

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom LI.

Warszawa, dnia 25 grudnia 1913 r.

№ 52.

TREŚĆ: *Biernacki W.* Zasada względności [dok.].—Wiadomości techniczne i przemysłowe.—Krytyka i bibliografia.—Kronika bieżąca.

**Architektura.** *Szyller S.* Czy mamy polską architekturę? [dok.].—Ruch budowlany i Rozmaitości.—Konkursy.

Z 2-ma tablicami (tabl. XII i XIII) i 25-ma rysunkami w tekście.

## ZASADA WZGLĘDNOŚCI.

Podał Wiktor Biernacki.

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

(Dokończenie do str. 665 w № 51 r. b.)

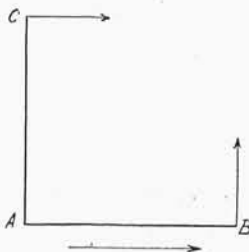
Warto jednak zastanowić się nad fizycznym uzasadnieniem, dlaczego, jak to już kilkakrotnie w wykładzie niniejszym wzmiankowaliśmy, ruchy prędsze od światła w przyrodzie istnieć nie mogą. Tę przyczynę teoria znajduje we wniosku, wynikającym z zasady względności, że masa ciała zależy od prędkości ruchu i przy prędkości, równej prędkości światła, staje się nieskończenie wielką. Nasamprzód wykazał to Lorentz dla elektronów. Einstein dał wzory ogólne dla elektronu, znajdującego się w polu elektromagnetycznym, a, co więcej, przyjął, że wzory jego stosują się nie tylko do elektronów, lecz i do każdego ciała materialnego. Równania Einsteina w przypadku małych prędkości  $v$  (kiedy można przyjąć  $k = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  równem jedności) zamieniają się na

znane równania (3) dynamiki Newtona. W ten sposób Einstein (oraz Wien) dał zasady elektromagnetyczne mechanice, przez co wytworzył się nowoczesny kierunek ewolucji fizyki. Według tych poglądów mechanika klasyczna, oparta na prawach Newtona, jest jedynie poszczególnym przypadkiem nauki ogólniejszej, zawartej we wzorach i prawach pola elektromagnetycznego.

Teoria względności prowadzi do wniosku, że odróżniać należy masę *statyczną* każdego ciała, jaka się przedstawia obserwatorowi, względem którego ciało jest nieruchome, od masy *kinetycznej*, którą ocenia obserwator w tem samym ciele, poruszającym się względem niego z pewną prędkością. A co uderza jeszcze bardziej: odróżniać należy *masę podłużną* poruszającego się ciała, jako miarę jego bezwładności wobec sił, skierowanych zgodnie lub wręcz przeciwnie z prędkością ciała (czyli, wobec sił, zmieniających wielkość prędkości ciała), oraz *masę poprzeczną*, jako miarę bezwładności przy zmianach kierunku prędkości, zatem, wobec sił, skierowanych prostopadłe do ruchu ciała.

Weźmy dźwignię sztywną  $CAB$  (rys. 9) równoramienną o prostopadłych do siebie ramionach. Jeżeli się ona znajduje w spoczynku, i u końców ramion działają, jak wskazano na rysunku, siły prostopadłe do ramion, dźwignia pozostaje w równowadze, jeśli siły te są sobie równe. Lecz nadajmy dźwigni ruch jednostajny i prostoliniowy w kierunku równoległym do ramienia  $AB$  względem obserwatora (którego, chwilowo, za nieruchomego uważać chcemy) z prędkością  $v$ .

Dla obserwatora, poruszającego się wraz z dźwignią, nie się nie zmienia: nie przestaje on oceniać, że długości ramion i przyłączone do nich siły są jednakowe; dźwignia pozostaje w równowadze, bo w myśl zasady względności ruch prostoliniowy i jednostajny warunków równowagi nie narusza. Inaczej przedstawia się sprawa obserwatorowi nieruchomemu: ramię  $AB$  wydaje mu się skrócone w stosunku  $k$ , ramię  $AC$  zachowuje dla niego swą długość poprzednią. Dźwignia pozostaje w równowadze; wnioskuje on zatem, że siła przycze-



Rys. 9.

piona w punkcie  $B$  jest większa, aniżeli przyczepiona w punkcie  $C$ , w tym samym stosunku, w jakim ramię  $AB$  wydaje mu się krótsze, aniżeli ramię  $AC$ . Jeżeli więc wartości sił, przyczepionych w  $B$  i w  $C$ , według oceny obserwatora, poruszającego się wraz z dźwignią, oznaczymy przez  $f$ , to obserwator nieruchomy siłę, przyczepioną w punkcie  $C$ , równoległą do kierunku ruchu dźwigni (możnaby ją nazwać *siłą podłużną*) ocenia tak samo, jak i obserwator, poruszający się wraz z dźwignią, to znaczy, nadaje jej wartość  $f$ ; siła zaś, przyczepiona w punkcie  $B$ , prostopadła do kierunku ruchu (możnaby ją nazwać *siłą poprzeczną*), posiada dla niego wartość  $\frac{f}{k}$ , ponieważ wydaje mu się, że  $AB = k \cdot AC$ ; inaczej bowiem nie rozumiałby, dlaczego dźwignia pozostaje w równowadze.

Siła wyraża się jako iloczyn z masy przez przyspieszenie. Prędkość jest to stosunek przyrostu drogi (długości) do czasu, przyspieszenie—stosunek przyrostu prędkości do czasu. Wyrażamy to przez *wymiary* jednostek prędkości i przyspieszenia, mówiąc, że jednostka prędkości przedstawia się jako stosunek jednostki długości do jednostki czasu, jednostka zaś przyspieszenia—jako stosunek jednostki długości do kwadratu jednostki czasu. Niechaj w układzie nieruchomym siła  $f$  nadaje masie  $m_0$  przyspieszenie, wynoszące  $a$  jednostek przyspieszenia, np.  $cm/sek.^2$ . Takież samo przyspieszenie nadawać będzie też sama siła  $f$  masie  $m_0$ , jeśli układ porusza się będzie prostoliniowo i jednostajnie, według oceny obserwatora, poruszającego się wraz z tym układem. Lecz obserwator nieruchomy ocenia na swojej skali każdy centymetr obserwatora ruchomego w kierunku podłużnym (równoległym do kierunku ruchu) jako  $k$   $cm$ , każdą sekundę obserwatora ruchomego jako  $\frac{1}{k}$  sek. na swoim zegarze nieruchomym; zatem jednostkę przyspieszenia obserwatora ruchomego (jak to wynika z jej wymiaru) wyraża się  $k^3$  jednostkami przyspieszenia obserwatora nieruchomego. Innymi słowy, przyspieszenie, które obserwator, należący do poruszającego się układu, ocenia, jako równe np.  $a$   $cm/sek.^2$ , obserwator nieruchomy uzna jako  $a k^3$   $cm/sek.^2$ .

Obserwator widzi, że siła  $f$  nadaje *nieruchomemu* względem niego ciału o masie  $m_0$  przyspieszenie  $a$ . Jeśli jednak toż samo ciało porusza się względem obserwatora z prędkością  $v$ , obserwator dostrzega, że też sama siła  $f$ , działając *podłużnie*, to znaczy w kierunku ruchu ciała, lub wręcz przeciwnie, nadaje mu przyspieszenie  $k^3$  razy większe, czyli  $a k^3$ . Obserwator wnioskuje, że masa ciała, która *statycznie* (gdy ciało względem obserwatora jest nieruchome) wynosi  $m_0$ , *kinetycznie*, to znaczy podczas ruchu, względem obserwatora z prędkością  $v$ , jest  $k^3$  razy mniejsza, mianowicie równa  $\frac{m_0}{k^3}$ . Innymi słowy, masa  $m_0$ , poruszająca się z prędkością  $v$ , zachowuje się wobec siły równoległej do  $v$  tak samo, jak masa  $\frac{m_0}{k^3}$  nieruchoma: masa  $m_0$ , poruszająca się z prędkością  $v$ , jest wobec siły podłużnej *równoważna dynamicznie* z masą  $\frac{m_0}{k^3}$  nieruchomą. Ta właśnie masa nosi

nazwę *masy podłużnej* ciała. Oznaczając ją przez  $m_c$ , napiszemy:

$$m_c = \frac{m_0}{k^3} = \frac{m_0}{\left(\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\right)^3} \dots (9).$$

