

# CUNOȘTINȚE FOLOSITOARE

Seria A.

„STIINȚĂ PENTRU TOȚI”

SUB DIRECTIVA REDACȚIONALĂ A D-LUI PROF. UNIVERSITAT  
L. SIMIONESCU

BCU Cluj / Central University Library Cluj



Electroliza și Electrochimia

DE

N. N. BOTEZ

Profesor la liceul Bacău

Seria A.

CARTEA ROMÂNEASCĂ

No. 38

# „CUNOȘTINȚE FOLOSITOARE”

Fiecare broșura de 32 pag. cu figuri, costă numai 5 lei. Se primesc și comenzi directe prin mandat postal pe adresa «CARTEA ROMÂNEASCĂ» B-dul Academiei 3, București; și se dă o broșură gratis aceluia care cumpără deodată 5 broșuri.

## Seria A. „Știința pentru toți”.

- No. 1. Cum era omul primitiv de *I. Simionescu*.
- ” 2. Viața omului primitiv de *I. Simionescu*.
- ” 3. Gazurile naturale de *I. Simionescu*.
- ” 4. Albinele de *T. A. Băcărau*
- ” 5. Diabetul, îngrășarea, gălbănirea de *Dr. Căhănescu*.
- ” 6. Raze vizibile și invizibile de *C. V. Gheorghiu*.
- ” 7. Viața microbilor de *Dr. I. Gheorghiu*.
- ” 8. Furnicile de *T. A. Băcărau*.
- ” 9. Viața plantelor de *I. Simionescu*.
- ” 10-11. Pasteur de *C. Motaș*
- ” 12. Soarele și Luna de *I. Simionescu*.
- ” 13. Telefonii fără-fir de *Tr. Lalescu*.
- ” 14. Porumbelii Mesageri de *V. Săvoeanu*.
- ” 15. Planeta Marte de *Ion Pașa*.
- ” 16. Bela Umer la Einstein de *General Sc. Panaitescu*
- ” 17. Cum vedem de *Dr. I. Glăvan*.
- ” 18. Razele X. de *Al. Cișman*.
- ” 19. Omul dela Cucuteni de *I. Simionescu*.
- ” 20. Protozoarele de *I. Lepși*.
- ” 21. Fulgerul și trăsnetul de *C. G. Brădeteanu*.
- ” 22. Nebuloasele gazoase de *M. E. Herovanu*.
- ” 23. Bacteriile folositoare de *I. Popu-Câmpeanu*.
- ” 24. Scrisori cerești (Meteorite) de *I. Simionescu*.
- ” 25. Din istoricul electricității de *Stel. C. Ionescu*.
- ” 26. Mercur și Venus de *C. Negoita*.
- ” 27. Reumatism și arteroscleroza de *Dr. M. Căhănescu*.
- ” 28. Oamenii de inițiativă de *Apostol D. Culea*.
- ” 29. Henri Ford de *Ing. N. Ganea*.
- ” 30. Musca de *I. Mureșanu*.
- ” 31. Ciupercile de *I. Popu Câmpeanu*.
- ” 32. Cifrele de *G. M. Iăzărescu*.
- ” 33. Animale de demult de *I. Simionescu*.
- ” 34. Lămurirea potopului de *I. Simionescu*.
- ” 35. Din viața oamenilor întreprinzători de *Apostol D. Culea*.
- ” 36. Societatea națiunilor de *Artur Gorovei*.
- ” 37. Ficatul și boalele lor de *Dr. M. Căhănescu*.
- ” 38. Electrochimia și Electroliza de *N. N. Botez*.

222161

SERIA A.

No. 38

**CUNOȘTINȚE FOLOSITOARE  
ȘTIINȚA PENTRU TOȚI**

---

# Electroliza și Electrochimia

DE

**N. N. BOTEZ**

Profesor la liceu Bacău

BCU Cluj / Central University Library Cluj



EDITURA „CARTEA ROMĂNEASCĂ”, BUCUREȘTI

25.067

## Electroliza.

### Curentul electric descompune apa acidulată.

Curând după invențiunea pilelor electrice se descoperi o proprietate foarte însemnată a curentului electric: aceea de a descompune materiile compuse pe cari chimiștii până atunci le puteau descompune numai prin încălzirea mai mult sau mai puțin energetică. Ce însemnatate are azi acest fapt se poate vedea din următoarele industrii: arta de a acoperi un obiect oarecare cu un metal oarecare (nikelarea, argintarea, aurirea sau cu un cuvânt galvanizarea sau galvanostegia); arta de a reproduce o monedă, o medalie, un basso-relief (adică galvanoplastia); arta de a fabrica aluminiul, sodiul, soda caustică, clorul și zeci de alte materii necesare în industrie (adică chimia electrică sau electrochimia în general și electrometalurgia în special); fabricarea și întrebuințarea acumulatorilor (acele pile care se încarcă și descarcă de nenumărate ori). Toate aceste sunt urmările descoperirii fundamentale (făcută de Carlisle și Nicholson în anul 1800) că materiile se pot descompune prin curentul electric.

Să luăm și noi o pilă de 2 sau 3 elemente legate *in serie* și să legăm polii ei cu două

plăci de platină (care nu ruginește) cufundate într'un vas cu apă în care se află dizolvat puțin (cam 10%) vitriol sau acid sulfuric (fig. 1). Con-

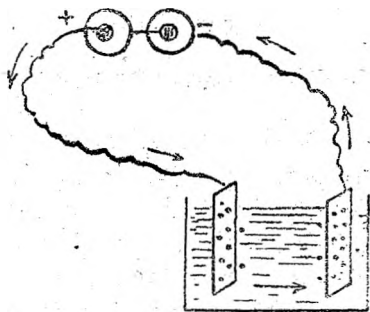


Fig. 1.

statăm îndată că curentul electric trece prin apa cu vitriol și că pe fiecare placă de platină se adună niște beșicuțe de gaz. Dacă dăm aparatu-

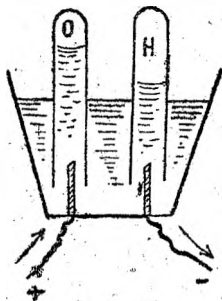


Fig. 2.

tului forma din figura 2 ca să putem prinde în eprubete cele două gaze, vom găsi că la placa legată de polul pozitiv al pilei se adună gazul

cunoscut chimiștilor sub numele de oxigen iar la cealaltă placă se adună gazul hidrogen. Se mai observă că la volum hidrogenul este de două ori cât oxigenul sau la greutate căpătăm 1 gr. hidrogen pentru 8 gr. oxigen. Dar din chimie este cunoscut că hidrogenul și oxigenul unite exact în această măsură dau naștere apei (chimie pură sau distilată). Și noi putem repeta experiența amestecând cele două gaze și dând foc (cu precauții speciale de oarece se produce o violentă explozie). Ce urmează de aici?

