

Munjovod.

Benjamin Franklin. — Pokus u Marlyu. — Reichmannova smrt. — Romasovi pokusi. — Odkuda munja? — Kakav mora biti munjovod.

Kada čovjek prvi put vidi iskru, koja iz konduktora ili iz lajdenske boce skače, i nehotice će pomisliti na munju, na bljesak, koji žari i tali kovine, probija i pali drvo, te ubija



Sl. 17. Benjamin Franklin.

ljude i životinje. I zbilja bljesak nije drugo nego velika munjevna iskra. Na tu misao došla je većina fizika, koji su se bavili munjinom, ali prvi ju je jasno izrekao i pokusi do-

kazao slavni Amerikanac Benjamin Franklin. (Sl. 17.) Franklin se je rodio u Bostonu god. 1706. od siromašnih roditelja. Ponajprije bio je on naučnikom u nekoj tvornici svieća, onda je postao tiskarom, te je sam otvorio tiskarnu u Filadelfiji. Država Pensilvanija u sjevero-amerikanskih sjedinjenih državah izabra ga zastupnikom, a poslije predsjednikom svoje narodne skupštine. Kao predsjednik mnogo je radio, te si je

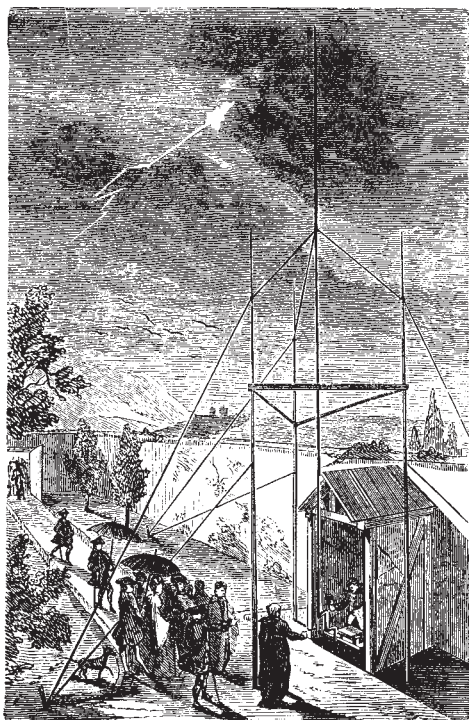


Sl. 18. Gjuro Ljud. Buffon.

stekao velikih zasluga za proglašenje neodvisnosti sjedinjenih američanskih država. Došav u Francuzku, da zatraži pomoći za svoje zemljake, koji su se borili za svoju neodvisnost protiv Englezom, primiše ga silnim slavljem.

Uza svoj politički rad dospio je taj veleum također, da se bavi i znanstvenim iztraživanjem, te je god. 1751. izdao u Londonu knjigu pod naslovom: „Pisma o munjini“, gdje je dokazivao sličnost medj munjevnom iskrom i bljeskom. U toj

knjizi navadja on sljedeće: „Bljesak je sasvim sličan munjevnoj iskri, jer ova posljedna ide isto onako prekinutim pravcem kao i bljesak. Striela najvoli udariti u visoke i šiljaste predmete, isto tako kao što i munjina najlaglje prolazi kroz šiljke. Striela najradje ide kroz dobre vodiće, upravo tako kao i munjina. Striela zapaljuje gorive tvari, tali kovine, trga drvo, ubija



Sl. 19. Pokus u Marlyu na željeznom stupu za vrijeme oluje.

to veliki nesmisao, htjeti željeznim prutom zaustaviti munju. Uzprkos nepovoljnom sudu toga učenoga društva nadje Franklinova umisao u Englezkoj i Francuzkoj mnogo odziva, a osobito u Francuzkoj, gdje si je Franklin stekao kao pristašu glasovitog prirodoslovca Buffon a. (Sl. 18.) Buffon potaknu svoga prijatelja Dali-

životinje, a to sve čini takodjer munjevna iskra.“

Franklin podje još za korak dalje; on izreče misao, koja nam je današnje munjovode stvorila. On reče, kad bi za oluje gdjegod ustobočili velik željezni prut, pa ga željeznom žicom spojili sa zemljom, onda bi možda munjina iz oblaka prelazila u željeznu šibku, pa bi tim zapriječili udaranje gromova u zemlju.

Kraljevsko društvo znanosti u Londonu, komu je Franklin svoje djelo predložio, očitova, da je

barda, da prevede Franklinovo djelo na francuzki jezik, i da se sam pokusom osvjedoči, da li Franklin pravo misli. Dalibard podigne u vrtu svoje kuće u Marlyu blizu Pariza, visoki željezni prut, koji bijaše na gornjem kraju šiljast, a na donjem kraju smolom izoliran od zemlje. 10. maja 1752. silna se oluja nadvi nad Marlyem. Dalibard bijaše slučajno u Parizu, ali je ostavio u Marlyu pozdana čovjeka, nekoga Coiffiera, koga je podučio, što će raditi za slučaj oluje. Ovaj približi prutu malu željeznu šibku sa staklenim držalom, a iz pruta skoče dvie iskre. On pozove odmah susjede, i ovi vidiše u čudu, kako Coiffier neprestano vadi iz željeznog pruta munjevne iskre. (Sl. 19.) Poslije ovoga pokusa, nije bilo više dvojbe o tom, da je Franklinovo mnjenje sasama izpravno, i zato primiše u francuzkoj akademiji znanosti velikim veseljem izvješće, koje im je o tom pokusu podnio Dalibard. 19. maja iste godine izvede sam Buffon u svom dvorcu Moutbard isto takov pokus, i to s istim uspjehom.

Da su ovakovi pokusi jako pogibeljni, pokazao je užasan konac profesora Reichmannja, člana carske akademije znanosti u Petrogradu, koga je kod ovakova pokusa munja ubila. Reichmann je postavio nad svojom kućom željezni prut, koji je prolazio kroz krov i strop u njegovu sobu. (Sl. 20.) Prut bijaše dobro izoliran, tako da je sva munjina, koju je svojim šiljkom iz oblaka povukao, ostala u prutu. 6. augusta 1753. bjesnila je nad Petrogradom silna oluja. Reichmann je sa svojim pomoćnikom Sokolovom mjerio jakost munjine u prutu. Na nesreću se odveć prutu primakne, tako da ga je udarila silna munjevna iskra u čelo, i on bijaše isti čas mrtav.

Benjamin Franklin nezadovolji se ovimi pokusi, on zamisli, kako bi dobio munjinu iz mnogo veće visine, nego se je to moglo postići željeznim prutom, s toga on napravi tako zvanog munjevnog zmaja. (Sl. 21.) Svatko pozna zmaja, kako si ga dječaci prave od papira, te ga za vjetra puštaju u visinu, držeć ga na dugom konopcu. Munjevni zmaj nije se u ničem razlikovao od ovoga, već samo u tom, da je imao na gornjem kraju kovni šiljak, koji je imao upijati zračnu munjinu. Jednoga dana mje-



Sl. 20. Smrt profesora Reichmanna u Petrogradu 6. aug. 1753.

seca junija god. 1752. upravo prije oluje uputi se Franklin sa svojim sinom na njeku livadu blizu Filadelfije, te pusti zmaja



Sl. 21. Franklinov munjevni zmaj.

u zrak. Na kraj konopca, koji je od zmaja visio, priveže željezni ključ, a sam ključ držao je na svilenoj niti. Iz početka

nije ništa opazio. Istom kada je kiša počela škropiti, te se je konopac smočio, pa s toga bolje vodio munjinu, stadoše iskre frecati iz željeznog ključa, kadgod bi mu se bio prstom približio.

Isti pokus učini god. 1753. Romas, fizik u francuzkom gradiću Néracu, još boljim uspjehom, pošto je konopac, na kojem je zmaja držao, obavio bakrenom žicom, koja izvrstno vodi munjinu. On je dobivao iskre, koje su više od jedne stope daleko skakale, a pri tom se je čuo neprestan prasak udarajućih iskara, sličan stropotu u kakovoj kovačnici. (Sl. 22.) Cijeli konopac zmaja bio je okružen svjetlom munjine, koja je iz



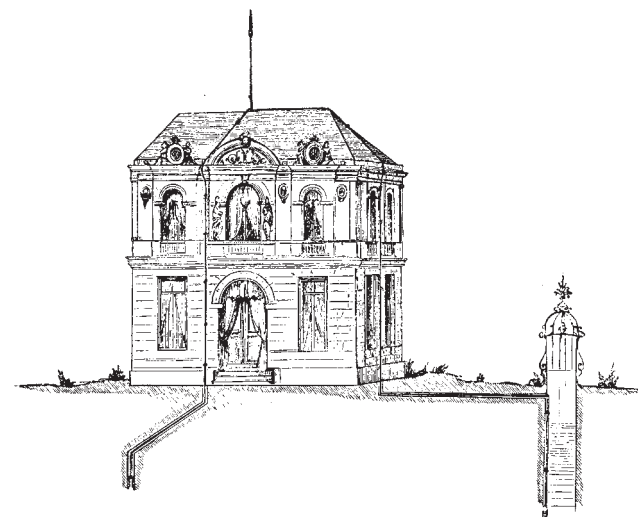
Sl. 22. Romasov pokus sa munjevnim zmajem.

njega sipila. Kada je Romas vidio, da se je toliko munjine skupilo u njegovoj žici, uvidi on, da nije probitačno dalje iz žice iskre vaditi, s toga se odalji. Čim je to učinio, udari silna iskra iz žice u zemlju uz prasak, sasna sličan gromu. Sreća za Romasa, da nije bio blizu, jer inače bi ga možda bila ista sudbina stigla, kao petrogradskoga fizika Reichmanna.

Godine 1757. opetovao je Romas svoje pokuse, te je pri tom vadio iz žice iskre, koje su devet do deset stopa daleko skakale, a svaka iska udarila je praskom kao hitac iz kubure.

Svjetina motreća Romasove pokuse, snébivala se je od užasa, gledajuć, kako se on smjelo igra s munjom i gromovi. Smjela ova igra urodi krasnim plodom, ona dokaza, da munja zbilja nije drugo nego velika munjevna iskra i da slabi i neznatni čovjek može ovu silnu munjevnu iskra prinukati kovnim šiljkom i žicom, da mirno podje u zemlju, a da mu nepali krova nad glavom, jednom riečju: iznadjen bi munjovod.

Prva ovakova sprava napravljena bi god. 1760. po Franklinovu naputku za kuću nekoga trgovca u Filadelfiji. Bila je



Sl. 23. Munjovod, sveden u zdenac.

to željezna šibka, 9 $\frac{1}{2}$ stopa duga, na kraju zašiljena, a postaviše ju okomito nad krov kuće. Od željezne šibke spuštao se je željezni prut sve do zemlje, gdje su ga 4 do 5 stopa duboko zakopali. Malo je vrieme potrajalo i striela udari u taj munjovod, te prodje željeznim putem u zemlju i neučini na kući nikakove štete. (Sl. 23.)

Zanimivo je kako je sviet primio munjovod, koji se je evo već prvi put tako odlikovao. Amerika pozdravi ovaj krasni izum svoga zemljaka Franklina velikim uzhitom, jer uvi-

diše, da je ovaj izum sreća za celo čovječanstvo; u Europi pako naidje on na znatan odpor, koji je više godina trajao. Da vidimo razloge, s kojih se Europa opiraše uporabi munjovoda. U Englezkoj mrziše Franklina, kao jednoga od najoduševljenijih boraca za neodvisnost sjedinjenih sjevero-amerikanskih država proti englezkom gospodstvu. Tu mržnju prenesoše Englezi i na njegov izum. Kada englezki učenjaci već uvide, da nekoristi boriti se proti Franklinovu izumu, tad su gledali, da ga bar ma kako promienu. Oni rekoše, da je opasno, što se munjovod svršava šiljem, nego da ga treba dovršiti krugljom. Naravno, da ovaj izpravak svagdje primiše velikim smjehom, jerbo se je već onda znalo, da upravo kroz šiljak munjina najlaglje prolazi.

Ni u Francuzkoj nije bilo bolje. Abbé Nollet, koga smo već spomenuli kao fizika, koji se je mnogo bavio munjinom, bio je na nesreću takodjer Franklinov protivnik. On se izjavi proti munjovodu, a pošto je u ono doba ciela Francuzka smatrala Nolleta prvim poznavaoem munjine na svijetu, to se nećemo čuditi, da Francuzi nehtjedoše uvesti munjovoda u svoju zemlju, tobože da je to jako opasna sprava. — Istom god. 1782. uvedoše munjovod u južnoj Francuzkoj, a pošto se je pokazalo, kako je ta sprava korisna, razširio se on do skora po cijeloj zemlji. U Englezku prodro je istom god. 1788., i od toga časa razširio se je čitavom Europom tako, da je Franklin mogao sarkastički reći: „Gospodin abbé Nollet tako je dugo živio, da je mogao biti zadnji protivnik munjovoda“.

Pripoviedajuć povjestničkim redom, kako je čovjek uzumio i izveo munjovod, spomenuli smo i munjinu, koja se u zraku nalazi, munjinu, koju mi nazivljemo zračnom munjinom. Mi znamo, da u zraku neima umjetnih sprava, koje bi munjinu stvarale, pa ipak se ona tamo razvija i nakuplja; oblaci ju kao konduktori sakupe, pa odatle onda kao zmija u velikih iskrah skače sad od oblaka do oblaka, sad opet od oblaka na zemlju. Neima, kako rekosmo, u zraku umjetnih munjila, ali ipak se na zemlji i u zraku neprestano događaju promienu, koje

mogu munjinu stvarati. Na zemlji se neprestano voda izparuje; vodene pare se u zraku sgušćuju i tvore oblake, pa tim stezanjem i raztezanjem razvija se znatna množina munjine, a neima dvojbe, da uz to djeluju druge, nam nepoznate sile. Munjina, što se je jedanput u zraku stvorila, sakuplja se u oblacih upravo kao u naših konduktorih. Munjina ta sad je pozitivna sad negativna. Ima oblaka, koji su puni pozitivne munjine, a opet drugih, koji su nabiti negativnom munjinom. Približe li se ovakova dva oblaka jedan drugomu, to će se protivne munjine spojiti, preskočiti će naime iz jednoga u drugi munjevna iskra. Mi kažemo, da je munja udarila iz oblaka u oblak.

Uzmimo drugi slučaj, da se naime oblak pun munjine približi k zemlji. Kazali smo već u članku o munjini, da svako tielo ima u sebi obie munjine, pozitivnu i negativnu, ali da su te munjine tako medj sobom združene, da ih nemožemo opaziti. Kao u svakom drugom tielu, tako i u našoj zemlji nalaze se obie munjine. Približi li se našoj zemlji oblak, koji je na primjer napunjen pozitivnom munjinom, to će pozitivna munjina iz oblaka privlačiti k sebi negativnu munjinu zemlje, ali će ujedno odbijati njenu pozitivnu munjinu. Negativna munjina u zemlji će nastojati, da se što više približi oblaku, s toga će ona zaći na visoke predmete, u vrhove kuća, tornjeva, stabala, te se ovdje sve više nagomilavati. Na oblaku će se u isto vrieme munjina sve više sakupljati na onoj strani, koja je k zemlji okrenuta.

Kada se s jedne strane na zemlji, a s druge strane na oblaku nakupi toliko munjine, da im zrak, koji je medj oblakom i zemljom, već nemože priediti, da se sjedine, onda se one spoje silnom munjevnom iskrom, i mi kažemo, da je na onom mjestu munja udarila u zemlju. (Sl. 24.)

Naidje li munjevna iskra na svom putu na loš vodić, to ga tako ugrije, da se on i zapali, kao što se to često događja, da munja upali slamu, divo i kuću. I dobar vodić ugrije munja, kada krozanj prolazi; tanku željeznu žicu će munja raztaliti, dočim će deblju šibu samo ugrijati.

