

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Jiří Guth

Století galvanického článku

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 30 (1901), No. 2, 148--158

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123130>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1901

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>

spíše při užití malých clonek — tedy při delší expozici, kdy slabé světlo odražené může účinek fotografický způsobiti.

Skvrny zrcadlením nalezneme obyčejně na fotografiích interrierů, kde jest nějaký zvláště světlý předmět, okno, rozžatá lampa a pod. Tato vada objektivů odstraňuje se při jich hotovení takovou volbou zakřivení příslušných ploch objektivu, aby obraz f' vznikal co možná daleko od f , tím se intenzita skvrny tak zmenší, že se — zvláště při kratší expozici — vůbec neukáže.

Zrcadlení složených objektivů způsobuje, i když jen v nepatrné míře se vyskytuje, obrázky *málo živé*, ploché, proti nimž plasticky vynikají obrázky fotografované často jednoduchými objektivy.

Století galvanického článku.

Referuje

dr. Jiří Guth, professor v Praze.

Není dojista třeba vykládati o významu elektrické síly, jakého nabyla za století svého trvání vůbec a v letech posledních zejména. Dnes, kdy síla elektrická už dávno se přestěhovala z badatelova kabinetu fyzikálního a z učebných síní do života praktického a na ulici, každé dítě dovede chápati její význam. Ale význam ten ještě větší jest, uvážíme-li, že tomu teprv nedlouhých sto let a právě sto let, co síla elektrická článkem stala se přístupnější praxi mnohem více než před tím. Ba článek býval kdysi jediným praktickým zdrojem elektrického proudu. Arci, od těch dob, co nalezeny proudy indukční a co stroje dynamoelektrické byly zdokonaleny, důležitost článků valně klesla — nemohou čeliti strojům ani se stanoviska hospodářského, aniž jsou pohodlnější, jde-li o proudy intenzivní, a jenom ještě pro proudy slabé a pravidelné, pak pro přerušované užívání proudů poskytují jistých výhod. Ale přes to historická důležitost článku galvanického proto nejen že není menší, než naopak jen roste s rozvojem aplikace síly elektrické. A tak jako vloni

slavili jsme svým referátem století metru, tak letos vzpomínáme opět sta let galvanického článku, který otevřel vědeckému badání hned na prahu století devatenáctého netušené obzory, ku kterým pak dospěli vědci let následujících, stále zase otevírajíce nové a nové výhledy do budoucna.

Kolébku metru byla Francie — kolébkou článku galvanického sesterská její země Itálie. Jako kdysi humanismus odtamtud se šířil, tak teď důležitý objev fyzikální obracel snažení lidské na nové dráhy.

Arciže vynález Voltova článku nespadol s nebe, nýbrž měl svoje předchůdce právě tak jako všechny vynálezy, předchůdce a myšlenky obyčejně nepatrné a neuvědomělé, jež tvoří celý soubor temné práce tak asi jako podzemní ty rozruchy, neviděné a nepoznané, které předcházejí výbuchu sopky. Slovný Vlach hrabě Alexandr Volta (1745—1827) sám už příliš dlouho a usilovně pracoval na poli elektřiny, než aby jeho myšlenka nebyla připravována náležitě. Už r. 1771 sestrojil elektrofor a elektroskop, kterýmiž přístroji upevnil theorii elektřiny. Po té roku 1782 následoval kondensator. A tu upoutal jeho pozornost obecně známý případ bolognského profesora Luigi Galvaniho (1737—1798), který r. 1789 pozoroval, že čerstvě praeparované žabí nožky, zavěšené měděnými drátky na železném zábradlí pavlače, sebou trhly, kdykoli dotekly se zábradlí. Ani tady nebyla to jen čirá náhoda, která na úkaz upozornila, třeba že šhubání žabích nožek opravdu namátkou první uznamenala prý manželka učencova: vnímavost Galvaniova pro něj byla připravena již jinými pokusy a okolnostmi, jako zejména zjevem pozorovaným již r. 1780 při pokusech se žabím stehénkem na stole, na němž současně děly se pokusy s elektrikou. Žabí stehénko pohulo se, kdykoli Galvani dotekl se ho nožem a v tomže okamžiku přeskočila jiskra z elektriky. Galvani potom vyšetřoval, má-li stejné účinky také elektřina v ovzduší a shledal, že žabí stehénka sebou trhla nejen při záblesku, ale i jindy. Dalším šetřením poznal, že stehénka na onom zábradlí šhubla sebou pokaždé, když dotekla se železného zábradlí. Proto vykládal si Galvani úkaz tento nikoli elektřinou atmosferickou ani elektřinou z elektriky vyvinovanou, nýbrž dotekem různých kovů. Později však změnil svůj náhled maje za to, že příčinou úkazu jest elektřina

životní, která budí se procesem životním poutajíc se ve svalu tak asi jako v lahvi leydenské elektřina se poutá. Kdykoli nastane spojení svalového povrchu vnějšího s vnitřním, jako se stalo, když stehénko doteklo se zábradlí, sval se vyběhne a tím vznikne i účinek fyziologický.