### **Curentul electric descompune apa.**

Drept este că apa distilată pură nu lasă curentul să treacă și nu se descompune. Prin urmare și vitriolul este necesar. Cercetările au arătat că acidul sulfuric se descompune întâi în hidrogen și (sulf-oxigen). Hidrogenul se duce spre polul negativ iar restul (sulf-oxigen), spre polul pozitiv. Ajuns la placa de platină grupul sulf. + oxigen pierde o parte din oxigen iar partea rămasă se combină cu apa și reface acidul sulfuric. Acesta se împrăștie din nou în apă și este din nou descompus de curentul electric și tot așa lucrul se repetă mereu. Faraday care s'a ocupat mult cu această descompunere a numit-o *electroliză*. Aparatul se numește *voltmetru*. Plăcile cufundate în lichid se numește *electrozi* și anume: placa legată de polul pozitiv (cea prin care

sosește curentul electric la voltmetru) se zice *electrod pozitiv* sau încă *anod*; cealaltă (prin care ese curentul) se zice *electrod negativ* sau *catod*. Lichidul prin care trece curentul se numește *electrolit*. Curând după această descoperire urmară altele care arătară că se pot descompune prin electricitate: *a) acizii b) bazele c) sărurile d) oxizii* când sunt disolvați în apă sau când sunt în stare topită (prin căldură). Descompunerea apei prin electricitate a devenit azi un metod industrial întrebuintat pe scară întinsă pentru prepararea oxigenului și hidrogenului.

*Curentul electric descompune sărurile.*

Să punem acum în voltmetru o soluțiune de sulfat de cupru (piatră vânăată). Observăm imediat că pe placa legată de polul negativ (pe catod sau electrodul negativ) se așează aramă sau cupru. Deci curentul descompune și sulfatul de cupru. La catod se duce cuprul iar la anod restul adică grupul (sulf+oxigen). Tot așa se poate descompune sulfatul de sodiu, de zinc, azotatul de argint, clorura de sodiu (sarea de bucătărie) cu un cuvânt toate sărurile disolvate în apă sau topite. La aceste descompuneri avem *regula generală: metalul se duce la catod iar restul la anod!* (La acizi am văzut că hidrogenul se duce la catod și restul la anod). Se mai zice și astfel: *metalele și hidrogenul scoboară pe curent la vale iar restul urcă în susul curentului.*

*Forța electromotrice necesară la electroliză.*

Am zis că punem pentru electroliză două sau trei elemente legate în serie. De ce? Să punem numai un singur element. Vedem că electroliza nu merge. Cum se explică aceasta? Să vedem.

Să presupunem că am descompus sulfat de zinc. Atunci placa de platină care formează catodul se acoperă cu zinc. La anod se duce grupul (sulf-oxigen) care cu apa formează acid sulfuric. Așa dar dacă descompunerea s'a produs noi avem îndată în voltmetru o placă acoperită cu zinc, una de platină și apă cu acid sulfuric. Dar aceasta formează un element galvanic!! Noi știm că acidul sulfuric are atracțiuni pentru zinc și că

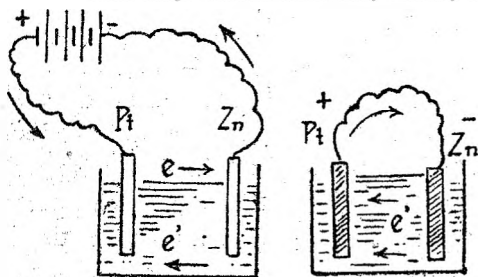


Fig. 3.

această unire produce un curent electric. Dacă ne uităm pe figură (fig. 3), vedem că curentul produs de elementul zinc+acid+platină împinge electricitatea pozitivă prin lichid de la zinc spre platină pe când curentul bateriei B împinge ea de la platină spre zinc. Așa dar lichidul din voltmetru con-



stitue un conductor sau o porțiune de circuit cu o rezistență oarecare  $R$ , la care sunt în luptă două *forțe electromotrice*: una e dată de baterie și una e' dată de întâlnirea zinc+acid. Dovadă că așa este avem experiența următoare: n'avem decât să desfacem legătura cu bateria și să legăm plăcile voltametruului între ele și vom constată un curent care prin lichid merge de la zinc la platină și pe afară de la platină la zinc. Urmează atunci că pentru ca curentul să poată face descompunerea trebuie ca forța electromotrice dată de baterie voltametruului să fie mai mare ca forța electromotrice contrară (numită forță contraelectromotrice = f. c. e. m.) Altfel electroliza nu se poate produce fiindcă curentul nu poate circula. Acum înțelegem de ce cu un singur element nu putem face electroliza. În adevăr un element Daniell are o forță electromotrice de 1,6 volți.

Un voltmetru în care se descompune apa acidulată formează un element cu o forță electromotrice (contrară) de 1,5 volți. Dacă ținem seamă că forța electromotrice mai scade de la pilă până la voltmetru (prin sârmă) vedem că un singur element Daniell nu poate descompune apa din cauză că nu mai are forța electromotrice necesară. Dar un element cu bicromat care are forța electromotrice 2 volți—2,5 volți poate descompune apa. Mai știm că legarea în suprafață a elementelor nu schimbă forța electromotrice. Prin urmare nici o sută de elemente Daniell legate în suprafață nu pot electroliza apa. Dar este de ajuns

să legăm în serie două elemente Daniell (cât de mici!) căci atunci avem forța electromotrice totală 3 volți și la voltmetru vine mai mult de 1,6 volți (bine înțeles presupunând că sârma care leagă bateria cu voltmetrul nu are prea mare rezistență ca să nu scadă mult din voltaj!)