Udari li munja u stablo, to ona najradje prolazi kroz liko, koje se nalazi izmedj kore i drveta, i to zato, jer je liko u stablu jako vlažno, a vlaga je dobar vodić munjine. Voda se u liku od munjine ugrije i naglo u paru pretvori, tako da ta para najvećom silom kroz koru prodre, pa ju svu razkida i



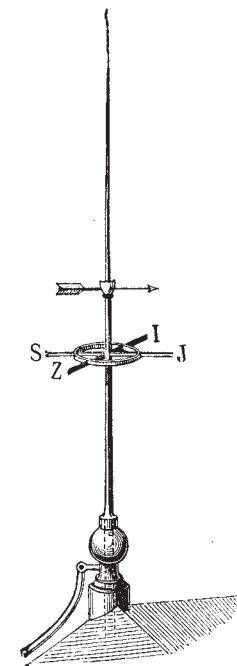
Sl. 24. Munja udara u munjovod.

razdere. Zato obično i vidimo, da je na stablu, u koje je grom udario, kora sva razkidana.

Da vidimo sada, kako djeluje munjovod. U predjašnjem članku govorili smo već o tom, kako munjina osobito lahko prolazi kroz šiljke, pa upravo na tom svojstvu osniva se djelovanje munjovoda. Kroz njegov šiljak će neprestano izticati

munjina i uništavati protivnu munjinu u oblaku. Tako djeluje munjovod mirno i odklanja polagano pogibelj od kuće, koju ima braniti. Riedak je slučaj, da munja zbilja udari u munjovod, a to se događa samo onda, kada ima toliko munjine u zraku, da se ona nemože polagano izravnati s munjinom zemlje, a i to biva obično samo kod munjovoda, koji nisu dobro uređjeni. S toga valja osobito točno paziti, da budu svi dieľovi munjovoda u potpunom redu, jerbo nevaljan munjovod više škodi nego koristi. Kod valjano sastavljenog munjovoda (Sl. 25.) valja paziti na troje. Prvo, treba da bude šiljak dosta oštar, ali ne pretanak, da ga munja lahko neraztali, i tim nepokvari munjovod. Šiljak nesmije biti od kovine, koja na zraku hrdja, jer hrdjava kovina ne vodi dobro munjinu, pa kroz takav šiljak nebi ona mogla lahko izticati. Radi toga prave šiljak munjovodu od platine, jer platina na zraku nikada nepohrdja. Drugo, valja paziti na to, da bude munjovod dobro spojen sa zemljom, tako da munjina iz zemlje može sasvim lahko sa svih strana u munjovod doticati, zato je najbolje, da se munjovod svede do kakove vode, koja je u blizini kuće, najbolje u kakvu riekü ili potok, ili ako toga neima, barem u zdenac ili u vlažno zemljište. (Sl. 26.)

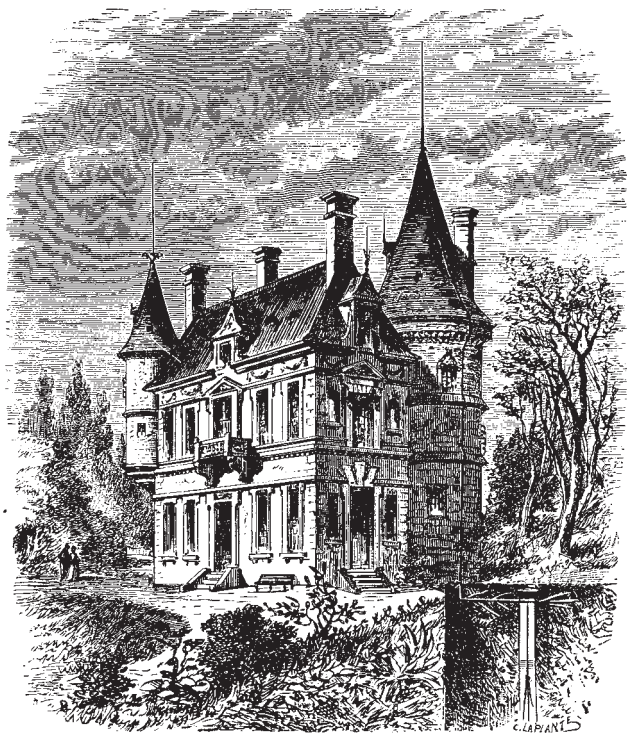
Napokon valja još i na to paziti, da munjovod nebude nigdje prekinut, jerbo onda dakako nebi munjina mogla odticati. Samo munjovod, koji udovoljuje svim ovim uvjetom, sigurnom je obranom naše kuće. Ali i ovakov munjovod treba od vremena do vremena pregledati, da li se nije što na njem po-



Sl. 25. Munjovod.

kvarilo, a nesmiye se to osobito onda propustiti, ako je striela u njega udarila.

Naglasili smo, da djelovanje munjovoda sastoji poglavito u tom, što munjina lahko izlazi kroz šiljke. S tim svojstvom stoji u savezu jedan pojav u prirodi, koji se je već više puta



Sl. 26. Munjovod, sveden u vodu.

prije bure opazio. Vidjeva se kadkada, kako šiljci od zvonika ili od jarbola na brodu pred burom svjetlucaju, kao da iz njih plamenčak skakuće. Zovu to svjetlom sv. Ilije. Pojav taj nam je sada lahko protumačiti. Munjeviti oblaci privlače munjinu iz zemlje, pa ta munjina neprestano prolazi kroz šiljke u zrak,



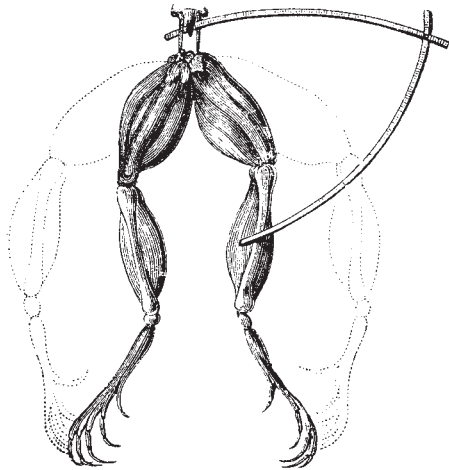
Sl. 27. Svjetlo sv. Ilije.

da se sa munjinom zraka i oblaka spaja, pa tako neprestano svjetluca. (Sl. 27.)

Munjevna struja.

Galvani. — Volta. — Galvanski članak. — Učinci struje, kemički, fizički. — Munjo-magneti, magneto-munjina.

Luigi Galvani, profesor anatomije na sveučilištu u Bologni (rođ. god. 1737., umro 1798.), objesio je o željeznu rešetku na krovu svoje kuće bakrenu žicu, a na žici visila su dva žabja kraka. Vjetar je mahao timi kraci, pa bi se oni svaki



Sl. 28. Pokus Galvanijev sa žabjimi kraci.

čas dodirnuli željezne rešetke. Svaki put, kada se je to dogodilo, počeli bi se kraci silno trzati, (Sl. 28.) kao da su živi. Galvani se je čudio tomu pojavu, te pomisli, da mu je uzrok neka životna munjina, koja da struji životinjskim tielom iz mišica u živce.

Učenjaci one dobe pristaše uz Galvanievo mnienje, pa se nadje samo jedan, komu se nije svidjalo to tumačenje, a to bijaše Aleksandro Volta, profesor na sveučilištu u Paviji, rođjen g. 1745., umro g. 1827. (Sl. 29.) On protumači sasvim drugačije Galvaniev pokus. On je takodjer kazao, da je trzanju žabjih krakova uzrok munjina,

nu da to nije nikakova životna munjina, već da je to munjina, koja je nastala tako, što se s jedne strane dotiče bakar željeza, i što se s druge strane bakar i željezo dotiču tekućine i soka, koji se nalazi u žabjih kracih. Sada nastala ljuto krešvo među pristašama Galvanievimi i Voltainimi. Prvi su tvrdili, da je izvor munjine u životinjskom tielu, dočim drugi



Sl. 29. Aleksandro Volta.

rekoše, da je pri tom životinjsko tielo samo u toliko krivo, što je vlažno, pa se munjina radja samo zato, što se s jedne strane kovine medjusobom dotiču, a što s druge strane dolaze kovine u dodir sa tekućinom.

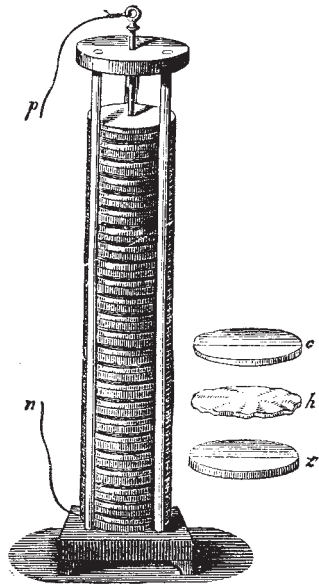
Godine 1799., poslije šest godina borbe, porazi Volta svoje protivnike. On sastavi posebnu spravu, koja se po njem nazva

Voltin stup, koji mu je stvarao munjevnu struju bez pomoći ikakove žabe ili druge životinje. (Sl. 30.) Tim Volta jasno dokaza svojim protivnikom, da je munjina kod Galvanieva pokusa nastala samo uslied dodira raznih kovina i kapljevine.¹

Volta je znamenitu svoju spravu evo ovako sastavio. Na malenu okruglu pločicu od tutije (Sl. 30.) z stavio je vlažnu, isto tako veliku suknenu krpicu *h*; na krpicu je metnuo bakrenu pločicu *c*, na ovu došla je opet tutija, pa onda vlažno sukno, bakar itd., uvijek izmjenice po prilici šestdeset puta. Time je sprava dobila oblik stupa, s toga joj je ime Voltin stup. U ovom stupu se dakle dotiče na jednoj strani bakar tutije, a na drugoj strani se dotiče i bakar i tutija kapljevine, koja se nalazi u suknu. Pri tom dodiru razvija se neprestano munjina; jedan dio munjine se sakuplja na donjem kraju stupa u tutiji, a drugi dio na gornjem kraju u bakru. Oba ova kraja na stupu zovemo mi polovi; ako sada spojimo obadva pola žicom (*n* i *p*) to će neprestano munjina od jednoga pola prelaziti k drugom, te će time nastati munjevna struja.

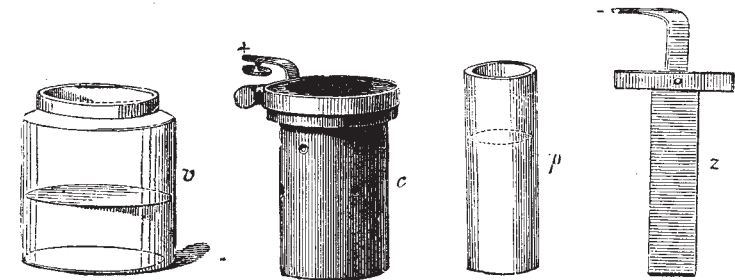
Ovo je prva sprava, što si je čovjek izmislio, koja mu je proizvodjala munjevnu struju. Volta si je tom jednostavnom

¹ Talijanski učenjak Fabroni, koji nije pripadao k Galvanievim ni Voltainim pristašam, pripisivao je munjinu nastalu kod Galvanieva pokusa kemičkom djelovanju med kapljevinom životinjskog tiela i kovinom, ali se ovo njegovo mnjenje izgubi u velikoj borbi spomenutih takmaca. Moramo priznati, da još ni sada nije riješena ova stvar, ali u najnovije doba sve više preotimlje mah misao, koju je Fabroni već onda bio izrekao.



Sl. 30. Voltin stup.

spravom stekao neumrlo ime, jer je munjevna struja neizmjereno važna za napredak čovječanstva. Najljepši izumi novoga vremena osnivaju se na munjevnoj struji. Pomislimo si samo brzjav, električno svjetlo, telefon i mikrofoni, galvanoplastiku itd., sve to ima zahvaliti svoj obstanak munjevnoj struji. Nu koliko i je Voltin stup za ono doba bio neprocjenive važnosti, to on ipak nebi bio mogao zadovoljiti zahtjevom sadanjega vremena. Pomislimo samo onaj posao, dok se sve pločice jedna na drugu naslažu, a mora ih biti mnogo, inače je struja slaba. Kada smo tim poslom gotovi, to ćemo dobiti doduše munjevnu struju, ali ona će trajati samo kratko vrijeme. Onda treba cijelu spravu opet razstaviti, svaku pločicu dobro obrisati, pa onda

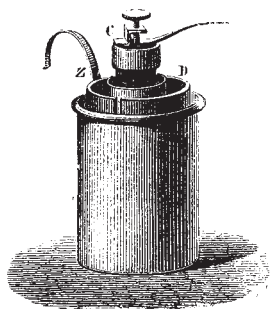


Sl. 31. Sastavni dielovi Bunsenovog galvanskog članka.

opet stup sastaviti. Radi toga Voltin stup više neupotrebljuju za proizvodjanje munjevne struje, on se u fizikalnih kabinetih čuva samo kao historička uspomena.

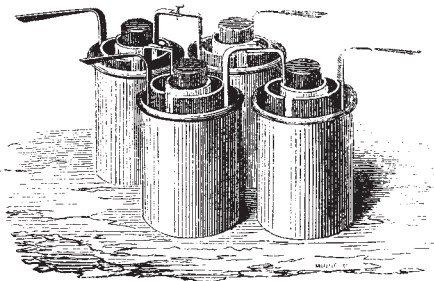
Da dobiju bolju spravu, koja će im dulje i više razvijati munjevnu struju, uzeše kasnije velike čaše, staviše u nje ploče od tutije i bakra, te uliše u nje jako razredjene kiseline, te tim dobiše tako zvane galvanske članke. Više galvanskih članaka spojilo se je pomoću žica u galvansku bateriju. Ovi članci su imali doduše spretan oblik, ali uz to opet istu pogriješku kao Voltin stup, oni nebijahu naime stalni, t. j. munjevna struja bila je samo kratko vrijeme jaka, do skora je sasvim oslabila. Ovomu doskoči Daniell, Grove, Bunsen i mnogi drugi svojim stalnim člancima. Bunsenov gal-

vanski članak sastoji od četiri diela, koja vidimo na našoj slici, jedan do drugoga. (Sl. 31.): *v* je staklena posuda, u kojoj ima dušične kiseline, u ovu posudu stavi se šuplji valjak od ugljena *c*. U šupljinu ugljevnog valjka dodje posuda *p* od šupljikave gline, a u tu posudu se nalije razredjena sumporna kiselina i u nju postavi komad tutije *z*.



Sl. 32. Bunsenov članak.

ih sdružiti u tako zvanu galvansku bateriju. To se lahko postigne tako, da se tutija prvog članka



Sl. 33. Galvanska baterija.

Bunsenovoga članka razvija munjina, kako se tu spajaju i razstavljaju kemički spojevi, dosta budi da spomenemo, da se pri tom neprestano topi tutija u sumpornoj kiselini. Čim se više razvije munjevine struje, tim se više potroši tutije. Obistinjuje se pri tom ona vječna istina, da čovjek nemože ništa stvoriti,

Ovim dobi članak oblik, kako nam to pokazuje sliedeća slika. (Sl. 32.) Na kraju tutije je negativni, a na kraju ugljena je pozitivni pol toga članka. Spojimo li oba pola žicom, to će se u članku početi razvijati munjina, koja će tom žicom neprestano prolaziti od jednoga pola do drugoga, i tim ćemo dobiti neprekidnu munjevnu struju. Jedan samo takav članak daje slabu struju, zato se mora uzeti više članaka, te ih sdružiti u tako zvanu galvansku bateriju. To se lahko postigne tako, da se tutija prvog članka žicom spoji s ugljenom drugoga članka, a tutija drugoga članka opet s ugljenom trećega članka, i tako dalje sve do poslednjega članka. (Sl. 33.)

