

# Wyznaczenie długości wahadła sekundowego

w **Krakowie**

oraz dwóch innych miejscowościach W. X. Krakowskiego

przez

**Ludwika Birkenmajera.**

Rzecz przedłożona na posiedzeniu Wydziału matem.-przyr. dnia 3. lutego 1896 r.



Pierwsze wyznaczenie długości wahadła sekundowego w Krakowie, odpowiadające nowoczesnym wymaganiom ścisłości naukowej, wykonał w r. 1874 p. Dr. F. Anton z polecenia Komisji austriackiej międzynarodowego pomiaru ziemi. Rezultaty tych doświadczeń wykonanych odwracalnem wahadłem Repsold'a, nie zostały dotąd ogłoszone, a według informacji prywatnie zasiągniętych w wiedeńskim biurze rachunkowem spraw geodezyjnych, nie są nawet ostatecznie obliczone. Znany jest tylko wynik tymczasowy, zakomunikowany mi stamtąd prywatnie za pośrednictwem prof. Dr. Karlińskiego, dyrektora c. k. Obserwatoryum krakowskiego.

Od czasu, gdy na licznych punktach globu ziemskiego, tak długość wahadła sekundowego jak i zależne od niej natężenie siły ciężkości, konwencyonalnie wahadłem Repsold'owskiem wyznaczać poczęto, zaszły ważne zmiany w poglądach naukowych na metody pomiaru siły ciężkości i jakość redukcji materiału obserwacyjnego. Prócz całego szeregu drugorzędnych poprawek z powodu temperatury, ciśnienia powietrza, postaci i zużywania się ostrzy itp., które lepiej poznano i zba-

dano, natrafiono na objaw zupełnie nowy i nieprzewidywany, którego przeoczenie musiało znacznie obniżyć wartość wszystkich starszych doświadczeń wahadłowych, wykonanych narzędziem Repsolda. Stwierdzono mianowicie, iż trójnóg metalowy, na którym zawieszano wahadło odwracalne, wykonywa wspólnie z niem ruchy rytmiczne, a poszukiwania pp. C. S. Peirce (młodszego), E. Plantamour, Faye i Céliier wykazały, że wpływ tego ruchu na czasy wahnień wahadła może być wśród danych okoliczności większy, niżeliby wnosić można po małości owych współdrgnień zawieszadła. Wprawdzie obliczono wielkość wynikającego stąd za każdym razem błędu, a raczej poprawkę, którą należy dołączyć do pierwotnego wyniku, aby rzeczony wpływ uchylić; gdy jednak odmienne dedukcye matematyczne wspomnianych uczonych doprowadzały do wartości owych poprawek niezupełnie zgodnych, należało się rozstać z myślą, aby dokładność starszych doświadczeń wahadłowych dawała się kiedykolwiek w zupełności ocalić. W ślad za tem pójść musiała strata ufności w doskonałość narzędzia Repsoldowskiego, tudzież szukanie innego doskonalszego przyrządu. Pod tym względem bezsprzecznie pierwsze miejsce zajmuje obecnie przyrząd, jaki przed kilku laty obmyślił pułkownik Robert Daublebsky v. Sterneck<sup>1)</sup>, kierownik oddziału astronomicznego wojskowego Instytutu geograficznego w Wiedniu.

Śledziłem z żywym zajęciem stopniowe wydoskonalanie narzędzia Sterneckowskiego i życzyłem sobie zawsze zająć się praktycznie tą piękną metodą. To też gdy na początku lata 1895 zamówiony przez Dyrekcyę krakowskiego Obserwatorium astronomicznego, Sterneckowski aparat wahadłowy (Nr. 20) był gotowy do odbioru, a dyrektor rzezonego zakładu naukowego, udając się w tym celu do Wiednia, zaproponował mi uczestnictwo w doświadczeniach, które tam nasamprzód miały być tym nowym przyrządem wykonane, skorzystałem ochoczo z tej sposobności. Siedm doświadczeń, które pod kierunkiem pułkownika Sternecka, a przy uczestnictwie prof. Karlińskiego wykonałem (w pierwszych dniach lipca 1895), były dla mnie tem bardziej instrukcyjne, że wykonywano je rozmyślnie wśród rozmaitych warunków. W celu przeniesienia wiedeńskiej długości wahadła sekundowego na Kraków, a względnie inne miejscowości naszego kraju, wykonał następnie sam pułkown. Sterneck (w dniach 27 czerwca, jakoteż 25 i 26 lipca 1895 r.) cały szereg dostrzeżeń z nowonabytem narzędziem Obserwatorium krakowskiego. Z uwagi na wielką ważność tych doświadczeń, umieszczam poniżej w całości oryginalne ich protokoły.

<sup>1)</sup> Zob. przypisek.

Piękny i kosztowny aparat krakowski ma na celu szczegółowe poznanie zachowywania się natężenia siły ciężkości w licznych punktach naszego kraju w podobny sposób, w jaki sam wynalazca przyrządu bądź osobiście, bądź też przez wprawionych do tego zajęcia oficerów, opracował już liczne kraje naszej monarchii. W lipcu i sierpniu 1895 roku wykonywał porucznik okrętowy p. Fryderyk Filz von Reiterdank cały szereg doświadczeń wahadłowych w kilkudziesięciu punktach Morawii i Śląska aparatem Sterneckowskim Nr. 2. Bezpośrednie sąsiedztwo Śląska z naszym krajem, a stąd doskonała sposobność nawiązania naszych stacyj wahadłowych ze wszystkimi stacyami całej monarchii, oraz zamiar wprawienia się w użycie przyrządu, zachęciły mnie do odbycia części podróży naukowej wspólnie z porucznikiem v. Filz, oraz do wykonania równoczesnego z nim, na kilku granicznych stacyach, doświadczeń wahadłowych także krakowskim przyrządem. Wiedziony prawdziwą miłością dla nauki, postanowił szanowny dyrektor krakowskiego Obserwatorium nie pominąć tej sposobności, a nie szczędząc osobistego trudu i kosztów, dokonał wspólnie ze mną połączenia wahadłowych stacyj śląskich z (przyszłymi) stacyami naszego kraju. W przeciągu czasu od 8. do 16. sierpnia 1895 r. zwiedziliśmy równocześnie z porucznikiem Filzem cztery stacje: Bogumin, Cieszyn, Jabłunków i Bielsko, a na trzech ostatnich wykonaliśmy równocześnie doświadczenia wahadłowe dwoma oddzielnymi aparatami ustawionymi w tych samych lokalach i w tych samych warunkach.

W drugiej połowie sierpnia 1895 r. wykonano w obserwatorium geodezyjnym krakowskim (tuż przy obserwatorium astronom.), pierwszy szereg doświadczeń (13-tu) wahadłowych na tym samym filarze kamiennym, który do podobnego celu służył panu dr. Antonowi w r. 1874. Gdy ta serya pomiarów z kilku powodów nie mogła nas zadowolić, polecił prof. Karliński przysposobić na pomieszczenie przyrządu Sterneckowskiego jedną z piwnic krakowskiego obserwatorium. Leży ona we wschodniej części budynku, tuż przy filarze, na którym stoi refraktor, w wysokości 205.55 m. nad poziomem morza Adryatyckiego<sup>1)</sup>; piwnica ta nie ma okien, stąd też temperatura jej będzie zapewne bardzo stała, skoro w dwóch dniach eksperymentów, o których zaraz, całkowita jej zmienność dosięgnęła zaledwo 1°C. Tam więc w dniach 12. i 13. października wykonałem trzema wahadłami dwanaście doświadczeń, których rezultat jest właśnie głównym przedmiotem pracy niniejszej. Ponieważ wahadła dają się trojakim sposobem zawieszać, co

<sup>1)</sup> Wzniesienie to odnosi się do soczewki wahadłowej.

na metodę wykonywania doświadczeń jest wprawdzie bez wpływu, nieobojętnem jednak na przebieg redukcji obserwowanych czasów wahań, więc dla uchylenia z góry wszelkiej wątpliwości, wspomnę od razu, iż zawieszałem je na t. zw. statywie ściennym (Mauerstativ, Wandstativ), który w porównaniu z dwoma innymi zawieszadłami ma znaczne zalety.

Ponieważ wielka dokładność metody Sterneckowskiej, prócz bardzo dowcipnego sposobu obserwowania koincydencji wahadła niezmiennego z uderzeniami zegaru elektrycznego, polega na skrupulatnem uwzględnianiu wszelkich poprawek, mogących wywierać wpływ na obserwowane czasy wahań, więc będzie rzeczą stosowną zaraz tutaj przytoczyć wartości „stałych korekcyjnych“ narzędzia krakowskiego. Jest ich razem cztery, a mianowicie:

- 1) redukcya na wahań nieskończenie małe,
- 2) poprawka z powodu temperatury,
- 3) z powodu zmian ciśnienia (i gęstości) powietrza, a wreszcie
- 4) z powodu, „ruchu“ (tj. przyspieszania lub opóźniania dziennego) zegaru elektrycznego.

Ponieważ wszystkie wahadła Sterneckowskie są w przybliżeniu półsekundowe (czas jednego wahań trzech wahadeł krakowskich wynosi okrągło 0<sup>m</sup>508 czasu gwiazdowego w średnich szerokościach geogr.), więc stałe poprawcze 1 i 4 są od jakości egzemplarzy niezależne; wyznaczeniem pozostałych dwóch (tj. 2 i 3) narzędzia krakowskiego zajął się uprzejmie sam pułkownik Sterneck (w maju i czerwcu 1895).

Z bezpośredniej obserwacji otrzymuje się z wielką dokładnością czas  $c$  trwania jednej koincydencji wahadła niezmiennego z uderzeniami zegaru, który zamykając i otwierając co drugą (swoją) sekundę baterję elektryczną, wprawia w ruch kotwicę elektromagnesu opatrzoną wążką szczeliną, a przysłaniając i odsłaniając w ten sposób pole widzenia lunety astronomicznej zwróconej na zwierciadełko poruszającego się wahadła, pozwala momenty rzeczywistych współczesności chwycić z bardzo wielką dokładnością. Ostatnia zwiększa się jeszcze skutkiem dyspozycji eksperymentu pozwalającej nie jedną, ale kilkadziesiąt (50, 60 lub więcej) par takich koincydencji z wszelką łatwością obserwować, a nadto cały czas trwania takich np. 60-ciu współczesności nie raz, ale 10 razy (w razie potrzeby i więcej razy) zmierzyć.

Czas wahań wahadła Sterneckowskiego będącego bardzo blisko półsekundowem, znajduje się stąd:

$$s = \frac{c}{2c \pm 1},$$

gdzie obowiązuje znak górny lub dolny według tego, czy wahadło posiada czas wahań nieco mniejszy lub większy od połowy sekundy.

Ten ostatni przypadek zachodzi we wszystkich trzech wahadłach narzędzia krakowskiego, skutkiem czego należy do nich zawsze stosować wzór  $s = \frac{c}{2c-1}$ . Ponieważ czas  $s$ , według tego, co się rzekło przed chwilą, daje się znaleźć z wielką ścisłością, zaś samo  $c$  z reguły jest liczbą dość wielką\*), więc łatwo zrozumieć, iż przy należytej wprawie i środkach ostrożności, wartość  $s$  pojedynczych wahadeł da się wyznaczyć z dokładnością przewyższającą jedną milionową część sekundy.

Do otrzymanej z każdego doświadczenia wartości  $s$  należy następnie wprowadzić cztery wspomniane poprawki. Co do pierwszej, to ponieważ obszerność (amplituda)  $A$  wahnień wahadeł niezmiennych nie przekracza 20 minut łuku, wolno z całym spokojem poprzestać na poprawce

$$-\frac{0\cdot508}{4} \sin^2 \frac{A}{2}.$$

Wielkość amplitudy  $A$  w doświadczeniach z przyrządem Sternecka znajduje się pośrednio jak w znanej metodzie Poggendorffa. Jeżeli  $a$  jest średnią z obu odczytań skali z początkiem i na końcu doświadczenia, zaś  $\alpha$  wartością kątową jednej przedziałki na skali, to  $A = \alpha x$ , gdzie kąt  $\alpha$  danej skali, przy niezmiennem jej położeniu względem wahadła, zachowa wartość niezmienną. Oznaczając średnią z odległości zwierciadełka wahadłowego od skali i od ogniska lunety przez  $d$  (w metrach), to z uwagi, że we wszystkich przyrządach Sterneckowskich długość jednej przedziałki na skali wynosi 3 mm., będziemy mieli

$$\text{tang } 2\alpha = \frac{0\cdot003}{d},$$

skąd znając  $d$  wyznajduje się  $\alpha$ , poczem kąt  $A$  daje wprost szukaną poprawkę. Poprawka, a raczej redukcya do stałej temperatury  $0^{\circ}\text{C}$  wynosi w temperaturze  $t^{\circ}\text{C}$  u narzędzia krakowskiego —  $49\cdot26 t$  jednostek siódmego miejsca dziesiętnego w obserwowanym czasie  $s$ , wyrażonym, co najwygodniej, w sekundach czasu gwiazdowego. Ta redukcya jest więc dość znaczna, co nie zadziwia w wahadłach metalowych długich blisko 30 cm. a ważących blisko 1 kg. Termometr aparatu Sternecka jest specjalnie do tych celów zbudowany: zamiast zwykłej bańki posiada na całej swojej długości, lecz poza właściwą rurką termometryczną, obszerne naczynko rtęcią wypełnione, a osadzony przy aparacie w najbliższem sąsiedztwie wahadła pod wspólną im oszkloną pokrywą, pozwala odczytywać temperaturę całego wahadła z dokładnością sięgającą prawie po  $0\cdot01^{\circ}\text{C}$ . Podziałka ciepłomierza jest arbitralna (na mm.),

\*) W wahadłach krakowskich wynosi ona przeszło 50 \*.

a odczytania sprowadzają się do stopni  $C$  za pomocą tabliczki wartości obliczonej przez porównania z termometrem normalnym. Narzędzie krakowskie posiada dwa takie termometry.

Poprawka  $\Delta D$  z powodu zmiennej gęstości powietrza, jest raczej redukcją obserwowanych czasów wahnień do próżni. Według doświadczeń pułkownika Sternecka *ad hoc* w Wiedniu wykonanych, poprawka ta narzędzia krakowskiego wynosi:

$$- 542.0 D$$

jednostek siódmego miejsca dziesiątego, przyczem  $D$  oznacza istotną gęstość powietrza w temperaturze  $T$ , stanie barometru  $B$  (sprawdzonym do  $0^{\circ}C$ ) i prężności (maxim.) pary wodnej wynoszącej  $f$  mm. W razach średniego stanu wilgotności po piwnicach itp. lokalach wynoszącego blisko  $70\%$  oblicza się  $D$  za pomocą wzoru

$$D = \frac{B - 0.2639 f}{760 (1 - \alpha T)}$$

gdzie  $\alpha = 0.00367$  jest współczynnikiem rozszerzalności powietrza. Ponieważ w zwykłych warunkach  $D$  leży zawsze pomiędzy  $0.9$  a  $1.0$ , przeto wartość tej poprawki zamknięta jest, pomimo jej znacznej wielkości, w dość ciasnych granicach  $-488$  do  $-542$  jednostek siódmego miejsca dziesiątego. Przy tej sposobności nie możemy przemilczeć, iż Sterneckowska wartość poprawki  $\Delta D$  spotkała się świeżo z zarzutami bardzo poważnego autora<sup>2)</sup>, który co prawda ze stanowiska tylko teoretycznego poddał całą metodę szczegółowej krytyce. Zdaje się jednak, że najsilniejszym argumentem przeciwkrytyki będzie tu zawsze okoliczność, iż Sterneck jakoś i wielkość kwestyonowanej poprawki  $\Delta D$  wyprowadza całkiem empirycznie.

Najwięcej troskliwości i oględności wymaga oznaczanie czwartej i ostatniej poprawki ( $\Delta u$ ) wywołanej „ruchem“ zegaru elektrycznego, tj. wielkością jego spaźniania lub przyspieszania w przeciągu jednej doby średniej a względnie gwiazdowej. Proste rozumowanie okazuje, że przy dziennym ruchu zegaru wynoszącym  $\pm \Delta x$  sekund w dobie gwiazdowej, oraz przybliżonym czasie wahnienia  $0.508$  wahadeł Sterneckowskich, poprawka  $\Delta u$  wynosi  $\pm 58.8 \Delta x$  (dokładniej  $\pm 58.78 \Delta x$ ) jednostek siódmego miejsca dziesiątego w obserwowanych czasach  $s$ . Otóż wyznaczenie wartości  $\Delta x$  ile możności dokładne, jest kwestyą dla sprawy arcyżywną, jeżeli zważymy, że możliwy (choć nieprawdopodobny) błąd  $\pm 1'$  ruchu zegarowego  $\Delta x$ , musiałby wywołać w szukanej ilości  $S$  błąd wynoszący  $\pm 59$  jednostek siódmego miejsca dziesiątego, co by wystarczyło, aby cały eksperyment uczynić bezwartościowym. W obserwatoriach, gdzie prowadzone bywają regularne obserwacje w południku, w celu ustawicznej kontroli ruchu wszystkich zegarów,

sprawa przedstawia się łatwo, choć i tu nie można się obyć bez pośrednictwa trzeciego, przenośnego zegaru, a więc chronometru. Gdy bowiem wahadłowy zegar elektryczny  $H$  narzędzia Sterneekowskiego podczas doświadczeń musi pozostawać stale w piwnicy, a skutkiem tego uchyla się od bezpośrednich porównań z niebem, ruch jego daje się wydedukować jedynie zapomocą starannych porównywań z chronometrem, który znowu z głównym zegarem ( $K$ ) obserwatorium musi być porównany. Ta niewielka zresztą niedogodność, odpada jedynie wówczas, gdybyśmy się zdecydowali po wykluczeniu zegaru ( $H$ ) z całego aparatu na bezpośrednie połączenie elektryczne zegaru  $K$  z elektromagnesem przyrządu koincydencyjnego ustawionego w piwnicy, jak to np. uczyniono w wiedeńskim Instytucie geograficznym. Robiąc obserwacje w licznych stacjach wahadłowych drugorzędnych kraju, traci się te wszystkie korzyści, których dostarcza istnienie obserwatorium na miejscu, a pośrednictwo chronometru staje się nieuniknione; obserwator zaś pozostawałby prawie pod przymusem wykonywania samoistnych obserwacji astronomicznych w celu wyznaczenia ruchu swojego chronometru, gdyby nie pomoc, jaką przynosi w takich razach telegraficzne przesyłanie stosownych sygnałów czasu ze stałego obserwatorium na miejsce wahadłowych dostrzeżeń. Ponieważ tej ważnej sprawie, jak niemniej wyznaczaniu drobnej zmienności ruchu pośredniczącego chronometru skutkiem zmian temperatury, poświęciłem osobny artykuł, który równocześnie z niniejszą pracą mam zaszczyt przedstawić Akademii Umiejętności, więc mogę się ograniczyć do wzmianek powyższych. Dodam tylko jeszcze, iż przy dotychczasowych doświadczeniach, wykonanych krakowskim przyrządem wahadłowym, zdarzyło się (co prawda nie z rozmysłu), iż wszystkie cztery dopieroco wymienione sposoby wyznaczenia ruchu  $\Delta x$  zegaru elektrycznego ( $H$ ) znalazły już zastosowanie. I tak w Wiedniu główny zegar obserwatorium Instytutu geograficznego (*Tiede*) był elektrycznie połączony wprost z narzędziem koincydencyjnym, wprawiane było ono więc w ruch bez pośrednictwa zegaru ( $H$ —Hawelk Nr. 18); w Krakowie tak w sierpniu jak i październiku 1895 r. ruch zegaru  $H$  był wyznaczany za pośrednictwem chronometru (Dent Nr. 25560) porównywanego z głównym zegarem obserwatorium (Kessels), którego bardzo dokładna wartość ruchu dziennego była znana z protokołów obserwacji astronomicznych; w Czernichowie wyznaczyłem na miejscu ruch używanego tutaj chronometru (Bliss Nr. 1097) za pomocą kilkuset obserwacji wykonanych przenośnym narzędziem przejściowym w płaszczyźnie blizkiej południka, a wreszcie w Alwerni (W. X. Krakowskie) — niepogodą zmuszony — uciekłem się do ostatniego środka, tj. odbierałem z krakowskiego Obserwatorium, a względnie

przesyłałem tam według swojego chronometru telegraficznie sygnały czasu na chronometrze Denta przez prof. Karlińskiego wprost tam dostrzegane.

Idąc porządkiem chronologicznym, rozpoczynam od przytoczenia oryginalnych obserwacyj wiedeńskich, które, według tego co się powiedziało, posiadają zasadnicze dla sprawy znaczenie, łącząc Kraków, a więc i wszystkie zależne od niego stacje krajowe, z ogólną europejską „siecią grawitacyjną“, na której węzłach ilość  $g$  daje się z wielką dokładnością podać w jednostkach bezwzględnych.

## I. Doświadczenia wykonane w Wiedniu.

W piwnicy wojskowego Instytutu geograficznego, w której z fundamentalnych pomiarów Th. Oppolzer'a wypadła wartość

$$g = 9.80876 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}, \text{ (sek. czasu średn.)},$$

wykonał pułkownik Sterneck w dniach 27 czerwca, jakoteż 25 i 26 lipca 1895 r. przyrządem krakowskim ośmnaście doświadczeń wahadłowych, a mianowicie po sześć na każdym z trzech rozmaitych zawieszadeł temi samymi wahadłami (Nr. 80, 81 i 82). Zawieszadła te, po których szczegółowy opis wolno nam będzie odesłać czytelnika do publikacyj Instytutu, a których każdym razem wybór zależy w pierwszym rzędzie od lokalu przeznaczzonego na doświadczenia, oznaczać będę jako :

I zawieszadło pierwotne (Originalstativ),

II „ filarowe (Pfeilerstativ), a wreszcie

III „ murowe albo ściennie (Wandstativ, Mauerstativ,

będące właściwie konsolą bardzo stosownie obmyśloną. Odpowiadają one zresztą w tym porządku udoskonalaniu stopniowemu samego zawieszadła, a mianowicie jak największemu zabezpieczeniu się przeciw jego współdrżnieniom. Wspomniałem już, że najwięcej korzyści przedstawia ostatnie zawieszadło. Przewrotność nakazywała wykonać zasadnicze doświadczenia w Wiedniu we wszystkich trzech wspomnianych warunkach, aby umożliwić bezpośrednie porównanie rezultatów innych stacyi z wiedeńskimi; równocześnie miały one na celu wyśledzenie możebnych drobniotkich współdrżnień pierwszych dwóch zawieszadeł. Nie zbyteczna była ta ostrożność, skoro wyprzedzając rezultaty mogę już teraz nadmienić, iż różnice czasów wahnień tych samych wahadeł umieszczonych na zawieszadle II lub III dosięgły (bardzo zgodnie



w sześciu parach doświadczeń) znacznej wartości 102 jednostek na siódmym miejscu dziesiątym.

Wspomnę na koniec, iż w jednej części tych doświadczeń stałość filaru lub muru była badana za pomocą osobnego narzędzia pomysłu prof. Helmer'ta, t. z. *kołebnicy* (Wippe); gdy jednak stosowność jej do tego celu podano z kilku stron w wątpliwość, ograniczam się jedynie do samej o tem wzmianki.

Ruch dzienny zegaru Tiede, wskazującego czas gwiazdowy, a posiadającego kontakt elektryczny, poruszającego zatem kotwicę elektromagnesu w narzędziu koincydencyjnym bez pośrednictwa zegaru ( $H$ ) był wyznaczanym przez obserwacje kulminacyj słońca zapomocą stałego narzędzia przejściowego w obserwatorium Instytutu. Dnia 27 czerwca 1895 r. ruch ten wynosił  $+0^{\circ}37$ , poprawka więc zegaru  $\Delta u$  obserwowanych czasów wahnień wynosiła  $+0^{\circ}37.588$ , tj.  $+21$  jednostek 7-go miejsca dziesiątego. Natomiast w lipcu t. r. stany iienne ruchy zegaru Tiede według protokołów zegarowych Instytutu wynosiły:

Lipiec 1895.		ruch p. d.
23	$x = +13^m 17^{\circ}33$	
24	17.42	+ 0.09
25	17.47	+ 0.05
26	17.55	+ 0.08
27	17.65	+ 0.10;

W dniach doświadczeń (25—26-go) przyjęto  $+0^{\circ}08$ , czemu odpowiada poprawka zegaru  $\Delta u = 58.8.0^{\circ}08 = 5$  jednostek siódmego miejsca dziesiątego.

Następujące tabele są bezpośrednimi odpisami oryginalnych protokołów doświadczeń wahadłowych wraz z rachunkami redukcyjnymi każdego doświadczenia odrębnie.

Nr. 1. 27-go czerwca 1895. 9<sup>h</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 80. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło I, zegar Tiede.

Obserwator Sterneck.