În ce privește intensitatea care circulă prin voltmetru facem următoarea socoteală: dacă forța electromotrice dată de pilă la voltmetru este  $e$  și forța contra electromotrice este  $e'$ , urmează că forța electromotrice rezultantă este  $e - e'$  și atunci dacă voltmetrul are rezistența  $R$  intensitatea va fi

$$i = \frac{e - e'}{R}$$

În general  $e$  este egal cu forța electromotrice totală a pilei  $E$ , căci sârma are rezistență mică față cu voltmetrul și nu produce pierdere de voltaj. În acest caz putem scrie

$$i = \frac{E - e'}{R}$$

Această formulă ne explică o ciudățenie care se observă la electroliză. În adevăr să presupunem că am pus 2 elemente Daniell și am descompus apa. Avem intensitatea

$$i = \frac{3 \text{ volți} - 1,5 \text{ v}}{R} = \frac{1,5 \text{ volți}}{R}$$

Apoi să punem 4 elemente. Acum forța  $E$  va fi dublă ca adineaori. Judecând după regula lui Ohm ne-am așteptat ca și intensitatea să se du-

bleze. Dar aici regula lui Ohm nu se mai aplică (fiindcă avem și forța contra electromotrice) și avem

$$i = \frac{6 \text{ volți} - 1,5}{R} = \frac{4,5}{R}$$

de unde se vede că acum intensitatea este de 3 ori cât adineauri (fiindcă numărătorul 4,5 volți este de trei ori cât 1,5 volți iar rezistența a rămas aceeași  $R$ ). — Deci la electroliză intensitatea crește de mai multe ori de cât crește forța electrom. a bateriei.

În general materiile care se descompun, dau o forță contraelectromotrice care merge până la 6 volți, urmează că o baterie de 6—7 volți poate produce ori-ce electroliză. Iată o tabelă de forțe contraelectromotrice :

Numele	F. c. e. m. în volți	Numele	F. c. e. m. în volți
Apă	1,48	Sulfat de cupru	1,20
Sare de buc.	4,23	Sulfura de plumb	0,44
Clorură de zinc	2,10	Oxid de cupru	0,80
Sulfat de zinc	2,28	Peroxid de plumb	0,26

## II

### Aplicațiile electrolizei

*Galvanizarea sau Galvanostegia.* Am văzut că în regulă generală la descompunerea unei sări metalice, metalul singur se duce și se așează pe catod.

Această lucrare a fost îndată industrializată. Ea constituie cel mai eficient și cel mai practic mijloc de nikelare, aurire, argintare etc.

În principiu se înțelege lesne cum se face una din aceste, de exemplu aurirea. Vom face ca curentul electric să treacă printr'un voltmetru în care se află o soluție de sare de aur (sau o *bază de aur*).

Obiectele care trebuiesc aurite se vor întrebuiți drept catod. În general se auresc obiecte de metal care sunt bune conducătoare de electricitate. Dar se pot acoperi și obiecte rele conducătoare (ca lemnul, cauciucul, gutaperca) dacă le acoperim întâi pe toată suprafața cu un strat foarte subțire de praf de grafit (un fel de cărbune din care se fac creioanele), căci grafitul este bun conducător de electricitate. Dar deși în teorie galvanizarea este simplă și practică, cere multă bătaie de cap. De aceea la galvanizare cheltuiala principală nu este aurul depus pe obiecte ci munca. În adevăr pătura depusă (aur, argint, nikel) este mai totdeauna foarte subțire: aurul depus pe o linguriță valorează cam 35 centime-aur! Însă este nevoie de mult și migăloase lucrări ajutătoare pentru ca lucrarea să iasă frumoasă și trainică. Așa obiectele trebuiesc mai întâi curățite de grăsime (prin sodă); apoi se curăță punându-le în acizi (sulfuric, azotic etc.) Apoi sunt frecate cu perii de metal și lustruite. În fine sunt spălate încă odată și apoi puse în

baea de galvanizare fără a fi atinse cu mâna. Ba chiar pentru unele metale obiectele trebuiesc întâi acoperite cu cupru sau cu argint și numai pe urmă cu aur. La aurire se întrebuițează ca bae o soluție de clorură de aur (cam 2 grame la 1 litru apă) cu cianură de potasiu. Pentru ca pătura de aur să nu se deslipească trebuie tot soiul de meșteșuguri cunoscute bine numai de specialiști. Apoi obiectul scos din bae n'are lustru. Acest lustru trebuie să i se dea în urmă. Pentru aceasta obiectul aurit este frecat energic cu perii de metal, apoi muiat în anumite băi, și în fine lustruit cu instrument special de oțel sau de agat. Pentru băile de argint se întrebuițează soluție de cianură de argint (cam 25 grame la litru) și cianură de potasiu. Patru elemente Bunzen pot depune în 4 ore 500 grame de argint pe 5000 lingurițe (dacă este lucrătorul meșter). Pentru nikelat se întrebuițează o soluție de sulfat dublu de nikel și de amoniu (500 gr. la litru). Se pot arginta și auri fructe, coșulețe goale sau cu fructe, chiar flori, insecte, plante. Pentru argintare de exemplu, se moae obiectele în soluție de azotat de argint. Apoi se expun la hidrogen sulfurat. Astfel se acopăr cu un strat foarte fin de sulfură de argint bună conductoare. Apoi se supun la argintare. S'au aurit chiar rochii de bal întregi! Aurul din ele costă..... câteva centime!

*Anodul solubil.* La galvanizare anodul poate

fi făcut din ori-ce materie bună conductoare care nu se atacă de către lichid. Așa de exemplu poate fi de platină sau de cărbune de retortă. Este mult mai bine însă să fie format din metalul cu care vrem să acoperim obiectele de la catod. Iată pentru ce. In cazul când anodul este tocmai din acelaș metal cu cel din bae (cu care vrem să acoperim) se petrece următorul lucru: pe măsură ce metalul din bae se așează pe catod, metalul de la anod se dizolvă în bae și face baea la loc cum a fost la început. In modul acesta baea nu sărăcește și noi nu suntem nevoiți să adăogăm mereu sare metalică în bae. Lucrarea merge neconținut în condiții neschimbate, ceace ajută mult la trăinicia și frumusețea acoperirii. Din cauză că anodul se dizolvă treptat în bae se zice *anod solubil*. La o bae de sulfat de cupru vom lua ca anod solubil o placă de cupru, la o bae de aur o placă de aur etc.

*Rafinarea electrică a metalelor.*—Intrebuințarea anodului solubil ne dă un mijloc foarte frumos și practic de a curăți sau rafina metalele cu electricitate. Acest mijloc se întrebuințează în mod curent pentru fabricarea cuprului curat așa cum se cere pentru cablurile electrice și pentru alte scopuri. Tot așa se rafinează și plumbul.

