

Ferdinand Pietsch

Akkumulátory a jejich použití. [III.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 42 (1913), No. 4, 509--524

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123035>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1913

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>

- 38) Soukromé sdělení P. Goyeny T. J. v Madridě.
 39) Sr. Catal. brev. Prov. Boh. z r. 1700 a 1701.
 40) Sr. Catal. Coll. Clem. z r. 1701, kde se uvádí na konci seznamu kněží P. Kresa bez funkce.
 41) Sr. zmíněný seznam sboru prof. pražské university z r. 1702 a 1703; Catal. Coll. Clem. z r. 1702: „professor controversiarum, examinador pro ordinandis, exhortator domesticus, confessarius templi et nostrorum“; z r. 1703: „profess. controv., exam. pro ordin., conf. nostr. templi et sacelli Ital“.
 42) Sr. Acta erud. z r. 1721, str. 158; sr. Catal. Coll. Brun, z r. 1714.
 43) Sr. Litt. ann., brn. z r. 1715, catal. Coll. Brun. z r. 1714, Catal. brev. Prov. Boh. 1704—1713.
 44) Sr. Lit. ann. brn. z r. 1715: („Es ist uns Von hertzen Leyd umb den Wackeren mann“); Acta erud. z r. 1721, str. 158; L. Moreri Le Grand dictionaire historique 1740, sv. V., litera K, str. 47.

Akkumulátory a jich použití.

Píše Dr. **Ferd. Pietsch.**

(Dokončení.)

Víme-li, že v akumulátorech se skrývá zásoba energie elektrické, tu jest na snadě otázka, proč neužívá se všeobecně akumulátorů při trakci elektrické. Vždyť bylo by lze všechny tramwaye, lokomotivy, lodě, nákladní vozy, omnibusy, automobily poháněti pomocí energie z akumulátorů přiváděné, při čemž by odpadla drahá vedení pouliční.

Uvažme, že nelze najíti ideálnějšího motoru nad motor elektrický, neboť konstrukce jeho jest jednoduchá, regulovati rychlost lze velmi snadno ve všech mezích, zacházení jest zcela jednoduché, motor nepůsobí hluku, nezanechává zápachu, nemůže selhati, nezanechá nečistoty, slovem má všechny vlastnosti, jež od spolehlivého motoru žádáme. Přes to však užívání akumulátorů se neujalo všeobecně, neboť váha jejich vzhledem k výkonu jest značná. Nejlépe to uvidíme, uděláme-li si rozpočet na baterii, jež by měla poháněti elektromobil, jezdící 3 hodiny při výkonnosti 7·4 koňské síly. 1 koňská síla jest 736 Watt, zu-

žitkuje-li motor na př. 75% dodávané energie, musí akumulátory vysílati do motoru energii v obnosu $7 \cdot 4 \cdot 736 \cdot \frac{100}{75} \doteq 7260 W$.

Je-li motor sestroyen pro napětí 160 V, tu bude jím procházeti proud $\frac{7260}{160} = 45 \cdot 4$ Ampère. Abychom docílili napětí 160 V,

musíme míti článků $\frac{160}{1 \cdot 82} = 88$, vybíjíme-li až k mezi dané na-

pětím 1·82. Akumulátory ty budeme vybíjeti proudem 45·4 Ampère po dobu 3 hodin. Tudíž použijeme akumulátorů o kapacitě 138 Ah, z nichž jeden článek váží 20·5 kg. Celková váha batterie, kterou vůz potáhne, bude 1800 kg. To je ovšem značná váha na batterii, s kterou můžeme jen 3 hodiny jezdit a již potom nutno zase nabíjeti. Jelikož kapacita akumulátorů závisí také na síle proudu, jež akumulátorům odebíráme, tu by motor mohl vyvinovati také 13·2 koňské síly, a jezdili bychom potom pouze 1 hodinu; kdyby však pracoval jen 5·2 koňské síly, vydržela by batterie na 5 hodin jízdy.

Vzdor nevýhodné váze akumulátorů užívá se elektromobilů ve velkých městech jakožto drožek, speditérských vozů, omnibusů. Terrain městský neklade velké požadavky na výkonost motoru, a zdroj proudu k nabíjení batterie je všude k dispozici.

Uvádím údaje pro vůz na rozvážení zboží určený. Dva motory o $2\frac{1}{2}$ koňské síle umístěny jsou na přední ose a jich pohyb převádí se ozubenými koly na jedno přední kolo. Batterie umístěná na spodku vozu váží 1300 kg, celý vůz bez nákladu i s akumulátory 4130 kg. Vůz jest určen pro náklad 1500 kg, jezdí rychlostí 12 km za hodinu, při čemž jeden náboj batterie vystačí na 40—50 kilometrů.

