

PRZEGLĄD NAUK PRZYRODNICZYCH.

NAJNOWSZE PRZYZRZĄDY DO WYDOBYWANIA ELEKTRYCZNOŚCI.

Pogląd na obecny stan nauki o elektryczności.—Nowe maszyny elektryczne Holtza i Bertscha. — Nowe stopy hydroelektryczne; dążność do zastąpienia przyrządów tego rodzaju innymi źródłami elektryczności.— Maszyny magnetoelektryczne dawniejsze; maszyna Wilda, Siemens'a; nowe maszyny Wheatstona i Ladda.—Stopy termoelektryczne Bunzena, Marcusa, Farnera; nadzieje budzone przez przyrządy termoelektryczne.

Z pomiędzy wszystkich części fizyki właściwej, nauka o elektryczności w bieżącym stuleciu najszybszym stosunkowo postępowała krokiem, i najwięcej rozszerzyła swój zakres. Ograniczona w przeszłym wieku, aż do słynnej obserwacji Galwaniego do zjawisk tak zwanej elektryczności statycznej (1786) r., nauka o elektryczności dzięki pracom nowoczesnych fizyków, bogaciła się z każdym rokiem; powstawały nowe jej części, odkrywano całe szeregi zjawisk, i ujarzmiano coraz zupełniej ową siłę tajemniczą a cudowną, czyniąc z niej i nieporównanie czujną i pospieszną służebnią naszej woli. Strumień elektryczny topi nam dzisiaj najtrudniej topliwe ciała i roznieca owe potężne słońca, przewyższające swoim blaskiem wszystkie nasze sztuczne ogniska, wysadza z dowolnej odległości i z zupełnym bezpieczeństwem, w naznaczonej sekundzie, miny podziemne, rozkłada najtrwalsze związki chemiczne, złoci i posrebrza metale, odtwarza z drobiazgową dokładnością najdelikatniejsze zarysy utworów dłuta i ryłka, przenosi z piorunową szybkością, myśl ludzką przez lądy i głębie oceanów, znosząc dla niej przeszkody czasu i przestrzeni; kieruje automatycznie i bez pomyłki ruchem najdelikatniejszych kółek w rozmaitych systematach mechanicznych; zastępuje nóż chirurga w niebezpiecznych operacyach; zabija, jak piorun, najsilniejsze zwierzęta.

Leżąc jeżeli, pod względem liczby i różnorodności zjawisk, pod względem wagi i doniosłości ich zastosowań, nauka o elektryczności

śmiało, z każdą inną częścią fizyki może się mierzyć; to z drugiej strony, pod względem opracowania teorii wiążących i tłumaczących zjawiska, daleko po za innymi pozostała się w tyle. Faktów jest mnóstwo, ale te fakta przedstawiają dotąd zamieszanie i chaos, — nie grupują się naturalnie i łatwo i niedokładne światło rzucają na siebie nawzajem. To ubóstwo teorii elektrycznej bije w oczy szczególnież obecnie, kiedy po wykształceniu się w naszych oczach, w ciągu ostatnich lat dwudziestu, teorii mechanicznej ciepła, występuje na widownię nauk fizycznych i coraz mocniej zniewala dla siebie umysły wspaniała *hypoteza o jedności zjawisk przyrodzonych*. Atomy eteru obdarzone ruchem wirowym i zdarzające się z sobą we wszystkich kierunkach wypełniają wszechświat; grupy tych utworów w rozmaity sposób połączone ze sobą jednością ruchu, to cząstki materji; ciepło, światło, atrakcyja, spójność, głos, słowem wszystkie zjawiska świata materialnego to tylko wypadki rozmaitych rodzajów ruchu, które przeistaczają się w siebie nawzajem, wedle stałych stosunków, poddanych prawom mechaniki, a zatem dających się wyrazić formułą matematyczną.