S'a observat că dacă un anod solubil (intrebuințat la un voltmetru) este format dintr'un metal amestecat cu impurități, aceste impurități nu se duc la catod ci cad la fundul voltmetrului for-

mând un fel de noroi. La Catod se depune metalul absolut curat. Se 'nțelege acum lesne cum vom lucra, de exemplu pentru a rafina cuprul. Vom luă ca anod solubil cuprul nerafinat, pe care vrem să-l curățim și o baie de sulfat de cupru și la catod vom pune o placă subțire de cupru absolut curat. Curentul electric va face ca numai cuprul curat să treacă de la anod la catod.

*Fabricarea obiectelor întregi sau galvanoplastia.* Să presupunem că drept catod într'un voltmetru cu baie de cupru punem o bucată de gutapercă în care am imprimat forma unei medalii. Se știe că gutaperca se moale la căldură și că putem lua cu ea forma obiectelor. De altfel ne putem servi și de ceară, de stearină, parafină, gelatină, aliajul ușor fuzibil al lui Darcet etc. Vom avea grijă ca pe acele care nu sunt bune conductoare să le ungem pe deasupra cu grafit. Cuprul așezându-se pe forma de la catod va umple golurile și va reproduce exact medalia: Aceasta este *galvanoplastia*. S'a observat că intensitatea curentului trebuie regulată așa că depunerea metalului să nu se facă nici prea repede nici prea încet. Dacă depunerea se face prea repede se formează un depozit negru; dacă se face prea încet depozitul este cristalin și sfărâmicios. Baia trebuie amestecată mereu ca să fie deopotrivă peste tot (omogenă).

Tot prin galvanoplastie se reproduc clișeele gravate în lemn sau chiar în zinc pentru tipar,

Fineta reproducerea prin galvanoplastie este extraordinară. Prin galvanoplastie se pot face și statui întregi fie din mai multe bucăți, fie chiar dintr-o singură bucată. Totul este să avem o formă în care este scobită statua și în care să se depună metalul din baie cu ajutorul curentului electric.

**Gravarea electrică.** — O aplicație foarte interesantă a anodului solubil este facerea clișeelor gravate prin voltmetru. Iată cum se face. Un desemnator (gravor) ia o placă de cupru, o acopere cu un strat subțire de ceară și apoi cu un vârf ascuțit șgărie ceara până la cupru făcând un desemn. Această placă o pune apoi ca *anod solubil* într-o baie de cupru (voltmetru). Când trece curentul electric cuprul se disolvă în baie numai acolo unde este desvelit de ceară. Astfel se sapă desenul cu cea mai mare finețe în placa de cupru care poate apoi servi la tipărire.

### III

#### Electrochimia.

Să ne îndreptăm acum privirea spre alt câmp însemnat de aplicare a electrolizei, spre fabricarea produselor chimice prin ajutorul curentului electric.

Deja aceste aplicații au luat o întindere enormă. Curenti electrici de mii de amperi produși de mașini electrice (dinamuri) manate mai ales prin



căderi de apă (de exemplu la Niagara sau la căderea Rinului) lucrează mii de tone de aluminiu, sodă caustică, clor etc.

Aluminiul de exemplu se fabrică astfel. Se ia oxidul de aluminiu așa cum se găsește în pământ (bauxitul) și se topește împreună cu florura de sodiu. Prin masa topită trece curentul electric care duce aluminiul la catod. Printr'un procedeu asemănător se obține magneziul. Din sarea de bucătărie topită se capătă sodiul metalic (la catod) și clorul (la anod).

Este ușor de înțeles că sodiul cu apa ne dă soda caustică; clorul cu varul ne dă clorura de var (hipocloritul de calciu) care are așa de mare întrebuințare ca decolorant. Din clorura de potasiu care se găsește în pământ putem face potasa caustică (pentru săpun!) cloratul de potasiu (pentru explozibile). Din săruri de mangan se face permanganatul de potasiu. Din var se face calciul și chiar din săruri de fer se face fer pur. Tot prin electroliză se poate scoate din cuișoare parfumul de *vanilie*!

*Cuptoarele electrice.* Electricitatea mai servește în chimie și altfel: numai prin temperatura extrem de ridicată care se poate produce în cuptoarele electrice. Așa dar în acest caz curentul electric nu mai produce descompunerea ci numai ferbințeala la care apoi materiile se compun sau se descompun spre folosul nostru. Uneori curentul inferbânta o sârmă care la rândul ei infer-

bântă cuptorul; alteori curentul trece chiar prin materia care trebuie înfăbântată.

Acest din urmă mijloc se întrebuițează pentru a face carbid (carbura de calciu) din var amestecat cu cărbune (la noi în Ardeal la Dicioșanmartin).

Se știe că din carbid (cu apă) se face apoi gazul acetilen care are așa de mare căutare la luminat și la motoare cu explozie. Ba chiar azi din acetilen se poate fabrica *spirt* și *oțet*.

Tot în cuptorul electric se face *carborundul* topind nisip cu cărbune. Carborundul face concurență diamantului în privința durtății și de aceea îl poate înlocui la șgariat, lustruit (șlefuit), la săpat în stâncă etc.

Chimistul francez Moissan topind în cuptorul electric cărbune cu fer și răcind apoi brusc materia (aruncând-o în mercur!) a reușit să facă pe cărbune să ia forma de cristale *de diamant*. Este adevărat că diamantele astfel obținute sunt numai de 1 sau 2 milimetri și sunt deci departe de a face concurență Marelui Mogol sau vestitului Orloff, dar ce are a face!

Inceputul este greu!

În sfârșit curentul electric sub forma de arc voltaic (mai exact flacără în forma de disc) servește ca să combine azotul cu oxigenul pentru a forma oxizii de azot. Aceștia apoi ne dau acidul azotic atât de întrebuițat în toată industria și nitrații care îngrașă pământul și măresc recolta.

Tot scântelele electrice transformă oxigenul din aer în *ozon* care este prețios la decolorat lucrurile fine și la sterilizat apa iar lămpile electrice bogate în raze ultraviolete sunt admirabile sterilizatoare pentru apa de băut.

#### IV.

### Acumulatorii.

Am văzut în paginile precedente ce daruri frumoase și variate aduce omului descompunerea prin curent electric sau electroliza. Totuși n'am ajuns la fundul acestui splendid „corn de abundență”. Tot electroliza ne-a dăruit și acumulatorii.