Predaleko bi zašli u kemiju, kada bi htjeli, da raztumačimo, kako se kod

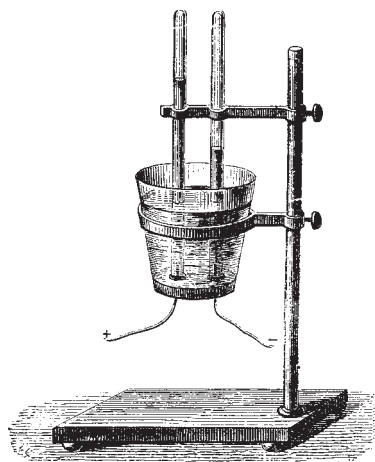
a da nebi pri tom što drugo potrošio, to jest, da nemože nešto iz ništa stvoriti. Stvaranje ove munjevine struje plaća on gubitkom tutije.

Nicholson i Carlisle učiniše 2. svibnja 1800. znamenito otkriće. Oni uzeše staklenu ciev, napuniše ju vodom, te ju sa svake strane zatvoriše čepovi. Kroz jedan i drugi čep uvedoše bakrenu žicu u ciev tako, da su se žice u cievi malo ne doticale. Na vanjskom kraju spojiše oni jednu žicu sa pozitivnim polom, a drugu žicu sa negativnim polom Voltina stupa. Munjina stade sada strujiti kroz žice od jednoga pola k drugomu polu. Ali kako žice u cievi nisu bile spojene, to je morala munjina, dok od jedne žice do druge dodje, komadić puta kroz vodu provaliti. Pa na tom putu kroz vodu učini munjina znamenite promjene. „Čim smo to učinili, pripovjeda Nicholson, odmah se počеше u cievi na jednom kraju žice razvijati mali zračni mjehurići, dočim je drugi kraj bakrene žice u cievi ponajprije izgubio svoj kovni sjaj, dok napokon nije sasvim pocrnio.“

Nicholson i Carlisle znali su si lahko protumačiti ovaj pojav. U to vrijeme se je već znalo, da je voda sastavljena od dva plina, da je ona kemički slučena od vodika i kisika. Vodik se je izlučivao na negativnom polu u obliku mjehurića, a kisik na pozitivnom polu. No i kisik je plin, pa bi se morao i on u vodi pojavljivati u obliku mjehurića, ali toga nezapaziše. No on se je ipak na drugom kraju žice stvarao, samo se je prije izgubio, nego što se je mogao opaziti. Bakar se rado spaja sa kisikom, pa se je zato svaka čestica kisika, čim se je stvorila, odmah i spojila sa bakrom. Bakar je zato i pocrnio. To je Nicholson dobro znao, pa je i zato drugi put uzeo žice od platine. Platina se sa kisikom nespaja. I sada mu se stadoše na jednom kraju žice razvijati mjehurići od vodika, a na drugom kraju mjehurići od kisika. Za ove pokuse imamo danas već mnogo prikladnije sprave. One su danas tako uređene, da se vodik i kisik, što se munjevnom strujom razvija, svaki za sebe u posebnoj posudici nakuplja. Ovako sakupljene

plinove možemo napose iztraživati, pa se osvjedočiti, da ti plinovi nesastoje od obična zraka, nego da su zbilja sastojine vode.

Naša današnja sprava ima oblik čaše. Čaša je napunjena vodom. Odozdol ulaze u čašu dvie žice od platine. (Sl. 34.) Nad svakom žicom visi malena posudica puna vode. Vanjske krajeve platinenih žica valja spojiti s polovi galvanske baterije. Onaj kraj, koji je spojen s tutijom, t. j. negativnim polom baterije, označen je na našoj slici znakom —, dočim je drugi kraj, koji je spojen s pozitivnim polom baterije, dakle sa bakrom, označen je znakom +.



Sl. 34. Razstavljanje vode munjevnom strujom.

kisika i svojstva vodika, pa ih možemo lahko prepoznati.

Vodik je najlaglji od svih plinova; od našega zraka je četrnaest puta laglji. Ako ga zapalimo, onda gori modrim plamenom. Kisik je težji od zraka, sam negori, ali upaljene stvari gore u njem jako dobro. Gorenje i onako nije drugo nego spajanje tvari sa kisikom. Kada ovo znamo, lahko ćemo se osvjedočiti, da li je zbilja u jednoj posudici vodik, a u drugoj kisik. Izvadimo ove dvie posudice, pa stavimo sad u jednu, sad u drugu tinjajuću šibicu. U jednoj posudici zapaliti će se plin,

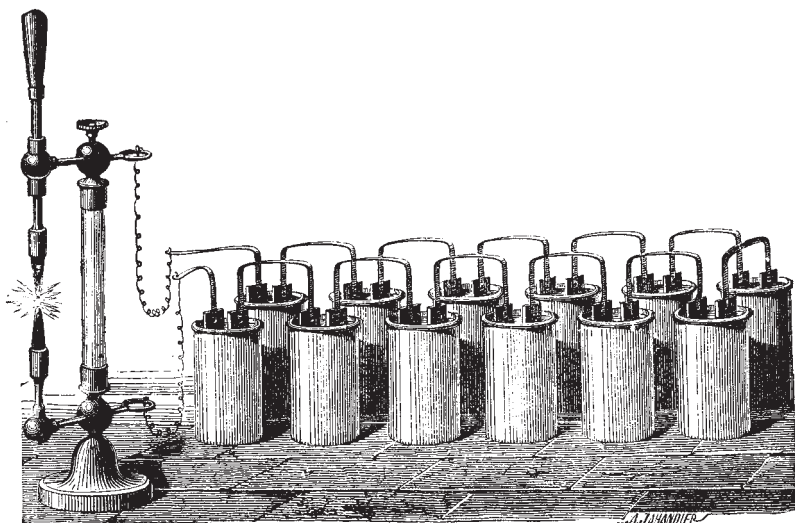
odmah se ona počme raztvoriti u svoje sastavine, pa se počmu dizati mjehurići vodika i kisika. Vodik se stane kupiti u jednoj posudici, a kisik u drugoj. Skoro ćemo opaziti, da se nad negativnim polom dva puta više plina sakuplja nego nad pozitivnim polom. To nam dokazuje, da u vodi ima dva puta toliko vodika, koliko kisika. Da je zbilja u jednoj posudici vodik, a u drugoj kisik, možemo se lahko uvjeriti. Mi dobro poznamo svojstva

pa će izgoriti modrim plamenom. Neima dvojbe, da je to vodik, a uz to vidimo, da toga plina ima dva put toliko, koliko drugoga plina. U drugoj posudici neće se plin zapaliti, ali će se sama šibica zapaliti, pa će svjetlim plamenom brzo izgoriti. I mi znamo sada, da je to kisik.

No mi se možemo još na drugi način osvjedočiti, da su ovi plinovi sastavina vode. Ako oba ova plina pomješamo, to ćemo dobiti smjesu, koja se zove praskavi plin. Ako ovu smjesu zapalimo, to će ona izgoriti uz silan prasak, pa zato se ta smjesa i zove praskavi plin. Rekosmo, praskavi plin će izgoriti; plina više nećemo u posudi naći. Zar je on dakle posve nestao? Ne, jer ništa na svijetu nemože sasvim izčeznuti. Pa kamo je onda plin nestao? Tražimo po posudi. Gle čuda, mjesto plina evo u posudi kaplja vode. Vodik i kisik postadoše od vode, pa se sada opet spojiše i stvoriše vodu. Pri tom je vodik izgorio, to jest on se je spojio sa kisikom i stvorio vodu. Ako velimo, da jedna stvar gori, to neznači ništa drugo, nego da se ta stvar spaja kisikom. Zar to nije čudna misao, kada bi rekao, da bi mogli jednom naše peći ložiti vodom. Pa ipak bi se to moglo jedan put dogoditi. Treba samo vodu raztvoriti u vodik i kisik, pa onda opet paliti vodik sa kisikom, pa eto nam dovoljno topline, da nećemo morati šume sjeći i ugljen kopati. Danas bi dakako bilo takvo loženje preskupo, jer nas munjevna struja za raztvoranje vode mnogo stoji. Kada se jednom pronadje jeftiniji način za raztvorbu vode, biti će toga, o čem danas ni nesanjamo. Samo kad bi ta munjevna struja bila jeftinija, odmah bi stvar drugčije stajala.

Vratimo se opet k našem predmetu, od kojega se za čas odaljismo. Nicholsonove pokuse opetovaše u svih zemljah, u kojih su se gojile prirodne nauke. William Cruickshank pokaza na skoro, da možemo munjevnom strujom razstavljati ne samo vodu, nego i druge kemičke spojeve. Tako možemo n. pr. kovne kisove, u kojih je kovina spojena sa kisikom, raztvoriti munjevnom strujom u njihove sastavine; mi tako možemo dobiti čistu kovinu i čist kisik.

Osobito mnogo se je bavio razstavljanjem kemičkih spojeva znameniti englezki fizik Humphry Davy. On je sabrao rezultate radnja svojih predšastnika kao i vlastite rezultate, te je došao do veoma važnoga zaključka, da se sva sastavljena tjelesa mogu munjevnom strujom razstaviti u njihove sastavine. Kao nagradu za velike Davyve zasluge za znanost darova mu englezki narod najveću galvansku bateriju, što ju ikada svijet vidio. Sastojala je iz 2000 Voltinih članaka. Članci ovi nisu imali oblik,

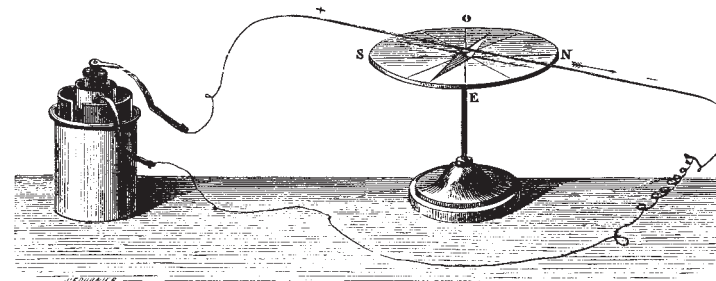


Sl. 34. Električno svjetlo.

kako smo prije opisali, već su bili u četverouglastih posudah od porculana. Svaka posuda bila je razdijeljena u deset dielova, a u svakom pregradku bijaše nalivena razredjena sumporna kiselina, a u kiselini opet bile su svagdje po dvie ploče, jedna od tutije, druga od bakra. Tako je svaka ovakova četverouglasta posuda zastupala 10 Voltinih članaka. Ovakovih posuda bilo je 200, dakle je u istini imao Davy galvansku bateriju od 2000 članaka. Ovom silnom baterijom učini on novo znamenito otkriće. Jedan i drugi pol od ove ogromne baterije spojio

je žicom, a na kraju jedne i druge žice učvrstio je po komad ugljena. Kada je te ugljene jedan drugome približio, z a s j a silna svjetlost, od ugljena do ugljena sizao je sjajan luk, a svjetlo s toga luka bijaše slično suncu. (Sl. 34.) Ovakovo svjetlo nazivamo električno svjetlo, a kako se sada mnogo radi o tom, da se električnim svjetlom razsviete gradovi i kuće, to ćemo o njem pobliže govoriti u članku o razsvjeti.

Koli divne učinke munjevne struje već dosada upoznasmo, pa sada shvaćamo, kolike si je zasluge stekao Volta za čovječanstvo svojim munjevnim stupom. Ali time još nismo ni iz daleka izerpili sve važne pojave, koje proizvadj a munjevna struja, dapače o pojavih, koji su najvažniji za čovječanstvo, nismo još ni govorili. Na njih ćemo se sada tek osvrnuti.



Sl. 35. Upliv munjevne struje na magnetičnu iglu.

Zimi god. 1820. predavao je danski fizik Ivan Kristijan Oersted u Kopenhagenu o munjini. Pokazivao je svojim slušateljem, kako munjevna struja usija platinenu žicu, kroz koju prolazi. Pod ovom žicom bila je slučajno magnetička igla, koja se je na jednom počela njihati amo tamo. Začudjen prekine Oersted munjevnju struju i igla se naskoro umiri, pa se postavi u svoj običan položaj. Čim je Oersted opet napustio struju kroz žicu, odmah se opet igla odmakla iz svoga položaja. Tim bijaše otkrita njeka suvislost medju munjinom i magnetizmom, o kojoj već dulje vremena sanjahu učenjaci, ali je nemogoše pokazati. Oersted ju tek slučajno odkri. (Sl. 35.) Ovo otkriće probudi

toliko oduševljenje, toliko veselje u učevnom svijetu, kako ga još ni jedno nije izazvalo. Jedno vrieme nije nitko mario za druge grane fizike, već svaki se je samo bavio Oerstedovim otkrićem. U znanstvenih spisih one dobe o ničem drugom se ni nerazpravlja, nego o pokusih izvedenih na temelju Oerstedova otkrića, pa nesamo prirodopisci, fizici i liečnici, već i ljudi, koji se prirodnimi nauci nikada bavili nisu, počеше se pravom strašću baviti munjinom i magnetizmom. Oersted posta svojim otkrićem najznamenitijim učenjakom svoje dobe, svatko je samo o njem govorio.

Ovo silno oduševljenje zavladao je, kačo već spomenusmo najviše radi toga, što Oerstedovo otkriće potvrdi ono, što su već učenjaci prije slutili, da postoji naime neki savez izmed munjine i magnetizma. Nitko nije onda ni mislio, da će to otkriće jednom zadobiti i veliku praktičnu vrijednost, kako ju je zbilja zadobilo, dočim se na njem osniva medju ostalim također brzojav.

Opetujući Oerstedove pokuse opazi glasoviti francuzki prirodoslovac Dominik Arago (sl. 36.), da munjevna struja, kada obilazi oko komada mehkoča željeza, od željeza napravi magnet. Ovakov magnet zovemo mi munjomagnetom ili elektromagnetom. Da se napravi ovakov magnet, uzme se obično komad mehkoča željeza u obliku podkove, pa se uzme bakrena žica, koja je sva u svilu umotana, pa se žica onda omota oko podkove. Lahko je pogoditi, zašto mora žica da bude svilom omotana. Svila, kao loš vodić, priče munjevnoj struji da predje iz žice na željezo. Da nije svile, to nebi struja išla kroz cielu žicu svimi uvoji, nego bi prošla najkraćim putem kroz željezo. Ako sada spojimo oba kraja bakrene žice sa polovi galvanske baterije, to će kroz žicu oko podkove prolaziti munjevna struja. Doklegod traje struja, biti će mehko željezo magnetično, jednom riečju, od njega će postati jak magnet. On će sada moći velike i teške komade željeza k sebi privući i držati. Čim prekinemo struju, izgubiti će mehko željezo svoj magnetizam, a obješeni komadi željeza će odmah od njega odpasti. Ovako

jake magnetes lahko nam je napraviti, pa možemo tako daleko dotjerati, da nam oni mogu držati teret od više tisuća centi. Ogromna je to sila, pa nije čudo, da su ljudi odmah na to pomislili, kako bi tu silu za rad upotrebili, da ona teške poslove radi, da im diže i spušta željezne spreme, kojimi bi onda izvadjali razne radnje. Narediše elektromagnetične mo-



Sl. 36. Dominik Arago.

tore, koji ako i nisu dosada bog zna što učinili, to im se ipak nemože poricati liepa budućnost. Ruski fizik Jakobi vozio se je god. 1839. sa šest osoba po Nevi kraj Petrograda na brodu, što ga je tjerao elektromagnetički stroj. Prisutno občinstvo bijaše začarano tim pokusom i svatko se je nadao, da će on biti od znamenitih posljedica. Te nade se nisu doduše još izpunile, tek u najnovije doba počela se je ta ideja uz njeke promjene opet gojiti, kako ćemo to na skoro upoznati.

