

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom LI.

Warszawa, dnia 11 grudnia 1913 r.

№ 51.

TR E Ś Ć: *Biernacki W.* Zasada względności [c. d.].—Przeгляд wystaw, konkursów, kongresów i zjazdów. *Okolski S. I.* O Sekcyi budowy maszyn II Zjazdu Górników, Hutników i Mechaników w Petersburgu.—Krytyka i bibliografia.—Z towarzystw technicznych.—Kronika bieżąca.

**Architektura.** *Szyller S.* Czy mamy polską architekturę? [c. d.].

**Elektrotechnika.** *Opechowski E.* O uszkodzeniu sieci elektrycznej warszawskiej w d. 14 października 1913 r.—Ochrona od zwyżki napięcia w teorii i praktyce [dok.].—Drobne wiadomości.

Z 31 rysunkami w tekście.

## ZASADA WZGLĘDNOŚCI.

Podał Wiktor Biernacki.

(Odczyty, wygłoszone na „Wykładach dla Inżynierów“ w d. 29 kwietnia 1913 r.)

(Ciąg dalszy do str. 652 w № 50 r. b.)

Skorzystajmy z dwóch poznanych dotąd wyników zasady względności, mianowicie:

1) W układzie, poruszającym się względem obserwatora (niezależnie od tego, czy się układ porusza, czy też obserwator) z prędkością  $v$ , wymiary liniowe wszystkich ciał w kierunku ruchu układu według oceny obserwatora tego stają się

mniejsze w stosunku  $1 : \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ , w czym  $c$  oznacza

prędkość światła; długość ciała, którą obserwator, należący do układu, ocenia jako  $l$ , obserwator nieruchomy (ogólniej mówiąc, obserwator, względem którego zachodzi ruch układu)

ocenia jako  $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  (o ile, oczywiście, ta długość jest równoległa do kierunku ruchu).

2) Wszelkie zegary, należące do układu poruszającego się względem obserwatora, idą wolniej według jego oceny, aniżeli jego zegar, również w stosunku Lorentza. Np. wahadło sekundy układu ruchomego według oceny obserwatora nieruchomego wykonywa każde wahnięcie w ciągu

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ sekund.}$$

Przeciągłość jakiegoś zjawiska, wynosząca dla obserwatora, należącego do układu ruchomego  $t_1$  sek., wynosi dla obserwatora nieruchomego (względem którego układ się porusza):

$$t = \frac{t_1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ sekund.}$$

Jeżeli  $v = c$ , wówczas  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0$ , zatem

$$l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0 \text{ i } t = \frac{t_1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \infty :$$

w układzie, poruszającym się z prędkością światła względem jakiegoś obserwatora, wszystkie ciała tego układu wydają się spłaszczonymi w kierunku ruchu aż do zera; zegary tego układu wydają się stojącymi; czas trwania każdego zjawiska w tym układzie jest nieskończenie wielki. To, co według oceny obserwatora, należącego do układu poruszającego się, trwa np. zaledwie jedną sekundę, według oceny obserwatora nieruchomego trwa wieczność całą.

Jeżeli  $v > c$ , stosunek Lorentza  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  staje się urojonym; a więc pojęcie długości (wymiarów) ciał, pojęcie czasu dla układu, poruszającego się względem obserwatora z prędkością większą od prędkości światła, tracą sens realny. Prowadzi to do wniosku, że nie może istnieć realnie prędkość większa od prędkości światła. Dowiemy się wkrótce, że i masa każdego ciała rośnie aż do nieskończoności w miarę zbli-

żania się jego prędkości do prędkości światła. Żadne zatem siły nie są w stanie nadać ciału prędkości większej od prędkości światła. Prędkość światła (ogólniej: energii promienistej lub fal elektromagnetycznych) jest największą prędkością, jaką rozważać można w świecie rzeczywistym. Prędkość ta posiada takie znaczenie w fizyce, jak, powiedzmy, nieskończoność w matematyce.

Mechanika klasyczna Newtona nie podaje żadnej granicy dla prędkości dopuszczalnych. Może więc ona, nas unosząc poza granice możliwości i rzeczywistości. Zasada względności, stawiając granicę dla prędkości, pozwala głębiej i realniej wejrzeć w zjawiska otaczającego rzeczywistego świata, aniżeli to było możliwe w szrankach mechaniki klasycznej.

Pomiary długości i czasu, dokonywane przez obserwatora ziemskiego, różniłyby się bardzo nieznacznie od pomiarów tych samych wielkości, dokonanych przez obserwatora, znajdującego się np. na słońcu. Wystarczy przypomnieć, że dla słońca i ziemi stosunek  $\frac{v}{c}$  wynosi zaledwie 0,0001. Mo-

żemy jednak wyobrazić sobie prędkości większe, aniżeli prędkość względna ziemi i słońca; możemy sobie nawet wyobrazić układ, poruszający się z prędkością, sięgającą prędkości światła. Jeżeli ruch tego układu jest prostoliniowy i jednostajny, osobnicy, do tego układu należący, świadomości ruchu swego wraz z układem nie posiadają wcale; wszystkie zjawiska w układzie przedstawiają im się zupełnie tak samo, jakby się przedstawiały wówczas, gdyby układ ten pozostawał w spoczynku. Inaczej jednak sądzi obserwator nieruchomy, lub ogólniej mówiąc, obserwator, względem którego układ ten porusza się z prędkością bliską do prędkości światła, a który jest obdarzony, zakładamy, wzrokiem, pozwalającym mu widzieć to, co się w tym układzie dzieje. Obserwatorowi temu wszystkie ciała układu rozważanego wydawać się będą spłaszczonymi w kierunku ruchu, wszystkie zjawiska, zachodzące w układzie, wydawać się będą, w porównaniu z tempem tych zjawisk w układzie obserwatora nieruchomego, bardzo powolnymi; zjawisko, które według oceny obserwatorów układu poruszającego się, trwa zaledwie sekundy, dla obserwatora nieruchomego będzie trwać wieki całe. A jeśli prędkość układu równa się prędkości światła, wszystkie ciała układu spłaszczają się aż do zera (co widzi obserwator nieruchomy), cienie z nich jedynie pozostają o nieskończenie, jak to dokładniej poznamy wkrótce, wielkich masach, wszelkie ruchy i wszystkie zjawiska ustają (odbywają się nieskończenie wolno), chociaż nikt z osobników, należących do tego układu i nie mających świadomości swego ruchu, sprawy sobie z tego zdawać nie może. Układ taki, poruszający się względem nas z prędkością światła, dla nas będzie pozostawał wciąż w stanie niezmiennym, układ taki, powiedzmy odważnie, za *nieśmiertelny* uważać musimy. Osobnicy, do układu tego należący, w swoim przekonaniu nieśmiertelnymi wcale nie są; są oni takimi dla nas: zestarzejemy się, pomrzemy, pokolenia po nas przejdą, a wszystko to chwilką jedynie dla osobników układu tego będzie. Cóż się stało z ludzkim pojęciem o czasie? Gdzież się podziała bezwzględność czasu?

W miarę zwalniania ruchu układu, czas w nim, według naszych dostrzeżeń, poczyną biegać coraz to zwawiej, i wogóle prędkość zachodzących w nim procesów poczyną się zbliżać do prędkości tych procesów na ziemi.

W układzie, poruszającym się względem nas z prędkością światła, wszystko się nam wydawać musi nieruchomem, nie mówiąc już o tem, że cały układ przedstawia się spłaszczonym w kierunku ruchu aż do zera. Według zasady względności jest tu rzeczą obojętną, co się porusza, chodzi bowiem jedynie o ruch względny. Jeżeli założymy, że układ pozostaje nieruchomym, a my się oddalamy od niego z prędkością światła, to również żadnych zmian w układzie z biegiem czasu nie dostrzeżemy. Zrozumiemy to, zważając, że gdy się oddalamy od układu z prędkością, równą prędkości światła, towarzyszy nam wciąż ta sama fala świetlna, wysłana przez układ, biegnąca z jednakową z nami względem układu prędkością, to też wszystko w układzie nieruchomem się nam wydaje. Jakby się jednak sprawa przedstawiała, gdybyśmy (założmy, na chwilę, że jest to możliwe) oddalali się od układu z prędkością jeszcze większą, aniżeli prędkość światła? Wówczas dopędzilibyśmy kolejno fale świetlne, wysłane przez układ coraz to wcześniej; innymi słowy, wszystkie zjawiska w układzie przedstawiałyby się nam w odwrotnym w czasie porządku. Ten pomysł zawdzięczamy Filonowi: on pierwszy zwrócił uwagę na to, coby dostrzegał obserwator, oddalający się od ziemi z prędkością większą od prędkości światła, nie tracąc jednak możliwości obserwacji wzrokowej tego, co jest do zobaczenia na ziemi. Bieg historii na ziemi dla takiego obserwatora miałby kierunek przeciwny, aniżeli go znamy; bieg zjawisk ziemskich wydałby się takiemu obserwatorowi podobnym do tych sztuczek, na jakie sobie pozwalają w kinematografach, posuwając gwoździe widzów wstęgę kinematografu w odwrotnym kierunku. A Flammarion podał poetyczny obraz t. zw. *Lumena*, istoty, która się oddalała od ziemi po bitwie pod Waterloo z prędkością większą niż światło i skutkiem tego widziała bieg wypadków w bitwie w kierunku odwrotnym, aniżeli był w rzeczywistości. Według zasady względności, tak samo przedstawiałyby się obserwatorowi ziemskiemu bieg wypadków w układzie, oddalającym się od ziemi z prędkością większą od prędkości światła. Ludzie tego układu ukazywaliby się obserwatorowi ziemskiemu na skutek wychodzenia z grobów, w ciągu życia stawali się coraz młodszymi i wreszcie powracaliby do łona matek: co jest początkiem życia, byłoby jego końcem. Lecz obraz taki przeczy drugiej zasadzie termodynamiki, określającej kierunek procesów, zachodzących w przyrodzie. Według drugiej zasady termodynamiki, procesom, zachodzącym w przyrodzie, towarzyszy zawsze wzrost entropii; natomiast procesom, dostrzeganym w układzie, poruszającym się z prędkością większą od prędkości światła, towarzyszyłoby zmniejszanie się entropii. Obraz więc przedstawiony jest niemożliwy w przyrodzie, a zatem i ze względu na drugą zasadę termodynamiki niemożliwa jest prędkość większa ponad prędkość światła.

Weźmy jeszcze jeden przykład. W fabryce mamy różne koła zębate, wały, przekładnie, silniki i t. p. Dwaj czynni w tej fabryce inżynierowie wiedzą, że wszystko w tej fabryce odbywa się zgodnie z zasadami mechaniki klasycznej, zgodnie z którymi została ona obmyślana i zbudowana. Przypuśćmy, że jeden inżynier wyszedł z fabryki, a podczas jego nieobecności cała fabryka wraz z drugim inżynierem, który w niej pozostał, poczęła oddalać się prędko jednostajnie i prostoliniowo od ziemi, na której pozostał inżynier, który wyszedł. Inżynier, który pozostał w fabryce, widział coś niezwykłego w chwili, gdy fabryka swój ruch rozpoczynała; gdy jednak już się ustalił ruch fabryki jednostajny i prostoliniowy, inżynier widzi, że znowu wszystko jest w porządku, wszystko się odbywa według zasad mechaniki klasycznej. Lecz inżynier, który pozostał na ziemi i który obdarzony, przypuśćmy, wzrokiem przenikającym ściany fabryki, dostrzedz może, co się w niej dzieje, widzi rzeczy niepojęte: kolega jego spłaszczył się, kółka okrągłe stały się eliptycznymi, niektóre wały się skróciły, bieg kół rozpędowych stał się powolniejszy i t. p. Chcąc sobie na zasadzie swych dostrzeżeń zdać sprawę z tego, co jednocześnie dostrzega kolega, który w fabryce pozostał i porusza się wraz z nią, sięga on do przekształceń (2) mechaniki klasycznej. Jednak te prze-

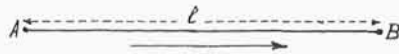
kształcenia sprawy mu wcale nie wyjaśniają. Do tego celu służą wzory, podane przez Lorentza i Einsteina, różniące się bardzo od wzorów mechaniki klasycznej. We wzorach Lorentza-Einsteina długości, czas, masy, siły i t. p. są zależnymi od prędkości względnej dwóch układów rozważanych.

Po drodze do przekształceń Lorentza-Einsteina zatrzymać się nam należy na bardzo ważnej sprawie, którą odmiennie, aniżeliśmy dotychczas przyzwyczajeni byli, traktować należy. Chodzi tu o prosty i niewzruszony, zdawałoby się mogło, *problem współczesności*. Wiemy, że światło biegnie z olbrzymią prędkością, wynoszącą 300 000 km/sek. Światło dochodzi od słońca do ziemi w ciągu (okrągło) 8 minut, to też w każdej chwili dostrzegamy na słońcu to, co się na niem działo przed ośmiu minutami. Na odległościach ziemskich opóźnienie, stąd wynikające, jest drobne, niedostrzegalne. Wszelako na odległościach wszechświatowych dosięgać ono może całych dni, lat, a nawet stuleci. A więc żadne zjawisko nie jest współczesne z chwilą, kiedy je dostrzegamy. Poznaliśmy też, że tenże sam okres czasu różni obserwatorowie (w zależności od ich prędkości względem jakiegoś obserwatora, którego za nieruchomego uważać zechcemy) rozmaicie oceniać będą, każdy z nich bowiem ma swoją jednostkę czasu. Nie o to jednak tu jeszcze chodzi. Współczesność dwu zjawisk, zredukowanych już co do czasu do prawdziwych swych epok, to znaczy po uwzględnieniu czasu przebiegu światła, okaże się jednak również względną, jak względny jest czas albo przestrzeń.

Ażeby uzmysłowić konieczność tego wniosku na prostym przykładzie, wystawmy sobie, iż puszczaemy jednocześnie dwa promienie świetlne albo dwa telegramy bez drutu ku dwu stacyom, leżącym od nas na jednakowych odległościach po obu stronach wzdłuż prostej, równoległej do kierunku ruchu ziemi względem słońca. Nie wątpimy, że oba sygnały dochodzą do obu stacyi jednocześnie. Domaga się tego zasada względności; zresztą doświadczenia Michelsona przekonały nas, że promienie światła (fale elektromagnetyczne) rozchodzą się na ziemi z jednakową prędkością na wszystkie strony. Jakże jednak przedstawiałyby się te dwa zdarzenia, to znaczy chwile dojścia do obu stacyi sygnałów, obserwatorowi, znajdującemu się poza ziemią, np. na słońcu? Dostrzega on ruch obu promieni, tak jak i my, jednakowo prędko w obie strony. Ponadto jednak dostrzeże on coś więcej, czego my nie widzimy. Dostrzeże on, że ziemia porusza się w przestrzeni, że stacya przednia umyka przed promieniem światła, a stacya tylna biegnie naprzeciw światłu. Rzecz prosta, że według jego oceny sygnał optyczny u stacyi tylnej pojawi się wcześniej, aniżeli u przedniej. I chodzi tu jedynie o ruch względny; toż samo zachodziłoby, gdyby ziemia pozostawała nieruchomą, a obserwator poruszał się względem niej z taką prędkością, jaką posiada ziemia na swojej orbicie. Widać tedy, iż sama zmiana stanowiska obserwatora, przerzucenie go z jednego układu poruszającego się w inny, zmienia natychmiast ocenę współczesności. Wystarczyłoby przyjąć w naszym przykładzie, że obserwator porusza się względem ziemi (w kierunku równoległym do prostej, łączącej obie stacye) z prędkością, bliską do prędkości światła, żeby chwilę zjawienia się drugiego sygnału, według oceny tego obserwatora, opóźnić względem chwili zjawienia się sygnału pierwszego o wieki całe.

Nad sprawą omawianą dokładniej jednak zastanowić się należy. Pokuśmy się o znalezienie zależności pomiędzy czasem, odczytywanym w układzie poruszającym się przez obserwatora, należącego do tego układu, na zegarze poruszającym się wraz z nim, i *czasem bezwzględnym*, za który przyjmujemy czas obserwatora nieruchomego, lub, warunkowo, czas, odczytywany przez obserwatora, względem którego odbywa się ruch układu. Czas bezwzględny (odczytywany przez obserwatora, którego za nieruchomego uważamy) oznaczajmy przez  $t$ , czas zaś względny (oznaczany przez obserwatora, należącego do poruszającego się układu) przez  $t'$ . Przedstawmy sobie, że w punktach  $A$  i  $B$  (rys. 7) *układu nieruchomego* znajdują się dwa zegary zupełnie jednakowe i uregulowane jak najdokładniej. Niechaj odległość  $AB$ , wymierzona przez obserwatora, *poruszającego się wraz z układem*, wynosi  $l$ . Najdoskonalszy sposób regulowania i porównywania zegarów w  $A$  i  $B$  jest następujący.