Să ne întoarcem la experiența cu sulfatul de zinc. Am văzut acolo (fig. 3) cum voltametru s'a transformat într'un element galvanic. Zincul din sulfatul de zinc s'a depus pe catod și l'a acoperit (l'a polarizat) iar restul adică grupul (sulf+oxigen) a dat acid sulfuric. Astfel avem un element Voltaic format din platină+acid sulfuric+zinc. Am văzut că putem chiar să ne servim de acest element galvanic ca să obținem curent. Dacă acest element funcționează câtva timp zincul se combină tot cu acidul prefăcându-se în sulfat de zinc și atunci curentul încetează.

Dar noi n'avem decât să-l facem iar voltametru și prin electroliză vom face elementul la loc. Și această operație se poate repeta.

Iată o idee minunată! Un element voltaic care

se uzează și se reface de câteori vrem! Avem astfel un *element secundar* sau un *acumulator*. Acumulator i s'a zis pentru că se pare că adună în el curentul electric și ni-l dă pe urmă înapoi. În realitate el nu adună curent ci adună materii care prin combinarea lor dau curent electric. Ori-cum numele e bun și meritat:

Acumulatori se pot face nu numai cu sulfat de zinc ci și cu alți electroliți, de exemplu cu apa acidulată. Apa acidulată cu vitriol se descompune prin curent în oxigen (la anod) și hidrogen (la catod). Dar hidrogenul și oxigenul se pot combina la loc și dau naștere unui curent.

Chiar cu apă acidulată se și fac cei mai practici acumulatori. Tot meșteșugul unui acumulator cu apă acidulată stă în mijlocul de imaginare a hidrogenului și oxigenului. Metodul cel mai bun de înmagazinare l'a găsit fizicianul francez *Planté*.

*Ideia lui Planté.* — Planté făcând electroliza apei cu electrozi de plumb (fiindcă știa că plumbul nu este atacat de acidul sulfuric diluat și rece) observă că nu se formează beșici de gaz. El observă însă că plumbul dela anod se face brun și cel dela catod negru. El înțelese că gazele au intrat în plumb și s'au imagazinat în el. Unind apoi cele două plăci printr'o sârmă, obținut un curent puternic dar de scurtă durată căci oxigenul și hidrogenul imagazinat erau puține. La descărcare el observă că plăcile de plumb dela catod (cea cu hidrogen) rămânea cu mici

găuri. Și mai observă că la a doua încărcare placa inmagazinează mai mult gaz. Atunci avu ideia minunată de a supune acumulatorul la operațiunea încărcării repetate pentru a găuri cât mai mult plumbul și a-l face la suprafață ca un burete (spongios). Ba mai mult: el se gândi să inver-seze curentul la electroliză pentru ca amândouă plăcile de plumb să fie rând pe rând catod și astfel să se facă amândouă spongioase. Această operație se numește *formarea acumulatorului* și durează câte-va luni. De unde un acumulator ne-format inmagazinează gaze numai câte-va minute și apoi lasă restul de gaze să iasă în beșici, un acumulator format adună gaze în timp de câteva ore (încărcarea acumulatorului se face cu curent slab, operația merge domol). Când se ivesc beșicile este semn că încărcarea s'a terminat.

*Acumulatorul Planté.*—Planté a dat acumulatorului forma următoare. Un vas cilindric de sticlă conține apă cu acid sulfuric. În lichid sunt băgate două foi de plumb apropiate dar separate cu o bentiță de cauciuc și răsucite amândouă în formă de spirală (ca să ocupe loc puțin, deși au suprafață mare). Una din foi va fi polul pozitiv și una polul negativ. Pentru a încărca un acumulator cu plumb și acid sulfuric trebuie o forță electromotrice de 2,5 volți. Și acumulatorul când se descarcă dă în primul moment o forță el. m. de 2,5 volți care scade repede la 2 volți valoare la care se menține mult timp. Când f. e. m. scade la 1,8 volți acumula-

torul este aproape complet descărcat și nu este bine să fie lăsat mai departe să se descarce căci se strică.

Rezistența interioară a unui acumulator cu plăci mari și apropiate este foarte mică (cam 0.1 ohmi).

Planté a mai descoperit că timpul de formare al unui acumulator se poate reduce la un sfert din valoarea obișnuită dacă plăcile de plumb sunt mai întâi muiate 48 ore în soluție diluată de acid azotic.

### Acumulatori sistem Faure.

Acumulatorii cu plumb Planté au fost înlocuiți de acumulatorii cu plumb sistem Faure. Faure a avut ideea de a întrebuița plăci de plumb acoperite gata cu oxid galben de plumb (litargă). Un asemenea acumulator n'are nevoie de timp lung de formație. În adevăr dacă supunem un asemenea acumulator la curentul de încărcare, oxigenul merge la anod și dă naștere la un oxid mai bogat în oxigen (numit peroxid) iar hidrogenul merge la catod și-l desoxidează (il reduce) prefăcându-l în plumb spongios și acumulatorul este gata. Acumulatorii Faure mai au avantajul că pătura de oxid se poate pune mult mai groasă și astfel acumulatorul imaginează mai multe gaze, ceea ce-l face să dea și curent mai mult timp sau curent mai abundent (cu debit sau intensitate mai mare); acumulatorul are cum se zice o capacitate mai mare.

Din nenorocire pătura de oxid (sau pătura activă) nu se poate mări cât am dori. Mai întâi oxidul de plumb nu e prea bun conducător așa încât mărește rezistența interioară. Apoi la polul pozitiv pătura se umflă și crapă ceea ce este foarte primejdios. În adevăr o bucată deslipită poate cădea așa în cât să atingă ambele plăci și să formeze un scurt-circuit (adică un circuit cu rezistență foarte mică) între plăci. Atunci se produce un curent foarte intens (adică plăcile dau un debit foarte mare de electricitate și se descarcă în timp foarte scurt) care înferbântă și

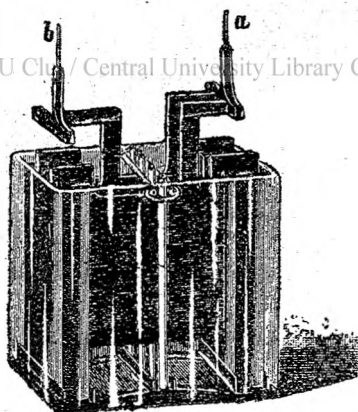


Fig. 4.

face să crape și să se răsucescă plăcile acumulatorului ceea ce aduce distrugerea lui.

De aceea inventatorii își frământă mintea cum să pue materia activă pe plăci așa încât să-i

asigure cât mai mare soliditate. In general se fac plăcile de plumb cu șanțuri sau cu scobituri de diferite forme in care se bagă *pastile* de oxid. Acumulatorii sistem Faure sunt construiți cu plăci de plumb plane puse foarte aproape; de obicei într'un vas de sticlă se pun mai multe plăci paralele; cele de număr pereche sunt unite între ele și formează un pol; celelalte iar unite între ele formează celălalt pol (fig. 4).