Drožky akumulátorové mají batterii o váze 500 kg při celkové váze 1350 kg. Batterie, mající napětí 70 volt, pohání 2 motory o $2\frac{1}{2}$ koňské síly, jež udílejí drožce rychlost 15 km za hodinu. Na dobré dlažbě nebo asfaltu spotřebuje obsazená drožka 34 Ampère, na špatné 38—40 Ampère. Náboj batterie vystačí na 35—40 km.

Omnibusy pro 12 sedících a 6 stojících osob určené mají batterii na 20 km vystačující, jež dodává proud motoru o 4 koň-

ských silách, pracujícím s převodem 1 : 8 na zadní kolo. Celý omnibus váží 3500 *kg*, batterie sestává z 44 článků a udílí vozu rychlost 15 *km* za hodinu.

Ve velkých městech jeví se někdy potřeba tramwaye bez svrchního vedení; pak užívá se buď spodního vedení nebo vůz pohání se aspoň po určité trati akumulátory. Na spojovací dráze berlínské jezdí dvojitý vůz akumulátorový o čtyřech osách. Vůz určen jest pro 100 osob a má v přední své části po obou stranách mimo prostor vlastního wagonu umístěnou batterii 168 akumulátorů, dávající napětí 310 *V* při kapacitě 368 Ampèrehodin. Vůz jezdí rychlostí 50 *km* a jeden náboj vystačí na 100 *km*. V pohyb uváděn je dvěma seriovými motory, majícími dohromady 50 koňských sil po dobu 2 hodin nebo 80 koňských sil po dobu 1 hodiny. Motory lze spojit vedle sebe nebo za sebou.

Existují také lokomotivy ku seřazování vozů na nádražích, jež poháněny jsou akumulátory. Taková lokomotiva je v pohonu na jednom nádraží berlínském. Opatřena je batterií 160 článků o kapacitě 235 Ampèrehodin, jež vysílá proud do dvou seriových motorů, jež dohromady reprezentují 40 koňských sil. Váha celé lokomotivy obnáší 24·3 *t*. Lokomotiva nabíjena byla každý druhý den; ještě lépe osvědčilo se dobíjet akumulátory v poledních pausách.

Akumulátorů počalo se záhy užívati také k pohonu člunů; první pokus učinil již r. 1881 Trouvé. Také na frankfurtské výstavě měla firma Siemens & Halske člun pro 30 osob, v jehož středu umístěno bylo 80 akumulátorů, vážících 2000 *kg*. Batterie napájela motor pracující na hřídeli lodním po dobu 4 hodin proudem 35 Ampère. Výkonnost motoru obnášela tedy 5600 Watt čili 7·6 koňských sil. Také nákladní lodě ku dopravě cihel jezdí pomocí akumulátorů. Batterie 80 článků dodávala energii motoru o 4·1 koňské síly, jenž vlekl loď rychlostí 4·4 *km* za hodinu.

Těmito příklady ukázal jsem dostatečně značný obor působnosti akumulátorů, jichž užívání však by se stalo všeobecnějším, kdyby nebylo neobyčejně velké váhy akumulátorů vzhledem k jich výkonnosti. Proto ohlíželi se vynálezci po jiném

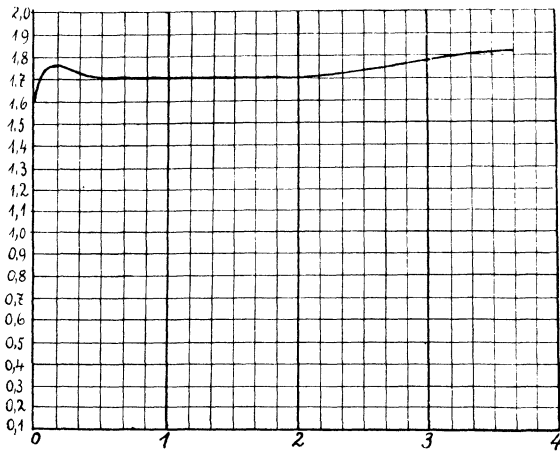
lehčím materiálu, nežli je olovo, jímž by také energie elektrická ve formě chemické se dala nahromaditi. Zkoušena byla celá řada kovů, zinek, železo, nikl, stříbro, kadmium a j., až konečně slavnému americkému vynálezci Edisonovi se podařilo nalézt kombinaci kovů, jež až dosavad dobře se osvědčuje.

Edisonovy akumulátory.

