

Josef Sahánek

Elektrické dvojvrstvy. [II.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 63 (1934), No. 3, R56--R59

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122149>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1934

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>

Elektrické dvojvrstvy.

J. Sahánek.

(Dokončení.)

Nabitý polovodič jeví tedy pozoruhodnou vlastnost, že nelze jej rychle vybití ani dotykem uzeměným drátem, ani položením plochou na polovodivou nebo kovovou podložku se zemí spojenou. Nabitý lith. kámen položen plochou na kovovou desku zůstává silně nabit po dobu značně dlouhou, půl hodiny příp. i několik hodin to trvá, než se s nĕho náboj vytratí. Rovněž dotýká-li se kovové podložky hranou nebo rohem, pokračuje vybíjení jen velmi zvolna, tak jako při dotyku drátem. Tak jako není možno obvyklým způsobem polovodič nabít, tak také není možno jej vybití. Rychle lze jej nabít a stejně rychle vybití jen prostřednictvím těla (ruky).

V obvyklém uspořádání pro demonstraci jevu Johnsen-Rabbekova, jsou na polovodivé desce kovové s obou stran plošné elektrody. Pak se napětí zdroje připojeného rozdělí na dvě vzniklé dvojvrstvy. Po odepnutí zdroje jsou potenciální stavy elektrod a polovodiče různé podle toho, které spojení bylo dříve přerušeno, příp. která z elektrod byla napřed odtržena.

Stejně rychlého nabítí a vybití jako prostřednictvím těla je možno dosáhnouti však ještě jedním způsobem. Vyvrtá-li se do polovodiče svrchu neb se strany otvor hluboký několik milimetrů, nebo i několik centimetrů a do čerstvého vrtání se vsune kovová tyčinka, lze připojením druhého pólu baterie k ní velmi rychle polovodivé desky nabít, někdy i rychleji než prostřednictvím ruky. Položíme-li nabitý polovodič na desku elektroskopu můžeme se přesvědčiti, že stejně rychle se polovodič uzeměním zasunuté elektrody vybije. Zůstane-li však otvor bez zasunuté elektrody delší dobu na vzduchu, ztrácí opět tuto vlastnost. Po zasunutí elektrody vybíjí se polovodič stejně jako když jest opatřen dvěma polepy. Při dotknutí se zasunuté elektrody poklesne potenciál o určitou hodnotu a dále se prakticky nemění.

Zasunutá elektroda nabude však opět původní vlastnosti, jestliže vnitřek otvoru navlhčíme. Navlhčí-li se však horní povrch polovodivé deštičky, lze ji nabíjeti rychle též jen pouhým dotykem drátu na navlhčeném místě a stejně rychle ji lze také tímto dotykem vybití.

Tím je ukázáno, že pozoruhodné vlastnosti polovodičů zde popsané souvisí s nestejnou vlhkostí povrchových jejich vrstev a vrstev vnitřních. Vrstva stýkající se bezprostředně se vzduchem zmenší v suché místnosti svoji vlhkost proti vrstvám vnitřním. Tím se podstatně zvýší odpor této vrstvy, zatím co odpor vnitřních vrstev vlhčích jest poměrně malý. Dotkneme-li se prstem povrchu

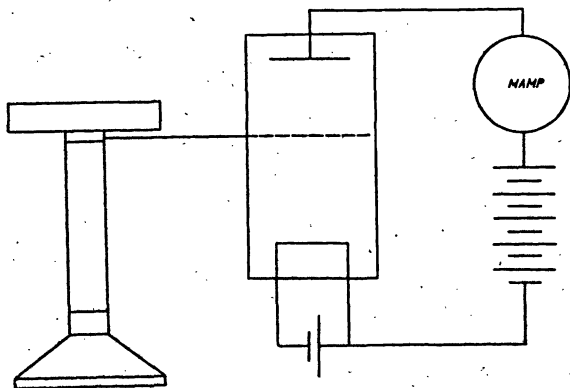
polovodiče, zvlhčí se tento na dotčeném místě a zmizí proto jeho nepropustnost pro elektrinu. V otvoru čerstvě vyvrtaném dostali jsme se na vrstvy vlhčí a proto zasunutou sondou elektrina volně vchází dovnitř. Je-li však otvor ponechán na vzduchu, vyschnou jeho stěny a na povrchu při zasunutí elektrody a připojení zdroje napětí vzniká stejná dvojvrstva elektrická, jako na elektrodě rovinné.