Termometr 66		Barometr 1328	Amplituda		Odległość R = 3 <sup>m</sup> 60, skąd $\alpha = 2'86$ .
Pocz.	15·17	17·2° 752·1	4·8	4·8	
Kon.	15·19	17·3 752·0	3·9	3·9	
Śred.	15·18 = 16·040 C.	748·9 D = 0·926	4·4 = 12·6'		
I Serya		II Serya	Trwanie 50 koine.		
1.	<sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup> 24·7	51 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup> 1·7	<sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> 37·0		$c = 31·934, (2c - 1) = 62·868$
2.	56·2	32·9	36·7		$s = 0·507 9532$
3.	26 28·6	53 5·5	36·9		$\Delta\alpha$ — 4
4.	27 0·2	36·7	36·5		$\Delta T$ — 790
5.	32·5	54 9·0	36·5		$\Delta D$ — 502
6.	28 4·1	40·6	36·5		$\Delta u$ + 21
7.	36·3	55 13·1	36·8		$S_{80} = 0·507 8257$
8.	29 8·0	44·5	36·5		
9.	40·4	56 17·1	36·7		
10.	30 11·8	56 48·5	36·7		
11.	30 44·2		<sup>s</sup> M = 26m 36·68 = 50c		

Nr. 2. 27-go czerwca 1895. 10<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 81. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło I, zegar Tiede.

Obserwator Sterneck.

Termometr 66		Barometr 1328	Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.
Pocz.	15·20	17·2 751·9	4·8	4·8	
Kon.	15·23	17·3 752·0	3·8	3·8	
Śred.	15·22 = 16·100 C.	748·8 D = 0·926	4·3 = 12'·3		
I Serya		II Serya	Trwanie 50 koine.		
1.	<sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup> 41·5	51 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> 43·2	<sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> 1·7		$c = 31·236, (2c - 1) = 61·472$
2.	53 13·4	19 15·3	1·9		$s = 0·508 1338$
3.	44·0	45·7	1·7		$\Delta\alpha$ — 4
4.	54 15·7	20 17·5	1·8		$\Delta T$ — 793
5.	46·4	48·3	1·9		$\Delta D$ — 502
6.	55 18·3	21 20·2	1·9		$\Delta u$ + 21
7.	49·0	50·8	1·8		$S_{81} = 0·508 0060$
8.	56 20·5	22 22·5	2·0		
9.	51·5	53·0	1·5		
10.	57 23·3	23 25·0	1·7		
11.	57 53·7		<sup>s</sup> M = 26m 1·79 = 50c		

Nr 3. 27-go czerwca 1895. 12 <sup>h</sup> a. m. <i>Wahadło</i> Nr. 82. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło I, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.					
Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda	
Pocz.	15·23	17·2° 751·8		4·8	4·8
Kon.	15·23	17·3 751·9		3·8	3·8
Śred.	15·23=16·12°C	748·7 D=0·926		4·3=12'·3	
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.	
1.	<sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> 50·0	51	<sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> 46·5	<sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> 56·5	$c = 32·329, (2c-1) = 63·658$ $s = 0·507 8545$ $\Delta\alpha \quad - \quad 4$ $\Delta T \quad - \quad 794$ $\Delta D \quad - \quad 502$ $\Delta u \quad + \quad 21$ $S_{82} = 0·507 7266$
2.	18 21·9		45 18·3	56·4	
3.	54·5		51·2	56·7	
4.	19 26·4		46 23·0	56·6	
5.	59·5		55·8	56·3	
6.	20 31·2		47 27·5	56·3	
7.	21 4·0		48 0·5	56·5	
8.	35·9		32·3	56·4	
9.	22 8·5		49 5·0	56·5	
10.	40·6		27·0	56·4	
11.	23 13·4			<sup>s</sup> M=26m 56'46=50c	

Nr 4. 27-go czerwca 1895. 4 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> p. m. <i>Wahadło</i> Nr. 82. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło I, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.					
Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda	
Pocz.	15·23	17·3 751·4		4·9	4·9
Kon.	15·25	17·3 751·4		4·0	4·0
Śred.	15·24=16·13°C	748·2 D=0·925		4·5=12'·87	
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.	
1.	<sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 46 <sup>s</sup> 7·4	51	<sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> 3·5	<sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> 56·1	$c = 32·317, (2c-1) = 63·634$ $s = 0·507 8574$ $\Delta\alpha \quad - \quad 4$ $\Delta T \quad - \quad 795$ $\Delta D \quad - \quad 501$ $\Delta u \quad + \quad 21$ $S_{82} = 0·507 7295$
2.	39·2		34·8	55·6	
3.	47 12·0		14 8·0	56·0	
4.	43·9		39·5	55·6	
5.	48 16·7		15 12·6	55·9	
6.	48·4		44·3	55·9	
7.	49 21·4		16 17·2	55·8	
8.	53·0		48·8	55·8	
9.	50 26·0		17 21·8	55·8	
10.	57·5		53·5	56·0	
11.	51 30·5			<sup>s</sup> M=26m 55'85=50c	

Nr. 5. 27-go czerwca 1895. 5<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 81. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło I, zegar Tiede.  
 Obserwator Sterneck.

Termometr 66		Barometr 1328	Amplituda		Odległość $R = 3^m 60$ , skąd $\alpha = 2' 86$ .
Pocz.	15:30	17:3 751:3	4:9	4:9	
Kon.	15:30	17:5 751:3	4:1	4:1	
Śred.	15:30=16:23°C	748:1 D=0:925	4:5 = 12:9		
I Serya		II Serya	Trwanie 50 koine.		
	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>m</sup> <sup>s</sup>		
1.	12 1 30:9	51 12 27 32:8	26 1:9		$c = 31:239, (2c - 1) = 61:478$
2.	2 2:5	28 4:5	2:0		$s = 0:508 1330$
3.	33:3	35:3	2:0		$\Delta\alpha$ — 4
4.	3 5:0	29 7:0	2:0		$\Delta T$ — 799
5.	35:7	37:5	1:8		$\Delta D$ — 501
6.	4 7:5	30 9:5	2:0		$\Delta u$ + 21
7.	38:2	39:8	1:6		
8.	5 10:0	31 12:0	2:0		$S_{81} = 0:508 0047$
9.	40:8	42:8	2:0		
10.	6 12:5	32 14:5	2:0		
11.	6 43:1				
			$M = 26^m 1:93 = 50c$		

Nr. 6. 27-go czerwca 1895. 7<sup>h</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 80. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło I, zegar Tiede.  
 Obserwator Sterneck.

Termometr 66		Barometr 1328	Amplituda		Odległość $R$ i $\alpha$ jak wyżej.
Pocz.	15:30	17:2 751:2	4:8	4:8	
Kon.	15:28	17:2 751:2	3:8	3:8	
Śred.	15:29=16:21°C	748:0 D=0:924	4:3 = 12:3		
I Serya		II Serya	Trwanie 50 koine.		
	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>m</sup> <sup>s</sup>		
1.	1 21 21:3	51 1 47 57:8	26 36:5		$c = 31:930, (2c - 1) = 62:860$
2.	52:8	48 29:2	36:4		$s = 0:507 9541$
3.	22 25:3	49 1:8	36:5		$\Delta\alpha$ — 4
4.	56:5	33:0	36:5		$\Delta T$ — 799
5.	23 29:2	50 5:7	36:5		$\Delta D$ — 501
6.	24 0:5	37:0	36:5		$\Delta u$ + 21
7.	33:0	51 9:6	36:6		
8.	25 4:4	40:8	36:4		$S_{80} = 0:507 8258$
9.	36:8	52 13:4	36:6		
10.	26 8:4	52 44:8	36:4		
11.	26 40:7				
			$M = 26^m 36:49 = 50c$		

Nr. 7. 25-go lipca 1895. 10 <sup>m</sup> a. m. <i>Wahadło</i> Nr. 80. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło II, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.						
Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda		Odległość R = 3 <sup>m</sup> 60, skąd $\alpha = 2'86$ .
Pocz.	16 39	19 0 755·8		4·2	4·2	
Kon.	16 39	19 0 755·9		3·4	3·4	
Śred.	16 39 = 18 00 °C	752·4 D = 0·924		3·8 = 10'·8		
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.		$c = 31'904, (2c - 1) = 61'808$ $s = 0'507 9607$ $\Delta\alpha \quad - \quad 3$ $\Delta T \quad - \quad 887$ $\Delta D \quad - \quad 501$ $\Delta u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{80} = 0'507 8221$
1.	h m s 6 8 36·0	51	h m s 6 35 11·5	m s 26 35·5		
2.	9 7·2		42·3	35·1		
3.	39·8		36 15·0	35·2		
4.	10 11·2		46·3	35·1		
5.	43·7		37 18·9	35·2		
6.	11 14·8		50·2	35·4		
7.	47·5		38 22·4	34·9		
8.	12 18·8		54·0	35·2		
9.	51·3		39 26·5	35·2		
10.	13 22·4		39 57·7	35 3		
11.	13 55·0			M = 26 <sup>m</sup> 35 21 = 50c		

Nr. 8. 25-go lipca 1895. 11 <sup>b</sup> 10 <sup>m</sup> a. m. <i>Wahadło</i> Nr. 81. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło II, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.						
Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej
Pocz.	16·44	19 0 755·8		4·7	4·7	
Kon.	16·44	19 0 755·6		3·8	3·8	
Śred.	16·44 = 18 08 °C	752·2 D = 0·923		4 3 = 12'·2		
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.		$c = 31'204, (2c - 1) = 61'408$ $s = 0'508 1422$ $\Delta\alpha \quad - \quad 4$ $\Delta T \quad - \quad 891$ $\Delta D \quad - \quad 500$ $\Delta u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{81} = 0'508 0032$
1.	h m s 7 9 30·2	51	h m s 7 35 30·3	m s 26 0·1		
2.	10 0·5		36 0·8	0·3		
3.	32·4		32·7	0·3		
4.	11 3·0		37 3·3	0·3		
5.	34·9		35·0	0·1		
6.	12 5·5		38 5·5	0·0		
7.	37·4		37·7	0·3		
8.	13 7·8		39 8·0	0·2		
9.	39·7		39·9	0·2		
10.	14 10·3		40 10·3	0·0		
11.	14 41·9			M = 26 <sup>m</sup> 0'18 = 50c		

Nr. 9. 25-go lipca 1895. 12<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło II, zegar Tiede.

Obserwator Sterneck.

Termometr 66			Barometr 1328			Amplituda		Odległość $R=3^m60$ , skąd $\alpha=2^m86$ .		
Pocz.	16·45		19·0 755·4			5·0	5 0			
Kon.	16·49		19·0 755·4			4·0	4 0			
Śred.	16·47=18·13° C.		751·9 D=0·923			4 5 = 12' 8				
I Serya			II Serya			Trwanie 50 koine.		$c=32\cdot274, (2c-1)=63\cdot548$ $s=0\cdot507\ 8680$ $\Delta z \quad - \quad 4$ $\Delta T \quad - \quad 893$ $\Delta D \quad - \quad 500$ $\Delta u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{32}=0\cdot507\ 7288$		
1.	<sup>h</sup> 8	<sup>m</sup> 12	<sup>s</sup> 18·2	51	<sup>h</sup> 8	<sup>m</sup> 39	<sup>s</sup> 11·8		<sup>m</sup> 26	<sup>s</sup> 53 6
2.			50·8				44·5			53·7
3.		13	22·6		40	16·4				53·8
4.			55·5		40	16·4				53·8
5.		14	27·4		41	20·9				53·5
6.		15	0 0				53·9			53·9
7.			31·8		42	25·5				53·7
8.		16	4·5			58·3				53·8
9.			36·5		43	30·2				53·7
10.		17	9·2		44	2·9				53 7
11.		17	40·8							53 7
$M=26^m\ 53\ 72=50c$										

Nr. 10. 25-go lipca 1895. 4<sup>h</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło II, zegar Tiede.

Obserwator Sterneck.

Termometr 66			Barometr 1328			Amplituda		Odległość $R$ i $\alpha$ jak wyżej		
Pocz.	16·32		19·0 754 6			4·7	4 7			
Kon.	16·39		19·0 754·6			3·9	3 9			
Śred.	16·36=17·95° C.		751·1 D=0·923			4 3 = 12' 2				
I Serya			II Serya			Trwanie 50 koine.		$c=32\cdot280, (2c-1)=63\cdot560$ $s=0\cdot507\ 8665$ $\Delta z \quad - \quad 4$ $\Delta T \quad - \quad 884$ $\Delta D \quad - \quad 500$ $\Delta u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{32}=0\cdot507\ 7282$		
1.	<sup>h</sup> 0	<sup>m</sup> 15	<sup>s</sup> 4·8	51	<sup>h</sup> 0	<sup>m</sup> 41	<sup>s</sup> 58 8		<sup>m</sup> 26	<sup>s</sup> 54 0
2.			37·5		42	31·5				54 0
3.		16	9·4		43	3·4				54 0
4.			42·0			36·4				54 4
5.		17	13·8		44	7·8				54 0
6.			46·8			40·9				54 1
7.		18	18·5		45	12·5				54 0
8.			51·3			45·3				54 0
9.		19	23·1		46	16·8				53 7
10.			55·8		46	49·8				54 0
11.		20	27·4							54 0
$M=26^m\ 54\ 02=50c$										

Nr. 11. 25-go lipca 1895. 5 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> p. m. <i>Wahadło</i> Nr. 81. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło II, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.						
Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda		Odległość $R=3^m60$ , skąd $\alpha=2'86$ .
Pocz.	16:39	19:0 754.4		4.9	4.9	
Kon.	16:40	19:0 754.4		4.0	4.0	
Śred.	16:40=18.01°C.	750.9 D=0.922		4.5=12'.8		
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.		$c=31.207, (2c-1)=61.414$ $s=0.508\ 1414$ $\Delta_z \quad - \quad 4$ $\Delta_T \quad - \quad 887$ $\Delta_D \quad - \quad 500$ $\Delta_u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{s1}=0.508\ 0028$
1.	<sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> 18.2	51	<sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup> 18.7	<sup>m</sup> 26	<sup>s</sup> 0.5	
2.	50.0		50.5		0.5	
3.	27 20.8		53 21.0		0.2	
4.	52.4		52.9		0.5	
5.	28 23.1		54 23.5		0.4	
6.	54.8		55.3		0.5	
7.	29 25.6		55 25.8		0.2	
8.	57.3		57.4		0.1	
9.	30 27.8		56 28.4		0.6	
10.	59.8		56 59.9		0.1	
11.	31 30.7			M=26 <sup>m</sup> 0.86=50c		

Nr. 12. 25-go lipca 1895. 6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> p. m. <i>Wahadło</i> Nr. 80. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło II, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.						
Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda		Odległość $R$ i $\alpha$ jak wyżej
Pocz.	16:42	19:0 754.4		5.7	5.7	
Kon.	16:41	19:0 754.4		4.7	4.7	
Śred.	16:42=18.04°C	750.9 D=0.922		5.2=14'.9		
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.		$c=31.894, (2c-1)=62.788$ $s=0.507\ 9634$ $\Delta_z \quad - \quad 6$ $\Delta_T \quad - \quad 889$ $\Delta_D \quad - \quad 500$ $\Delta_u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{s0}=0.507\ 8244$
1.	<sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup> 43.8	51	<sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> 18.8	<sup>m</sup> 26	<sup>s</sup> 35.0	
2.	34 15.4		50.0		34.6	
3.	47.7		1 22.5		34.8	
4.	35 19.1		53.8		34.7	
5.	51.8		2 26.4		34.6	
6.	36 23.0		57.6		34.6	
7.	55.3		3 30.2		34.9	
8.	37 26.8		4 1.4		34.6	
9.	59.2		33.8		34.6	
10.	38 30.5		5 5.3		34.8	
11.	39 3.0			M=26 <sup>m</sup> 34.72=50c		

Nr 13. 26-go lipca 1895. 9<sup>h</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 80. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahałowa. Zawieszadło III, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.

Termometr 66		Barometr 1328	Amplituda		Odległość R=3'44 m. skąd $\alpha=3'03$ .
Pocz.	15·62	19·0 754·8	4·9	4·9	
Kon.	15·69	19·0 754·8	4·0	4·0	
Śred.	15·66=16 81°C	751·3 D=0·926	4·5 = 13'·6		
I Serya		II Serya	Trwanie 50 koinc.		$c=31·963, (2c-1)=62·926$ $s=0·507 9458$ $\Delta\alpha \quad - \quad 5$ $\Delta T \quad - \quad 828$ $\Delta D \quad - \quad 502$ $\Delta u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{80}=0·507 8128$
1.	<sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup> 45·5	51 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup> 23·7	<sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> 38·2		
2.	24 16·5	54·6	38·1		
3.	49·2	51 27·5	38·3		
4.	25 20·5	58·6	38·1		
5.	53·3	52 31·5	38·2		
6.	26 24·5	53 2·5	38·0		
7.	57·2	35·5	38·3		
8.	27 28·4	54 6·4	38·0		
9.	28 1·2	39·3	38·1		
10.	32·3	55 10·3	38·0		
11.	29 5·2		$M=26m \overset{s}{38·13}=50c$		

Nr 14. 26-go lipca 1895. 10<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 81. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahałowa. Zawieszadło III, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.

Termometr 66		Barometr 1328	Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej
Pocz.	15·73	19·0 754·6	4·3	4·3	
Kon.	15·76	19·0 754·4	3·8	3·8	
Śred.	15 75=16·95	751·0 D=0·925	4·1 = 12'·4		
I Serya		II Serya	Trwanie 50 koinc.		$c=31·266, (2c-1)=61·532$ $s=0·508 1259$ $\Delta\alpha \quad - \quad 4$ $\Delta T \quad - \quad 835$ $\Delta D \quad - \quad 502$ $\Delta u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{81}=0·507 9923$
1.	<sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> 3·7	51 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup> 7·0	<sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> 3·3		
2.	33·9	37·0	3·1		
3.	41 5·9	7 9·5	3·6		
4.	36·7	39·5	2·8		
5.	42 8·7	8 12·4	3·7		
6.	38·8	42·0	3·2		
7.	43 11·2	9 14·6	3·4		
8.	41·3	44·5	3·2		
9.	44 13·7	10 17·3	3·6		
10.	44·0	10 47·0	3·0		
11.	45 16·3		$M=26m \overset{s}{3 29}=50c$		



Nr. 15. 26-go lipca 1895. 11 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> a. m. <i>Wahadło</i> Nr. 82. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło III, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.						
Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda		Odległość R=3'44 m. skąd $\alpha=3'03$ .
Pocz.	15 79	19·5° 754·2		5·0	5·0	
Kon.	15 81	19·5 754 0		4·0	4·0	
Śred.	15·80=17 03° C	750·6 D=0·925		4·5 = 13'·6		
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.		$c=32\cdot339, (2c-1)=63\cdot678$ $s=0\cdot507\ 8520$ $\Delta\alpha$ — 5 $\Delta T$ — 839 $\Delta D$ — 501 $\Delta u$ + 5 $S_{82}=0\cdot507\ 7180$
1.	h m s 8 1 33·2	51	h m s 8 28 30·0	26	m s 56 8	
2.	2 6 4		29 3·4		57·0	
3.	37·8		34·8		57·0	
4.	3 11·2		30 8·3		57·1	
5.	42·6		39·2		56·6	
6.	4 15·8		31 13·0		57·2	
7.	47 2		44·0		56·8	
8.	5 20 5		32 17·4		56·9	
9.	51·8		48·8		57·0	
10.	6 25·2		33 22 5		57·3	
11.	6 56·5				$M=26^m\ 56\cdot97=50c$	

Nr. 16. 26-go lipca 1895. 3 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> p. m. <i>Wahadło</i> Nr. 82. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło III, zegar Tiede. Obserwator Sterneck.						
Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.
Pocz.	15·68	19·5° 752 6		5·0	5·0	
Kon.	15·72	19·5° 752·4		3·9	3·9	
Śred.	15·70=16 87° C	749·0 D=0·923		4·5 = 13'·6		
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.		$c=32\cdot346, (2c-1)=63\cdot692$ $s=0\cdot507\ 8502$ $\Delta\alpha$ — 5 $\Delta T$ — 831 $\Delta D$ — 500 $\Delta u$ + 5 $S_{82}=0\cdot507\ 7171$
1.	h m s 11 38 5·4	51	h m s 12 5 2·9	26	m s 57·5	
2.	36 8		34 2		57·4	
3.	39 10·2		6 7 4		57·2	
4.	41·7		39·2		57·5	
5.	40 14·8		7 12 2		57·4	
6.	46 5		43 4		56·9	
7.	41 19 5		8 17 0		57·5	
8.	51 2		48 6		57·4	
9.	42 24 4		9 21 5		57·1	
10.	55 6		9 52 9		57·3	
11.	43 29 0				$M=26^m\ 57\cdot32=50c$	

Nr. 17. 26-go lipca 1895. 4<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 81. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło III, zegar Tiede.

Obserwator Sterneck.

Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda		Odległość R = 3.44 m. skąd $\alpha = 3.03$
Pocz.	15.77	19.5 752.2		4.7	4.7	
Kon.	15.79	19.5 752.1		3.8	3.8	
Śred.	15.78 = 17.00 °C	748.7 D = 0.922		4.3 = 13.0		
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.		$c = 31.263, (2c - 1) = 61.526$ $s = 0.508 1267$ $\Delta_z \quad - \quad 4$ $\Delta_T \quad - \quad 837$ $\Delta_D \quad - \quad 500$ $\Delta_u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{81} = 0.507 9931$
1.	<sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup> 54.5	51	<sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup> 57.5	<sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> 3.0	$c = 31.263, (2c - 1) = 61.526$	
2.	49 26.5		15 29.9	3.4	$s = 0.508 1267$	
3.	57.0		19.9	2.9	$\Delta_z \quad - \quad 4$	
4.	50 29.2		16 32.2	3.0	$\Delta_T \quad - \quad 837$	
5.	59.5		17 2.4	2.9	$\Delta_D \quad - \quad 500$	
6.	51 31.5		34.8	3.3	$\Delta_u \quad + \quad 5$	
7.	52 1.9		18 5.0	3.1	<hr/>	
8.	34.2		37.3	3.1	$S_{81} = 0.507 9931$	
9.	53 4.4		19 7.5	3.1		
10.	36.4		19 39.9	3.5		
11.	54 6.8			$M = 26m \overset{s}{3.13} = 50c$		

Nr. 18. 26-go lipca 1895. 5<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 80. Wiedeń, Instytut geograficzny, piwnica wahadłowa. Zawieszadło III, zegar Tiede.

Obserwator Sterneck.

Termometr 66		Barometr 1328		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.
Pocz.	15.82	19.5° 752.1		4.8	4.8	
Kon.	15.84	19.5° 752.0		3.9	3.9	
Śred.	15.83 = 17.08 °C	748.6 D = 0.922		4.4 = 13.3		
I Serya		II Serya		Trwanie 50 koine.		$c = 31.951, (2c - 1) = 62.902$ $s = 0.507 9488$ $\Delta_z \quad - \quad 4$ $\Delta_T \quad - \quad 841$ $\Delta_D \quad - \quad 500$ $\Delta_u \quad + \quad 5$ <hr/> $S_{80} = 0.507 8148$
1.	<sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup> 22.5	51	<sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup> 0.4	<sup>m</sup> 26 <sup>s</sup> 37.9	$c = 31.951, (2c - 1) = 62.902$	
2.	54.2		31.8	37.6	$s = 0.507 9488$	
3.	56 26.8		23 4.3	37.5	$\Delta_z \quad - \quad 4$	
4.	58.1		35.5	37.4	$\Delta_T \quad - \quad 841$	
5.	57 30.8		24 8.3	37.5	$\Delta_D \quad - \quad 500$	
6.	58 2.0		39.5	37.5	$\Delta_u \quad + \quad 5$	
7.	34.4		25 12.1	37.7	<hr/>	
8.	59 5.8		43.2	37.4	$S_{80} = 0.507 8148$	
9.	38.4		26 16.0	37.6		
10.	2 0 9.8		26 47.2	37.4		
11.	0 42.3			$M = 26m \overset{s}{37.55} = 50c$		

W trzecim wierszu kolumny „Barometr“ umieszczona liczba jest średniem w ciągu doświadczenia ciśnieniem powietrza już do 0°C. spowodowanym, z uwzględnieniem stałej poprawki samego barometru. Obok niej wypisana ilość  $D$  jest gotową gęstością powietrza, odpowiadającą temu ciśnieniu i równoczesnej mu temperaturze. Umieszczona w ostatniej kolumnie ilość  $R(=2d)$  jest sumą odległości (w metrach) zwierciadełka wahadłowego od skali i od ogniska lunety narzędzia koincydencyjnego. W trzeciej głównej kolumnie umieszczone liczby są wartościami 50-ciu koincydencyj wahadeł Sterneckowskich z uderzeniami zegara, poruszającego elektromagnesem narzędzia koincydencyjnego, przy czem zauważę, że w razie potrzeby można bez żadnego trudu obserwować, np. 60 koincydencyj i więcej, lubo w zwyczajnych warunkach i przy wprawie obserwatora już 40 najzupełniej wystarcza. Stosownie do specjalnych doświadczeń, wykonanych w Wiedniu, wahadła wahają się jeszcze po upływie 12tu godzin, prawda, że z amplitudą bardzo już zmniejszoną. W moich własnych doświadczeniach obserwowałem zazwyczaj 60 koincydencyj; jedynie w kilku przypadkach wywołanych chęcią bliższego wnikięcia w „stałe“ wahadeł Sterneckowskich, posunąłem się do obserwacji przeszło stu (raz nawet 364) koincydencyj. Ilość  $M$  umieszczona u dołu trzeciej głównej kolumny przytoczonych dopiero protokołów obserwacyjnych, jest średnią z dziesięciu obserwowanych 50cio-krotnych czasów trwania jednej koincydencji  $c$ , z kąd wypada dokładna wartość  $c$ , a z większą jeszcze dokładnością szukany (niepoprawiony)

czas jednego wahnienia  $s = \frac{c}{2c-1}$ . Reszta liczb, tj.  $\Delta x$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta D$  i  $\Delta u$

odpowiadających czterem wiadomym poprawkom, nie wymaga żadnego objaśnienia po tem, co powyżej o nich się powiedziało.

