

# D O D A T E K

W wygłoszonych w Politechnice Warszawskiej, w lutym i marcu 1921 r., Wykładach o rozwoju historycznym mechaniki wzmiankowane były ogólnikowo tylko nowe teorie fizyczne i możliwy ich wpływ na dalszy rozwój mechaniki. Z pomiędzy tych teorii coraz żywsze zainteresowanie budzić zaczęła wtedy teoria Einsteina, o której znaczeniu dla przyszłego rozwoju nauki mówił parokrotnie w końcu 1921 r. Painlevé w Akademji Nauk w Paryżu. W roku następnym filozof Bergson w swej książce: *Durée et simultanéité à propos de la théorie d'Einstein* poddał poważnej krytyce Einsteina pojęcie czasu. Dla uzupełnienia więc Wykładów dołącza tu autor sprawozdania, jakie o komunikatach Painlevého i krytyce Bergsona помещał w swoim czasie w *Przeglądzie Technicznym*, w Nr. Nr. 47 i 50 z 1921 r. i Nr. 1 z 1923 r.

## 1.

### PAINLEVÉ O EINSTEINIE.

Na posiedzeniu paryskiej Akademji Umiejętności w dn. 24 października 1921 r. słuchano z wielkiem zajęciem Painlevého, rozwijającego swe poglądy na teorię Einsteina i porównyującego je z mechaniką klasyczną. Zdaniem uczonego francuskiego pomysły Einsteina doprowadzają do wzo-

rów, wiążących liczne fakty, — i wzory te, może z niektórymi zmianami, zleją się z pozytywną umiejętnością przyszłości, przyczem wszakże nie utrzymają się zasady i wywody filozoficzne, proklamowane przez Einsteina, zaś więcej jeszcze przez jego uczniów, jako podstawa lub wynik teorii.

Krytyka więc Painlevégo nie ma na celu zniszczenia dzieła Einsteina, lecz dąży do uwydatnienia tego, co jest pozytywne i co w niem zostało osiągnięte, aby to porównać z wynikami mechaniki Newtona. Niezbędne jest w tym celu wyraźne oddzielenie nowych pomysłów teorii od osłaniających je, a często zaciemniających komplikacyj matematycznych.

Teoria, którą Einstein nazwał uogólnioną teorią względności, opiera się na zasadzie, że miary nasze konstatują tylko zgodność dwóch zjawisk w pewnym punkcie przestrzeni i w pewnej chwili. Ale ta zgodność, skoro raz ma miejsce, utrzymuje się, jakikolwiek będzie nasz sposób odniesienia przestrzeni i czasu. Nawet jeżeli pomieszczy w sposób jak najdowolniejszy odniesienie przestrzeni i czasu, które Einstein i Minkowski uważają za nierozłączne, nadać będzie można prawom natury kształt, pozostający niezmiennym, jakiegokolwiek przyjęto odniesienie.

Zasada ta jest dla Painlevégo niezaprzeczalną oczywistością. Prawa natury wywodzić można z wzorów niezmiennych, które określają te prawa z przybliżeniem dowolnego przekształcenia odniesienia „przestrzeń-czas“. Wzory te więc w istocie swej są niewystarczające do zupełnego określenia tych praw, gdyż nie pozwalałyby zrobić wyboru między dwoma prawami, któreby się wyrażały przez też same wzory, lecz w których mieszczące się ilości przedstawiałyby zupełnie różne miary.

Tak rozumiana zasada nie podlega wątpliwości, ale też nie można z niej nic wyciągnąć bez dołączenia postu-

latów, które z niej wcale nie wynikają. Nie tak wszakże pojmują ją wielu uczniów Einsteina. Przyjmują oni wyrażenie niepewne i niebezpieczne, mianowicie, że wszystkie sposoby odniesienia przestrzeni są równowarte, że niema osi uprzywilejowanych, że nauki Galileusza i Newtona, przypisujące pewnym osiom wyjątkowe własności, wynikające z ich pojęć o ruchu absolutnym, są tylko iluzjami, którym fakty zaprzeczają.