W obec tego porywającego swoją prostotą i jednością poglądu na naturę, który wprowadzić nie rości sobie jeszcze prawa do tytułu dowiedzionej prawdy naukowej, ale przecież nie jest w sprzeczności z żadnem prawem fizycznem, z żadną lepiej wykończoną teorią, a wszystkie te teorie obejmuje, łączy i ożywia, nauka o elektryczności ze swojemi dwoma płynami nieważkami, z chaotycznym bezładem swoich zjawisk, — sprawia takie wrażenie, jako fałszywa nuta w harmonijnej całości.

Jedną z przyczyn, dla których pojedyncze zjawiska i prawa elektryczne, nie dały się dotąd podciągnąć pod ogólniejsze zjawiska, pod prawa wyższego porządku, jest brak właściwej i ogólnej przyjętej *jednostki* do wymierzania działań elektrycznych. Dopóki w nauce o cieple uważano zjawiska jedynie pod względem zmian termometru, nie można było dotrzeć do samej istoty tych zjawisk. Trzeba było koniecznie naprzód oznaczyć jednostkę ciepła, za pomocą której mierzy się nie już temperatura, t. j. jedno tylko działanie ciepła poiegające na powiększeniu objętości ciała, ale całkowita jego ilość potrzebna do sprawienia pewnego skutku, aby od pojęć nieokreślonych i zamieszanych, wznieść się do zbadania istotnych praw należących tu zjawisk, aby poznać równoważność ciepła i pracy mechanicznej, i wzajemne przeistaczanie się w siebie tych dwóch rodzajów ruchu materji. Otóż takiej jednostki niema dotąd w nauce elektryczności, ztąd niema wspólnej miary dla zjawisk, niema możności ścisłego dochodzenia ich wzajemnego stosunku. Lecz nowy pogląd na naturę, musi oddziaływać i na metodę używaną dotąd przez badaczy elektryczności, zaczem ich prace staną się płodniejszymi niż dotąd dla ogólnej teorii fizycznej.

Tymczasem nie dziwny się, że przy sprawozdaniu z najnowszych faktów w dziedzinie elektryczności, do którego przyśpujemy obecnie, napotykamy na trudności, dla których najznakomitsi specjaliści nie odszukali dotąd słowa zagadki.

Zaczynamy od przyrządów służących do wyrabiania elektryczności, które jak wiadomo dzielą się na dwa główne rodzaje. Pierwsze, do których należą właściwe maszyny elektryczne i elektrofor dostarczają tak zwaną elektryczność statyczną; drugie dają elektryczność w ruchu, czyli strumień albo prąd elektryczny. Do tych ostatnich należą naprzód rozmaite gatunki *stosów*, których nazwa od pierwszego ich prototypu, sławnego w nauce stosu Wolty pochodzi, a w których elektryczność zrodzona przez działanie chemiczne, krąży ustawicznym obiegiem, jak skoro oba końce czyli bieguny stosu za pomocą dobrego przewodnika zostaną ze sobą złączone; *powtórę, maszyny indukcyjne Wolta elektryczne*, w których strumień połączony ze stosu wzbudza w długim drucie skręconym spiralnie szereg krótkotrwałych, ale bezprzerwy po sobie następujących i bardzo silne iskry sprawujących strumieni, zwanych indukcyjnymi; *potrzebie, maszyny magnetoelektryczne*, w których takie same indukcyjne strumienie powstają w drucie spiralnym obwijającym podkowę żelazną, skutkiem szybkiego ruchu tej podkowy przed biegunami magnesu, lub odwrotnie magnesu przed biegunami podkowy; *nakoniec, stosy termoelektryczne*, dające strumień elektryczny przy ogrzewaniu dwóch różnych od siebie przewodników, których końce są połączone ze sobą w ten sposób, że tworzą obieg zamknięty.