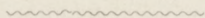
W pierwszych 12tu doświadczeniach wiedeńskich za podstawy tak zawieszadeł wahadłowych jak i narzędzia koincydencyjnego, służyły dwa potężne filary kamienne w piwnicy Instytutu; azymut płaszczyzny wahnienia podczas tych dwunastu doświadczeń był zerem, tj. płaszczyzna rzeczona leżała dokładnie w południku. Natomiast w sześciu ostatnich doświadczeniach, wahadła zawieszzone na zawieszadle IIIciem, tj. ściennem, wahały się od wschodu na zachód (azymut = 90°), a za podstawę narzędzia koincydencyjnego służył niski i silny trójnóg drewniany, osadzony bardzo stale pomiędzy cegłami tworzącymi podłogę piwnicy.

Ponieważ doświadczenie z jednym wahadłem zabiera z reguły mało więcej niż godzinę czasu, więc w ciągu dnia można bez pośpiechu wykonać sześć doświadczeń, tj. po dwa z każdym wahadłem. Bardzo trafną była dyspozycya samego wynalazcy, według której sześć owych doświadczeń wykonywa się popołudniu w odwrotnym niż przed

południem porządku, ta bowiem ich symetria względem południa jako też północy, zabezpiecza niewątpliwie średnią z dwóch odpowiednich liczb przed drobnymi błędami, możliwem istnieniem małego peryodu dziennego w ruchu zegaru, a zarazem oszczędza pracownikowi zdejmowania 3go wahadła po trzecim przedpołudniowem doświadczeniu i nowego zawieszania przy rozpoczęciu doświadczeń popołudniowych. W czasie dłuższej pauzy południowej, wahadło to, uspokojone specjalnym przyrządem, a następnie podniesione śrubą z właściwych swych ostrzy na ostrza pomocnicze (t. z. Hilfssehneiden), celem oszczędzenia tamtych, pozostaje nietknięte aż do popołudniowych doświadczeń, które od niego właśnie bywają rozpoczynane.

Dodam jeszcze od siebie spostrzeżenie, że z pomiędzy sześciu w jednym dniu wykonanych doświadczeń najbardziej zgodne rezultaty dają doświadczenia 3cie i 4te; objaw ten skonstatować się daje zresztą nie tylko na moich własnych ale i na przeważnej ilości o b e y c h doświadczeń tą samą metodą wykonanych; przypadek zaś odwrotny należy do rzadkich jedynie wyjątków. Przyczyny tego zjawiska dopatruję w tem, iż przy doświadczeniach 3ciem i 4tem i tylko przy tych dwóch, ostrza wahadłowe spoczywają d o k ł a d n i e na tych samych miejscach płyty agatowej, że więc oś obrotu wahadła tylko w tych dwóch razach to samo zajmuje położenie. Co do dwóch innych wahadeł, to ich położenie będzie nieco odmienne, chociażby czynność zawieszania ich odbywała się z największą oględnością, a oś obrotu wahadła będzie zawierała w ogóle zmienny kąt  $\beta$  z pewnym stałym kierunkiem na płycie agatowej.

Zebrawszy dla pewnej miejscowości dostateczny materiał obserwacyjny czasów wahnień  $s$  tego samego wahadła, wahającego się na partyach płyty, odpowiadających różnym a znanym wartościom kąta  $\beta$ , możnaby ztąd nasamprzód wyprowadzić empiryczny związek pomiędzy drobną niestałością czasu  $s$  a kątem  $\beta$ , ażeby następnie obserwowany gdziekolwiek przy wartości  $\beta'$  czas wahnienia  $s'$  na wartość  $\beta = 0$ , („normalne zawieszenie“) zredukować rachunkiem. Są to jednak myśli, które dopiero na podstawie obfitego materiału obserwacyjnego dawałyby się urzeczywistnić.



### Rezultaty doświadczeń wiedeńskich.

		Wahadło N <sup>o</sup>		
		80	81	82
1895.				
27/VI	Zawieszadło I	0·507 8257 58	0·508 0060 47	0·507 7266 95
	Średnio	0·507 8258	0·508 0054	0·507 7281
25/VII	Zawieszadło II	0·507 8221 44	0·508 0032 28	0·507 7288 82
	Średnio	0·507 8233	0·508 0030	0·507 7285
26/VII	Zawieszadło III (t. z. ścienne)	0·507 8128 48	0·507 9923 31	0·507 7180 71
	Średnio	0·507 8138	0·507 9927	0·507 7176.

Ztąd widać wyraźnie wpływ jakości zawieszadła na otrzymane czasy wahań tych samych wahadeł. Odejmując powyższe średnie, otrzymujemy (w jednostkach siódmego miejsca dziesiątego)

		I—II	II—III
Wah. N <sup>o</sup>	80	+ 25	+ 95
	81	+ 24	+ 103
	82	— 4	+ 109
	Średnio	+ 15	+ 102.

Wielka zgodność różnic (II—III) musi w nas wzbudzić zaufanie do średniej (+102) tych trzech wartości; za pomocą niej wolno będzie tedy doświadczenia wykonane na zawieszadle III zredukować na zawieszadło II i naodwrot, a skutkiem tego mnogość tu i tam wykonanych oznaczeń podwoić. Mniej pomyślnie przedstawia się rzecz z wartościami różnic (I i II) odrębnych wahadeł: dwie pierwsze są wprawdzie w wysmienitej ze sobą zgodzie (+25 i +24), ale trzecia (—4) nadto wiele różni się od nich, aby średnią (+15) ze wszystkich trzech mózdz uważać za całkiem bezpieczną. Co prawda, to różnica (I i II) mniej dla nas jest ważna, gdyż użycie zawieszadła (I, tj. pierwotnego) wobec znacznie ulepszanego (II), a zwłaszcza (III) staje się dziś zbyteczne.

Redukując za pomocą różnicy + 102 wypadki III na II, jakoteż odwrotnie, otrzymamy dla piwnicy wiedeńskiego c. k. Instytutu geograficznego następujące czasy wahnień trzech krakowskich wahadeł:

	Wahadło N <sup>o</sup>		
	80	81	82
Zawieszadło II.	0 <sup>s</sup> 507 8221	0 <sup>s</sup> 508 0032	0 <sup>s</sup> 507 7288
(filarowe)	44	28	82
	30	25	82
	50	33	73
Średnio	0 <sup>s</sup> 507 8236	0 <sup>s</sup> 508 0030	0 <sup>s</sup> 507 7281
Zawieszadło III.	0 <sup>s</sup> 507 8119	0 <sup>s</sup> 507 9930	0 <sup>s</sup> 507 7186
(ścienne)	42	26	80
	28	23	80
	48	31	71
Średnio	0 <sup>s</sup> 507 8134	0 <sup>s</sup> 507 9928	0 <sup>s</sup> 507 7179,

a sześć tych liczb przedstawia ostateczne wyniki wiedeńskich doświadczeń wahadłami krakowskimi. Łatwo wykazać, że za równoczesnem użyciem, np. trzech ostatnich liczb przy porównywaniu czasów wahnień tych wahadeł w Wiedniu i jakimkolwiek innym miejscu powierzchni ziemi pozostała w tych liczbach jeszcze prawdopodobna niepewność, dosięgnie zaledwie 4ch jednostek na siódmym miejscu dziesiątnym, tj. czterech dziesięciomilionowych części jednej sekundy.

## II. Doświadczenia wykonane w Krakowie.

O lokalu, w którym d. 12go i 13go października 1895 zostały wykonane krakowskie doświadczenia wahadłowe, była mowa już powyżej. Dodam jeszcze tylko, że ściany piwnicy, w które wkuto bolce śrubowe, podtrzymujące zawieszadło III, są ze starych cegieł (budowa z przeszłego wieku), dalej, że deska, z którą śrubami spojono zegar elektryczny (Hawelk N<sup>o</sup> 18) przytwierdzoną była do muru za pomocą silnych haków wkutych w otwory, które w ceglach (nie pomiędzy cegłami wywiercono. Tego samego przestrzegalem zresztą i na innych stacyach wahadłowych. O jakości i wielkości zmian temperatury tego lokalu informują poniekąd następujące liczby:

1895.		Temperatura	
		zewnątrzna	w piwnicy
22	wrześn. 7 <sup>1/2</sup> <sup>h</sup> p. m.	+ 8·06 C	13·6 °C.
23	" 7 a. m.	4·4	12·6
	7 <sup>1/2</sup> p. m.	11·7	13·4
24	" 7 a. m.	7·0	12·9
	12 mer.	19·2	13·4
	3 p. m.	17·6	13·4
25	" 8 a. m.	11·0	13·4
	6 p. m.	16·5	13·4
26	" 5 p. m.	17·2	13·5
5	paźdz. 5 p. m.	10·4	13·3
	10 p. m.	6·6	13·0
6	" 9 a. m.	9·6	12·6
7	" 7 p. m.	15·7	13·0
8	" 11 a. m.	15·6	13·1

Całkowita zmienność temperatury wynosiła tu tylko 1° C., podczas gdy równoczesna różnica ekstremów temperatury zewnętrznego powietrza dosięgała 15° C., okoliczność sprzyjająca niezawodnie celowi zamierzonych doświadczeń. Liczby powyższe pochodzą z odczytań wykonanych podczas chwilowego jedynie pobytu (ze świecą) w piwnicy. Nie stosuje się to do liczb następujących, odpowiadających dwom dniom wypełnionym doświadczeniami, w ciągu których płonąca lampa, świece przygodnie tam zapalane i gaszone, a wreszcie sama obecność obserwatora, musiały częściowo zatrzeć prawidłowy pochod drobnych zmian temperatury piwnicy.

Datum	Pora	° C. temper.	Datum	Pora	° C. temper.
12. X.	7 <sup>h</sup> a. m.	13·50	12. X.	11 <sup>1/2</sup>	14·20
	7 <sup>1/2</sup>	13·50		12 mer.	14·05
	8	13·55		12 <sup>1/2</sup> p. m.	14·15
	8 <sup>1/2</sup>	13·75		1	14·25
	9	13·90		1 <sup>1/2</sup>	14·30
	9 <sup>1/2</sup>	14·00		2	14·30
	10	14·05		2 <sup>1/2</sup>	14·05
	10 <sup>1/2</sup>	14·10		3	14·05
	11	14·15		3 <sup>1/2</sup>	14·30

Datum	Pora	° C. temper.	Datum	Pora	° C. temper.
12. X.	4 <sup>h</sup> p. m.	14·40	13. X.	6 <sup>h</sup> a. m.	13·50
	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·45		6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·50
	5 p. m.	14·35		7	13·50
	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·45		7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·50
	6	14·45		8	13·50
	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·50		8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·55
	7	14·50		9	13·65
	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·55		9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·85
	8	14·55		10	13·95
	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·55		10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·00
	9	14·40		11	14·05
	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·15		11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a. m.	14·10
	10	14·00		12 mer.	14·10
	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·90		12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p. m.	14·20
	11	13·85		1	14·20
12. X.	11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p. m.	13·80		1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·10
12. X.	12 m. n.	13·70		2	14·00
13. X.	12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a. m.	13·70		2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·90
	1	13·65		3	13·85
	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·60		3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·05
	2	13·60		4	14·15
	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·55		4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·25
	3	13·55		5	14·40
	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·55		5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·35
	4	13·55		6	14·30
	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·55		6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	14·35
	5	13·55		7	14·45
13. X.	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·50	13. X.	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p. m.	14·35

Tutaj termometr swobodnie wiszący tuż przy elektrycznym zegarze był rzeczywiście odczytany 44 razy (w 37 godzinach); w czasach, w których nie odczytano temperatury, posłużono się interpolacją; co do ciepłoty (od 10<sup>h</sup> p. m. do 7<sup>h</sup> a. m. dnia 13. X), to zestawiono znane prawo ostygnięcia ciał. Zmienność temperatury lokalu podczas doświadczeń wynosiła więc zaledwie 1°C. Powietrze w piwnicy nie osiągało stanu nasycenia parą wodą.

Za podstawę narzędzia koincydencyjnego służył silny trójnóg drewniany, dający się na śrubie podnosić i zniżać, a w ziemię piwniczną silnie wgnieciony. Soczewka wahadeł niezmiennych znajdowała się na wysokości 205<sup>m</sup>55 nad poziomem morza Adryatyckiego, azymut płaszczyzny wahnien wynosił 57° od Pd ku Zach. przy wszystkich doświadczeniach.



czeniu bez wyjątku. Termometr „wahadłowy“ odczytywano gwoli większej pewności cztery razy podczas każdego doświadczenia (pospolicie czyni się to tylko dwa razy), 5 minut przed rozpoczęciem i po ukończeniu pierwszej i drugiej seryi doświadczeń. Tyleż razy (niekiedy tylko trzy razy) odczytywano aneroid, którego poprawka była znana. Każde doświadczenie zawierało 60 koincydencyj (przy Nrze 1 wyjątkowo 70), jedenaście razy obserwowanych.

Ruch zegaru elektrycznego (Hawelk Nr. 18), którego koincydencye z wahadłami Sterneekowskiemi wyznaczono za pomocą 70ciu przeszło porównań jego z chronometrem Dent Nr. 25560 (własność krakowsk. Obserwatoriumu astronomicznego), który swoją drogą kilkakrotnie w tych dwóch dniach był porównanym z głównym zegarem Obserwatoriumu (Kessels), idącym według czasu gwiazdowego. Za podstawę rachunku służyły stany  $x$  i dzienne ruchy  $\Delta x$  tego zegaru, jak je dały bezpośrednie obserwacye kołem południkowem:

Kessels	8/10	o	19 <sup>h</sup>	55 <sup>m</sup> ·2	czasu gwiazd.	$x = -26^{\circ}007$	
							$\Delta x = -0^{\circ}331$
	18/10	„	1	0·5	„	„	- 29·314.

Ponieważ 12 i 13 października przypadają prawie dokładnie na środek pomiędzy 8 i 18tym października, więc ruch Kesselsa, o który chodzi, należy bez wahania się przyjąć równym  $-0^{\circ}331$  na dzień, tj.  $-0^{\circ}0138$  na godzinę.

Ruch chronometru Dent, idącego podług czasu średniego, oznaczono przez porównywanie go z Kesselsem, a mianowicie:

I	Kess.	11 <sup>a</sup>	10 <sup>h</sup>	30 <sup>m</sup>	25 <sup>s</sup> ·5	Dent	11 <sup>a</sup>	20 <sup>h</sup>	26 <sup>m</sup>	0 <sup>s</sup> ·0
II		12	0	24	45·0		12	10	18	0·0
III		12	9	23	13·333		12	19	14	59·5
IV		12	16	19	23·0		13	2	10	0·0,

gdzie każdy z wypisanych tu czasów jest już średnią z kilku sąsiednich porównań, otrzymanych koincydencyami obydwóch zegarów. Uwzględniając godzinny ruch Kesselsa ( $-0^{\circ}0138$ ), wynika ztąd ruch godz. Denta

12/10 obliczony z ustępu 13·87 godz. (II — I) . . . . . +  $0^{\circ}1174$   
 13/10 „ „ „ 6·92 „ (IV — III) . . . . . +  $0^{\circ}1290$ ,

a wartości te posłużą nam zaraz do wyznaczenia dziennego ruchu zegaru u Hawelk'a, poruszającego elektromagnesem narzędzia koincydencyjnego.

## A. Ruch zegaru Haw. Nr. 18

d. 12 października 1895.

Przymiując stan chronometru Denta w chwili pierwszego z tym zegarem porównania = + 41<sup>m</sup> 27<sup>s</sup> 259 względem średniego czasu krakowskiego, a godzinny ruch jego = + 0<sup>s</sup> 1174, jak powyżej wskazano, otrzymuję w tym dniu:

Grupa	Haw.	Dent.	Czas średni krakowski	Czas gwiazdowy	Czas gwiazd. — Haw.	Ważność — Ilość porów.
	h m s	h m s	h m	h m s	h m s	
I	11 46 25·667	23 23 31	0 4 58·259	13 28 0·323	1 41 34·656	3
II	13 3 40	0 40 31	1 21 58·410	14 45 13·123	33·123	1
III	13 29 7	1 5 53·25	1 47 20·710	15 10 39·591	32·591	2
IV	14 51 30	2 28 1	3 9 28·620	16 33 0·994	30·994	1
V	15 39 57	3 16 19	3 57 46·715	17 21 27·023	30·023	3
VI	16 20 30	3 56 44·5	4 38 12·294	18 1 59·243	29·243	1
VII	16 56 53	4 33 0·75	5 14 28·615	18 38 21·523	28·523	2
VIII	17 22 30	4 58 33	5 40 0·915	19 3 58·018	28·018	1
IX	17 42 40	5 18 39·25	6 0 7·204	19 24 7·610	27·610	2
X	17 56 10	5 32 6·75	6 13 34·731	19 37 37·347	27·347	2
XI	18 55 30	6 31 15·75	7 12 43·846	20 36 56·180	26·180	2
XII	19 45 20	7 20 56·5	8 2 24·693	21 26 45·188	25·188	1
XIII	20 18 43·667	7 54 14	8 35 42·259	22 0 8·223	24·556	3
XIV	20 46 0	8 21 25·25	9 2 53·562	22 27 23·992	23·992	2

Przy wszystkich czasach kolumny 3ej i 4tej domyślną jest liczba dni 12tu (upłynionych) z wyjątkiem pierwszego czasu w 3ciej kolumnie, gdzie tylko liczby 11 dni należy się domyślać.

Każda liczba kolumny drugiej i trzeciej jest już średnią z tylu porównań, ile ich wskazuje liczba kolumny ostatniej. Odejmując stan I zegaru Haw. (kolumna 6ta) od każdego następnego <sup>1)</sup>, tudzież tworząc różnice z czasów gwiazdowych (kolumna 5ta) i wyrażając je w godzinach, otrzymamy zestawienie:

<sup>1)</sup> Nie wykluczając i samego I-go, gdyż i to porównanie może zawierać drobnutki błąd.

	$S$	$\xi$	Ważność	Obs.- Rach.
I—I.	0·000	0·000	3	+ 0·016
II—I.	— 1·533	1·287	1	+ 0·006
III—I.	— 2·065	1·711	2	— 0·025
IV—I.	— 3·662	3·084	1	+ 0·002
V—I.	— 4·633	3·891	3	— 0·014
VI—I.	— 5·413	4·566	1	+ 0·007
VII—I.	— 6·133	5·173	2	+ 0·004
VIII—I.	— 6·638	5·599	1	+ 0·004
IX—I.	— 7·046	5·935	2	— 0·007
X—I.	— 7·309	6·160	2	— 0·004
XI—I.	— 8·476	7·149	2	± 0·000
XII—I.	— 9·468	7·979	1	— 0·010
XIII—I.	— 10·100	8·536	3	+ 0·018
XIV—I.	— 10·664	8·990	2	— 0·009

Różnice  $S$  stanów zegaru, jako też ruch godzinny  $r$ , w razie stałości tego ruchu, podlegają wzorowi

$$\varepsilon + r \cdot \xi = S,$$

gdzie  $\varepsilon$  jest ewentualnym błędem Igo porównania. Tworząc za pomocą ostatniej tabelki szereg równań

$$\varepsilon + 0\cdot000 r = 0\cdot000 \quad \text{ważność } 3$$

$$\varepsilon + 1\cdot287 r = -1\cdot533 \quad \text{„ } 1$$

$$\varepsilon + 1\cdot711 r = -2\cdot065 \quad \text{„ } 2$$

itd. i wyrównyując je (po uwzględnieniu ważności) według metody najmniejszych kwadratów, otrzymamy dwa równania

$$26\cdot000 \varepsilon + 130\cdot032 r = -154\cdot299$$

$$130\cdot032 \varepsilon + 860\cdot710 r = -1020\cdot546,$$

zkuąd

$$\varepsilon = -0\cdot0158 \quad r = -1\cdot18346.$$

Porównanie rachunku z obserwacją widać z ostatniej kolumny; różnice tam wykazane nie zdradzają żadnego śladu systematyczności ze wzrostem  $\xi$  i są tak drobne (największa 0·025), że zgodność rachunku z obserwacją trzeba uważać za wysmienitą. Obydwa zegary posiadały więc w ciągu 1go dnia doświadczeń ruch bardzo jednostajny, a prawdopodobny błąd godzinnego ruchu zegaru Haw. wynosi zaledwie

$\pm 0^{\circ}00060$ ; pozostawiając więc w jego ruchu dziennym już tylko niepewność  $\pm 0^{\circ}014$  wynoszącą, czemu odpowiadałaby niepewność czasów *s* wahnień, nie dochodząca do jednej jednostki na siódmym miejscu dziesiątnym. Należy jednak pamiętać, iż jakiś drobny udział w pozostałej niepewności liczby *r* przypadnie na karb pośrednictwa chronometrem przy przenoszeniu czasu z Kesselsa na zegar *H*, a łatwo zobaczyć, że mała zmiana ruchu przyjętego  $+0^{\circ}1174$  na  $+0^{\circ}1174 \pm \delta$ , zamieniłaby dopiero otrzymaną wartość *r* na  $-1^{\circ}18346 \pm \delta$ , z tym samym znikomym błędem prawdopodobnym (t. j.  $\pm 0^{\circ}00060$  p. h.). Prawdopodobny błąd ilości  $\varepsilon$  znajduje się  $\pm 0^{\circ}0035$ , zaś  $\pm 0^{\circ}013$  jako średni błąd popełniany (uchem) przeze mnie przy apercpepyi koincydencyjnych uderzeń obu zegarów.

### B. Ruch zegaru Haw. Nr. 18.

dnia 13 października 1895 (przedpoł.).

Przyjęty godzinny ruch chronometru Denta  $+0^{\circ}1290$  (zob. wyżej), stan jego w chwili Igo porównania  $= +41^m 29^s \cdot 261$  względem średniego czasu krakowskiego. Porównania zegaru *H* z chronometrem doprowadziły do tabelki:

	Haw.	Dent	Czas średni krakowski	Czas gwiazdowy	Stan Haw.	Ważność = ilość porówn.
		$12^d +$	$12^d +$		$+1^h 41^m +$	
	$\begin{matrix} h & m & s \\ 9 & 22 & 26 \cdot 833 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 20 & 55 & 31 \cdot 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 21 & 37 & 0 \cdot 761 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 11 & 3 & 35 \cdot 074 \end{matrix}$	$\begin{matrix} s \\ 8 \cdot 241 \end{matrix}$	3
I	$\begin{matrix} h & m & s \\ 10 & 3 & 33 \cdot 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 21 & 36 & 30 \cdot 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 22 & 17 & 59 \cdot 849 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 11 & 44 & 40 \cdot 895 \end{matrix}$	$\begin{matrix} s \\ 7 \cdot 395 \end{matrix}$	3
II	$\begin{matrix} h & m & s \\ 10 & 52 & 3 \cdot 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 22 & 24 & 51 \cdot 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 23 & 6 & 20 \cdot 953 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 12 & 33 & 9 \cdot 942 \end{matrix}$	$\begin{matrix} s \\ 6 \cdot 442 \end{matrix}$	3
III	$\begin{matrix} h & m & s \\ 11 & 21 & 38 \cdot 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 22 & 54 & 21 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 23 & 35 & 50 \cdot 516 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 13 & 2 & 44 \cdot 353 \end{matrix}$	$\begin{matrix} s \\ 5 \cdot 853 \end{matrix}$	3
IV	$\begin{matrix} h & m & s \\ 12 & 12 & 50 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 23 & 45 & 23 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 24 & 26 & 52 \cdot 626 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 13 & 53 & 54 \cdot 843 \end{matrix}$	$\begin{matrix} s \\ 4 \cdot 843 \end{matrix}$	3
V	$\begin{matrix} h & m & s \\ 12 & 45 & 13 \cdot 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 24 & 17 & 40 \cdot 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 24 & 59 & 10 \cdot 196 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 14 & 26 & 17 \cdot 718 \end{matrix}$	$\begin{matrix} s \\ 4 \cdot 218 \end{matrix}$	3
VI	$\begin{matrix} h & m & s \\ 13 & 14 & 50 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 24 & 47 & 11 \cdot 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 25 & 28 & 41 \cdot 259 \end{matrix}$	$\begin{matrix} h & m & s \\ 14 & 55 & 53 \cdot 631 \end{matrix}$	$\begin{matrix} s \\ 3 \cdot 631 \end{matrix}$	3
VII						3

Rachując jak poprzednio, znajdziemy najpierw liczby następującego zestawienia:

	<i>S</i>	$\xi$	Ważność	Obs.-Rach.
I—I	$0^{\circ}000$	$0^{\circ}000$	3	$+0^{\circ}019$
II—I	$-0^{\circ}846$	$0^{\circ}685$	3	$-0^{\circ}014$
III—I	$-1^{\circ}799$	$1^{\circ}493$	3	$-0^{\circ}006$
IV—I	$-2^{\circ}388$	$1^{\circ}986$	3	$-0^{\circ}009$
V—I	$-3^{\circ}398$	$2^{\circ}839$	3	$-0^{\circ}006$
VI—I	$-4^{\circ}023$	$3^{\circ}379$	3	$+0^{\circ}011$
VII—I	$-4^{\circ}610$	$3^{\circ}868$	3	$+0^{\circ}005$

zkład w przypuszczeniu niezmienności ruchu zegaru Haw. otrzymaliśmy siedm równań

$$\varepsilon + 0.000 r = 0.000,$$

$$\varepsilon + 0.685 r = - 0.846,$$

itd., które po wyrównaniu metodą najmniejszych kwadratów i uwzględnieniu ważności dają

$$21.000 \varepsilon + 42.750 r = - 51.192$$

$$42.750 \varepsilon + 123.234 r = - 147.240.$$

Ztąd znajdujemy wartości obu niewiadomych

$$\varepsilon = - 0.0185, \quad r = - 1.18837,$$

z prawdopodobnymi ich błędami  $\pm 0.0027$ , a względnie  $\pm 0.00103$ . W ostatniej kolumnie zestawilem różnice (Obs.-Rach.); żadna z nich nie przekracza granicy nie dającego się uniknąć błędu porównań zegarów, które tutaj obejmowały przeciąg czasu, wynoszący nawet nie całe 4 godziny. Jeżeli zważymy, że godzinny ruch zegaru Haw. dopieroco znaleziony, lubo z tak krótkiego czasu wyprowadzony, zgadza się aż po  $0.0049$  (a więc po  $0.1$  na dzień) z ruchem w całym dniu poprzednim, to należy mi uważać to za objaw bardzo pomyślny dla naszego celu i wyrazić przekonanie, że w innym lokalu, aniżeli w piwnicy o tak statecznej temperaturze nie dałoby się takiej zgodności osiągnąć. Widoczna, że poprzestając na stosownej średniej z obu wartości, tj. uważając ruch zegaru Haw. za stały podczas wszystkich 9ciu pierwszych doświadczeń, narażalibyśmy się na popełnienie błędu w  $s$ , co najwyżej wynoszącego 3 jednostki na siódmym miejscu dziesiętnym, tj. tyle, ile niepewności pozostaje zawsze jeszcze przy ostatecznej dziś możebnej dokładności pomiarów wahadłowych.