Siłę *poprzączną*, t. j. prostopadłą do kierunku ruchu (przyczepioną w punkcie *B* dźwigni, rys. 9), której obserwator, należący do poruszającego się układu, nadaje wartość  $f$ , obserwator nieruchomy ocenia jako  $\frac{f}{k}$ . Siła ta nadaje przyspieszenie prostopadłe do ruchu układu. Jednostka długości jest w tym kierunku dla obu obserwatorów jednakowa. Lecz jednostka czasu (np. sekunda) obserwatora ruchomego obecnie również wynosi dla obserwatora nieruchomego na jego zegarze  $\frac{1}{k}$  jednostek czasu (np. sekund); a więc jednostkę przyspieszenia obserwatora ruchomego obserwator nieruchomy ocenia  $k^2$  jednostkami przyspieszenia w swoim układzie. To też przyspieszenie, które obserwator ruchomy ocenia jako np.  $a$  cm/sek.<sup>2</sup>, obserwator nieruchomy, jeśli to przyspieszenie jest *poprzączne* względem ruchu układu (sprawiane przez siłę *poprzączną*), ocenia jako  $a k^2$  cm/sek.<sup>2</sup> Takie  $k^2$  razy większe przyspieszenie w układzie nieruchomym nadawałaby też sama siła masie  $k^2$  razy mniejszej, czyli masie  $\frac{m_0}{k^2}$ . Lecz siłę tę obserwator nieruchomy ocenia jako  $\frac{f}{k}$ . Zatem według dostrzeżeń obserwatora nieruchomego siła  $\frac{f}{k}$  nadaje masie  $\frac{m_0}{k^2}$  przyspieszenia  $a k^2$ ; oczywiście siła  $f$  nada także samo przyspieszenie masie  $\frac{m_0}{k}$ . Doszliśmy do wniosku, że masa  $m_0$ , poruszająca się z prędkością  $v$ , zachowuje się wobec sił prostopadłych do jej prędkości (sił *poprzącznych*) tak samo, jak masa  $\frac{m_0}{k}$  nieruchoma. Innymi słowy, masa  $m_0$ , poruszająca się względem nas z prędkością  $v$ , jest dla sił *poprzącznych* (prostopadłych do  $v$ ) *równoważna dynamicznie* z nieruchomą masą  $\frac{m_0}{k}$ . Ta właśnie masa nosi nazwę *masy poprzącznej*. Oznaczając ją przez  $m_t$ , napiszemy:

$$m_t = \frac{m_0}{k} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \dots (10).$$

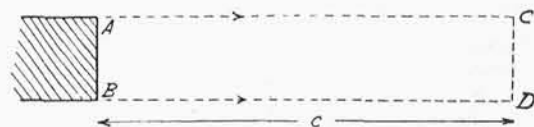
Przekonaliśmy się, że ciało, masę którego, gdy jest ono nieruchome względem obserwatora, ocenia on jako  $m_0$  (masa statyczna), poruszając się prostoliniowo i jednostajnie względem obserwatora, pod działaniem siły podłużnej otrzymuje takie samo przyspieszenie, jak ciało o masie  $\frac{m_0}{k^3}$  nieruchome względem obserwatora pod działaniem takiejże samej siły, a wobec siły *poprzącznej*, zachowuje się jak ciało o masie  $\frac{m_0}{k}$  nieruchome. Wszystko jedno przytem, oczywiście, czy obserwator pozostaje nieruchomy, a ciało rozważane się porusza, czy też odwrotnie; chodzi bowiem, jak zawsze, jedynie o prędkość względną. Widzimy z tego, że i pojęcie masy jest również względne, jak i pojęcia przestrzeni i czasu. Pojęcie masy, jako wielkości stałej dla danego ciała, istnieje tylko wówczas, gdy to ciało jest nieruchome względem obserwatora; masa zaś ciała poruszającego się zależy od jego prędkości. Zwróćmy uwagę na to, że obie masy i podłużna (9), i *poprzączna* (10) rosną w miarę tego, jak prędkość ciała zbliża się do prędkości światła, a przy prędkości  $v$  równej prędkości światła  $c$  obie masy stają się nieskończenie wielkie. Wynika z tego, że żadne siły nie są w stanie wprawić ciało w ruch prędszy od światła. Oto na czem polega przyczyna fizyczna tego, że ruchy prędsze od światła w przyrodzie istnieć nie mogą.

Wzór (10) dla masy *poprzącznej* udało się nawet sprawdzić doświadczalnie. Oczywiście doświadczalne sprawdzenie

wymaga prędkości olbrzymich, bliskich do prędkości światła. Takie prędkości znaleziono dla elektronów w promieniach katodowych oraz w promieniach  $\beta$  ciał promieniotwórczych.

Z pomiarów odchylenia tych promieni od prostoliniowego kierunku biegu, które zachodzi pod skombinowanym działaniem pól elektrycznego i magnetycznego, oznaczyć można dwie wielkości: prędkość  $v$  ruchu elektronu (względem obserwatora), oraz stosunek  $\frac{e}{m}$ , w czym  $e$  oznacza ładunek elektryczny elektronu,  $m$ —jego *masę poprzączną* (siły bowiem, wychylające w tych doświadczeniach elektrony z drogi prostoliniowej, są prostopadłe do kierunku ruchu). Otóż bardzo ścisłe pomiary, dokonane przedewszystkiem przez Kaufmana (w r. 1903), później przez Bucherera (w r. 1908) i Hupka'ę (w r. 1909), przekonały, że ten stosunek  $\frac{e}{m}$  maleje, w miarę tego jak rośnie prędkość elektronu. Wszystkie przemawia za tem, że ładunek  $e$  elektronu zmianie nie ulega, że ładunek ten jest zawsze i wszędzie jednakowy. Przyjmując to, wnosić musimy, że wzrost prędkości ruchu prowadzi do powiększenia się masy. Bucherer i Hupka znaleźli doskonałą zgodność wzoru (10) dla masy *poprzącznej* z wynikami swych doświadczeń.

Względność masy, wynikająca z zasady względności, burzy nasze pojęcia dotychczasowo zasadnicze, bo pojęcie o zachowaniu masy (materii). Jeszcze bardziej zdziwieni będziemy, wglądając w myśl tej zasady w pojęcie *energii*. Zaczniemy od energii promienistej. Teoria uczy, i drogą doświadczenia sprawdzoną to zostało, że promienie, padające na jakiegokolwiek ciało, czy też promienie, przez nie wysyłane, ciśnienie na ciało wywierają. Teoria i doświadczenia odpowiednie wykazały zgodnie, że ciśnienie na ciało energii promienistej, wysyłanej przez nie (wypromieniowywanej) w kierunku do powierzchni ciała prostopadłym, równa się gęstości tej energii promienistej, czyli, liczbowo, wartości tej energii w każdym centymetrze sześciennym. Wystawmy sobie ciało, promieniujące w próżni. Energia promienista posiada prędkość  $c$  (jest to prędkość światła). Oznaczmy ilość energii, wypromieniowywanej z centymetra kwadratowego powierzchni ciała (prostopadłe do niego) w jednej sekundzie, przez  $E$ ; gęstość wysyłanej energii wynosi  $\frac{E}{c}$ . Istotnie energia, wysyłana w jednej sekundzie, wypełnia sobą walec  $ABCD$  (rys. 10), którego podstawa  $AB = 1$  cm<sup>2</sup>, a długość— $c$  cm, zatem objętość =  $c$  cm<sup>3</sup>. Ciśnienie więc (na każdy cm<sup>2</sup> powierzchni ciała) na ciało wynosi również  $\frac{E}{c}$ . Ciśnienie to, gdyby ciało było zupełnie swobodne, wprawiłoby to ciało w ruch. Lecz względem czego? Względem ośrodka, w którym się rozchodzi energia promienista. Według Lorentza ośrodkiem tym byłby



Rys. 10.

eter bezwzględnie nieruchomy. A więc rozważany ruch ciała byłby ruchem bezwzględnym, i prędkość jego byłaby prędkością bezwzględną. Z punktu widzenia teorii względności są to czcze słowa. Otóż W. Wien rozważa, w myśl zasady względności, ten ruch ciała jako ruch względem energii promienistej, której W. Wien w tym celu masę przypisuje. Wien uważa, że przy promieniowaniu ciała zachodzi *ciągłe* to, co występuje np. przy wystrzale z działa, lub przy zderzeniu kul sprężystych. Pędy nabyte przy wystrzale przez działa i przez pocisk są jednakowe i równe popędowi (impulsowi) wystrzału. Niechaj ciało promieniuje (w kierunku prostopadłym do powierzchni) tylko jednym centymetrem kwadratowym swej powierzchni. Wówczas siła, z jaką energia promienista wciąż na ciało działa, wynosi  $\frac{E}{c}$ . Popęd (impuls) tej siły (stałej) w jednej sekundzie (według wzoru  $ft$ ,



gdzie  $f$  oznacza stałą siłę,  $t$ —czas jej działania) równa się  $\frac{E}{c}$ ; tyleż wynosi pęd naszego ciała (po jednej sekundzie). W ciągu tej sekundy jest wypromieniowywana przez ciało energia w ilości  $E$ , posiadająca prędkość  $c$  (prędkość światła). Oznaczając, według Wiena, *masę tej energii* przez  $\mu$ , powiemy, że pęd jej wynosi  $\mu c$ . Tak więc w jednej sekundzie ciało nabrało pędu  $\frac{E}{c}$ , a energia promienista pędu  $\mu c$ . Oba pędy są sobie równe, zatem:

$$\frac{E}{c} = \mu c, \text{ a stąd } \mu = \frac{E}{c^2}.$$

Przekonamy się wkrótce, że to, co powiedziano o energii promienistej, dotyczy wszystkich postaci energii. Energia więc w ilości  $E$  (ergów), zawarta w pewnej masie, powiększa ją o  $\mu = \frac{E}{c^2}$  (gramów). Jakkolwiek to  $\frac{E}{c^2}$ , z powodu wielkiej wartości  $c$  ( $c = 3 \cdot 10^{10}$  cm/sek.), jest zwykle bardzo małe, jednak, gdy chodzi np. o energię wielkich ciał niebieskich na skutek ich ruchów czy też ciężenia wzajemnego, wielkość ta  $\frac{E}{c^2}$  może coś zaznaczyć.