Kako smo malo prije kazali, pretvara munjina komad željeza, oko kojega struji, u magnet. Munjina stvara dakle magnetizam. Svakako je to vrlo zanimivo. Ali i obratno magnetizam može stvarati munjinu. Uzmimo žicu n. p. od bakra, te joj sastavimo obadva kraja, pa čim se približimo sa magnetom žici, to će odmah žicom proletiti munjeva struja, ali samo na čas. Kada odmaknemo magnet od žice, to će opet po drugi put proletiti žicom munjeva struja i opet samo na čas, pa će nestati, ali će ova struja sada ići kroz žicu upravo u protivnom pravcu od prve struje. Mi velimo, da je magnet uveo ili inducirao munjevu silu, a tu munjinu zovemo magnetomunjinom.

Magnetomunjina postigla je u kratko vrijeme neizmjerne važnost. Spomenuti ćemo samo, da se na njoj temelji najljepši izum zadnjih godina, naime telefon, o kojem ćemo govoriti u posebnom članku. Na njoj se temelje najljepše sprave za proizvodnju munjine, koje rabe osobito onda, kada se želi jaka munjeva struja. Nećemo se upuštati u potanje opisivanje ovih sprava, samo ćemo toliko spomenuti, koliko je potrebno, da se razumije njihovo djelovanje. Pomislimo si nekoliko jakih magnetâ poredanih u okrug, tako da je u sredini dovoljno mjesta za jedan valjak, oko koga se omata veoma duga izolirana (u svilu umotana) bakrena žica. Ovaj valjak je tako pričvršćen, da ga možemo okretati oko njegove osi. Kada se valjak stane brzo okretati, onda se pojedini dielovi one žice, što je oko njega omotana, stanu neizmjerne brzo svakomu magnetu sad približavati sad odaljavati, a pri svakom takvom približavanju i odaljivanju poteče kroz žicu munjeva struja. Kada je ovo okretanje brzo, onda se ove pojedine struje u jednu struju stope, pa kroz žicu neprestano munjina teče. Mi netrebamo dakle za stvaranje munjevne struje raznih baterija, ali trebamo jednu silu, koja će nam valjak brzo okretati.

Veoma jaki magnetoelektrički strojevi rabe se za proizvodnju električkoga svjetla u svjetiljnicah na moru. Da se u tu svrhu uzimlje galvanska baterija, morala bi ona biti veoma

velika, a takova nesamo da je skupa, nego i zahtjeva silnu brigu, da se uvijek u redu uzdrži. Morale bi dapače biti uvijek dvie takove baterije u svjetiljniku, da jednu možemo uvijek čistiti i rediti.

Imamo li magnetoelektrički stroj, to ga treba samo kretati i već nastaje munjina. Dakako velike strojeve nemože kretati sam čovjek, tu treba parostroj. Na mjestih, gdje je kakova tekuća voda, upotrebljuju vodu, da ona pomoću mlinskih kolesa tjera magnetoelektrični stroj; ovo je dakako najjednostavnije i najjeftinije.

Veliku pozornost pobudiše zadnjih godina električne željeznice, koje se takodjer osnivaju na magnetomunjini.

B r z o j a v.

Vatra kao brzojav kod starih naroda. — Chappeov optički brzojav. — Munjevni brzojavi: prvi pokušaji, Morseov brzojav, brzojav s magnetskom iglom, brzojav s kazalom. — Podmorsko brzojavljanje.

Već u staro doba smišljali su razni narodi, kako bi važne vesti brže dojavljivali, nego što im ih može glasnik raznieti. Oni pališe vatre od briega do briega, da tim ugovorenim znakom dojava svoje veselje i svoje pobjede. Tako pripovieda grčki pjesnik Aeshylos, da je glas o padu Troje u Maloj Aziji još iste noći prodro u Grčku, akoprem dieli Malu Aziju od Grčke egejsko more. Od otoka do otoka po moru zapališe te noći kriesove, koji javljahu sve dalje i dalje slavnu pobjedu Grka nad Ilionom. Taj način brzojavljanja uzdržao se je još do nedavno u našoj junačkoj krajini, gdje su vatrom od čardaka do čardaka dojavljivali, da je Turčin provalio u zemlju, pa za čas bio je narod na oružju, da suzbije dušmanina. Drugačije si je perzijski kralj Dario Hystaspe uredio brzojav. On je porazdielio po državi si ljude tako, da je jedan od drugoga na toliko udaljen bio, da je bližnji mogao razumjeti viest, što mu je prvi doviknuo. Ovi glasnici javljahu vesti iz odaljenih pokrajina, vičuć ih jedan drugomu, pa se mora priznati, da su to dosta brzo obavljali, jer su znali za jedan dan javiti viest, koju bi putujući glasnik donesao istom za trideset dana. Lahko je pomisliti, koliko je ljudi trebalo, da se ovim načinom uredi sveza medju odaljenom kojom pokrajinom i glavnim gradom, pa radi toga mogao je ovakov brzojav izvesti samo silni vladar ogromne perzijske države; iza njega nije toga nitko više ni pokušao. Tim više

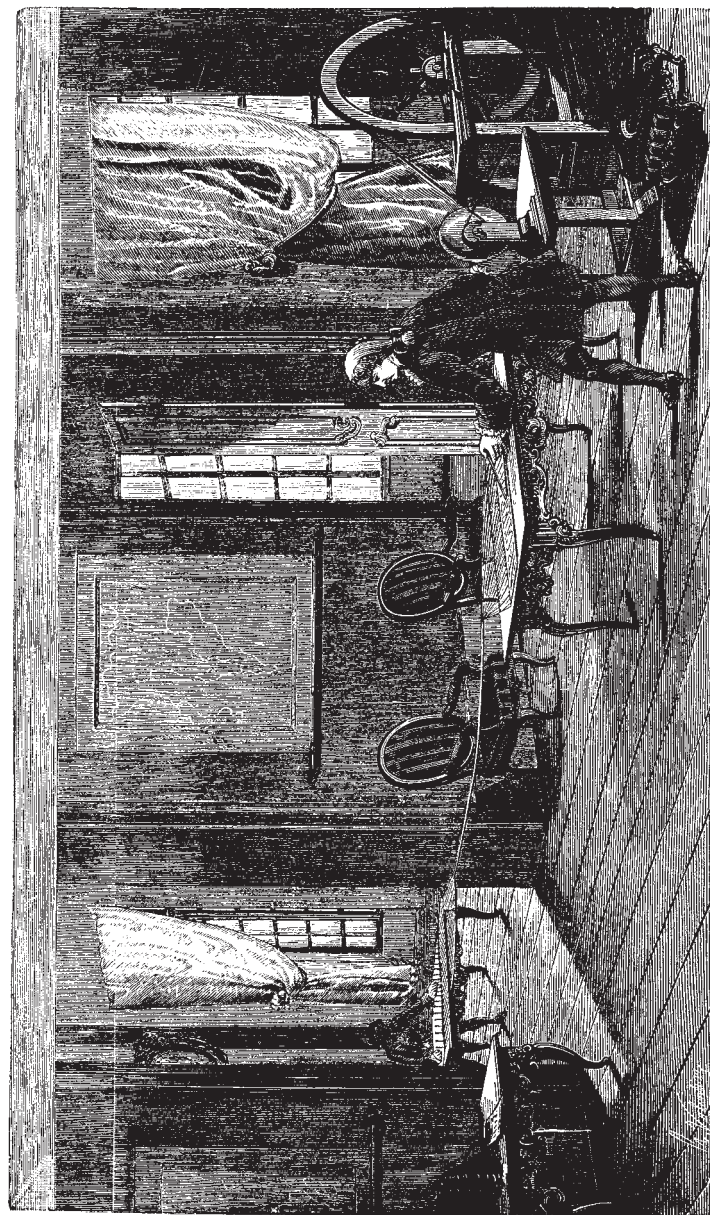
upotrebljivala se je vatra, da se vesti dojavljuju, osobito odkada se ljudi dosjetiše, da uzmu više bakalja, pa da s njimi sastavljaju razne znakove. Ovakvo doglasivanje trajalo je sve dotle, dok neizumi god. 1793. francuzki mjernik Claude Chappe novi brzojav, gdje su sa tri velika pruta sastavljali razne znakove za sva slova alfabeta. Ovaj brzojav bio je uređen na sljedeći način. Na briežuljcih stajale su male zgrade sa dva prozora, kroz koja je bilo viditi susjedne dvie postaje, naprvo i natrag. Nad krovom takove kućice bio je visok stup, a na vrhuncu toga stupa 3—5 metara dugi prut, koji se je mogao kretati. Na svakom kraju ovoga pruta bio je po jedan manji prut, koji se je takodjer mogao kretati, te ovim kretanjem zadobiti razne položaje prama glavnom prutu. Svako međusobno namještenje ovih triju prutova značilo je koje slovo, tako da se je raznim namještanjem ovih prutova moglo dobiti znakove za sva slova. Dolje u sobici na podnožju onoga stupa bila je isto takova, samo mnogo manja sprava, koju je sa gornjom spravom spajao konop na koloturu. Sve što je čovjek na donjoj spravi u sobi napravio, to bi konop preneo na gornju spravu, te bi ona pokazivala iste znakove, tako da se čovjek sam nije morao svaki put na krov penjati. U svakoj takvoj sobi imao je motritelj dva dalekozora; jedan je bio okrenut na prednju, drugi na stražnju postaju. Kroz te dalekozore vidio je motritelj jasno znakove od obližnje postaje, pa ih je onda odmah sljedećoj postaji javio. U Francuzkoj uvedoše ovakove brzojave po cijeloj zemlji. Red ovakovih kućica sastavljao je brzojavnu prugu, a sve pruge sticale su se u Parizu. Dvie postaje bile su međusobno jedno 6—8 sati odaljene, tako da je bilo od jedne do druge uvijek jasno viditi znakove. Vesti su se širile priličnom brzinom; iz Lillea n. pr. došla je viest u Pariz za 2 sata, dočim je vjestnik putujući iz jednoga mjesta u drugo trebao za taj put 60 sati. Za Francuzkom uvedoše i ostale europejske zemlje ove brzojave, tako da se brzo razširiše po čitavoj Europi. Po danu i liepu vremenu obavljali su oni zbilja dobro svoju službu, ali kada je pala magla ili kiša

samo između dva mjesta na brzojavnoj pruzi, odmah je bio i brzojav prekinut. U novinah one dobe mogao se je često čitati samo jedan dio brzojava, a na to je bila nadovezana izprika, da se radi nastale magle nisu daljnji znakovi mogli razabrati. Nu i te zaprieke najednom izčeznuše, kad uvukoše u službu munjevnu struju, da nam ona viesti doglašuje, kad uvedoše modernu munjevnu telegrafiju.

Telegrafija je najkrasnija uporaba munjevne struje, ona je najsavršeniji način brzojavljanja, tako da se sa njezinom brzinom, točnošću i sigurnošću nemože nijedan stariji način ni iz daleka prisposodobiti. Njoj nesmeta ni magla, ni noć, ni more, ni gore; ona opasuje već sada skoro cijeli svijet svojom mrežom, te raznaša brzinom striele viesti na sve strane. Mnogo je stajalo muke, dok se je telegrafija podigla do visine, na kojoj ju sada vidimo, ali čovjek izvede i ovo krasno dielo, oboružav se najjačom silom našega vremena — znanjem.

Čim je znanost otkrila svojstva tajinstvene sile naravi, koju munjinom zovemo, čim je bilo poznato, da se munjina neizmjernom brzinom razprostire iz jednoga mjesta na drugo, umah pomisliše ljudi na to, kako da upotrebe munjinu za brzojavljanje. Našlo se je pismo od 1. februara god. 1753., u kojem nepoznati pisac razvija misao o munjevnom brzojavu, te ujedno opisuje brzojavnu spravu. Te sprave nije nitko sastavio, i tako bi ovo pismo skoro zaboravljeno.

God. 1774. izumi Lesage, profesor matematike u Genevi, spravu sličnu onoj, što je u spomenutom pismu opisana bila. (Sl. 37.) On je za svako slovo alfabeta odveo posebnu žicu iz jedne postaje u drugu. U drugoj postaji svršivala je svaka žica stupčićem. Uz stupčić je visila na svilenoj niti malena krugljica od bazgine srčike. U prvoj postaji bi uzeo Lesage komad pečatna voska, natrv ga krpom, tako da je on postao munjevit, pa bi onda pečatnim voskom dotaknuo ma koju žicu. Munjina bi kroz žicu prošla u drugu postaju, pa bi na kraju žice bazginu krugljicu odbila. Za svako slovo alfabeta bila je



Sl. 37. Lesageov brzojav god. 1774.

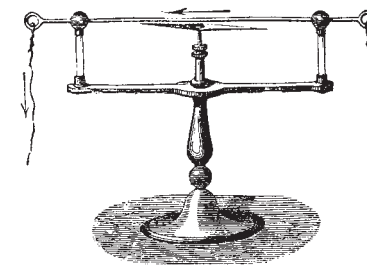
posebna žica, stupčić i krugljica, a na jednom i na drugom kraju žice bilo je napisano slovo, pa kada se je krugljica zanihala, znalo se je, koje je slovo javljeno.

Iz ovoga opisa vidimo, da je Lesageov brzojav bio jako nespretan. Pomislimo samo na to, da je trebalo 24 žice, da se spoji jedna postaja s drugom, pa se nećemo čuditi, što se taj brzojav nije nikada rabio u praktičnom životu, već je dapače ljude odvrćao od toga, da i nadalje misle o munjevnom brzojavu, jer uvidiše, da se munjinom, koja se trenjem razvija, nikako nemože napraviti dobar brzojav. Ideja o munjevnih brzojavih bi poslije ovakovih neuspjelih pokusa skoro sasvim napuštena, te se je Chappeov optički brzojav, koji smo prije opisali, obćenito i dalje rabio.

U to sastavi god. 1799. Volta tako zvani munjevni stup, naime spravu, koja neprestano proizvadjja munjevu struju, koja žicom teče od jednoga kraja (pola) stupa do drugoga. Ovo otkriće prouzročilo je veliki napredak telegrafije, pošto se je pokazalo, da je Voltinim stupom proizvedena munjina mnogo prikladnija za brzojav, nego ona, što se trenjem razvija. Tomu je uzrok taj, što se trenjem na jednom sakupi preveć munjine i ova ode skoro sva žicom, s toga ju treba opet iznova proizvodjati, dočim se Voltinim stupom proizvadjja munjina, koja bez ikakova prestanka struji kroz žicu. Drugi razlog je takodjer taj, što se trenjem razvita munjina odmah gubi iz žice, koja ju vodi u zrak, dočim Voltinim stupom proizvedena munjina toga nečini, već ostane u žici.

God. 1811. napravio je Sömmering brzojav, koji se je osnivao na razstavljanju vode pomoću munjevine struje. I kod ovoga je morala za svako slovo biti posebna žica kao vodilica munjine, te se radi toga a i radi drugih nedostataka nije taj brzojav nikada rabio. Istom poslije godine 1820. učinjeno bje nekoliko važnih izuma, na temelju kojih se je brzojav mogao usavršiti. Te godine opazi danski fizik Oersted, da munjevna struja, kada ide oko magnetičke igle, skrene ovu iz njezinoga običnoga mirnoga položaja. (Sl. 38.) Na ovom svojstvu mu-

njevne struje osnovan bi brzojav, koji ćemo upoznati pod imenom englezkoga brzojava ili brzojava s magnetičkom iglom. Opetovav Oerstedove pokuse, opazi francuzki fizik Arago, da munjevna struja, kada obilazi oko mekanog željeza, pretvara ovo u magnet, te da onda željezo ostane tako dugo magnetom, dokle god struja oko njega kruži; čim struja prestane, nestane i magnetizma u željezu. (Sl. 39.) Ovako nastali magnet, koji zovemo munjomagnetom, jest neizmjerne važan za telegrafiju. Ako takvom magnetu primaknemo komad željeza, to će ga on čas privući, a čas pustiti, prama tomu, da li oko magnetu puštamo ili prekidamo munjevu struju. Ovo dizanje ili spuštanje željeza možemo upotrebiti za davanje znakova, kako se to kod brzojava u istinu i čini.



