

Historické pokusy z elektřiny a magnetismu

Pavel Kabrhel

Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta, ZŠ Habrmanova, Hradec Králové, kabrhpa@seznam.cz

Abstrakt

Příspěvek se věnuje základním experimentům z dějin elektřiny a magnetismu. Představuje vědce, o kterých se žáci dozvídají během výuky fyziky na základní škole, jejich experimenty a možnosti provedení pokusů během výuky.

Alessandro Volta

Italský fyzik Alessandro Volta se narodil v roce 1745 ve šlechtické rodině. Do sedmi let nemluvil, jeho okolí proto mělo obavy, že je slabomyslný. Přesto zvládl vystudovat jezuitskou kolej a své zpoždění dohnat. Přestoupil na královský seminář. V té době se začal zajímat o výzkum elektřiny. Sestavil a zdokonalil mnoho přístrojů pro své pokusy. V roce 1779 nastoupil na univerzitu v Pavii. Koncem 18. století pozoroval Luigi Galvani jev související s elektrochemickými zdroji. Při preparaci žabích stehýnek je napíchl na měděný háček a pověsil na železnou mříž. Při doteku preparátu s mříží se svaly stehýnka intenzivně stáhly. Galvani to považoval za projev „živočišné elektřiny“. Alessandro Volta podrobil tyto jevy dalšímu zkoumání a zjistil, že podstatná pro jakýkoliv efekt je přítomnost dvou různých kovů a vody s rozpuštěnými solemi, kyselinami nebo zásadami. Zdroj elektrického proudu sestrojil v roce 1799 a nazval jej na počest svého krajana jako galvanický článek. Později sestrojil tzv. Voltův sloup. Jeho konstrukce se skládá ze stříbrných a zinkovaných destiček, prokládaných kousky papíru, navlhčeného čistou, později okyselenou vodou. Vše je naskládáno do svislé polohy a opatřeno kontakty. Při počtu 100 článků bylo napětí tohoto zdroje přibližně 100 voltů. Záškyby svalů dobrovolníků, kteří si na tento sloup sáhli, budily na veřejných předváděních smích, ale také zájem o podstatu elektrických jevů. Alessandro Volta byl uznáván i Napoleonem a ani poté, co byl Napoleon poražen, neupadl Volta v nemilost. Zemřel roku 1827.

Velmi jednoduchý galvanický článek lze vyrobit z kyselého ovoce, například z citrónu, do kterého se zapíchnou dva různé kovové plíšky. Napětí takové článku však bude malé a led diodu, natož žárovku pomocí tohoto článku nerozsvítíme.

Voltův sloup se jednoduše vyrobí například z měděného a zinkového plíšku, octu a papírků. Mezi plíšky umístíme papírek namočený do octa a získáme tak galvanický článek o napětí asi 1 V. Pokud galvanických článků je vyrobeno více, můžou se zapojit do série a získá se tím zdroj o větším napětí. Takový zdroj již například rozsvítí led diodu. Nutno podotknout, že napětí velmi závisí na kvalitě provedení jednotlivých článků a jejich spojení.



Obr. 1. Galvanický článěk z citronu



Obr. 2. Voltův sloup

André Marie Ampère

Ampère se narodil roku 1775 v rodině obchodníka. Nikdy nenavštěvoval školu, vyučoval ho jeho otec, díky němuž se mu dostalo výtečné vzdělání, zejména v latině a matematice. Do Ampérova života zasáhla významným způsobem Francouzská revoluce. Roku 1793 byl pod gilotinou sťat jeho otec. Na osmnáctiletého Ampéra to mělo zničující dopad. Celý rok zůstal uzavřen do sebe. Ani v manželství nebyl šťasten. První žena mu záhy zemřela na tuberkulózu, druhé manželství se nevydařilo a bylo zdrojem sporů a hořkosti. Z duševního otřesu se nakonec dostal studiem. Kromě fyziky a matematiky se zabýval botanikou, filozofií a chemií. Celý život se též věnoval monumentálnímu pokusu o rozřídění věd a položil tak základ jejich moderní klasifikaci. Také jako první použil pojem „kybernetika“. Rychle se stával uznávaným vědcem. Jeho hlavním oborem byla fyzika. Ampère jako první odlišil pojmy elektrické napětí a elektrický proud. Především poznal podstatu elektrického proudu jako pohybujících se nábojů. Zkoumal magnetické vlastnosti elektrického proudu. Pomocí známého pravidla pravé ruky určil směr orientace indukčních čar a zformuloval zákon síly působící mezi elektrickými proudy. Závěr života neprožil příliš šťastně, měl mnoho existenčních potíží. Přesto si jako epitaf na svůj hrob nechal napsat: „Tandem felix.“ Bylo mu 61 let