Wielu zwolenników Einsteina myśli i pisze tak, jakby sądzili, że zasada względności uogólnionej jest istotnie rozszerzeniem zasady względności ograniczonej, która tak się wyraża: czy przyjmiemy osie, uważane według Newtona jako absolutnie stałe, czy też osie, ożywione względem tamtych ruchem prostoliniowym i jednostajnym, to prawa natury są ściśle też same dla obserwatora, unoszonego przez jeden lub drugi przyjęty system osi.

Wyraźniej rzec można, że dla dwóch obserwatorów, z których jeden należy do świata absolutnie stałego, w znaczeniu newtonowskim, a drugi ożywiony jest ruchem prostoliniowym i jednostajnym względem pierwszego, prawa te będą ściśle też same. W szczególności światło rozchodzić się będzie prostoliniowo z tą samą prędkością we wszystkich kierunkach dla obu obserwatorów.

A jest to fakt fizyczny, pozytywny, zadziwiający, wyciągnięty z doświadczenia Michelsona. Fakt ten wykazuje, że przy odniesieniu przestrzeni i czasu, jednakowo przez obu obserwatorów, ruch światła jest dla obu jednaki. Przeciwnie zasada względności uogólnionej, poprawnie wyrażona, byłaby prawdziwą, nawet gdyby doświadczenie Michelsona dało było wynik odwrotny.

Jeżeli dwóch obserwatorów, z których każdy unoszony jest przez gwiazdę, do której się odnosi, ma jeden względem drugiego ruch nie będący prostym przesunięciem, prostoliniowym i jednostajnym, i jeżeli ci dwaj obserwato-



rowie odnoszą jednakiemi metodami i określeniami przestrzeni i czas, to ich obserwacje wyrażą się różnemi wzorami. Jeden np. widzieć będzie, że element materialny, bardzo oddalony od wszystkich innych, opisuje linię prostą. Drugi ujrzy ten sam element opisujący spiralną.

Zasada względności uogólnionej wskazuje nam tylko, że można będzie między odniesieniami dwóch obserwatorów ustalić związek, pozwalający na przejście od wzorów jednego do wzorów drugiego, związek, który zresztą może być bardzo skomplikowany.

Po tych uwagach ogólnych przypomniał Painlevé przywileje, przypisywane *à priori* przez newtończyków pewnemu odniesieniu przestrzeni i czasu, odpowiadającemu dla nich pojęciom przestrzeni i czasu absolutnego. Starali się oni podciągnąć zjawiska ruchu pod zasadę przyczynowości; „też same przyczyny, przeniesione w przestrzeni, wywołują też same skutki“. Jako wniosek, symetria przyczyn odtwarza się w ich skutkach. Wychodząc z tego faktu doświadczalnego, że w zjawiskach, do których wchodzi sam ruch, warunkami początkowymi są położenia i prędkości początkowe elementów materialnych, utrzymują oni *à priori*, że ruch absolutny elementu materialnego, bardzo odległego od wszystkich innych, jest prostoliniowy i jednostajny, że element pozostaje w spoczynku, jeżeli był w nim pierwotnie, że jeżeli warunki początkowe systemu materialnego są symetryczne względem płaszczyzny, linii prostej lub punktu, to ruch absolutny systemu przedstawiać będzie też samą symetrię w każdej chwili i t. p.

Inaczej mówiąc, twierdzą oni *à priori*, że można raz na zawsze i dla całego wszechświata określić miary odległości, czasu i sposób odniesienia, to jest osie współrzędnych takie, że zasada przyczynowości będzie zawsze i wszędzie prawdziwą, i takie zwłaszcza, że wszelka sy-

metrja warunków początkowych utrzyma się w ruchach w ten sposób odniesionych. Twierdzenie to, jak dotąd, sprawdza się doświadczalnie. Istnieją osie, jak przechodzące przez środek ciężkości systemu słonecznego, i stałe kierunki względem gwiazd, posiadające wszystkie te własności, które przypisywane są *a priori* csiom absolutnie stałym.

Nie roztrząsając kwestji metafizycznej, czy pojęcie ruchu absolutnego jest tylko iluzją, czy też zawiera się w naszym stwierdzeniu rzeczywistości świata zewnętrznego, zaznaczymy tę zgodność i zupełną harmonję między przewidywaniami *a priori* absolutystów i dokonaniem doświadczeniami. Harmonja ta nie dziwi wcale tych, którzy przywiązują wagę do pojęcia ruchu absolutnego, innym wydaje się ona cudem, którego sobie nie tłumaczą.