Sl. 38. Okretanje magnetične igle munjevnom strujom.

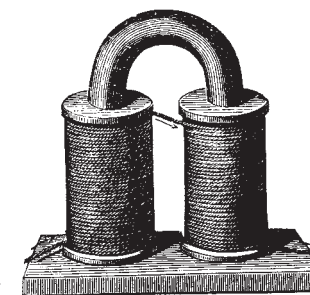
Dan danas upotrebljuju četiri razne brzojavne sprave, a to su:

1. Amerikanski ili Morseov brzojav, koji upotrebljuju skoro po celom svietu.

2. Englezki brzojav sa magnetičkom iglom, kojim se služe u Englezkoj.

3. Brzojav s kazalom, koji se upotrebljuje kod željeznica.

4. Hughesov brzojav, koji sam slova tiska; ovaj upotrebljuju samo na velikih postajah.

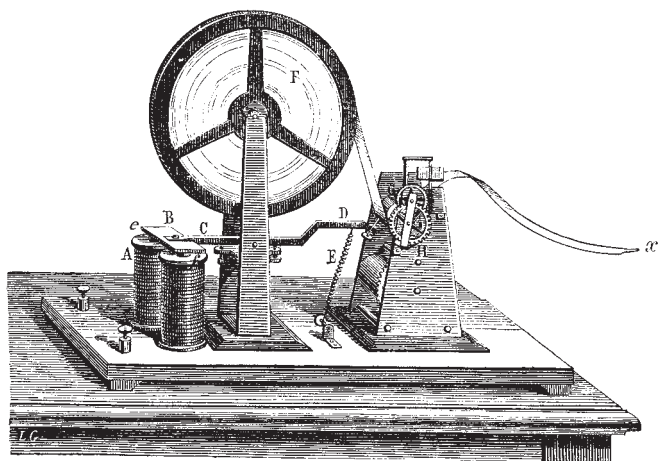


Sl. 39. Munjomagnet.

Vriedno se je poblize upoznati s timi spravami.

Morseov brzojav. Kod ovoga kao i kod svakog drugog brzojava razlikujemo dvie glavne sprave, a to je javilo s munjevnom baterijom, t. j. spravom, koja proizvadjja munjinu,

i primalo. Jedna od ovih sprava smještena je na jednoj, a druga na drugoj postaji, a obie su spojene žicom, koja ima zadaću, da vodi munjevnu struju iz jedne postaje u drugu. Opisati ćemo najprije primalo, t. j. spravu, kojom se prima brzjavka (sl. 40.). Ono sastoji od tri diela: od stroja kao ura, koji odmeta trak papira x od valjka F , te ga uvijek dalje vuče između dva druga valjka G ; zatim od poluge $C D$ koja šiljkom pravi znakove u onom traku papira; napokon od munjomagneta A , koji sad privlači, sad izpusti kotvu B , a tim pušta i diže šiljak na drugom kraju i to prama tomu, da li oko

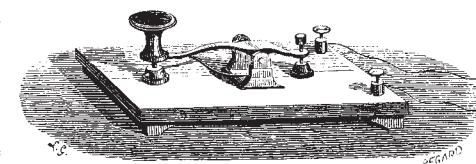


Sl. 40 Primalo na Morseovom brzjavu.

munjomagneta ide munjevna struja ili ne. Moramo još spomenuti elastično pero E , koje uvijek digne kotvu od munjomagneta, kada ju on prestane privlačiti.

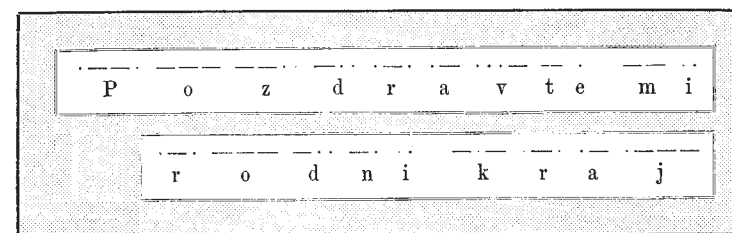
Javilo brzjava služi u drugoj postaji, da se struja pusti kroz žicu u našu postaju i onda opet prekine. Ono sastoji (sl. 41.) od kovne poluge. Na kraju poluge stoji glavica. Ako pritisnemo prstom glavicu, to će se poluga na toj strani sniziti i udariti na stupčić, koji stoji pod polugom. Kada se tako dodirne poluga stupčića, proleći struja munjevna iz poluge u stupčić i

onda kroz žicu u obližnju postaju. Čim izpustimo glavicu, digne se poluga, te odmah prestane munjevna teći. Da sada u kratko opetujemo cijeli postupak kod brzjavljanja. Pritisnemo li javilom, to puštamo munjevnu struju iz munjevne baterije, da ide u drugu postaju. U drugoj postaji prodje munjevna struja žicom oko mekanog željeza, te ga učini magnetom. Magnet sada potegne



Sl. 41. Javilo Morseovog brzjava.

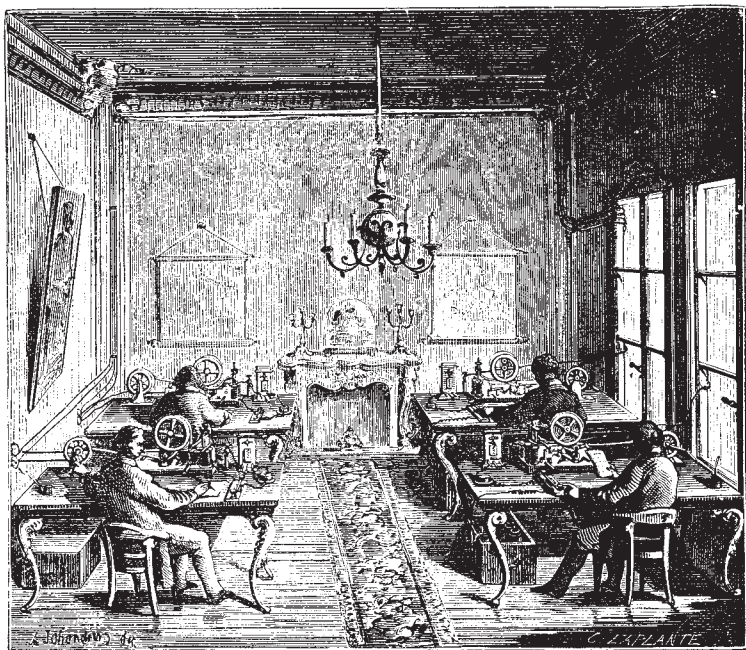
željeznu kotvu, što je nad njim, te tim digne iglu, koja onda napravi znak na traku papira. Ako li struju odmah prekinemo, to će na papiru nastati točka, ali ako pustimo struju dulje vremena polaziti, to će igla napraviti na papiru, koji se neprestano odmeta, cijelu crtu. Pomoću točaka i crta sastavljaju se slova, a od slova opet rieči, tako n. pr. točka i crta ($\cdot -$) znači A , tri crte ($— — —$) O , itd. Da ne bude pometnje, mora se kod brzjavljanja učiniti između dva slova mala a između dvie rieči veća stanika (sl. 42.)



Sl. 42.

Brzjav, koji smo sada opisali, uveo je Morse prvi put između Washingtona i Baltimorea u sjedinjenih državah sjeverne Amerike mjeseca maja god. 1844. Iza toga se je on brzo razširio po celom svijetu, te ga sada rabe sve europske države (sl. 43.) izim Englezke, gdje se upotrebljava brzjav s magnetičkom iglom ili englezki brzjav.

Englezki brzjav. (Sl. 44.) Primalo ovoga brzjava je magnetska igla, oko koje je omotana žica. U sredini tih ovoja može se igla slobodno kretati. Kroz ovu žicu dodje iz bližnje postaje munjevna struja. Na drugom mjestu smo već čuli, da će munjevna struja pomaknuti magnetsku iglu iz njenog položaja, jedan put na lijevo, drugi put na desno, prema tomu, kojim pravcem munjevna struja kroz žicu prolazi. Ova pomi-

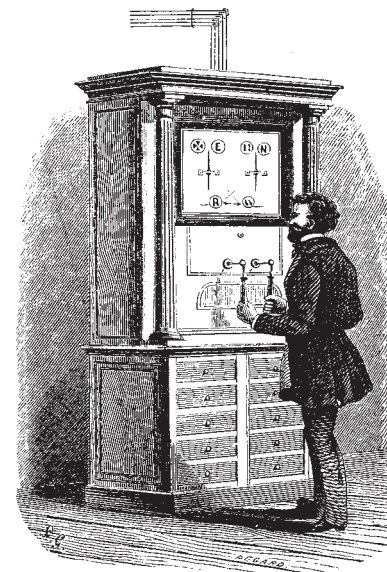


Sl. 43. Brzjavna postaja sa Morseovimi strojevi.

canja slažu se u slova, pa se onda njimi viesti doglašuju. Skrene li n. pr. igla jedan put na desno, to znači slovo *M*, dva puta na lijevo je slovo *A*, tri puta na lijevo *B*, itd. Da se jednostavnije sastave znakovi, uzmu se obično dvie magnetske igle, čemu dakako treba dvie žice za spajanje dviju postaja.

Naša slika nam prikazuje ovu brzjavnu spravu. Mi vidimo na spravi dvie magnetske igle, a uz nje napisane zna-

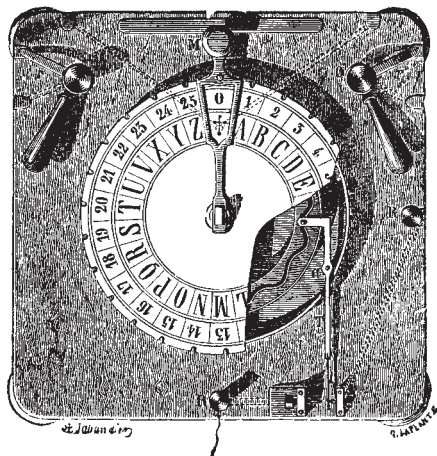
kove za slova. Sa držali, što ih vidimo na donjem kraju sprave, pušta se i prekida struja; kako držala ovdje na slici stoje, to je struja prekinuta, okrenemo li jedno na lijevo, to će struja preći najprije oko naše igle, onda oko igle u susjednoj postaji, te će se obie igle također okrenuti na lijevo. Okrenemo li pako držalo na desno, to će se promieniti smjer struje, te će se igle okrenuti na desno. Iz ovog opisa vidimo, da je englezki brzjav



Sl. 44. Englezki brzjav.

jednostavniji od Morseovog, ali ovaj je zato bolji, što bilježi brzjavku, dočim englezki toga nepravi. Kod njega točnost brzjavke sasama ovisi o vještini brzjavnog činovnika, koji mora pažljivo motriti iglu, kako se amo tamo giblje, te na temelju toga pisati brzjavku. Zato se u Englezkoj već od djetinstva priučavaju tomu poslu, te mnogi steče vremenom takovu vještinu, da javlja i čita brzjavke brzinom, kojoj se čovjek mora diviti. Ovaj brzjav u tom obliku, kako se sada rabi u Englezkoj,

smislio je Wheatstone. Od njega potiče još i brzovjav s kazalom. Ovaj brzovjav je radi toga tako prozvan, što kod njega kazalo pokazuje slova, koja su napisana na okrugloj ploči, upravo kao brojevi kod ure. Javilo ima jednaku ploču sa slovi, pa do kojega slova na javilu pomaknemo kazalo, do istoga dodje ono i na primalu. Javilo i primalo (sl. 45. i 46.) je spojeno žicom, kroz koju ide munjevna struja. Poblizje opisati, kako to biva, da se kazalo primala uvijek pomakne do dotičnoga slova, vodilo bi nas predaleko; dosta je spomenuti, da glavnu ulogu

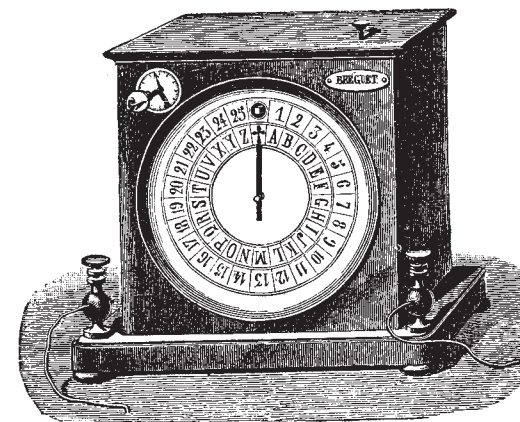


Sl. 45. Javilo na brzovjavu sa kazalom.

kod toga imaju munjomagneti. Već smo prije kazali, da ovi brzovjavi rabe ponajviše kod željeznica, te nam naša slika 47. pokazuje takov željeznički brzovjavni ured.

Hughesov brzovjav, koji slova tiska, jest najsavršeniji od svih brzovjava, jerko najbrže radi i tiska slova, tako da ih svatko može čitati. Brzovjavom sa kazalom možemo za jednu minutu javiti 40—50 rieči, Morseovim 80—100, Hughesovim pako dva puta toliko koliko Morseovim. Tiskarska slova su pričvrščena na obodu jednoga kotača te sprave, koji se bez prestanka brzo kreće. Kotva nad munjomagnetom isto se tako

diže i spušta kao kod Morseove sprave, ali ovdje se ona mora samo jedan put dignuti, da otisne jedno slovo, dočim se kod Morseova stroja mora više puta dignuti, jer su slova sastavljena od više znakova, što ih igla mora napraviti, zato i radi ovaj brzovjav mnogo brže od Morseova. Uz spomenuti kotač kreće se drugi omotan jastučićem, u kojem je boja za mazanje slova. Pod ovim je kolo s trakom papira. Svaki put, kada magnet privuče kotvu, digne se ovo kolo tako, da pritisne papir o kotač sa slovi. Sprava je tako uredjena, da se upravo ono



Sl. 46. Primalo na brzovjavu sa kazalom.

slovo postavi nad papir, koje je javljeno. Javilo ima kao glasovir tipke, i to za svako slovo po jednu. Brzovjavitelj igra po tom glasoviru. Kada pritisne koju tipku, pusti munjevnju struju iz munjevne baterije, koja se uz javilo nalazi, a na našoj postaji se otisne dotično slovo.