Edison připadl na myšlenku užití železa a niklu, jež vložil do 21% roztoku louhu draselnatého, silné to zásady (*KOH*). U jeho článků jsou na deskách také nanесeny aktivní hmoty, jako u akumulátorů olověných. Na jedné straně sloučenina železa (oxyd železa), na druhé straně, jež tvoří desku, nalézáme oxyd niklu (Ni_2O_3). Při nabíjení se na niklové desce vyvinujícím se kyslíkem vytváří se superoxyd niklu, kdežto oxyd železa se vznikajícím vodíkem redukuje. Při tom vzniknou opět 2 molekuly *KOH* a koncentrace se tudíž nemění. Pochod je asi takový, že kyslík běže se sloučenině železa a odvádí se na niklovou desku. Konstrukce akumulátorů má tu výhodu, že neuzívá ani skleněných, ani celluloidových nádob, ani z tvrzené pryže, jako je tomu u olověných článků. Nádoba jest z ocelového poniklovaného plechu tvoříc část akumulátoru. Obě desky jsou utvořeny z ocelového poniklovaného plechu. Plech proražen jest však otvory, do nichž vestřeny jsou krabice bezedné. Do nich velikým tlakem hydraulického lisu se vtlačí aktivní massa, jednak oxyd železa nebo směs oxydu železa s oxydem rtuť, jednak massa z oxydu niklu sestávající. Krabice jsou velice jemně dírkované, tak že aktivní massa nemůže sice vypadávati, ale kapalina volně proniká. Desky staví se vedle sebe, jsouce izolovány tyčinkami z tvrzené pryže, a to tak, že vždy dvě pozitivní se střídají s jednou negativní.

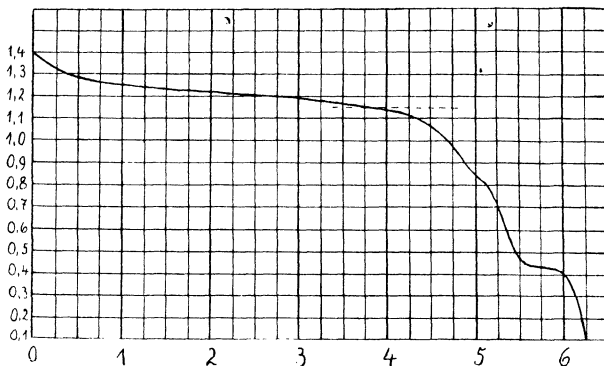
Napětí akumulátoru Edisonova jest však daleko menší než u článku olověného. Jakým způsobem napětí roste, vidíme z křivky nabíjecí na obr. 6., jež platí pro nabíjení normálním proudem. (Na úsečce čas v hodinách, poradnice napětí ve Voltech.) Pozorujeme, že během prvních desíti minut stoupne napětí z 1·6 na 1·76, načež klesne a dlouho se drží na 1·7; po 2 ho-

dinách stoupá opět a dosahuje ke konci $3\frac{3}{4}$ hodiny napětí $1\cdot81\text{ V}$, kdy nabíjení jest ukončeno. Na obraze 7. vidíme křivku



Obr. 6.

vybíjecí. Vybíjíme-li opět normálním proudem, tu napětí klesne nejprve rychle z $1\cdot4$ na $1\cdot3$, pak klesá rovnoměrně, až po



Obr. 7.

$3\frac{3}{4}$ hodiny dosáhne $1\cdot15\text{ V}$, pod kteroužto mez akumulátory nevybíjíme, neboť jak z křivky patrně, napětí již rychle klesá

a jest pro použití bezvýznamné. Mez označena jest na křivce tečkovanou čarou.

Za průměrné napětí při vybíjení můžeme považovati 1·23 V, což jest zajisté značně menší než střední napětí olověného článku 1·89 V obnášející.

Uvedme nyní některé typy Edisonových akumulátorů dle ceníku firmy „Deutsche Edison-Akkumulatoren-Compagnie“.

Tab. I.

Rozměry: délka, šířka, výška v mm	Kapacita v Ampér- hodinách	Normální síla proudu při		Váha s louhem v kg	Cena v K	Doba nabíjecí v hod.
		nabíjení	vybíjení			
24 85 145	8	3	2	0·55	7·—	3 $\frac{3}{4}$
45 86 160	16	6	4	1·1	8·9	3 $\frac{3}{4}$
40 128 158	19	7·5	5	1·6	12·40	3 $\frac{3}{4}$
71 128 158	38	15	10	2·6	17·—	3 $\frac{3}{4}$
103 128 158	58	22	15	3·8	21·—	3 $\frac{3}{4}$
71 128 234	76	30	20	4·4	27·—	3 $\frac{3}{4}$

Dle této tabulky na první pohled je nápadné, že nabíjecí proud jest o polovinu silnější než vybíjecí. U prvního typu na př. nutno $3\frac{3}{4}$ hodiny nabíjeti 3 Ampéry, což by poukazovalo na kapacitu $3 \cdot 3\frac{3}{4} = 11,25$ Ampèrehodiny, ve skutečnosti však máme kapacitu jen 8 Ampèrhodin, neboť proud 2 Ampère vyčerpá akumulátor ke známé mezi 1·15 za $3\frac{3}{4}$ hod.