Najpierwszymi w czasie były maszyny elektryczne; prababkę ich wynalazł Otto de Guericke w XVII wieku. Udoskonaloną przez Ramsdena (1766) znamy ją wszyscy, bo ona to za szkolnych naszych czasów, wraz z butelką lejdejską, elektroforem i stosem Wolty stanowiła cały arsenał elektryczny gabinetów szkolnych, który przecież tyle miał dla nas uroku. Było to narzędzie dosyć niewinne; kapryśna i nieużyta w wilgotnej porze, w suchą dawała iskry niezbyt boleśnie szczypiące stawy palca zbliżonego do jej konduktora. Chcąc mieć iskry wielkie i mocne potrzeba było budować maszyny ogromnych wymiarów: taką jest np. maszyna w muzeum Teylera w Harlemie (zbudowana 1785 r.) z taflą blisko sążniowej średnicy, dającą iskry grube na półtrzeciej linii, a długie przeszło na łokieć; lub maszyna instytutu politechnicznego w Londynie, której tafla obracana maszyną parową ma 4 łokiecie średnicy. Lecz odkąd fabrykant narzędzi fizycznych Ruhmkorff zbudował (1851 r.) swoją maszynę indukcyjną, dającą przy użyciu dwóch lub trzech elementów stosu Bunzena, nieprzerwany szereg olbrzymich iskier, z których każda może zabić wołu i przestrzelić na wylot tafelkę

szklanną, na pół cala grubą; maszyny dające elektryczność statyczną (nie pomijając i maszyny Armstronga, w której para wytworzona w kociołku wypadając z niego przez liczne wyloty, na pół skroplona trze się o ich ścianki i tym sposobem wytwarza wielką ilość elektryczności), ustąpiły z pola i stały już tylko jak historyczne pamiątki w gabinetach fizycznych. Elektryczność statyczna usunęła się w cień; zastąpił ją strumień indukcyjny.

Od kilku przecież lat maszyny elektryczne, skutkiem niespodziewanych ulepszeń zuowu zaczęły zwracać na siebie uwagę. Maszyny wiedeńskie Wintera niewiele różniące się od maszyny Ramsdena, zbudowane napozór ordynarnie, z konduktorami drewnianymi, lecz z ulepszonym systemem poduszek, dają przecież iskry tak ogromne, jak największe maszyny starej konstrukcyi. Lecz daleko ciekawszą jest machina fizyka berlińskiego Holtza, mała, silna i tajemnicza, bo nikt dotąd nie potrafił wytłumaczyć jej działania.

Machina elektryczna Holtza, wystawiona na ostatniej wystawie paryzkiej i będąca zresztą tylko uproszczeniem maszyny wynalezionej przez Toeplera z Rygi, składa się z dwóch krążków szklanych, z których jeden jest stale osadzony, a drugi równolegle do niego obracać się może. W krążku stałym znajduje się okienko opatrzone ostrzem z papieru zwróconym na wewnątrz, t. j. ku ruchomemu krążkowi. Doświadczający bierze kawałek kauczuku długości wielkiego palca, pociera go ręką, kawałkiem sukna, lub szczoteczka włosianą, zbliża do owego okienka i obraca korbą krążek ruchomy. Natychmiast na konduktorze metalicznym, stojącym naprzeciwko krążka, i opatrzonym jak w zwykłej maszynie Ramsdena w kolce metalowe, nagromadza się wielka ilość elektryczności i wypada szereg isker mających do 8 cali długości. Zkąd się biorą te, stosunkowo do rozmiarów maszyny, ogromne iskry? Jakim sposobem pomnaża się tak potężnie owa mała ilość elektryczności wywiązana przez jednorazowe potarcie kawałka kauczuku, — tego nam dotychczasowa teoria wytłumaczyć nie umie. I dlatego fizyk genewski de la Rive, jeden z najkompetentniejszych specjalistów w tej dziedzinie fizyki nazwał machinę Holtza najciekawszą nowością wystawy w oddziale elektryczności.