Obr. 3: Klíče od aut, které dávají „ránu“

.Velmi jednoduchou pomůckou pro vysvětlení elektrického proudu v pevných látkách jsou různá pera, zapalovače či klíče od auta, která při zmáčknutí tlačítka dávají lidově „ránu.“ Jsou konstruovány tak, aby člověk se dotýkal zároveň tlačítka a druhého kovového plíšku. Žákům lze předvést, že proud prochází skrz prsty jen, když drží současně tlačítko a druhý plíšek, nebo prochází proud skrz tělo, pokud drží tlačítko prstem jedné ruky a druhý plíšek prstem druhé ruky. Pokud zmáčkne pouze tlačítko a nedrží současně kovový plíšek, ale drží hračku za plastovou část, poté proud neprochází a „ránu“ nedostanou.

Pro vysvětlení elektrického proudu v kapalinách je rychle připraveným pokusem zapojení nádoby s čistou vodou do elektrického obvodu. Do vody se přidává sůl do té doby, dokud proud neprochází. Na předvedení vedení elektrického proudu v plynech se dá místo drahých přístrojů využít lehce dostupná hračka – Plazmová koule. Plazmová koule je tvořena skleněnou nádobou vyplněnou plynem, v jejímž středu se nachází elektroda připojená ke zdroji vysokého napětí. Mezi elektrodou a skleněným obalem koule probíhá v plynu elektrický výboj. Ten se zintenzivní, pokud je náboj ze skleněné koule odveden přes lidské tělo do země. Jinak řečeno, když se koule člověk dotkne. Elektrické pole, které vzniká v okolí plazmové koule dokáže rozsvítit i zářivku, aniž by bylo nutné se zářivkou koule dotknout. Taktéž je možné umístit na kouli minci a v ruce držet drátek. Po přiblížení drátku k minci, nastane malý výboj, který není příliš vidět. Pokud se umístí mezi minci a drátek papírek, lze tento papírek propálit.

Georg Simon Ohm

Německý fyzik Georg Simon Ohm se narodil v roce 1787 v Bavorsku v protestantské rodině jako jedno ze 7 dětí. Jeho otec mu osobně poskytl solidní vzdělání v matematice, fyzice, chemii a filozofii. V roce 1805 začal navštěvovat univerzitu v Erlangenu. Místo studování však trávil mnoho času na tanečních zábavách a jinou činností, než studiem. To velmi zlobilo jeho otce, neboť se nemohl smířit s tím, že jeho syn nevyužívá možnosti, které se jemu nedostalo. Po pár semestrech začal mladý Ohm vyučovat matematiku ve Švýcarsku. Toto vyučování trvalo 6 let. Mezitím se Ohm soukromě vzdělával v matematice. Po této přestávce se vrátil do Erlangenu a obdržel doktorát. V roce 1817 začal vyučovat matematiku a fyziku na jezuitské škole v Kolíně nad Rýnem. Tam se začal zabývat výzkumem elektřiny. Roku 1827 vydal svoji práci, ve které formuloval zákon, podle něhož je proud procházející obvodem přímo úměrný elektrickému napětí. Tento zákon, dnes nazývaný jeho jménem, formuluje uvedený vztah tak jednoduše, že zprvu nebyl německými vědci brán vážně. Nejen elektřina se stala předmětem jeho zájmu. Uvedl například základní principy fyziologické akustiky. Před koncem života byl jmenován profesorem fyziky na Mnichovské univerzitě. Zemřel v 67 letech.

Na čem závisí elektrický odpor u vodičů lze předvést zapojením zářivky o malém příkonu do elektrického obvodu se zdrojem napětí 230 V. Do obvodu se dále nejprve zapojí suché tkaničky jako vodič. Zářivka nesvítí. Poté se zapojí dlouhé „dobře naložené tkaničky ve slané vodě“. Zářivka však stále ještě nesvítí. Pokud však tkaničky se budou postupně zkracovat, v určitém momentu se zářivka rozsvítí. Odpor vodičů již bude malý a proud dostatečně veliký. Elektrický odpor vodičů tedy závisí nejen na materiálu, ale i délce. Možné je také zapojit do obvodu dvě tkaničky vedle sebe jako jeden vodič. Tím se pro změnu změní obsah průřezu vodičem.