### C. Ruch zegaru Haw. Nr. 18.

dnia 13 październ. 1895 popołudniu.

Przyjęty ruch godzinny Denta ( $+ 0.81290$ ), stan jego w chwili pierwszego porównania =  $+ 41^m 29.8930$ . Z wykonanych porównań otrzymujemy jak poprzednio następującą tabelkę:

	Haw.	Dent 13 <sup>d</sup> +	Czas średni krakowski	Czas gwiazdowy	Stan Haw.	Ważność ilość = porówn.
		+ 13 <sup>d</sup>	13 <sup>d</sup> +		1 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> +	
I	<sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> 13·5	<sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup> 13·5	<sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup> 43·430	<sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup> 14·699	61 <sup>s</sup> 199	3
II	15 55 0	3 26 51·667	4 8 21·693	17 36 0·294	60·294	3
III	16 33 30	4 5 14·5	4 46 44·608	18 14 29·514	59·514	3
IV	17 14 3	4 45 40	5 27 10·195	18 55 1·742	58·742	3
V	18 3 16·667	5 34 44·5	6 16 14·801	19 44 14·410	57·743	3
VI	18 42 43·5	6 14 4 0	6 55 34·386	20 23 40·456	56·956	3
VII	19 20 55	6 52 8·417	7 33 38·884	21 1 51·208	56·208	6

Ztąd, jak poprzednio, dochodzimy nasamprzód do zestawienia (bez ostatniej kolumny)

	<i>S</i>	$\xi$	Ważność	Obs.- Rach.
I—I	0 <sup>s</sup> 000	0 <sup>h</sup> 000	3	+ 0 <sup>s</sup> 010
II—I	— 0·905	0·746	3	— 0·005
III—I	— 1·685	1·387	3	— 0·020
IV—I	— 2·457	2·063	3	+ 0·016
V—I	— 3·456	2·883	3	— 0·004
VI—I	— 4·243	3·540	3	— 0·007
VII—I	— 4·991	4·177	6	+ 0·005

co zwykłym, a dwukrotnie już tutaj użytym sposobem, po uwzględnieniu ważności wyrównane, prowadzi do dwóch równań

$$24\cdot000 \varepsilon + 56\cdot919 r = - 68\cdot184$$

$$56\cdot919 \varepsilon + 187\cdot422 r = - 224\cdot298,$$

a te rozwiązane dają

$$\varepsilon = - 0\cdot^s0098, \quad r = - 1\cdot^s19377,$$

z prawdopodobnymi błędami  $\pm 0\cdot^s0029$ , a wzgl.  $\pm 0\cdot^s00103$ . W ostatniej kolumnie zestawione są różnice (Obserw.—Rach.), które jak widać, nie wykazują żadnej systematyczności w swoim pochodzie i z których żadna nie przekracza nieuniknionego przy porównaniach błędu.

Jeżeli teraz zważymy, że ruch zegara Haw. w obrębie trzech — osobno tutaj dyskutowanych — seryj porównań zegarów, okazuje się b a r d z o jednostajny, [ $- 1\cdot^s18336$ ,  $- 1\cdot^s18837$  i  $- 1\cdot^s19377$ ], dalej

że podrzędny wprawdzie tu dla nas ruch jego w nocy z 12go na 13ty października <sup>1)</sup> zbliża się bardzo do średniej z otrzymanych tu trzech wartości, jak niemniej, że średnia z pierwszej i trzeciej wartości ( $-1^{\text{s}}18862$ ) jest prawie identyczną z wartością drugą ( $-1^{\text{s}}18837$ ), wnoszę, iż n a j b e z p i e c z n i e j będzie uważać ruch zegaru Hawelk w obu dniach doświadczeń z a s t a ły, a drobne niezgodności uważać jedynie za połączony skutek minimalnych niejednostajności w dziennym ruchu pośredniczącego chronometru i osobistych błędów samych porównań. Dodam, iż chcąc nieznaczne powiększenie się (odjemnego) ruchu Haw. popołudniu d. 13go uważać za rzeczywistość, stanęlibyśmy wobec sprzeczności ze znanem z kądinąd <sup>3)</sup> zachowywaniem się tego zegaru: powiększania się jego ruchu (odjemnego) w temperaturach niższych, skoro właśnie średnia temperatura d. 13go po południu była (o malutki, co prawda, ułamek  $1^{\circ}\text{C}.$ ) wyższą, aniżeli przed południem, a w obu dniach — praktycznie biorąc — jednaką.

Nadając tedy każdej z otrzymanych na  $r$  wartości ważność równą przeciagowi czasu odpowiednich porównań zegarów (t. j. 10·66, 3·87 i 4·18 godzin), otrzymamy ostatecznie najprawdopodobniejszą wartość godzinowego ruchu  $r$  Haw. równą  $-1^{\text{s}}1868$ , t. j.  $-28^{\text{s}}483$  na dobę gwiazdową. Wartości tej odpowiada wielkość korekcyi zegaru  $\Delta u$  równa  $-28\cdot483\cdot58\cdot8 = -1675$  jednostek siódmego miejsca dziesiątego w obserwowanych czasach wahań  $s$  wahadeł niezmiennych.

To załatwiwszy, mogę obecnie przystąpić do przytoczenia protokołów właściwych doświadczeń krakowskich.

---

<sup>1)</sup> Obliczony za użyciem trzech par skrajnych porównań.

Nr. 1. 12-go października 1895. 11<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 80. Kraków, Obserwator. astronom., piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 18		Amplituda		Odległość $R = 3^m 43$ , skąd $\alpha = 3' 007$ .	
Pocz.	13·81 13·84	16·8 746 4	15·9 746 25	6·1	6·2		$M = 36^m 47^s 909 = 70c$ $c = 31\cdot54156$ , $(2c-1) = 62\cdot08312$ $s = 0\cdot508 0529$ $\Delta z \quad \text{—} \quad 7$ $\Delta T \quad \text{—} \quad 686$ $\Delta D \quad \text{—} \quad 503$ $\Delta u \quad \text{—} \quad 1675$
Kon.	13·89 13·89	15·7 746 15	6 746·10	4·6	4·7		
Śred.	13 857 = 13·92°C	744·29	D = 0·928	5·40 = 16'·24			
I Serya		II Serya		Trwanie 70 koinc.		$S_{80} = 0\cdot507 7658$	
	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>		<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>m</sup> <sup>s</sup>			
1.	0 38 31·0	71	1 15 19·0	36	48·0		
2.	39 2·0		49·8		47·8		
3.	34·4		16 22·4		48·0		
4.	40 4·9		53·0		48·1		
5.	37·3		17 25·2		47·9		
6.	41 8·1		55·8		47·7		
7.	40·4		18 28·7		48·3		
8.	42 11·2		59·1		47·9		
9.	43·5		19 31·2		47·7		
10.	43 14·2		20 2·2		48·0		
11.	43 46·7		20 34·3		47·6		

Nr. 2. 12-go października 1895. 3<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 81. Kraków, Obserwator. astronom., piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 18		Amplituda		Odległość $R$ i $\alpha$ jak wyżej.	
Pocz.	13·92 13·89	14·9 745 2	15 1 745 05	4·4	4·4		$M = 30^m 52^s 518 = 60c$ $c = 30\cdot8753$ , $(2c-1) = 60\cdot7506$ $s = 0\cdot508 2304$ $\Delta z \quad \text{—} \quad 4$ $\Delta T \quad \text{—} \quad 691$ $\Delta D \quad \text{—} \quad 502$ $\Delta u \quad \text{—} \quad 1675$
Kon.	13 93 13·94	15·2 745 0		3·4	3·4		
Śred.	13·92 = 14·02°C	743·26	D = 0·926	3·90 = 11'·73			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koinc.		$S_{81} = 0\cdot507 9432$	
	<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>		<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>m</sup> <sup>s</sup>			
1.	3 19 45·1	61	3 50 37·9	30	52·8		
2.	20 16·9		51 9·4		52·5		
3.	47·0		39·7		52·7		
4.	21 18·8		52 11·4		52·6		
5.	49·0		41·4		52·4		
6.	22 20·8		53 13·1		52·3		
7.	50·9		43·2		52·3		
8.	23 22·7		54 15·0		52·3		
9.	52·6		45·2		52·6		
10.	24 24·3		55 16·9		52·6		
11.	24 54·3		55 46·9		52·6		



Nr. 3. 12-go października 1895. 4<sup>b</sup> 30<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Kraków, Obserwator. astronom., piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560, porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 18	Amplituda	
Pocz.	13 <sup>h</sup> 99 13 <sup>m</sup> 89	15 <sup>h</sup> 3 745 0 15 2 745 0	4 <sup>m</sup> 5	4 <sup>m</sup> 4
Kon.	13 91 13 <sup>m</sup> 93	15 <sup>h</sup> 2 745 0	3 <sup>m</sup> 2	3 <sup>m</sup> 3
Śred.	13 <sup>h</sup> 93=14 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> C.	743 <sup>h</sup> 16 D=0 <sup>m</sup> 926	3 <sup>m</sup> 85 = 11 <sup>m</sup> 58	
I Serya		II Serya	Trwanie 60 koine.	
1.	4 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup> 2	61 5 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 1 <sup>s</sup> 3	31 <sup>m</sup>	55 <sup>s</sup> 1
2.				55 <sup>s</sup> 6
3.	36 10 <sup>m</sup> 2	8 5 <sup>m</sup> 4		55 <sup>s</sup> 2
4.	43 <sup>m</sup> 4	38 <sup>m</sup> 9		55 <sup>s</sup> 5
5.	37 13 <sup>m</sup> 8	9 9 <sup>m</sup> 2		55 <sup>s</sup> 4
6.	47 <sup>m</sup> 1	42 <sup>m</sup> 8		55 <sup>s</sup> 7
7.	38 17 <sup>m</sup> 9	10 13 <sup>m</sup> 3		55 <sup>s</sup> 4
8.	51 <sup>m</sup> 2	46 <sup>m</sup> 8		55 <sup>s</sup> 6
9.	39 21 <sup>m</sup> 4	11 17 <sup>m</sup> 1		55 <sup>s</sup> 7
10.	55 <sup>m</sup> 0	50 <sup>m</sup> 7		55 <sup>s</sup> 7
11.	40 25 <sup>m</sup> 4	12 21 <sup>m</sup> 0		55 <sup>s</sup> 6

Odległość R = 3<sup>m</sup>43, skąd  $\alpha = 3'007$ .

$M = 31^m 55^s 500 = 60c$   
 $c = 31 \cdot 9250,$   
 $(2c-1) = 62 \cdot 8500$   
 $s = 0 \cdot 507 9555$

$\Delta\alpha$  — 4  
 $\Delta T$  — 692  
 $\Delta D$  — 502  
 $\Delta u$  — 1675

$S_{82} = 0 \cdot 507 6682$

Nr. 4. 12-go października 1895. 5<sup>b</sup> 25<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Kraków, Obserwator. astronom., piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560, porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 18	Amplituda	
Pocz.	13 <sup>h</sup> 96 13 <sup>m</sup> 97	15 <sup>h</sup> 2 745 0 15 2 744 9	4 <sup>m</sup> 4	4 <sup>m</sup> 5
Kon.	13 <sup>h</sup> 99 13 <sup>m</sup> 98	15 3 744 <sup>m</sup> 7	3 <sup>m</sup> 3	3 <sup>m</sup> 4
Śred.	13 <sup>h</sup> 975=14 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> C.	743 <sup>h</sup> 03 D=0 <sup>m</sup> 926	3 <sup>m</sup> 90 = 11 <sup>m</sup> 73	
I Serya		II Serya	Trwanie 60 koine.	
1.	5 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup> 1	61 6 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> 9	31 <sup>m</sup>	55 <sup>s</sup> 8
2.				54 <sup>s</sup> 8
3.	29 24 <sup>m</sup> 9	1 20 <sup>m</sup> 5		55 <sup>s</sup> 6
4.	58 <sup>m</sup> 1	53 <sup>m</sup> 2		55 <sup>s</sup> 1
5.	30 28 <sup>m</sup> 9	2 24 <sup>m</sup> 2		55 <sup>s</sup> 3
6.	31 1 <sup>m</sup> 8	57 <sup>m</sup> 2		55 <sup>s</sup> 4
7.	32 <sup>m</sup> 8	3 27 <sup>m</sup> 8		55 <sup>s</sup> 0
8.	32 5 <sup>m</sup> 3	4 1 <sup>m</sup> 0		55 <sup>s</sup> 7
9.	36 <sup>m</sup> 8	31 <sup>m</sup> 7		54 <sup>s</sup> 9
10.	33 9 <sup>m</sup> 3	5 5 <sup>m</sup> 0		55 <sup>s</sup> 7
11.	33 40 <sup>m</sup> 6	5 35 <sup>m</sup> 5		54 <sup>s</sup> 9

Odległość R i  $\alpha$  jak wyżej.

$M = 31^m 55^s 291 = 60c$   
 $c = 31 \cdot 92152,$   
 $(2c-1) = 62 \cdot 84304$   
 $s = 0 \cdot 507 9563$

$\Delta\alpha$  — 4  
 $\Delta T$  — 695  
 $\Delta D$  — 502  
 $\Delta u$  — 1675

$S_{82} = 0 \cdot 507 6687$

Nr. 5. 12-go października 1895. 6<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 81. Kraków, Obserwator. astronom, piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66			Barometr 18			Amplituda		Odległość $R = 3^m 43$ , skąd $\alpha = 3' 007$ .
Pocz.	13 99 13 98	15 3 744 65 15 3 744 5	4 9	4 9				
Kon.	14 00 14 02	15 3 744 45	3 7	3 9				
Śred.	14 00 = 14 15 ° C	742 68 D = 0 925	4 35 = 13' 08					
I Serya			II Serya			Trwanie 60 koine.		$M = 30^m 52 \cdot 755 = 60c$ $c = 30 \cdot 87925$ , $(2c - 1) = 60 \cdot 75850$ $s = 0 \cdot 508 2293$ $\Delta\alpha$ — 5 $\Delta T$ — 697 $\Delta D$ — 501 $\Delta u$ — 1675 <hr/> $S_{81} = 0 \cdot 507 9415$
1.	<sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> 51 7	61	<sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> 44 8	<sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> 53 1				
2.	40 21 4		11 13 8	52 4				
3.	53 2		46 6	53 4				
4.	41 23 4		12 16 1	52 7				
5.	55 2		48 6	53 4				
6.	42 25 3		13 17 7	52 4				
7.	57 0		50 0	53 0				
8.	43 27 0		14 19 4	52 4				
9.	58 8		51 5	52 7				
10.	44 28 9		15 21 3	52 4				
11.	45 0 8		15 53 2	52 4				

Nr. 6. 12-go października 1895. 7<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 80. Kraków, Obserwator. astronom, piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66			Barometr 18			Amplituda		Odległość $R$ i $\alpha$ jak wyżej
Pocz.	14 03 14 03	15 3 744 15 15 3 744 1	6 5	6 5				
Kon.	14 02 14 04	15 3 744 1	4 9	5 1				
Śred.	14 03 = 14 20 ° C	742 27 D = 0 924	5 75 = 17' 29					
I Serya			II Serya			Trwanie 60 koine.		$M = 31^m 32 \cdot 573 = 60c$ $c = 31 \cdot 54288$ , $(2c - 1) = 62 \cdot 08576$ $s = 0 \cdot 508 0534$ $\Delta\alpha$ — 7 $\Delta T$ — 699 $\Delta D$ — 501 $\Delta u$ — 1675 <hr/> $S_{80} = 0 \cdot 507 7652$
1.	<sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> 49 8	61	<sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> 22 7	<sup>m</sup> 31 <sup>s</sup> 32 9				
2.	59 19 9		52 6	32 7				
3.	7 59 52 8		31 25 4	32 6				
4.	8 0 23 1		55 4	32 3				
5.	55 7		32 28 6	32 9				
6.	1 26 2		58 6	32 4				
7.	59 0		33 31 5	32 5				
8.	2 29 3		34 1 5	32 2				
9.	3 1 9		34 7	32 8				
10.	32 2		35 4 8	32 6				
11.	8 4 5 1		8 35 37 5	32 4				

Nr. 7. 13-go października 1895. 9<sup>h</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 80. Kraków, Obserw. astronom. piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porównyw. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 18	Amplituda		Odległość R = 3 <sup>m</sup> 43, skąd $\alpha = 3'007$ .
Pocz.	13 <sup>h</sup> 47 13 <sup>m</sup> 51	14 <sup>h</sup> 3 742 <sup>m</sup> 65 14 7 742 <sup>m</sup> 65	6 <sup>m</sup> 6	6 <sup>m</sup> 7	
Kon.	13 <sup>h</sup> 56 13 <sup>m</sup> 55	14 <sup>h</sup> 8 742 <sup>m</sup> 8 14 <sup>h</sup> 8 742 <sup>m</sup> 85	5 <sup>m</sup> 0	5 <sup>m</sup> 2	
Śred.	13 <sup>h</sup> 523 = 13 39 <sup>m</sup> 0 C	740 <sup>m</sup> 98 D = 0 925	5 <sup>m</sup> 88 = 17 <sup>m</sup> 68'		
I Serya		II Serya	Trwanie 60 koine.		$M = 31^m 33\cdot636 = 60c$ $c = 31\cdot5606,$ $(2c - 1) = 62\cdot1212$ $s = 0\cdot508 0489$ $\Delta\alpha \quad \text{---} \quad 8$ $\Delta T \quad \text{---} \quad 660$ $\Delta D \quad \text{---} \quad 501$ $\Delta u \quad \text{---} \quad 1675$ <hr/> $S_{80} = 0\cdot507 7645$
1.	<sup>h</sup> 9 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> 28·6	61 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> 1·8	<sup>m</sup> 31	<sup>s</sup> 33·2	
2.	46 1·0	34·8		33·8	
3.	31·4	18 5·2		33·8	
4.	47 4·4	37·9		33·5	
5.	34·9	19 8·6		33·7	
6.	48 7·2	41·0		33·8	
7.	37·9	20 11·5		33·6	
8.	49 10·6	43·9		33·3	
9.	41·0	21 14·7		33·7	
10.	50 13·5	47·2		33·7	
11.	9 50 43·7	10 22 17·6		33·9	

Nr. 8. 13-go października 1895. 11<sup>h</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 81. Kraków, Obserw. astronom. piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porównyw. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 18	Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.
Pocz.	13 <sup>h</sup> 59 13 <sup>m</sup> 59	14 <sup>h</sup> 8 743 <sup>m</sup> 15 14 9 743 3	6 <sup>m</sup> 7	6 <sup>m</sup> 4	
Kon.	13 <sup>h</sup> 62 13 <sup>m</sup> 61	14 <sup>h</sup> 9 743 4 14 9 743 4	5 <sup>m</sup> 2	5 <sup>m</sup> 0	
Śred.	13 <sup>h</sup> 603 = 13 51 <sup>m</sup> 0 C	741 51 D = 0 9255	5 <sup>m</sup> 83 = 17 53'		
I Serya		II Serya	Trwanie 60 koine.		$M = 30^m 53\cdot309 = 60c$ $c = 30\cdot88848,$ $(2c - 1) = 60\cdot77696$ $s = 0\cdot508 2268$ $\Delta\alpha \quad \text{---} \quad 8$ $\Delta T \quad \text{---} \quad 666$ $\Delta D \quad \text{---} \quad 502$ $\Delta u \quad \text{---} \quad 1675$ <hr/> $S_{81} = 0\cdot507 9417$
1.	<sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> 22·3	61 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup> 15·6	<sup>m</sup> 30	<sup>s</sup> 53·3	
2.	53 2	46·7		53·5	
3.	5 24·1	36 17·4		53·3	
4.	55·0	48·7		53·7	
5.	6 25·8	37 19·1		53·3	
6.	56 9	50·1		53·2	
7.	7 27·7	38 21·0		53·3	
8.	58·8	51·6		52·8	
9.	8 29·4	39 22·9		53·5	
10.	9 0·4	53·4		53·0	
11.	11 9 31·1	11 40 24·6		53·5	

Nr. 9. 13-go października 1895. 12<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Kraków, Obserwator. astronom, piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 18		Amplituda		Odległość R = 3'43 m. skąd $\alpha = 3'007$ .	
Pocz.	13 62 13 62	14 9 743 3	14 9 743 45	5 6	5 3		M = 31 <sup>m</sup> 55 909 = 60c c = 31 93182, (2c - 1) = 62 86364 s = 0 507 9538 $\Delta z$ — 6 $\Delta T$ — 668 $\Delta D$ — 502 $\Delta u$ — 1675
Kon.	13 65 13 6 7	14 9 743 7	15 0 743 5	4 4	4 1		
Śred.	13 64 = 13 57°C	741 69	D = 0 9253	4 85 = 14 58'			
I Serya			II Serya		Trwanie 60 koinec.		
	h m s		h m s	m s		S <sub>90</sub> = 0 507 6687	
1.	12 25 31 3	61	12 57 27 1	31 55 8			
2.	26 3 2		58 9	55 7			
3.	35 3		58 31 2	55 9			
4.	27 7 1		59 3 4	56 3			
5.	39 4		12 59 35 2	55 8			
6.	28 11 1		13 0 7 0	55 9			
7.	43 3		39 1	55 8			
8.	29 15 0		1 11 0	56 0			
9.	47 2		43 0	55 8			
10.	30 18 8		2 14 9	56 1			
11.	12 30 51 0		13 2 46 9	55 9			

Nr. 10. 13-go października 1895. 3<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Kraków, Obserwator. astronom, piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 18		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.	
Pocz.	13 53 13 59	14 7 744 7	14 7 744 85	5 7	5 6		M = 31 <sup>m</sup> 56 082 = 60c c = 31 93470, (2c - 1) = 62 86940 s = 0 507 9530 $\Delta z$ — 6 $\Delta D$ — 666 $\Delta T$ — 503 $\Delta u$ — 1675
Kon.	13 63 13 66	14 8 744 95	14 8 745 15	4 4	4 2		
Śred.	13 603 = 13 51°C	743 13	D = 0 928	4 98 = 14 97'			
I Serya			II Serya		Trwanie 60 koinec.		
	h m s		h m s	m s		S <sub>82</sub> = 0 507 6680	
1.	3 33 17 4	61	4 5 13 6	31 56 2			
2.	49 3		45 0	55 7			
3.	34 21 3		6 17 4	56 1			
4.	53 0		49 2	56 2			
5.	35 25 4		7 21 4	56 0			
6.	57 0		53 1	56 1			
7.	36 29 3		8 25 2	55 9			
8.	37 0 9		57 0	56 1			
9.	33 0		9 29 3	56 3			
10.	38 4 8		10 0 9	56 1			
11.	3 38 37 0		4 10 33 2	56 2			

Nr. 11. 13-go października 1895. 4<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 81. Kraków, Obserwator. astronom., piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66			Barometr 18		Amplituda		Odległość R = 3 <sup>m</sup> 43, skąd $\alpha = 3'007$ .	
Pocz.	13 <sup>h</sup> 61	13 61	14.9	745.5	14.9	745.5		M = 30 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> 518 = 60c c = 30 <sup>s</sup> 8920, (2c-1) = 60 <sup>s</sup> 7840 s = 0 <sup>s</sup> 508 2259 $\Delta\alpha$ — 4 $\Delta T$ — 669 $\Delta D$ — 503 $\Delta u$ — 1675
Kon.	13 <sup>h</sup> 67	13 68	15.0	745.8	15.0	745.95		
Śred.	13 <sup>h</sup> 643 = 13 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> C.		743.90		D = 0.928			
I Serya			II Serya		Trwanie 60 koine.		$S_{81} = 0.507\ 9408$	
1.	h	m s	61	h	m s	m s		
	4	53 11.0		5	24 4.2	30 53.2		
2.		42.2			35.8	53.6		
3.	54	12.8		25	5.9	53.1		
4.		43.8			37.7	53.9		
5.	55	14.4		26	7.6	53.2		
6.		45.6			39.3	53.7		
7.	56	15.9		27	9.4	53.5		
8.		47.5			41.2	53.7		
9.	57	17.8		28	11.3	53.5		
10.		49.4			43.0	53.6		
11.	4	58 19.3		5	29 13.0	53.7		

Nr. 12. 13-go października 1895. 6<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 80. Kraków, Obserwator. astronom., piwnica. Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Dent Nr. 25560 porówn. z Kessels. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66			Barometr 18		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej	
Pocz.	13 <sup>h</sup> 69	13.72	15.1	746.2	15.1	746.4		M = 31 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup> 582 = 60c c = 31 <sup>s</sup> 5597, (2c-1) = 62 <sup>s</sup> 1194 s = 0 <sup>s</sup> 508 0490 $\Delta\alpha$ — 6 $\Delta T$ — 675 $\Delta D$ — 504 $\Delta u$ — 1675
Kon.	13 <sup>h</sup> 73	13.74	15.1	746.55	15.2	746.7		
Śred.	13 <sup>h</sup> 720 = 13 <sup>h</sup> 70 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> C.		744.64		D = 0.929			
I Serya			II Serya		Trwanie 60 koine.		$S_{80} = 0.507\ 7630$	
1.	h	m s	61	h	m s	m s		
	6	22 51.6		6	54 25.2	31 33.6		
2.		23 23.9			57.8	33.9		
3.		55.2		55	28.7	33.5		
4.	24	27.4		56	1.0	33.6		
5.		57.9			31.4	33.5		
6.	25	30.8		57	4.4	33.6		
7.		26 1.3			34.7	33.4		
8.		33.7		58	7.2	33.5		
9.	27	3.9			37.6	33.7		
10.		36.8		59	10.4	33.6		
11.	6	28 7.5		6	59 41.0	33.5		

Po uwzględnieniu wszystkich poprawek, mielibyśmy więc w pojedynczych 12-tu doświadczeniach następujące czasy wahnien:

Wahadło Nr.