Fizyk francuzki Bertsch jeszcze bardziej uproszczył machinę Holtza. Odrzucił on z niej krążek stały z okienkiem, a na ruchomy zamiast szkła użył zczernionego kauczuku, będącego, jak wiadomo gorszym przewodnikiem elektryczności, niż szkło. Ten krążek stanowiący całą machinę Bertscha obraca się korbą, i w czasie obrotu zbliża się do niego mały kawałek kauczuku naelektryzowany przez potarcie ręką: z obracającego się krążka wypadają iskry długie na 5 cali, które kłują boleśnie zbliżony palec, przebijają papier i zapalają materye palne. Zauważył

że tu niema wcale konduktora metalowego, że zatem iskry wyskakują ze złego przewodnika; gdyby dodano konduktor, nie byłoby zapewne rzeczą bezpieczną przybliżyć rękę do funkcyjującej maszyny Bertscha.

Biorąc krążek 20 cali w średnicy wirujący z prędkością 10ciu obrotów na sekundę i umieszczając przed nim nie jeden, ale dwa kawałki naelektryzowanego kauczuku trzymane jeden za drugim, otrzymuje się elektryczność równą jak poprzednio napięcia, ale w daleko większej obfitości. Wtedy iskry następują po sobie prawie bez żadnej przerwy: szereg ich przebija tabliczkę szklaną pół-calowej grubości, oświetla rurkę na $1\frac{3}{4}$ łokcia długą zawierającą wewnątrz rozrzedzony gaz, zapala już zdaleka ciała palne. W czasie suchym maszyna Bertscha zachowuje elektryczność przez kilka godzin, podobnie jak zwykły elektrofor.

Przechodzimy do przyrządów wzbudzających elektryczność dynamiczną a najprzód do stosów hydroelektrycznych, w których strumień elektryczny powstaje skutkiem działania chemicznego. Poczynając od zbudowania stosu Wolty (1794), w którym przez działanie cynku i kwasu siarczanego na wodę, ta ostatnia rozkłada się na tlen i wodór i przy tym rozkładzie rozdziela się także jak chce mieć dzisiejsza teoria, elektryczność obojętna na dwa prądy, czyli *strumień* jeden *dodatni* płynący w każdym krążku czyli elemencie stosu od strony tabliczki cynkowej w stronę kwasu i *ujemny* biegnący w przeciwnym kierunku, aż do dziś, mnóstwo przyrządów tego rodzaju wynajdywano, ulepszano i porzucano z kolei. Najpowszechniej znane są: stos Daniela, w którym prócz ciał wchodzących w skład stosu Wolty znajduje się jeszcze siarczan miedzi i stos Bunzена, w którym zamiast roztworu tej soli użyty jest kwas azotny (1). Oba te stosy odznaczają się większą trwałością swojego działania, na czem zbywa stosowi Wolty, co właśnie osiąga się przez dodanie siarczanu miedzi w stosie Daniela, a kwasu azotnego w stosie Bunzена.

Stos Bunzена daje strumień stały i znacznej siły, dlatego używany jest najpospoliciej przy topieniu ciał, przy urządzeniu tak zwanego słońca elektrycznego i przy wprowadzeniu w ruch mechanizmu telegrafów elektrycznych. Lecz przy użyciu jego powstają gazy szkodliwe i przykre, a nadto samo obchodzenie się z tym stosem, z powodu silnych kwasów, w skład jego wchodzących, wiele przedstawia niedogodności. Szukano więc innych systematów. Jednym z głośniejszych jest stos p. Marié-Davy używany na liniach telegrafów francuzkich, którego częściami składowymi są: cynk, węgiel, woda z kwasem siarczanym i siarczan rtęci. Najnowszemi próbami w tym rodzaju są stosy pp. Duche-

(1) Nadto w skład stosu Wolty i Daniela wchodzi miedź, która u Bunzена zastąpiona jest węglem, lecz te ciała nie mają bezpośredniego udziału w wytworzeniu strumienia.

min i Leclanché. Pierwszy z nich tóć się różni od stosu Bunzena, że kwas azotny zastąpiony jest kwasem pikrynowym nie wyziewającym przy użyciu żadnej pary szkodliwej, a kwas siarczany roztworem soli zwyczajnej; drugi jest prostszy: składa się bowiem tylko z cynku na którym gromadzi się elektryczność ujemna, z dwutlenku manganu (czyli braunstejnu) w kawałkach, i z rozpuszczonego w wodzie salmiaku; biegunem dodatnim tego stosu jest płytka węgla osadzona w massie braunstejnu. Ten ostatni stos ma działać od jednego do trzech lat, nie prawie ze swęj siły nie tracąc.