W chwili, uważanej i dla obserwatora nieruchomego i dla obserwatora, znajdującego się w punkcie *A* poruszającego się układu, za początkową ( $t = t' = 0$ ), zostaje wysłany z punktu *A* do punktu *B* sygnał świetlny (lub telegram bez drutu). Mówimy, że zegary w *A* i w *B* są uregulowane i idą



Rys. 7.

zgodnie, jeśli w chwili dojścia sygnału do *B* zegar obserwatora *B* wskazuje czas  $\frac{l}{c}$ , gdzie *c* oznacza prędkość światła (fal elektromagnetycznych); tyle bowiem czasu (dla obserwatora, poruszającego się z układem) zużywa światło na przejście drogi  $AB = l$ ). W chwili zatem wyjścia sygnału z *A*, oba zegary *A* i *B* (oraz zegar nieruchomy) wskazywały  $t' = 0$ , w chwili dojścia sygnału do *B*, oba zegary wskazują  $t'_0 = \frac{l}{c}$ .

Obliczmy, jaki czas bezwzględny odpowiada temu momentowi, to znaczy, ile wskaże zegar obserwatora nieruchomego w momencie dojścia sygnału do *B*. Dla obserwatora nieruchomego odległość *l* wydaje się skrócona w stosunku Lorentza, wynosi zatem  $lk = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ , w czem *v* oznacza prędkość układu. Prócz tego dla obserwatora nieruchomego miejsce *B* (leżące przed *A*, licząc w kierunku układu) ucieka przed przynoszącymi mu sygnał falami z prędkością *v*; to też względem punktu *B* światło porusza się z prędkością  $c - v$ . Drogę więc *AB* dla obserwatora nieruchomego światło przechodzi w czasie  $\frac{lk}{c - v}$ . Widzimy, że zegar obserwatora nieruchomego w chwili dojścia sygnału do *B* wskaże czas  $t_0 = \frac{lk}{c - v}$ . Możemy teraz rozwiązać zadanie postawione, mianowicie obliczyć czas *t'*, który odczytamy na zegarze punktu obserwacyjnego *B* w chwili, gdy zegar obserwatora nieruchomego wskazuje wogóle czas *t*. Od chwili przybycia do *B* sygnału, upłynął czas bezwzględny:

$$a = t - t_0 = t - \frac{lk}{c - v}.$$

Zegar obserwatora ruchomego porusza się  $\frac{1}{k}$  razy wolniej; w czasie, w którym zegar nieruchomy wybił *a* sekund, zegar obserwatora *B* wskazuje:

$$a' = ak = k \left( t - \frac{lk}{c - v} \right).$$

Tyle sekund upłynęło na zegarze miejsca *B* od chwili przybycia sygnału świetlnego. A że w chwili przybycia tego sygnału zegar *B* wskazywał już czas  $t'_0 = \frac{l}{c}$ , zatem w chwili, gdy zegar nieruchomy wskazuje czas *t*, zegar obserwatora, znajdującego się w *B*, wskazywać będzie:

$$t' = t'_0 + a' = \frac{l}{c} + k \left( t - \frac{lk}{c - v} \right).$$

Pamiętając, że  $k = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ , otrzymujemy stąd z łatwością:

$$t' = kt - \frac{v}{c^2} l \dots \dots \dots (5).$$

Przypomnijmy, że w chwili początkowej (w chwili puszczenia sygnału z *A*) wskazania zegara nieruchomego i zegara w *A* (w punkcie zerowym) były zgodne ( $t = t' = 0$ ). Po pewnym czasie zegar nieruchomy wskazuje *t* sek., zegar zaś w punkcie zerowym (w *A*,  $l = 0$ ) wskaże:

$$t'_A = kt \text{ sek.},$$

co pozostaje w zgodzie ze zrozumianiem wcześniej zwolnieniem biegu poruszającego się zegara. Lecz zegar, znajdujący

<sup>1)</sup> Taki sposób regulowania zegarów, znajdujących się w różnych miejscach np. kuli ziemskiej, różni się od sposobu astronomicznego; przy podanym sposobie wszystkie zegary kuli ziemskiej powinny dawać jednocześnie wskazania jednakowe; zobaczymy jednak za chwilę, że wskazania ich jednak cokolwiek różnić się będą.

się na odległości *l* od punktu zerowego w kierunku ruchu układu, wskazywać będzie w tejże samej chwili nie *kt* sek., lecz:

$$t'_B = kt - \frac{v}{c^2} l,$$

to znaczy opóźnia się względem zegara, znajdującego się w punkcie zerowym. Zatem bezwzględnie, to znaczy ze stanowiska obserwatora nieruchomego, zegary układu poruszającego się nie są w zgodzie z sobą (choć były przez obserwatorów, należących do układu, w sposób opisany jak najdokładniej uregulowane), mianowicie każdy zegar wykazuje tem większe opóźnienie, im dalej się on znajduje od punktu zerowego w kierunku ruchu układu. Wobec tego każdy punkt układu poruszającego się posiada swój czas miejscowy, zależny od prędkości ruchu układu<sup>2)</sup>. Opóźnienie wynosi  $\frac{v}{c^2}$  sekund na każdą jednostkę długości, równoległej do kierunku ruchu względem obserwatora, dostrzegającego zegary układu. Według zasady względności jest tu wszystko jedno, czy się porusza układ, czy też obserwator (w kierunku wręcz przeciwnym).

Równanie (5) przeczy dotychczasowemu pojęciu o spóeczności. Z równania tego jest rzeczą jasną, że różni obserwatorowie, należący nawet do tegoż samego układu poruszającego się, różne, niejako, daty temuż samemu zjawisku nadawać będą, bo ich zegary jednocześnie różne wskazania dają. A szereg zjawisk, zachodzących w tym samym układzie według oceny obserwatorów tego układu jednocześnie (przy jednakowych wskazaniach ich zegarów), dla obserwatora np. nieruchomego wcale jednocześnie nie jest. Prosty przykład lepiej to nam wyjaśni. Niechaj np. nocą przejeżdża obok nas pociąg kolejowy, poruszający się względem nas z prędkością *v*. Polecono służbie zapalać lampy jednocześnie we wszystkich wagonach. Lecz zegar w pierwszym wagonie, odległym od ostatniego wagonu o *l*, opóźnia się względem zegara, znajdującego się w tym ostatnim wagonie, według naszej oceny, o  $\frac{v}{c^2} l$ . To też, chociaż służba posługuje się

zegarami, zawieszonymi w wagonach i uregulowanymi (według sygnałów optycznych, jak opisano wcześniej) jak najdokładniej, tak iżby według oceny obserwatora, znajdującego się w pociągu, wskazywały jednocześnie tę samą godzinę, minutę i sekundę, nie uznamy bynajmniej oświetlenia wagonów za jednoczesne. Okna ostatniego wagonu zajaśnieją wcześniej, aniżeli pierwszego. Gdyby nas zapewniano, że wszystkie wagony mają być oświetlone jednocześnie, doszlibyśmy do wniosku, że zegary różnych wagonów nie idą zgodnie. Każdy wóz, według naszego mniemania, miałby swój czas miejscowy: najwcześniejszy w tylnym wozie, najpóźniejszy w przednim. Zobaczymy, jak się przedstawia sprawa czasu miejscowego na ziemi np. dla obserwatora słonecznego. Weźmy największą odległość np. transmisji fal elektrycznych (telegrafu bez drutu) równą  $l = 7000 \text{ km}$ . Wobec  $\frac{v}{c} = 0,0001$ , znajdziemy różnice wskazań na ziemi zegarów odległych o  $7000 \text{ km}$  (uregulowanych według sygnałów optycznych), jaką dostrzegłby obserwator słoneczny, równą:

$$\frac{v}{c^2} l = \frac{7000 \cdot 0,0001}{300\,000} = \text{około } \frac{1}{400\,000} \text{ sek.}$$

Widzimy, że to opóźnienie leży znacznie niżej, aniżeli dają możliwość zauważyć najczulsze chronometry.

Rozważyliśmy wcześniej przekształcenia (2) i (2') mechaniki klasycznej, z których korzystać należy, chcąc z dostrzeżeń, robionych w jednym układzie, sądzić o tem, co dostrzeżę obserwator, należący do układu drugiego, poruszającego się względem układu pierwszego z pewną prędkością. Zwrócić uwagę należy na to, iż w obu przekształceniach (2) i (2') czas *t* jest jednakowy, niezależny ani od położenia obserwatora, ani od jego prędkości; w mechanice klasycznej wskazania zegaru ani od jego położenia, ani od jego prędkości nie zależą wcale.

<sup>2)</sup> Pojęcie czasu miejscowego zostało wprowadzone do nauki przez Lorentza.

Przyjrzyjmy się obecnie, jak się sprawa tych przekształceń przedstawia z punktu widzenia zasady względności.

Znowu rozważamy dwa układy spólrzędnych  $Oxyz$  i  $O'x'y'z'$  (rys. 8), z których układ  $Oxyz$  przyjmujemy (na chwilę) za nieruchomy i zakładamy, że układ  $O'x'y'z'$ , w którym oś  $O'x'$  jest wspólna z osią  $Ox$ , osie zaś  $O'y'$  i  $O'z'$  są wciąż równoległe odpowiednio do osi  $Oy$  i  $Oz$ , porusza się w kierunku osi  $Ox$  ( $\parallel O'x'$ ) ruchem postępowym prostoliniowo i jednostajnie z prędkością  $v$ . W chwili początkowej niechaj  $O'$  wypadła w  $O$ . W  $O$  niechaj się mieści obserwator, uważany (chwilowo) za nieruchomego; czas, dostrzegany przez niego na jego zegarze, oznaczamy będziemy przez  $t$ . W punkcie  $B$  na osi  $O'x'$  układu poruszającego się niechaj się mieści drugi obserwator, poruszający się wraz z tym układem (nie zmieniający jednak z biegiem czasu swego miejsca w tym układzie); odległość jego  $O'x'$  od  $O'$  według jego oceny niechaj wynosi  $x'$ ; czas, dostrzegany przez tego obserwatora, oznaczamy będziemy przez  $t'$ : jest to *czas miejscowy* obserwatora  $B$ .

W chwili początkowej, zakładamy, że  $O'$  wypadła w  $O$ ; w tej chwili czas bezwzględny (obserwatora, nieruchomego w  $O$ ) i czas miejscowy, obserwatora, znajdującego się w  $O'$ , przyjmujemy za równy zeru:  $t = t' = 0$ . Po  $t$  sekundach na zegarze obserwatora nieruchomego odległość punktu  $B$  od  $O$  wyniesie dla obserwatora nieruchomego:

$$x = kt + vt.$$

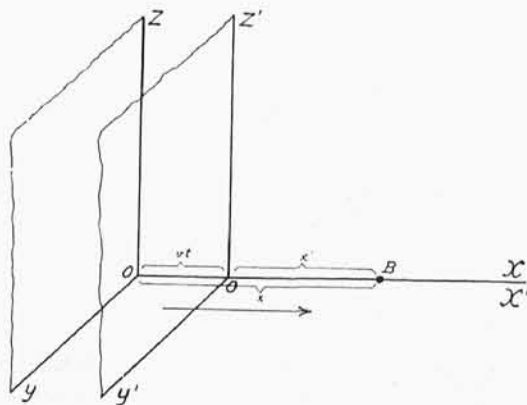
Istotnie, cały układ  $O'x'y'z'$  w czasie  $t$  odsunął się na odległość  $vt$ , a odległość punktu  $B$  od  $O'$ , wynosząca  $x'$  w ocenie obserwatora, należącego do poruszającego się układu, w ocenie obserwatora nieruchomego wynosi  $ktx'$ .

Z ostatniego równania znajdujemy:

$$x' = \frac{1}{k} (x - vt).$$

Wymiary (spólrzędne) poprzeczne do kierunku ruchu zmianie nie ulegają, to znaczy:

$$y' = y; \quad z' = z.$$



Rys. 8.

Należy jeszcze podać wzór, pozwalający obliczyć czas miejscowy  $t'$  obserwatora  $B$  w chwili, gdy obserwator nieruchomy  $O$  dostrzega na swoim zegarze czas  $t$ .

Wstawiamy w tym celu we wzorze (5)  $x' = \frac{1}{k} (x - vt)$

zamiast  $l$ . Otrzymujemy:  $t' = kt - \frac{v}{c^2} \cdot \frac{1}{k} (x - vt)$ . Pamiętając że  $k = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ , znajdujemy z łatwością:

$$t' = \frac{1}{k} (t - \frac{v}{c^2} x).$$

Tak więc dla przejścia od układu  $Oxyz$ , uważanego za nieruchomy, do układu  $O'x'y'z'$ , poruszającego się względem niego z prędkością  $v$ , posługiwać się należy przekształceniami:

$$\left. \begin{aligned} x' &= \frac{1}{k} (x - vt) \\ y' &= y \\ z' &= z \\ t' &= \frac{1}{k} (t - \frac{v}{c^2} x) \end{aligned} \right\} \text{gdzie: } k = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (6)$$

Jak widzimy, równania te różnią się wyraźnie od równań (2) mechaniki klasycznej. Najbardziej uderza równanie, dotyczące czasu, które jest w całości wytworem nauki, opartej na zasadzie względności. Jeżeli prędkość  $v$  jest bardzo mała w porównaniu z prędkością światła  $c$ , odrzucając  $\frac{v^2}{c^2}$

w porównaniu z jednością, przyjmiemy  $k = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 1$ ;

wówczas równania (6) przechodzą w równania (2) mechaniki klasycznej. Z równań (6) korzystać powinien inżynier, o którym była wcześniej mowa, względem którego porusza się cała fabryka z prędkością  $v$ , by na zasadzie swych dostrzeżeń ( $x, y, z$  dla różnych punktów fabryki w różnych czasach  $t$ , oznaczanych na jego zegarze) mógł wnioskować o tem, co dostrzega jednocześnie jego kolega, poruszający się wraz z fabryką, który oznacza  $x', y', z'$  dla różnych punktów fabryki w układzie spólrzędnych, związanych z fabryką, jednocześnie z czasem  $t'$ , dostrzeganym na zegarach fabrycznych.

Rozwiązując równania (6) względem  $x, y, z$  i  $t$  otrzymujemy z łatwością:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{1}{k} (x' + vt') \\ y &= y' \\ z &= z' \\ t &= \frac{1}{k} (t' + \frac{v}{c^2} x') \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

Przekształcenia (6) i (7) różnią się jedynie tylko znakiem przy prędkości  $v$ , podobnie, jak to poznaliśmy wcześniej w przekształceniach (2) i (2') mechaniki klasycznej. Oznacza to, jak i poprzednio, że przy rozważaniu dwóch układów, poruszających się względem siebie, chodzi jedynie o prędkość ich *ruchu względnego*, a nie o to, który układ za nieruchomy uważamy. Leży to przecież w osnowie zasady względności.

Z wzorów (7) powinienby korzystać inżynier, w układzie wcześniej przytoczonym, któryby z dostrzeżeń, poczynionych w poruszającej się wraz z nim fabryce ( $x', y', z'$  i  $t'$ ), znając prędkość  $v$  jednostajnego i prostoliniowego ruchu fabryki względem inżyniera, który pozostał na ziemi, chciał obliczyć, co ów kolega ( $x, y, z$  i  $t$ ) dostrzegać będzie.

Z wzorów (6) i (7) dają się analitycznie wyprowadzić wszelkie wnioski kinematyczne, do jakich prowadzi zasada względności. We wzorach tych tkwi też i postulat o jednakowej prędkości światła dla wszystkich obserwatorów (czyli tak zwany *drugi postulat* zasady względności). Rozważmy punkt świetlny, umieszczony w punkcie zerowym  $O$  (na przecięciu osi spólrzędnych) układu  $Oxyz$ , który za nieruchomy uważać chcemy. Po czasie  $t$ , wymierzonym przez obserwatora (nieruchomego), mieszczącego się również np. w  $O$ , światło rozchodzi się na wszystkie strony na odległość  $ct$ , w czym  $c$  oznacza prędkość światła, obliczoną według pomiarów obserwatora (nieruchomego) z przebiegu fal świetlnych w tym układzie  $Oxyz$ , który za nieruchomy uważamy. Równanie kulistej powierzchni fali przedstawia się:

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2 \quad \dots \dots \dots (a)$$

Przejdźmy do układu ruchomego  $O'x'y'z'$ . Po czasie  $t'$ , wymierzonym przez obserwatora, należącego do tego układu poruszającego się, światło, rozchodzące się ze źródła światła, mieszczącego się w punkcie zerowym  $O'$  układu, dochodzi do powierzchni kuli o promieniu  $c't'$ , w czym  $c'$  jest prędkością światła, oznaczoną przez obserwatora, należącego do układu poruszającego się z przebiegu fal świetlnych w tym układzie. Równanie kulistej powierzchni fali w tym układzie ruchomym spólrzędnych jest:

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = c'^2 t'^2 \quad \dots \dots \dots (b)$$

Lecz podstawiając w równaniu (a) zamiast  $x, y, z$  i  $t$  ich wartość z wzorów (7), otrzymamy:

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2 t'^2 \quad \dots \dots \dots (c)$$

Porównanie wzorów (b) i (c) daje:  $c'^2 t'^2 = c^2 t'^2$ , czyli  $c = c'$ , to znaczy: wartości prędkości światła, otrzymane przez obserwatora nieruchomego i poruszającego się, są jednakowe. A na tem właśnie polega drugi postulat zasady względności.