Kdybychom počítali tedy výkonnost akumulátorů, tu bychom shledali, že již výkonnost v Ampèrehodinách jest menší než u článků olověných. Obnášít u posledního typu $\frac{20 \cdot 3\frac{3}{4}}{30 \cdot 3\frac{3}{4}} = 67\%$ proti 91% u olověných. Vezmeme-li ještě v úvahu napětí, jež při nabíjení přemáháme (1·74 V) a při vybíjení dostáváme (1·23 V), obdržíme výkonnost vzhledem k Watt-hodinám $\frac{20 \cdot 1\cdot23 \cdot 3\frac{3}{4}}{30 \cdot 1\cdot74 \cdot 3\frac{3}{4}} = 47\%$. U větších akumulátorů jest poměr o něco příznivější. V tabulce II. jsou uvedeny akumulátory o větší kapacitě.

Tab. II.

Rozměry: délka, šířka, výška v mm	Kapacita v Ampèr- hodinách	Normální síla proudu při		Váha s louhem v kg	Cena v K	Doba nabíjecí v hod.
		nabíjení	vybíjení			
70 128 310	115	40	30	6·30	39.—	$3\frac{3}{4}$
102 128 310	175	65	45	8·50	53.—	$3\frac{3}{4}$
170 128 310	280	110	75	13·60	83.—	$3\frac{3}{4}$

Vezmeme-li do počtu poslední typ o kapacitě 280 Ampèrhodin, obdržíme výkonost ve Watthodinách: $\frac{75 \cdot 3^{3/4} \cdot 1.23}{110 \cdot 3^{3/4} \cdot 1.74} = 48\%$. Tedy stěží polovinu energie, jež do akumulátorů dáme, dostáváme zpět.

U olověných článků zvětší se kapacita, vybíjíme-li je slabším proudem; to má za následek stoupnutí výkonosti. U Edisonových článků však kapacita nezávisí na síle proudu, i zůstává výkonost stejnou, i když vybíjíme třeba v 5 hodinách.

Prospěšná vlastnost je ta, že i kdybychom pod onu mez 1.15 V vybíjeli, že to Edisonovým akumulátorům neuškodí. Rovněž silnější proud nepůsobí snad vypadávání massy aktivní jako u olověných článků, nýbrž škodí teprve tehdy, kdyby se kapalina začala silně zahřívati.

Nejvíce nás bude zajímati, porovnatí váhu obou typů akumulátorových. Vraťme se k rozpočtu elektromobilu o 7.4 koňské síly, jež jsme dříve pro olověnou batterii provedli. Vyšla nám spotřeba 45 Ampère. Dle tabulky II. hodily by se nám pro náš případ akumulátory o kapacitě 175 Ampèrehodin. Vybíjíme-li k mezi 1.15, budeme potřebovati, abychom docílili napětí 160 V, $\frac{160}{1.15} = 139$ článků. Jelikož jeden váží 8.5 kg, bude celková váha batterie 1182 kg. To je již značně méně než u olověné batterie, jež vážila v tomtéž případě 1800 kg. Ve prospěch Edisonovy batterie mluví ještě ta okolnost, že by se mohlo jezdit 3^{3/4} hodiny, tedy o ^{3/4} hodiny déle než s olověnou, než by bylo nutno opět nabíjeti.

Lépe by se nám objevila výhodnost nových akumulátorů, kdybychom uvedli, kolik Watthodin připadá na kg váhy. Olověný akumulátor, jehož jsme při výpočtu elektromobilu užili, váží 20.5 kg a dává 45.4 . 1.89 . 3 = 259 Watthodiny. Připadá tudíž na kilogram $\frac{259}{20.5} = 12.5$ Watthodin. Edisonův článek vážil 8.5 kg a vydával 45 . 1.23 . 3^{3/4} = 208 Watthodin; připadá tudíž na kilogram $\frac{208}{8.5} = 24.4$ Watthodin. U větších

akkumulátorů je číslo ještě příznivější. Továrníci akkumulátorů olověných udávají, že dovedou sestrojiti články, jež prý na 1 *kg* váhy dají 25—33 Watthodin, což nutno přijmouti s určitou rezervou. V odborných časopisech pozorujeme velmi čilou výměnu názorů často protichůdných, z nichž často patrný jsou zájmy obchodní. Jedni vychvalují nové akkumulátory a u olověných uvádějí jen špatné vlastnosti; naproti tomu zastanci dosavadních akkumulátorů popírají vůbec, že by Edisonovy akkumulátory byly výhodnější. Nutno ovšem uznati, že při praktické potřebě rozhodují také ještě jiné vlastnosti než lehkost akkumulátorů, k nimž nutno též přihlížeti. Uvedu tudíž výhody i nevýhody obou typů, jak se dle dosavadní zkušenosti jeví.