Jakkolwiek zresztą praktyka zawyrokuje o wartości tych nowych źródeł elektryczności dynamicznej, niemniej przeto staje się widocznem w ostatnich czasach dążenie do zupełnego zarzucenia w zastosowaniach przemysłowych strumieni hydroelektrycznych t. j. zrodzonych z chemicznego działania. Czas ich przemija. Przemysł wymaga działaczy dogodnych w użyciu i przedewszystkiem niedrogich, elektryczność zaś otrzymywana za pomocą stosów chemicznych drogo kosztuje. Dla obniżenia zatem ceny tego szacownego działacza, za czem poszłoby większe rozpowszechnienie jego zastosowań, jakoto: korespondencyi telegraficznej, oświetlania elektrycznego, wyrobów posrebrzanych, odlewów galwanoplastycznych i t. p., potrzeba koniecznie zastąpić stosy chemiczne innem źródłem elektryczności. Tego źródła szuka w obecnej chwili przemysł w machinach magneto-elektrycznych; kiedyś znajdzie je może z większą jeszcze korzyścią w stosach termoelektrycznych. O tych więc przyrządach jeszcze słów kilka.

Z pomiędzy machin magnetoelektrycznych najpowszechniej znaną, bo najpospolitszą, w gabinetach fizycznych jest machina Clarkego. Do pionowej deski drewnianej przytwierdzony jest silny magnes wygięty w kształcie podkowy, której końce czyli bieguny zwrócone są na dół, prostopadle do deski i do magnesu osadzona jest oś pozioma, którą za pomocą korby można obracać; do téj osi przytwierdzone są dwa walce żelazne poziome, złączone ze sobą za pomocą sztabki również żelaznej. Długi drut miedziany, osnuty jedwabiem, obwinięty jest spiralnie, warstwami na jednym z walców, z którego przechodzi potem na drugi i podobnie się na nim wielokroć razy obwija; tym sposobem powstają dwie cewki drutu, których jądra stanowią owe walce żelazne. Końce drutu za pomocą pośrednich części znajdują się w komunikacyi z dwoma słupkami mosiężnymi, stanowiącemi bieguny przyrządu, które za pomocą metalowych przewodników można łączyć bądź ze sobą, bądź z ciałem, przez które chcemy przepuścić strumień elektryczny. Dopóki walce są w spoczynku, niema działania; lecz jak skoro w ruch obrotowy za pomocą korby umocowanej do ich osi wprawione zostaną, i końce ich zwrócone ku magnesowi będą, to się zbliżać do jego biegunów, to się od nich oddalać, natychmiast powstanie w drucie obwijającym walce szereg bardzo krótkich i silnych *strumieni indukcyjnych*, które przy stosowném urządzeniu

wypadając z biegunów i łącząc się ze sobą na zewnątrz machiny tworzą jeden prawie nieprzerwany i potężny strumień elektryczny. Taki to właśnie strumień jest bohaterem chwili obecnej.

Machina na tej zasadzie zbudowana przez spółkę znaną pod nazwą l'Alliance od lat kilku dostarcza elektryczności do oświetlenia latarni morskiej na przylądku de la Hève pod Hawrem. Składa się ona z czterech wałków bronzowych osadzonych na wale poziomym poruszonym przez maszynę parową. Na każdym wałku jest szesnaście cewek podobnych jak w maszynie Klarkego; końce ich przebiegają przed biegunami magnesów. Wszystka elektryczność wzbudzona w cewkach skutkiem tego ruchu spływa do dwóch słupków, z których wychodzą druty zakończone zastruganymi klockami ścisłego węgla; za zbliżeniem do siebie obu węgli powstaje w ich ostępie łuk ośniewającego światła, zastępujący obecnie płomień olbrzymiej lampy, która dawniej oświetlała latarnię.