W inny jeszcze sposób do pojęcia *masy energii* dojść możemy. Rozważmy energię kinetyczną. Praca równa się przyrostowi energii kinetycznej (o ile jest pokonywana tylko bezwładność ciała). Niechaj na masę  $m$  działa w kierunku ruchu siła  $f$  w nieskończenie krótkim czasie  $dt$ , na nieskończenie krótkiej drodze  $dl$ . Przyrost energii kinetycznej  $dT$  równa się pracy siły:

$$dT = f dl.$$

Lecz  $dl = v dt$ , zatem:  $dT = v f dt$ .

Popęd siły  $f dt$  równa się zmianie pędu ciała  $mdv$ ; to też:  $dT = v mdv = m v dv$ .  $m$ —oznacza tu, oczywiście, *masę podłużną*, określoną przez wzór (9), ponieważ siła działa w kierunku prędkości. Ażeby otrzymać wartość energii kinetycznej dla momentu, w którym prędkość jest  $v$ , należy wykonać całkowanie w granicach od 0 do  $v$ :

$$T = \int_0^v m v dv = m_0 \int_0^v \frac{v dv}{\left(\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\right)^3}.$$

Z łatwością znajdujemy:

$$T = m_0 c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right). \dots (11).$$

W przybliżeniu:

$$T = m_0 c^2 \left[ \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-\frac{1}{2}} - 1 \right] = m_0 c^2 \left( \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} + \dots \right),$$

co jeszcze możemy przedstawić w postaci:

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{2} m_0 v^2 + \frac{3}{8} m_0 v^2 \cdot \frac{v^2}{c^2} + \dots = \\ &= \frac{1}{2} m_0 v^2 \left( 1 + \frac{3}{4} \frac{v^2}{c^2} + \dots \right). \dots (12). \end{aligned}$$

Widzimy, że wartość energii kinetycznej, którą przyjmuje mechanika klasyczna  $\left(\frac{1}{2} m_0 v^2\right)$ , może się stosować jedynie dla prędkości  $v$  znacznie mniejszych od prędkości światła  $c$ . Przy prędkościach wielkich, bliskich do prędkości światła, energia kinetyczna ciała jest daleko większa, aniżeli  $\frac{1}{2} m_0 v^2$ , a przy prędkości, równej prędkości światła ( $v = c$ ), jak to jest widoczne z wzoru (11), energia kinetyczna każdego ciała jest nieskończenie wielka.

Zwróćmy uwagę baczniejszą na to, co następuje. Ciało, masę którego obserwator, gdy ciało to jest względem niego nieruchome, ocenia jako  $m_0$  (masa statyczna), wprawione zostało w ruch jednostajny z prędkością  $v$ . Energia kinetyczna  $T$  ciała, stała przy stałej prędkości  $v$ , wyraża się wzorem (11). Masa tego ciała kinetyczna, mianowicie *poprzeczna* (to znaczy wobec sił, nie zmieniających jego energii kinetycznej),

wynosi  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ , a przyrost  $\mu$  masy, na skutek tego,

że ciało jest obdarzone energią kinetyczną  $T$ :

$$\mu = m - m_0 = m_0 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right),$$

czyli, według wzoru (11):

$$\mu = \frac{T}{c^2}.$$

Nadanie więc ciału energii kinetycznej w ilości  $T$  powiększa jego masę o  $\frac{T}{c^2}$ ; wnioskować stąd należy, że energia  $T$  posiada masę równą  $\mu = \frac{T}{c^2}$ , co otrzymał też i W. Wien dla energii promienistej. Ponieważ wszystkie postaci energii zamianie jedna na drugą ulegają, wynika stąd, że wszelka postać energii w ilości  $E$  (ergów) posiada miarę, równą  $\mu = \frac{E}{c^2}$  (gramów).

W takim razie masa ciała zmienia się, gdy ciało traci lub zyskuje energię. Przy łączeniu się dwóch gramów wodoru z 16 gramami tlenu wydziela się nazewną (uchodzi z układu) ciepło, wynoszące, w jednostkach mechanicznych,  $2,87 \cdot 10^{12}$  ergów<sup>1)</sup>. Masa tej energii, według tego co powiedziano, wynosi około  $3 \cdot 10^{-6}$  miligrama. Zatem przy łączeniu się dwóch gramów wodoru z 16 gramami tlenu powstawać winno nie 18 gramów wody, lecz o  $3 \cdot 10^{-6}$  miligramów mniej: zasada niezmienności masy przy reakcjach chemicznych przestaje obowiązywać. Lecz sprawdzenie tej zmienności masy przekracza granice możliwości naszych środków eksperymentalnych. Gdy ciało pochłania energię promienistą, i temperatura jego wzrasta, masa ciała powiększa się; gdy ciało promieniuje, oddaje ono jednocześnie i masę nazewną, mianowicie masę energii wypromieniowywanej. Każdy centymetr kwadratowy powierzchni słońca wysyła w ciągu roku w postaci energii promienistej, mniej więcej, jeden miligram masy. Każde ciało, przy każdej temperaturze promieniuje, zawiera więc w sobie pewien zasób energii. Masa ciała zawiera w sobie już i masę tej energii. Energia wewnętrzna ciała zależy od jego temperatury; zatem i masa ciała zależy od temperatury: masa ciała gorącego jest większa, aniżeli zimnego. Pomiar bezpośredni nie wykazują jednak tego; przypuszczać należy, że wielkie nawet ilości np. ciepła, jakie mogą być pochłaniane lub wydzielane przez ciało w pewnych warunkach, są niesłychanie drobne w porównaniu z zasobem energii, istniejącym w ciele. Energia, *utajona w każdym ciele*, musi być olbrzymia. Zapewne jest ona utajona wewnątrz atomów, i przejawiać się powinna, gdy atomy ulegają przemianie. Ciepło, wydzielające się przy rozpadzie atomów ciał promieniotwórczych, jest właśnie częścią tej energii utajonej. Prof. Planck obliczył (z ilości ciepła wydzielanego), że jeden gram radu traci w ciągu roku 0,012 miligramów, stanowiących masę ciepła, przez rad w tym czasie wydawanego. Ta ilość ciepła wystarczyłaby do stopienia około dwu ton lodu.

Można nawet robić domniemania co do (przybliżonej) wartości tej energii utajonej w atomach każdego ciała. Ponieważ ciało, tracąc energię, traci też i masę, a pochłaniając energię, zyskuje na masie; ponieważ każda energia w ilości  $E$  posiada masę  $\mu = \frac{E}{c^2}$ , można przypuścić, że masa (materya) i energia są sobie równoważne, że każda masa (nieruchoma)  $m_0$  jest równoważna z olbrzymim zasobem energii, wynoszącym:

$$E = m_0 c^2. \dots (13),$$

w czem  $c$  oznacza prędkość światła. Według tego wzoru w każdym gramie materii tkwi energia (utajona) w olbrzymiej ilości, równej:

$$E = 9 \cdot 10^{20} \text{ ergów} = \text{prawie } 9 \cdot 10^{12} \text{ kilogrametrów}.$$

Pracę w tej ilości dostarczyłby nam silnik tysiackonny, działający nieustannie w ciągu prawie czterech lat.

<sup>1)</sup> Przypomnijmy, że jedna gramowa kaloria ciepła odpowiada 42 milionom ergów.

Energię ciała, poruszającego się z prędkością  $v$ , otrzymamy według wzoru (13), biorąc zamiast masy *statycznej*  $m_0$  masę  $m$  *kinetyczną*, mianowicie *poprzączną* (wobec sił, nie zmieniających wartości prędkości):

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = m_0 c^2 \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} + \frac{3}{8} \frac{v^4}{c^4} \dots \right),$$

co jeszcze możemy przedstawić w postaci:

$$E = m_0 c^2 + \frac{1}{2} m_0 v^2 \left( 1 + \frac{3}{4} \frac{v^2}{c^2} + \dots \right). \quad (14).$$

Toż samo dostaniemy, dodając do otrzymanej wcześniej, a wyrażonej we wzorze (12) energii kinetycznej ciała, energię utajoną  $m_0 c^2$ . Dostrzegana energia kinetyczna ciała (12), przy niezbyt wielkich jego prędkościach, jest niesłychanie tylko drobną częścią całkowitej jego energii, jak to wykazuje wzór (14).

Chociaż pobieżnie i dogmatycznie kilka jeszcze dalszych wniosków, wynikających z zasady względności, zaznaczyć nam tu należy.

Einstein wykazał, że obserwator, poruszający się wraz z układem, nie tylko wymiary ciała, do układu należących, czas, miary i t. d., lecz także i temperatury, w układzie istniejące, inaczej ocenia, aniżeli obserwator nieruchomy (ogólniej mówiąc, obserwator, względem którego układ się porusza), mający jednak możność oznaczania temperatur w układzie ruchomym. Jeżeli przez  $T'$  nazwiemy temperaturę (w skali bezwzględnej), oznaczoną przez obserwatora układu ruchomego jakiegoś ciała jego układu, przez  $T$  zaś temperaturę tegoż samego ciała według oceny obserwatora nieruchomego, wówczas według Einsteina:

$$T' = T \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \quad \text{oraz} \quad T = \frac{T'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Zatem obserwator (uważający się za nieruchomego) ocenia temperatury, istniejące w układzie poruszającym się względem niego wyżej, aniżeli obserwator, należący do układu ruchomego.