Czy temu istnieniu osi uprzywilejowanych przeczy teoria Einsteina? Bynajmniej. Tak dla Einsteina, jak i dla Galileusza i Newtona istnieją osie uprzywilejowane, przy których światło rozchodzi się w linii prostej, przy których element materialny, nieskończenie odległy od innych, ożywiony jest ruchem prostoliniowym i jednostajnym, podczas gdy się to nie sprawdza przy innych sposobach odniesienia.

Czy względność unicestwia newtonowskie wyjaśnienie wszechświata? Painlevé odpowiada, że nie, bo zwolennicy Einsteina zapożyczyli od systemu newtonowskiego zasadę przyczynowości.

W jaki sposób dochodzą uczniowie Einsteina do zasady ciężenia? Z najściślejszej zasady względności uogólnionej nie można wyciągnąć. To też dołączają oni do niej postulaty, mianowicie, że prawa niezmiennie natury mają kształt matematyczny bardzo specjalny, na który właśnie naprowadzają ze znacznem przybliżeniem wzory mecha-

niki newtonowskiej. Nadto, aby dojść do wyniku, zmuszeni są przyjmować:

1) że odniesienie przestrzeni może być oddzielone od odniesienia czasu w ten sposób, że czas nie figuruje wyraźnie w ich wzorze podstawowym, czyli tak, że zasada, wyrażająca też same przyczyny przeniesione w czasie, odtwarza też same skutki;

2) że mogą odnosić przestrzeń w ten sposób, aby w przypadku jednego środka ciężenia wzory ich były symetryczne wokół tego środka. To zaś sprawdza się tylko wtedy, gdy środek ciężenia jest ruchomy i ożywiony ruchem prostoliniowym i jednostajnym względem osi absolutnych newtonowskich i gdy nadto osie odniesienia, wychodzące z tego środka, mają stałe kierunki względem gwiazd.

W przeciwnym razie to się nie sprawdza. A więc rachunki Einsteina przypuszczają, że wśród sposobów odniesień przestrzennych istnieje jeden sposób uprzywilejowany, posiadający te własności, które Newton przypisywał osiom absolutnym.

Wzór Einsteina na ciężenie w przypadku jednego środka otrzymał, jak wiadomo, dwa rozgłośnie sprawdzenia: ruch perihelium Merkurego i odchylenie promieni światła przez słońce. Ale zwolennicy Einsteina sądzą, że będą mogli wyciągnąć z tego wzoru wnioski, niezależne od rozchodzenia się światła, mianowicie: zmiany częstotliwości promieniowań świetlnych, modyfikację geometrii ciał niezmiennych pod wpływem ciężenia i t. p.

Tak np. według Einsteina długości miar się kurczą, gdy ziemia zbliża się do słońca, a przeciwnie wydłużają się, gdy się ziemia od słońca oddala.

Einstein twierdził, że drgania świetlne tegoż samego atomu są dłuższe na słońcu, niż na ziemi. Zapowiedział, że w widmie słonecznem ściśle pomiary wykazać winny zboczenie pasków widmowych ku części czerwonej widma.



Ze wspaniałą odwagą i tą piękną szczerością umysłu, która go charakteryzuje, oświadczył Einstein, że, gdyby się nie spełniło to przewidywanie, upadnie teoria względności.

Painlevé nie sądzi bynajmniej, aby nieurzeczywistnienie tych koniecznych wyników teorii względności nawet przy całkowitem jej przyjmowaniu wywołać miało upadek tej teorii. Na tym punkcie rozchodzi się on z Einsteinem. Nawet gdyby wzór na ciążenie był jedynym wzorem, narzuconym przez teorię względności, to tylko w mowie będące wnioski wydają mu się ryzykownymi, lecz nie wyniki teorii.