Există și acumulatori cu plăci pozitive formate după sistemul Planté și plăci negative după sistemul Faure. Sistemul Planté are soliditatea mult mai mare.

### **Defectele acumulatorilor actuali—Deziderate și cercetări spre mai bine.**

Acumulatorii cu plumb au marele neajuns că trebuie să aibă plăci grele de plumb. Este drept că la încărcare nu servește de cât stratul de pe deasupra (materia activă) care nu cântărește de cât 50<sup>a</sup> sau a 60<sup>a</sup> parte din total dar pentru soliditatea acumulatorului placa de plumb trebuie să fie destul de groasă și deci foarte grea. Deci față cu cantitatea de energie pe care o poate da acumulatorul cu plumb are o mare greutate. De aici rezultă imposibilitatea de a-i întrebuința avantajos la automobile, sau la tramvae, sau la bărci, sau la vapoare. Ei nu servesc azi decât să înlocuiască elementele voltaice (la telegraf și telefon cu sau fără fir, la bobine Ruhmkorff etc.) și in unele uzine electrice care



strâng energia mașinilor în unele ore ale zile (când nu se cere așa mult de abonați) spre a o da la alte ore când cererea este mai mare decât capacitatea de producție a mașinilor.

În general la o greutate totală de 1 kgr. de placă de plumb acumulatorul dă o energie de 30 wați-ore (cu f. e. m. de 2 volți adică poate da o cantitate de electricitate de 15 amperi-ore cu f. e. m. 2 volți). Această cantitate de electricitate se poate cheltui de exemplu sub forma de curent de un amper care să dureze 15 ore sau de 2 amperi care să dureze 7,5 ore etc. Deci un acumulator cu 1 kgr. plumb echivalează cu un element galvanic Daniell care ar lucra timp de 15 ore cu curent de un amper sau 7,5 ore cu curent de 2 amperi. Dacă facem comparație cu cărbunele găsim că la 1 kgram de cărbune energia este de 30 ori mai mare ca la 1 kgr. de acumulator cu plumb și petrolul reprezintă la 1 kgr. o energie de 50 ori mai mare ca 1 kgr. de acumulator cu plumb. În sfârșit chiar o parte din energia înmagazinată se pierde fără folos (prin încălzirea rezistenței interioare, prin combinarea în circuit deschis etc.) așa în cât și energia restituită de acumulator nu este de cât 80% sau chiar 60% din energia cheltuită pentru încărcarea lor.

De aceea inventatorii lucrează mereu căutând un alt acumulator cu alte metale și cu alte lichide care să fie ușor și să înmagazineze energie multă.

Până acum însă nu s'a găsit acest acumulator mult dorit. De mulți ani Edison care a realizat atâtea invenții minunate (fonograf, cinematograf etc.) a anunțat că este pe cale de a realiza un acumulator ușor (cu fer și cu nikel). De curând au apărut în comerț acumulatori fero-nikel.

*Incărcarea și descărcarea.* Acumulatorii se încarcă cu un curent de 2,5 volți pentru fiecare acumulator pus în serie. Deci dacă avem o serie de 4 acumulatori ne trebuie o f. e. m. de 10 volți. Este drept însă că putem încărca acumulatorii unindu-i în suprafață; atunci nu ne trebuie de cât 2,5 volți dar e nevoie de un timp îndelungat. Dacă avem 20 acumulatori și o pilă de 5 volți vom face 10 serii de câte 2 acumulatori și le vom uni în suprafață.

În ceea ce privește intensitatea curentului de încărcare nu este sănătos pentru acumulator când intensitatea e mai mare de 1 amper la 1 kilogram de placă de plumb. Trebuie deci să punem în circuit un ampermetru și să avem grijă ca intensitatea în amperi să fie egală cu numărul de kilograme de plumb.

Tot asemenea trebuie să avem această grijă la descărcare.

Dacă supunem acumulatorul la un curent de intensitate mare, ceea ce se poate întâmpla dacă rezistența exterioară este mică (scurt circuit) sau dacă o bucațică conductoare cade între plăcile

acumulatorului, atunci plăcile se curbează (gon-dolează) și acumulatorul este distrus.

Incărcarea durează cam 24 ore și este termi-nată când apar beșicuțele de gaz pe plăci. Des-cărcarea este terminată când f. e. m. (arătată de voltmetru) scade la 1,8 volți de fiecare ele-ment în serie. Când o baterie de acumulatori stă în circuit deschis mai mult timp este nece-sar să cercetăm din când în când f. e. m. a fie-cărui element cu un voltmetru. Dacă la un ele-ment găsim f. e. m. zero aceasta dovedește că la acel element există scurt circuit.

*Câteva numere și calcule la electroliză.* Innainte de a încheia cu electroliza ne-a mai rămas să facem cititorului plăcerea de a-l trata cu câteva calcule. Vina acestor calcule o poartă Faraday. El a avut întâi curiozitatea să cerceteze..... aceste legi!

Mai întâi Faraday și-a pus întrebarea: ce le-gătură este între intensitatea, curentului și ma-teria depusă la catod sau la anod într'o secundă. Cercetând a găsit că dacă intensitatea crește tot de atâtea ori crește și cantitatea de materie de-pusă la electrod într'o secundă.

Deci se poate afla odată pentru totdeauna cât depune un amper într'o secundă și apoi pentru mai mulți amperi înmulțim cu numărul amperilor. Așa de exemplu s'au găsit următoa-rele numere:

Numele materiei depuse	Greutatea depusă de un amper în timp de o oră
Hidrogen	0,03738 grame
Potasiu	1,45950 "
Sodiu	0,85942 "
Argint	4,02500 "
Fer (din săruri feroase)	1,04480 "

Impărțind aceste greutateți cu numărul secundelor dintr'o oră avem *greutatea depusă într'o secundă de un amper. Acest număr se numește echivalent electrochimic.*

Ne reamintim că un curent de un amper este acel care aduce o cantitate de electricitate de 1 culomb într'o secundă. Deci regula de mai sus se poate spune și așa: *la fiecare culomb transportat de curentul electric corespunde o cantitate fixă de materie depusă.* Dacă curentul are  $i$  amperi și durează  $t$  secunde se va depune o cantitate de materie

$$i \times t \times g \text{ grame}$$

în care  $g$  înseamnă cantitatea depusă de un amper într'o secundă (echivalentul electrochimic al acelei materii).