W ostatnich latach zwróciła na siebie powszechną uwagę inna machina magnetoelektryczna wynaleziona w Anglii przez Wilde'a (1866), mało zajmująca miejsca, lekka i przenośna, która z jednej strony przewyższa potęgą swoich skutków najśmielsze nawet nadzieje, a z drugiej wywraca na pierwszy rzut oka wszystkie dotychczasowe pojęcia o wytwarzaniu siły i o granicach potęgi maszyn w ogólności. Oto zasada jej urządzenia. Przed stale osadzonym magnesem obraca się podwójna cewka z drutu (jak w maszynie Klarkego); strumień indukcyjny powstający w tej cewce, przepuszcza się przez drut obwijający drugą większą cewkę; przez te wałce żelazne stanowiące jądra tej ostatniej stają się magnesem daleko potężniejszym od magnesu stałego wspomnianego na początku. Przed tym drugim wielkim sztucznym elektromagnesem kręci się nowa cewka odpowiednich rozmiarów, powstający w niej strumień służy do zamiany następnej cewki na elektro-magnes jeszcze potężniejszy: ten w następnej z kolei cewce ruchomej wzbudza strumień indukcyjny znowu większej siły i t. d. Tym sposobem otrzymuje się wreszcie potężny strumień topiący pręty żelazne grubości małego palca; platyna, złoto, srebro pod jego działaniem topnieją jak śnieg w promieniach słońca; światło elektryczne otrzymane za pomocą strumienia tej maszyny dorównywa słońcu swoim blaskiem.

Na podobnej zasadzie jak fizyk angielski, dyrektor telegrafów pruskich Siemens zbudował swoją maszynę magneto-elektryczną, która obsługuje już linie telegraficzne w tym kraju.

Jezeli maszyny Siemens'a i Wilde'a dają się jeszcze zaliczyć do kategorii maszyn magneto-elektrycznych, to dwa przyrządy o których jeszcze wspomnieć nam wypada, należą już do innego rodzaju przyrządów elektrycznych i nie dają się doprowadzić bez naciągania pod żadną dotychczasową teorią. Elektryczność wyrabiana w tych maszynach jest, jak się zdaje, po prostu przeistoczona pracą mechaniczną.

Pierwsza z nich machina Wheatstona, z ogólnego swojego składu do machin magneto-elektrycznych podobna, t \acute{e} m przecie od nich si \acute{e} r $\acute{o$ żni, że w ni \acute{e} j zamiast magnesu jest prosta płyta stalowa. Wprawdzie stal posiada zwykle w sobie jakiś ślad magnetyzmu, od którego uwolnić ją prawie niepodobna, ale czyż ta mała ilość magnetyzmu zdolną jest wyrobić w cewkach strumień tak potężny, że przepuszczony przez grube druty, rozżarza je do czerwoności i z tego nawet powodu nie może być bezpośrednio użyty do wprawiania w ruch telegrafów elektrycznych. Jakoż strumień maszyny Wheatstona używa się tylko jako działacz służący do wzbudzania w innych cewkach strumieni indukcyjnych, które dopiero używane są do obsługi telegrafu.