80			81			82		
0·507	7658	(1)	0·507	9432	(2)	0·507	6682	(3)
	52	(6)		15	(5)		87	(4)
	45	(7)		17	(8)		87	(9)
	30	(12)		08	(11)		80	(10)

Kraków średnio 0·507 7646                      0·507 9418                      0·507 6684  
w sekundach czasu gwiazdowego.

W Wiedniu (c. k. wojskowy Instytut geograficzny) zasadnicze doświadczenia naszymi wahadłami wahającymi się na tem samym zawieszadle (III), dały (zob. wyżej)

Wiedeń                      0·507 8134                      0·507 9928                      0·507 7179,  
tak że różnica (Wiedeń—Kraków) byłyby dla tych wahań  
+488                      +510                      +495

średnio +498(±6) jednostek na siódmym miejscu dziesiętnem czasów *s*. Gdybyśmy jednak dwie najmniej zgodne wartości ostatniego zestawienia (odpowiadające doświadczeniu 11-mu i 12-mu) wyłączyli, to rzeczona różnica przybrałaby wartości +482, +507, i +495, średnio +495 z niepewnością ±7 jednostek siódmego miejsca dziesiętnego, tak że bezpieczniej będzie nie wyłączać owych dwóch liczb tworząc ostateczną średnią. Ścisłej nieco postąpimy jednak nie tworząc różnic ale stosunki czasów wahnien trzech wahadeł Sterneckowskich w Wiedniu (*s<sub>w</sub>*) i Krakowie (*s<sub>k</sub>*), gdyż stosunek siły ciężkości tu i tam równy jest kwadratowi odwrotnego stosunku czasów wahnien. Znajdujemy wartość ilorazu  $\frac{s_w}{s_k}$  równą

$$1\cdot000\ 0961, 1\cdot000\ 1004 \text{ i } 1\cdot000\ 0975$$

średnio = 1·000 0980 z prawdopodobną niepewnością ±0·000 0011;

ponieważ więc  $\frac{g_k}{g_w} = \left(\frac{s_w}{s_k}\right)^2$  przeto

$$g_k = 1\cdot000\ 1960 \cdot g_w,$$

a że według najstaranniejszych poszukiwań Oppolzera w wiedeńskim c. k. wojskowym Instytucie geograficznym  $g_w = 9\cdot^m80876$  (dla sekundy czasu średniego), więc ostatecznie w piwnicy krakowskiego Obserwatorium astronomicznego (w dniach 12 i 13 października 1895)

$$g_k = 9\cdot^m81068_s (\pm 0\cdot^m000\ 02),$$

bez redukcji na poziom morza.

Rzeczona redukcya wymaga, jak wiadomo, dołączenia wyrazu  $+g \cdot \frac{2h}{a}$ , gdzie  $a$  jest średnim promieniem ziemi (6,366,740 metrów),  $h$  wysokością stacyi nad p. m.; ponieważ na wszystkich stacyach naszego kraju w wyrazie tym wystarczy zupełnie wziąć  $2g$  równem 19 621 m., przeto wartość jego wyniesie  $+0.3082 \cdot h$  jednostek piątego miejsca dziesiątnej ilości  $g$ , przyczem  $h$  ma być wyrażone w metrach. W piwnicy krakowskiego Obserwatorium jest  $h = 205.55$ , zatem ów wyraz  $= +63.4$  jednostek piątego miejsca, tak że na poziomie morza wartość  $g$  wynosiłaby  $9.811317$ , gdzie jeszcze tylko należy dołączyć wyraz

$$-g \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{h}{a} \cdot \frac{\Theta}{\Theta_m},$$

w celu uchylenia działania przyciągającego warstwy ładu odpowiadającego wzniesieniu się stacyi wahadłowej nad poziom morza, przyczem  $\Theta$  oznacza gęstość skał charakteryzujących daną miejscowość pod względem geologicznym, zaś  $\Theta_m$  średnią gęstość ziemi  $= 5.6$ . Ta „poprawka terenowa“ wynosi według powyższego  $-0.04128h\Theta$  jednostek piątego miejsca dziesiątnej ilości  $g$ : w zwykłych warunkach równa się więc blisko czwartej części właściwej redukcji wysokości. Wspomnę, iż w poszukiwaniach, któreby miały na celu właśnie śledzenie ustroju geologicznego na danym obszarze ziemi, należy odrzucić „poprawkę terenową“ jako przesadzającą już z góry wielkość szukanej wartości  $\Theta$ .

W Krakowie, gdzie u góry szutrowisko i grunt napływowy, poniżej *diluwium*, a wreszcie wapień jurasowy,  $\Theta$  wynosi około 2.2, szukana poprawka zatem  $-18.6$  jednostek piątego miejsca dziesiątnej, a więc ostatecznie <sup>(4)</sup> w Krakowie na poziomie morza idealnie leżącego będzie

$$g = 9.81113,$$

gdzie pozostała tu jeszcze niepewność wynosi zaledwie  $\pm 2$  jednostki ostatniego miejsca dziesiątnej. Tej wartości odpowiada długość matematycznego wahadła sekundowego  $= \frac{g}{\pi^2}$  na poziomie morza, a więc równa

$$L = 0.994075,$$

z prawdopodobną niepewnością już tylko  $\pm 2$  jednostek na szóstym miejscu dziesiątnej.

Według najogledniejszych poszukiwań prof. Helmer ta, dyrektora państwowego Instytutu geodezyjnego w Potsdamie, mamy wzór „normalnego“ natężenia pozornej siły ciężkości (tj. rzeczywista pomniejszona już działaniem siły odśrodkowej) na poziomie morza

$$\gamma_0 = 9^{\text{m}}7800 (1 + 0.005310 \sin^2 \varphi),$$

a że w krakowskim Obserwatorium szerokość geograficzna  $\varphi = 50^{\circ}3'50''$ , przeto

$$\gamma_0 = 9^{\text{m}}81053, \quad g - \gamma_0 = +0^{\text{m}}00060,$$

tj. rzeczywista wartość (pozornej) siły ciężkości w Krakowie jest o 60 mikronów większa od teoretycznej, skąd wniosek, że obszarowi geoidy, na której Kraków leży, odpowiada promień krzywizny w przybliżeniu o  $\frac{60}{0.3082} = 194.7$  m. większy aniżeli wynikałby on z rozmiarów

i postaci t. z. „normalnego“ eliptycznego sferoidu A. R. Clarke'a. Że nie mamy tu do czynienia z żadnym złudzeniem, świadczy okoliczność, iż w dwu innych miejscowościach W. Księstwa Krakowskiego, a mianowicie w Czernichowie i Alwerni ten sam objaw występuje i to nie tylko jakościowo, lecz także ilościowo.

Doświadczenia krakowskie były wykonane ze współudziałem i przy wielorakiej pomocy — naukowej i materyjalnej — prof. Dra Karlińskiego, za co niech mi będzie wolno tutaj wyrazić Mu serdeczne podziękowanie. Pomocy tej doznawałem również podczas doświadczeń wykonanych w Alwerni.

W tem, co poniżej, zdam jak najzwięźlejš sprawę z doświadczeń wahadłowych wykonanych krakowskim przyrządem w Czernichowie i Alwerni.

### III. Doświadczenia wykonane w Czernichowie

(W. Ks. Krakowskie).

Dnia 19, 20 i 21-go października wykonałem w Czernichowie doświadczenia tem samym narzędziem, które w starannem *ad hoc* opakowaniu wprost z Krakowa tutaj przewieziono d. 14 t. m. i niezwłocznie w przysposobionym już poprzednio lokalu umieszczone zostało. Jest to piwnica w północnej części południowego skrzydła starego budynku kraj. średn. Szkoły rolniczej, częścią wykuta w skale, częścią murowana z kamienia ze skąpym dodatkiem cegły i opatrzona dwoma przedsiónkami; dwa małe jej okna (na N i E wychodzące) poleciłem poprzednio zamurować. Powietrze w piwnicy podczas trwania doświadczeń było blizkie stanu nasycenia parą wodną (około 90%), temperatura jego w ciągu doświadczeń była bardzo stała (momentalne ekstrema  $+13.35$  i  $12.35$ ), jak można zobaczyć z następującej tabliczki, będącej wyciągiem obszerniejszego zestawienia:



Pora (1895)	°C temper.	Pora (1895)	°C temper.
19 X. 10 <sup>h</sup> a. m.	12·35	20 X. 7 <sup>h</sup> p. m.	13·05
11	12·35	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·25
12 mer.	12·45	8	13·20
1 p. m.	12·50	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·15
2	12·35	9	12·95
3	12·55	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12·75
4	12·70	10 p. m.	12·65
5	12·75	21 X. 2 a. m.	12·45
6	12·85	7	12·45
7	13·10	10 a. m.	12·50
8	13·00	1 p. m.	12·75
9 p. m.	12·80	2 p. m.	12·80
20 X. 1 <sup>h</sup> a. m.	12·45	3 p. m.	12·55
7	12·45	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12·75
9	12·45	4	12·90
11 a. m.	12·50	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12·95
1 p. m.	12·55	5	13·00
3	12·55	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·10
4	12·70	6	13·20
4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12·85	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·25
5	12·95	7	13·25
5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12·95	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	13·30
6	13·05	8	13·35
6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p. m.	13·10	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> p. m.	13·10

Całkowite chwianie się temperatury lokalu (średnio b. blisko +12·80°C wynoszącej) w przeciągu 6-ciu dni (19—24 października), podczas których przeszło 70 razy termometr odczytano, wynosiło 1·4°C (=13·35—11·95°C). Przeświadczenie się o tem było dla mnie ważne nie tylko ze względu na wahadła niezmiennie i zegar Haw. który jest dość wrażliwy na zmiany temperatury, ale także ze względu na pośredniczący chronometr (Bliss and C<sup>o</sup> Nr. 1097), o którym wiedziałem, że powiększa swój dzienny ruch (algebraicznie biorąc) blisko o 0·1<sup>(5)</sup> ze wzrostem wewnętrznej swojej temperatury o 1°C. Dwie drewniane okrywy tego chronometru pomniejszają chwianie się otaczającej go temperatury aż do  $\frac{1}{5}$  części ich wartości (w przybliżeniu), skąd musiałem nabrać przekonania, iż średni dzienny ruch chronometru pomiędzy obydwojma oznaczeniami czasu (wieczór 18-go i 23-go października) nie doznał zmiany, któraby przekraczała wartość  $\frac{1·4}{5} 0·1 = 0·028$ , że więc

średni z tych obserwacji wyprowadzony jego ruch ( $-0^{\circ}512$  p. d.), skutkiem zmian temperatury średniej ( $12^{\circ}80^{\circ}\text{C}$ ) na obie strony blisko o  $\frac{1}{2} \cdot 1^{\circ}4^{\circ}\text{C}$ ., nie mógł ulegać zmianom przewyższającym wartość  $\pm\frac{1}{2} \cdot 0^{\circ}028$ , t. j.  $\pm 0^{\circ}014$  na dobę. W rzeczywistości mała zmienność w ruchu chronometru, jeżeli przypuścimy jej istnienie, musiała być znacznie niższą od ostatniej wartości z powodu, że ruch nie od momentalnej ale od średniej temperatury danego odstepu czasu jest zawisłym. Ruch dzienny  $-0^{\circ}512$  wypadł z obserwacji górowań 8-miu względnie 9-ciu gwiazd ( $18/10$  i  $23/10$ ), w obu razach na 38-miu nitkach obserwowanych. Bezpośrednio po ukończeniu obserwacji w dniu  $18/10$  (o  $11^{\text{h}}$  wieczór) przeniesiono chronometr z parterowego lokalu obserwacyjnego do sąsiedniej piwnicy „wahadłowej“ i tam na przeznaczonym dlań miejscu pozostawiono nieruchomo przez cały czas trwania doświadczeń wahadłowych aż do ponownej obserwacji górowań ( $23/10$  począwszy od  $6^{\text{h}}$  wieczorem). Trwała niepogoda udaremniła zamiar mój wyznaczenia stanu zegaru pomiędzy 18-tym i 23-cim t. m.

Za podstawę narzędzia koincydencyjnego służył gruby i ciężki piec z lanego żelaza, którego szeroka podstawa została wgnieciona w ziemię piwniczną; przykryto go płytą kamienną (z piaskowca) osadzoną na cemencie. Tak zegar Haw. jak i zawieszadło (III, tj. ściennie) osadzone były na hakach, wzgl. „bolcach“ śrubowych, głęboko zapuszczonych w wykute otwory muru piwnicznego. Soczewka wahadeł niezmiennych znajdowała się na wysokości  $217.2$  m. nad poziomem morza Adryat. (z niwelacji); azymut płaszczyzny wahnień wynosił we wszystkich doświadczeniach  $166^{\circ}$  (licząc od Połd. ku Zach.). Termometr „wahadłowy“ i barometr odczytywano z reguły cztery razy, koincydencye obserwowano 11 razy po 60, wszystko więc podobnie jak podczas obserwacji krakowskich. Wykonano tu, jak i tam, 12 głównych doświadczeń wahadłowych.

### Ruch zegaru Haw. Nr. 18 podczas doświadczeń w Czernichowie.

Już pobieżny rachunek porównań zegaru Haw. z chronometrem Blissa idącym według czasu średniego wykonany na podstawie jego ruchu ( $= -0^{\circ}512$  p. d., tj.  $-0^{\circ} 213$  p. h.) przekonał mię, że odjemny ruch pierwszego w ciągu doświadczeń statecznie się zmniejszał (algebraicznie biorąc, wzrastał). Zmiany te zrazu zwawsze, później coraz słabsze, dosięgły w trzech dniach doświadczeń znacznej wartości  $1^{\circ}416$  na dobę, a pochod ich zmienności wskazywał jakby na kończący się

proces dostrajania się zegaru do nowych warunków swojego otoczenia: temperatury, ciśnienia i wilgotności. Właściwa przyczyna tego objawu pozostaje dla mnie dotąd zagadką. Zegar Haw. (wraz z całym narzędziem krakowskim) umieszczony został w piwnicy już wieczór dnia 14-go października, a od wieczora dnia 15-go był w ruchu, miał więc w ciągu przeszło stu godzin (do rana d. 19-go) dość czasu, aby się „zaaklimatyzować“ w swem nowem otoczeniu, które zresztą było niewiele różnem od dawniejszego. Co dla mnie jest rzeczą pewną, to okoliczność, iż rzeczonyj przyczyny szukać należy w czem innym, tylko nie w zmianach temperatury otaczającego powietrza. Gdy bowiem skądinąd dobrze mi było wiadomem, że zegar Haw. ze wzrostem całodzienniej temperatury o  $1^{\circ}\text{C}$  zwiększa swój dzienny ruch — zawsze w znaczeniu algebraicznym — bardzo blisko o  $+0.427$ , znaczyłoby to iż średnia temperatura lokalu d. 21 października (3-ci dzień doświadczeń) była o  $\frac{1.416}{0.427} = 3.3^{\circ}\text{C}$  wyższą aniżeli 19-go t. m., tj. w pierwszym dniu doświadczeń, co jest wręcz niemożliwe, gdyż różnica pomiędzy niemi nie dosięgła nawet  $0.2^{\circ}\text{C}$ . To samo domysł, jakoby zmiany ciśnienia powietrza (w ciągu dni doświadczeń o  $7.4$  mm., tj. około 2-5 p. d.) były tego powodem, musiał upaść wobec faktu stwierdzonego następnie na innej stacyi wahadłowej (Alwernia), iż nawet bardzo znaczne zmiany barometryczne (w  $1\frac{1}{2}$  dnia  $9.3$  mm. t. j. średnio  $6.2$  mm. dziennie) na ruch zegaru Haw. nie wywarły żadnego dostrzegalnego wpływu. Pozostawałaby tedy chyba tylko trzecia przyczyna, tj. bliskość stanu nasycenia parą wodną powietrza piwnicznego. Wahadło zegaru Haw. jest łupkowe; wyborem tego właśnie materiału zamierzał pułkownik Sterneck powetować poniekąd brak kompensacyi. Wydaje mi się jednak bardzo wątpliwe, ażeby przez to miał być osiągnięty cel zamierzony, gdyż łupek posiada współczynnik termicznej rozszerzalności dość znaczny, jest osobliwością pod względem przewodnictwa ciepła <sup>(6)</sup>, a zachowanie się jego wobec nasyconej pary wodnej albo wprost wody, oczekuje jeszcze bliższego zbadania. Mniemam, że byłoby o wiele korzystniejsze, gdyby wahadło zegaru Haw. było np. ze szkła lub porcelany. Jakakolwiek zresztą mogłaby być przyczyna wspomnianego powyżej zjawiska, należało mi się z niem liczyć jako z faktem nie ulegającym żadnej wątpliwości, a nie mogąc się odważyć na hurtowne wprowadzanie ruchu średniego do rachunku całości doświadczeń, postanowiłem wyznaczyć ruch zegaru w każdej trójce sąsiednich doświadczeń, a względnie w każdym doświadczeniu osobno. Skutek tego postąpienia okazał się nadspodziewanie pomyślny, jak to wielka zgodność obliczonych czasów *ex post* wyka-

zała, przekonywając mnie zarazem, że tu ostateczne wyniki nie ustępują w niczem dokładności osiągniętej przy doświadczeniach krakowskich.

Dnia 19 go października, w którym wykonano sześć pierwszych doświadczeń, otrzymałem następujące trzy główne porównania obydwóch zegarów (koincydencyami, jak zawsze)

	Haw.			Bliss		
I	4 <sup>h</sup>	1 <sup>m</sup>	58 <sup>s</sup> ·5	10 <sup>h</sup>	11 <sup>m</sup>	8 <sup>s</sup> ·5
II	9	27	4·5	15	35	18·0
III	13	46	25·0	19	53	53·5,

gdzie każda z tych liczb jest już średnią z 6-ciu innych odpowiadających tyłuż sąsiednim, bardzo starannym porównaniom. Za użyciem godzinowego ruchu—0<sup>o</sup>0213 chronometru Bliss'a otrzymuje się stąd zwykłym sposobem następujące wartości dziennego ruchu Haw. względem czasu gwiazdowego:

z porównań I i II . . . . . —14<sup>o</sup>9031  $\frac{1}{2}$  (I+II) = 6<sup>h</sup>742 (Haw.)

„ II i III . . . . . —14<sup>o</sup>5058  $\frac{1}{2}$  (II+III) = 11<sup>h</sup>613 (Haw.),

skąd z dokładnością dla naszych celów zupełnie wystarczającą

$$\text{zmiana godzinna} = \frac{-14^{\circ}5058 - (-14^{\circ}9031)}{11\cdot613 - 6\cdot742} = +0^{\circ}08156.$$

Wyprowadzając z oryginalnych protokołów obserwacyjnych czas środka każdego z 6ciu doświadczeń (= średniej z czasu pierwszej i ostatniej obserwowanej koincydencji według Haw. wyrażonej), a następnie interpolując ruchy zegaru wartością + 0<sup>o</sup>08156 na godziną jego zmianę, otrzymuję

dla dośw. 1go środek cz. 4<sup>h</sup>386 (Haw.), dz. ruch = —15<sup>o</sup>095 w dobie gw.

„ 2 „ „ 6<sup>h</sup>139 „ . . . . . —14<sup>o</sup>952

„ 3 „ „ 8<sup>h</sup>961 „ . . . . . —14<sup>o</sup>722

„ 4 „ „ 9<sup>h</sup>905 „ . . . . . —14<sup>o</sup>645

„ 5 „ „ 12<sup>h</sup>353 „ . . . . . —14<sup>o</sup>446

„ 6 „ „ 13<sup>h</sup>540 „ . . . . . = 14<sup>h</sup>349,

a mnożąc liczby ostatniej kolumny przez 58·8, znajdziemy wartości poprawki zegaru  $\Delta u$  przy sześciu pierwszych doświadczeniach

1.	2.	3.	4.	5.	6.
—887·6	—874·8	—865·7	—861·1	—849·4	—843·7

jednostek siódmego miejsca dziesiątego w obserwowanych czasach wahnień *s*.

W dniu 20 października, gdzie tylko popołudniu wykonałem (trzy) doświadczenia, otrzymałem następujące dwa główne porównania zegarów

	Haw.	Bliss
IV	4 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup>	10 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 8 <sup>s</sup> ·25
V	14 14 50	20 18 4,

gdzie również każda z tych czterech liczb jest już średnią z sześciu innych, odpowiadających bezpośrednio po sobie następującym koincydencyom zegarów niezawisłe pochwytowanym. Przy ruchu godzinnym chronometru, jak powyżej, wypada stąd ruch zegaru Haw. równy  $-14^{\circ}141$  w jednej dobie gwiazdowej, a tej wartości odpowiada poprawka  $\Delta u = -831\cdot5$  jednostek siódmego miejsca dziesiątego w czasach s.

Wreszcie dnia 21 październ. (doświadczenia również tylko popołudniu) dwa główne porównania zegarów były

	Haw.	Bliss
VI	6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup>	0 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup>
VII	13 32 58	7 32 10,

z których każde jest już średnią z trzech bardzo zgodnych porównań, zaznaczonych jako „bardzo dobre“ w oryginalnym protokole zegarów. Za użyciem ruchu Blissa otrzymujemy ztąd na ruch zegaru Haw. wartość  $-13^{\circ}679$  w jednej dobie gwiazdowej, zaczem (mnożąc przez 58·8) szukana poprawka  $\Delta u$  zegaru tej połówki dnia wyniesie  $-804\cdot3$  jednostek siódmego miejsca dziesiątego. Odpowiada ona trzem ostatnim doświadczeniom, tj. Nr. 10, 11 i 12.

To ustalwszy, przytaczam w następujących zaraz tabelkach oryginalne liczby, wyjęte z protokołu obserwacyjnego.