Do wniosków uderzających prowadzi dodawanie prędkości na zasadzie wzorów (6) i (7). Niechaj *względem ukła-*

du ruchomego  $O'x'y'z'$  porusza się ciało w kierunku równoległym do osi  $Ox$ , czy też  $O'x'$ , z prędkością  $u'$ , jednakowo skierowaną z prędkością  $v$ , z jaką układ  $O'x'y'z'$  porusza się względem układu  $Oxyz$ , uważanego za nieruchomy. Znaleźć należy prędkość  $u$  tego ciała względem układu  $Oxyz$ , to znaczy prędkość tego ciała w ocenie obserwatora, należącego do układu  $Oxyz$ . Mechanika klasyczna dałaby:  $u = v + u'$ . Istotnie, jeżeli statek porusza się względem obserwatora, stojącego na brzegu, z prędkością  $v$ , i na pokładzie podróży porusza się względem statku w tym samym kierunku z prędkością  $u'$ , to przecież prędkość tego podróźnego względem obserwatora, stojącego na brzegu, powinna wynosić:  $u = v + u'$ .

Inaczej rzecz się ma w teorii względności. Niechaj w chwili początkowej ( $t = t' = 0$ ) ciało rozważane znajduje się w  $O'$ , wypadającym w tej chwili w  $O$  układu nieruchomego. Po  $t'$  sekundach, wyznaczonych przez obserwatora układu ruchomego  $O'x'y'z'$  na jego zegarze, ciało przebyło wzdłuż osi  $O'x'$  drogę o długości (wymierzonej przez obserwatora układu):

$$x' = u' t', \text{ stąd } u' = \frac{x'}{t'}$$

Aby teraz przejść do układu nieruchomego, zastosujmy wzory (6). Otrzymamy:

$$u' = \frac{\frac{1}{k}(x - vt)}{\frac{1}{k}(t - \frac{v}{c^2}x)} = \frac{x - vt}{t - \frac{v}{c^2}x}$$

Znajdujemy stąd:

$$x = \frac{(u' + v)t}{1 + \frac{u'v}{c^2}}$$

Poszukiwana prędkość  $u$  wynosi:

$$u = \frac{x}{t} = \frac{u' + v}{1 + \frac{u'v}{c^2}}$$

We wziętym więc przykładzie prędkość podróźnego, poruszającego się na statku, według oceny obserwatora, stojącego na brzegu, wynosi nie  $u' + v$ , lecz

$$u = \frac{u' + v}{1 + \frac{u'v}{c^2}} \dots \dots \dots (8)$$

Oczywiście, zawsze  $u < u' + v$ : prędkości (jednakowo skierowane) nie sumują się algebraicznie.

Z wzoru (8) wypada, że składanie dowolnych prędkości daje zawsze wypadkową mniejszą od prędkości światła, a co najwyżej jej równą. W istocie, przypuśćmy, że jedna ze składowych (jednakowo, lub wręcz przeciwnie skierowa-

nych) prędkości, np.  $u'$  we wzorze (8), jest równą prędkości światła:  $u' = c$ . Dodajmy jeszcze lub odejmijmy prędkość  $v$  (t. j. dodajmy  $\pm v$ ). Otrzymamy:

$$u = \frac{c \pm v}{1 \pm \frac{vc}{c^2}} = \frac{c \pm v}{1 \pm \frac{v}{c}} = c$$

Widzimy, że składanie prędkości światła z dowolną inną (dodatnią lub ujemną) prędkością daje tę samą prędkość światła. Jest to więc największa prędkość, z jaką możemy mieć do czynienia w przyrodzie. Prędkość światła, co zaznaczyliśmy już wcześniej, posiada znaczenie takie w fizyce, jak, powiedzmy, nieskończoność w matematyce:

Wynikający z zasady względności wzór (8) o składaniu prędkości prowadzi do wzoru Fresnel'a (4), sprawdzonego przez Fizeau (rys. 5) i innych, a określającego prędkość światła w poruszającej się cieczy. Prędkość  $u'$  światła w cieczy wynosi  $u' = \frac{c}{n}$ , gdzie  $c$  oznacza prędkość światła w próżni,  $n$  — współczynnik załamania światła przez ciecz. Prędkość cieczy (w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu światła, jak w lewej połowie rury na rys. 5) względem obserwatora oznaczmy przez  $v$ . Według wzoru (8) prędkość światła względem obserwatora wynosi:

$$c' = \frac{\frac{c}{n} + v}{1 + \frac{\frac{c}{n}v}{c^2}} = \frac{\frac{c}{n} + v}{1 + \frac{v}{cn}}$$

Odrzucając wyrazy, zawierające drugą i wyższe potęgi stosunku  $\frac{v}{c}$  (bo prędkość cieczy  $v$  we wszystkich doświadczeniach jest niesłychanie mała w porównaniu z prędkością światła w próżni  $c$ ), możemy napisać:

$$c' = \left(\frac{c}{n} + v\right) \left(1 - \frac{v}{cn}\right) = \frac{c}{n} + v - \frac{v^2}{n^2} - \frac{v^2}{cn}$$

Odrzucając jeszcze bardzo mały wyraz  $\frac{v^2}{cn}$ , otrzymujemy:

$$c' = \frac{c}{n} + v \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

$\frac{c}{n}$  oznacza tu prędkość światła w cieczy nieruchomej. Widzimy, że w cieczy, poruszającej się w kierunku promieni z prędkością  $v$ , prędkość światła wypada o  $v \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$  większa, co wykazały też pomiary Fizeau. (D. n.)

## Przegląd wystaw, konkursów, kongresów i zjazdów.

### O Sekcji budowy maszyn II Zjazdu Górników, Hutników i Mechaników w Petersburgu.

(Referat odczytany na posiedzeniu Koła Mechaników d. 8 października 1913 r. przez inż. S. J. Okolskiego).

W r. 1900 w Paryżu zebrał się pierwszy „Congrès international des mines, de la métallurgie, de la mécanique et de la géologie appliquées”, na którym zdecydowane zostało urządzić kongresy identyczne peryodycznie co lat pięć. Następny kongres odbył się podczas wystawy w Leodyum w roku 1905 i pozwolił uczestnikom obeznać się z górnictwem, hutnictwem i przemysłem maszynowym tej części Belgii, która skupia się koło Leodyum. W roku 1910 urządzony został, i należy uznać zorganizowany wybornie, kongres w Düsseldorfie, środkiem przemysłu zachodnio-niemieckiego i w tym też roku odbył się pomiędzy 1 i 7 września w Ekaterynostawiu, gdzie wówczas urządzona była wystawa okręgowa, I-y Zjazd rosyjski działający na polu górnictwa, hutnictwa i budowy maszyn, wzorowany na kongresach międzynarodowych. Do Zjazdu tego zapisało się 415 uczestników, lecz stawiło się znacznie mniej i organizacja jego nosiła charakter prymitywny. Z referatów, wygłoszonych w sekcji budowy maszyn, zostały pomieszczone w sprawozdaniach: 2 prace o zmiekszaniu wody (Zimina i Wołżyna), o zastoso-

waniu pary przegrzanej do parowozów Kuligowskiego, o budowie turbin—Rogińskiego, o wentylatorach kopalnianych — Fiodorowa, o nadmiernych napięciach lin wyciągowych — Zaborowskiego, o kondensatorach Westinghouse-Leblanc—Hanickiego, o ekspertyzach maszyn rolniczych—Czernysza, o specjalizacji w produkcji—Szydlera, i o zastosowaniu silników spalinowych w rolnictwie—Baranowskiego.

\* \* \*

II Zjazd pierwotnie naznaczony na początek roku 1913, w jesieni ubiegłej odłożony został na wiosnę i istotnie odbył się pomiędzy 30 kwietnia i 7 maja now. st. w Petersburgu. Pomimo, że od pierwszego Zjazdu dzielił go odstęp trzyletni i że sporo jego uczestników zjawilo się powtórnie, jednakże nie można uznać jego organizacji za wzorową. Mianowicie program Zjazdu nie był ustalony prawie do ostatniej chwili, referaty nie tylko nie były rozesłane naprzód z górną na miesiąc, jak to miało miejsce w Düsseldorfie,

lecz wogóle nie zostały dotąd wydrukowane, za kwalifikację dostateczną do uczestnictwa uznawano opłacenie wpisowego, lub też wpuszczano na posiedzenia każdego, kto chciał, wobec czego brakło niektórym posiedzeniom powagi i odczuwało się niejednokrotnie atmosferę wieców. Pomimo tych braków, Zjazd był niewątpliwie wartościowy z dwóch względów. Przedewszystkiem pozwolił uczestnikom zwiedzić ponczające urządzenia nowej politechniki petersburskiej, której skala przekracza inne zakłady podobne w Europie, i liczne fabryki Petersburga i jego okolicy, których produkcja lub urządzenie dostarczyć mogą każdemu technikowi wielu materiałów nie tylko ciekawych, lecz i cennych dla pracy zawodowej.

Z referatów, które wywołały uchwały, wymienić należy: W. D. Warenowa. — „Przepisy próbowania maszyn i turbin“. Przepisy te, opracowane przez Tow. Technologów, w zasadzie zostały zatwierdzone i zmiany mogą być omówione na zjeździe następnym. To samo miało miejsce z pracą M. N. Lewickiego — „Przepisy prób dokonywanych z kotłami parowymi“.

Identyczna uchwała zapadła co do referatów: R. W. Polakowa — „Warunki na dostawę stali narzędziowej szybko tnącej“, W. D. Warenowa „Przepisy sprawdzania indykatorów“ i A. P. Hermana — „Przepisy próbowania kompresorów i wentylatorów“, natomiast zatwierdzenia „Norm przyjmowania obrabiarek“ i „Próbowania obrabiarek na wydajność“ opracowane przez N. N. Sawina, „Sprawdzania dokładności obrabiarek“ K. O. Kurbatowa i „Warunków przyjmowania odlewów żeliwnych“ również Kurbatowa — zostały do Zjazdu następnego.

Referat P. G. Kuligowskiego „O warunkach technicznych dostaw na resory“ wywołał życzenie Zjazdu opracowania norm do obliczania i przyjmowania sprężyn wogóle, zaś praca S. F. Szarpantie „O przygotowaniu technicznego personelu odlewni“ zwróciła uwagę na postępy, jakie w tym kierunku osiągnięte zostały w Europie Zachodniej i które winny być naśladowane.

W kwestyi spajania acetylenowego, referowanego przez P. J. Rozena i G. S. Sangowicza zapadła uchwała, by dokonać prac doświadczalnych co do wpływu rozmaitych sposobów spajania na własności materiałów rosyjskich. Następnie by zastosowanie spajania w kotlarstwie było kontrolowane przez towarzystwa dozoru kotły i by przedsięwziąć środki wytworzenia zastępu dobrych spawaczy. Wreszcie, by wypracować zasady przyjmowania i ustawiania generatorów, oraz własności materiałów surowych, używanych do wyrobu gazu i wydać podręcznik wyczerpująco traktujący tę sprawę.

Prace A. W. Rjazancewa „Chłodnictwo w Rosyi“ i N. A. Borodina „O konieczności zapoczątkowania budowy w Rosyi narzędzi dla przerobu łożu“ były podniętą do wypowiedzenia zachęty, by fabryki rosyjskie zajęły się wyrobem maszyn chłodniczych i narzędzi do przygotowywania i drobienia łożu, zakłady zaś naukowe techniczne urządziły specjalne kursy poświęcone chłodnictwu.

Uwagę powszechną zwrócili odczyty prof. W. I. Hryniewieckiego i B. O. Polakowa „Fabrykacja lokomobil w fabryce Ludinowskiej“ i inż. Jana Piotrowskiego „Spółczesna organizacja fabrykacji obrabiarek w fabryce Gerlacha i Pulsta w Warszawie“, i licznie zwiedzana fabryka maszyn do wyrobu papierosów i wag automatycznych do odważania herbaty J. A. Siemionowa. To też sekcya podkreśliła te czynniki zasadnicze, które zostały zastosowane w fabrykach wymienionych, a mianowicie: normalizacja części składowych, wprowadzenie sposobów fabrykacji masowej, obróbki dokładnej i montażu za pomocą kalibrów i t. p. oraz zaprowadzenie biur dla kierownictwa, obrachunku i kontroli robót wykonywanych w warsztatach. Następnie sekcya uznała, że tylko fabrykacja, dokonywana w sposób wzmiankowany, może wywołać niższą cenę maszyn i zapewnić im własności nie niższe, niż najlepszych wyrobów zagranicznych. Wreszcie sekcya wyraziła życzenie, by najnowsze metody fabrykacji zwróciły uwagę przemysłowców i techników i były jak najszerszej zastosowywane. Referat K. P. Boklewskiego o premiach wydawanych na budowę statków handlowych, nie miał podkładu technicznego i jest dla nas bez znaczenia. Odczyty G. Rubina „Cel i zadania pracowni do badania paliwa“ i Szczekariowa „O kalorymetrycznym badaniu paliwa“ były podniętą do wypowiedzenia przez Sekcyę maszynową, łącznie z górniczą życzeń, by powstała pracownia neutralna do badania paliwa i następnie, by zwrócona została uwaga na niektóre szczegóły przy pracach z kalorymetrem. Wynikiem przemówienia prof. W. J. Hryniewieckiego z Moskwy: „Ewolucja współczesna zadań techniki i wykształcenia technicznego“, wygłoszonego na posiedzeniu wszystkich sekcji zjazdu, była uchwała, że wyższa szkoła techniczna winna odpowiadać ewolucji zadań techniki i zawsze być na poziomie

współczesnych wymagań przemysłu, zarówno co do zakresu przedmiotów teoretycznych, jak i metodyki wykładowej. W celu zachowania istotnego kontaktu pomiędzy życiem przemysłowym i szkołą, konieczne są dwa warunki: Szkoła winna posiadać zupełną samodzielność co do prowadzenia nauczania i zarządu jej ustrojem, oraz wszystkie szkoły techniczne powinny stale obcować z sobą i techniką praktyczną za pośrednictwem zjazdów, poświęconych wykształceniu technicznemu i zjazdów ogólnotechnicznych.

Z referatów, które nie wywołały rezolucji, lecz zasługiwały na wyróżnienie, wymienić należy: A. Lipca — „O wyrównoważaniu silników tłokowych i parowozów“, oparty na subtelnym podkładzie matematycznym, Kirsza — który opowiedział swe ciekawe doświadczenia z paleniskami kotłowymi, opalanymi antracytem, Blachera — „Klasyfikacja paliwa na podstawie analizy“, Klarka — „Sposób graficzny obliczania kotłów parowych“, i szereg wykładów Pio-Ulskiego, Hanickiego, i t. p. o silnikach ciepłokowych, ze specjalnem uwzględnieniem turbin parowych, budowanych obecnie w dużej liczbie w fabrykach petersburskich dla marynarki wojennej.

Uzupełnieniem nader cennem posiedzeń było zwiedzanie zakładów przemysłowych i naukowych.

Z pierwszych wymienić winniem: Elektrownię Towarzystwa Oświetlenia Elektrycznego 1886 r. na kanale Obwodowym, zaopatrzoną wyłącznie w turbiny parowe wielkiej sprawności, Elektrownię Belgijskiego Towarzystwa na Fontance, która przebudowuje się obecnie z maszyn tłokowych na turbiny, Elektrownię „Helios“ i miejską stację tramwajową. Następnie wzmiankowaną powyżej fabrykę I. A. Siemionowa, i fabrykę maszyn Lud. Nobla, budującą wyłącznie silniki Diesela. Obiedwie, a poczęści i Fabryka Pneumatyczna i podobno Metalowa, oraz wyrobów szmerglowych Struka pod względem organizacji ogólnej i urzędzeń warsztatowych, i ich wyzyskania sprawują doskonale wrażenie na zwiedzającym. Kolosy petersburskie, do liczby których zaliczyć należy Zakłady Putiłowskie, Obuchowskie, Bałtyckie, Newskie i Izorskie w Kołpinie, ciekawe są pod względem różnorodności wykonywanych robót, oraz ich skali. To też niektóre obrabiarki, np. wielkie tokarki do turbin parostatkowych, maszyny do obróbki pancerzy i t. p. można widzieć jedynie w tych fabrykach. Natomiast odczuwać się w nich daje mniej intensywne wykorzystanie z urzędzeń i organizacya biurokratyczna. W fabryce Izorskiej do najciekawszych oddziałów, gdzieindziej niespotykanych, należy stacya wytwarzająca gazy skroplone (wodór, tlen) do spawania, i wytwórnia rur żelaznych sposobem Manesmana, w opracowaniu konstrukcyjnym amerykańskiem Stiefel-Nicolsona.

Z zakładów specjalnych zwiedzane były Cesarskie fabryki porcelany i szkła, oraz Mennica w fabryce Petropawłowskiej, czyniąca oryginalne wrażenie przez umieszczenie wielu współczesnych maszyn w starodawnych izbach sklepionych, lecz której atmosfera więzienna niemile działa na zwiedzającego.