Olověným akkumulátorům se vytýká, že mají omezenou trvanlivost a že je nutno články často vymývat. Zejména pozitivní desky nutno brzy vyměnit. Jumeau, chtěje se přesvědčiti o hospodárnosti pohonu akkumulátorového, konal pokusné jízdy s elektromobilem vážícím 2600 *kg*, jehož batterie vážila 750 *kg*. S vozem jezdilo se denně 45 *km* rychlostí 15 *km/hod*. Batterie sestávala ze 44 olověných článků o kapacitě 180 Ampèrehodin, jež klesla během času až na 135 Ampèrehodin. Po 62 dnech byly akkumulátory vymyty, po 137 dnech provedeno opět vymytí a výměna pozitivních desk, po 482 dnech byla nutna výměna celé batterie.

Tedy lze říci, že při 21.500 *km* Skráte články byly vymývány a desky pozitivní měněny, při tom Skráte klesla kapacita ze 180—135, tedy o 25%.

Toto časté vymývání a obnovování desk není na prospěch hospodárnosti pohonu, neboť tím vznikají nejen faktické výlohy, nýbrž i ztráta času.

Proti tomu se uvádí, že u Edisonovy batterie v podobném případě ztratila batterie teprve po 30.000 *km* na kapacitě 15%, kdežto vymývání úplně odpadlo. Také u těchto akkumulátorů nutno vyměnití po čase niklovou elektrodu, kdežto železné užívá se dále.

Jako dobrá vlastnost Edisonových článků se uvádí, že jim neškodí, stojí-li dlouho; ztrácejí sice také 1—2% náboje, ale

jinak žádné škodlivé sloučeniny nevznikají. U olověných v takovém případě desky vyvinujícím se sulfátem tvrdnou a ztrácejí kapacitu, jež dlouhým nabíjením s přestávkami se dá teprve zrestaurovati.

Výhodná je pevná konstrukce Edisonových akumulátorů, jež působí, že snášejí i větší nárazy beze škody, což je činí zvláště způsobilé, vedle menší váhy, ku pohonu elektromobilů. Společnost „Bergmann-Metallurgique-Automobil-Verkaufsgesellschaft m. b. H.“ v Berlíně zabývá se výrobou nákladních elektromobilů s Edisonovou batterií. Vozy unesou náklad 2000 *kg* a jsou opatřeny jedním motorem, jehož pohyb se převádí na obě zadní kola. Na rovině jede s nákladem rychlostí 14 *km*. Batterie na spodku vozu umístěná sestává ze 76 článků Edisonových, dávajíc napětí 95 *V*. Jest to typ uvedený v tabulce II., o kapacitě 175 Ampèrehodin. Náboj batterie vystačí na 60 kilometrů na rovině Nabíjení batterie vyžaduje 32 kilowatthodin. Edisonovy akumulátory užívají se také k jiným účelům. Viděl jsem batterie z článků, v první tabulce uvedených, u společnosti Bergmann ve Vídni, kdež jich užívají při cejchování elektrických počítadel. Zhotovují se také zvláštní typy pro účely měřicí, pro telefony, telegrafy, pro přístroje lékařské a podobné. Jsou to články o malé kapacitě, jak uvedeno v následující tabulce.

Kapacita v Ampère- hodinách	Normální proud při		Váha i s louhem v <i>kg</i>
	nabíjení	vybíjení	
0·8	0·3	0·2	0·16
1·6	0·6	0·4	0·22

Odpůrci Edisonových akumulátorů uvádějí, že výhody nových akumulátorů nejsou tak značné, jak se tvrdívá. Zejména vytýkají, že konec nabíjení nejví se ani zvětšením hustoty