Nr. 1. 19go paźdz. 1895. 10 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> a. m. <i>Wahadło</i> Nr. 80. Czernichów, kraj. szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar. Haw. Nr. 18, pośredni chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.					
Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda	
Pocz.	13·12 13·14	13·4 753·05	13·6 753·05	5·9	5·9
Kon.	13·15 13·15	13·6 752·9	13·6 752·85	4·6	4·6
Śred.	13·14 = 12·77°C	751·90 D = 0·9409		5·25 = 14·55	
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koinc.	
1.	4 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup> ·8	61	4 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 24 <sup>s</sup> ·9	31 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> ·1	
2.	5 3·4		56·3	52·9	
3.	35·7		37 28·7	53·0	
4.	6 7·1		59·8	52·7	
5.	39·4		38 32·4	53·0	
6.	7 10·8		39 3·5	52·7	
7.	43·3		35·8	52·5	
8.	8 14·7		40 7·5	52·8	
9.	47·0		39·6	52·6	
10.	9 18·4		41 11·4	53·0	
11.	4 9 50·7	4	41 43·7	53·0	

Odległość R = 3·72 m.  
 $\alpha = 2^{\circ}772$ .

$$M = 31\ 52\ 84\ 55 = 60\ c$$

$$c = 31\ 88076,$$

$$(2c - 1) = 62\ 76152$$

$$s = 0\ 507\ 9667$$

$\Delta\alpha$	—	4
$\Delta T$	—	629
$\Delta D$	—	510
$\Delta u$	—	888

$S_{80} = 0\ 057\ 7636$

Nr. 2. 19go października 1895. 11<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 81. Czernichów, kraj. szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III. Zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R = 3·72 m skąd $\alpha = 2'772$ .	
Pocz.	13·14 13·17	13·6 752·55	13·8 752·55	5 0	5 0		
Koń.	13·19 13·18	13·4 752·45	13·7 752·2	3 6	3 6		
Śred.	13·17 = 12·82 °C.	751·37	D = 0·9407	4 30 = 11 92'			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koinec.		$M = 31^m 12 \cdot s 145 = 60 c$ $c = 31 \cdot 20242,$ $(2c - 1) = 61 \cdot 40484$ $s = 0 \cdot 508 1426_s$ $\Delta\alpha \quad - \quad 4$ $\Delta T \quad - \quad 631_5$ $\Delta D \quad - \quad 509_9$ $\Delta u \quad - \quad 874_s$ $S_{31} = 0 \cdot 507 9407$	
1.	5 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup> ·8	61	6 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> ·9	31 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup> ·1			
2.	37·2		49·2	12·0			
3.	51 9·0		22 21·2	12·2			
4.	39·4		51·4	12·0			
5.	52 11·3		23 23·5	12·2			
6.	42·2		54·1	11·9			
7.	53 13·5		24 25·8	12·3			
8.	44·6		56·7	12·1			
9.	54 16·1		25 28·4	12·3			
10.	46·9		59·0	12·1			
11.	5 55 18·6	6	26 31·0	12·4			

Nr. 3. 19go paźdz. 1895. 2<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Czernichów, kraj. szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ , jak wyżej.	
Pocz.	13·13 13·16	13·3 751·45	13·4 751·45	5·9	4·6		
Koń.	13·19 13·21	13·5 751·4	13·6 751·4	4·6	4·6		
Śred.	13·175 = 12·83 °C	750·38	D = 0·9395	5·25 = 14 55'			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koinec.		$M = 32^m 16 \cdot s 091 = 60 c$ $c = 32 \cdot 26818,$ $(2c - 1) = 63 \cdot 53636$ $s = 0 \cdot 507 8695_1$ $\Delta\alpha \quad - \quad 4$ $\Delta T \quad - \quad 632_0$ $\Delta D \quad - \quad 509_2$ $\Delta u \quad - \quad 865_7$ $S_{32} = 0 \cdot 507 6684$	
1.	8 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 49 <sup>s</sup> ·1	61	9 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup> ·2	32 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> ·1			
2.	39 21·1		37·1	16·0			
3.	53·8		12 9·7	15·9			
4.	40 25·3		41·4	16·1			
5.	58·6		13 14·7	16·1			
6.	41 29·8		46·1	16·3			
7.	42 2·9		14 19·0	16·1			
8.	34·7		50·9	16·2			
9.	43 7·4		15 23·6	16·2			
10.	39·2		55·2	16·0			
11.	8 44 11·8	9	16 27·8	16·0			

Nr. 4. 19go paźdz. 1895. 3<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Czernichów, krajowa szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R = 3·72m $\alpha = 2'·772$ .
Pocz.	13·23 13·25	13·6 751·4	13·8 751·35	5·9	5·9	
Kon.	13·27 13·28	13·7 751·35	13·8 751·30	4·6	4·6	
Śred.	13·258 = 12 96° C.	750·27	D = 0·9387	5·25 = 14·55'		
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koine.		$M = 32^m 16^s 291 = 60c$ $c = 32·27152,$ $(2c-1) = 63·54304$ $s = 0·507 8686_s$ $\Delta\alpha \quad \text{—} \quad 4$ $\Delta T \quad \text{—} \quad 638_s$ $\Delta D \quad \text{—} \quad 508_s$ $\Delta u \quad \text{—} \quad 861_1$ <hr/> $S_{82} = 0·507 6675$
1.	9 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup> ·8	61	10 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> ·0	32 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> ·2		
2.	36 0·6		8 16·8	16·2		
3.	33·2		49·3	16·1		
4.	37 5·0		9 21·4	16·4		
5.	37·6		53·9	16·3		
6.	38 9·4		10 25·5	16·1		
7.	42·2		58·7	16·5		
8.	39 14·0		11 30·4	16·4		
9.	46·7		12 3·1	16·4		
10.	40 18·9		35·0	16·1		
11.	9 40 51·3		10 13 7·8	16·5		

Nr. 5. 19 paźdz. 1895. 6<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 81. Czernichów, krajowa szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.
Pocz.	12 32 13·33	13·9 750·95	13·9 750·95	7·4	7·4	
Kon.	13·34 13·33	14·0 750·95	14·0 750·9	5·7	5·7	
Śred.	13·33 = 13 08° C	749·83	D = 0·9375	6·55 = 18·16		
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koine.		$M = 31^m 12^s 118 = 60c$ $c = 31·20197,$ $(2c-1) = 61·40394$ $s = 0·508 1428_0$ $\Delta\alpha \quad \text{—} \quad 9$ $\Delta T \quad \text{—} \quad 644_s$ $\Delta D \quad \text{—} \quad 508_s$ $\Delta u \quad \text{—} \quad 849_1$ <hr/> $S^{81} = 0·507 9417$
1.	12 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup> ·4	61	12 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 9 <sup>s</sup> ·3	31 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> ·9		
2.	3 27·9		40·3	12·4		
3.	59·6		35 11·8	12·2		
4.	4 30·6		42·7	12·1		
5.	5 1·8		36 14·2	12·4		
6.	33·1		45·0	11·9		
7.	6 4·7		37 16·7	12·0		
8.	35·5		47·5	12·0		
9.	7 7·0		38 19·0	12·0		
10.	37·7		49·9	12·2		
11.	12 8 9·2		12 39 21·4	12·2		

Nr. 6. 19go paźdz. 1895. 7<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 80. Czernichów, krajowa szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R = 3 72m $\alpha = 2.772.$	
Pocz.	13.38 13.38	14.1 750.8	14.1 750.6	6.7	6.7		M = 31 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> · 282 = 60c c = 31.88803, (2c - 1) = 62.77606 s = 0.507 9648 <sub>2</sub>
Kon.	13.38 13.39	14.2 750.6	14.2 750.75	5.1	5.1		
Śred.	13 383 = 3.16 ° C	749.56 D = 0.9370		5.90 = 16.35'			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koine.		$\Delta a$ — 7 $\Delta T$ — 648 <sub>2</sub> $\Delta D$ — 507 <sub>0</sub> $\Delta u$ — 843 <sub>7</sub> <hr/> $S_{80} = 0.507 7641$	
1.	13 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 47.3 <sup>s</sup>	61	13 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 40.4 <sup>s</sup>	31 <sup>m</sup> 53.1 <sup>s</sup>			
2.	14 19.4		46 13.0	53.6			
3.	51.1		44.4	53.3			
4.	15 23.7		47 16.9	53.2			
5.	54.8		48.0	53.2			
6.	16 27.3		48 20.9	53.6			
7.	58.6		51.8	53.2			
8.	17 31.0		49 24.6	53.6			
9.	18 2.6		55.5	52.9			
10.	34.8		50 27.8	53.0			
11.	3 19 5.9	13	50 59.3	53.4			

Nr. 7. 20 paźdz. 1895. 3<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 80. Czernichów, krajowa szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.	
Pocz.	13.19 13.21	13.7 746.55	13.8 746.55	6.7	6.7		M = 31 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> · 8364 = 60c c = 31.89727, (2c - 1) = 62.79454 s = 0.507 9624 <sub>8</sub>
Kon.	13.23 13.25	14.1 746.55	14.1 746.6	5.1	5.1		
Śred.	13 22 = 12.90 ° C	745.46 D = 0.9333		5.90 = 16.35'			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koine		$\Delta a$ — 7 $\Delta T$ — 635 <sub>4</sub> $\Delta D$ — 505 <sub>8</sub> $\Delta u$ — 831 <sub>5</sub> <hr/> $S_{80} = 0.507 7645$	
1.	9 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 35.2 <sup>s</sup>	61	10 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 29.2	31 <sup>m</sup> 54.0			
2.	51 7.7		23 1.6	53.9			
3.	39.3		32.9	53.6			
4.	52 11.6		24 5.4	53.8			
5.	43.1		36.9	53.8			
6.	53 15.3		25 9.4	54.1			
7.	46.8		40.6	53.8			
8.	54 19.2		26 13.1	53.9			
9.	50.8		44.4	53.6			
10.	55 23.0		27 16.8	53.8			
11.	9 55 54.3	10	27 48.2	53.9			



Nr. 8. 20-go października 1895. 6<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 81. Czernichów, kraj. Szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66			Barometr 1345			Amplituda			
Pocz.	13:32	13:34	14:1	746:65	14:1	746:55	4:3	4:3	
Kon.	13:35	13:35	14:3	746:7	14:3	746:6	3:4	3:4	
Śred.	13:34=13:09°C		745:49 D=0:9326			3:85=10:68'		Odległość R=3 m72 $\alpha=2:772'$	
I Serya			II Serya			Trwanie 60 koinec.			
1.	h	m	s	61	h	m	s	m	s
	12	29	27:2		13	0	40:4	31	13:2
2.			59:4				1	12:7	13:3
3.		30	29:8					42:8	13:0
4.		31	2:1				2	15:2	13:1
5.			32:2					45:2	13:0
6.		32	4:6				3	17:4	12:8
7.			34:9					47:6	12:7
8.		33	6:8				4	20:2	13:4
9.			37:0					50:0	13:0
10.		34	9:1				5	22:5	13:4
11.		12	34	39:5		13	5	52:7	13:2

$M=31^m 13:100=60c$   
 $c=31:21833,$   
 $(2c-1)=61:43666$   
 $s=0:508 1384_6$   
 $\Delta a \quad - \quad 3$   
 $\Delta T \quad - \quad 644_8$   
 $\Delta D \quad - \quad 505_5$   
 $\Delta u \quad - \quad 831_5$   
 $S_{81}=0:507 9400$

Nr. 9. 20-go października 1895. 7<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Czernichów, kraj. Szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66			Barometr 1345			Amplituda			
Pocz.	13:42	13:41	14:3	746:6	14:3	746:6	6:7	6:7	
Kon.	13:41	13:41	14:4	746:6	14:4	747:55	5:1	5:1	
Śred.	13:413=13:21°C		745:43 D=0:9322			5:90=16:35'		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.	
I Serya			II Serya			Trwanie 60 koinec.			
1.	h	m	s	61	h	m	s	m	s
	13	42	3:8		14	14	20:7	32	16:9
2.			36:9				53:2		16:3
3.		43	8:8				15	24:9	16:1
4.			41:3					57:7	16:4
5.		44	13:1				16	29:4	16:3
6.			45:8				17	2:7	16:9
7.		45	17:4					33:8	16:4
8.			50:6				18	7:0	16:4
9.		46	21:9					38:8	16:9
10.			54:9				19	11:7	16:8
11.		13	47	26:8		14	19	43:2	16:4

$M=32^m 16:527=60c$   
 $c=32:27545,$   
 $(2c-1)=63:55090$   
 $s=0:507 8677_1$   
 $\Delta a \quad - \quad 7$   
 $\Delta T \quad - \quad 650_7$   
 $\Delta D \quad - \quad 505_3$   
 $\Delta u \quad - \quad 831_5$   
 $S_{82}=0:507 6683$

Nr. 10. 21-go października 1895. 3<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Czernichów, kraj. Szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R = 372m $\alpha = 2^{\circ}77'2''$	
Pocz.	13 21 13 24	13 9 745 55	14 0 745 55	6 9	6 9		M 32 <sup>m</sup> 17 408 = 60c c = 32 29013, (2c - 1) = 63 58026 s = 0 507 864 <sub>8</sub> $\Delta a$ — 7 $\Delta T$ — 637 <sub>4</sub> $\Delta D$ — 504 <sub>7</sub> $\Delta u$ — 804 <sub>8</sub> S <sub>82</sub> = 0 507 6687
Kon.	13 26 13 27	14 0 745 50	14 1 745 55	5 3	5 3		
Śred.	13 245 = 13 24 0 C	744 43 D = 0 9311		6 10 = 16.91'			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koine.			
	h m s	61	h m s	m s			
1.	9 47 26.8		10 19 44.2	32 17.4			
2.	58.8		20 15.9	17.1			
3.	48 31.4		48.7	17.3			
4.	49 3.1		21 20.8	17.7			
5.	35.6		53.2	17.6			
6.	50 7.7		22 25.1	17.4			
7.	40.5		57.7	17.2			
8.	51 12.2		23 29.5	17.3			
9.	45.0		24 2.5	17.5			
10.	52 17.0		34.5	17.5			
11.	9 52 49.5		10 25 7.0	17.5			

Nr. 11. 21-go października 1895. 5<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 81. Czernichów, kraj. Szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.	
Pocz.	13 32 13 32	14 1 745 55	14 1 745 55	5 7	5 7		M = 31 <sup>m</sup> 13 264 = 60c c = 31 22107, (2c - 1) = 61 44214 s = 0 508 1377 <sub>4</sub> $\Delta a$ — 5 $\Delta T$ — 643 <sub>8</sub> $\Delta D$ — 504 <sub>4</sub> $\Delta u$ — 804 <sub>8</sub> S <sub>81</sub> = 0 507 9420
Kon.	13 33 13 33	14 2 745 55	14 2 745 55	4 4	4 4		
Śred.	13 325 = 13 07 0 C	744 42 D = 0 9306		5 05 = 14 00'			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koine.			
	h m s	61	h m s	m s			
1.	11 16 40.9		11 47 53.9	31 13.0			
2.	17 11.2		48 24.8	13.6			
3.	43.3		56.7	13.4			
4.	18 13.7		49 27.1	13.4			
5.	45.6		59.0	13.4			
6.	19 16.3		50 29.3	13.0			
7.	47.9		51 1.4	13.5			
8.	20 18.7		31.6	12.9			
9.	50.8		52 3.8	13.0			
10.	21 21.0		34.2	13.2			
11.	11 21 53.0		11 53 6.5	13.5			

Nr. 12. 21-go października 1895. 6 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> p. m. <i>Wahadło</i> Nr. 80. Czernichów, kraj. Szkoła rolnicza (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.								
Termometr 66		Barometr 1345			Amplituda		Odległość R = 3·72m skąd $\alpha = 2·772$	
Pocz.	13·43 13·43	14·3	745·55	14·3	745·65	6·9		6·9
Kon.	13·42 13·44	14·4	745·7	14·5	745·6	5·3		5·3
Śred.	13·43 = 13·24°C	744·47 D = 0·9301			6·10 = 16·91'			
I Serya		II Serya			Trwanie 60 koinc.		M = 31 <sup>m</sup> 54·336 = 60c c = 31·9056, (2c - 1) = 62·8112 s = 0·507 9603 <sub>6</sub> $\Delta a$ — 7 $\Delta T$ — 652 <sub>2</sub> $\Delta D$ — 504 <sub>1</sub> $\Delta u$ — 804 <sub>3</sub>  S <sub>80</sub> = 0·507 7636	
	h m s		h m s		m s			
1.	12 42 25·1	61	13 14 19·5		31 54·4			
2.	56·6		50·8		54·2			
3.	43 29·0		15 23·3		54·3			
4.	44 0·4		54·4		54·0			
5.	32·8		16 27·1		54·3			
6.	45 4·0		58·4		54·4			
7.	36·7		17 31·0		54·3			
8.	46 7·7		18 2·4		54·7			
9.	40·4		34·8		54·4			
10.	47 11·4		19 5·8		54·4			
11.	12 47 44·3		13 19 38·6		54·3			

Zestawienie otrzymanych czasów wahnięć w Czernichowie tak się przedstawia:

	Wahadło Nr.			
	1895	80	81	82
19 października	}	0·507 7636 (1)	0·507 9407 (2)	0·507 6684 (3)
		41 (6)	17 (5)	75 (4)
20 „		45 (7)	00 (8)	83 (9)
21 „		36 (12)	20 (11)	87 (10)

Średnio dla  $\frac{20}{10}$  0·507 7639<sub>5</sub> 0·507 9411<sub>0</sub> 0·507 6682<sub>2</sub>,  
a że w Obserwatorium krakowskim (które za główną stację waha-  
dłową Galicji uważać należy) otrzymaliśmy poprzednio wartości

$$0·507 7646 \quad 0·507 9418 \quad 0·507 6684,$$

więc różnica (Kraków—Czernichów) wynosi

$$+6·5 \quad +7·0 \quad +1·8$$

średnio +5 jednostek na siódmym miejscu dziesiątnym (z prawdopodobną niepewnością półtora takiej samej jednostki). Wobec małości tej różnicy tworzenie stosunków jest tutaj całkiem zbyteczne i nie zmieniłoby ono wypadku ostatecznego.

Oznaczając przez  $g_c$  ciężkość w stacji czernichowskiej, otrzymamy teraz

$$g_c = g_k \left( \frac{s_k}{s_c} \right)^2 = 1.0000 \ 0198 g_k,$$

a podstawiając tu za  $g_k$  wartość poprzednio znalezionej

$$g_c = 9.81070_2,$$

bez redukcji na poziom morza, jakoteż t. z. poprawki terenu. Zważając, że pierwsza wynosi  $+0.3082h$  jednostek piątego miejsca dziesiątego, druga  $-0.04128h\Theta$  takich samych jednostek, gdzie w stacyi czernichowskiej  $h=217.2$  m.,  $\Theta=2.6$  (od południa grunt napływowy, zresztą wokoło wapień jurasowy) przyjmując należy, otrzymamy nasamprzód wartości obu tych poprawek równe  $+66.9$  a względnie  $-23.3$  jednostek piątego miejsca, tak że ostatecznie w Czernichowie

$$g = 9.81114,$$

z niepewnością nie dosiegającą  $\pm 3$  jednostek ostatniego miejsca dziesiątego. Jak widać jest ona prawie dokładnie równa sile ciężkości znalezionej w Krakowie ( $9.81113$ ) pomimo że Czernichów leży od niego o  $4.6'$  bardziej na południe. Otrzymalibyśmy wartość długości wahadła sekundowego  $L=0.994076_5$ , t. j. identyczną z długością krakowską.

Ponieważ wreszcie w stacyi czernichowskiej szerekość geograficzna  $\varphi = 49^{\circ}59'2''$ , więc obliczona na podstawie wzoru prof. Helmherta teoretyczna wartość natężenia siły ciężkości byłaby  $\gamma_0 = 9.81046$ , zatem

$$g - \gamma_0 = + 0.00068,$$

t. j. rzeczywista siła ciężkości w Czernichowie jest o 68 mikronów większą od teoretycznej: wynik jakościowo, a nawet ilościowo zgodny z otrzymanym w Krakowie ( $60 \mu$ ).

#### IV. Doświadczenia wykonane w Alwerni (W. X. Krakowskie).

Upoważniony przez Dyrekcyę krakowskiego Obserwatorium astr. przewiozłem osobiście w dniu 30-tym października całe narzędzie wahadłowe z Czernichowa wprost do Alwerni, dbając o staranność jego opakowania i wszelkie bezpieczeństwo transportu. Zamiarem moim było wyzyskać ostatnie dni jesieni, nie tyle aby przysporzyć jedną nową (i to niezbyt odległą) stacyę wahadłową w kraju, gdzie niemal wszystko jeszcze pod tym względem do zrobienia pozostaje, jak raczej, aby wdroyć się samodzielnie w czynności połączone z przenoszeniem krótkotrwałej stacyi wahadłowej z miejsca na miejsce, jak to się dzieje z reguły, np. podczas ryczałtowego badania grawitacyjnego większych nieco obszarów.

Korzystam ze sposobności, ażeby Przewielebnemu ks. Podwor-  
skiemu, gwardyanowi OO. Bernardynów w Alwerni, za Jego łaskawą  
uczynność, jakoteż cały szereg ułatwień, złożyć niniejszem serdeczne  
podziękowanie.

Doświadczenia odbywały się w głębokiej, obszernej i suchej  
piwnicy, częścią wykutej, częścią murowanej z melafiru (czarny porfir),  
bez żadnego dodatku cegły, w południowej części budynku klasztor-  
nego; jedyne jej okno na NE wychodzące, zostało deskami, słomą  
i gruzem zatarasowane. Temperatura tego lokalu była bardzo stałą, jak  
można to zobaczyć na kilkunastu liczbach :

Data i pora		Temper. °C.	Data i pora		Temper. °C.
30	paźdz. 11 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ p. m.	9·95	1	listop. 3 <sup>h</sup> p. m.	10·80
31	" 8 a. m.	10·25	"	4 "	10·95
"	" 3 p. m.	10·85	"	5 "	10·75
"	" 9 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ p. m.	10·95	"	7 "	10·65
1	listop. 7 a. m.	10·25	2	listop. 9 a.	10·70
"	" 8 a. m.	10·55	"	9 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ a. m.	10·60
"	" 10 a. m.	10·40	"	10 a. m.	10·55
"	" 11 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ a. m.	10·50	—	—	—

jakoteż oryginalnych protokołach doświadczeń, które niżej podaję. Cał-  
kowite chwianie się temperatury w ciągu doświadczeń (1go listopada)  
wynosiła zaledwie 0·7°C. (ekstrema 10·95 i 10·25°C.), okolicość, która  
musiała mi być bardzo na rękę tak ze względu na oba zegary, jak  
i same wahadła narzędzia Sterneckowskiego. Wspomnę, iż całe narzę-  
dzie zostało umieszczonem w tym lokalu zaraz po przybyciu na miejsce,  
zupełne jednak urządzenie zajęło całą dobę.

Za podstawę narzędzia koincydencyjnego służyły dębowe resztki  
starej ambony, dołem silnie ziemią i gruzem piwnicznym obłożone;  
klucz do zamykania i otwierania baterji elektrycznej umieszczono na  
osobnej podstawie, aby częstymi z konieczności jego ruchami nie wzru-  
szyć rzeczoney podstawy, a tem samem i narzędzia koincydencyjnego.  
Zawieszadło wahadeł niezmiennych było III (tj. ścienne), jak i na obu  
stacyach poprzednich; soczewka wahadłowa znajdowała się na wysoko-  
ści 308·0 metrów ponad poziomem morza Adryatyckiego, wreszcie azy-  
mut płaszczyzny wahnień oznaczony bussolą wynosił tu stale 35°, licząc  
od Płd. ku Zach. Odczytywanie termometru „wahadłowego“ i barometru  
odbywały się zazwyczaj 4 razy w ciągu każdego doświadczenia; koin-

cydencyj obserwowano 11 razy po 60 (w dwóch doświadczeniach znacznie więcej), ograniczono się jednak tylko do sześciu doświadczeń, tj. trzema wahadłami po dwa, a więc do połowy ich mnogości na poprzednich dwóch stacyach.

### Ruch zegaru Hawelk Nr. 18

podczas doświadczeń wykonanych w Alwerni.

Ruch tego zegaru był, jak zwykle, wyprowadzonym przez staranną obserwację koincydencyj jego uderzeń sekundowych z uderzeniami (cało lub półsekundowymi) chronometru Bliss Nr. 1097; własny zaś ruch ostatniego musiał być dopiero wyznaczony bezpośrednio lub pośrednio.

Z powodu trwałej niepogody byłem zmuszony prosić Dyрекcyę krakowsk. Obserwatorium o przesyłanie mi przez dwa dni—rano i wieczór—telegraficznych sygnałów czasu według jednego z tamtejszych chronometrów. Sygnały przesyłane i odbierane (o 9 rano i 7 wieczór) były w przestankach co 5tą sekundę a to po przekonaniu się, że gęstsze trudno jest pochwytywać ściśle na drugim chronometrze.