Wreszcie z zakładów naukowych zwiedzany był: przebudowywany Instytut Technologiczny, Instytut Górniczy, Muzeum rolnicze, Laboratorium mechaniczne Instytutu Inżynierów Komunikacji i wreszcie Instytut Politechniczny w Sosnowce pod Petersburgiem. Najnowsza ta i największa uczelnia techniczna w Państwie zbudowana jest w lesie, w odległości godziny jazdy tramwajem parowym od miasta. Architektura i rozplanowanie ogólne nie wychodzą po za szablony, natomiast zasobność urzędzeń wewnętrznych jest godna podziwu i wszędzie widać, że inicjatywa profesorów nie była krępowana przez względy oszczędnościowe.

Na powyższem końcu pobieżny przegląd sekcji budowy maszyn na II-m Zjeździe, w którego liczbie uczestników zaledwie kilku znalazło się kolegów ze Stowarzyszenia. Sądzę, że wobec pewnego wpływu, jaki technicy-polacy mają na ukształtowanie się przemysłu i handlu w Rosyi i związku, istniejącego pomiędzy produkcją Królestwa i zapotrzebowaniem Cesarstwa, podobna abstynencya jest nie na miejscu, i że w interesie ogólnym jest wystąpienie zorganizowane na przyszłym Zjeździe, który ma się odbyć w Moskwie w zimie roku 1915.

Mam nadzieję, że do r. 1915 będziemy mieli czas odpowiednio się przygotować i że w roku tym pojedziemy na Zjazd międzynarodowy do Londynu by się uczyć, jak należy zjazdy takie organizować, a następnie do Moskwy, by wykazać, w jaki sposób winny występować na nich grupy należycie zorganizowane i przygotowane.

S. I. Okolski, inż.

## KRYTYKA I BIBLIOGRAFIA.

*Frederick Soddy. Die Chemie der Radio-Elemente.* Tłomaczył z angielskiego Max Iklé. Str. 178. Nakład J. A. Bartha w Lipsku. 1912, Mk 4.

Pomimo niewielkiej objętości, znajdujemy w tej książce Frederica Soddy'ego dokładny i względnie wyczerpujący opis najbardziej typowych właściwości owych trzydziestu pierwiastków chemicznych, które odznaczają się radyoczynnością. Chemikowi lub technikowi o wykszoleniu fizykochemicznym a nieobeznanemu jeszcze z temi nowymi pojęciami, które powołała do życia niedawno powstała chemia pierwiastków radyoczynnych, w dziełku tym dana jest bezsprzecznie dobra sposobność poznania nowej dziedziny, bardzo przejrzyście przedstawionej przez wytrawnego badacza i znawcę na tem polu. Nasamprzód autor wyszczególnia w sposób bardzo jasny lecz może w nieco zbyt krótkich słowach zasadnicze pojęcia radyologii, poczem charakteryzuje głównie ze strony chemicznej poszczególne pierwiastki w porządku genetycznym.

Zatrzymajmy się na podstawowych punktach tego niezmiernie ciekawego dziełka, w którym nurtują najnowsze prądy dzisiejszej nauki o promieniotwórczości. Najbardziej zasadniczą cechą wszystkich pierwiastków radyoczynnych wykryli we wspólnych pracach pani i pan Curie. Cecha owa wyraża się w tem, że radyoczynność jest właściwością atomu materialnego. Ani natura połączenia chemicznego, w którym znajduje się atom, ani też jakiegokolwiek warunków fizycznych nie mogą zmienić owej radyoczynności. Dotychczas nie udało się jeszcze zniszczyć ani zmniejszyć tej ostatniej, również nie jest jeszcze w naszej mocy uczynić radyoczynnym pierwiastek nieradyoczynny. Przemiany radyoczynne przebiegają w określony sposób i z określoną prędkością i niepodobna na razie je zmienić. Jeszcze niedawno przypuszczano, że każda substancja jest do pewnego stopnia promieniotwórcza, tak samo jak jest do pewnego stopnia magnetyczna; fakty dowiodły jednak, że radyoczynność jest niezmiernie rzadką własnością materii. Znany obecnie trzydzieści różnych typów materii radyoczynnych, z których każdy posiada wybitnie określone własności promieniowania. Wszystkie one pochodzą z uranowych i torowych minerałów, a wyodrębnienie i identyfikowanie poszczególnych indywidualów zawdzięczamy wyłącznie niezwykle czułości metod radyoczynnych, które w tym kierunku 1000 razy przewyższają metody spektroskopowe.

O potężnym wpływie dla rozwoju radyologii i dla zrozumienia całego ogromu faktów, nie posiadających żadnej analogii w innych działach wiedzy, była teoria dezintegracji i przemian radyoczynnych, dana przez Rutherforda i Soddy'ego. Teoria ta orzeka, że pierwiastki radyoczynne są niestałe i wciąż samorzutnie się zmieniają, a ze zmianą tą jest połączone wydzielenie promieni ze strony pierwotnego atomu i wytworzenie nowego typu atomu radyoczynnego. Proces taki zachodzi stopniowo, a każdy atom materii promieniotwórczej wytwarza tylko jeden atom nowego rodzaju. Równowaga następuje wtedy, gdy tyle atomów się rozkłada, ile się na nowo tworzy. W ten sposób otrzymujemy hierarchię substancji radyoczynnych, genetycznie z sobą związanych. Pomiarzy Ramsaya i Soddy'ego dowiodły w samej rzeczy, że rad przechodzi w hel: 1 g radu daje dziennie 0,5 mm<sup>3</sup> helu. Doświadczalnie nie zostało jeszcze dowiedzione pochodzenie radu i aktynu od uranu: jednak jest wielce prawdopodobne, że takie przypuszczenie jest słuszne. Pomimo, że stałość radyopierwiastków jest bardzo różna, leży ona w granicach 1/1000 sekundy i okresów geologicznych — jednak wszystkie przemiany przebiegają według tego samego prawa kinetycznego, orzekającego, że gdy czas wzrasta w postępie arytmetycznym, ilości substancji czynnej, zmniejsza się w postępie geometrycznym. Zostało nadto stwierdzone, że radyoczynność każdego poszczególnego atomu jest zjawiskiem *chwilowem*.

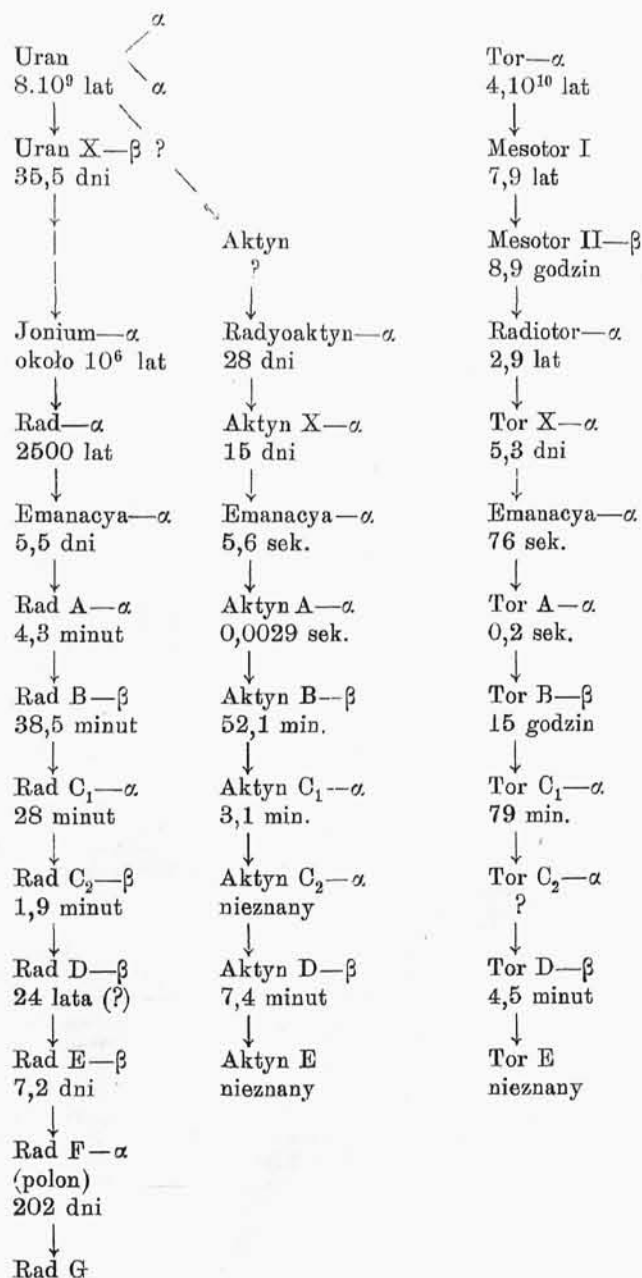
Do chwili, póki istotnie nie nastąpił rozkład, atom radyopierwiastka nie różni się niczem od atomu pierwiastka nieczynnego. Potem, gdy rozkład już się odbył, nowopowstały atom w niczem nie różni się od jakiegobądź zwykłego atomu, dopóki znowu nie ulegnie rozkładowi. W dowolnie danej ilości pierwiastka promieniotwórczego nie wszystkie atomy rozkładają się jednocześnie; w pewnym momencie tylko część atomów nabiera własności radyoaktywnych. Ta okoliczność właśnie sprawia, że przebieg w istocie nieciągły wydaje się nam ciągłym.

Ciała promieniotwórcze wysyłają trojakiemu rodzaju promienie, które rozchodzą się z ogromną prędkością. Promienie  $\alpha$  są to dodatnie ładowane atomy helu o prędkości w zależności od pierwiastka, około 20000 km na sekundę i odznaczają się bar-

dzo małą przenikliwością. Promienie  $\beta$  są bardziej przenikliwe, posiadają prędkość prawie równą prędkości światła i składają się z atomów elektryczności ujemnej, z elektronów. Wreszcie promienie  $\gamma$  posiadają przenikliwość promieni Roentgena i jest wielce prawdopodobne, że są to drgania elektromagnetyczne, wywołane przez zmiany prędkości promieni  $\beta$ . Otóż w ostatnich czasach udało się nawet doświadczalnie stwierdzić działalność pojedynczych  $\alpha$  i  $\beta$  cząsteczek, co wskazuje na pomienioną wyżej nieciągłość w rozkładzie substancji radyoczynnych. W ten sposób teoria dezintegracji z jednej strony i korpuskularna teoria budowy materii i elektryczności z drugiej strony — otrzymały znakomite poparcie.

Okres życia radyopierwiastków jest bardzo różny. Jesteśmy jednak w możności wyznaczyć jego wielkość. Zauważono, że wpływ jonizujący  $\alpha$  cząsteczek ustaje na pewnej odległości, zależnie od środowiska otaczającego. Dalej stwierdzono zależność między logarytmem owej odległości i logarytmem prędkości transformacji danego pierwiastka: przez wykreślenie w układzie współrzędnych otrzymuje się linię prostą. Im dłuższy okres życia, tem krótsza jest przestrzeń działalności  $\alpha$  cząsteczek. Prędkość przemiany, względnie okres życia, daje się więc w ten sposób wyliczyć w tych wypadkach, kiedy życie substancji promieniotwórczej jest tak krótkie, lub tak długie, że nie sposób posiłkować się bezpośrednim pomiarem.

Wszystkie obecnie znane substancje promieniotwórcze wprowadzają się, jak już zaznaczyłem, prawie zupełnie pewnie z uranu lub toru. Genetyczny związek poszczególnych substancji i ich średni okres życia jest uwidoczniiony na następującym schemacie:



(prawdopodobnie ołów).

Długość życia określa nie tylko prędkość spadku radyoczynności pierwiastka promieniotwórczego, po oddzieleniu go od substancji macierzystej, lecz również i prędkość, z jaką dany pierwiastek z niej powstaje. Zwykle gdy przemianie towarzyszy wydzielanie się promieni  $\alpha$ , każdy atom substancji wysyła tylko jedną cząstkę  $\alpha$ . Natomiast, jak widzimy ze schematu, atom uranu wysyła dwie cząstki  $\alpha$ . „Ta okoliczność — pisze Soddy, każe przypuszczać, że uran jest mieszaniną dwóch chemicznie nie dających się rozdzielić pierwiastków, o ciężarach atomowych różnych o 4 jednostki; każdy z tych pierwiastków wysyła promienie  $\alpha$ ”.

Za jedną z najważniejszych zdobyczy w dziedzinie radyoczynności uważa Soddy fakt istnienia dwóch pierwiastków o doskonale identycznych własnościach chemicznych a różnych ciężarach atomowych: takimi są jonium i tor.

Z powyższego schematu wypływa, że z uranu powstaje z jednej strony jonium, rad i t. p., z drugiej zaś aktyn. Ta ostatnia przemiana, aczkolwiek, jak wyżej zaznaczyliśmy, nie jest doświadczalnie sprawdzona, jednak posiada wysoki stopień prawdopodobieństwa i oznaczałoby, że różne atomy tej samej substancji, uranu, mogą jednocześnie podlegać dwóm różnym przemianom. Ta geneza aktynu stała się w ostatnich czasach jeszcze bardziej prawdopodobna. K. Fajans skonstatował bowiem, że w rzeczywistości z jednej i tej samej substancji  $\text{RaC}_1$  jednocześnie powstaje  $\text{RaC}_2$  i  $\text{RaD}$ , co dowodzi, że różne atomy tej samej substancji mogą w jednym okresie czasu i jednakowych warunkach znajdować się w różnych stanach i dawać dwie różne przemiany. Bardzo ciekawy fakt ten, dziwnie pobieżnie przez Soddy'ego interpretowany, przemawia za niedostatecznością teorii Rutherforda o *jednorodnym* rozkładzie radyopierwiastków.

Tyle co do niektórych punktów zasadniczych, poruszonych

w książce pana Soddy'ego, która ze względu na imię naukowe autora nie wymaga przecież specjalnego polecenia.

Odkrycie ciał promieniotwórczych miało dla teorii elektronów znaczenie niezmiernie ważne. Wolne atomy elektronów, których istnienie każe nam przypuszczać elektroliza i które w promieniach katodowych, w zjawisku Zeemana i Hallwachsa występuje w warunkach bardzo skomplikowanych, ulatniają się z substancji radyoczynnych samorzutnie, bez udziału jakiegokolwiek siły zewnętrznej; sprawdzanie podstawowych dla elektroniki wielkości zostało tą drogą umożliwione. Nie mniejsze znaczenie ma również radyologia dla nowej wiedzy — współczesnej atomistyki eksperymentalnej; dalej znowu dla wylaniającego się obecnie, problemu transmutacji pierwiastków. Ze względu na okoliczność, że rozkładowi substancji radyoczynnej towarzyszy ulatnianie się cząstek, o prędkości granicznej z prędkością światła, a więc przewyższającą wszystkie inne prędkości, które w naturze rozporządzamy, wytwarza się możliwość eksperymentalnego ugruntowania obecnie bardzo aktualnego prawa względności. Ostatnio pojawiło się dużo podręczników i monografii, w których sprawy te są szeroko omawiane.

Niepodobna obecnie powiedzieć, w jakim kierunku ogromna energia, drzemiąca w atomach tych pierwiastków o przemijającej egzystencji, da się wyzyskać dla techniki: nie mamy na razie czynników, które mogłyby istotnie zmienić naturalny a powolny przebieg procesów radyoczynnych. Dopiero, gdy takie czynniki się znajdą, staną się zapewne dostępne dla techniki nowe w potęgę swej nieobliczalnej źródła energii. Perspektywy w tym kierunku rzuca Soddy w dziełku „Matter and Energy”.

W książce wyżej omówionej szeroko poruszył Soddy po raz pierwszy uader aktualną sprawę chemizmu pierwiastków radyoaktywnych.

Dr. H. Lachs.

## Z TOWARZYSTW TECHNICZNYCH.

**Stowarzyszenie Techników w Warszawie.** *Sprawozdanie z posiedzenia technicznego d. 5 grudnia r. b.*

Przewodniczący p. Eberhardt zawiadomił zebranych o śmierci członka Stowarz. ś. p. K. Stanslera. Pamięć zmarłego uczczono przez powstanie.

Ponieważ posiedzenie techniczne dnia tego było łączne z posiedzeniem WUZUP, przeto p. Eberhardt zaprosił do stołu prezydyalnego p. E. Sokala.

Zapytanie „Czem objaśnić zjawisko, powszechnie obserwowane, np. w Gmachu Stow. Techn., wypaczania się posadzek terakotowych do góry“, postanowiono odesłać do „Koła Architektów“.

W sprawie interpelacji, dotyczącej napisów na przezroczach, demonstrowanych podczas posiedzeń piątkowych, udzielił wyjaśnień przewodniczący.

Następnie p. L. Gembarzewski wygłosił odczyt:

„Wodociągi i kanalizacja m. Łodzi według projektu W. H. Lindley'a“.