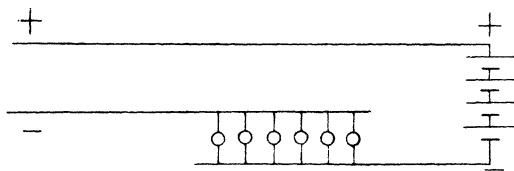
elektrolytu, ani větším napětím, jež při přebíjení již nestoupá. Proto i když je batterie neúplně vybita, nutno ji nabíjeti téměř tak dlouho jako úplně vybitou, což značí plýtvání energií. Nabíjení je vůbec dražší, neboť je nutno dvakrát tolik do akumulátorů dáti, než co z nich zpět obdržíme. U olověných dostáváme však 70—80% zpět. Také vyšší cena akumulátorů nemluví v jejich prospěch. Cena batterie olověné, jež by tahala nákladní vůz pro 2000 kg zatížení, byla by 2550 K, batterie Edisonova stála by však v témž případě 3460 K. Uvádí se však, že vůz nákladní, opatřený Edisonovou batterieí, mohl by míti železné obruče, jelikož otřesy batterie netrpí. Vezmeme-li zřetel i k vadám Edisonových akumulátorů, musíme přece uznati, že vynález jejich značí značný krok ku předu. Mimo Edisonovy akumulátory sestrojen byl také akumulátor Jungnerův, při němž kombinováno železo a stříbro. Akumulátor byl by lehký, neboť na 1 kg váhy připadá dle údajů až 50 Watthodin. Bohužel články byly by tak drabé, že by se jich nedalo používat. Očekáváme, že neúporné píli vynálezců, pro něž skvělým vzorem vytrvalosti jest Edison, podaří se konečně přiblížiti se k ideálnímu lehkému akumulátoru, jehož vynález by způsobil pronikavou změnu v komunikačních prostředcích celého světa.

Dodatek.

Předpokládá se, že mnohý z čtenářů jest vlastníkem menších akumulátorů a že také v našich fyzikálních kabinetech se batterie akumulátorů užívá, myslím, že zavděčím se čtenářům, uvedu-li některé praktické pokyny ze své několikaleté zkušenosti.

Je-li v místě k dispozici proud z centrály (ovšem stejnosměrný) o napětí obyčejně 120 V, tu lze nabíjeti i malé akumulátory, což se děje nejlépe přes žárovkový rheostat, jež snadno si pořídíme z uhelných žárovek 16ti-, 25ti-, 32tisvíčkových. Namontujeme na prkénko několik jednoduchých objímek Edisonových, jichž dotekové šrouby po levé straně spojíme jedním drátem, a totéž učiníme s kontakty na druhé straně. Konce drátů opatříme svorkami a máme nyní řadu žárovek ve větvi

čili vedle sebe spojených. Ovšem nutno do objímek zašroubovati jen žárovky pro totéž napětí (120 V), ne snad pro napětí nižší. Připojení akumulátorů k síti přes žárovky ukazuje nám schematický obrázek č. 8. Pouhým otočením lze žárovku vepnouti a zapnouti a tím libovolně silný proud do článků poslati. Kdybychom zašroubovali samé 16svíčkové žárovky, tu by procházel proud při jedné $\frac{1}{2}$ Ampère, při dvou 1 A , při třech $\frac{3}{2}$ A , takže bychom zapnutím všech šesti propustili proud 3 Ampère. Chceme-li silnějším proudem nabíjet, tu buď musíme míti více žárovek, nebo užijeme více svíčkových žárovek, které více proudu propouštějí.

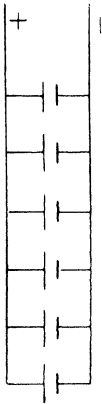


Obr. 8.

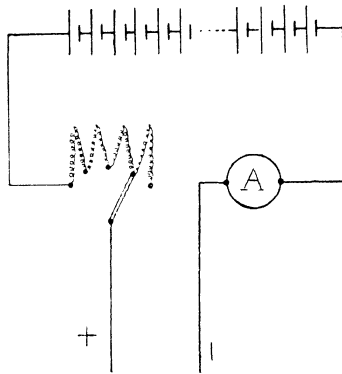
25tisvíčková propouští asi 0·75, 32svíčková kolem 1 Ampère. I lze pak kombinací těchto žárovek libovolně silný proud propustiti. Ovšem nutno nejprve věděti maximálně přípustný proud, jenž bývá u každého akumulátoru udán. Kdyby nesnesl ani slabý proud z jedné žárovky, pak bylo by nutno připojiti ještě před akumulátor buďto odpor ze železného tenkého drátu, anebo vepnouti ještě jednu žárovku před článkem do hlavního vedení, čímž by intenzita klesla jistě na polovinu. Je-li několik malých článků, lze téhož jednoduše docílit tím, že je spojíme vedle sebe (obr. 9.). Pak rozdělí se intenzita, již žárovkový rheostat propouští, na tolik stejných částí, kolik článků máme.