Za podstawę rachunku służyły dane głównego zegaru w Obserwatorium krak., tj. Kesselsa idącego według czasu gwiazdowego, którego stan  $x$  w dniu 2 listopada 1895, o  $1^h 21^m 3$  czasu gwiazdowego wynosił według obserwacyj —  $30^s 069$ , a ruch dzienny od 18/X tylko —  $0^s 050$ , tj. —  $0^s 0021$  na godzinę. Bezpośrednie porównania chronometru Denta Nr. 25560 z Kesselsem, wykonane uprzejmie przez prof. Dra Karlińskiego, dały:

	Kessels	Dent.
a) 30 paźdz. wieczorem	$1^h 45^m 40.0$	$10^h 27^m 0.0$
b) 31 „ „	$1 59 42.5$	$10 37 0.0$
c) 1 listop. „	$1 51 39.5$	$10 24 58.0$

z kądem mamy różnicę ruchu Denta naprzód między (a) i (b):

$$24^h 14^m 2.50 \text{ Kess} = 24^h 10^m 0.0 \text{ Dent.}$$

Ruch Kess. —  $0^s 050$

---


$$24 14 2.450 \text{ czasu gwiazd.}$$

Przyspieszenie gw. stałych —  $3 58.209$

---


$$24 10 4.241 \text{ czasu śred.} = 24^h 16.78,$$

co porównywując z różnicą czasów na chronometrze, mamy ruch godzinny

$$\text{Dent'a} = \frac{+4 \cdot 241}{24 \cdot 1678} = +0^{\circ}17549, \text{ t. j. dzienny} = +4^{\circ}2118, \text{ a ruch ten}$$

odnosi się do środka czasu, tj. 30 października 22<sup>h</sup>53<sup>m</sup> (Dent), a więc blisko południa dnia 31-go. Tego dnia późnym wieczorem wykonałem wprawdzie jedno (pierwsze) doświadczenie w Alwerni, właściwy jednak ich szereg był dopiero nazajutrz, to też ważniejsze dla nas będą porównania (b) i (c).

Mamy teraz różnice czasu między (b) i (c)

$$23^h 51^m 57^{\circ}00 \text{ Kess.} = 23^h 47^m 58^{\circ}0 \text{ Dent.}$$

$$\text{Ruch Kess.} \quad \quad \quad - 0^{\circ}050$$

$$\hline 23 \quad 51 \quad 56^{\circ}950 \text{ cz. gwiazd.}$$

$$\text{Przyspieszenie gw. st.} \quad -3 \quad 54^{\circ}591$$

$$\hline 23 \quad 48 \quad 2^{\circ}359 \text{ cz. średn.} = 23^{\circ}8007,$$

co porównywając z upłynionym czasem na chronometrze, mamy go-

$$\text{dzinny w tej dobie ruch Dent'a} = \frac{+4 \cdot 359}{23 \cdot 8007} = +0^{\circ}18315, \text{ t. j. dzienny}$$

= +4<sup>o</sup>3956, a ruch ten odnosi się znowu do środka czasu, tj. 31 października 22<sup>h</sup>51<sup>m</sup>7 (Dent), więc w pobliżu południa dnia 1-go listopada, a zatem nieopodal środka wszystkich sześciu doświadczeń.

Prościej i bezpieczniej będzie pozostać tu przy dziennym ruchu Denta = +4<sup>o</sup>3956, tj. +0<sup>o</sup>1831 na godzinę z porównań (b) i (c) wy-

prowadzonym.

Telegraficzne porównania chronometrów Blissa i Denta w dniu 1-go listopada dały

	Bliss				Dent.			
rano	0 <sup>d</sup>	21 <sup>h</sup>	6 <sup>m</sup>	20 <sup>s</sup> 0	0 <sup>d</sup>	20 <sup>h</sup>	42 <sup>m</sup>	11 <sup>s</sup> 82 (z 26. sygn. telegr.)
wieczór	1	7	1	30 <sup>s</sup> 0	1	6	57	20 <sup>s</sup> 00 (z 37. " " )
upłyniony czas	9	55	10 <sup>s</sup> 0		9	55	8 <sup>s</sup> 18	

$$\begin{array}{l} \text{Ruch Denta} \\ +0^{\circ}1831.9\text{-}9189 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Ruch Denta} \\ +0^{\circ}1831.9\text{-}9189 \end{array}} \right\} \cdot \cdot +1^{\circ}816$$

$$\hline 9 \quad 55 \quad 9^{\circ}996 \text{ cz. średn.,}$$

co porównywając z czasem 9<sup>h</sup>55<sup>m</sup>10<sup>s</sup>0 upłynionym wedle Blissa, znajdujemy ruch jego = -0<sup>o</sup>004 w 9<sup>h</sup>9195 godzinach, t. j. -0<sup>o</sup>0097 dziennie. Ruch chronometru Blissa podczas mojego pobytu w Alwerni

był więc bardzo mały, jak tego oczekiwałem i „prawie równym zeru“, jak to prof. Karliński najpierw znalazł z obliczeń sygnałów, posługując się cośkolwiek odmienną niż  $-0^{\circ}050$  wartością na dzienny ruch Kes-sels'a. W zaokrągleniu biorę ruch dzienny chronometra Bliss równym  $-0^{\circ}010$  w całym dniu 1-go listopada, na godzinę więc tylko  $-0^{\circ}0004$ .

Porównania wreszcie zegaru Haw. Nr. 18 z chronometrem Bliss, dały mi w dniu 1 listopada następujące wartości:

Haw.	Bliss
0 <sup>d</sup> 21 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> ·5	0 <sup>d</sup> 19 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> ·500, rano 1-go listopada
1 10 2 11·0	1 7 52 8·600, wieczór 1-go listopada,

gdzie każdy z tych czterech czasów jest już średnią z sześciu koincydencyj ostro pochwyconych. Ztąd mamy

upłyniony czas według zegaru

Haw.	Bliss
12 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> ·5	12 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup> ·100 = 12 <sup>h</sup> 314
$\left. \begin{array}{l} \text{ruch Bliss'a} \\ -0\cdot0004\cdot12\cdot314 \end{array} \right\} \dots\dots - 0\cdot005$	

	12 18 51·095 czasu średniego
Przyspieszenie gw. st. . . . .	+2 1·375
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	12 20 52·470 cz. gw. = 12 <sup>h</sup> 3479,

odejmując od tego przeciąg czasu 12<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> 53<sup>s</sup>·5 upłyniony równocześnie według zegaru Haw., otrzymamy wartość jego ruchu względem czasu gwiazdowego  $-1^{\circ}0301$  w 12·3479 godzinach, z kądem nakoniec dzienny ruch tego zegaru

$$= - \frac{1\cdot030\cdot24}{12\cdot3479} = - 2^{\circ}002.$$

Ostatnia ilość pomnożona przez 58·8 daje teraz szukaną poprawkę  $\Delta u$  równą  $-117\cdot7$  jednostek siódmego miejsca dziesiątego w obserwowanych czasach s.

To ustaliwszy mogę już przytoczyć oryginalne protokoły doświadczeń na tej stacyi wykonanych, gdzie czasy s poszczególnych wahadeł są już opatrzone wszystkimi potrzebnymi poprawkami.



Nr. 1. 1-go listopada 1895. 7<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 80. Alwernia, klasztor (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośredn. chronometr Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R=3·58m. skąd $\alpha=2'881'$	
Pocz.	11·88 11·87	11·7 747·7 11·8 747·85		4·8	4·8		M = 32 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup> 718 = 60c c = 32·2111, (2c-1) = 63·4222 s = 0·507 8836 <sub>3</sub> $\Delta\alpha$ — 4 <sub>3</sub> $\Delta T$ — 529 <sub>6</sub> $\Delta D$ — 510 <sub>6</sub> $\Delta u$ + 117 <sub>7</sub> S <sub>80</sub> = 0·507 7674
Kon.	11·89 11·89	11·8 747·9 11·9 747·9		3·7	3·8		
Śred.	11·888 = 10·76° C	747·00 D = 0·9420		4·28 = 12·32			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koine.			
1.	<sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup> 11·5	61	<sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup> 24·7	<sup>m</sup> 32 <sup>s</sup> 13·2			
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							

Nr. 2. 1-go listopada 1895. 11<sup>h</sup> a. m. *Wahadło* Nr. 81. Alwernia, klasztor (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośr. chronom. Bliss Nr. 1097. Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej.	
Pocz.	11·78 11·82	11·5 748·4 11·5 748·45		6·5	6·5		M = 1 41 53·16 = 194c c = 31·51114 (2c-1) = 62·02228 s = 0·508 0616 <sub>3</sub> $\Delta\alpha$ — 5 <sub>3</sub> $\Delta T$ — 523 <sub>6</sub> $\Delta D$ — 511 <sub>5</sub> $\Delta u$ — 117 <sub>7</sub> S <sub>81</sub> = 0·507 9458
Kon.	11·80	11·5 748·35		3·1	3·2		
Śred.	11·80 = 10·63° C	747·59 D = 0·9437		4·83 = 13·90'			
I Serya		II Serya		Trwanie 194 koine.			
1.	<sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 9 <sup>s</sup> 31·3	195	<sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup> 24·7	<sup>m</sup> 1 <sup>s</sup> 41 53·4			
2.		196					
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							

Nr. 3. 1-go listopada 1895. 2<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Alwernia, klasztor (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośred. chronom. Bliss Nr. 1097. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość $R=3^m 58$ , skąd $\alpha=2^m 881'$ .	
Pocz.	11·91 11·93	11·7 <sup>0</sup> 748·35	11·7 748·4	4·5	4·5		$M=32^m 35^s 982 = 60c$ $c=32^m 5997$ , $(2c-1)=64^m 1994$ $s=0^m 507 7882$ $\Delta\alpha \quad - \quad 3_7$ $\Delta T \quad - \quad 533_0$ $\Delta D \quad - \quad 511_1$ $\Delta u \quad - \quad 117_7$
Kon.	11 91 11·92	11·8 748·45	11·9 748 45	3·4	3·4		
Śred.	11·918=10·82°C.	747·58	D=0·9429	3·95 = 11·37'			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koince.		$S_{82}=0^m 507 6717$	
1.	<sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> 46 <sup>s</sup> 16·8	61	<sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> 52·8	<sup>m</sup> 32 <sup>s</sup> 36·0			
2.	48·7		19 24·4	35·7			
3.	47 21·8		58·1	36·3			
4.	53·5		20 29·4	35·9			
5.	48 27·1		21 3·1	36·0			
6.	58·9		34·8	35·9			
7.	49 32·6		22 8·7	36·1			
8.	50 3·8		39·6	35·8			
9.	37·4		23 13·3	35·9			
10.	51 9·1		45·1	36·0			
11.	4 51 42·8		5 24 19·0	36·2			

Nr. 4. 1-go listopada 1895. 3<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> p. m. *Wahadło* Nr. 82. Alwernia, klasztor (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośred. chronom. Bliss Nr. 1097. — Obserwator L. Birkenmajer.

Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość $R$ i $\alpha$ jak wyżej.	
Pocz.	11·94 11·95	11·9 748·5		6·0	6·0		$M=32^m 36^s 036 = 60c$ $c=32^m 6006$ , $(2c-1)=64^m 2012$ $s=0^m 507 7880$ $\Delta\alpha \quad - \quad 6_4$ $\Delta T \quad - \quad 534_9$ $\Delta D \quad - \quad 511_3$ $\Delta u \quad - \quad 117_7$
Kon.	11·94	12·0 748·9		4·6	4·8		
Śred.	11·943=10·86°C.	747·85	D=0·9433	5·35 = 15·41'			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 koince.		$S_{82}=0^m 507 6710$	
1.	<sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 44 <sup>s</sup> 6·8	61	<sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup> 42·8	<sup>m</sup> 32 <sup>s</sup> 36·0			
2.	38·7		17 14·7	36·0			
3.	45 11·9		48·2	36·3			
4.	43·6		18 19·4	35·8			
5.	46 17·1		53·2	36·1			
6.	49·0		19 24·8	35·8			
7.	47 22·6		58·6	36·0			
8.	54·1		20 30·3	36·2			
9.	48 27·4		21 3·5	36·1			
10.	59·3		35·2	35·9			
11.	5 49 32·8		6 22 9·0	36·2			

Nr. 5. 1-go listopada 1895. 4 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> p. m. <i>Wahadło</i> Nr. 81. Alwernia, klasztor (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośred. chronom. Bliss Nr. 1097. — Obserwator L. Birkenmajer.							
Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R = 3 <sup>m</sup> 58, skąd $\alpha = 2'881$ .	
Pocz.	11:99 11:98	12:0 749:05	12:0 749:05	8:0	8:0		M = 31 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> 500 = 60c c = 31·50833, (2c - 1) = 62·01666 s = 0·508 0623 <sub>8</sub> $\Delta\alpha$ — 11 <sub>5</sub> $\Delta T$ — 536 <sub>9</sub> $\Delta D$ — 511 <sub>5</sub> $\Delta u$ — 117 <sub>7</sub> S <sub>81</sub> = 0·507 9446
Kon.	11:97 11:94	12:0 749:15	11:9 749:4	6:2	6:3		
Śred.	11:97 = 10:90 °C	748:30	D = 0:9437	7:13 = 20:54'			
I Serya		II Serya		Trwanie 60 kołnc.			
1.	<sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup> 33·2	61	<sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> 3·7	31 <sup>m</sup>	30 <sup>s</sup> 5		
2.	56 5·5		36:3		30:8		
3.	36:4		28 7:0		30:6		
4.	57 8:6		39:0		30:4		
5.	39:3		29 9:6		30:3		
6.	58 11:4		42:2		30:8		
7.	42:6		30 13:0		30:4		
8.	59 14:6		45:0		30:4		
9.	6 59 45:3		31 15:6		30:3		
10.	7 0 17:3		47:8		30:5		
11.	7 0 48:5		7 32 19:0		30:5		

Nr. 6. 1-go listopada 1895. 6 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> p. m. <i>Wahadło</i> Nr. 80. Alwernia, klasztor (piwnica). Zawieszadło III, zegar Haw. Nr. 18, pośred. chronom. Bliss Nr. 1097. — Obserwator L. Birkenmajer.							
Termometr 66		Barometr 1345		Amplituda		Odległość R i $\alpha$ jak wyżej	
Pocz.	11:92 11:91	11:9 749:55	11:9 749:55	6:1	6:1		M = 54 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup> 545 = 102c c = 32·21123, (2c - 1) = 63·42246 s = 0·507 8836 <sub>5</sub> $\Delta\alpha$ — 5 <sub>7</sub> $\Delta T$ — 530 <sub>4</sub> $\Delta D$ — 512 <sub>1</sub> $\Delta u$ — 117 <sub>7</sub> S <sub>80</sub> = 0·507 7671
Kon.	11:86	11:7 750:05		4:0	4:2		
Śred.	11:88 = 10:77 °C	748:96	D = 0:9449	5:10 = 14:70'			
I Serya		II Serya		Trwanie 102 kołnc.			
1.	<sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> 36·8	103	<sup>h</sup> 9 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup> 21·9	54 <sup>m</sup>	45 <sup>s</sup> 1		
2.	41 9:5	104	55:4		45:9		
3.	41:1		36 26:3		45:2		
4.	42 14:1		37 0:0		45:9		
5.	45:4		31:0		45:6		
6.	43 18:6		38 4:5		45:9		
7.	49:8		35:3		45:5		
8.	44 22:9		39 8:8		45:9		
9.	54:6		39:7		45:1		
10.	45 27:3		40 13:1		45:8		
11.	8 45 58:9		9 40 44:0		45:1		

Rezultaty otrzymane z poszczególnych wahadeł będą więc  
Alwernia 1 listopada 1895 Wahadło Nr.

80	81	82
0·507 7674 (1)	0·507 9458 (2)	0·507 6717 (3)
71 (6)	46 (5)	10 (4)
Średnio 0·507 7672 <sub>5</sub>	0·507 9452 <sub>0</sub>	0·507 6713 <sub>5</sub> ,

a że w Krakowie otrzymano czasy wahań tych samych wahadeł

0·507 7646<sub>3</sub>      0·507 9418<sub>0</sub>      0·507 6684<sub>0</sub>,

przeto różnica (Alwernia—Kraków) znajduje się ztąd

+26<sub>2</sub>                      +34<sub>0</sub>                      +29<sub>5</sub>

średnio +30 jednostek na siódmym miejscu dziesiętnym. Gdy ze wszystkich trzech wahadeł czas  $s$  (średniego krak. wahadła) znajduje się równym  $s_k = 0·507 7916$ , więc na stacyi wahadłowej w Alwerni będzie on  $s_a = 0·507 7946$ , zatem

$$\frac{g_a}{g_k} = \left(\frac{s_k}{s_a}\right)^2 = 0·99998936, \text{ tj. } g_a = 0·99998936 g_k,$$

a że  $g_k = 1·000 960 g_w$ , zaś siła ciężkości  $g_w$  we wiedeńskim Instytucie geograficznym ma wartość Oppolzerowską  $9·^m80876$  (w sek. czasu średniego), przeto za podstawieniem tych wartości znajdzie się w Alwerni

$$g_a = 9·^m81057_9,$$

bez redukcji na poziom morza, jakoteż poprawki terenu.

Soczewka wahadła znajdowała się w ciągu doświadczeń na wysokości  $h = 308·^m0$  nad poziomem morza Adryatyckiego <sup>7)</sup>; redukcya więc na poziom morza wyniesie tutaj  $+0·3082·308·0 = +94·9$  jednostek piątego miejsca dziesiętnego i doprowadza do wartości  $9·^m81152_8$  na poziomie morza, gdzie tylko jeszcze ma być przydaną poprawką „terenu“  $= -0·4148h\Theta$ . W stacyi naszej położonej na wzgórzu, gdzie na znacznym w około obszarze występuje twardy i nader zwiezły melafir <sup>8)</sup> przyjąłem  $\Theta = 2·75$ ; szukana poprawka znajdzie się  $= -35·0$  jednostek piątego miejsca dziesiętnego, tak że ostatecznie będzie tutaj

$$g = 9·^m81117_8 \text{ tj. okrągło } 9·^m81118$$

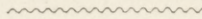
po uwzględnieniu wszystkich poprawek i wpływów.

Według teoretycznego wzoru prof. Helmerta (zob. wyżej), przy szerokości geograficznej tej stacyi <sup>9)</sup>  $= +50^\circ 4' 13$  wynosi  $\gamma_0 = 9·^m81053$ , zatem

$$g - \gamma_0 = +0·^m00065,$$

t. j. rzeczywista siła ciężkości w Alwerni jest o 65 mikronów większą od teoretycznej, wynik bardzo zgodny, tak jakościowo (znak +), jako-

też ilościowo z wynikiem otrzymanym na dwóch stacyach poprzednich (Kraków  $+60\mu$ , Czernichów  $+68\mu$ ). Mniemam, że znaczne zbliżenie się tych wartości przy trzech sąsiednich stacyach może wzbudzić tem większą ufność w rzeczywistość wykazanego tu objawu przyrody, ile że obserwacyjny i eksperymentalny proces wyznaczający arcyważną tutaj ilość, jaką jest ruch zegarów, był na każdej z tych trzech stacyj całkiem odmienny. Dodam, iż gdyby już z dotychczasowych rezultatów wolno było wyciągnąć jaki wniosek, to byłoby to oczekiwanie, że kierunek „*isograwów*“ na badanej części W. Ks. Krakowskiego będzie się niewiele różnił od kierunku z NW na SE, że prawdopodobny kierunek największej zmienności odstępstwa rzeczywistej siły ciężkości od teoretycznej będzie z NE na SW, wreszcie, że wzdłuż linii przeprowadzonej prostopadle do tego kierunku a na jakie 150 km. od Krakowa ku NE odległej, siła ciężkości przybierze swą wartość normalną. Przyszłe doświadczenia wykonane na znaczniejszym niż dotąd obszarze kraju okażą, o ile ten domysł jest uzasadniony.



## PRZYPISKI.

(<sup>1</sup>) Robert von Sterneck, *Der neue Pendelapparat des k. k. Militär-geographischen Institutes*, Wien 1887. (Separ. Abdruck aus den Mittheilungen des k. k. Militär-geographischen Institutes, VII Bd.). Tu opis i ryciny narzędzia w dzisiejszej jego postaci (z wyjątkiem zawieszadła III, które jest późniejszym ulepszeniem), instrukcye dla obserwatora, metody wyznaczania poprawek z powodu temperatury i zmian w ciśnieniu powietrza. Prócz tego w tomie XIII-tym tej samej publikacji (pag. 310) zwięzłe streszczenie wspomnianej instrukcyi wraz z cennymi wskazówkami jak obchodzić się z narzędziem podczas przenoszenia stacyi wahadłowej z miejsca na miejsca na miejsce. Następne tomy (VIII—XIV za rok 1894) tych samych roczników zawierają obfity materiał z doświadczeń zebrany i wyniki rachunku dla licznych stacyj monarchii, jakoteż kilkunastu zagranicznych (Londyn, Greenwich, Kew, Edynburg, Paryż, Strassburg, München, Padwa, Berlin, Potsdam, Pułkowa, Moskwa itd.) tych mianowicie, na których natężenie siły ciężkości wyznaczonem zostało przez innych badaczy, w jednostkach bezwzględnych. Ze stopniowem wydoskonalaniem się narzędzia Sterneckowskiego można się zapoznać z artykułów zamieszczonych w tomach II—VI tych samych roczników.

Zobacz także: *Relative Schwerebestimmungen durch Pendelbeobachtungen*, ausgeführt durch die k. u. k. Kriegs-Marine in den Jahren 1892--1894, herausgegeben vom k. u. k. Reichs-Kriegs-Ministerium, Marine Section, Wien, C. Gerold's Sohn, 1895.

(<sup>2</sup>) M. Brillouin. „Nouvelles mesures de l'intensité de la pesanteur par M. von Sterneck“, w *Bulletin astronomique*, publ. sous les auspices de l'observatoire de Paris, par F. Tisserand, octobre 1895 pag. 409. Zasługuje tam na uwagę zwłaszcza głos

przestrogi wobec stwierdzonej w kilku egzemplarzach wahadeł Sterneckowskich zmienności i to stale u wszystkich w tym samym kierunku występującej. Po dłuższym przeciągu czasu, czasy wahań tych samych wahadeł na tych samych miejscach stały się mniejsze o ilości których już żadną miarą nie można było składać na karb przypadkowych błędów samych pomiarów. O ile mi wiadomo, wahadła Sterneckowskie stanęły wobec tego ambarasu po raz pierwszy w r. 1893 przy sposobności doświadczeń wykonanych niemi przez porucznika okrętowego p. Ant. Triulzi w Istrii, Dalmacyi a w ogóle wzdłuż wybrzeży morza Adryatyckiego (zob. jego „Relative Schwerebestimmungen an den Küsten der Adria“ w tomie I szym pag. 41 i nast. wspomnianych już publikacyj Ministerstwa wojny). Po powrocie do Wiednia (w połowie sierpnia) znaleziono u czterech używanych przez niego wahadeł Nr. 39, 40, 43 i 44 czasy wahań o 82, 75, 49 i 104 (!) jednostek siódmego miejsca dziesiątego mniejsze aniżeli na tem samem miejscu przed wyruszeniem w drogę (koniec kwietnia). Czytamy tam (pag. 46 - 47) domysł: „Die hier zum erstenmale constatirte Veränderung der Schwingungszeiten der Pendel kann ich mir nur durch eine Verkürzung der Pendelstange infolge Contraction des Metalles erklären, weil einerseits bei allen vier Pendeln eine Verringerung der Schwingungszeit stattfand und teils andererseits die sonst möglichen Veränderungen, wie Abnützung der Schneiden, Anhaften von Schmutz an denselben, deren Lockerung etc. eine Vergrößerung der Pendellänge (właściwie Schwingungszeiten) zur Folge haben müssten. Weiters sprechen die drei Beobachtungen in Pola für diese Annahme. Die Schwingungszeit des mittleren Pendels hatte sich an diesem Orte vom 30 April bis 22 Mai um 45 Einheiten und vom 22 Mai bis 12 August um 27 Einheiten verringert... Es ist ferner möglich, dass diese Contraction sich im Laufe der Zeit stetig vermindert; vielleicht sprechen die Daten von Pola dafür. Eine solche Änderung liesse sich nur durch zahlreiche, sorgfältigst ausgeführte Vergleichsbeobachtungen constatieren. Die mir zur Verfügung gestandenen Pendel wurden kurz vor Antritt der Reise angefertigt.“ Domysłowi temu nie można odmówić prawdopodobieństwa; tem osobliwszą jednak musi mi się wydać sprzeczność w którą autor ze sobą samym popada, utrzymując na tej samej str. (w miejscu przezemnie wykropkowanym). „Es lässt sich daher vermuthen, dass diese Veränderungen der Pendellänge nahezu proportional der Zeit vor sich gehen (!), und unter dieser Annahme erscheint es gerechtfertigt (?), den hiedurch entstandenen Einfluss auf die Schwingungszeit des mittleren Pendels dadurch wegzuschaffen, dass man an diese, eine der Zeit proportionelle Correction anbringt, wie dies in Tabelle VI ersichtlich ist, wo die Schwingungszeiten der einzelnen Pendeln zusammengestellt sind.“ Od 30 kwietnia do 22 maja mamy dni 22; odtąd do 12 sierpnia dni 82: proporcjonalność o której p. Triulzi mówi, znaczyłaby

że stosunki  $\frac{45}{22} = 2.045$ ,  $\frac{27}{82} = 0.329$  mają być rzekomo równe. Pierwsza część jego

mnienia jest niezawodnie bliższa prawdy i wystarcza — mam to przekonanie — do odparcia zarzutów p. M. Brillouin, iż powód owej (domyslanej) kontrakcy pręta wahadłowego leży w stopniowem (*seculaire*) zużywaniu się ostrzy agatowych (*usure des couteaux*) jakoteż w nagłych zmianach ciepłoty (des variations brusques de température auxquelles il est soumis). Co zaś do podniesionej tam mniemanej niezgodności, iż w Edynburgu porucznik okrętowy Gratzl wahadłami Sterneckowskimi znalazł (r. 1892)  $g$  równem  $9^m81565$ , zaś kapitan Defforges w r. 1894 narzędziem swojego pomysłu znacznie więcej bo  $9^m81627$ , to pochodzi ona widocznie tylko z nieuwagi pana Br. skoro w oryginalnem sprawozdaniu p. Augusta Gratzl (Schwerebestimmungen im hohen Norden, Separatabdruck aus den Mittheil. des k. u. k. milit. geograph. Institutes Bd. XII ex 1892, Wien 1893 pag. 28) najwyraźniej czytać można „Edinburgh,

beobachtete Schwere im Meeres-Niveau =  $9^m 81621$ ; theoretische Schwere =  $9^m 81565$  a z tych liczb pierwsza zgadza się wyśmienicie (aż na sześć mikronów) z wartością otrzymaną przez kapitana Defforges całkiem odmiennem narzędziem. Oczywiście p. Br. wziął teoretyczną wartość  $g$  (tj. obliczoną ze wzoru prof. Helmertha) zamiast obserwowanej i porównał ją z obserwowaną przez p. Defforges'a. Na pracę p. Brillouin zwrócił moją uwagę prof. Karliński.