Po tomto pokusu Galvaniově domnívala se většina tehdejších fyziologů, že tím pramen života je nalezen. Avšak Volta nespokojil se tímto výkladem dosti temným a tajemným, který přibíral ku vysvětlení záhady záhadu novou a poznal záhy, že příčinou zjevu je dotek různých kovů. Oba náhledy měly tehda svoje přívržence, v obou směrech pracováno se zdarem dosti značným a Du Bois-Reymond vhodně přirovnává objev Galvaniho ku „rovnici o dvou neznámých, z nichž jedna dalšími pokusy Voltovými, druhá pokusy Galvaniho blíže byla určena“.

Volta svým kondensátorem a elektroskopem ukázal již r. 1794, že dotekem dvou kovů elektřina se vyvinuje a výsledky svého pozorování zaslal akademii pařížské ku prozkoumání. Jiný učenec, Fabroni, přičítal vznik elektřiny při pokusu Galvaniově účinkům chemickým vykládaje, že kovy jsou více méně dotčeny kyselinou organismu, a tak byly tu proti sobě vlastně theorie tři. Nejde zde o to vykládati pokud ta která ukázala se býti pravdivou, jen tolik podotknouti možno, že nejlepším výsledkem diskusse tím vzniklé bylo další badání Voltovo, kterým chtěl podepřítí svoji theorii, a vynalezení galvanického článku. Záslouhou Galvaniho při tom zůstává nepopíratelnou, že stanovil, že úkaz jím pozorovaný je zjevem elektrickým. Byly té již před tím známy úkazy různé, které vysvětlujeme si teď proudem galvanickým, o nichž však nevědělo se, že jsou původu elektrického, jako na příklad pozorování prof. Caldaniho v Bologni, který uznámenal, že čerstvě zabitě žáby působením elektřiny sebou škubají, nebo známý úkaz, jež r. 1760 popisoval Sulzer ve svém pojednání o přijemných a nepřijemných pocitech: „Dotýká-li se stříbro a olovo a položíme-li je na jazyk, znamenáme zvláštní pocit, který se neobjevuje, položíme-li kovy ty na jazyk jednotlivě.“ Sulzer vysvětloval úkaz ten chemicky maje za to, že když kovy ty jsou spojeny, rozpouštějí se na jazyku vzbuzující onen pocit. Volta šel trochu daleko popíraje vůbec všechny zjevy elektrické v těle zvířecím, ale přes to jeho nález

o elektřině vzbuzované dotykem dvou různých kovů a že dotykem tím jeden kov stává se kladně, druhý záporně elektrickým, nepozbývá tím nijak na své důležitosti.

Základní pokus Voltův, kterým toho dokázal, tvoří východisko demonstrací galvanismu se týkajících a netřeba o něm šířiti se, jakož vůbec rádi doznáváme, že uvádíme tuto věci známé, ale činíme tak jenom pokud toho s naší vzpomínkou na století článku nezbytně je potřeba.

Volta se domníval, že jenom dotekem kovu s kovem elektřina vzniká, ale nikoli dotekem kovu s kapalinou. Ačkoli pracoval velmi horlivě se svým sloupem, neměl přece tušení, že chemická energie zde buzená je příčinou a jedinou podmínkou elektrických nábojů a že jen jí proud elektrický jest udržován a to nikoli do nekonečna, jak se domníval, ale jen potud, dokud chemická energie se nespotřebuje, t. j. pokud sama trvá. Pozdějšími pokusy se však dokázalo, že kovy kapalinou, která chemicky na ně působí, mnohem silněji stanou se elektrickými než dotekem opět kovů a že tento stav elektrický je tím silnější, čím více kapalina na kov reaguje.

Volta však první má o to zásluhu, aniž sám si toho dobře byl vědom, že jeho sloupem byl učiněn první počátek k přeměně energie chemické na elektrickou.