Upoznav ovako, kako je napravljeno javilo i primalo kod raznih brzovjava, moramo se još obazreti na dvoje, što je kod svakoga od tih brzovjava nužno, a to je sprava za proizvodjanje munjevne struje i onda žica, koja vodi munjinu iz

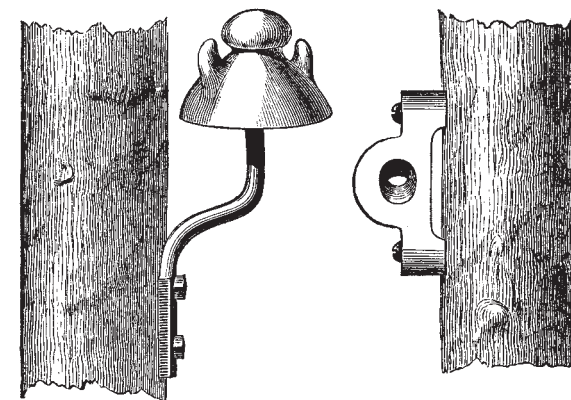
jednoga mjesta na drugo. Munjina se proizvadjja spravami, koje su dovoljno opisane u članku o munjevnoj struji. Te sprave jesu: munjevna baterija i sprava za indukciju. O njima nije potrebno više na ovom mjestu govoriti, već ćemo se odmah svratiti k tomu, kako se munjina iz jedne postaje vodi u drugu. Mi znamo, da u munjevnoj bateriji s jednoga pola munjina



Sl. 47. Brzovjavni ured na željezničkoj postaji.

neprestano teče k drugomu polu, tako da nastane ono, što zovemo munjevnom strujom. Po tom bi mislili, da moraju izmedju dvie brzovjavne postaje biti razapete dvie žice, jedna kojom munjina iz munjevne baterije jedne postaje dolazi u primalo druge postaje, a druga žica, kojom se munjina opet vraća k bateriji prve postaje i to k drugom njenom polu. Iz početka spajahu zbilja dvie brzovjavne postaje dviema žicama.

Njemački fizik Steinheil premišljavaše, kako bi se barem kod željezničkih brzozava mogla prištediti druga žica, tim da se munjina željezničkim tračnicama (šinami) dovede natrag. Praveć pokuse o tom opazi Steinheil, da ni to nije potrebno, već da se može munjina zemljom natrag voditi. Ovo opazi Steinheil god. 1838. i od onda se spajaju dvie brzovjavne postaje uvijek samo jednom žicom, samo treba svaki kraj žice privezati na veliku kovnu ploču i ove ploče zakopati u zemlju. Ovo Steinheilovo otkriće jako unapredi brzozav i mnogo doprinese k tomu, da se je on tako brzo celim svijetom razširio.

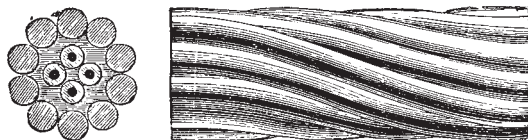


Sl. 48. i 49. Zvona od porculana za izoliranje brzovjavne žice.

Uz ceste i željeznice vidimo red stupova, a preko njih se pružila brzovjavna žica. Žica nije jednostavno na stupu pričvršćena. Kada se drvo kišom namoči, onda ono vodi dobro munjinu, pa munjina nebi onda po našoj želji otišla u bližnju postaju, već bi prvim stupom umakla u zemlju. (Sl. 48. i 49.) Da se ovo zaprieči, služe ona zvona od porculana, što ih vidimo na tih stupovih. Svaka žica je omotana oko zvonca, te se ni nedodirne samoga stupa. Porculan ne vodi munjinu, ona dakle nemože kroz njega pa u zemlju, već hrli tamo, gdje joj je čovjek pripravio posla, naime u primalo brzovjavne postaje,

ovdje ona obilazi oko mekanoga željeza, te ga učini magnetom, a sada istom pusti ju čovjek u zemlju.

Podmorski brzojav. Sjajan uspjeh telegrafije na kopnu probudio je želju, da se brzojavom spoje također zemlje razlučene morem. U tu svrhu valjalo je žicu položiti na dnu mora, te ju cielu obaviti njekom tvarju, koja ne vodi munjinu, jer bi inače munjina iz žice odmah otišla u vodu. Pokušalo se je u početku kaučukom, ali bez uspjeha, jer ako kaučuk i ne vodi munjine, to se on ipak naskoro u vodi tako promieni, da munjinu nesustavlja. U to bi baš u zgodni čas otkrila gutaperka, koja se dobiva od mliečnoga soka nekoga stabla, koje raste u istočnoj Indiji. Ona je jako slična kaučuku, samo ima to izvrstno svojstvo, da se u vodi ni najmanje nepromieni. Ugrije li se gutaperka, to postane sasvim mekana, tako da je

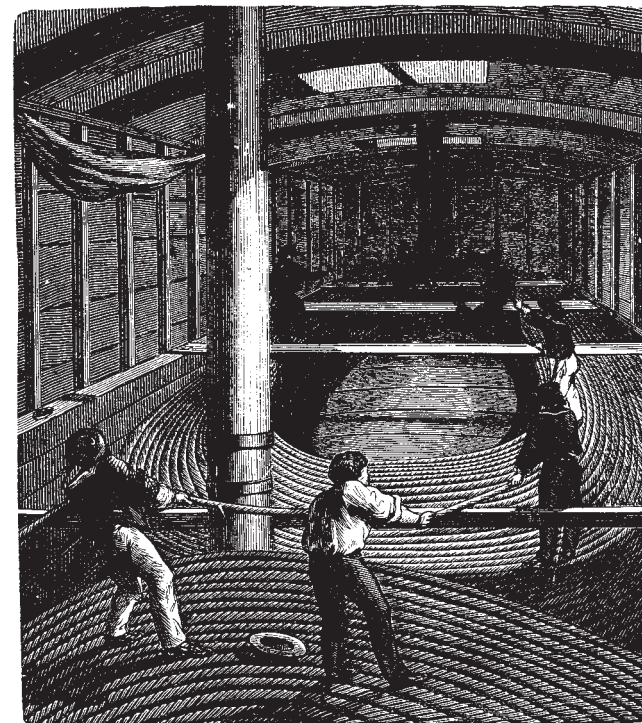


Sl. 50 i 51. Prorez i komad kabela između Dovera i Calaisa.

lahko njom obaviti žicu, a kad ohladi, onda opet otvrdne. God. 1851. spuštена bi morskim kanalom između grada Dovera u Englezkoj i Calaisa u Francuzkoj bakrena žica obavita sasvim gutaperkom, te su s njom brzojavili, nu naskoro se ta žica na oštrih hridinah francuzke obale prekinula. Ovaj pokus osvjedoči ljude, da je sve dobro izvedeno bilo, jer su iz početka viesti žicom išle, samo je trebalo u buduće žicu bolje obćuvati. S toga ju sastaviše na sljedeći način. Četiri bakrene žice obaviše najprije gutaperkom, pa ih onda omotaše osmoljenom konopljom, a cielo napokon obaviše debelom željeznom žicom. (Sl. 50. i 51.) Ovako priredjena žica odgovara svim zahtjevom podmorskoga brzojava, te se zove kabel. Ovakovim kabelom bje još iste godine 1851. opetovan prvi pokus, te bje sretno spojena Francuzka s Englezkom. Ovaj uspjeh osokoli

ljude na dalnji posao i malo iza toga položeno je više kabela kroz rieke, jezera i mora; tako bje spojena Englezka s Irskom, Belgijom i Holandijom, Italija s Korsikom itd.

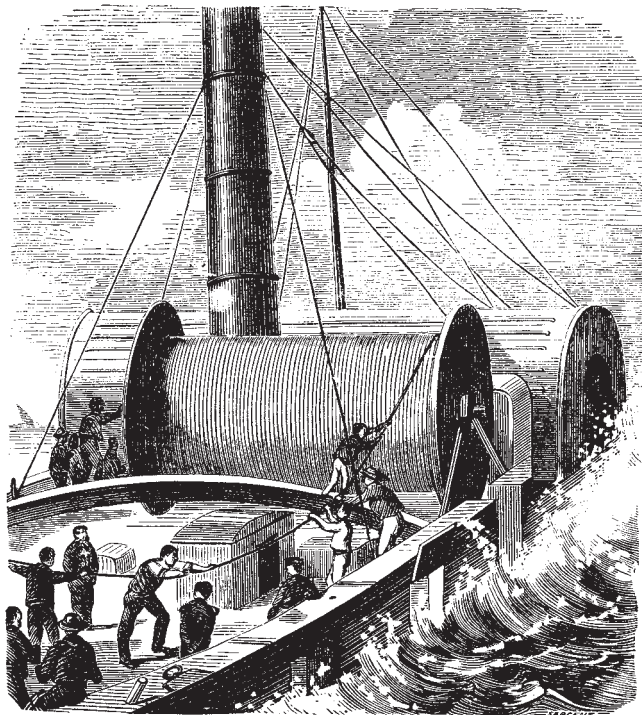
Naskoro dozori također smiela misao spojiti Europu s Amerikom izpod atlantskog oceana. God. 1858. uputi se englezki



Sl. 52. Polaganje kabela između Dovera i Calaisa. — Odmatanje kabela u nutarnjosti broda.

brod „Agamemnon“ i američanski „Niagara“, da obave taj silni posao. Svaki je sobom nosio polovicu kabela, pošto nije bilo moguće 500 milja dugi kabel smjestiti na jednom brodu. U sredini puta sastadoše se oba broda, te spojiše oba kraja od kabela i onda udariše svaki protivnim smierom, jedan ravno

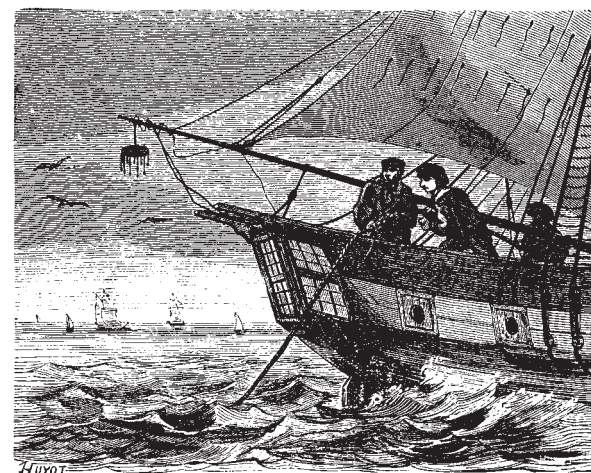
prama luci Valenciji u Irskoj, a drugi prema Novoj Foundlandiji u Americi i svaki prisprije bez većih neprilika svomu cilju, položiv sretno svoju polovicu kabela na morsko dno. Prva viest, koja preleti iz Europe u Ameriku, bijaše čestitka englezke kraljice Viktorije upravljena na predsjednika sjedinje-



Sl. 53. Polaganje kabela izmed Dovera i Calaisa. — Namatanje kabela na valjke na palubi broda.

nih sjevero-amerikanskih država Buchanana. Veselje uslied ovoga sjajnoga uspjeha bijaše veliko, ali žalibože nepotraja dugo, jerbo brzog za nekoliko dana prestade raditi s nekog nepoznatog uzroka. Nedopreše više znakovi iz jednoga kraja svijeta u drugi, i tako bijaše uzaludan sav uloženi silni posao i potrošenih dvanaest milijuna forinti.

Ovo je bio silan udarac. Prvo vrijeme izgubiše ljudi sasvim volju, da nadalje nastoje o atlantskom kabelu, te mjesto da iztražuju uzrok toj nepogodi, počеше snovati, kako da Ameriku spoje s Europom na neki drugi način. Tako namjeravahu povesti brzog žicu iz Europe ruskom Azijom do Behringova tiesna, a od ovuda istom položiti kabel do Amerike. Nu praktičnim i mudrim Englezom nije se svidjela ova namisao, prvo zato, što je ta brzog linija mnogo duža od upravne, koja bi išla atlantskim oceanom, a drugo, što bi tim središte sviet-



Sl. 54. Polaganje kabela izmed Dovera i Calaisa. — Spuštanje kabela u more.

skoga brzog prometa palo izvan Englezke. S toga oni uprieše sve sile, da omoguće atlantski kabel; stadoše iztraživati uzrok prvoga neuspjeha, te uvidiše, da su poduzetnici dosta lahkoumno radili, da nisu dosta pazili, da bude kabel solidno radjen, niti su ga dosta čuvali, dok je bio na kopnu, već su ga prepuštali uplivu sunčane žege i zraka, koji i gutaperku napokon tako pokvare, da više neprieči prolaz munjine.

Glavna pako mana bijaše, da nisu imali shodna stroja za puštanje kabela u more. Ovo puštanje nije tako jednostavno,

kako bi čovjek mislio, jerbo treba osobito na to paziti, da kabel pada s broda istom brzinom, kojom brod plovi. Ako kabel pada na veliku dubinu, to je komad, koji visi između kabla i dna jako dug, dakle i jako težak, te će kabel silnom brzinom padati, ako brod neide isto tako brzo, te se tad neće kabel na dno leći u jednom pravcu, već svakojako krivudasto. U tom slučaju treba kabel posebnim strojem zadržavati, tako da polaganije pada. Odveć polagano nesmiye, jer će se kabel inače napeti, pa se može dogoditi, da se pretrgne. Da se to sve zaprieči, iznadjen bje poseban stroj, kojim se kabel može po volji zadržati ili popustiti i koji uvijek pokazuje brzinu, kojom kabel pada. Pošto još točno iztražiše morsko dno između Irske i Nove Foundlandije, napraviše Englezi novi kabel, koji je posebno povjerenstvo iztražilo glede njegove vrstnoće, te ga nakraše na najveći parobrod ovoga svijeta: „Great Eastern“. Praćen vrućimi željama i velikimi nadami uputi se god. 1865. ovaj orijaški brod iz Irske put Amerike. Već je bio sretno prevalio 200 njemačkih milja, kada iznenada puče kabel i padne u dubinu morsku. Silna uzrujanost zavlada na brodu; jasno je sjalo sunce po mirnoj pučini, kojoj nisi nigdje kraja vidio i nikakov znak neodavaše mjesta, gdje tolike nade padoše u grob. Kušalo se je doduše povući kabel iz mora, ali bez uspjeha, i tužna srdca vrati se ekspedicija kući. Ali još neklonuše ljudi duhom. Godinu dana kasnije, t. j. god. julija 1866. zabrodi iznova „Great Eastern“ iz Valencije u Irskoj put novoga svijeta, i za četrnaest dana dodje s drugim krajem kabla sretno u Novu Foundlandiju u Americi. (Sl. 55—57.)

Žudjeni cilj bio je postignut, novi svijet spojen sa starim brzojavnom žicom. Viest, koja je prije trebala najmanje dvanaest dana da parobrodom dodje iz jedne strane svijeta u drugi, treba sada samo nekoliko časova.

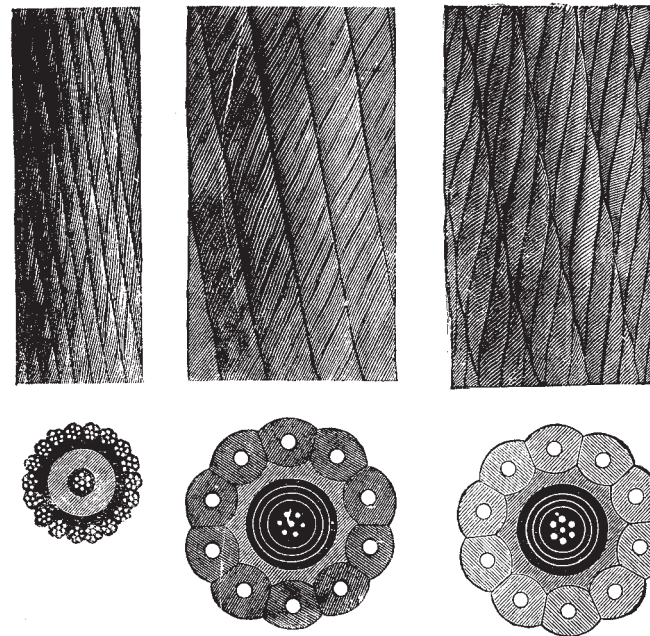
Kada munjevna struja provaljuje silni put preko cieloga atlantskoga oceana, znatno oslabi, tako da treba osobito ćutljive sprave, da ju opazimo. Stupimo li u ured našeg običnog brzojava, to čujemo primalo kako radi, tako da vješto uho

može samim sluhom razumjeti brzojavku, koja dolazi. U obće je na takovoj postaji veoma živahno, sa sviju strana dolaze i na sve strane odlaze viesti. Sasma drugčije je na postaji atlantskoga brzojava. Jedna je ovdje samo viest, koju slušamo, a ova dolazi iz takove daljine, da moramo svom pozornošću paziti, da nam neizmakne. U sredini velike tamne sobe sjedi

God. 1858.