Sprawozdania z odczytu na tem miejscu nie przytaczamy, gdyż zasadnicza treść jego była drukowana w № 15 i 16 *Przeł. Techn.* z r. 1911; artykuły te nie zawierały planów i rysunków, którymi prelegent bogato ilustrował swój odczyt obecny.

F. B.

## KRONIKA BIEŻĄCA.

**Wyrób na prasach różnych części metalowych.** W przemyśle elektrotechnicznym jest bardzo duże zapotrzebowanie części mosiężnych, które są zazwyczaj odkuwane na gorąco ze kształtowników odpowiedniego profilu. Według opisu Adlera w *Z. d. V. d. I.*, Powszechne Towarzystwo Elektryczności w swej wytwórni kabli w Oberspree pod Berlinem wyrabia wspomniane części sposobem następującym. Najpierw odlewa się z metalu gęsi wagi około 150 kg, które następnie wyciąga się na specjalnych maszynach, tłocząc przez dziurkownicę rozpalony do białej czerwoności metal prasą hydrauliczną. Otrzymane w ten sposób kształtowniki tną się na kawałki odpowiedniej długości, które po nagraniu ponownem, przerabia się ostatecznie na części pożądanego kształtu. Ten sposób przeróbki metalu ma się bardzo korzystnie odbijać na jego własnościach, zwłaszcza na jego ciągliwości.

**Nowe kopalnie radu.** Dotychczas rad był niemal wyłącznie wydobywany z rud uranowych w Joachimstal. *Engineer* podaje, że obecnie odkryto nowe miejsce rud uranowych w Portugalii, gdzie mają się one znajdować w dużych ilościach w prowincji Minko, Tras-os-Montes i Beira, najobfitsze zaś pomiędzy miastami Guarda i Sabugal.

**Hartowanie (cementowanie) w trocinach przesycanych.** Ten nowy sposób postępowania, opatentowany przez K. S. Trebitscha z Wiednia, polega na tem, że trociny lub inne dostatecznie drobne odpadki jakiegokolwiek gatunku drzewa, przed umieszczeniem w nich żelaza lub stali, przesycają się pewną materią, powstrzymującą ich

zwęglanie się podczas procesu cementowania. Próby, przeprowadzone w zakładzie do prób materiałów w Gross-Lichterfelde, miały wykazać, że przygotowana z trocin i materii przesycającej masa nie wydaje bynajmniej podczas procesu hartowania gazów trujących. Zahartowane w ten sposób próbki miały bardzo znaczne, a przytem równomierne nawęglenie na powierzchni. Zmniejszanie się zawartości węgla w próbkach od powierzchni wgląd okazało się bardzo powolne. Twardość próbek hartowanych była tak wielka, że nie można ich było ruszyć ostrymi krawędziami nowego pilnika trójkątnego.

**Nowy rekord wszechświatowy w pośpiesznej budowie tunelu** został ustanowiony przez firmę Julius Berger przy przebiciu Hauensteineńskiego tunelu na linii Basel-Alten w Szwajcaryi. W maju r. b. firma ta wybiła w ciągu doby 14,7 m tunelu od strony południowej — liczbę dotychczas niebywałą, w sierpniu zaś od strony północnej w ciągu miesiąca 320,7 m, t. j. o 11,7 m więcej od dotychczasowego rekordu, wynoszącego 309 m. Sądząc po dotychczasowym postępie robót, należy oczekiwać ukończenia całego tunelu o 7 miesięcy wcześniej, niż powiedziano w kontrakcie firmy z zarządem szwajcarskich dróg związkowych.

**Najprędszym statkiem na świecie**, jest obecnie zbudowany w Rosyi według rysunków zakładów „Wulkan“ w Szczecinie krążownik „Nowik“. Pojemność jego wynosi 1490 tonn, turbiny obliczone są na 36 000 k. m. i 36 węzłów na godzinę. Dokonane próby wykazały prędkość 37,3 węzła i wydajność turbin 40 200 k. m.



# ARCHITEKTURA.

## Czy mamy polską architekturę?

(Ciąg dalszy do str. 581 w № 44 r. b.)

**S**próbujmy narysować fragment galeryi wawelskiej albo sukiennickiej bez tych „krakowiaczków“, a przekonamy się, że całość straci na swym oryginalnym wdzięku.

Zostanie pewno na zawsze tajemnicą, czy galerya ostatniego piętra dziedzińca wawelskiego jest dziełem powstałym z inicjatywy architekta włoskiego, czy też na życzenie panów tego zamku, którzy zażądali wykonania w kamieniu tego, co prawdopodobnie dawniej istniało tu w drzewie tak, jak, sądząc ze wspomnianego już rysunku, istniało na dworze książąt śląskich.

Czy ta, czy inna była inicjatywa, źródłem i wzorem tego niepospolitego dzieła architektonicznego była najwiodoczniej prastara polska konstrukcja domów podcieniowych. Galerya wawelska jest tylko jej nową świetną odmianą ewolucyjną. Jej lekkość i wdzięk niezwykły może iść w zawody z najpiękniejszymi dziełami świata.

Zdaje się, że nie była ona unikatem w Krakowie, że miała swą siostrzycę w dziedzińcu Biblioteki Jagiellońskiej, na dawnym bowiem rysunku, poprzedzającym odrestaurowanie tego budynku, widzimy na powszechnie znanej arkaturze gotyckiej, okalającej dziedziniec, wysokie drewniane słupy, podtrzymujące silnie przed lico ścian wysunięte okapy dachowe budynków, otaczających podwórze. Może wyjaśnieniem zostanie, czy to były słupy drewniane pierwotne, czy też późniejsze, którymi podparto przegniłe wiązania wystającego dachu. Obecnie żałować tylko należy, że Kremer i Księżarski, którzy dokonali przebudowy gmachów uniwersyteckich, wsparli okapy dachów dziedzińca na drewnianych konsolach typu anglo-gotyckiego, jakich u nas, o ile z zebranych materiałów naszej architektury sędzić można, nigdy nie używano, a które stanowią tu naleciałość nie odpowiadającą całości tej perły polskiego gotyku. Na rysunkach Essenweina, Biblioteka Jagiellońska tych konsoli nie posiada.

Natomiast na niedokończonym obrazie „Uniwersytet Krakowski w XV“, który Matejko w ostatnim roku swego życia malował, widzimy na podwórze Jagiellońskiego Uniwersytetu owe słupy drewniane. Zaznaczenie ich tutaj przez tak znakomitego znawcę dawnej architektury Krakowa wydaje mi się poważnym poparciem swoich przypuszczeń.

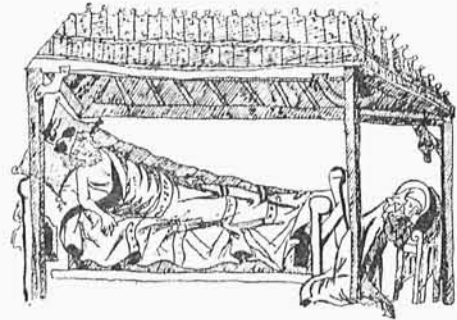
Innym przykładem wpływu polskich drewnianych podcieni na mruwaną architekturę są kamienne krużganki gotyckie na zamku Malborskim.

Ci, którzy, wierząc w potęgę ducha germańskiego, wątpią w kulturalne zdolności narodu polskiego, zawołają zgorzzeni: jakto, czyżby Niemcy, którzy nieśli kulturę polskim barbarzyńcom, mieli cokolwiek od nich dla swej kultury zapożyczać?

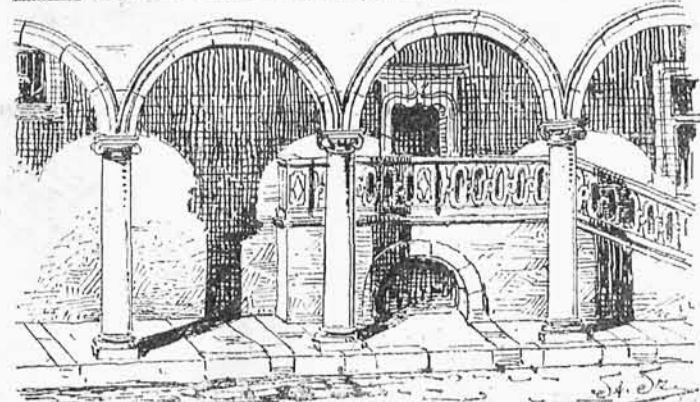
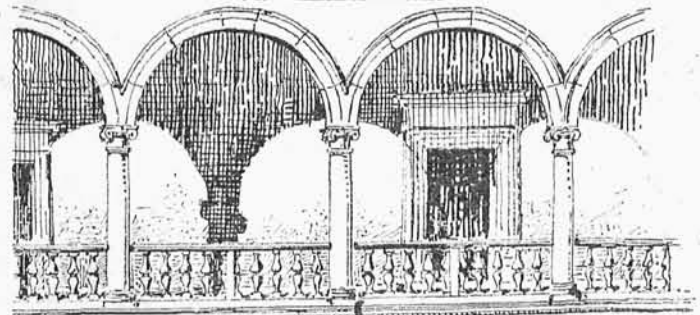
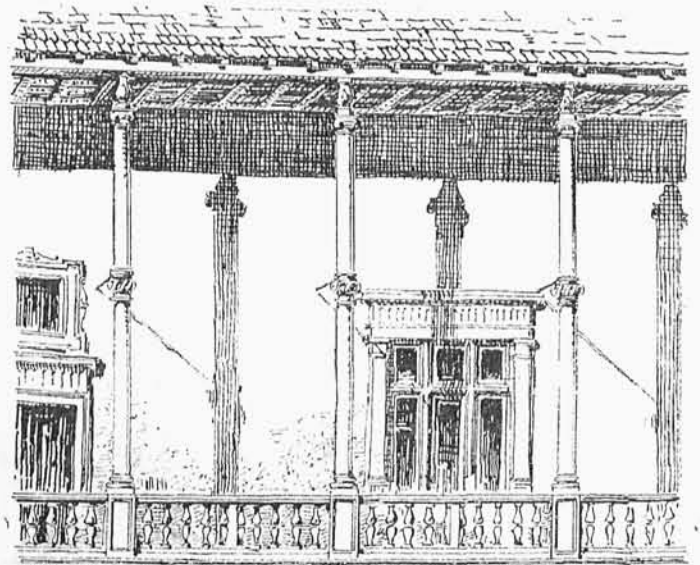
Tak, zapożyczali. Dowodem tego t. zw. „lauby“ gdańskie i malborskie, które najwyraźniej z polskiej przyzby i podcieni powstały, szafy gdańskie, które są artystycznym opracowaniem ludowych sprzętów pomorskiego szczepu polskiego—kaszubów, a, jak sędzę, również i ten piękny zewnętrzny ganek gotycki na najwspanialszym krzyżackim zamku w Malborgu.

Bo znów przejedźmy wzdłuż i wszerz już nie Włochy, ale Niemcy całe, przejrzyjmy dzieła o ich gotyckiej architekturze, a nigdzie nie znajdziemy galeryi do malborskiej podobnej. Ona zrodziła się na ziemi polskiej, a zrodziła się tam wcale nie przypadkiem i samorodnie, lecz podobnie jak, późniejsza od niej przeszło dwa wieki, galerya wawelska, jako ewolucyjna forma podcieni polskich. Gdyby ich nie było w miastach i osadach polskich, pomiędzy którymi powstał zamek malborski, nie byłoby galeryi malborskiej, takiej, jaką jest.

Ciekawy to fakt w rozwoju form architektonicznych, że w dwóch różnych epokach stylów, na dwóch przeciwnych krańcach ziemi polskiej zostały stworzone przez archi-



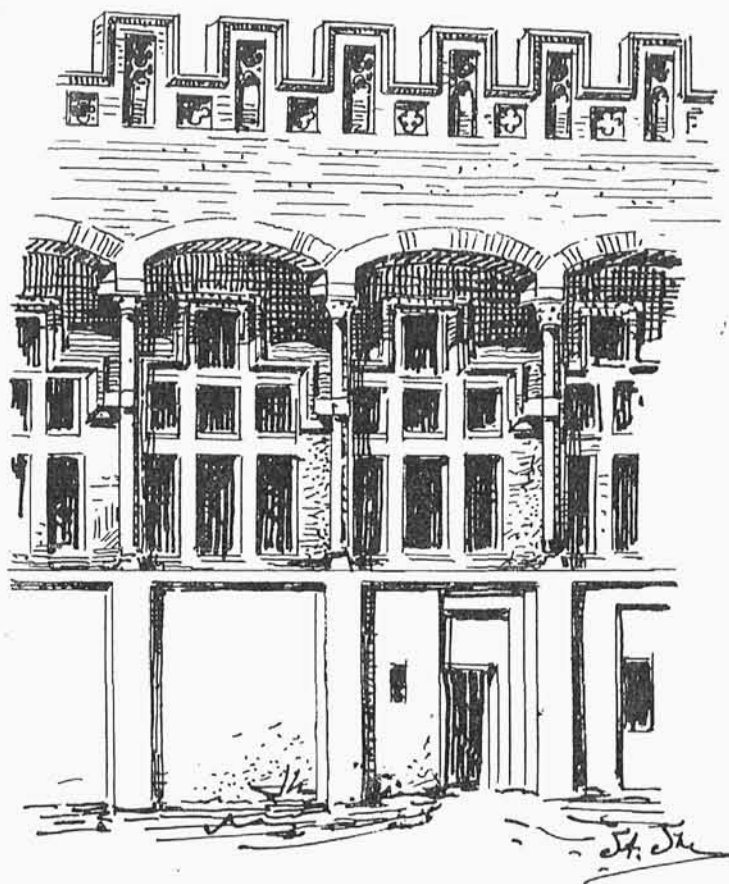
Rys. 43. Rysunek z żywota Ś. Jadwigi, żony Henryka Brodatego, pochodzący z r. 1353.



Rys. 44. Wawel. Krużganki na dziedzińcu.

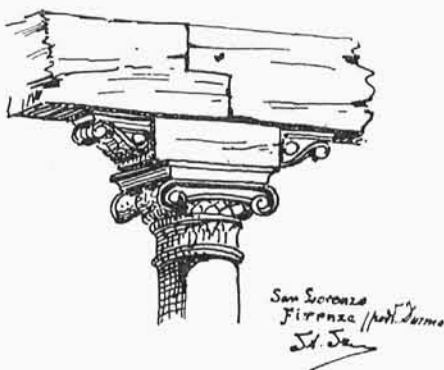


Rys. 45. Wawel. Krużganek zamkowy.

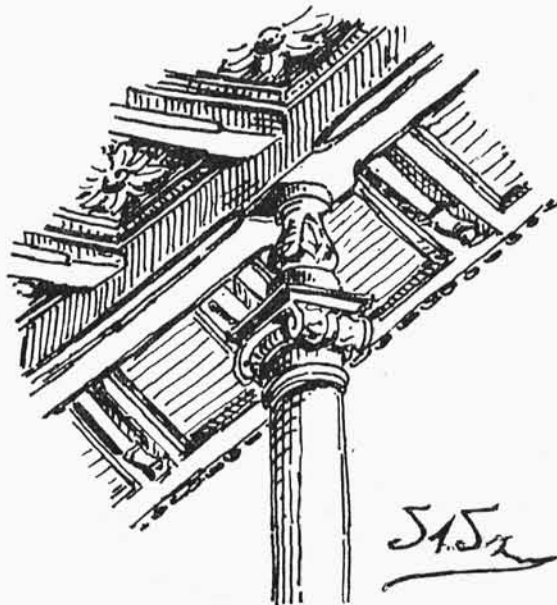


Rys. 46. Malborg. Krużganek zamkowy.

tektów różnej narodowości dzieła, uderzające swą nowością formy, pozornie tak różne, a jednak tak sobie pokrewne; fakt, który tem tylko daje się wytłomaczyć, że dla obu natchnieniem była jedna zasadnicza idea, czerpana z miejscowej prastarej polskiej architektury. Nawet trudności techniczne w zbudowaniu wysokich a cienkich kolumn kamiennych zostały pokonane w podobny sobie sposób. I tu i tam zrobiono je z dwóch ustawionych na sobie części oddzielnych; ale krzyżacki budowniczy więcej technik, niż artysta, umocnił je w miejscu złączenia kamieniem poziomym, wmurowanym w ścianę, czem zbyt silnie przerwał strzelistość kolumny, a przez to w znacznej mierze zatracił jej wdzięk; zaś włoch krakowski, więcej artysta, niż technik, kamień łączący obie części kolumny zrobił w kształcie pierścienia rzeźbionego, przytwierdzonego do ściany mało widzialnym prętem żelaznym, który był często stosowany w jego ojczyźnie, jako wzmocnienie nie kon-



Rys. 47. Głowica w S. Lorenzo we Florencji.



Rys. 48. Wawel. Szczegół głowicy słupów krużgankowych.

strukcy kamiennych, a tym sposobem osiągnął niczem nierównaną lekkość i smukłość owych słupów.

\* \* \*

Esownice dokomponowane do prastarych attyków polskich, galerie na zamkach Malborskim i Wawelskim, „lauby“ i szafy gdańskie stanowią przykłady, jak artyści cudzoziemscy, znalazłszy się na ziemiach polskich, stosując w swoich dziełach miejscowe polskie motywy i urabiając je według swych pojęć o formach, jakie ze swej ojczyzny wywieźli, stwarzali nowe odmiany zasadniczo polskiej myśli architektonicznej.