Budiž mimochodem podotčeno, že objevem Voltovým stanoveno jest faktum, které zdánlivě odporovalo všem dosavadním zkušenostem o elektřině: dvě vodivé hmoty, které se dotýkají a tudíž vodivě jsou spojeny, nabíjí se prvotnými elektřinami, které přese všecko vzájemné přitahování se nevyrovnejí, nýbrž za dotyku setrvávají v nezměněném napjetí. Působí zde tedy síla, která obě elektřiny dělí, jich spojení zabraňuje — síla elektromotorická. Nezáleží zde na tom, že Volta nesprávně hledal sídlo této síly tam, kde oba kovy se dotýkají, místo aby je byl stanovil na celém povrchu kovu, který se vzduchem je ve styku, více zajímá nás tady okolnost, že pokusy Voltovy dařily se lépe, když oba kovy — zinek a stříbro, později zinek a měď — nedotýkaly se přímo, nýbrž když mezi nimi ležel kotouč navlhčeného papíru nebo sukna. Úkazy elektrické objevily se silnějšími — a článek v podstatě byl hotov.

Volta, aby sesílil účinky, kladl několik takových „článků“ na sebe a tak vznikl přístroj, který do dnes na čest svého vynálezce slove sloupem Voltovým. Spojí-li se konce čili poly tohoto sloupu drátem polárním, probíhá tímto elektrický čili galvanický proud, který nejen v proudovodu, ale i mimo něj vzbuzuje účinky stejně známé jako stále podivuhodné. Na počest toho, kdo k těmto úkazům brány poznání otevřel, zove se všechen jich soubor, jakož známo, galvanismem.

Volta učinil oznámení o svém vynálezu listem datovaným dne 20. března 1800 siru Josefu Banksovi, presidentovi královské vědecké společnosti Londýnské. V týž čas vyšly Voltovy Memoiry v Comu a vydány také ve Francii ve Philosophical Transactions. Původní články, jichž Volta k pokusům svým užíval, dva jeho sloupy a jiný apparát o čtyřicíti člancích sestavených ve sloup vystaveny byly jakožto vzácné památky na výstavě v Comu, kam půjčila je lombardská akademie pro vědy a umění. Bohužel, historicky drahocenné, byť i jinak primitivní tyto přístroje zničeny byly požárem, který zahubil r. 1899 na téže výstavě ještě mnoho jiných vzácných věcí. Jenom fotografie apparátů těch se dochovaly.

Jakmile se rozhlásila pověst objevu Voltova po Evropě, všechny laboratoře a kabinety fysikální byly nemálo rozrušeny, skládající podobné sloupy a konající jimi pokusy.

První byli Carlisle a Nicholson v Londýně, kterým se podařilo 2. května 1800 sloupem Voltovým rozložití vodu. O půl roku později činil podobné pokusy H. Davy, který silnou batterií r. 1807. vyloučil z hydratu draselnatého a sodnatého prvky před tím neznámé: draslík a sodík.

Volta sám přišel do Paříže a ve slavnostním shromáždění v akademii věd, za přítomnosti prvního konsula Bonaparta 16. Frimairu r. XI. (6. prosince 1802) demonstroval svůj apparát. Výjev ten zvěčnil italský malíř Giuseppe Bertini pěkným obrazem, který náležel lombardské společnosti věd a umění v Miláně a zmíněným již požárem rovněž byl zničen. Napoleon velkým svým duchem dobře dovedl oceniti vynález Voltův a jakožto císař povýšil Voltu do stavu hraběcího a jmenoval jej senátorem království Italského.

Zatím také Vassali-Endi, Giulio a Rossi docílili proudů tak silných, že mohli jimi demonstrovati, kterak srdce a svaly mrtvol jich působením se stahují. Význačný v té příčině je pokus Giorgia Aldiniho (1762—1834), provedený v Londýně na mrtvém těle odsouzencově 17. ledna r. 1803, kterýž pokus způsobil tehda sensaci. Aldini spojil drátem polárním Voltova sloupu buď sval ramenný a míchu, jindy zase různé svaly, nebo dával do ruky mrtvoly různé předměty, na příklad železné kleště. Když pak zavedl proud „ruka se zvedla a prsty se ohýbaly jakoby chtěly kleště stisknouti; ale když ruka se zvedla co nejvýše, stahování svalů přestalo a kleště upadly“; po té uříznutou hlavu přidali ke trupu a pustili jí proud. „Trup silně sebou škubl, bylo viděti, kterak ramena se patrně zvedají, ruce sebou trhají, tlukouce do stolu, na němž mrtvola ležela, krátce, tělo jakoby žilo.“

Voltoým sloupem docílilo se proudu elektrického o nepoměrně větší intenzitě než dosud bylo možno docíliti elektrickou a jím otevřely se brány všem možným pokusům a zkoumány účinky chemické, magnetické, elektrodynamické, tepelné i světelné. Dělo se to již dříve pomocí elektriky, ale s výsledkem podobné pokusy mohly se setkatí teprve nyní.