Painlevé idzie dalej i to jest częścią najwięcej interesującą jego komunikatu. Wykazuje on, że nauka Einsteina, uzupełniona nawet przypuszczeniem, że wzór podstawowy nie powinien zawierać w sobie wyrażnie czasu i ma przedstawiać wokół środka ciążenia przestrzenną symetrię kuli, pozwala wybierać pomiędzy nieskończenie wieloma wzorami, wśród których są równie proste, jak przyjęty przez Einsteina, i niezależne jak ten ostatni od jednego tylko dowolnego współczynnika. Wzory te uzyskalyby też same sprawdzenia, co i wzór Einsteina, doprowadzając, odnośnie do zmiany równoczesnej długości miar, pod wpływem ciążenia, do tego wniosku, że ta zmiana wcale nie istnieje, albo że jest odwrotną od wskazanej przez Einsteina.

Uczony matematyk nie uznaje do pewnego stopnia logiki wewnętrznej wzorów Einsteina. Sądzi, że stosowanie pomysłów Einsteina, przy użyciu innych wzorów, doprowadziłoby do wniosków wprost przeciwnych. Podnosi wszakże wybitne wyniki jakie dała einsteinowska teoria ciążenia.

Po raz drugi, d. 16 listopada 1921 r., przemawiał Painlevé w Akademii paryskiej o teorii względności i zaznaczył na wstępie, że główny powód nieporozumienia, utrzymującego

się dotąd co do tej teorii, stąd pochodzi, że wielu powierzchniowych czytelników przyjmowało zbyt literalnie śmiało i zbyt zwięźle wyrażone twierdzenia Einsteina, jak np. następujące: „Wyrażenie praw natury jest niezależne od przyjętych systemów odniesienia.“ Wnioskują oni stąd, że jakiegokolwiek wybrane zostały osie, zawsze światło rozchodzi się w liniach prostych z tą samą prędkością, dla obserwatorów, unoszonych przez te osie. Jest to zaś zupełnie fałszywa interpretacja teorii względności.

Weźmy pod uwagę glob rzucony w przestrzeń, unoszonych przez ten glob obserwatorów, jak również ich miary i zegary, — i przyjmijmy, że glob jest nieskończenie oddalony od wszystkich ciał materialnych i że się nie obraca w odniesieniu do gwiazd. Jeżeli ci obserwatorowie odnosić będą do swego globu wszystkie ruchy, to zauważą, że ruch punktu materialnego, nieskończenie odległego, a także rozchodzenie się światła są prostolinijne i jednostajne.

Inni obserwatorowie, znajdujący się na innym podobnym globie, zauważą toż samo, jeżeli ten drugi glob, podobnie jak pierwszy, nie ma ruchu obrotowego względem gwiazd i jest oddalony od wszystkich ciał. Ale gdyby glob *S* obracał się w odniesieniu do gwiazd (jak np. ziemia), wtedy dla obserwatorów światło opisywałoby pewien rodzaj linii spiralnej, którą łatwo oblicza teoria klasyczna i której różnice z naszymi pomiarami krążącej, przewidzianej przez Einsteina, są niedostrzegalne.

W rezultacie, z pomiędzy wszystkich możliwych sposobów odniesienia, mechanika einsteinowska przyjmuje istnienie odniesień uprzywilejowanych, posiadających własności, przypisywane przez newtonczyków odniesieniu, uznanemu przez nich za absolutne i praktycznie odniesienia te są też same. Jednym słowem, według teorii Einsteina, obserwatorowie, unoszeni przez glob *S*, sprawdzą wszystkie



zasadnicze aksjomaty mechaniki klasycznej, w przypadku gdy przyjęty trójscian odniesienia jest stały i nieruchomy względem eteru.

Różnica między dwiema teorjami odnosi się tylko do jednego punktu, mianowicie do stałości prędkości światła. Dla einsteinczyków obserwatorowie tak pierwszego, jak i drugiego globu zauważą, że ta prędkość jest jednakowa we wszystkich kierunkach. W teorii klasycznej, jeżeli, jest to prawdziwem dla obserwatorów globu  $S$ , to nie może być takiem dla obserwatorów globu  $S'$ , chyba, gdyby ten ostatni był nieruchomy względem pierwszego. Einsteinczycy wnoszą stąd, że nie jest możliwem, aby pomiary obserwatorów globu  $S$  i globu  $S'$  mogły się zgadzać: jedno i toż samo zjawisko, zmierzone przez te dwie grupy obserwatorów, nie będzie miało ani tych samych wymiarów, ani tegoż samego czasu trwania. Sam fakt, że jeden z tych światów zmienia swe położenie względem drugiego, wywołuje według Einsteina na stosunki ich pomiarów jednakowy wpływ, jakakolwiek jest natura i materja użytych narzędzi i wpływ ten uwydatnia się przez oznaczoną odpowiedniość ich pomiarów.