Faraday căutând raportul de mărime între echivalenții electrochimici a găsit (după cum se poate vedea din tabloul de mai sus) că la hidrogen și sodiu

0,03738 față de 0,85942 este tocmai ca 1 față de 23.

Dar din chimie se știe că hidrogenul înlocuiește sodiul tocmai în această proporție 1 hidrogen

pentru 23 sodiu. În chimie 1 gr. hidrogen și 23 gr sodiu se numesc echivalenți chimici. Echivalenții chimici sunt greutatea care se pot combina cu un gr. de hidrogen sau pot înlocui un gram de hidrogen. Din chimie aceste sunt cunoscute astfel:

Hidrogen 1	Fer (feros) 28
Oxigen 8	Potasiu 29
Sodiu 23	Azot 4,6
Argint 108	Clor 35,5

Așa dar regula precedentă se poate exprima așa: *între echivalenții electrochimici este acelaș raport de mărime ca și între echivalenții chimici.*

Sau astfel: *curentul care depune un echivalent chimic de o materie depune tot un echivalent din orice altă materie.*

Sub această formă se vede că s'ar fi putut prevedea regula. În adevăr să presupunem că 35,5 clor sunt combinați 29 potasiu (așa cum se știe din chimie). Acum curentul electric făcând descompunerea va depune într'un timp oarecare cele 29 gr de potasiu la catod. Dar exact acelaș curent în acelaș timp a depus cele 35,5 grame la anod.

Este de observat că după cum în chimie ferul poate avea săruri feroase și săruri ferice tot așa are în electrochimie doi echivalenți electrochimici; unul pentru sărurile feroase și unul pentru sărurile ferice.

Pentru cei familiarizați cu teoria atomică se spune că ferul are uneori două alteori trei valențe. Echivalenții electrochimici corespund la o singură valență și regula se poate spune așa: o cantitate anumită de electricitate desface acelaș număr de valență oricare ar fi elementele chimice ai căror combinație se desface.

Poate că unii cititori nu vor fi tocmai încântați de aceste legi și socoteli numerice. Să nu fie prea supărați. Pentru a înțelege marile și minunatele foloase ale electrolizei nu este nevoie numai decât de aceste din urmă legi (numite legile lui Faraday). Totuși trebuie să recunoaștem că acel care cunoaște și partea numerică sau de calcul într'o știință oarecare acela pătrunde mult mai mult înțelesul acelei științe.

*Puțină teorie atomică.* — Teoria atomilor ne arată materia alcătuită din niște grăunțe mici numite atomi. S'a aflat că atomul de hidrogen este atomul cel mai ușor și că dacă punem greutatea lui egală cu unu atunci greutatea atomului de sodiu este 23; aceea a atomului de clor 35,5 etc. Prin urmare când spunem că o anume cantitate de electricitate depune la un electrod cantități de hidrogen, sodiu, clor pe măsura numerilor 1,23,35,5 etc. Aceasta este ca și cum am spune că acea cantitate de electricitate depune un atom de hidrogen, sau un atom de sodiu, sau un atom de clor, sau un atom de orice alt element din acele care se numește monovalente.

Un element se numește monovalent dacă atomul lui se combină cu un singur atom de hidrogen sau poate înlocui într-o combinație un singur atom de hidrogen. De exemplu un atom de clor se combină cu un atom de hidrogen; deci clorul este un element monovalent. Sau un atom de sodiu poate înlocui în acidul azotic un atom de hidrogen; deci și atomul de sodiu este monovalent].

Acest lucru se explică foarte simplu și frumos prin teoria lui Svante Arrhenius (savant suedez) care spune că transportarea electricității prin voltmetru se face tocmai de către atomii care innoată în lichidul băii. Fiecare din acești atomi este încărcat cu o anumită cantitate de electricitate. Toți atomii monovalenți au o cantitate fixă de electricitate numită *elementarquantum* (numită și electron când este electricitate negativă). Atomii bivalenți (oxigen, calciu, zinc etc). au două părți de electricitate și așa mai departe. [Un atom se numește bivalent când el se combină cu 2 atomi monovalenți].

În privința semnului electricității există regula că metalele poartă electricitatea pozitivă iar tovarășii lor de combinație sarcina negativă. După această teorie în timpul electrolizei se produce o atracție a atomilor către electrozi: a metalelor către electrodul negativ și a metaloidelor la electrodul pozitiv. Fiecare atom ajungând la electrod depune sarcina sa de electricitate și din adu-

narea acestor atomi se formează materia care apare la electrod. Așa se explică cu teoria lui Arrhenius acel paralelism perfect între cantitatea de electricitate trecută prin voltmetru și cantitatea de materie depusă la electrod.

Din această teorie mai rezultă că la unirea unui atom de metal (electrizat pozitiv) cu un atom de metaloid (electrizat negativ) avem a face cu atracțiunea electrică. În fine este extrem de interesant că și la particulele care sunt aruncate de rادیu și la tuburile Crookes (cu raze catodice) întâlnim exact ca și la electroliză particulele încărcate cu cantități de electricitate de aceeași valoare ca la electroliză. Ajungem așa dar la ideea că electricitatea este și ea împărțită în particule de o valoare fixă, un fel de electricitate: *electromul negativ* care s'a descoperit și liber și unit cu atomul material și *elementarquantul pozitiv* care până acum nu se cunoaște decât legat cu un atom material formând ceea ce se numește un *ion* (ion de electroliză sau ion de helium aruncat din rادیu sau ion de orice alt element într'un gaz care a fost supus la acțiunea razelor ultraviolete, la raze catodice ori la acțiunea unei materii radioactive).

---



A APARUT:

# MAȘINA OMENEASCĂ

Minunat tablou 1 m. X 50 cm.

în culori, în care se explică pe  
înțelesul tuturor funcțiunile corpului  
omenesc.

BCU Cluj / Central University Library Cluj

Se alătură și o broșură lămuritoare.