Pak nastávala mravenčí práce zdokonalování nalezeného aparátu, při čemž fysikové předem snažili se upravití články s proudy co možna silnými a stálými a při tom přec články laciné, tak aby mohly vyhovovati i potřebě praktické. Daleko by nás vedlo, kdybychom chtěli uváděti všecku práci lidí vynikajících i těch drobných, jichž snahy nesetkaly se sice s velkým výsledkem, ale jsou přece článkem ve dlouhém řetěze, který táhne se už po celé století, co galvanického elementu se užívá. Pravili jsme, že vynález Voltův měl svoje předchůdce, kteří cestu mu upravovali — tak také zdokonalení jeho jest zásluhou celé řady činitelů, některých snad zdánlivě nepatrných, ale o věc samu stejně zasloužilých, jako drobná okolnost předcházející jest přímou příčinou nějakého velikého účinku.

Theoreticky skládá se galvanický článek ze dvou různých hmot vodivých ponořených do kapaliny rovněž vodivé. Spojí-li se tyto dvě hmoty s elektrometrem, možno konstatovati rozdíl elektrického napjetí, rozdíl potencialů mezi oběma poly. Jestliže naopak, místo

abychom spojili poly s konduktory izolovanými, spojíme je drátem polárním, vznikne, jakož bylo řečeno, proud elektrický, jehož intensita záleží na různosti napjetí elektrického na obou polech, to jest na síle elektromotorické článku, na velikosti odporu článku i proudovodu. Proud tím způsobem vzniklý projde totiž nejen drátem, jímž spojeny jsou oba poly, ale také článkem samým. Tento je sídlem úkazů chemických, jež jsou příčinou energie vzniklého proudu. Tyto reakce chemické modifikují tělesa, z nichž článek se skládá, zvláště však kapalinu, v níž jsou hmoty ponořeny; když však kapalina i tělesa článku se mění, mění se i síla elektromotorická a intensita proudu. Přeruší-li se tedy spojení mezi oběma poly, proud přestane: produkty chemické vzniklé při kontaktu polů se rozptýlí a kapalina přiblíží se opět svému původnímu složení; pakli po jistém „odpočinku“ znova se poly článku spojí, znamenáme, že intensita proudu blíží se jest intenzitě počátečné než právě předcházející konečné.

Při článku je tedy mnoho faktorů, jichž dlužno dbáti: předem toho, co zoveme konstantami článku, elektromotorické síly a vnitřního odporu jeho. Síla elektromotorická záleží jediné na hmotách článku, charakterisuje jeho typus, vnitřní odpor na povrchu polů a jich vzdálenosti a platí jen pro určitý, daný článek, individuum. Tak jako lze mluvit o elektromotorické síle článku Bunsenova, Daniellova a j. vůbec, ať článek jest jakkoli veliký a jakkoli upraven, tak zase uvažujeme o vnitřním odporu jen jistého článku daného, rozměrů určitých a určitého tvaru.

Různé tyto faktory mění se všelijak s podstatou a povahou článku, — jejich důležitost praktická mění se mimo to také dle účelu, jemuž slouží: někdy třeba proudů silných pro pokus krátký, jindy proudů stálých pro pokusy dlouho trvajících; jindy opět článek má sloužiti jenom v intervalech — odtud tedy hned po Voltově objevu ty nespočetné snahy a konstrukce článků, jichž typy základní ovšem jsou obecně známy. Tuto jen ještě několik slov ku historii článku a význačné její momenty.