Painlevé wykazuje, że einsteinowskie prawo ciężenia poczytywane być może za modyfikacją mechaniki klasycznej, nie będącą z tą mechaniką w sprzeczności, i że teorię ciężenia Einsteina rozwinąć można w sposób, zupełnie niezależny od doświadczenia Michelsona i wynikających z niego wniosków. Przyjmując, że doświadczenie Michelsona dało wyniki, nie rzeczywiście otrzymane, ale wprost przeciwne i że wykazało ruch ziemi, możnaby utrzymać formułę einsteinowską i zgadzałyby się ona z naszymi obserwacjami astronomicznymi z tem zastrzeżeniem tylko, że prędkość ruchu ziemi jest bardzo małą w stosunku do prędkości światła.

Painlevé odróżnia wyraźnie w nauce Einsteina dwie części: jedną, wynikającą z doświadczenia Michelsona, a drugą, wytworzoną przez wnioski czysto matematyczne, dążącą do poprawienia praw mechaniki przez nadanie im kształtu naturalnego i prostego, niezmiennego dla wielkich zmian czterech zmiennych „przestrzeń—czas”. Do tej drugiej części odnosi się einsteinowska teoria ciężenia i wystarcza przyjmowanie dla jej utrzymania, że istnieje co najmniej jeden trójścian odniesienia, względem którego prędkość światła jest jednakową we wszystkich kierunkach.

Painlevé podkreśla fakt, że nawet po przyjęciu wszystkich hipotez Einsteina prawo ciężenia, do którego doszedł tenże, nie stanowi wyniku koniecznego jego teorii, lecz że ta teoria dopuszcza istnienie dowolnej funkcji odległości słońca od planety. Wykazuje, że tym elementem dowolnym rozporządzić można w ten sposób, aby dwa słynne sprawdzenia teorii Einsteina (perihelium Merkurego, odchylenie promienia świetlnego) były równie doskonale a także wszelkie inne sprawdzenia astronomiczne i aby jednocześnie wszystkie wzmianki Einsteina, odnoszące się do kurczenia ciał w kierunku słońca, gdy się do niego zbliżają, były zmodyfikowane lub obalone.

Painlevé podaje niektóre z tych nowych wzorów, jakie wywiódł, a zwłaszcza wzór, w którym przyspieszenie planety skierowane jest ku słońcu tak, jak w przypadku przyciągania newtonowskiego, podczas gdy we wzorze Einsteina przyspieszenie to nie jest centralnem.

Najwięcej interesującą częścią komunikatu Painlevégo jest ustalone przezeń oddzielenie einsteinowskiej teorii ciężenia i jej rozgłoszonych sprawdzeń od pojęć przestrzeni i czasu, wywiedzionych przez zwolenników Einsteina z doświadczenia Michelsona. Gdyby to doświadczenie interpretowane było inaczej w przyszłości i doprowadzało

do przyjmowania, że w próżni międzygwiazdowej prędkość światła we wszystkich kierunkach stałą jest tylko względem eteru, to teoria ciężenia mogłaby być utrzymana, niezależnie zatem od wszystkich niezwykle paradoksów, wywoływanych przez einsteinowskie pojęcia przestrzeni i czasu.

## II.

### „CZASY“ BERGSONA I EINSTEINA.

W niedawno wydanej książce poświęconej rozważaniu pojęcia czasu w teorii Einsteina<sup>1)</sup>, znany filozof francuski H. Bergson dochodzi do wniosku, że różne czasy, brane pod uwagę w szczególnej teorii względności, z wyjątkiem tylko jednego, który upływa dla obserwatora, w miejscu poczytywanem przez tegoż za nieruchome, są to czasy bez trwania, w których nie mogą następować po sobie zjawiska, rzeczy nie mogą istnieć, ani stworzenia nie mogą się starzeć. Według Bergsona „starzenie się i trwanie należy do rzędu jakości, a żaden wysiłek analizy nie może ich sprowadzić do czystej ilości. Descartes sprowadził materję w danej chwili do przestrzeni i według niego fizyka o tyle dosięgała rzeczywistości, o ile była geometryczną. W ogólnej teorii względności, sprowadzając ciężenie do bezwładności, Einstein pozwolił fizyce stać się geometrią, jest więc pod tym względem następcą Descartes'a“.