Z tego, czego uczy teoria względności o równoważności masy (materii) i energii, wynika, że zasada zachowania materii słuszną być przestaje. Zasada ta obecnie, według teorii względności, może być stosowana tylko do takich układów, których energia pozostaje niezmienna. I wogóle zasada ta staje się jedynie przypadkiem poszczególnym zasady zachowania energii, która w ten sposób okazuje się uniwersalną zasadą całej nauki o przyrodzie.

Materia i energia są więc, w myśl teorii względności, sobie równoważne; każda energia masę posiada (jest tej masie równoważna). Zastanowić się wypada nad pytaniem, czy ta masa energii jest masą tylko *bezwładną*, czy też również i *gravitacyjną*; to znaczy, czy dwie ilości energii, np. promienistej (chociażby dwie wiązki promieni świetlnych) przyciągają się wzajemnie, na podobieństwo ciał materialnych, oraz czy energia jest przyciągana przez ciała materialne (i odwrotnie), czy też nie? Dla ciał materialnych wszystkie doświadczenia sprawdzają tożsamość masy, jako miary bezwładności, oraz masy „ciążenia“, czyli masy gravitacyjnej. Einstein twierdzi, że *masa bezwładna* energii (sprawiająca np., że masa *kinetyczna* ciała jest większa, aniżeli jego masa *statyczna*) jest też i *masą gravitacyjną*; masa gravitacyjna

ilości  $E$  każdej postaci energii wynosi  $\mu = \frac{E}{c^2}$ . Masa ta jest wogóle (z powodu, że  $c$  jest bardzo wielkie) bardzo mała; to też i przejawy gravitacji energii ku energii, lub energii ku materii bardzo nikłymi jedynie być mogą. W promieniu świetlnym zawarta jest energia promienista. Zatem promienie świetlne powinny ulegać zбочnieniu, przebiegając w pobliżu ciał niebieskich, np. słońca, z powodu przyciągania zawartej w nich energii przez słońce. Według obliczenia Einsteina promień świetlny, idący np. od gwiazdy nieruchomej, przebiegając tuż obok słońca, powinien ulec zбочnieniu, na skutek przyciągania przez słońce, o  $0,8''$ . Takie zбочnienie leży w granicach dostrzegalności tegoczesnych narzędzi astronomicznych. Trudność obserwacji polega na tem, że jeżeli

promienie, idące od gwiazdy do ziemi, przechodzą obok słońca, gwiazda ta wypada na sklepieniu niebieskiem tuż obok słońca i nie jest widzialna wogóle; widzialna może być dopiero podczas zaćmienia słonecznego. Przyszłemu więc obserwatorowi, który zechce sprawdzić przepowiednie Einsteina, należy obrać gwiazdę, która według obliczeń wypadnie w chwili zaćmienia słonecznego na sklepieniu niebieskiem tuż obok brzoju słońca, i oznaczyć jej położenie w krótkim czasie trwania zaćmienia. Jeżeli twierdzenie Einsteina jest słuszne, różnica kątowa położenia gwiazdy, obliczonego uprzednio i dostrzeżonego, powinna wynosić  $0,8$  sekundy kątowej.

Powróćmy raz jeszcze do przekształceń (6) i (7). Cechą uderzającą tych przekształceń jest to, że *czas* staje się zależnym od spórzędnych, powiedzmy, od położenia punktu zjawiskowego. Przywykliśmy do tego, że położenie (spórzędne) punktu w jego ruchu jest zależne od czasu; lecz ta zależność *czasu* od położenia punktu przeczy najgłębiej zakorzenionym przyzwyczajeniom umysłu naszego. Przywykliśmy trwanie w czasie (bieg czasu) uważać jako coś niezależnego od stosunków przestrzennych. Zasada względności zmusza nas do porzucenia tego niejako wrodzonego pojęcia o czasie. Przedwczesnie w r. 1909 zmarły znakomity matematyk Herman Minkowski wyraził to w pięknej postaci matematycznej. Według Minkowskiego przestrzeń sama przez się i czas sam przez się nie posiadają wcale znaczenia realnego. „Przeźródleń sama w sobie i czas sam w sobie, mówi Minkowski, są cieniami i jedynie ich połączenie zachowuje samodzielnosc“. Wszeczeńświat Minkowski uważa za czterowymiarowy, czwartym wymiarem jest *czas*. Według Minkowskiego wszystkie cztery spórzędne ( $x, y, z, t$ ) są sobie równoważne.

Jak jednak tę równoważność, spórzędność przestrzeni i czasu rozumieć należy? Jeżeli obserwator w swym ruchu minął pewien punkt przestrzeni, już go w tym punkcie nie ma, jednak punkt ten istnieć nie przestał. W podobny sposób ta chwila, w której zaszło jakieś zjawisko, np. chwila, w której rozpoczęło się powstawanie życia na ziemi, chwila która dla ziemi i dla nas już minęła, chwila ta nie zginęła, ona wciąż istnieje. Ziemia przeżyła tę chwilę, lecz nie wszeczeńświat cały. Położenie pewnego zjawiska we wszeczeńświecie czterowymiarowym jest określone przez pewien *punkt światowy*, jako go nazywa Minkowski; punkt ten istniał, istnieje i zawsze istnieć będzie. W chwili obecnej przez *punkt światowy*, w którym znajdowała się kiedyś ziemia, inny jakiś tułacz przechodzi. Czas nie biegnie, jak nie biegnie przestrzeń; my, tułacze, biegniemy we wszeczeńświecie czterowymiarowym.

Nie można mówić o zasadzie względności, nie poruszając stosunku teorii względności do hipotezy eteru powszechnego. Gdyby eter istniał, byłby nieruchomy i nie pociągany przez materię w jej ruchu, posiadalibyśmy możność przez pomiar prędkości fal elektromagnetycznych w różnych kierunkach w układzie, poruszającym się jednostajnie i prostoliniowo, oznaczania prędkości tego układu, np. ziemi. Doświadczenia Michelsona i innych przeczą temu. Wynikać z tego winno, że eter porusza się wraz z ziemią i jej atmosferą. Zasada względności twierdzi, że prędkość światła niezależnie od tego, gdzie i przez kogo jest ona oznaczona, zawsze jednakowa być musi. Obserwator wyznacza bieg promieni świetlnych na ziemi i znajduje, że poruszają się one na wszystkie strony z jednakową prędkością  $300\,000$  km/sek. Jednocześnie ktoś wykonywa podobne doświadczenia w pędzącym wagonie kolejowym, albo na innej jakiej planecie, poruszającej się całkiem inaczej, niż ziemia, i znajduje taką samą znowu prędkość światła na wszystkie strony. Eksperyment Michelsona dałby wszędzie rezultat ujemny, co świadczyłoby, że eter porusza się wraz z wagonem kolejowym, wraz z planetą i t. p. Widać tedy, że jeden eter jest przywiązany do kuli ziemskiej i leci z nią razem w przestrzeni, drugi eter wiezie z sobą podróżny w wagonie, trzeci, czwarty, dziesiąty — przywiązane są do różnych ciał niebieskich, gdziekolwiek podobaloby się komu oznaczać prędkość światła. Dochodzimy widocznie do absurdu. Oczywiście zatem zasada względności (osobliwie drugi jej postulat) i hipoteza eteru powszechnego nie dają się pogodzić z sobą żadną miarą. To



też teoria względności eteru nie przyjmuje pod uwagę wcale; według tej teorii eter wogóle nie istnieje. Dla fizyka teogocznego teoria falowa światła jest niewątpliwie prawdziwa. Są więc fale, ale niema podłoża, w którymby się one rozchodziły? Jakież wyjście pozostaje? Zwolennicy teorii względności, a tem samem przeciwnicy hipotezy eteru, dla uniknięcia sprzeczności skłaniają się ku emisyjnej teorii światła, czy też wogóle energii elektromagnetycznej. Według nich każda energia ma ustrój atomistyczny, mianowicie składa się z *elementarnych ilości energii* (Elementarquant), analogicznych z atomami materii lub elektronami. Takie elementarne pociski energii są np. wyrzucane przez ciała promieniujące. Teoria ta znajduje się jeszcze w zarodku. Do przyszłości należy dalsze wyjaśnienie i przyjęcie lub odrzucenie tych pojęć, które wraz z teorią względności, w części niezależnie od niej, przeniknęły do nauki.