Drugą jest machina Ladda. Dwie płyty żelazne poziome i równoległe od siebie, oparte są końcami na dwóch na poprzek leżących rurach żelaznych; w każdej rurze znajduje się wałec również z żelaza, obwinięty w kierunku swojej osi osnutym w jedwab' drutem miedzianym. Takież sam drut obwija i płyty żelazne prostopadle do ich długości przechodząc z jednej na drugą i tworząc z nich t $\acute{y$ m sposobem jakby cewkę maszyny Clarkego, tylko nieruchomą. Końce tego drutu złączone są z końcami drutu obwijającego jeden z wałców wyżej wspomnianych ukryty w jednej z owych rur na których spoczywają płyty; drugi wałec jest zupełnie odłączony od innych części maszyny i obraca się po prostu przed temi końcami, czyli biegunami płyt, które wprost nad nim leżą.

Machina w tym stanie nie daje żadnego śladu elektryczności, lecz gdy przez drut obwijający płyty i pierwszy wałec będziemy przez czas jakiś przepuszczać strumień jakiegokolwiek stosu, a następnie, przerwawszy wszelką komunikację ze stosem, wprawimy oba walce w ruch obrotowy, wtedy w drucie obwijającym wałec połączony z płytami powstaje strumień indukcyjny, którego siła skutkiem samego obrotu ustawicznie się wzmacnia, i który zamienia obie płyty na potężne magnesy. Jednocześnie w drucie obwijającym wałec swobodny wzbudza się także strumień, którego natężenie jest proporcjonalne do szybkości obrotu; ten ostatni strumień sprawia takie same skutki fizyczne i chemiczne, jak strumienie stosów. Machina Ladda, w której długość płyt wynosi łokieć, szerokość 12 cali, a grubość 4 cale wyrównywa baterji Bunzena złożonej z 25 elementów.

Ostatni \acute{e} m źródłem elektryczności dynamicznej są *stosy termoelektryczne*, datujące swój początek od zasadniczego doświadczenia Seebecka (1821). Jeżeli zlutujemy końce dwóch różnorodnych ciał, byle dobrych przewodników, np. dwóch metali, lub metalu i tlenku metalicznego, lub nawet dwóch niejednorodnych kawałków tegoż samego przewodnika, i połączymy drugie końce ze sobą, skierujemy na punkt zlutowania płomień spirytusu lub gazu, wtedy w zamkniętym w ten sposób obiegu powstanie strumień elektryczny. Tu oczywiście ciepło przemienia się w elektryczność.

Stosy termoelektryczne dawniejsze, jak Nobilego i Pouilleta dawały strumień bardzo słaby i do żadnych zastosowań niezdalny; lecz w ostatnich latach wynaleziono nowe przyrządy tego rodzaju, daleko silniejsze. Bunzen w Berlinie i Marcus w Wiedniu zbudowali takie stosy w 1865 r. Ogniwa stosu Bunzena składają się ze spływu antymonu i cyny, zlutowanego z siarkiem miedzi; Marcus używa antymonu spojenego z nowym srebrem, lub z pewnemi spłynami cynku i miedzi. Już stos Markusa z 20 ogniw złożony daje strumień tak silny, jak jeden element Daniela; lecz obecnie siła stosów termoelektrycznych jeszcze się wzmogła. Ruhmkorff przedstawił na wystawie powszechnej z 1867 r. nowy stos Bunzena ze stopionego siarku miedzi i drutumiedzianego złożony, który już przy 10 ogniwach wyrównywa elementowi Daniela. *Jarmer* z Bostonu wystawił inny stos termoelektryczny, nadzwyczaj tani i prosty w użyciu, bo do wydobywania z niego dość silnego strumienia wystarcza jeden płomyk gazu oświetlającego.

Budowa stosów termoelektrycznych jest daleko prostszą aniżeli wszystkich innych przyrządów wytwarzających strumienie elektryczne, użycie ich nader proste i tanie, wymaga tylko pewnej ilości ciepła, a zatem tylko materiału palnego. Jeżeli więc nowe ulepszenia przyrządów tego rodzaju pozwolą otrzymywać tą drogą obfitsze i większej siły strumienie, to niezawodnie zastąpią one wszystkie dotąd używane sposoby wytwarzania elektryczności, będącej tak potężnym i tak już dzisiaj szacownym i rozpowszechnionym działaczem.

S.