Vyjme-li se izolovaně elektroda z otvoru, pak *v tomto případě* se ukazuje, že není nabitou, podobně jako není nabit vyňatý vnitřní polep rozkladné Leydské láhve. Oba náboje elektrické dvojvrstvy sedí tedy na izolující povrchové vrstvičce polovodiče, obdobně jako u rozkladné láhve zůstávají na povrchu dielektrika.

Během času mění se podle vlhkosti místnosti, v níž tyto polovodiče jsou umístěny, i vlhkost jejich. Objevují se pak různé obměny úkazů zde popsaných. Tak dobře proschlý mramor nabíjí se i prostřednictvím prstu jen velmi pomalu, uchovává si však pak získaný náboj po mnoho hodin. Nabude však svrchu popsaných vlastností, navrtá-li se hlubšími postranními děrami a uvnitř se navlhčí několika kapkami vody, které se do děr vpraví. Zvlhne-li na povrchu, tak se dvojvrstvy nevytvoří a nelze ho proto nabít. Stačí jej však vyhráti v teplém vzduchu, vystupujícím z kahanu, nebo položením na slunné místo, aby nabyl dřívějších vlastností.

O vzniku dotykových potenciálů při styku kovu a polovodiče, nebo dvou polovodičů lze se kvalitativně snadno přesvědčiti *elektronovou lampou*. Do anodového obvodu lampy zařadí se vhodný miliampérmetr. Přívod od mřížky lampy připojí se ke kovové deštičce upevněné v izolujícím stojánku (obr. 2). Anodové napětí volí se takové, aby lampy pracovala v nejstrmější části své charakteristiky. Spojením mřížkového přívodu se *záporným* koncem katody nenastane změna anodového proudu, což znamená, že se izolovaná mřížka nabíjí sama na tento potenciál. Spojí-li se mřížka naproti tomu s kladným koncem katody, tak anodový proud vzroste. Přenesení-li se na izolovanou mřížku náboj kladný, tak se rychle neutralisuje z katody dopadajícími elektrony a není-li dodané kladné množství dosti veliké, je toto vybití tak rychlé, že se anodový proud vůbec nezmění. Přenesení-li se však na mřížku náboj záporný, pak mizí jen nedokonalosti izolace baňky a spodku, která u většiny lamp jest dosti dobrá. Nabíjení zápornou elektrinou znamená pokles mřížkového potenciálu. Tím také poklesne anodový proud, případně až na nulu, kde setrvá tak dlouho, pokud se mřížka nevybije. Je tedy možno lampou snadno zjišťovati přítomnost záporných nábojů, které vznikají při odtržení dvou látek od sebe. Upevní-li se v izolujícím stojánku v obr. 2 dřevěná deštička místo kovové a na tuto se položí deštička kovová, opatřená rovněž izolujícím držadlem (obr. 1a), tak při zdvižení této za

držadlo objeví se na miliampérmetru krátce trvající pokles anodového proudu, který svědčí o tom, že se dřevo při odtržení kovu nabilo zápornou stykovou elektrínou. Opakuje-li se dotyk několikrát za sebou, tak se pokles anodového proudu postupně zvětšuje a doba poklesu se prodlužuje. Opakováním pokusu se tedy stykový náboj zvětšuje. Podobně lze ukázati stykové náboje vznikající odtržením na př. břidlicové deštičky od dřeva, neb kovu. Na dobře očištěných kovových deskách, na př. měděné a zinkové, lze několikrát opakovaným odtržením jich od sebe ukázati též úkaz Voltův (desku, kterou zdvíháme, držíme opět za izolující držadlo, zatím co druhá je upevněna na izolujícím stojánku a spojena jest s mřížkou lampy).