Zasada względności sprawia pewne i to zasadnicze zmiany we wzorach mechaniki klasycznej wówczas dopiero, gdy się ma do czynienia z prędkościami bliskimi do prędkości światła. To też inżynier, mający do czynienia z prędkościami niesłychanie małymi w porównaniu z prędkością światła, może bez obawy korzystać z wzorów i przekształceń mechaniki klasycznej. Omyłek, z tego powodu pochodzących, najzarliwszy nawet zwolennik teorii względności wykryć nie byłby w stanie. Teoria względności, nie posiadając pod względem technicznym znaczenia praktycznego, zasługuje jednak na uwagę, jako jeden przykład więcej, wykazujący względność poznania ludzkiego. Eter, który do niedawna przez większość fizyków za coś bardziej realnego, aniżeli np. powietrze lub woda był uważany, ów eter, nauka o którym miała być wogóle cała nauka fizyki:—eter ten według teorii względności nie istnieje wcale i, jak to się dawniej stało np. z flogistonem, do archiwum nauki złożony być winien.

Teorią posługujemy się w nauce, jeżeli wyjaśnia ona zjawiska, już wcześniej dostrzeżone, a, co jeszcze lepiej, jeżeli przewiduje zjawiska, które dopiero dzięki wskazówkom teorii uczymy się dostrzegać. Tak też było z teoriami, opierającymi się na istnieniu eteru powszechnego. Jeśli jednak inna jakaś teoria w sposób lepszy, czy też dla nas zrozumialszy większy szereg zjawisk objaśnia, na więcej zjawisk, przez nas poprzednio nie dostrzeżonych, zwrócić uwagę jest w stanie, przechodzimy od teorii poprzedniej do nowej. Lecz i w tym razie, jeżeli w jakimś przypadku teoria dawniejsza dogodniejszą się nam wydaje, śmiało do niej powracamy. Rzecz się ma podobnie jak w rzemiośle. Nie należy robić tego na tokarni, co można łatwiej i w czasie krótszym zrobić przy pomocy noża. Wynalezienie tokarni nie wykluczyło też potrzeby posługiwania się w wielu razach nożem. To też chociażby teoria względności, co jest bardzo prawdopodobne, z biegiem czasu coraz większe tryumfy święciła, wiele lat minie jeszcze, zanim fizycy odzwyczają się w różnych przypadkach od powracania do koncepcji eteru.

A gdybyśmy nawet w dalszym rozwoju nauki istotnie całkowicie myśl o eterze powszechnym zarzucić musieli, nie należy i wówczas z niewdzięczną myślą twierdzić o naiwności hipotezy eteru. Takby czynił pan niesprawiedliwy, karząc sługę cierpliwego, wytrwałego i pracowitego za to, że nie wszystkie rozkazy wypełnić umiał, że np. nie naprawił zegara, chociaż umiał wykuć podkowę. Wszak i teoria względności, w myśl właśnie względności poznania ludzkiego, nie może sobie rościć pretensji do prawdy bezwzględnej. Lecz właśnie na gruncie teorii, które wkrótce po narodzeniu giną, na gruncie hipotez, które jedno stulecie czei, jako wyrażenie istotnego mechanizmu wszechświata, a drugie stulecie odrzuca jak zabawkę niedorzeczną, wyrastają powolnie lecz ciągle postępy nauki o przyrodzie.

## Wiadomości techniczne i przemysłowe.

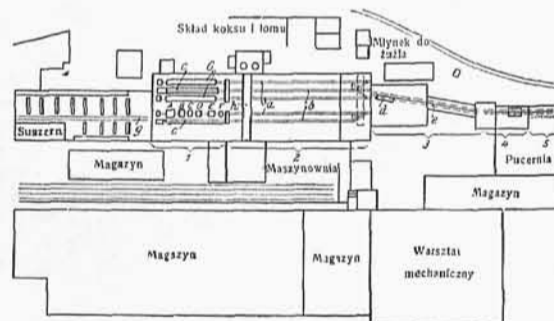
### Amerykańska odlewnia radiatorów do ogrzewania centralnego.

Wielki popyt na radiatory do ogrzewania centralnego, oraz ich kształt, umożliwiające zastosowanie samoczynnych metod formowania, stworzyło podatny grunt do wprowadzenia wytwórczości masowej w tym dziale przemysłu. Wobec tego, że wyrób oddzielnych części, z których składają się radiatory, nie przedstawia pod względem technicznym dużych trudności, najważniejszą sprawą jest zastosowanie odpowiednich maszyn i urządzeń mechanicznych, ułatwiających pracę ludzką.

W Ameryce, gdzie specjalizacja przemysłowa uczyniła wielkie postępy, istnieje wiele odlewni, przystosowanych specjalnie do wytwarzania masowego radiatorów. Jedną z nich, a mianowicie odlewnię Tow. Kewanee Boiler w Kewanee w Illinois, opisuje czasopismo *Foundry*. Charakterystyczną cechą tej odlewni jest ciągły bieg wytwórczości. Skrzynki formierskie, umieszczone na małych wózkach wózkotorowych, wędrują naprzemian z jednego na drugi koniec odlewni, zatrzymując się chwilowo dla rozmaitych czynności odlewniczych: pokrywania modelu masą formierską, napełniania skrzynki piaskiem formierskim, ubijania formy, zakładania rdzeni, składania półform, lania, chłodzenia i wreszcie wyjmowania odlewu z piasku. Wszystkie wymienione czynności, za wyjątkiem zakładania rdzeni, wlewania żeliwa, i wyjmowania gotowych części, są wykonywane najzupełniej samoczynnie. W oddzielnej pracowni, uzupełniającej główny oddział odlewni, usuwa się również samoczynnie piasek rdzeniowy i czyści się odlew zapomocą dmuchawy piaskowej. Przygotowywanie i dostarczanie piasku odbywa się mechanicznie. Dzięki zastosowaniu omawianej metody pracy, ma się wrażenie, że cała odlewnia stanowi jedną wielką maszynę, złożoną z jednostek, odpowiadających poszczególnym etapom wytwarzania. Układ odlewni zasługuje wobec tego na specjalną uwagę.

Na zachodnim krańcu umieszczona została pracownia do wyrobu rdzeni o 49 m długości i 18 m szerokości, podzie-

lona na dwie części przez szeroki tor, po którym jeżdżą platformy, dowożące rdzenie do głównej hali odlewniczej. Po obu stronach toru stoją warsztaty do wyrobu rdzeni; piec do suszenia umieszczony jest w rogu.



Rys. 1. Odlewnia Kewanee Boiler Comp.

Układ odlewni: 1) Formierka, 2) Chłodzenie i usuwanie odlewów z form, 3) Usuwanie rdzeni i chłodzenie odlewów, 4) Dmuchawa piaskowa, 5) Pucernia.

Urządzenia formierskie: A) Zbiornik na masę formierską, B) Zbiornik na piasek, C) Tłocznia, D) Ubijarka, E) Palniki gazowe, F) Podnośnik, G) Formierka o działaniu podwójnym.

Urządzenia transportowe: a) Tor do chłodzenia, b) Tor powrotny, c) Przenośnik taśmowy, d) Urządzenie do wybijania rdzeni, e) Przenośnik do chłodzenia odlewów, g) Tor do podwożenia rdzeni, h) Platforma.

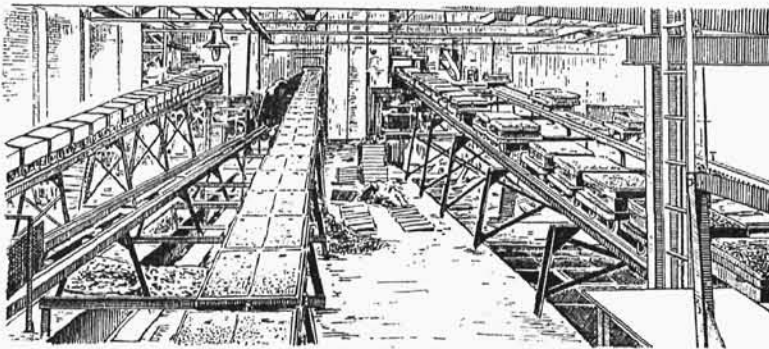
Na wyposażenie odlewni składa się pięć działów następujących: formiarnia mechaniczna, przenośnik do chłodzenia form z urządzeniem do usuwania z nich odlewów, urządzenie do wybijania rdzeni i chłodzenia gotowych odlewów, dmuchawa piaskowa i pucernia. W tym samym porządku kolejnym rozmieszczone są odpowiednie pracownie.

W formiarni stoją dwie formierki, jedna o działaniu pojedynczym, druga o podwójnym. Naprzeciwko formierki podwójnej znajdują się dwa tory do odwożenia i chłodzenia form, napełnionych żelivem płynnym i jeden tor do przywożenia skrzynek pustych. Naprzeciwko formierki pojedynczej

znajduje się jeden tor do odwożenia form i drugi do skrzynek pustych. Formierka o pojedynczym działaniu jest większa i może dostarczyć bez trudności 48 skrzynek podwójnych na godzinę, z których każda zawiera formy do dwóch działek radiatorowych. W ruchu wytwórczym pracuje zaledwie 22 robotników.

Wobec tego, że działki radiatorowe są symetryczne względem płaszczyzny środkowej, było rzeczą możliwą użyć bliźniacze płyty modelowe (*Przeгляд Techniczny* № 3 r. 1913. Metody odlewnicze Bonvillaina), które są przymocowane po dwie do małych wózków, przejeżdżających po torze przez samą formierkę. Puste skrzynki, wracające tunelem pod maszyną, są podnoszone do wysokości toru najwyższego zapomocą dźwigu. Skrzynki formierskie stawia dwóch robotników na płyty modelowe, posilkując się podnośnikiem powietrznym i podręczną dmuchawką do oczyszczania powierzchni modeli; robotnicy ci zwracają uwagę na prawidłowe ustawienie skrzynek. Łańcuch bez końca przeciąga wózki z formami przez formierkę, przyczem prędkość biegu reguluje specjalny robotnik.