Před nabíjením nutno se přesvědčiti o pólech sítě. To se dozvíme, zapneme-li jednu žárovku a konce drátů, jež chceme k baterii připojiti, do vody pramenité nebo okyselené. Tam, kde vystupuje plyn, jest pól negativní, kdežto na pozitivním se drát rozpouští. Máme-li reagenční papír, pak jej navlhčíme vodou, vložíme konce drátu naň. Na pozitivním pólu červená papír.

U akumulátorů poznáme ihned pozitivní desky dle temně čokoládové barvy. Pak nutno spojit kladný pól sítě s kladným pólem batterie a rovněž tak i záporné póly. Napětí v síti zápasí pak s napětím akumulátorů, jsouc však větší přemáhá akumulátory a vysílá proud svým směrem. Na obr. 8. přemáhá napětí sítě 120 V, napětí článků 8 V, i svítí vlastně žárovky jen napětím 112 V ze začátku, později ještě menším, téměř jen 109 V, neboť ke konci nabití napětí stoupá. Je-li batterie větší, tu po-



Obr. 9.

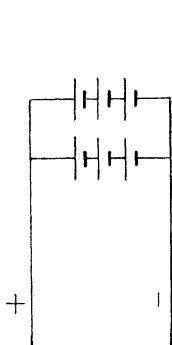


Obr. 10.

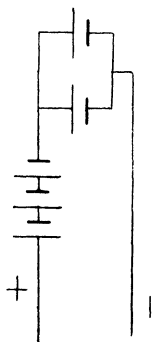
zorujeme již, že žárovky červeněji svítí. Při 20ti člancích svítily by jen při napětí 80 Volt, ke konci nabití 66ti Volty, i je pak možno v rheostatu nahraditi 120ti-Voltové žárovky 80ti-Voltovými. Sestává-li batterie ještě z více článků, pak nepotřebujeme již žárovek, nýbrž můžeme již užití rheostatu s malým odporem a Ampèremetru, jak ukazuje obr. 10. Klikou rheostatu lze pak regulovati proud na libovolnou výši. Tak by se dalo nabíjetí asi 40 článků při napětí 120 V v síti. Při více člancích (na př. 50) bylo by již nutno batterie rozdělití na dvě větve o stejném počtu (25) článků, z nichž každá větev by dostávala polovici proudu hlavního. (Podobně jako na obr. 11.)

Kdybychom měli několik větších akumulátorů na př. s proudem nabíjecím 9 Ampère a dva nebo více menších akku-

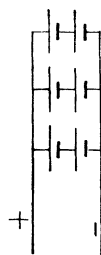
mulátorů s proudem nabíjecím jen 5 Ampère, tu bychom musili buďto všechny nabíjetí za sebou proudem 5 Ampère, nebo užití spojení znázorněného na schematu č. 12, dle něhož by pak do menších akumulátorů šlo 4·5 Ampère, do větších pak 9 Ampère. Totéž lze učiniti také s více články.



Obr. 11.



Obr. 12.



Obr. 13.

Není-li k dispozici proud z centrály, pak nutno nabíjetí buď články bunsenovými nebo batterií thermoelektrickou. Chceme-li jeden akumulátor nabíjetí, stačí nám dva články Bunsenovy, neboť dají napětí 3·6 V. Při šesti článcích bylo by již nutno 10ti články bunsenovými přemáhati napětí akumulátorů; nemáme-li tolik bunsenových článků k dispozici, tu musíme akumulátory spojit částečně vedle sebe a za sebou, anebo jen vedle sebe. Na obr. 9. jest všech 6 akumulátorů spojeno vedle sebe i přemáháme jen napětí 2 až 2·7 Voltů. Na obr. 13. přemáháme 4 až 5·4 Voltů, kdežto na obr. 11. musíme převýšiti napětí 6 až 8·1 Voltů. Ovšem v prvním případě rozdělí se proud z bunsenových článků vycházející na 6 stejných částí, v druhém na tři stejné části, ve třetím pak na dvě větve. Můžeme tedy i dvěma články bunsenovými jakýkoli počet akumulátorů nabítí, jenom že nabití bude dlouho trvati. V kabinetech fysikálních bývají často batterie 6tičlánkové, jež jsou opatřeny pachytropem. Pak možno otočením pachytropu zapnouti akku-

mulátory hned na 12, 6, 4, 2 Volty, jak na posledních obrázcích naznačeno.