Obr. 4. Zapojené tkaničky

James Prescott Joule

Narodil se roku 1818 ve Velké Británii. V mládí trpěl páteří nemocí, což mělo vliv na jeho uzavřenější a stydlivější povahu. Nenavštěvoval normální školu, ale byl vyučován doma domácími učiteli. Od čtrnácti let začal navštěvovat univerzitu v Manchesteru, kde dlouho nezůstal. Opustil jí kvůli studiu u významného britského chemika a fyzika Johna Daltona. Na konci jeho výuky se Joule stal velmi zručný v práci s laboratorním zařízením. Vrátil se domů a začal pracovat v otcově pivovaru. Pro jeho experimenty mu otec nechal postavit laboratoř. Jeho první výzkum se soustředil na zlepšení efektivity elektrických motorů. Později změnil směr svého zájmu na přeměnu elektřiny v teplo. To mu přineslo cenný poznatek: „Množství tepla vyvinutého za sekundu ve vodiči, kterým protéká elektrický proud, je přímo úměrné čtverci proudu a elektrického odporu vodiče. Tento zákon je dnes uveřejňován jako Joulův zákon. S použitím různých materiálů, také zjistil, že teplo není tekutina (fluidum), čemu se v jeho době běžně věřilo, ale forma energie. Vysvětlil, že energie nikam nemizí, pouze přechází do jiných podob. To je jeden ze základních fyzikálních zákonů, který se dnes nazývá ”zákon o zachování energie”. Ten dal vznik nové vědní disciplíně zvané termodynamika. Celý svůj život zůstal pivovarníkem, nikdy se nestal profesorem. Většina z jeho výzkumů byla vedena z jeho vlastní kapsy, která však nebyla bezedná a také začal mít zdravotní problémy. Roku 1889 svým nemocem podlehl a zemřel.



Obr. 5. Ocelová vlna připravená na pokus

Efektivním pokusem na zahřátí vodičů průchodem elektrického proudu je zkratování baterie o napětí 9 V pomocí ocelové vlny. Drží-li se ocelová vlna v papírovém kapesníčku a přiblíží-li se k ní baterie, vzplane a od ní také kapesníček. Vlnu je dobré před pokusem lehce načechrat.

Michael Faraday

Michael Faraday se narodil roku 1791 jako třetí dítě kováře v chudé a nábožensky založené rodině. Jeho matka byla žena velmi klidná a moudrá, která podporovala svého syna citově přes těžké dětství. Rodina žila po celá léta v bídě a malý Michael se málokdy dosyta najedl. Ve čtrnácti letech se začal učit knihvazačem. Využil příležitosti a přečetl mnoho knih, které vázal, včetně přírodovědných pojednání. Faraday získal vstupenky na přednášky Humphry Davyho z Královského institutu. Faraday si z přednášek dělal poznámky, svázal je a poslal je Davymu zároveň se žádostí o místo. Byl přijat na místo laboratorního asistenta v Královském institutu. Často vymýšlel pokusy. Při experimentování Faraday objevil nové chemické sloučeniny, zabýval se zkapalňováním plynů a brzy si získal pověst zručného chemika. Jeho popularitě určitě pomohlo, že neměl řádné matematické vzdělání a ve svých přednáškách i odborných pracích nepoužíval vzorce. Zato z něj ale neustálá potřeba nových nápadů udělala jednoho z nejlepších experimentátorů všech dob a své posluchače okouzloval schopností vyložit i ten nejsložitější problém dokonale názorným způsobem. Roku 1820 dánský fyzik Hans Christian Oersted zjistil, že kolem vodiče vzniká při průchodu elektrického proudu magnetické pole. Pro-

kázal tím, že elektřina a magnetismus spolu souvisejí. Faradaye tato záhada fascinovala a záhy přišel jeho první velký objev - přeměna elektrické energie v energii mechanickou, tedy princip elektromotoru. V roce 1831 objevil elektromagnetickou indukci a dokázal, že elektřina a magnetismus jsou pouze dva různé projevy jediného jevu elektromagnetismu. Jeho objev byl významný v tom, že doposud se elektrická energie vyráběla pouze chemickou metodou z baterií. Faraday tak dal teoretický základ pro všechny elektromotory a dynama. Vytvořil teorii elektromagnetických polí založenou na zcela novém pojmu elektrických a magnetických siločar. Začátkem 40. let 19. století ho postihlo duševní vyčerpání. Mohlo jít i o chronickou otravu rtuťovými parami, s nimiž běžně pracoval. Později sice učinil řadu významných objevů na poli magnetismu a elektrochemie, ale počínaje rokem 1850 to s ním začalo jít „definitivně z kopce.“ Míval výpadky paměti a o deset let později s vědou úplně skončil.

Mezi základní pokusy, které se žákům ukazují na základní škole, popřípadě si žáci sami vyzkouší, jsou pokusy s indukovaným napětím. Možností je dnes na trhu mnoho. Většinou jsou však pomůcky drahé. Žákům však stačí obyčejná cívka a magnet. Jednoduchým pokusem je také výroba elektromagnetu. Stačí zapojit cívku do obvodu s baterií a do cívky dát jádro. Pokusy jsou dosti známé a netřeba je asi dále popisovat.



Obr. 6. Pomůcky k vzniku indukovaného napětí