Skrzynka wielkości  $1,53 \times 1,22 \text{ m}^2$  dostaje się naprzód pod zbiornik *A* (rys. 1) z masą formierską. Kłapy w zbiorniku są kierowane zapomocą cylinderka ze sprężonym powietrzem, wprawianego w ruch przez sam wózek. Zamykanie kłap odbywa się również samoczynnie, masa formierska przechodzi przez sito wstrząsane zapomocą odpowiedniego mechanizmu. W podobny sposób napełnia się formę piaskiem formierskim ze zbiornika *B*. Tłocznia *C* stłacza piasek w formie przy krawędziach; ubijarka *D* ma na celu stłoczyć równomiernie piasek całej formy. W dalszym ciągu forma przechodzi nad szeregiem palników gazowych *E*, dzięki czemu formy piaskowe odrywają się z łatwością od płyt modelowych. W krańcowym punkcie *F* pracowni umieszczony jest podnośnik powietrzny, zapomocą którego zdejmuję się skrzynkę z płyty i odwraca się ją następnie, kładąc na wózek przenośnika z oddziału chłodzenia. Po założeniu rdzeni formę dolną przykrywa się górną, wykonywaną równocześnie z pierwszą. Tłocznia i ubijarka nie przedstawiają nic specjalnie zasługującego na uwagę. Tłocznia składa się z ramy, opuszczanej na dół zapomocą mimosrodu; ubijarkę stanowi szereg tłuczków, wprawianych w ruch zapomocą małych dźwigni. Napęd ubijarka posiada elektryczny; tłuczki dają po 100 uderzeń na minutę.



Rys. 2. Oddział chłodzenia form po dokonaniem laniu.

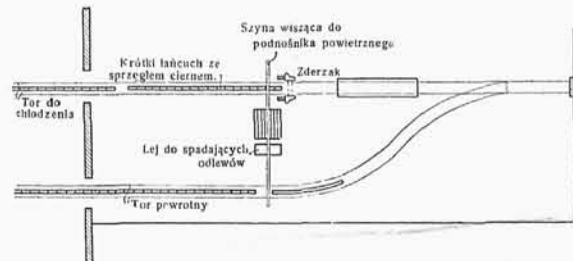
Żeliwo jest stapiane w dwóch kopulakach, które pracują naprzemian dzień po dniu. Platforma z blachy żelaznej *h* dowozi żeliwo płynne do torów, na których stoją wózki z formami.

Po napełnieniu form żelwem płynnym wózki przechodzą do oddziału chłodzenia o długości 44 m. Łańcuchy ciągną powoli wózki na szynach. Puste wózki ze skrzynkami powracają po innym torze, przyczem zapomocą odpowiedniego urządzenia wózki puste są przestawiane z powrotem przed maszyną, a skrzynki są spychane na przenośnik taśmowy *c*, który przesyła je do miejsca z tyłu za formierką.

Do wypróżniania skrzynek służy urządzenie, przedstawione schematycznie na rys. 3. Jak tylko wózki osiągną swego najwyższego położenia na torze do chłodzenia form, odczepiają się one samoczynnie od łańcucha napędowego i zaczepiają się zaraz o łańcuch krótki ze sprzęgłem ciernym. W oznaczonym punkcie zderzak sprężynowy zatrzymuje wó-

zek, przyczem łańcuch jest na chwilę unieruchomiony. Podnośnik powietrzny zdejmuję górną i dolną skrzynkę i stawia je na sito, zaopatrzone w kłamy do zamocowywania skrzynek. Sito jest wstrząsane mocno zapomocą cylindra powietrznego, przyczem piasek wypada z formy. Po przekręceniu sita o kąt  $90^\circ$ , wypadają z formy i odlewy.

Po położeniu z powrotem pustych skrzynek na wózki, zderzaki są wyswobodzone i łańcuch zaczyna się znowu poruszać, spychając wózki na wzniesienie, z którego pod działaniem siły ciężkości staczają się one na dół i, dzięki rozpędowi nabytemu, wracają z powrotem, ale już na inny tor wskutek przestawienia samoczynnego zwrotnicy. Hamulec zatrzymuje wózek, a następnie łańcuch długi bez końca zaczepia go i przeciąga przez oddział do chłodzenia, jak o tem było mówione poprzednio.



Rys. 3. Urządzenie do wypróżniania skrzynek.

Piasek, spadający przez sito na dół, jest przenoszony zapomocą szeregu przenośników i podnośników, przechodzi przez sita bębnowe i mieszadła, skąd dostaje się do zbiornika *B* nad formierkami. Po drodze jest on zwilżany i mieszany ze świeżym piaskiem.

Gotowe odlewy są przesyłane do dmuchawy piaskowej zapomocą przenośników, poruszających się bardzo powoli w celu ostudzenia ich. Po drodze odlewy są uderzane przez trzy szyny stalowe, wskutek czego wypada z nich piasek rdzeniowy. Dmuchawy działają za pośrednictwem 3-ech dysz na odlewy, znajdujące się na przenośniku łańcuchowym. Specjalne urządzenie, oparte na odmiennym ciężarze właściwym piasku formierskiego i piasku wyrzucanego przez dmuchawę, umożliwia ich oddzielanie.

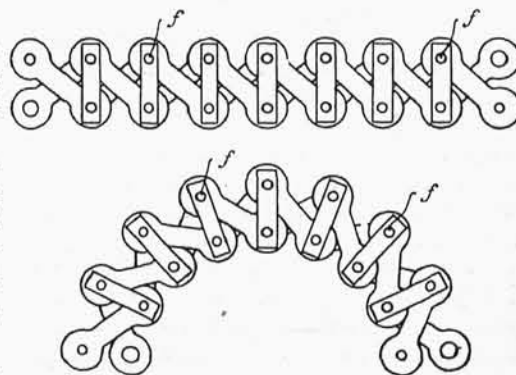
W pucelni stoi 5 szlifierek do usuwania w zwykły sposób szwów i nierówności na odlewach.

Gotowe działki są składane w warsztacie mechanicznym, zaopatrzone w odpowiednie przyrządy i narzędzia. Do łączenia działek używane są pochewki kuto lane, wtłaczane na odpowiedniej prasie.

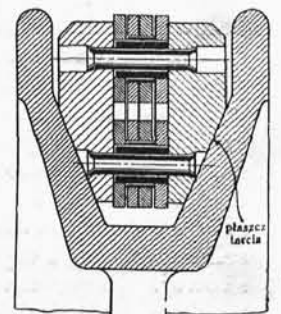
### Nowy środek napędowy

pomysłu Halfmanna, ma usuwać według *Zeitsft. f. pr. Maschinenbau* główne braki napędu pasami i linami. Jak widać z rys. 1, 2 i 3, jest to rodzaj taśmy, składającej się z łańcucha o połączonych na krzyż ogniwach i z osadzonych na sworzniach ogniwkowych *f f* klinów z włókna wulkanizowanego. Układ ogniw na krzyż sprawia, że przy zginaniu łańcucha (rys. 2) kliny ustawiają się zawsze w kierunku

Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.

promienia krzywosci. Dla zmniejszenia tarcia, a stąd i zużycia, oka w ogniwach dla sworzni są wyposażone w tu-



lejki; sworznie otrzymują miejscowe spłaszczenia w celu ułatwienia nakładania w oka twardego smaru.

Przy napędzie tą taśmą osiąga się, skutkiem jej działania klinowego, bardzo znaczną siłę przylegania, bez potrzeby zbytniego naprężania ciągnionej części taśmy. Dzięki temuż można tę taśmę nakładać na koła względnie luźno i obywać się bez krążków naprężających nawet dla małej odległości wałów. Spółczynnik sprawności tej taśmy ma być bardzo duży.

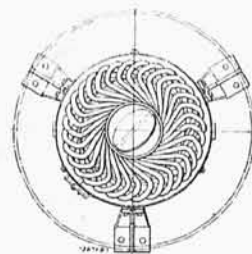
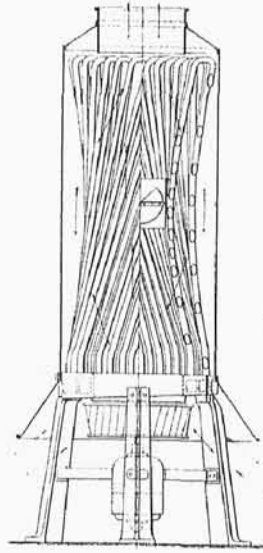
Należy dalej zaznaczyć, że koła dla taśmy klinowej wypadają znacznie węższe, niż dla pasa i liny, co wraz z możliwością stosowania mniejszych odległości wałów może mieć w praktyce duże znaczenie i nieraz obniżyć koszty instalacyjne. Sama taśma ma być również tańsza od pasa i liny dla tych samych warunków pracy.

