je pozoroval Felix, vyložiti uspokojivě ani nečistotou rtuti, ani silnějším polem magnetickým. Poněvadž uspořádání metody i dimense užitých preparátů při měření mém a Felixově jen málo se liší, nutno hledati příčinu překvapujících výsledků Felixových v okolnosti jiné. Zda to byly rušivé vlivy thermoelektrické, nebo jiná okolnost, jest nesnadno dohadovati. V tom je skutečný rozdíl obou prací. Výsledkem této práce jest úplné potvrzení starších měření odporu rtuti v poli magnetickém i při nevhodné jinak metodě měřící, jakož i důkaz, že změna odporu rtuti v poli magnetickém je možna jen tehdy, když větší průřez kapalného vodiče připustí elektrodynamický účinek pole.

## O tak zvaných galvanomagnetických a thermomagnetických efektech a elektro- motorických silách magnetisace.

Sepsal Dr. Václav Posejpal, professor na Kr. Vinohradech.

### Seznam důležitější literatury.

Následující seznam týká se především té literatury sem hledící, pokud se v textu o ní jedná, a čísla v závorkách v textu uváděná vztahují se právě na tento seznam. Laskavého čtenáře činím nad to pozorná jednak na *Pokroky fysiky*, jednak na druhé vydání knihy, Dr. A. Winkelmann, *Handbuch der Physik*, svazek IV. a V.

#### I.

1. Villari, Pogg. Ann. 126. 87. 1886.
2. M. Faraday, Exp. Res. 19. 1845.
3. W. Voigt, Magneto- und Elektro-Optik, Leipzig, Teubner, 1908, § 1.
4. J. Kerr, Phil. Mag. (5) 3. 321. 1877; 5. 161. 1878.
5. P. Zeemann, Phil. Mag. (5) 93. 226. 1897.
6. E. H. Hall, Amer. J. of Math. 2. 287. 1879.