Již roku 1801 pozorovalo se, že elektromotorická síla článku sloupového časem slábne a domnívali se, že příčinou toho jest okolnost, že vlhké soukenné kotouče časem vyschnou. Volta hleděl této vadě odpomoci tím, že desky zinku a mědi postavil

do nádoby naplněné vodou okyselenou a zinek páru jednoho spojil vodivě s mědí páru druhého, čímž dostal galvanickou batterii. Cruikshank užíval k této batterii místo nádob jednotlivých kádě, tak že tato nebyla než sloupem položeným vodorovně: dřevěný žlab byl vycementován izolujícím tmelem a naplněn rozředěnou kyselinou sírovou. Roku 1816 Hyde Wollaston (1766—1828) vrátil se ke článkům jednotlivým, složeným z desky zinkové, položené do desky měděné, zahnuté do U; kousky korku na zinku bránily přímému doteku obou kovů a každý pár byl ponořen do sklenice s rozředěnou kyselinou sírovou. Desky byly připevněny na dřevěné tyči a tam vodivě spojeny, tak že zvednutím tyče bylo lze všechny desky pozvednouti nebo ponořiti. Podobně Offershaus, který roku 1821 našel článek, v němž desky nebyly rovné, nýbrž točené a kousky sukna od sebe izolované.

August Arthur de la Rive, učenec genevský (1801—1875), první poukázal na zmíněnou polarisaci článku a vymýšlely mnohé prostředky, jak ji odstraniti. Rozeznáváme obecně trojí druhy článků bez polarisace dle toho, je-li opatření proti polarisaci mechanické (jako stírání vrstvy vodíku, který při rozkladu kyseliny sírové se vyvozuje a usazuje na elektrodě nikoliv zinkové, nýbrž kovu druhého, tak že tím zvyšuje se vnitřní odpor a vzniká nová elektromotorická síla protivná té, která má svůj základ v oxydování elektrody zinkové; nebo míchání kyselinou; nebo zvláštní úprava povrchu elektrody); — nebo chemické, při čemž vodík se oxyduje hned, jak se vyvinuje, zvláštními oksyličovadly nebo zastoupí se kovem, který se na místě jeho vylučuje na elektrodě nikoliv zinkové, nýbrž konduktivní.

Články druhu prvního, jako na příklad Smeeův z r. 1840, neosvědčují se valně, za to spíše články druhu druhého, jako Groveův (1858), Bunsenův (1842), Leclanchéův (1868), Grenetův (1855) a třetího jako článek Daniellův (1836), vesměs obecně známé. Známý jsou výhody i vady jednotlivých těchto typů, jakož i četné jejich modifikace*).

*) Jich přesný výčet nepatří sem, kdo chceš, snadno o nich se poučíš, na př. ve knize „Traité élémentaire de la pile électrique“ od

Články jiné než galvanické jako thermoelektrické, suché a p. dílem nepatří do této kategorie, dílem nemají daleko toho významu a jen uvést zde dlužno akumulátory, jakožto výsledky nálezu Voltova, přístroje to, jimiž energie elektrická přechází v energii chemickou, kterouž opět, hned či později možno přeměnit v energii elektrickou. Zakládají se na úkaze, jež pozorovali již r. 1802 Gautherot a Richter: když vedeme proud voltametrem na vodu, přerušíme jej a spojíme pak rychle elektrody voltometru s galvanoskopem, uznáme proud proudou dřívějšímu protivný, jehož intenzita znenáhla se zmenšuje. Energie elektrická jakoby se byla na elektrodách utajovala, nahromadila. První Snisteden r. 1854 užil desk olovených, stříbrných neb niklových k takovýmto článkům sekundárním, jimiž dovedl rozžhřívati kovové dráty. Však teprve roku 1859 věc vstoupila do stadia rozvoje, když Gaston Planté, tehda praeparator fysiky při Conservatoire des arts et métiers v Paříži, demonstroval před Akademii věd akumulátory z desek olovených, jež byly odděleny vložkami gummovými, spirálně stočeny a vloženy do nádoby s kyselinou sírovou.

Když vynalezením stroje dynamoelektrického byly buzeny elektrické proudy laciněji než dosud, vynikla důležitost akumulátorů a Planté snažil se r. 1879 znovu zdokonaliti svůj vynález tím, že přihlížel zejména k tomu aby při malém objemu i nevelké váze přece podržel veliký povrch.