Zresztą dziś byłoby jeszcze przedwcześnie, dla braku dostatecznych praktycznych danych, wydawać sąd stanowczy o tym pomysle.

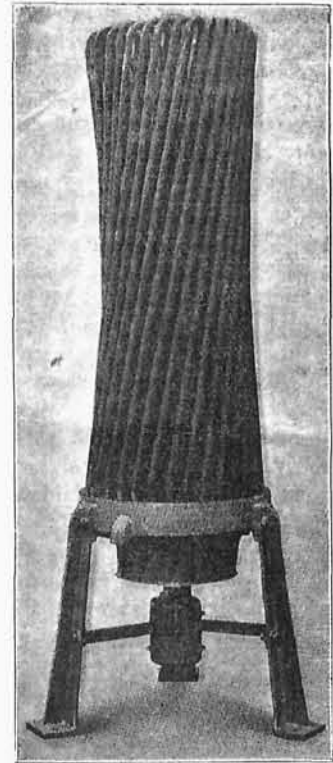
### Nagrzewacz powietrza o rurkach nachylonych czyli termo-wentylator.

Jedna z firm angielskich wprowadziła niedawno na rynek nowego systemu grzejnik, uwidoczony na rys. 1, 2 i 3. Jak widać z tych rysunków, składa się on z szeregu elementów rurkowych, mających kształt szpilek do włosów. Elementy te, osadzone swoimi końcami u dołu w skrzynce okrągłej, tworzą pewien rodzaj snopa, który otoczony jest płaszczem z otworem u góry i z wentylatorem, napędzanym elektrycznie, u dołu. Powietrze, wessane zapomocą wentylatora przez górny otwór płaszcza, przechodzi pomiędzy gorącymi rurkami i, nagrzawszy się, wychodzi u dołu, pędzone przez tenże wentylator, do ogrzewanego pomieszczenia. W utworzonym przez rurki kanale w środku grzejnika, na połowie jego wysokości, umieszczona jest kłapa, regulująca przepływ powietrza (rys. 1 i 2). Jeśli ją zamknąć, powietrze musi dwa razy przepłynąć pomiędzy gorącymi rurkami; mianowicie, prąd powietrza, wchodząc centralnie przez otwór górny, odchyła się pomiędzy rurkami na wszystkie strony ku płaszczowi, następnie przechodzi znowu pomiędzy dolną częścią rurek, dążąc do umieszczonego centralnie na osi grzejnika wentylatora, jak to wskazują strzałki na rys. 1. Nachylenie i skręcenie rur ma ten cel, żeby powietrze, przepływając przez grzejnik, stałe stykało się z gorącą powierzchnią rur. Skrzynka, w której osadzone są rury, rozdzielona jest wewnątrz dookoła idącą przegrodą na dwie części. W jednej części są umocowane jedne końce rurek, w drugiej — drugie, przyczem te rurki nie są ustawione wzdłuż promienia, lecz raczej po stycznej. Para żywa, wpuszczona do jednej części skrzynki, przechodzi przez rury i dostaje się do drugiej części. Skutkiem nachylenia rurek woda ze skroplonej pary zbiera się u dołu, górna ich część, stykająca się ze świeżym powietrzem, pozostaje zawsze sucha.

Wentylator turbinowy pędzony jest przez silnik elektryczny. Zużycie energii w stosunku do ilości przepędzanego powietrza jest bardzo małe. Podczas niedawno dokonanych prób z tym nagrzewaczem okazało się, że przy 3,5 atm. prężności pary, przy 800 obr./min. wentylatora i zużyciu 240 watów, 48 m<sup>3</sup> powietrza zostało nagrzane w ciągu minuty z 17° C. do 65° C. Zużycie pary na to podniesienie temperatury o 48° C. wynosiło 69 kg w stosunku godzinowym.



Rys. 1 i 2.



Rys. 3.

Przy 430 obr./min. 25,5 m<sup>3</sup> powietrza zostało nagrzane w ciągu minuty z 17° C. do 76° C. przy zużyciu 40,4 kg pary na godzinę. Odpowiedni opór powietrza wyniósł zaledwie 4,06 mm i 1,02 mm słupa wodnego.

Przyrząd ten może służyć zarówno do nagrzewania i wprawiania w ruch cyrkulacyjny powietrza, jak i nagrzewania i wentylowania pomieszczenia, jeśli powietrze brać z zewnątrz budynku. Budowa przyrządu jest nader prosta. Każda rurka może być wyjęta oddzielnie, bez potrzeby ruszania innych rurek.

## KRYTYKA I BIBLIOGRAFIA.

Zasady obliczania urządzeń do ogrzewania budynków w Królestwie Polskim, ustalone przez Koło architektów i Koło ogrzewników w Stowarzyszeniu Techników w Warszawie. Str. 13. Cena 75 kop.

Wydawnictwo to ma na celu ujednostajnienie obliczeń ilości ciepła, potrzebnego do ogrzania budynków, oraz do ujednostajnienia obliczeń wielkości przyrządów, dostarczających to ciepło. Wydawnictwo to powinno przeto zapobiedz dowolności obliczeń, jaka panowała u nas do ostatnich kilku lat; często bowiem spotkać można było normowanie wysokości współczynników empirycznych względami konkurencyjnymi.

Spółczynniki, podane w tem wydawnictwie, oparte są na doświadczeniach i sprawdzone licznymi instalacjami, prawidłowo pracującymi; stosowanie ich przeto zapewni danemu działowi techniki pożądane uznanie.

Wymiary jednakże kominów podane w tej broszurze, wolałbym stosować z tablicy, podanej w kalendarzu Recknagla z tego względu, że są one obliczone dla warunków najniekorzystniejszych

i dają wymiary większe niż tabl. na str. 11. Warunki takie należy zawsze przyjmować, jeżeli nie wprowadzamy do rachunku szczegółowych właściwości każdego paleniska.

Zaznaczyłbym jeszcze, że uwagi na str. 11-ej, stawiające granicę najmniejszej ilości ciepła straconego przez pomieszczenie, jak również uwaga, podana na str. 13, o najmniejszej różnicy temperatur obiegającej wody, nie powinna znajdować się w tem wydawnictwie, a przynajmniej nie powinna być wygłaszana z taką bezwzględnością, warunki bowiem techniczne, którym ogrzewanie powinno odpowiadać i sposoby czynienia zadość tym warunkom są tak różnorodne, że wogóle tego rodzaju granic stawiać nie można, gdy wymagania są zgodne z prawami fizyki. H. Cz.

Polski Kalendarz Techniczny, rok 1914. Wydawnictwo Kasy Wzajemnej Pomocy i Przejrzności dla osób pracujących na polu technicznym. Wydawnictwa rok szósty. I część str. 311; II część str. 253; III część str. 177. Cena w oprawie z notatnikiem rb. 2 kop. 25.

Polski Kalendarz Techniczny posiada dużą popularność w kółkach techników polskich i zdołał już wyrugować w znacznej mierze podręczniki obce. W nowym wydaniu daje się zauważyć dążność do jeszcze większego przystosowania się do potrzeb przemysłu polskiego. Świadczy o tem wprowadzenie nowych zupełnie działów, jak: Przewody rurowe. Smary. Obróbka mechaniczna metali. Chłodnictwo. Ceglarstwo. Cementownictwo. Hutnictwo żelaza i Gazownictwo, oraz opracowanie na nowo lub uzupełnienie działów: Części maszyn. Silniki spalinowe. Pompy. Elektrotechnika. Ogrzewanie. Przewietrzanie. Przepisy o kotłach parowych i t. p.

W całym wydawnictwie znać, że opracowanie poszczególnych działów było powierzane specjalistom, posiadającym obok wykształcenia teoretycznego, również i praktyczne. Świadczy o tem zwięzłe, treściwe traktowanie zagadnień, dawanie rzeczy najnowszych, ale umiejętnie wybranych i krytycznie sprawdzonych. Postępy polskiej techniki doby ostatniej uwzględnione są w wielu działach, niektóre informacje i podstawy obliczeń opierają się na wynikach naszej wytwórczości. Obywatelski duch skłonił też wydawców do zamieszczenia na wstępie do trzeciej części kalendarza, poświęconej prawom, przepisom, taryfie celnej i t. p., nader ciekawej i pouczającej statystyki ziem polskich, mającej praktyczne znaczenie orientacyjne dla przemysłowca i technika.

Życząc wydawnictwu rozwoju w dotychczasowym kierunku, zwrócilibyśmy uwagę jedynie na konieczność ujednostajnienia rysunków, które ilustrują nierównomiernie poszczególne działy kalendarza.

*F. K. Ożarowski.* Wykład stenografii polskiej (dla szkół i samouków). 1500 wzorów stenograficznych. Dodatek: Kajem ze wzorami do ćwiczeń. Nakład i własność autora. Rok 1914. Cena z kajetem rb. 1 kop. 50.