Działo się też odwrotnie: formy architektoniczne zupełnie nam obce, z obcych ziem do nas przeszczepione, ale stosowane przez rzemieślników polskich, chociaż nawet, pod kierunkiem cudzoziemca, nabierały odmiennego typu, stwarzały polską ich odmianę.

(D. n.) St. Szyller, arch.

# ELEKTROTECHNIKA.

## O uszkodzeniu sieci elektrycznej warszawskiej w d. 14 października 1913 r.

Podał E. Opęchowski.

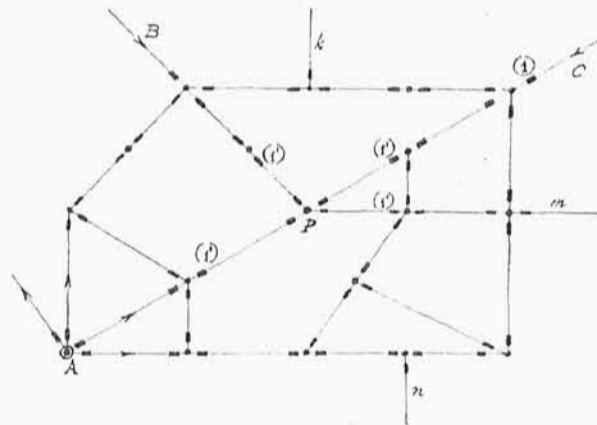
W dn. 14 października r. b. około godz. 6-ej wieczorem w całej południowej części Warszawy, oraz w śródmieściu, oświetlenie elektryczne na ulicach, w mieszkaniach, sklepach i t. p. zaczęło działać wadliwie: część lamp paliła się wprawdzie normalnie, większość jednak lamp żarowych świeciła przyćmionym, czerwonawym blaskiem; znaczna ilość lamp łukowych, oświetlających ulice, słabo migała, wciąż zapalając się i gasnąc, niektóre nawet zgasły zupełnie. Również i motory elektryczne w objętej „przyćmieniem“ dzielnicy nie mogły pracować. Zjawisko to trwało kilka godzin i zostało usunięte dopiero późno w nocy.

Bezpośredni powód tego zjawiska ustalono dość prędko: było nim stopienie się znacznej liczby bezpieczników w sieci kablowej wysokiego napięcia, doprowadzającej prąd elektryczny o wysokim napięciu do transformatorów, przeważnie w jednej i tej samej fazie. Jak wiadomo, sieć warszawska należy do typu sieci trójfazowych; otóż znana jest rzeczka, iż w razie przerwania dopływu prądu do jednej z trzech cewek transformatora, jedna tylko cewka pracuje nadal w warunkach normalnych, każda zaś z dwu pozostałych cewek daje zaledwie około połowy napięcia.

Ważniejszą jednak rzeczą było ustalenie przyczyny zjawiska; przedewszystkiem nasunęło się przypuszczenie, iż przyczyną wypadku jest uszkodzenie jakiegoś kabla wysokiego napięcia. Przypuszczenie to narazie wydawało się tak dalece prawdopodobne, iż przy ponownym włączeniu sekcji sieci, pozbawionych częściowo prądu, przedsięwzięto specjalne środki ostrożności, aby w razie mimowolnego włączenia uszkodzonego kabla nie wywołać nowego wypadku. Jednakże już w kilkanaście godzin po wypadku przypuszczenie to zaczęło tracić cechy prawdopodobieństwa, dokonane bowiem oględziny wszystkich ważniejszych punktów sieci wysokiego napięcia nie pozwoliły wykryć żadnego takiego uszkodzenia; w dwa dni później, gdy wszystkie zakątki sieci zostały zrewidowane, przypuszczenie to ostatecznie upadło. Wówczas zaczęto badać, czy wypadek nie został spowodowany przez przeciążenie kabli wysokiego napięcia; okazało się jednak, jak tego zresztą można było napewno się spodziewać na zasadzie dawniejszych badań, iż przypuszczenie to również jest najzupełniej nieuzasadnione. Wreszcie ustalono hipotezę, aczkolwiek nie podlegającą bezwzględnie pewnemu sprawdzeniu, jednak posiadającą wszelkie cechy prawdopodobieństwa, a mianowicie, iż wypadek spowodował przetopienie się nieoczekiwane jednego lub paru bezpieczników w sieci rozdzielczej wysokiego napięcia wskutek wad w wyrobie tych bezpieczników. Sieć rozdzielcza wysokiego napięcia w Warszawie składa się prawie wyłącznie z kabli o przekroju  $3 \times 16 \text{ mm}^2$ , a więc bezpieczniki, odpowiadające najwyższemu dopuszczalnemu przy tym przekroju natężeniu prądu, mają średnicę bardzo nieznaczną, nie przekraczającą  $1 \text{ mm}$ , a niekiedy, w zależności od metalu z jakiego są zrobione, wynoszącą zaledwie około  $0,8 \text{ mm}$ ; rzecz prosta, że nieznaczna nawet niedokładność w ich wyrobie może uczynić je znacznie mniej lub bardziej wytrzymałymi; możliwymi są również niedokładności w przylutowaniu drucików topikowych do płytki kontaktowej, lub uszkodzenia samego drucika przy lutowaniu i t. p. Wypadki przetapiania się lub przerywania się takich bezpieczników, pomimo bardzo nieznacznego obciążenia ich prądem, zdarzają się od czasu do czasu, jednakże wobec tego, iż wszystkie kable wysokiego napięcia pracują normalnie przy obciążeniach znacznie (często kilkakrotnie) niższych od dopuszczalnego, kable sąsiednie znoszą zazwyczaj bez najmniejszego niebezpieczeństwa wynikające stąd przeciążenia dodatkowe, do czasu gdy przy najbliższych oględzinach stacji transformatorowej, w której znajduje się zepsuty bezpiecznik, nie zostanie on wykryty i wymieniony.

Można jednak wyobrazić sobie zbieg okoliczności, przy którym nawet takie drobne wydarzenie może stać się przyczyną poważnych zaburzeń w działaniu znacznej części sieci. Zanim spróbujemy wyjaśnić to na przykładzie, musimy zaznaczyć, iż w tak wielkich, jak warszawska sieciach, nawet przy nieustannym kontrolowaniu sieci, każdy punkt węzłowy może być oglądany w najlepszym razie co jakiś 7 do 20 dni (w zależności od jego znaczenia); wskutek tego od chwili takiego przepalenia się bezpiecznika do chwili jego odnalezienia może upłynąć kilka, a nawet kilkanaście dni, ponieważ, jak wspominałem, wydarzenia tego rodzaju normalnie niczem nie ujawniają się nazewnątrz, ani nie mogą się nawet odbić na wskazaniach przyrządów mierniczych na elektrowni.

Wyobraźmy sobie tedy pewną dzielnicę sieci zamkniętej wysokiego napięcia o jednostajnym przekroju kabli roz-



Rys. 1.

dzielczych (rys. 1), zasilaną w normalnych warunkach nie tylko bez przeciążenia, ale nawet ze znacznym zapasem przez punkt zasilający A, oraz przez kable, przychodzące od pobliskich punktów zasilających B i C; przypuszczamy, że dopływ energii przez kable k, m oraz n, prowadzące do odległych punktów zasilających, jest w normalnych warunkach znikomo mały. Przypuśćmy teraz, że bezpiecznik (1) na linii przychodzącej od punktu zasilającego C przetopił się, przeprał się lub rozlutował się. Ponieważ wszystkie kable pracowały przedtem bez przeciążenia, więc narazie następstwa tego wydarzenia redukują się do tego, iż prąd, który przedtem przepływał przez kabel od punktu C, obecnie dostarczany będzie (w tej fazie, w której znajduje się stopiony bezpiecznik) głównie przez punkt zasilający A, oraz przez linię od punktu B.

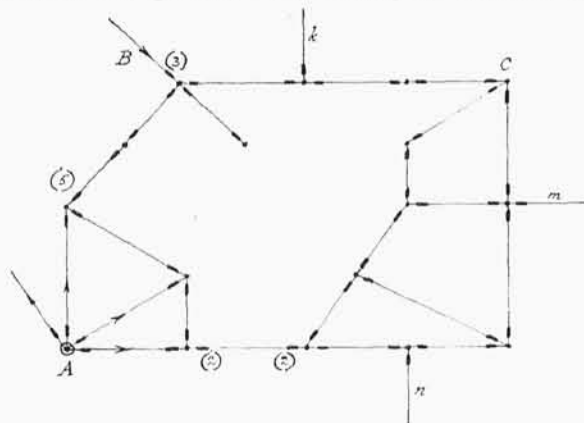
Jak założyliśmy, mamy do czynienia z siecią zamkniętą wysokiego napięcia, o dużej zdolności wyrównawczej, w której obciążenia poszczególnych punktów zasilających zależą prawie wyłącznie od spadków napięcia w kablach zasilających, a jedynie w nieznacznym stopniu od położenia punktów zasilających względem odbiorców energii. Wobec tego punkt zasilający C, w którym wskutek przepalenia się bezpiecznika (1) spadek napięcia zmniejszy się, w tejże chwili przejmie część obciążenia innych kabli zasilających, położonych na rysunku naszym na prawo, kable zaś A i B oddadzą część swego obciążenia innym kablom, położonym na lewo od nich i ogólny rozkład obciążenia sieci na poszczególnych kablach zasilających nie ulegnie zmianie, przekraczającej granice zwykłych wahań codziennych. Jak rzekliśmy tedy, wypadek ten niczem nie ujawni się nazewnątrz.

Przypuśćmy teraz, że jednego z dni najbliższych, zanim spalony bezpiecznik zostanie wykryty, monterzy elektrowni wyłączyli na kilka godzin, dla dokonania jakiejś przeróbki

lub naprawy, stację transformatorową  $P$  i powyjmowali w tym celu bezpieczniki (1'). Wówczas sieć nasza chwilowo mieć będzie wygląd, przedstawiony na rys. 2.

Widzimy, że przy nowym tym układzie warunków cała prawa strona narysowanej części sieci zasilana będzie głównie przez punkty  $A$  i  $B$ , i to w sposób dość niekorzystny, ponieważ największa część energii dopływać będzie przez linię, na której znajdują się bezpieczniki (2), jako przez linię najmniejszego spadku napięcia; w tych warunkach może się zdarzyć, że bezpieczniki (2) zostaną tak silnie przeciążone, iż jeden z nich się stopi. Ponieważ założyliśmy, że linie  $k$ ,  $m$  i  $n$  łączą się z punktami zasilającymi bardzo odległymi, przeto możliwe jest, że przy tym nowym układzie warunków prawie cała ilość potrzebnej energii zacznie przypływać od bliskiego punktu  $B$  przez linię z bezpiecznikiem (3), który również się stopi. Od tej chwili pozostałe linie, doprowadzające energię do omawianej części sieci (linie  $k$ ,  $m$ ,  $n$ , oraz linia z bezpiecznikiem) znajdować się będą, pod względem ich odległości od punktów zasilających, w jednakowych mniej więcej warunkach, niema przeto powodu, aby jedna z nich miała się obciążać znacznie silniej od innych i chwilowo niebezpieczeństwo dalszego topienia się bezpieczników zostanie automatycznie zażegnane.

Gdy jednak po ukończeniu robót stacja transformatorowa  $P$  zostanie włączona (rys. 3), znów rozkład prądów ulegnie zmianie na gorsze, oczywiście jest bowiem, że linia

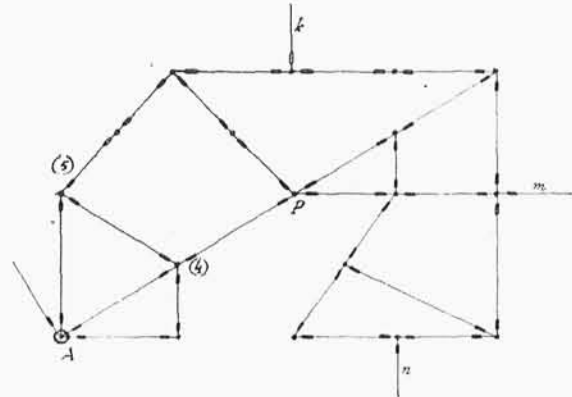


Rys. 2.

z bezpiecznikiem (4) przejmie prawie całe obciążenie; bezpiecznik ten również może się przetopić. I znów zapanuje na kilka godzin stan równowagi, albowiem znów nie będzie linii, posiadającej warunki, któreby jej umożliwiły nadmierne obciążenie się. Jasnym jest jednak, że taki stan rzeczy jest już wysoce niebezpieczny, i że stosunkowo nieznaczny nawet przypadkowy wzrost obciążenia jednej z linii  $k$ ,  $m$  lub  $n$  może spowodować już nie pojedyncze, lecz masowe przetapianie się bezpieczników i wywołać zjawisko takie, jakie właśnie niedawno obserwowaliśmy w Warszawie.

Oczywiście przykładowi powyższemu słusznie można zarzucić, że został on ułożony niedość zręcznie, niedość przekonywająco, że zamiast wskazanych w argumentacji bezpieczników mogłyby się równie dobrze przetopić inne i wówczas sieć mogłaby pracować i nadal; że tak nieszczęśliwy zbieg tylu okoliczności niepomyślnych jest nader mało prawdopodobny. Zauważmy jednak, że gdyby było inaczej,

gdyby obmyślenie zupełnie przekonywającego przykładu było rzeczą łatwą, świadczyłoby to, że i wydarzenia takie, jak omawiane „przyémienie“, mogą się zdarzać często, co znów stanowiłoby poważny zarzut przeciwko systemowi budowy sieci, przyjętemu w Warszawie. Otóż wiadomo, że ten sam system budowy sieci stosowany jest przez bardzo wiele poważnych zachodnio-europejskich elektrowni i że wypadki te-



Rys. 3.

go rodzaju, jak omawiany warszawski, aczkolwiek niewątpliwie zdarzają się tu i owdzie od czasu do czasu, naogół jednak należą do rzadszych. W Warszawie wypadek ten zdarzył się po raz pierwszy od czasu założenia elektrowni; a więc od lat dziesięciu (podobne w zewnętrznych przejawach „przyémienie“ w listopadzie 1906 r., pochodziło z zupełnie innych przyczyn).

Na zakończenie poruszę jeszcze zagadnienie, niewątpliwie interesujące każdego technika: czy niema sposobu zapobiedz zupełnie tego rodzaju „przyémieniom“ lub przynajmniej zmniejszyć ich rozległość? Otóż zapobieżenie zupełnie tego rodzaju zjawiskom jest taką samą niemożliwością, jak zapobieżenie bezwzględne pożarom, wykolejeniom pociągów, tonięciu okrętów, pękaniu rur wodociagowych lub gazowych, eksplozjom i t. p. Zapobieganie zaś rozszerzaniu się wpływu uszkodzenia jednej części sieci elektrycznej na części otaczające jest najzupełniej możliwe, drogą podziału sieci na izolowane wzajemnie od siebie sekcje; niestety jednak środek ten, *zmniejszając doniosłość* ewentualnego „przyémienia“, w tym samym stopniu *zwiększa prawdopodobieństwo* takiego wypadku w poszczególnych sekcjach. W rzeczy samej, jeżeli pewna część otrzymuje energię z wielu kabli pracujących równolegle, to w razie przerwy w jednym z tych kabli w olbrzymiej większości wypadków inne kable automatycznie zastępują go i odbiorcy nie odczuwają z tego powodu żadnego utrudnienia w korzystaniu z energii elektrycznej; przy zmniejszeniu liczby tych kabli, pracujących równolegle, zmniejsza się też w razie przerwy w jednym z nich, zdolność pozostałych do zniesienia przypadającego na nie z tego powodu dodatkowego obciążenia; przechodząc wreszcie do drugiej ostateczności, t. j. do podziału sieci na taką liczbę sekcji, przy której każdą z nich zasilają tylko jeden kabel, skazujemy każdą sekcję na przerwę prądu przy przerwie w kablu zasilającym, a conajmniej na poważne nieprawidłowości w dostarczaniu prądu w razie przerwy w jednym z kabli rozdzielczych.

## Ochrona od zwyżki napięcia w teorii i praktyce.

(Dokończenie do str. 624 w № 47 r. b.)

### Przyrządy ochronne.

#### 1) Przyrządy ochronne, rozbrajające statyczne ładunki.

**Uziemiony drut ochronny.** Stalowy drut ochronny albo linka stalowa przeprowadzona nad przewodnikiem zabezpiecza go od ładunków atmosferycznych.

Ponieważ tego rodzaju ochrona połączona z dobrym uziemieniem jest droga, więc rzadko ją używamy i zastępujemy przez uziemienie samych przewodów.