Ale akumulátory Plantéovy a všechny toho druhu jako Encausseovy a Canésiovy, Méritensovy a Tamineovy dlouhým, několik měsíců trvajícím pochodem zkypřovacím bylo třeba upra-

Alfr. Niaudeta, 1880; do němčiny přel. W. Ph. Hauck: „Die galvanischen Elemente von Volta bis heute.“ Brunšvik, 1881., neb „Die galvanischen Batterien, Accumulatoren und Thermosäulen. Eine Beschreibung der hydro- und thermoelektrischen Stromquellen mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis von W. Ph. Hauck, Wien, Pest, Leipzig, 1883 nebo: A. Cazin & A. Angot: „Pile électriques“ (Paříž, 1881.); posléze: W. S. Hankel: „Die galvanische Kette“ (1889) a Zacharias: „Galvanische Elemente der Neuzeit (1899). Při této příčině podotýkám, že vzhledem ku rázu svého článku, který jest jen pouhým referátem, neuváděl jsem citátů žádných. Data tuto uváděná nejsou odborníku novinkou.

vovati a teprve francouzský ingénieur Camille Faure našel roku 1881 typ akumulátorů, který výborně se hodí k účelům praktickým, kde se akumulatory neotřásají. Faure nanesl na obě elektrody suříku, minia, Pb_3O_4 i jiného kysličníku olova neb takovou sůl olovenou, která není v kapalině akumulátoru rozpustná, a aby desky učinil vnímavějšími, obalil je plstí po způsobu Plantéové, svinul spirálně a vložil do nádoby s kyselinou sírovou. V tomto přístroji nabíjení děje se během čtyř nebo pěti dnů. Veliký počet akumulátorů nyní užívaných vesměs hotoví se dle tohoto vzoru a všechny jiné pokusy, na tomto principu se nezakládající, selhaly. Snahy vynálezců nesou se jen k tomu, aby suřík lépe tkvěl na deskách a aby specifická vnímavost a trvanlivost desek se zvýšila.

Z novějších změn na akumulátorech provedených uvádíme jen ty, jež provedl především Volkmar, který upustil od pokrývání plné desky olovené kysličníkem olovičitým PbO_2 a užil místo plné desky olovené mříže, jejíž otvory vyplnil houbovitým olovem. Výplň ta byla pevně s olovem spojena a nebylo třeba kysličník upevňovati na desky sukmem. Při akumulátorech, jež sestrojili Farbaky a Schenek, mění se jen náplň mříží.

Kladná elektroda plní se směsí suříku a klejtu čili kysličníku olovnatého (PbO), co do váhy v rovných poměrech; deska záporná plní se pouze kysličníkem olovnatým (klejtem). Zlepšení akumulátorů docílil také prof. Domalíp a elektrotechnik Křížík v Praze. (kterak, viz podrobnost v knize: Zařízení a užívání akumulátorů, naps. prof. Vác. Leandr. Praha, Kober, 1900).

Akumulátorů užívá se prakticky velmi hojně, zvláště při elektrickém osvětlování a jako síly motorické pro pohybování lodí a vozů, a zdá se, že akumulátorům kyne budoucnost ještě větší.

A tak během sta let článek Voltův může vykazati se historií velmi slavnou a dobře prorokoval Arago, říka o článku, že „jest nejpodivuhodnějším nástrojem, který kdy člověk vynášel“. Nejen, že článek Voltův otevřel daleké výhledy výzkumům fysikálním, — všechny vědy bezmála jsou mu povinny za přerozmanité pokroky a různé vynálezy, proud galvanický šíří se po celém světě účinky blahodárnými. Bez článku nebylo

by celého toho rozsáhlého odvětví průmyslu elektrotechnického, který se všemi vedlejšími větvemi svými nikoli už jen tisícům, ale millionům lidí poskytuje chleba vezdejšího.

Úlohy.

Úloha 26.

Řešiti rovnici

$$1 - \frac{2x}{x^2 + x - 2} + \frac{2x}{x^2 - x - 6} + \frac{2x}{x^2 - 4x + 3} = \frac{10x}{x^3 - 2x^2 - 5x + 6}.$$

Řed. A. Strnad.

Úloha 27.

Nad stranou $\overline{ab} = a$ sestroyen rovnostranný trojúhelník abc a trojúhelník abd tak, že obvod i obsah tohoto rovná se dvojnásobnému obvodu i obsahu trojúhelníka prvního.

a) Které jsou strany \overline{ad} , \overline{bd} trojúhelníka abd ?

b) V kterém poměru jsou poloměry kružnice opsané a vepsané trojúhelníku abd ?

Frant. Jirsák, učitel v Dobřenicích.

Úloha 28.

Sestrojiti jest rovnoramenný trojúhelník, dán-li rozdíl půdvice a ramene, jakož i rozdíl příslušných výšek.

Řed. A. Strnad.