Pod powyższym tytułem autor zebrał wyniki dziesięcioletniej pracy nad ulepszeniem swego systemu stenograficznego, ogłoszonego po raz pierwszy w roku 1904 w postaci „Samouczka stenografii polskiej“ opartego na zasadach systemu Rollera. Podręcznik ten w obecnym wydaniu zawiera: przedmowę, wskazówki dla samouków, wstęp, alfabet, prawidła skrótów, skrótowania zgłosek początkowych, skrótowania końcówek, znaczki, stenografię liczb, języki obce, wskazówki praktyczne, odezwy do uczących się i skorowidz

wzorów. Do podręcznika, jako dodatek, dołączony jest zeszyt ze wzorami do ćwiczeń. Autor, jako długoletni nauczyciel, miał sposobność zaobserwować ze swej praktyki błędy i niedokładności, jakich w pierwszym wydaniu, rzecz prosta, trudno było uniknąć, i usunął je w obecnym podręczniku, przyczem nie zaniedbał również badań nad postępem innych systemów stenograficznych zagranicą i w kraju. W obecnym wydaniu znać dzięki tej pracy udoskonalenie strony pedagogicznej podręcznika. Układ teorii, popartej licznymi wzorami w tekście i w specjalnym kajecie, jest nadzwyczaj systematyczny, zwięzły i celowy. Skorowidz wzorów ułatwia w znacznym stopniu naukę stenografii. Autor, pragnąc jeszcze skuteczniej uprzystępnienie naukę, zwłaszcza samoukom, w odezwie swej ożaruje się bezpłatnie poprawiać nadsyłanie mu próbki pisma, oraz udzielać w razie potrzeby odpowiednich wskazówek. Ulepszenia te, o ile wiemy, w żadnym podręczniku stenografii polskiej dotąd nie stosowane, a szczególnie odezwa autora, z korzystnej strony przedstawiają jego istotne zajęcie się rozpowszechnieniem umiejętności bardzo pożytecznej, a tak niestety u nas zaniedbanej.

#### KSIĄŻKI NADESŁANE DO REDAKCYI.

- L. Stępowski.* Podręcznik do nauki gry w szachy. Warszawa. Cena rb. 1 kop. 50.
- F. K. Ożarowski.* Wykład stenografii polskiej (dla szkół i samouków). Warszawa. Cena rb. 1 kop. 50.
- Prace statystyczne Komitetu giełdowego w Łodzi za r. 1911.
- M. Thullie,* prof. Podręcznik teorii mostów. Część II. Łuki i wieższary. Lwów 1913. Cena 5 koron.
- Katalog firmy J. I. Case, reprezentowanej przez pp. Pleszczyńskiego i Vogla. Warszawa, 1913.
- D. Prianisznikow.* Podręcznik nauki o nawożeniu, przetłumaczył Stanisław Łączyński. Warszawa, 1913. Cena rb. 3.
- Polski Kalendarz Techniczny na r. 1914. Wydawnictwa rok VI. Cena rb. 2 kop. 25.
- S. Plużański.* Silniki spalinowe. Część I; Wiadomości praktyczne i teoretyczne. Paliwa. Gazownie. Warszawa. 1914. Cena rb. 2,90.
- Bericht über IX Kongress für Heizung u. Lüftung. Kolonia 1913.
- J. Lorfèvre.* La pratique des moteurs Diesel. Paryż. Cena 15 fr.

## KRONIKA BIEŻĄCA.

**Odkrycie w technice wiertniczej.** Jak wiadomo, przyjmuje się dotychczas, że temperatura na każde 33 m zagłębienia się w ziemi zwiększa się o 1° C. Twierdzenie to nie jest jednak uzasadnione, gdyż np. w Neufen w Wirtembergii już na każde 11 m głębokości przypada 1 st. podniesienia się temperatury. Prof. Königsberger na zasadzie dokonanych badań twierdzi, że w pobliżu mórz zwiększanie się temperatury jest znacznie powolniejsze skutkiem chłodzącego działania ogromnych mas wody, niż dalej na lądzie stałym. W pobliżu złóż rud, węgla kamiennego, a zwłaszcza ropy ziemnej temperatura warstw ziemnych podnosi się względnie bardzo prędko wskutek odbywających się tam procesów chemicznych, wydzielających ciepło. Zdaniem Königsbergera, przez zbadanie przy pomocy wiercenia temperatury ziemi do głębokości 200 m można otrzymać bardzo pewne dane co do obecności w ziemi węgla, ropy lub rudy.

**Ogniotrwałe tkaniny bawełniane.** Na VIII międzynarodowym Zjeździe chemików-praktyków w Nowym Jorku W. H. Perkin z Manchesteru przedstawił próbki materii bawełnianych, uodpornionych na działanie ognia zapomocą soli cynowych. Mianowicie, tkaninę bawełnianą przesyca się w kwaśnym cynowym roztworze soli potasowej i wysusza; dalej traktuje się ją roztworem siarczanu potasu i znowu wysusza, żeby następnie wymyć siarczan potasu. Tkaniny bawełniane w ten sposób traktowane mają być na stałe uodpornionymi na działanie ognia, nie tracąc nic ani na barwie, ani na dobroci. Przytem są one tylko nieznacznie droższe.

**Maszyny na okręcie „Aquitania“.** Olbrzymi nowy statek „Aquitania“, o pojemności 49 000 t, największy ze statków, należących do towarzystwa Cunard, posiada urządzenia maszynowe, które są z wielu względów godne zaznaczenia.

Do napędu statku służą 4 śruby napędne, które są wprawiane w ruch przez turbiny parowe o mocy ogólnej 60 000 k. m. Kotłów parowych jest 21, których powierzchnia ogrzewalna wynosi 12 910 m<sup>2</sup>, rusztowa zaś—325 m<sup>2</sup>. Kotły te dają parę o prężności 13,7 kg/cm<sup>2</sup>. Każdy z tych kotłów wyposażony jest w 8 palenisk ze sztucznym ciągiem, wytwarzanym przez 28 wentylatorów. Kotły są ustawione w 4-ch oddzielnych pomieszczeniach. Usuwanie popiołu z pod kotłów odbywa się mechanicznie. Parsonowskie turbiny parowe są ustawione w 3-ch wodoszczelnie zamkniętych przedziałach. Dla osiągnięcia lepszego spadku ciśnienia, a w związku z tem i wyższego stopnia sprawności maszyn, zostały na tym okręcie zastosowane wysoko, średnio i nisko-prężne turbiny. Każda z dwu zewnętrznych (hocznych) śrub napędnych otrzymuje ruch od jednej wysokoprężnej

i jednej średnioprężnej turbiny, każda zaś z dwu śrub środkowych od jednej turbiny niskoprężnej. Takie urządzenie ma w znacznym stopniu wpływać na pewność manewrowania. Bo gdyby np. turbina wysokoprężna została uszkodzona, to para świeża może być bezpośrednio skierowana do turbiny średnioprężnej; również turbina niskoprężna od strony ściany sterowej może być pędzona parą wysokoprężną w razie zaprzestania działania turbiny średnioprężnej. Każda z turbin niskoprężnych posiada w swym kadłubie turbinę do obiegu odwrotnego. Turbiny niskoprężne posiadają wirniki wagi po 180 t. Bębny wirnikowe są odkute ze stali, kadłuby zaś odlane z żeliwa. Każda turbina niskoprężna posiada skraplacz syst. Weira. Oświetlenia dostarczają 4 dynamo prądu stałego o mocy po 400 kw i napięcia 250 volt, napędzane z prędkością 1500 obrotów/min. przez specjalne turbiny. Do oświetlenia zapasowego przewidziany jest 30-konny silnik Diesela.

**Podkłady żelazne w Ameryce.** Pierwsze podkłady żelazne były zastosowane w Ameryce w r. 1904. Ułożone wówczas w liczbie 1200 sztuk, jeszcze do dziś są w użyciu. Badania nad zmniejszeniem się wagi podkładów skutkiem rdzewienia wykazały, że zmniejszenie to średnio wynosi 3%. Obecnie Ameryka posiada około 150 000 podkładów żelaznych. Wyniki praktyczne z tymi podkładami są bardzo dobre: przesunięcia ich zarówno wzdłuż, jak i w bok toru, są bardzo małe; przy wykojeniach tor na podkładach żelaznych doznaje tylko nieznacznych uszkodzeń, gdy podkłady drewniane zwykle w takich razach ulegają zniszczeniu.

**Oświetlenie wozów kolejowych gazem ziemnym.** Węgierski zarząd kolei państwowych zajął się sprawą spożytkowania gazów ziemnych w Kissármas do oświetlenia wozów. Przedsiębrane próby wydały pomyślne wyniki. Na linii Kiskapus-Nagyszeben (Hermannstadt) zaprowadzono właśnie takie oświetlenie. Gaz spręża się pod ciśnieniem 150 atmosfer i przesyła we flaszkach stalowych na stacye.

Światło gazu ziemnego jest jasne, dla oka przyjemne i zdaje się lepiej nadawać do oświetlenia wozów kolejowych, aniżeli elektryczne.

**Zabezpieczanie drzwi wagonowych na kolejach.** W Londynie czynione są obecnie próby nad sposobem zamykania drzwi wagonowych z pozycji maszynisty, prowadzącego pociąg. Urządzenie jest tego rodzaju, że maszynista ruszyć może dopiero wówczas, gdy sygnały świetlne wykazują zamknięcie w wagonach wszystkich otworów wejściowych. O ile próby wypadną udanie, wynalazek ten znajdzie prawdopodobnie w krótkim czasie szerokie zastosowanie.