Někde k nabití akumulátorů užívají thermoelektrické batterie Gülcherovy, jež sestává ze 66 thermoelementů, jež se 66 bunsenovými kahanými pomocí svítiplynu zahřívají. Napětí obnáší však jen asi 3·6 V, i lze akumulátory nabíjet jen vedle sebe (dle obr. 9.). Gülcherův sloup má dosti velký vnitřní odpor i vchází do akumulátorů proud velmi nepatrný, tak že nabití batterie 6tičlákové o kapacitě 16 Ampèrehodin může trvat dva dny i více dle tlaku plynu. Tento zdroj nelze tedy doporučit, neboť je jednak velmi drahý (300 K), jednak snadno při větším tlaku plynu thermoelementy horkem praskají. Vedle toho nutno akumulátory slabým proudem nabíjené jednou za čas nabít normálním proudem.

Abychom poznali, je-li již akumulátor nabit nebo vybit, tu je nejlépe zaopatřit si citlivý voltmetr do 3 Volt ukazující, jímž lze napětí akumulátoru jednotlivě zjistiti. Zejména jest důležité při vybíjení včas se přesvědčiti, nekleslo-li již napětí na 1·82 nebo dokonce na 1·75 V. Pak nutno ihned proud přerušiti. Ovšem na jednu okolnost zvláště upozorňuji. Napětí nás jenom tehdy může poučiti o stavu akumulátoru, béřeme-li z něho současně aspoň 40% normálního proudu. Při slabším proudu by se ukázalo vyšší napětí a mohlo by nás uvésti v omyl. Nabití nejlépe poznáváme na bublinkách; nejprve vystupují bublinky z pozitivních desk, pak z obou a na konec se bouřlivě plyn vyvíjí. Nemáme-li voltmetr, můžeme zkoumati napětí také 2-Voltovou žárovkou.

Stav kyseliny zkoumá se krátkým plochým areometrem, jenž ukazuje, kolik Beaumé má hustota kyseliny. Hustota stoupá při nabíjení na př. od 21 do 25, i lze z toho také poznati stav akumulátoru. Je-li kyselina příliš hustá, pak nutno doliti destilovanou vodou (nikoli pramenitou), tak aby desky z kapaliny nevyčnívaly.

Je-li akumulátor ztvrdlý, což poznáme, že ihned po zavedení proudu se „vaří“, aniž by byl nabit, tu musíme jej slabším proudem nabíjet na př. hodinu, na to dvě hodiny jej nechati

stát, pak opět nabíjetí s přestávkou a tak pokračovati, až pozitivní deska opět zhnědne. Na našem ústavě užíváme akumulátorů od továrny Tudor dodaných. Jsou to články povrchové o kapacitě 23 Ampèrehodin při síle proudu 2·3 Ampère. Normální proud obnáší 4·5 Ampère, maximální 9 Ampère. Positivní deska visí mezi dvěma negativními, jež stojí v úzké nádobě z tvrzené pryže. Čtyři skleněné tyčinky udržují desky stále v patřičné vzdálenosti. Článků mám nyní celkem 15, při čemž tři jsou spolu trvale spojené v jedné dřevěné skřínce. I mohu skupiny tak spojovati, že mohu dostati 6, 12, 18, 24, 30 Volt napětí. Spojím-li všechny vedle sebe, tu mohu odebíratí beze škody 45 Ampère při 6ti Voltech, při 12 Voltech 18 Ampère, při ostatních skupinách 9 Ampère.

Nabíjení děje se ve 3 hodinách proudem 8 Ampère, jenž vychází z derivačního dynama, majícího 65 Volt. Napětí batterie ke konci nabíjení bývá kol 40 Volt, takže zbytek napětí nutno sraziti rheostatem, aby proud dosáhl dovolené výše.

Akumulátory nemající aktivní massu jsou velmi trvanlivé a snesou i značné přetížení beze škody.

Ukázky themat z deskriptivní geometrie,

daných k písemným pracím maturitním na českých reálkách ve škol. roce 1911/12.

(Vybral Jos. Káral.)

1. V šikmém promítání ($\omega = 135^\circ$, $q = \frac{1}{2}$) sestrojte pronik pravidelného osmistěnu o svislé úhlopříčce $EF = 14$, jehož hrana $AB \parallel v$, se sousým hranolem, jehož čtvercová podstava v π jest dána úhlopříčkou $QN \parallel x$; $QN = 6$, $v = 14$. (Žížkov.)

2. K mimoběžkám $a \equiv AB$, $b \equiv CD$, $c \equiv EF$ sestrojte příčku p tak, aby její úsek mezi a a b byl přímkou c rozdělen v poměru 1 : 3. [$A(3, 2, 1\cdot5)$, $B(-3, 6, 1\cdot5)$; $C(4, 5, 5\cdot5)$, $D(-2, 2, 5\cdot5)$; $E(4, 6, 6\cdot5)$, $F(-4, 4, 2\cdot5)$]. (Litovel.)