Fizyk francuski Ed. Guillaume<sup>2)</sup>, w rozwinięciu tego poglądu Bergsona, wysoko podnosząc jego znaczenie,

1) Henri Bergson. *Durée et simultanéité à propos de la théorie d'Einstein*. Paris, Alcan, 1922.

2) Ed. Guillaume. *La question du Temps d'après M. Bergson* (*Revue générale des sciences* Nr 20, 30 Octobre 1922).



bierze pod uwagę zegar  $H'$ , nieruchomy w początku  $O'$  systemu współrzędnych  $S'$  i stosuje do tego zegaru przekształcenie Lorentza w kształcie, który się wywodzi z wzorów (8), podanych na str. 81 broszury Einsteina<sup>3)</sup>;

$$c t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = c t' + \frac{v}{c} x'.$$

Dla zegaru  $H'$ , nieruchomego w  $O'$ , początku systemu  $S'$ :

$$x' = 0, \quad (I)$$

tak, że między czasem  $t'$ , jaki daje zegar obserwatora w  $S'$  a czasem  $t$  upływającym dla obserwatora w systemie  $S$ , względem którego zegar  $H'$  porusza się z szybkością  $v$ , zachodzi związek:

$$t = \frac{t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (II)$$

Wnosił stąd Einstein<sup>4)</sup>, że zegar w ruchu z prędkością  $v$  względem systemu współrzędnych  $S$  idzie względem tego systemu.

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ razy wolniej,}$$

niż gdyby się znajdował w spoczynku w tym systemie  $S$ , a przechodząc do drgań tego zegaru  $N$  i  $N'$  w obu systemach  $S$  i  $S'$ , stawiał wzór

$$N = N' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \quad (III)$$

<sup>3)</sup> A. Einstein. O szczególnej i ogólnej teorii względności. Przekład inż. dr. M. T. Hubera, 2-c wyd. Lwów-Warszawa 1922.

<sup>4)</sup> Wniosek podany przez Einsteina w jego rozprawie: Ueber das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen, drukowanej w Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik z r. 1907 (4, str. 411).

który proponował sprawdzać przez badanie objawów świetlnych ciałek drgających w radioaktywnych promieniach kanałowych, ciałek stanowiących pewnego rodzaju zegary. Wzór zaś szczególnej teorii względności, wiążący się z doświadczeniami Fizeau i zasadą Dopplera<sup>5)</sup>, daje między perjodami  $\Theta$  i  $\Theta'$  źródła światła w ruchu, dla obserwatora kierującego spektroskop prostopadle do krążnej światła, związek:

$$\Theta = \frac{\Theta'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (IV)$$

kształtem swym podobny do wzoru (II).

Zwracając się do poglądu Bergsona, zastanawia się Guillaume nad znaczeniem różnicy  $t - t'$ . Jeżeli jest ona fikcyjną, czasem, którego nikt nie przeżywa, „rozszerzoną nicością“ jak ją nazywa Bergson, to nie mieści się w niej żadne nowe drganie zegaru  $H'$ . Liczba więc drgań zegaru  $H'$  będzie jednakową dla  $S$ , jak i dla  $S'$  i związki (II) i (III) stają się fikcyjnymi. Oba wyrazy wzoru (III) są tylko różnymi wyrażeniami jednej i tej samej liczby drgań a związki (II) i (IV), mające jednaki kształt, posiadają jednak różne znaczenia i utożsamianie ich byłoby błędem. Wnosi stąd Guillaume, że spólrzędna  $x'$  może być pojmowaną dwojako. Dla Einsteina jest to spólrzędna zegaru (ciałka radioaktywnego, jonu, elektronu, drgającego atomu). Należy jednak zdać sobie sprawę, że w spektroskopie widziane jest nie samo to ciało drgające, lecz światło, które z niego wychodzi. Więc  $x'$  przedstawia rzut