**Opory wodne.** Strumienie wody, stosowane są jako opo-

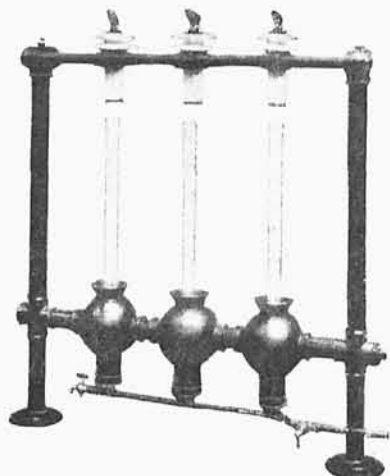
ry, uziemiające przewody. Tam gdzie wody jest mało, używane są opory z wody w rurce porcelanowej lub szklanej (rys. 20).

**Uziemienie z oporem indukcyjnym.** Zamiast oporów wodnych używane są również do uziemienia dławniki z rdzeniem żelaznym. Wogóle dławniki są oszczędniejsze w użyciu, aniżeli opory omowe.

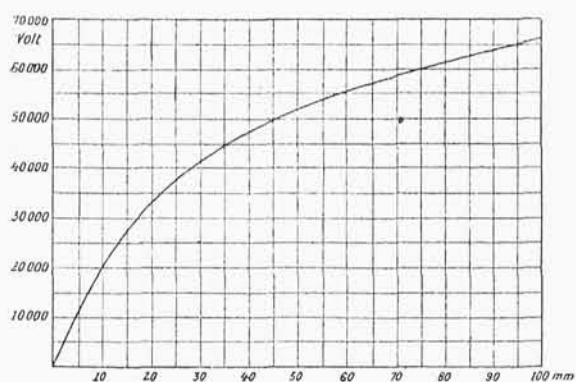
#### 2) Przyrządy ochronne, zmniejszające amplitudę fal.

**Różki.** Na rys. 21 mamy krzywą, która daje nam wielkość napięcia rozbrajającego różki w zależności od odległości

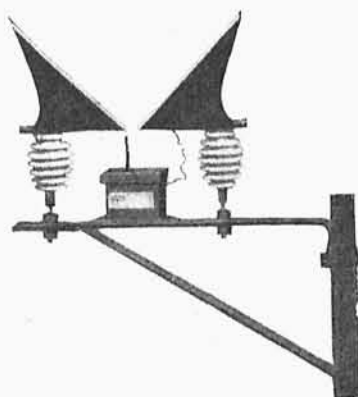
rożków pomiędzy sobą. Łuk, powstający przy rozbrajaniu z powodu siły elektrodynamicznej, a zarówno i przez ciąg powietrza ogrzanego do góry, wydłuża się i przerywa.



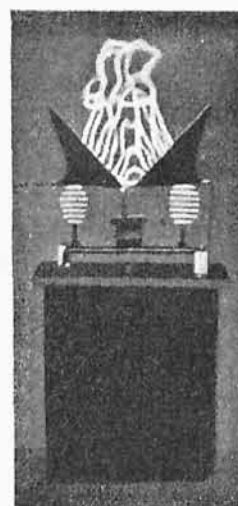
Rys. 20.



Rys. 21.



Rys. 22a.

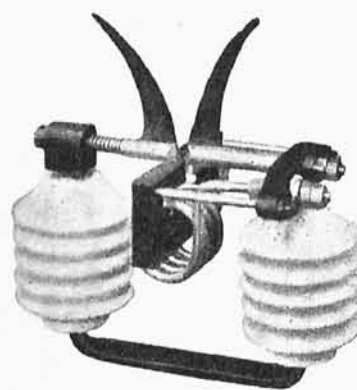


Rys. 22b.

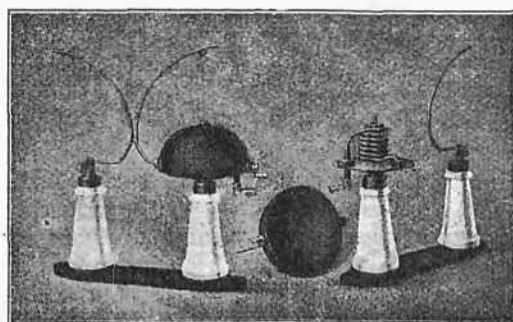
Opory, które włączamy w szereg z rożkami, powinny być tak obliczane, ażeby mogły przeprowadzić niezbędną ilość elektryczności do ziemi.

O ile rożki działają dość często, to opory muszą być obliczone na znacznie większą ilość odprowadzanej energii. Często stosowane są opory wodne, które są tanie, ale niedokładne, albo też opory metalowe w oleju. Te ostatnie zaopatrywane są w bezpiecznik, który topi się przy pewnej temperaturze i zabezpiecza od wybuchu. Ze względu na skuteczność działania tych przyrządów, opór powinien być możliwie mały, ale, jak już wyżej wspominaliśmy, nie może on wynosić mniej niż 100 Ω, aby uniknąć powstawania fal wtórnych. Takie duże opory skutecznie działać mogą tylko w tym wypadku, gdy na każdym biegunie łączymy ich kilka równolegle.

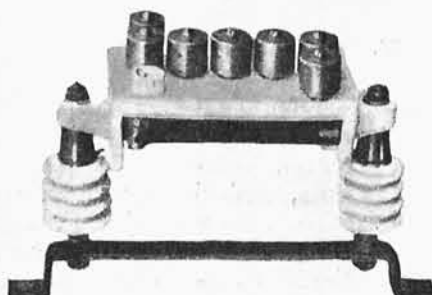
**Rożki z iskiernikiem pobudzającym.** Dla dokładnego nastawiania odległości pomiędzy rożkami i zwiększenia tej odległości przy niskich napięciach używamy rożków z iskiernikiem pobudzającym. Iskiernik ten (rys. 22a i 22b) ma ostrza platynowe, połączone w szereg z dużym oporem omo-



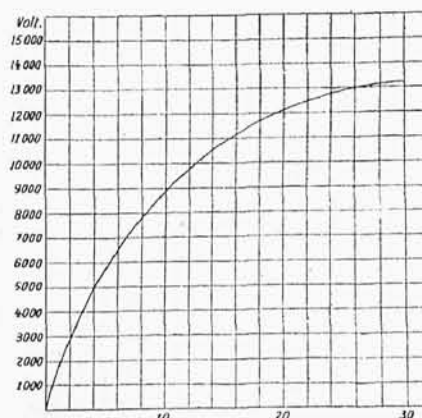
Rys. 23.



Rys. 24.



Rys. 25a.



Rys. 25b.

uwidocznione są na rys. 23, mają one elektromagnes wzbudzany prądem roboczym, który dopomaga do gaszenia łuku.

**Przyrząd ochronny Gola** (rys. 24). Przyrząd ten ma być niejako odtworzeniem najsłabszego miejsca uzwojenia maszyny. Zawiera on część żelazną, która odpowiada korpusowi maszyny i dławnik wewnątrz żelaza, odpowiadający uzwojeniom. Przyrząd Gola włączony przed maszyną stanowi sztuczny początek zwojów maszyny; rozbrajanie zwykle ma miejsce od części żelaznej do ziemi przez iskiernik.

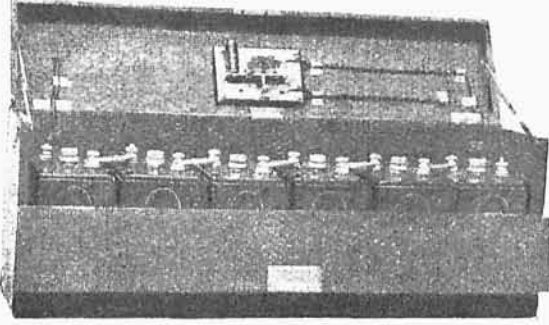
**Iskiernik rolkowy Wurza** (rys. 25a). Przyrząd składa się z wielu rolek połączonych w szereg. Odległość między poszczególnymi rolkami wynosi od 0,8 do 1 mm, a ilość ich od 10 do 300 dla napięć w granicach od 5000 do 30 000 woltów. Rolki są cynkowe albo mosiężne. Z powodu małego przewodnictwa pary cynku, łuk przerywa się prędko, o ile napięcie zniżyło się. Czas rozbrajania trwa 1/2 okre-

wym. Wyładowanie przez te ostrze jonizuje powietrze, którego wytrzymałość na przebicie iskrą zmniejsza się.

**Rożki z gaszeniem magnetycznym.** Tego rodzaju rożki,

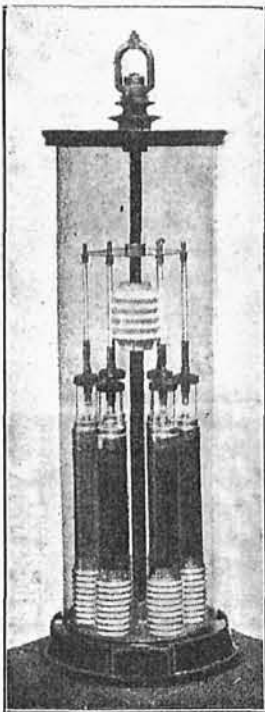
su prądu. Pod tym względem przyrządy te są lepsze od rożków. Z powodu większej pojemności pierwszych rolek, napięcie między nimi jest większe, niż między następnymi

rolkami. Na rys. 25b mamy krzywą napięcia rozbrajającego w zależności od ilości rolek. Rolki, tak jak i różki muszą być łączone w szereg z opornikiem.

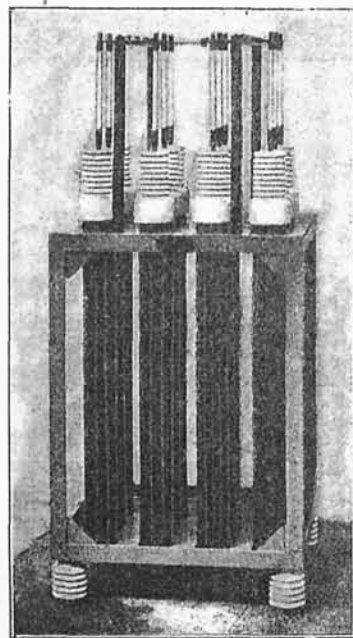


Rys. 26.

**Wentyl elektrolityczny** (rys. 26). Wentyl elektrolityczny składa się z ogniw aluminiowych, łączonych w szereg i napełnionych stosownym elektrolitem. Pod wpływem prądu tworzy się na elektrodach aluminiowych cienka warstwa izolująca, która staje się przepuszczalną tylko przy pewnym napięciu, wyższym od normalnego. Ponieważ warstwa ta jest bardzo cienka, więc przyrząd posiada dużą pojemność, przez co działa również jako kondensator. Można go włączyć i bezpośrednio, ale tylko przy prądzie stałym; przy prądzie zmiennym ogrzewa się zbyt silnie. Zwykle łączymy go w szereg z iskiernikiem. Warstewka izolacyjna z czasem znika, więc należy przy prądzie zmiennym włączać codziennie aparat na czas krótki na napięcie. Przez włączanie iskiernika, tracimy działanie kondensatorowe, przy prądzie więc zmiennym oddaje on nam znacznie mniejszą usługę. Przy prądzie stałym zastosował Giles przyrząd elektrolityczny z automatycznym przełącznikiem, który



Rys. 27.



Rys. 28.

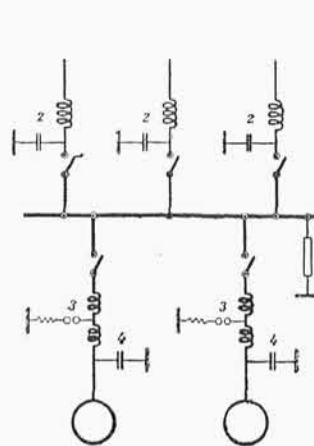
w razie przejścia prądu automatycznie włącza opór. Taki przyrząd widzimy na rys. 26.

**Wentyl elektryczny Gilesa** (rys. 27). Wentyl ten posiada następujące własności: dokładność nastawienia, krótki czas rozbrajania i wielki opór obwodu rozbrajającego, a mały opór całkowitego przyrządu ochronnego.

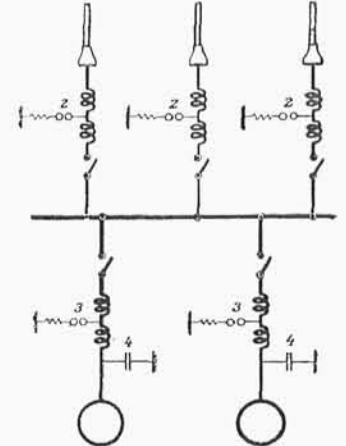
Przyrząd ten składa się z wielokrotnego iskiernika i jednego głównego do nastawiania.

Główny iskiernik zamknięty jest w cylindrze szklanym dla ochrony od kurzu. Oddzielne tarcze wielokrotnego iskiernika są połączone z ziemią przez małe kondensatorki, przez co zwiększa się pojemność przyrządu. Wogóle wentyl ten działa tak, jak i rolkowy iskiernik Wurza. Ażeby otrzy-

mać możliwie mały opór całego urządzenia, mamy tu kilka poszczególnych iskierników, połączonych równolegle. Każdy iskiernik poszczególny posiada opór duży, odpowiadający aperyodycznemu rozbrajaniu.



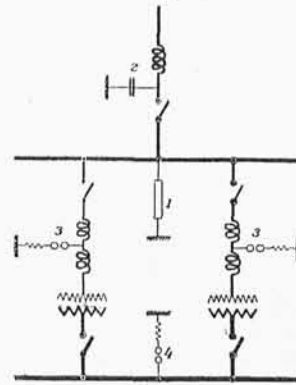
Rys. 29.



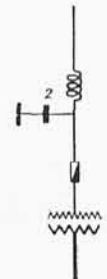
Rys. 30.

**Kondensator jako przyrząd ochronny od zwyżki napięcia.** O działaniu kondensatora już wspominaliśmy; w praktyce mają zastosowanie baterie kondensatorów Mościckiego (rys. 28).

Kondensatorowi zarzucają, iż zbyt zwiększa pojemność sieci i przez to wzrasta niebezpieczeństwo dla przyrządów i maszyn przyłączonych do niego. Należy jednak



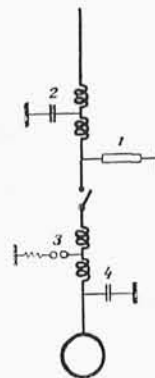
Rys. 31.



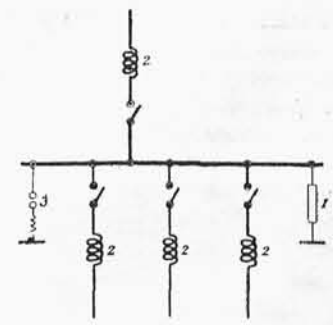
Rys. 32.

mieć na względzie, że pojemność kondensatorów stosowanych w praktyce jest bardzo mała, więc zarzut ten nie wytrzymuje krytyki.]

**Przyrządy ochronne do bardzo wysokich napięć.** Kondensatory dadzą się zastosować do 50 000 volt; przy



Rys. 33.



Rys. 34.

wyższych napięciach spotykamy się z trudnościami konstrukcyjnymi, należy więc w tym wypadku stosować samoindukcyjne. Przyrządy ochronne redukujące amplitudę fal, a zarazem i napięcia ładunków statycznych, są tutaj zbyt słabe. Praktyka wykazuje, że zwyżki napięcia atmosferycznego są niezależne od napięcia roboczego, a więc przy wyższych napięciach są w porównaniu z napięciem roboczym niewielkie. Poza tem powietrze wokoło przewodów o bardzo wysokim napięciu jest zjonizowane i ładunek elektryczny nadmierny z łatwością spływa z przewodów w powietrze. Praktyka wskazuje, że

ochrona przewodów bardzo wysokiego napięcia jest łatwiejsza.

**Przyrządy ochronne dla niskiego napięcia.** Dla niskiego napięcia należy przede wszystkim stosować przyrządy ograniczające amplitudę fal. Na spadek potencjału można zwracać mniejszą uwagę. Należy stosować przy niskim napięciu iskierniki, które w tym wypadku bardzo dobrze działają, pod warunkiem aby opór obwodu rozbrajającego nie był duży. Przy prądzie stałym zaleca się stosowanie wentyli elektrolitycznych.

W końcu podajemy kilka wzorowych układów przyrządów ochronnych.

a) *Elektrownia zasilająca sieć przewodów napowietrznych* (rys. 29).

- 1) Opór wodny albo dławnik.
- 2) Kondensatory z dławnikami.
- 3) Iskiernik z dławnikiem.
- 4) Kondensator.

b) *Elektrownia zasilająca sieć kablową* (rys. 30).

- 1) Oporów uziemiających niema <sup>1)</sup>.
- 2) Iskiernik.
- 3) " "
- 4) Kondensator.

<sup>1)</sup> Niektórzy uważają jednak, że one są potrzebne.

c) *Wielka stacja transformatorowa* (rys. 31).

- 1) Opór wodny strumieniowy.
- 2) Kondensator (o ile sieć wys. nap. jest powietrzna).
- 3) Iskiernik dla usunięcia zwwyżki napięcia przy zmianie obciążenia.
- 4) Ochronnik napięciowy na niskim napięciu jest niezbędny.

d) *Mala stacja transformatorowa* (rys. 32).