Obr. 2.

Nabíjí-li se odtržená deštička zápornou elektrínou, pak ovšem kladná elektrína, vzniklá na deštičce spojené s mřížkou, tak rychle jest mřížkovým elektronovým proudem vyrovnána, že se neobjeví na miliampérmetru žádné stoupnutí proudu. Zato však blížíme-li záporně nabitou deštičku zpět k desce druhé, vznikne na mřížce indukci volný záporný náboj, což se projeví poklesem anodového proudu. Nabíjí-li se tedy stykovou elektrínou deska spojená s mřížkou *záporně*, poklesne anodový proud při *odtržení* desek od sebe, nabíjí-li se *odtržená* deska *záporně*, poklesne anodový proud při *opětném* jejím *přiložení* k desce druhé. Na př. odtrhne-li se od kovové deštičky spojené s mřížkou deštička ebonitová, před pokusem v plameni zbavená jakéhokoliv náboje, neobjeví se při odtržení patrná změna anodového proudu, kdežto hned při prvním opětném položení zpět vznikne hned velký pokles svědčící o tom, že na ebonitu hned při prvém odtržení vznikl poměrně veliký záporný náboj.

Postavíme-li se na izolovanou dřevěnou stoličku a uchopíme do ruky přívod od mřížky lampy, objeví se při odtržení podrážky od dřeva (zvláště gumového podpatku) na miliampérmetru pokles anodového proudu až k nule, kde případně i nějakou vteřinu ručička setrvá, což svědčí o tom, že jsme se nabili při odtržení podrážky od dřeva poměrně velikým nábojem záporným. Dobře je při tom druhou nohou státi na desce ebonitové předem opět zbavené v plameni nábojů a na isolační stoličce položené, aby se náboj těla nemohl podrážkou druhé nohy vyrovnávati s kladným nábojem, který při odtržení vznikl na dřevě stoličky. Odtrhne-li se při novém pokusu druhá noha od ebonitu, objeví se slabé trnutí anodového proudu k hodnotám vyšším, což svědčí o tom, že jsme se nabili nyní elektřinou kladnou a tedy ebonitová deska elektřinou zápornou. Že tomu tak skutečně je, ukáže se při postavení nohy zpět na ebonit. Objeví se nyní opět klesnutí anodového proudu až na nulu, kde případně i po nějakou chvíli setrvá. Opětovaným odtržením je možno vznikající náboj stupňovati. Tímto úkazem lze si vysvětliti starší pozorování, že při ohnutí nohy v koleně nabíjí se tělo elektřinou, při čemž se soudilo, že vznik této elektřiny souvisí s fyziologickými úkazy (Heidweiler 1902), zatím co patrně souvisel s odtrháváním chodidla od podložky.

PŘEHLED.

Několik pozoruhodností z říše čísel. Ve 3. a 4. čísle časopisu „*Mathesis*“ letošního ročníku ve článku „Des nombres qui se reproduisent à la droite de leur puissances“ uvádí profesor *M. G. Lambert* tyto pozoruhodné řady:

$$\begin{aligned}
 5^2 &= 25 \\
 25^2 &= 625 \\
 625^2 &= 390625 \\
 90625^2 &= 8212890625 \\
 890625^2 &= 793212890625 \\
 12890625^2 &= 166168212890625 \\
 212890625^2 &= 45322418212890625 \\
 8212890625^2 &= 67451572418212890625 \\
 6^2 &= 36 \\
 76^2 &= 5776 \\
 376^2 &= 141376 \\
 9376^2 &= 87909376 \\
 &\vdots \\
 1787109376^2 &= 3193759921787109376
 \end{aligned}$$