God. 1865.

God. 1869.



Sl. 55- 57. Podmorski kabel između Irske i Nove Foundlandije.
(Narisan u naravnoj veličini po dužini i u presezi)

u takovoj postaji čovjek i pomno motri dalekozorom magnetsku iglu, što visi na niti sa stropa sobe. Sve je oprezno priredjeno, da ništa nemože smetati gibanju te igle, pomno se pazi, da zračak nebi dopuhnuo do te igle, te njome potresao, jerbo svako i najmanje trzanje igle znak je iz druge strane svijeta, a ovaj znak nesmiye se ničim laskoumno pomrsiti.

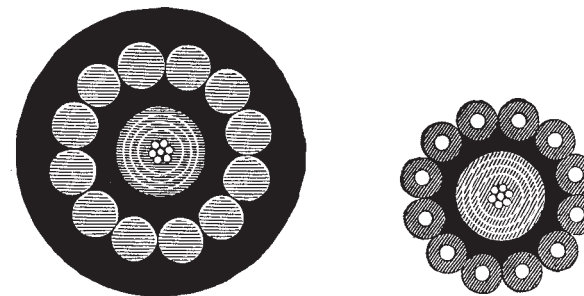
Oko igle su ovoji žice slično kao kod englezkoga brzojava. Kada struja timi ovoji ide, giblje se igla neznatno amo tamo, a iz ovih gibanja sastavljeni su znakovi za slova alfabetu. Iгла se tako neznatno niše, da bi to jedva opazili, da jednostavno motrimo iglu, s toga je na njoj maleno zrcalce, u kom se zrcali nekoliko metara odaljena sjajno razsvietljena skala. Ovu skalu motrimo u zrcalu pomoću dalekozora. Kada se igla najsitnije zaniše i zrcalce na njoj tim samo malo gane, već vidimo dalekozorom, kako se spomenuta skala jako pomakne, i samo tako nam je moguće opaziti najmanji trzaj igle.

Zanimivo je, kako se kod atlantskoga brzojava opaža razlika dobe dana u jednoj i drugoj strani svijeta. Pošalje li n. pr. njetko u deset sati u jutro iz Pariza brzojavku u New-Orleans, to će ona tamo dospjeti u 4 sata u jutro, dakle šest sati prije nego je poslana. Ovomu pojavu je uzrok, što dalje na zapadu sunce sve kasnije izlazi, a munjina mnogo brže dodje tamo nego sunce.

Da vidimo, kako se je svietski brzojav dalje razvijao poslije opisanoga sjajnoga djela, kada spojiše žicom Europu i Ameriku. Smjeli poduzetnici atlantskoga kabela neimahu mira misleći na onaj kabel, što god. 1865. pade u dubinu morskú, s toga se upute da ga potraže. Možemo si pomisliti, kakova je to zadaća na otvorenoj pučini morskoj naći mjesto, gdje u dubini od jedno tri do četiri tisuće metara leži kabel. Pomoću točnih astronomičkih mjerenja nadjoše kabel, te ga izvukoše i spojiše njegov kraj s krajem novoga kabela. Učiniv to uputi se „Great-Eastern“ spuštajući novi kabel, natrag u Ameriku, te ustroji tako dvostruku brzojavnu svezu Amerike s Europom. Ali ni to još nebijaše Englezom dosta; da bolje osjeguraju brzojavno obćenje s Amerikom, položiše god. 1869. treći kabel, god. 1874. i 1876. opet po dva. Ni Francuzi nehtjedoše zaostati, oni položiše god. 1868. kabel od grada Bresta u Francuzkoj do otoka Saint-Pierre u Americi (Sl. 58., 59. i 60.), a god. 1869. od grada Havrea do New-Yorka.

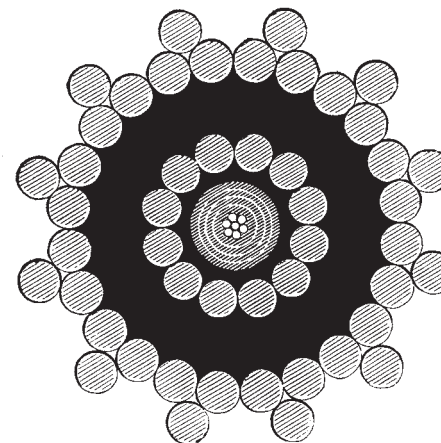
Izim ovih kabela, koji idu atlantskim oceanom, položeni su kabeli takodjer po drugih morih; tako spajaju Europu sa

Afrikom tri kabela iduća kroz sredoziemno more, a ima kabela u crnom moru itd.



Sl. 58. i 59. Prorez kabela između Bresta i St. Pierrea.
(Debljina njegova u srednjih dublinah.) (Debljina njegova u najvedoj morskoj dubljini.)

Spajanjem podmorskih brzojavnih žica sa kopnenimi nastaju svietske brzojavne pruge, koje neposredno spajaju



Sl. 60. Prorez kabela između Bresta i St. Pierrea.
(Debljina njegova pri obali, naravna veličina.)

više strana svijeta. Najduža od ovih pruga prolazi smierom od zapada prema iztoku celom širinom triju najvažnijih strana

svieta, širinom Amerike, Europe i Azije. Ova pruga počima u San Francisku, na zapadnoj obali Amerike, te završuje u Nikolajevsku, gradu na istočnoj obali azijske Ruske; glavne su joj postaje: New-York, Valencija, London, Berlin, Petrograd, Kazan i Kiahta. Po tom se ova pruga raspada u četiri diela: prvi je američka kopnena pruga, spajajuća zapadnu i istočnu obalu Amerike, onda slijedi atlantski kabel iz St. Pierrea u Novoj Foundlandiji do Valencije u Irskoj, zatim pruga iduća kroz Englezku, sjeverno more, Dansku, istočno more do Rige, a napokon rusko-sibirski pruga preko Petrograda, Moskve, Nižnjeg-Novgoroda, Kazana, Perma, Katharinenburga, Omska, Tomska, Krasnojarska, Irkutska, Kiahte, Nerčinska, Blagovješčenska do Nikolajevska. Ovdje manjka samo kabel, koji bi išao tihim oceanom do San Franciska, pa bi ta pruga okružila cijeli svijet neprekidnom brzojavnom žicom. Amerikanac Cyrus Field, koji je zasnovao atlantski brzojav, predložio je također, da se položi kabel iz Nikolajevska preko sandvičkih otoka do San Franciska, i kako je ljudstvo devetnaestoga vjeka poduzetno, neima dvojbe, da će se ova Fieldova misao skoro oživotvoriti.

Druga svjetska brzojavna pruga ide od Londona prema jugo-iztoku Europe, od ovuda u južnu Aziju i Australiju. Ova pruga ide iz Englezke u Njemačku (Hannover, Berlin), Austro-Ugarsku (Beč, Budimpešta), balkanski poluotok (Ruščuk, Carigrad), onda ide kroz Malu Aziju, te dodje preko Bagdada i Basre u Abušir. Od ovuda ide najprije obalom persijskoga zaljeva, pa dospije do Bombaja u prednjoj Indiji, predje taj poluotok do grada Madrasa, ovdje uroni u bengalski zaljev, te dodje u Singapore u zadnjoj Indiji. Dalje ide indijskim oceanom preko Batavije, grada na otoku Javi, do sjeverne obale Australije u Port Darwin, te dalje predje čitavu Australiju od sjevera do juga do Port Augusta. U Singapuru sastane se ova pruga s drugom, koja dolazi iz grada Jedo u Japanu, te ide morem uz kinezku obalu, dirajući gradove Nagasaki, Schanghai i Hongkong. U Abuširu gradu, na perzijskom zaljevu, pridružila joj se je druga pruga dolazeća iz Berlina preko Varšave, Odese, crnoga

mora, te Perzije (Tifis, Teheran, Ispahan). Napokon joj se u Bombaju pridružuje treća pruga, dolazeća iz Londona preko Gibraltara, sredozemnoga mora, Sueza, crnoga mora i indičkog oceana.

Iz ovoga pregleda glavnih svjetskih brzojavnih pruga vidimo, kako daleko se je već razširio brzojav. Osobito se moramo diviti ovom razprostranjenju, kada pomislimo, da nije još prošlo ni četrdeset godina, što bi položena prva brzojavna žica med Washingtonom i Baltimoreom.

Ogledamo li se na uporabu brzojava, to vidimo, da se je ona već sasvim udomačila. Brzojav najviše dakako upotrebljuju trgovci, ali uz to on služi u najvažnijih državnih poslovih kao i u najneznatnijoj privatnoj stvari. U službi javne sigurnosti je brzojav od neprocjenive koristi. Da se kod željeznica uz onoliki promet nedogadjaju česte nesreće, ponajviše je zaslug brzojava, kojim su sve postaje spojene medju sobom. U velikih gradovih rabi brzojav vatrogascem, da odmah doznadu, kada bukne vatra u najodalsijem predielu gradu. Metereologija, ta za poljodjelca toli važna znanost, napredovala je silno od onoga časa, od kada joj služi brzojav. Sve metereologičke postaje brzojavljaju svaki dan tlak uzduha, temperaturu, smier i jakost vjetra glavnoj postaji. Ona iz ovih podataka crpi rezultate, po kojih može vrieme za slijedeće dane prilično točno u napred kazati. Ove viesti javljaju se brzojavom gospodarom, da si mogu po tom urediti posao na polju. Pa kako prazne bi nam novine bile, da neima u njih svaki dan viesti sa svih strana svijeta.

Telefon.

Reiss. — Graham Bell. — Gower.

Zar nebi više puta poželili, da nam se je razgovarati sa čovjekom, koji je mnogo milja daleko od nas, tako, da on čuje upravo naš glas, da ga može razpoznati, da čuje je li govorimo mirno ili strastveno, da može na svako pitanje odmah odgovoriti, kao da sjedimo zajedno kod jednoga stola? Rekli bi, čudna je to želja, pa da je tkogod pred stotinu godina pomislio, da bi mu se ona mogla izpuniti, ljudi bi mu se iz sažaljenja nasmijali. Pa ipak se duhu čovječjem malo kada koja misao pričinja nemogućom. Prije jedno dvadeset godina stadoše ljudi sanjat o tom, a američanski fizik Philipp Reiss sastavio je god. 1861. spravu, kojom je mogao pojedine glasove nekako šiljati u daljinu. Tko je čuo ono muklo štopotanje Reissove sprave, koje bi imalo biti slično čovječjem glasu, prije bi rekao, kanimo se toga, nego da bi slutio, da će čovjeku ipak poći za rukom liepu ovu misao onako izvesti, kako si je on to želio. Pravio se pokus za pokusom, a god. 1876. bio je telefon gotov. Godine 1877. učinjeni su njime prvi javni pokusi. Evo što američanske novine pripoviedaju o tih pokusih.

U Bostonu postaviše jedan telefon, a drugi u Maldenu, koji je jedno 9¹/₂ kilometara od Bostona odaljen. Rieči izgovorene u Maldenu čuli su sasvim dobro u Bostonu. Bilo je moći točno razlikovati glasove raznih osoba. Kada su se jedno vrijeme izmed Bostona i Maldena razgovarali, zapjeva jedna gospodja u potonjem gradu pjesmu o zadnjoj ruži iz opere

Marte. U Bostonu čuli su pjesmu, kao da su u ogromnoj koncertnoj dvorani, pa kao da na drugom kraju dvorane njetko pjeva. U Europi nehtjedoše pravo toj viesti vjerovati, a najviše valjda za to, što je ona dolazila upravo iz Amerike, koja je od uvijek bila na zlu glasu radi izmišljenih novosti. Poslije izvedoše te pokuse izmedju Bostona i Conwaya opet istim uspjehom, premda su oba ova mjesta udaljena 230 kilometara.

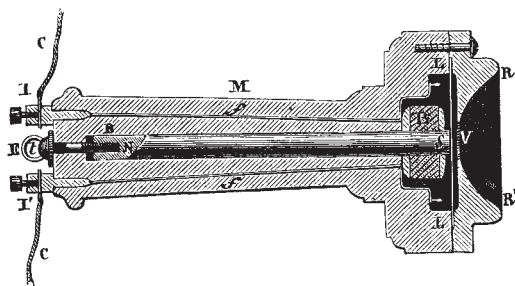
Zatim učestaše ti pokusi i telefon dospije i u Europu i sada se uvjeriše ljudi, da je to zbilja istina, što se je o telefonu pisalo. Dva mjeseca iza toga izvede iste pokuse akademija znanosti u Parizu i učeno društvo u Londonu, a učenjaci i občinstvo bili su s njimi zadovoljni. Izumitelj te krasne sprave jest Alexander Graham Bell, profesor u Bostonu, rodnom iz Edinburga u Škotskoj.

Da čujemo najprije, na čem se osniva ta važna sprava. Uzmimo žicu, pa joj spojimo oba kraja. Ako sada ovako spojenoj žici primaknemo magnet, to će na čas proletiti kroz žicu munjevna struja. Odmaknemo li od žice magnet, to će po drugi put i opet samo na čas proći kroz žicu munjevna struja, ali sada će ona ići u protivnom pravcu od prijašnje. Isti taj pojav ćemo postići, ako magnet i miruje, no ako mu samo jakost njegova magnetizma mienjamo. Pri svakoj toj promieni poroditi će se na čas u žici munjevna struja. Ojačamo li magnet ili oslabimo li ga, svaki put će žicom poletiti munjevna struja, ali će ta struja jedanput u jednom, a drugi put u protivnom pravcu kroz žicu proletiti. Čim mi u većoj mjeri mienjamo jakost magneta, tim će jače biti ove struje u žici. Mi znamo, da se ovako nastale munjevne struje zovu *inducirane struje*, pa da ih je u ovom slučaju inducirao magnet. Mi možemo jakost magneta mienjati, ako mu približujemo i odmičemo komad mehkoga željeza, a to je za telefon od velike vriednosti.

Kao što magnet može proizvesti u žici munjevnu struju, tako može obratno munjevna struja magnet jačati ili slabiti. Ako omotamo oko magneta žicu, pa kroz nju provadjamo

munjevu struju, to će magnet postajati jači ili slabiji prama tomu, da li provadjamo struju u jednom ili u protivnom pravcu. Ako to znamo, lahko će nam biti razumjeti sastav telefona. Naša slika prikazuje nam telefon u prorezu. (Sl. 61.)

NS je magnet, oko kraja *S* na magnetu ide izolirana žica, t. j. žica obavita svilom ili kaučukom. Ova žica je omotana na malenom drvenom valjku *B*. Krajevi ove žice spojeni su sa debljim žicama *f*, a ove se mogu spojiti pomoću male-nih vijaka sa žicama *C* i *C'* koje vode u drugu postaju, gdje su spojene s isto takovom spravom. Nasuprot magnetu i valjku *B*, koji je omotan žicom, nalazi se veoma tanka pločica od mehkoga željeza. Pločica ta je učvršćena u okvir *L*, u



Sl. 61. Graham Bellov telefon u prorezu.

kom ona može još dovoljno titrati. Ovakovu tanku pločicu običajemo nazivati *m e m b r a n o m*.