- 1) Opór wodny strumieniowy zbyteczny, przyjmujemy bowiem, iż sieć jest dobrze uziemiona.
- 2) Kondensator z dławnikami.

e) *Silnik duży* (rys. 33).

- 1) Opór wodny strumieniowy, albo dławnik.
- 2) Kondensator dla zabezpieczenia od zwwyżek napięcia elektryczności atmosferycznej.
- 3) Iskiernik potrzebny przy dużych wahanach obciążenia.
- 4) Kondensator pożądanym dla zabezpieczenia zwojnic silnika od przebicia przez spadek napięcia w czole fali.

f) *Stacja rozdzielcza* (rys. 34).

- 1) Uziemienie wodne.
- 2) Dławniki dla zabezpieczenia przyrządów rozdzielczych.
- 3) Iskiernik.

B. H.

### DROBNE WIADOMOŚCI.

**Z Koła Elektrotechników.** W czwartek dn. 27 listopada odbyło się posiedzenie Koła, na którym p. M. Sikorski przedstawił treściwie wyniki usiłowań zastosowania lampy kwarcowej do sterylizacji przez promienie nadfioletowe, w znacznej ilości wysyłane przez tę lampę.

**Lampa żarowa półwatowa.** Przez wypełnienie bańki szklanej lampki żarowej azotem pod ciśnieniem około 2/3 atmosfery, udało się zmniejszyć prędkość sublimacji nitków wolframowych o tyle, że można je przeciążyć prądem do zużycia połowy wata na świecę. Należało jednak zarazem zmniejszyć straty ciepła przez przewodnictwo: osiągnięto ten cel, związując drucik w gęstą spiralę. Obecnie są tego rodzaju lampy w handlu na 600, 1000, 2000 i 3000 świec.

**Oświetlenie pomieszczeń fabrycznych.** W *El. Review*, Londyn d. 6/X r. 1911 Manktelow pisze o oświetleniu pomieszczeń fabrycznych. Za oświetlenie dostateczne uważa autor takie, przy którym robotnik może dojrzeć przedmiot obrabiany bez natężenia oczu. Oświetlenie nie powinno być zbyt słabe zarówno jak i zbyt silne.

Prawa holenderskie wymagają w jednych fabrykach 15 luksów <sup>1)</sup>, w innych zaś, przy obróbce przedmiotów większych i mniej precyzyjnych 10 luksów. W Szwajcaryi są pewne przepisy dotyczące wielkości płaszczyzn okien. Autor podaje, iż oświetlenie dzienne



przy oknach nie powinno przewyższać 40 do 50 luksów, gdy dla oświetlenia sztucznego wystarczy 10 do 15 luksów. Jeżeli oświetlenie jest większe od 30-40 luksów, to należy zastosować środki rozpraszające światło. Niżej wskazana tablica daje nam średnie wielkości wymaganego oświetlenia w różnych fabrycznych pomieszczeniach.

Odlewnie . . . . .	15 - 20 luksów
Tkalnie . . . . .	25 - 40 "
Przędzalnie . . . . .	15 - 20 "
Biura . . . . .	20 - 40 "
Sale rysunkowe . . . . .	40 - 60 "
Magazyny . . . . .	20 - 50 "
Fabryki maszyn . . . . .	30 - 50 "
Prasy . . . . .	30 - 35 "
Drukarnie . . . . .	30 - 45 "
Zakłady litograficzne . . . . .	50 - 100 "
Zakłady do emaliowania . . . . .	50 - 100 "

Oświetlenie dzienne możemy naśladować, ustawiając lampę ręciovą z na wpół przezroczystym reflektorem, który rzuca światło na płaszczyznę odbijającą według zał. rys. Należy tu wziąć pod uwagę, iż płaszczyzna, dająca więcej światła niż 1 świeca na 1 cm<sup>2</sup>, razi oko. Ponadto potrzebne są lampy przy obrabiarkach i stołach. Reflektory stożkowe są w tym wypadku najodpowiedniejsze.

Wogóle należy zaznaczyć, iż jedna świeca natężenia światła

<sup>1)</sup> Luks—jest to oświetlenie otrzymane na powierzchni prostopadłej do promieni, znajdującej się na odległości 1 metra od źródła światła o natężeniu jednej świecy.

wystarczy na 0,4-0,5 metrów kwadratowych do ogólnego oświetlenia. Dla lamp, oświetlających poszczególne miejsca, takie natężenie światła jest niezbędne na 0,1 do 0,2 metrów kwadratowych.

**Koszta budowy i prowadzenia małych urządzeń oświetlenia elektrycznego.** W № 13 wiedeńskiego „Elektrotechnik u. Maschinenbau“ inż. A. W. Schleyen rozważa, czy wobec tego, że elektrownie okręgowe w miejscowościach słabo zaludnionych i mało uprzemysłowionych nie opłacają się, nie należałoby zwrócić się w kierunku budowy niewielkich urządzeń prywatnych, nie wymagających dużych nakładów ani kłopotliwej obsługi, przez co uprzystępniono by dobrodziejstwa oświetlenia elektrycznego szerszym masom i stworzono nowe pole zbytu dla przemysłu a dla średnich i małych instalatorów—nowy teren do pracy, której często nie mają za dużo. Następnie rozpatruje o ile taka mała elektrownia pracuje oszczędnie. Na obydwie pytania autor odpowiada twierdząco, zwracając uwagę na to, że właściwa droga w tym kierunku została nam wytknięta przez wynalezienie 1-watowej żarówki metalowej, palącej się najoszczędniej przy niskim napięciu i pozwalającej przy niewielkiej ilości zużytej energii wytwarzać stosunkowo dużo światła.

Żeby jednak urządzenie nie kosztowało zbyt drogo, a więc było dostępne i dla ludzi średnio zamożnych, muszą być, zdaniem autora, wszystkie jej części składowe, a więc przede wszystkim silnik benzynowy, prądnicą, tablica rozdzielcza, bateria akumulatorów i t. p. wykonywane masowo, według normalnych wzorów, przez co cena tych przyrządów zmniejszyłaby się znacznie.

Co do samego silnika, to musiałby on być odpowiednio zabezpieczony, okapturzony, z łatwo wymiennymi częściami podlegającymi zużyciu i prosty do obsługi.

Obliczając następnie wydatki na utrzymanie ruchu wraz z wydatkami na odnawianie lampek, naprawy, obsługę (przez kogoś ze służby domowej) i amortyzację, otrzymuje koszt palenia się 16-świecowej żarówki przez godzinę—1,5 kop., co mniej więcej odpowiada kosztem takiegoż oświetlenia naftowego.

Nie będziemy podnosić pytania, czy i o ile obliczenia autora są ścisłe i czy możnaby nawet przy tamtejszych stosunkach osiągnąć tak pomyślnie wyniki; postaramy się natomiast w naszych warunkach obliczyć koszt przypuszczalnego urządzenia i wydatki na utrzymanie ruchu małej instalacji elektrycznej na 100 — 120 lampek 16-świecowych dla jakiegoś większego dworu, willi na letnisku, hotelu w uzdrowisku, dworca kolejowego na prowincji i t. p.

U nas tego rodzaju urządzenia mogą mieć znaczenie szczególnie z tego względu, że elektrownie okręgowe chyba jeszcze nie prędko powstaną.

Ogólne koszty urządzenia wyniosłyby:

1 silnik benzynowy na 3 k. m. . . . .	rb. 700
Rury i urządzenia chłodnicze do tegoż . . . . .	80
1 prądnicą o wydajności 1,5 kw przy 65 v. napięcia . . . . .	200
1 tablica rozdzielcza z przyrządami . . . . .	100
1 bateria akumulatorów o pojemności 40 amp.-godz. na 8 g. . . . .	450
Kable, fundament i inne części dodatkowe . . . . .	60
Opakowanie . . . . .	30
Sieć przewodników do 120 żarówek wraz ze skromnymi oprawkami i lampkami . . . . .	780
Nieprzewidziane . . . . .	100
<b>Razem . . . . .</b>	<b>rb. 2500</b>

Jak widzimy, suma niezbyt wysoka, w zupełności dostępna dla ludzi średnio zamożnych.

Przyjmując czas świecenia lampki w ciągu roku na 600 godzin, otrzymamy na rok zużytych

$$\frac{120 \times 600 \times 16}{1000} = 1152 \text{ kw-godzin,}$$

licząc na straty w przewodnikach 5%, w akumulatorach 25% i przypuszczając, że połowa energii będzie dostarczana do sieci z akumulatorów, otrzymamy potrzebną wydajność prądnicy 1400 kw-godz.

Biorąc współczynnik wydajności prądnicy 0,7, będziemy potrzebowali na to około 2700 konio-godzin, stąd roczne zużycie benzyny, licząc po 0,5 kg na konio-godzinę

$$2700 \times 0,5 = 1350 \text{ kg}$$

wraz ze stratami przy transporcie i przelewaniu 1400 kg.

Stąd koszty oświetlenia w ciągu roku wypadną:

1400 kg benzyny po 20 kop. . . . .	rb. 280
Materyały do oliwienia, czyszczenia, kwas, woda . . . . .	„ 100
Wymiana lampek (licząc po 2000 godz. palenia się) . . . . .	„ 40
Reparacje ew. wymiana części zużytych . . . . .	„ 40
Obsługa (pod warunkiem, że służący poza paru godzinami będzie użyty do innych robót) . . . . .	„ 300
Na amortyzację 10% . . . . .	„ 250
Na oprocentowanie 5% . . . . .	„ 125
Razem . . . . .	rb. 1135

Co wyniesie około 1,6 kop. za godzinę palenia się lampki 16-swiecowej, czyli nie o wiele więcej, niż także oświetlenie naftowe.

Przy intensywniejszym wyzyskaniu, na przykład przy 1000 godz. świecenia lampek, koszt oświetlenia zmniejszyłby się znacznie.

Jak widzimy więc zaopatrywanie się w światło elektryczne od większych odbiorców, lub, przy zrzeszeniu kilku mniejszych, z własnych miejscowych elektrowni co do kosztów budowy i prowadzenia urządzenia oświetlenia elektrycznego, leży zupełnie w granicach możliwości nawet w obecnych warunkach.

S. Zuchmantowicz.

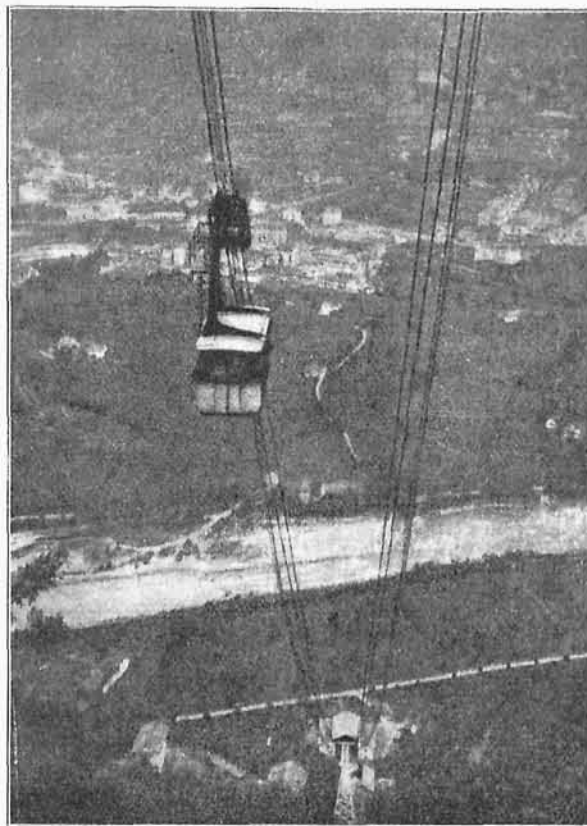
**Linowa kolejka elektryczna do ruchu osobowego.** Firma „Adolf Bleichert & Co.“ w Lipsku i Wiedniu zbudowała niedawno linową kolejkę elektryczną dla właściciela hotelu w Bozen. Kolejka ta łączy Bozen, położony na 850 m wysokości z miejscowością Bauernkohler, położoną w dolinie. Lina stalowa długości 1650 m, o śred-



Rys. 1.

nicy 34 mm, na której zawieszony jest wagon, zawieszona jest na 12 masztach żelaznych. Na rysunku widzimy wagon osobowy zawieszony na dwu linach i jeden z masztów żelaznych, na których zamocowane są liny. Między Bozen a Bauernkohlern kursują jednocześnie dwa wagony: jeden jedzie na górę, drugi na dół; każdy z nich pomieścić może 15 osób. Zawieszony jest wagon na 8 rolkach, toczących się po dwu linach. Zastosowano tu automatyczne urządzenie do wstrzymania wagonu, o ile jedna z lin się zerwie, lub gdy naprężenie ich się zmniejszy, albo nareszcie, gdy zwykła prędkość biegu zostanie przekroczona. Wagon ciągną inne 2 liny, które przez rolki w górnej stacji łączą go z drugim wagonem, jadącym z powrotem. Do wyrównania ciężarów u dołu wagonów są umocowane jeszcze 2 liny stalowe, łączące oba wagony. Dwie liny

ciągnące, 2 liny dźwigowe, 2 imaki automatyczne i 2 hamulce automatyczne na stacyi górnej stanowią urządzenia, które zabezpieczają zupełnie od wypadków. Wreszcie, gdyby silniki na stacyi działać przestały, to [zapomocą windy ręcznej, można doprowadzić wagony do stacyi. Napędza kolejkę silnik boczny prądu stałego o mo-



Rys. 2.

cy 90 k. m. przy 220 voltach i 760 obrotach na minutę, czerpiący prąd z elektrowni w Zwölfmalgreien. W razie przerwy prądu elektrowni silniki czerpią prąd z zapasowej baterji akumulatorów, której pojemność wystarcza do podtrzymania ruchu kolejki w ciągu godziny.

#### Jak można obliczyć trwałość słupów drewnianych nasyconych?

Obecnie posiadamy dużo skutecznych środków do nasycenia słupów drewnianych; wystarczy wspomnieć o nasycaniu zapomocą chlorku rtęci (Atzsublimat) lub „Teerölu“. Technika nie zadowolnia się jednakże dotychczasowymi wynikami i wprowadza nowe środki, które mają być jeszcze skuteczniejsze. W celu dokładnego osądzenia wartości tych związków chemicznych, nie można opierać się tylko na wynikach praktyki. Należałoby więc poustawić na pewnej przestrzeni większą liczbę w pewien sposób nasyconych słupków i obserwować rok rocznie liczbę zgnitych sztuk; ten sposób byłby najodpowiedniejszy przy dostatecznej liczbie słupków. Ponieważ jednakże praktyczne wyniki otrzymać można byłoby dopiero po kilkudziesięciu latach, więc należałoby obmyśleć sposób, któryby polegał na połączeniu doświadczeń z praktyki z danymi laboratoryjnymi. Taki sposób podaje Robert Nowotny, radca budowlany z Wiednia. Najszkodliwszym z grzybów drewnnych jest grzyb „Pencilium glaucum“. Ilość procentowa więc środka antyseptycznego dodana do żelatyny, zaszczipionej tym grzybem, w celu zneutralizowania działania tego grzyba może określić wartość środka antyseptycznego. R. Nowotny określa moc antyseptyczną danego związku chemicznego, dzieląc ilość ciała, nasycającego 1 m<sup>3</sup> drzewa przez wyżej wspomnianą ilość procentową w żelatynie. Dla siarczanu rtęci, na przykład, siła antyseptyczna równa się 4; 1 m<sup>3</sup> drzewa bowiem przy nasyceniu pochłania 0,8 kg siarczanu rtęci, dla zniweczenia zaś działania „Pencilium glaucum“ należy dodać do żelatyny 0,2% tego siarczanu. Nowotny podaje na podstawie praktycznych danych wykres, który uzależnia czas konserwacji słupów drewnianych od siły antyseptycznej materji nasycającej. Wykresem tym, według R. Nowotnego, należy się posługiwać dla określenia trwałości słupów, nasyconych nowym środkiem antyseptycznym. Sposób Nowotnego jest dosyć prosty. Czy okaże się niezawodnym, pokaże przyszłość, bądź co bądź stanowi on znaczny postęp w tej dziedzinie.

**Lokomotywy elektryczne z akumulatorami do przesuwania wagonów lub do przewożenia ciężarów w fabrykach.** Ze względu na prostą obsługę i niewielkie wydatki na utrzymanie, zaczęto stosować lokomotywy elektryczne czerpiące energję z własnej baterji akumulatorów w warsztatach kolejowych, portach lub dużych fabrykach. Tego rodzaju lokomotywa zbudowana dla warsztatów kolejowych przez zakłady „Siemens Schuckert“ waży 32 tony, jej moc motorowa wynosi 70 k. m. Lokomotywa ta ciągnie pociąg o 430 tonnach wagi, za jednem naładowaniem ogniów przewiozła około 4000 pociągo-kilometrów.

Wydawca Feliks Kucharzewski. Redaktor odp. Stanisław Manduk.

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Włodzimierska № 3 (Gmach Stowarzyszenia Techników).