Prețul acestui frumos tablou, care  
nu poate lipsi din materialul  
didactic al școalelor, fie  
primare, fie secundare  
este numai

**150 Lei**



Se poate comanda dela

„CARTEA ROMÂNEASCĂ“

•B-dul Academiei, 4

## Seria B. „Sfaturi pentru gospodari“.

- No. 1. Ingriirea păsărilor de Prof. C. Motaș.
- ” 2. Despre tovărășii de *Preot C. Dron.*
- ” 3. Despre scarlatină de *Dr. I. Gheorghiu.*
- ” 4. Livada din sâmburi de *G. Gheorghiu.*
- ” 5. În jurul casei de *M. Lupescu.*
- ” 6. Casa de *I. Simionescu.*
- ” 7. Morcovul și alte legume de *P. Rosiade.*
- ” 8. Sifilisul de *Dr. E. Gheorghiu.*
- ” 9. Temeiul îmbunătățirii vitelor de *Th. Chitoi.*
- ” 10. Votul obștesc de *A. Gorovei.*
- ” 11. Creșterea porcilor de *C. Oescu.*
- ” 12. Viermii de mătasă de *T. A. Cădărău.*
- ” 13. Ofiica sau tuberculoza de *Dr. E. Gheorghiu.*
- ” 14. Pelagia de Prof. *V. Babeș.*
- ” 15. Alegerea emintelor de *C. Lăcrișianu.*
- ” 16. Creșterea păsărilor de Prof. *C. Motaș.*
- ” 17. Cătăcirile bolșeviste de *Maior I. Mihai.*
- ” 18. O stupină dintr'un roiu de *N. Nicolaescu.*
- ” 19. Cum se întemeiază o vie de *D. M. Cădere.*
- ” 20. Răsadnita și Plantele din răsad de *V. Sadoveanu.*
- ” 21. Lehuzia de *dr. E. Gheorghiu.*
- ” 22. Mestecugul vopsitului cu burueni de *Art. Gorovei.*
- ” 23. Cum orbim de *I. Glăvan.*
- ” 24. Păstrarea carnei de porc de *G. Gheorghiu.*
- ” 25. Calul de *Prot. E. Udrișchi.*
- ” 26. Doctorul în casă de *Dr. O. Apostol.*
- ” 27. Cum trebuie să ne hrănim de *E. Severin.*
- ” 28. Lămurirea legii dărilor de *Iuliu Pascu.*
- ” 29. Beția de *Dr. Emil Gheorghiu.*
- ” 30. Lămurirea Constituției de *Artur Gorovei.*
- ” 31. Boale parazitare la animale, cari trec la om de *C. Motaș.*
- ” 32. Folosințe nesocotite în gospodărie de *I. Simionescu.*
- ” 33. Mama și copilul, de *Dr. M. Manicatu.*
- ” 34. Indrumări spre sănătate, de *Dr. I. Bordea.*
- ” 35. Despre hrană, de *Dr. I. Bordea.*
- ” 36. Omul și societatea de *Al. Giuglea.*
- ” 37. Bucătăria sătenței de *Maria Col. Dobrescu.*
- ” 38. Sfecla de zahăr de *C. Lăcrișianu.*
- ” 39. Ingrășarea pământului de *I. M. Dobrescu.*
- ” 40. Friguri de baltă de *I. Dumitrescu.*
- ” 41. Banul de *A. Giuglea.*
- ” 42. Sfaturi practice de *Ing. A. Schorr.*
- ” 43. Lămurirea calendarului de *A. Giuglea.*

43. 44. Conjunctivita granuloasă de *Dr. I. Glăvan.*  
 „ 45. *Burueni de leac de A. Volanschi.*  
 „ 46. *Sfaturi casnice de Maica Raluca.*  
 „ 47. *Cultura tomatelor de I. Isvoranu.*  
 „ 48. *Rețete pentru gospodine de Maica Raluca.*

**Seria C. „Din lumea largă“.**

- No. 1. *Ucraina de G. Năstase.*  
 „ 2. *Cehoslovacia de I. Simionescu.*  
 „ 3. *Munții Apuseni de M. David.*  
 „ 4. *Finlanda de I. Simionescu.*  
 „ 5. *Bucovina de I. Simionescu.*  
 „ 6. *Basarabia de G. Năstase.*  
 „ 7. *Dobrogea de C. Bratescu.*  
 „ 8. *În spre polul sud de I. Simionescu.*  
 „ 19. *Olanda de Ap. D. Culea.*  
 „ 10. *Viața în adâncul mărilor de C. Motaș.*  
 „ 1-12. *A. Șaguna de I. Lupăș.*  
 „ 13. *Către Everest de I. Simionescu.*  
 „ 14. *Românii de peste Nistru de V. Harea.*  
 „ 15. *Ardealul de I. Simionescu.*  
 „ 16. *Lituania de G. Năstase.*  
 „ 17. *Câmpia Transilvaniei de Ion Popu-Câmpeanu.*  
 „ 18. *Moldova de I. Simionescu.*  
 „ 19. *Românii din Ungaria de I. Georgescu.*  
 „ 20. *Jud. Turda-Arieș de I. Mureșeanu.*  
 „ 21. *Țara Haegului de Gavru Todica.*  
 „ 21. *Sp. C. Haret de I. Simionescu.*  
 „ 23. *Danemarca de Magaa D. Nicolaescu.*  
 „ 24. *N. Milescu în China de I. Simionescu.*  
 „ 25. *Cetățile Moldovenești de pe Nistru de Ap. C. Culea.*  
 „ 26. *Românii din Bulgaria de Em. Bucuța.*  
 „ 27. *Valea Jiului din Ardeal de P. Hossu Longin.*  
 „ 28. *Țara Bârsei, de G. Orghidan*  
 „ 29. *Vechiul ținut al Sucevei de V. Ciurea*

**Seria D. „Știință aplicată“**

- No. 1. *Fabricarea săpunului de A. Schorr.*  
 „ 2. *Motorul Diesel de Ing. Casetti.*  
 „ 3. *Industria parfumului de L. Severin.*  
 „ 4-5. *Aerul lichid de Ite Mater.*  
 „ 6. *Industria azotului de L. Caton.*  
 „ 7-9. *Locomotiva de Ing. Casetti.*  
 „ 10. *Acroplanul de Dr. V. Anastasiu.*  
 „ 11. *Baloane și dirijabile de C. Mihăilescu.*  
 „ 12. *Betoani armate de Ing. N. Ganea.*  
 „ 13. *Țări și trenuri de G. Stadler.*  
 „ 14. *Instalarea unei sonerii electrice de Stel. C. Ionescu.*  
 „ 15. *Aparat de Radiofonie de Lt. M. Zapan.*  
 „ 16. *Tiparul de V. Romanescu.*  
 „ 17. *Ce se scoate din cărbuni de C. V. Gheorghiu.*  
 „ 18. *Industria materiilor colorante de G. A. Florea*  
 „ 19. *Fotografia de Locol. M. Zapan.*