Govorimo li u otvor *V*, to će pomenuta membrana zatitrati. Ovim titranjem će se ona čas približiti magnetu *NS*, čas će se pako odaljiti od njega. Tim će se mienjati jakost magneta, a svaka promjena u jakosti magneta stvoriti će induciranu munjevu struju u žici, koja je omotana oko valjka *B*. Svaka ova struja prolećiti će žicom *C* i otići će u drugu postaju. U drugoj postaji ide žica opet oko magneta. Struja će na ovom magnetu u drugoj postaji prama svojoj jakosti i prama smjeru mienjati takodjer jakost njegovu. Magnet će postajati sad jači sad slabiji, pa će onda i željeznu pločicu ili membranu sad

jače sad slabije privlačiti, a pločica će svaki put uztitrati i proizvesti glas. Pločica ova će upravo tako titrati, kao i ona u prvoj postaji, pa je naravno, da će ona ove iste glasove proizvesti, koji su u prvoj postaji izrečeni. Nam valja samo telefon druge postaje primaknuti uhu (sl. 62.), pa ćemo jasno razabrati glas i rieči iz prve postaje.

Kako iz ovoga opisa vidimo, sprava je to vrlo jednostavna, Valja nam samo imati na svakoj postaji po jednu takvu spravu, pa ih onda žicom spojiti. S početka su mislili, da bi mogli brzopjavne žice upotrebili za telefon, ali se pri pokusih poka-

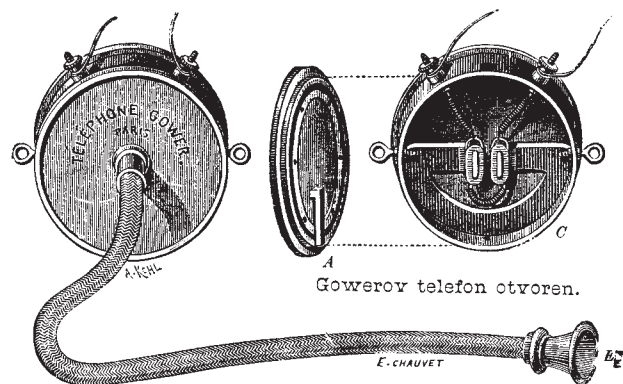


Sl. 62. Slušanje sa telefonom.

zaše takve poteškoće, da su morali od toga odustati. Mi znamo, da neinducira samo magnet munjevne struje u bližnjoj žici, nego da to čini i munjevna struja, ako ju pokraj prve žice provedemo. Na jednom brzopjavnom stupu nisu samo dvie žice, nego ih ima, kako znamo, obično više. Ako se kroz jednu žicu brzopjavlja, t. j. ako se pušta kroz nju munjevna struja, to će ova struja proizvesti drugu struju u drugoj žici, kroz koju bi rada govoriti i slušati, kojom su naši telefoni spojeni. Mi ćemo čuti u telefonu štopot od druge žice, koji će silno prie-

čiti razumljivanju rieči, koje hoćemo slušati. Dapače viešt brzozjavitelj, ako stoji pri telefonu, čuti će točno sve brzozjavne znakove iz obližnje žice, dakle će razumjeti brzozjavku, koja se brzozjavlja. Ova prevelika čutljivost telefona je razlog, s kojega valja telefone spajati pomoću žica, koje nisu u blizini žica običnoga brzozjava.

Hoćemo li slušati Bellovim telefonom, to ga moramo primaknuti uhu. Želi li dakle tkogod s nami govoriti, mora nas upozoriti kojim znakom, da slušamo. Ovo se najlaglje postigne običnim munjevnim zvonilom. Ovo zvonilo mora biti u spojnom luku telefona, t. j. mora biti spojeno sa one dvie žice, koje



Sl. 63. i 64. Gowerov telefon zatvoren.

vode iz jednog mjesta u drugo. Dotičnik, koji želi s nami govoriti, umetne galvansku bateriju u spojni luk telefona. Uslied toga zvonilo kod nas zazvoni, mi ga odstranimo i primaknemo telefon uhu, te slušamo. Mnogi su nastojali, da ojačaju glas telefona, tako da ga čujemo, ako ga i neprimaknemo uhu.

Siemens i Halske uzeše podkovasti magnet mjesto šibkastoga, i tim postigoše, da njihov telefon netreba primaknuti uhu; dosta je, ako smo samo blizu telefona. Osobito jednostavan je signalni aparat ovoga telefona. Malenom svralicom zavrta se prama membrani, ovo sviranje se dosta glasno čuje na drugoj postaji, tako da se u prilično velikoj sobi svagdje

čuti može. Čim ga čujemo, približimo se telefonu, pa ćemo čuti rieči, koje nam se govore.

Jako je dobar telefon Gowera. Ovaj ima doduše drugi oblik nego telefoni, koje smo do sada opisali, ali je slično uređen. Naše slike nam predočuju takav telefon (sl. 63. i 64.), kako se prikazuje iz vana i iz nutra. *C* je magnet podkovasta oblika. Na njegovih polovih su dva komadića mekanog željeza, a oko ovih istom su valjci omotani žicom. U ovaj telefon se govori kroz otvor *E*. Ali prije nego se govori, treba nas upozoriti, neka slušamo. U to ime zapuhne dotičnik u taj otvor. Zrak prolazi kroz zavinutu ciev *A* (sl. 64.), te udara silno o membranu; tim ova jako zatitra, te proizvede munjevne struje, koje u drugom telefonu porode tako jak glas, da ga možemo čuti, ako stojimo i podalje od telefona. Čim čujemo taj znak, dodjemo bliže telefonu, te u daljini od 5—6 metara razabiremo već dobro jednostavne izreke. Moramo naglasiti još jednu korist ovih usavršenih telefona. Oni se mogu spajati i pomoću obične brzozjavne žice, jerbo im je glas tako jak, da mu nesmeta onaj štropot, koji nastaje uslied induciranih struja bližnjih brzozjavnih žica.

Čim je ovako telefon priličan stepen savršenstva postigao, odmah ga počеше u veliko uvadjati. U tom prednjači ponajviše Amerika. Amerikanci osobito oblubiše to svoje čedo. Samo jedno društvo „Bell-Company“, koje se bavi pravljenjem telefona, prodalo ih je do septembra god. 1880. 85.000 komada. U Njemačkoj uvidiše takodjer skoro korist te sprave, tako da je do konca god. 1880. tamo već preko tisuću gradova i mjesta bilo spojeno telefonom. Osobito mnogo rabe telefon trgovci obrtnici, posjednici tvornica za obćenje medju privatnim stanovnicima, komptoiorom, tvornicom, spremištem itd.

Da takovo obćenje čim više olahkote, urediše Amerikanci tako zvani „Telephon-Exchange“. To je ured, gdje se stiču sve telefonske žice. Svaka stranka, koja telefon rabi, ima svoj broj. Da bude stvar jasnija, uzmimo da imamo br. 3, te da hoćemo govoriti s brojem 10. Pomoću signalnog aparata dajemo

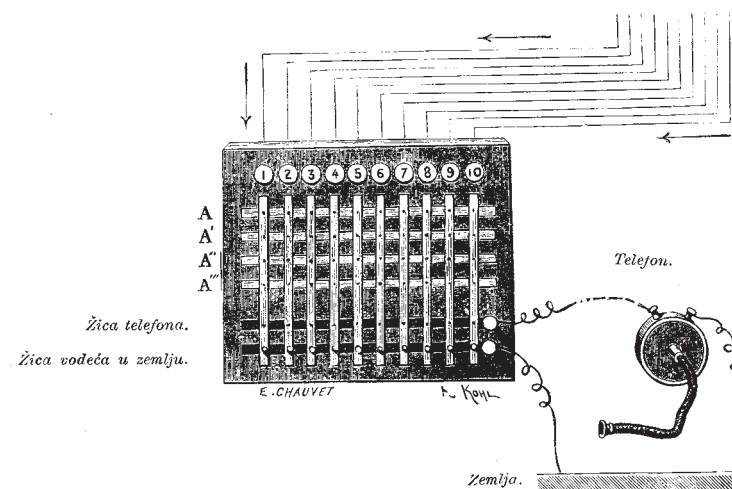
znak centralnom uredu. Činovnik u tom uredu odmah vidi, da broj 3 nešto želi, s toga umetne u spojni luk naše sprave svoj telefon, te nas upita, što hoćemo. Pošto mu javimo, da želimo govoriti s brojem 10, činovnik spoji žicu broj 10 sa žicom našega telefona. Sada se možemo po volji razgovarati. Činovnik naravno ne čuje ništa. Jesmo li razgovor dovršili, javimo to signalnim aparatom činovniku, ovaj prekine savez između nas i broja 10, i stvar je u redu.

Takovi centralni uredi uvedeni su također u velikih gradovih Europe, kao u Parizu, Beču itd. U ovakovom uredu stiču se žice svih prebrojnika. Njihovi krajevi učvršćeni su na dvije ploče. Gornja od ovih služi, da obavijesti činovnika središnjeg ureda, dočim se pomoću donje stavi u savez ovaj prebrojnik s onim, kojim želi govoriti. Da vidimo točnije, kako se to sbiva. Na gornjoj tih ploča su same malene pločice, od kojih se svaka može kretati oko vodoravne osi, te je kvačicom tako pričvršćena, da se ne vidi broj, koji je na donjoj strani napisan. Spomenuta kvačica je pričvršćena na kotvi munjomagneta. Hoće li koji prebrojnik telefonskog središnjega ureda s drugim govoriti, pritisne puce u svom stanu, tim pusti munjevnu struju oko onoga munjomagneta, ovaj privuče uslied toga kotvu i s njom zajedno kvačicu. Pločica padne i pokaže broj dotičnoga prebrojnika. Tim što je pala, spoji ta pločica ujedno žice malenog munjavnog zvonila u središnjem uredu, te ovo svojim zvonjenjem upozori činovnika. Za službu po noći umetnu se velika munjevna zvonila, koja imaju tako jak glas, da će probuditi činovnika, ako je slučajno zadriemao.

Promotrimo točnije uredjenje centralnoga ureda u Parizu. Rekosmo, kada koji prebrojnik daje znak svojim signalnim aparatom, otkrije se jedna pločica, te on vidi na njoj broj toga prebrojnika. Činovnik mora se sada žuriti, da pita svoga prebrojnika, što želi. Na donjoj ploči (sl. 65.) vidimo same prutove od kovine, u kojih su maleni otvori. Na početku tih prutova su brojevi, koji odgovaraju brojevom gornje ploče. Ako se je gori otkrio broj 8, postaviti će činovnik kraj žice

jednoga telefona u odgovarajući mali otvor, i tim je njegov telefon spojen sa brojem 8; on popita, s kim želi govoriti broj 8, i sluša odgovor. Uzmimo da odgovor glasi: Hoću govoriti s brojem 6. Činovnik daje signalnim aparatom glas broju 6, da njetko želi s njim govoriti, čeka odgovorni znak toga prebrojnika, te onda spoji broj 8 sa brojem 6 jednom žicom i prebrojnici se mogu po volji razgovarati.

Spomenuli smo već, da je telefon najviše u porabi u Americi. God. 1880. bilo je u samom New-Yorku 1400 telefoničkih



Sl. 65. Sprava za spajanje telefona u centralnom uredu.

žica, u Bostonu 3000, a najviše u Chicagu, naime 30.000. U obće bilo je onda u sjedinjenih državah sjeverne Amerike više od 130.000 telefoničkih žica u porabi.

Mjernik Max Weber pripovieda zanimivih stvari o porabi telefona u Americi. Njeke ulice u velikih gradovih čine se kao da su prepletene u visini silnom paučinom od telefonskih žica, koje teku od krova do krova na sve strane. Osobito je zanimiv opis, što nam ga daje Weber o svojem posjetu kod njeke obitelji u jednom većem gradu sjedinjene sjevero-amerikanske

države. On pripovieda: Kada sam došao, bila je gospodja kod kuće, ona me srdačno primi. Pošto smo se pozdravili, izjavi ona: Gospodine, danas ste naš gost, mi ćemo se izvesti, da vidite grad, objedovat ćete kod nas, te ću k objedu pozvat njeke znance, s kojima vas želim upoznati. Poslije podne izvest ćemo se parobrodom do Niagare. Sutra ćete se odvesti željeznicom, da vidite vrela petroleja. To će vas jamačno zanimati. Prekosutra i ostale dane proboravit ćemo na našoj vili. Sada ću telefonom javiti mojemu suprugu u njegovu pisarnu vaš dolazak, onda ću naručiti svoja kola, koja neimam u kući. od kada rabim telefon, pozvat ću znance k objedu, dogovorit ću se sa strojarom i stewardom glede vožnje i večere na parobrodu, napokon imam svašta da naložim služinčadi u vili. — Kada ćete sve to obaviti, milostiva gospodjo, zapitam? — Pogledajte si tamo na stolu albume ili se prošećite malo vrtom; dok se vratite, sve će biti obavljeno. — Ja sam ostao u sobi, te sam slušao, kako se ona dogovara sa svojim suprugom; onda izmieni centralni telefonički ured žice, tako da je tri četiri obitelji pozvala k objedu, dvie odmah privoliše. Onda pozove svoja kola. Govoraše s momčadi svojega maloga parobroda, koji bijaše u Erie — jezeru i ustanovi točno večeru, koja se je imala pripravit na tom brodu. Pošto je izdala više naloga upraviteljici svoje vile, javi njezin suprug, da je glede vožnje na željeznici sve već ugovoreno. Poslije 20, najviše 25 časova odalji gospodja telefon sa svojih ustiju, te uzdahne: To je bio velik posao; sada se idem pripravit za vožnju. Odmah ću doći. U to stupi u sobu pristara žena, bila je to kuharica, te stane govoriti u telefon isto tako okretno kano i njezina elegantna gospodarica. Ja sam se snebivao od čuda, kada ona stane telefonom naručivati pečenku, ribu, povrće, voće za objed, i to kod raznih trgovaca; svakomu je točno kazala, kakove i koliko robe treba. Dok su ovako gospodja i kuharica u prostoru od nekoliko četvornih milja dogovarali i naredjivali, ja sam kao točan čovjek izračunao, koliko bi se vremena kod nas izgubilo pisanjem listova, hodanjem i vožanjem, dok bi se obavio isti

posao, što su ga ovdje nježne ruke i usta načinile za 40 časova. Našao sam, da bi trebalo najmanje 40 sati. Koliko se je tu prištedilo posla i vremena! Znadu Amerikanci, da je vrieme novac.

Ovaj opis nam jasno predočuje korist telefona, s toga se nećemo čuditi, da se ta krasna sprava svakim danom sve to više uvadja. Nije protekla ni godina dana, što se je telefon uveo u Beču, sada ih već ima preko 500 u porabi. U Zagrebu je gradska kuća spojena sa kućom vodovoda telefonom. Pošto je rukovodjenje s telefoni tako jednostavno, to ga rabe također mjesto brzojava, osobito u takovih mjestih, gdje neima ljudi, koji bi znali rukovoditi s dosta kompliciranom brzojavnom spravom. Zanimiva je također uporaba telefona u novinarstvu. Veliki englezki list „Times“ u Londonu rabi telefon, da dobije čim brže točan tečaj razprave u parlamentu. Sjednice englezkog parlamenta traju često do kasno doba noći. „Times“ mora biti prije 5 sati u jutro gotov, da se odmah može poslati željeznicom u sjevernu Englezku i Škotsku. Prije su mogle novine točno donieti samo razpravu do oko 1 sata po noći. Sada spojiše telefonom kuću parlamenta sa svojom tiskarom, te od onuda njezini dopisnici javljaju slagarom razpravu rieč po rieč, a ovi odmah slažu. Slagari imaju također telefon, da mogu zahtievati opetovanje rieči, koje slučajno nisu razumjeli. Tim se postigne to, da mogu novine donesti tek razprave do dva sata po noći. Mi to nesmatramo tako važnim, ali Englezom je mnogo do toga stalo, da im bude viest čim novija.

Tim smo promotrili razvitak telefona u ovo nekoliko godina, što je izumljen, a nije dvojbe, da će se ta sprava sve više usavršivati i njezina poraba sve dalje širiti.