Wspomnę zaraz, że objaw o którym dopieroco mówiliśmy nie jest odosobniony, więc np. tylko w egzemplarzach wahadeł Nr. 39, 40, 43 i 44 dostrzeżonym. Według najświeższej bowiem pracy pułkown. Sternecka (Relative Schwerebestimmungen ausgeführt im J. 1894 etc., Separatabdruck aus den Mittheil. etc. Bd. XIV. Wien 1895, pag. 2—4) ten sam objaw wystąpił u dziewięciu innych wahadeł (Nr. 65, 66, 67, VII, VIII, IX, 68, 69, 70), razem więc w trzynastu (dotąd badanych) u wszystkich w tym samym kierunku (t. j. „kontrakcyą“ wahadeł) choć nie o tę samą ilość w różnych egzemplarzach, średnio od 0'25 do 1'55 jednostek siódmego miejsca dziesiątego na jeden dzień, do czego wliczając dane z doświadczeń p. Trulzi możemy granice zmienności rozszerzyć od 0'00 do 2'04 jednostek tego samego miejsca dziesiątego). Pułkownik v. Sterneck pisze m. i. (tamże str. 3). „Alle (nb. heuer) verwendeten Pendel zeigen demnach eine Verkürzung der Schwingungszeiten; die Pendel VIII und IX sogar eine ziemlich bedeutende und ungleiche. Es ist vorläufig schwer, eine halbwegs plausible Erklärung dieser Erscheinung anzugeben; möglicher Weise hat dieselbe, wenigstens zum Theile, in einer Contraction der Pendelstangen infolge elastischer Nachwirkungen, ihre Ursache. Bei Draht- und Stahlbandmassen ist schon öfters bemerkt worden, dass dieselben nach längerem Gebrauche kürzer geworden sind. — Es spricht für diese Annahme auch das Ergebniss der Beobachtungen mit den Pendeln Nr. 68, 69 und 70, welche für das Apparat Nr. 19 gleichfalls im heurigen (1894) Frühjahre verfertigt worden sind, jedoch nicht in Verwendung kamen, sondern den ganzen Sommer in Wien deponiert waren. Die Beobachtungen ergaben:

	68	69	70
Schwingungszeiten: 26 Mai 1894	0 <sup>s</sup> 507 9627	0 <sup>s</sup> 507 8783	0 <sup>s</sup> 508 0471
19 Octob. 1894	9562	8746	435
Verkürzung der Schwingungszeit in 146 Tagen	65	37	36

Diese Pendel zeigen demnach, obzwar sie nicht in Verwendung waren, gleichfalls eine Abnahme der Schwingungszeiten; es scheint daher vorläufig der Schluss gerechtfertigt, dass eine Verkürzung der Pendelstangen die Ursache dieser Erscheinung sei. Wir müssen demnach bei den heurigen Beobachtungen diesen Umstand berücksichtigen, indem wir annehmen, dass diese Contraction der Zeit proportional (?) stattfand und den täglichen Betrag derselben in Rechnung nehmen.... Die Grösse und Verschiedenheit dieser Beträge war die Veranlassung dass im Monate November 1894 die Stangen dieser drei Pendel (VII, VIII u. IX), welche aus Tombak verfertigt waren, durch solche aus Messing ersetzt wurden.“

Przytaczając dłuższy ustęp tekstu świeżo wyszłej (listopad 1895) pracy szanownego autora uczyniłem to z konieczności, aby czytelnikowi sprawę jasno postawić przed oczy i nie zatajać zachwianej dziś nieco wiary w niezmiennosc wahań Sterneckowskich. Dodam, iż dyskutując z pułkownikiem v. Sterneck o tym objawie (na początku lipca 1895) wyraziłem wówczas swe przekonanie, iż zjawisko to może pochodzić chyba tylko z reakcyjnego działania sprężystości metalu (elastische Reaction, Nachwirkung); kto zaś pierwszy z nas dwóch wpadł na tę myśl, jest (przypuszczając jej trafność) dla mnie i dla możliwego pożytku sprawy — podrzędne. Pozostawałoby tedy tylko wytłómaczyć, skąd ostatecznie pochodzi owa reakcyja sprę-

żytości? W tej mierze pozwolę sobie podać tutaj bardzo naturalne wytłómaczenie zjawiska, oraz dołączyć krótką jego teorię, którą jeszcze w grudniu 1895 naszkicowałem.

Zważajmy przedewszystkiem na informację, której udziela nam p. Triulzi, jakoteż sam pułkownik v. Sterneck w powołanych tu już dwukrotnie rozprawach. Pierwszy powiada krótko (pag. 47) „Die mir zur Verfügung gestandenen Pendel (tj. Nr. 39, 40 43 i 44) wurden kurz vor Antritt der Reise angefertigt“; drugi równie zwięźle (l. c. pag. 2) „Bis auf Pendel Nr. VII waren sämtliche Pendel (więc Nr. VIII, IX, 65, 66, 67, jakoteż nieopuszczające Wiednia Nr. 68, 69 i 70) neu, erst einige Monate vor Beginn der Arbeit gefertigt.“ Stwierdzam dalej tu po raz pierwszy, że i znaczenie starsze wahadła (Nr. II i VII) ten sam objaw — lubo w mniejszym rozmiarze — wykazują. I tak znalazł pułkownik Sterneck w wiedeńskim Instytucie geograficznym Relative Schwerebestimmungen ausgeführt im J. 1892, Separ. Abdr. aus dem XII. Bde der Mittheil. pag. 34; ebenso im J. 1893 aus dem XIII Bde pag. 40):

	Wahadło	II	VII
lipiec	1892	0 <sup>s</sup> 4990114	0 <sup>s</sup> 5081237
sierpień	„	0100	1231
marzec	1893	0085	1228
maj	„	0068	1210
lipiec	„	0086	1224
wrzesień	„	0079	1185

gdzie (pomimo lipcowych wartości psujących nieco prawidłowość zmian w obu szeregach), występuje najwyraźniej zmniejszanie się czasów wahan. Nawet najstarsze wahadło (Nr. I sporządzone gdzieś jeszcze około 1887) wykazuje aż po ostatni ze znanych mi jego czasów wahan drobny z biegiem lat ubytek tych czasów (0<sup>s</sup> 5006084 w sierpniu 1887, zaś średnia z 16-tu doświadczeń 0<sup>s</sup> 5006057 dla lata 1893, cf. Sterneck Bestimmung der Intensität der Schwerkraft in Böhmen, tudzież Relat. Schwerebestim. odbitki z Mittheil. etc. pierwsza z tomu X pag. 22, druga z XIII-go tomu pag. 40). Od innych podobnych spostrzeżeń wstrzymuję się tutaj rozmyślnie, zamierzając innym razem wrócić jeszcze do tego przedmiotu. Tutaj chodzi mi o zgodzenie się na mój sposób tłómaczenia rzeczy, albo też jego ze strony kompetentnej odparcie: jest więc dość czasu na wchodzenie w szczegóły.

Jeżeli się zapytamy o sposób w jaki wahadła Sterneckowskie zostały sporządzone przez mechanika E. Schneidera, to sam wynalazca informuje nas w tej mierze jak następuje: „Die Pendel sind aus Messing gefertigt und stark vergoldet. Sie haben eine Länge von etwa 25 cm. und schwingen daher halbe Secunden; das Gewicht oder die Pendellinse hat die Form von zwei an der Basis verbundenen abgestutzten Kegeln, deren grössere Durchmesser ist 8 cm., die beiden kleineren je 4 cm., die Höhe beträgt 4 cm. Die Linse hat ein Gewicht von etwa 1 kg. und ist aus blasenfreiem, gehämmerten Rothgusse hergestellt. Am oberen Ende der 8.5 mm. dicken runden Pendelstange aus hartem gezogenen Messing, welche mit der Pendellinse verschraubt und verlöthet ist, befindet sich die Fassung für die Achatschneiden.....“ (Der neue Pendelapparat des k. k. milit. geograph. Institutes, Separ. Abdruck aus den Mittheil. etc. Bd. VII. Wien 1887 pag. 2), a słowo w słowo to samo czytamy przy opisie narzędzia jaki podaje p. Triulzi (l. c. Einleitung pag. 2). Pręt wahadłowy jest więc sporządzony nie z kutego, ale z **ciągnionego** mosiądzu, a to zapomocą narzędzia zwanego drutownicą, jak mię ustnie o tem objaśnił porucznik okręt. p. Fryderyk v. Filz, dobrze oznajomiony z historią całego narzędzia. Tutaj według mojego przekonania leży powód stopniowej



powolnie się zmniejszającej, ale ustawicznej kontrakcyi długości całego wahadła.

Jeżeli bowiem zważymy, że ciągnięcie czy to drutów, czy grubszych od nich prętów walcowatych (tu o promieniu 4.25 mm.) przez otwory drutownicy odbywa się siłą wynoszącą setki a nawet tysiące kilogramów, to łatwo spostrzeżemy, że gdy po dokonaniu czynności drut czy pręt taki uwolnimy od dalszego działania siły ciągnącej, będzie on — właśnie na mocy swej sprężystości — usiłował wrócić choćby częściowo do pierwotnego swego kształtu, a więc niejako powetować sobie deformację przymusową przy tak wielkiej sile ciągnącej. Że nie przesadzam mówiąc o tysiącach kilogramów, dowodzą liczby. Według doświadczeń Wertheima (zob. Kohlrausch Leitfaden der praktischen Physik, 4-te Auflage, Leipzig 1880, Tab. 17 pag. 291) wytrzymałość („Tragfähigkeit“) mosiądzu ciągnionego wynosi 60 kg. na każdy mm. kwadratowy: powyżej tej siły ciągnącej metal się „rozłazi“, a przy nagłych obciążeniach — zrywa. Przekrój prętów przy wahadłach Sterneckowskich wynosi  $4.25^2 \cdot \pi = 56.7 \text{ mm}^2$ ; wyciągalność może więc odbywać się dopiero gdzieś w pobliżu  $56.7 \cdot 60 = 3402 \text{ kg.}$ , gdy tak zwana granica sprężystości już dawno przekroczoną została. W tych warunkach pręt wahadłowy zostający (i to nie zawsze) pod wpływem nieznacznego już tylko ciągnięcia swojej soczewki (1 kg.), będzie się starał odzyskać dawne swe wymiary, (tj. większą grubość a mniejszą długość) jakie posiadał zanim przeszedł przez najszczuplejszy otwór drutownicy. Co do tych dobrze znanych, drobniotkich wprawdzie, ale latami trwających reakcyi sprężystości, robił doświadczenia Sir Will. Thomson (dziś lord Kelvin) i inni angielscy uczeni. O ile mi wiadomo, również prof. A. Witkowski ogłosił pod tym względem rozprawę w języku angielskim.

Teorya sprężystości (Clebsch, Weyrauch) poucza, że prawa wspomnianej reakcyi (elastische Nachwirkung) są te same co przewodnictwa ciepła a względnie ostygnięcia ciała w nieograniczonej przestrzeni, posiadającej temperaturę niezmienną. Z doświadczeń A. T. Kupffer'a (Recherches experim. sur l'élasticité des métaux St. Petersburg 1860), Th. Gray'a (The effect of permanent elongation on the specific resistance of metallic wires, Edinburgh 1881) i innych, wynika, że po uchyleniu siły ciągnącej, powrót przeciągniętych drutów lub prętów do dawnych wymiarów odbywa się zrazu dość szybko, później zaś coraz powolniej, aż wreszcie staje się nieznaczny. Jest to więc objaw zupełnie podobny do ruchu rtęci w termometrze przeniesionym naraz z ciepłego otoczenia w zimniejsze, właśnie jak to z teoryi wynika. Oznaczywszy przez  $l$  długość pręta w czasie  $t$ , przez  $l_0$  na początku czasu (który dowolnie ustanowić możemy), t. j. gdy  $t=0$ , przez  $\lambda$  jego ostateczną długość po spełnieniu się procesu reakcyi (teoretycznie więc gdy  $t = \infty$ ), przez  $v$  wreszcie stałą ilość, będziemy mieli

$$l = \lambda + (l_0 - \lambda) \cdot K \left( \frac{v}{\sqrt{t}} \right),$$

gdzie  $K(\theta)$  jest t. z. funkcją Kramp'a jednego argumentu  $\theta$ , określoną równaniem

$$K(\theta) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\theta e^{-z^2} dz,$$

zaś  $v$  współczynnikiem zależnym tylko od jakości materiału z którego pręt sporządzony. Ponieważ pochodna tej funkcyi względem własnego jej argumentu

$$K'(\theta) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-\theta^2}$$

gdzie dla krótkości  $\theta = \frac{v}{\sqrt{t}}$  wyobraża, przeto zmienna z czasem chyżość zmian długości  $l$  (tj. chyżość kurczenia się pręta) będzie

$$\frac{dl}{dt} = \frac{dl}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = (l_0 - \lambda) \cdot \frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-\theta^2} \frac{d\theta}{dt},$$

a że

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{v}{\sqrt{t}} \right) = -\frac{v}{2t\sqrt{t}},$$

więc

$$\frac{dl}{dt} = -\frac{v(l_0 - \lambda)}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{1}{t\sqrt{t}} e^{-\frac{v^2}{t}},$$

gdzie z uwagi na małość i powolność omawianych tu ruchów, wolno będzie w nie zbyt długich przeciągach czasu pochodną  $\frac{dl}{dt}$  zastąpić ilorazem  $\frac{\Delta l}{\Delta t}$ .

W zastosowaniu tych wzorów do aktualnej kwestyi „wiekowego“ skracania się mosiężnego pręta wahadłowego, będzie dogodnie wziąć logarytmy (zwyczajne) po obu stronach ostatniego równania i wprowadzić skrócenia

$$A = \log \frac{v(l_0 - \lambda)}{\sqrt{\pi}}, \quad B = v^2 \log e = 0.43429 v^2$$

poczem przejdzie ono na

$$A - \frac{B}{t} = \log \left( -\frac{\Delta l}{\Delta t} \right) + \frac{3}{2} \log t.$$

Stąd widać, że interesujące nas tutaj stałe  $A$ ,  $B$  (zaś ostatecznie  $l_0 - \lambda$  i  $v$ ) dadzą się znaleźć, jeżeli dla jednego i tego samego pręta wahadłowego z trzech (przynajmniej), w czasie dość odległych, pomiarów uda się jakimkolwiek sposobem znaleźć dwie zmienne wartości ilorazu  $\frac{\Delta l}{\Delta t}$ , a to daje się rzeczywiście wykonać ze znaczną dokładnością u wahadeł Sterneckowskich zapomocą pomiarów czasów wahnięcia  $s$ .

W tem co następuje, poprzestaję na przybliżonym rachunku o tyle, że nie liczę się z 4 cm. wysoką „soczewką“ tych wahadeł. Ponieważ czas wahnięcia  $s = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ , t. j.  $l = g\pi^{-2} \cdot s^2$ , więc  $\Delta l = 2g\pi^{-2} s \Delta s$ ; gdy zaś  $2g\pi^{-2} s$  u wahadeł Sternecka wynosi bardzo blisko  $2.9 \cdot 808\pi^{-2} \cdot 0.507 = 1.007$  m.sec., więc

$$\frac{\Delta l}{\Delta t} = 1.007 \frac{\Delta s}{\Delta t},$$

gdzie jednostką  $s$  jest sekunda, zaś metr dla  $l$ . Co do jednostki  $t$  wolno ją przyjąć dowolnie, obieram tedy dzień średni, aby w tej mierze postąpić zgodnie z pułkownikiem Sterneckim, który ową „piątą poprawkę“ czasu wahnięcia  $s$  przyjmuje proporcjonalną do liczby dni, które upłynęły między jednym a drugim doświadczeniem wyznaczającym wartość  $s$  na tem samym miejscu.

Zanim podam ściśle rezultaty rachunku licznych wahadeł, które wielokrotnie wahały się w Wiedniu, ograniczę się w tej chwili do przybliżonego rachunku jedynie co do zmian dostrzeżonych w Pola przez p. Triulzi. Znalazł on u „średniego wahadła“ w pierwszych 22 dniach zmianę  $\Delta s$  równą  $-45 \cdot 10^{-7}$ , w następnych 82 dniach już tylko  $-27 \cdot 10^{-7}$  jednej sekundy. Będzie więc w jednym dniu pierwszym razem  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$  równe  $-2.045 \cdot 10^{-7}$ , w drugim zaś  $-0.329 \cdot 10^{-7}$ , co mnożąc przez 1.007 (zob. wyżej)

otrzymamy wartość  $\frac{\Delta l}{\Delta t}$  równą raz  $-2.06.10^{-7}$ , drugi raz  $-0.33.10^{-7}$  jednego metra. Kładąc teraz początek czasu na dzień 30-go kwietnia (1-sze doświadczenia w Pola) widzimy, że pierwsza wartość na  $\frac{\Delta l}{\Delta t}$  obowiązuje, gdy  $t = \frac{22}{2} = 11$ , tj. w środku czasu między 30 kwietnia a 22-gim maja 1893, w którym to dniu wykonał p. Triulzi drugi szereg doświadczeń), druga zaś wartość gdy  $t = 22 + \frac{82}{2} = 63$  (gdyż dnia 12 sierpnia był trzeci szereg doświadczeń). Będzie zatem według poprzedniego

$$A - \frac{B}{11} = \log(2.06.10^{-7}) + \frac{3}{2} \log 11, \quad A - \frac{B}{63} = \log(0.33.10^{-7}) + \frac{3}{2} \log 63,$$

odejmując teraz pierwsze równanie od drugiego

$$\frac{52}{693}B = \log \frac{0.33}{2.06} + \frac{3}{2} \log \frac{63}{11}, \quad \text{skąd } B = +4.55208,$$

a następnie

$$v = \sqrt{\frac{B}{0.43429}} = 3.2375, \quad \text{jakoteż } (l_0 - \lambda) = \frac{1.9189\sqrt{\pi}}{3.2375} 10^{-5} = 1.0506.10^{-5} \text{ metra} = \\ = 1.0506 \text{ mikronów.}$$

Tyle (w przybliżeniu) miałyby wynieść ostateczna kontrakcja wahadła, począwszy od dnia 30 kwietnia 1893 aż do ukończenia się reakcji sił sprężystości; wahadło sekundowe, które jest niemal 4 razy tak długie, doznałoby skutkiem tego zmiany (rachunkowej) przewyższającej 4 mikrony; a wyznaczona w takich warunkach siła ciężkości  $g$  doznałaby rachunkowej (tj. pozornej) zmiany około 40 mikronów ( $g = \pi^2 L$ ). Ostateczna, temi samymi wahadłami po dłuższym przeciągu czasu wyznaczona wartość  $s$  w Pola byłaby według tego o

$$\frac{1.506.10^{-5}}{1.0007} = 0.0000104,$$

tj. o 104 jednostek siódmego miejsca dziesiętnego mniejsza aniżeli znaleziona dnia 30-go kwietnia 1893. Wartości przytoczone leżą właśnie w granicach zmian wykazanych eksperymentem, a dotąd dostrzeżonych. Ponieważ aż po ostatnie (znane mi) doświadczenia w Pola wykonane, tj. 12-go sierpnia 1893, czas wahnienia począwszy od 30/4 t. r. skrócił się faktycznie o  $45 + 27 = 72$  jednostek 7-go miejsca dziesiętnego, więc wahadłom tym (a raczej „średniemu“) pozostawałoby jeszcze blisko  $104 - 72 = 32$  tych samych jednostek jako oczekiwane w przyszłości dalsze i ostateczne zmniejszenie się czasu  $s$ .

Dodam na koniec, że chcąc teorię wahadeł Sterneckowskich zastosować z całym rygorem, należałoby prócz tego uwzględnić malutki wpływ jaki znowu drobne wyciąganie się pręta wahadłowego  $l$  pod wpływem 1 kg. własnego ciężaru (głównie soczewki) wywiera na  $s$ . Przedłużenie jego stąd powstałe wynosi, jak wiadomo,  $\Delta l = \frac{l}{E} \frac{\text{ciężar}}{\text{przekrój}}$

gdzie  $E$  jest modułem sprężystości metalu (u mosiądzu  $E = 9000 \frac{\text{kg.}}{\text{mm}^2}$ , Wertheim l. c.)

Przy wahadłach Sterneckowskich mamy  $l = 250$  mm., przekrój  $= 56.7$  mm<sup>2</sup>, ciężar  $= 1$  kg, więc  $\Delta l = 0.000504$  mm., a cztery razy tyle dla wahadła sekundowego, przeto niemal 0.00202 mm. Ponieważ  $g = \pi^2 L = 9.86L$ , więc wynikałaby stąd na  $g$  zmiana (pozorna) wynosząca 2.0 mikronów, czemu odpowiada powiększenie każdego obserwowanego  $s$  o 5 jednostek siódmego miejsca dziesiętnego, tak że stała wszystkich poprawka „z“ tego tytułu wynosiłaby  $-5$  takich jednostek. Rozumie się samo przez się, iż drobnutka ta

podatność stosować się może tylko do wahadeł wiszących, albo wahających się, gdyż tylko wówczas ciężar soczewki może wpłynąć na długość mosiężnego pręta.

(<sup>3</sup>) Z bliższego badania wpływu temperatury na ruch zegaru Haw. Nr. 18 przy sposobności pierwszych prób z wahadłami Sterneckowskimi (d. 24—26 sierpnia 1895); okazało się mianowicie, że dzienny ruch tego zegaru powiększa się (biorąc algebraicznie) blisko o  $+0^{\circ}427$  ze wzrostem temperatury (średniej w ciągu doby) o  $1^{\circ}\text{C}$ .

(<sup>4</sup>) Poprawka „topograficzna“ (zob. Sterneck w Mittheil. des k. u. k. milit.-geogr. Instit. Bd. XI pag. 214) odpada we wszystkich stacyach nie leżących w głębszych kotlinach górskich. Nawiasem zauważę, że jej wartość, jak ją szan. autor podaje, nie wydaje mi się bezpieczną — pomimo znacznego mozółu, jakiego wymaga każdorazowe jej obliczenie.

(<sup>5</sup>) Dokładniejszą wartość  $+0^{\circ}1113$  znalazłem później (zob. mój artykuł „O wpływie temperatury na ruch zegarów itd.“ w XXX T. Rozpr. Akad. Um.

(<sup>6</sup>) Według najświeższych doświadczeń, jakie dla różnych kamieni wykonali lorp W. Kelvin i J. R. Erskine Murray w Proceedings of the Royal Society, 1895, Vol. LVIII, Nr. 349, pag. 162.

(<sup>7</sup>) Z prawdopodobną niepewnością ( $\pm 3$  m.); wzniesienie to jest średnią podwójnego obliczenia „barometrycznego“, raz jakie wykonał prof. Karliński według barogramów krakowskiego barografu (Kreil'a) a powtóre mego rachunku na podstawie barogramów czernichowskiego barografu (Richard, Frères), przyczem troskliwie uwzględniono tak poprawkę ( $+0^{\circ}93$  mm.) stacyjnego barometru czernichowskiego, jakoteż inne należące tu poprawki.

(<sup>8</sup>) Według doświadczeń p. Damour porfiry (i melafry) mają gęstość od 2.61 do 2.94 (zob. Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1886 pag. 591).

(<sup>9</sup>) Szerokość wieży kościoła klasztornego znalazł prof. Karliński (z mapy sztabu generalnego 1:75000 wyd. r. 1895) równą  $+50^{\circ} 4'16$ ; lokal „wahadłowy“ leżał zaś bardziej na południe blisko 55 m., czemu odpowiada drobnutka zmiana o  $-0^{\circ}03$ .