<sup>5)</sup> O zasadzie Dopplera i doświadczeniach Fizeau jest mowa w broszurze inż. d-ra M. T. Hubera: Czas, przestrzeń, materja i kosmos Einsteinowskiej teorii względności. Lwów 1921, strona 42—45.



na oś  $O'x'$  kierunku  $ct'$  szeregu fal świetlnych. Uwzględniając ten fakt zasadniczy dochodzi się do niezmienności (inwariantu):

$$t \ominus = t' \ominus',$$

zgadzającego się w zupełności z wnioskami Bergsona. Są zatem  $t$  i  $t'$  różnymi miarami tegoż samego trwania, t. j. miarami wziętymi przez zegary o różnych perjodach, a te perjody są perjodami  $\ominus$  i  $\ominus'$  szeregu fal świetlnych dla obserwatorów znajdujących się w systemach  $S$  i  $S'$ ,

Einstein wywodzi z wzoru (II) przesunięcie względne prążków widmowych źródła umieszczonego na słońcu względem takiegoż źródła umieszczonego na ziemi. Gdyby jednak wzór ten nie wyrażał żadnej rzeczywistości a tylko prostą zmianę jednostek, wnosiłoby należało, że oczekiwane przesunięcie nie zostanie sprawdzonem. Jak wiadomo, St. John, znany spektroskopista obserwatorjum Mount Wilson, nie podzielający poglądu innych obserwatorów, którzy skonstatowali wzmiankowane przesunięcie, żądanej wielkości, na niektórych linjach słońca, podjął dla rozstrzygnięcia kwestji ogólne zbadanie widma słonecznego. Guillaume sądzi, że gdyby nawet to przesunięcie zostało sprawdzone, to nie upadłby jednak pogląd Bergsona lecz wypadłoby zmienić teorię Einsteina i kończy swe sprawozdanie temi słowy: „Genjalna intuicja doprowadziła Einsteina do odgadnięcia prawdziwego wzoru, lecz nie należy tego wzoru utożsamiać z wzorem, jaki się wywodzi z ogólnej teorii względności, ani też nie można utożsamiać identycznych na pozór wzorów (II) i (IV) szczególnej teorii względności.”



# T R E Ś C

I.	Pierwsze narzędzia i maszyny. Arystoteles. Archimedes. . . . .	5
II.	Heron z Aleksandrii. Jordanus Nemorarius. Leonard Vinci . . . . .	25
III.	Galileusz. Stevin. Descartes. . . . .	47
IV.	Torriceli. Pascal. Wallis. Wren. Huyghens. Szkoła jezuicka. Kochański. Solwski . . . . .	69
V.	Newton. Leibniz. Jakób i Jan Bernouillowie. Maszyna parowa. Papin. Savery. . . . .	91
VI.	Euler. D'Alembert. Daniel Bernoulli. Clairaut. Watt. . . . .	112
VII.	Lagrange. Laplace. Coulomb. Bossut. Dubuat. .	132
VIII.	Mechanika teoretyczna w pierwszej połowie XIX w.	153
IX.	Mechanika stosowana w pierwszej połowie XIX w.	171
X.	Rozwój mechaniki teoretycznej i stosowanej po roku 1850 . . . . .	184
	Dodatek . . . . .	213

---

\*KSIĘGARNIA\*

ANTYKWARIAT



№ 131912



400000000136595

BIBLIOTEKA GŁÓWNA  
Politechniki Warszawskiej

NP. 2775

WYSZŁY Z DRUKU LUB UKAŻĄ SIĘ  
W NAJBLIŻSZYM CZASIE:

ALEKSANDER BRÜCKNER: Mitologia polska.

ALEKSANDER BRÜCKNER: Dzieje narodowej literatury polskiej.

JAN DEMBOWSKI: O istocie ewolucji.

JAN DEMBOWSKI: Historia jednego pierwotniaka jako wstęp do biologii ogólnej.

MARJAN GUMOWSKI: Monety polskie.

MARJAN GUMOWSKI: Medale polskie.

JÓZEF HORNOWSKI: Pasorzyty ciała ludzkiego.

A. de GONTAUT-BIRON: Zasady lotnictwa.

STANISŁAW KEMPNER: Rozwój gospodarczy Polski.

LEON PĄCZEWSKI: Lasy polskie.

KAROL WĄTOREK: Rozwój kolei żelaznych.

---

---