

Historyczne obserwacje przejść Wenus



1518 r.



Jadeitowa figurka azteckiego boga Quetzalcoatla wznoszącego się z paszczy Skrzydlatego Węża, mogąca symbolizować wznoszenie się Gwiazdy Porannej znad powierzchni Ziemi by obwieścić wschód Słońca.

Figura ta może upamiętniać przejście Wenus przed tarczą Słońca w 1518 r.

1526



Również Majowie przywiązywali szczególne znaczenie do planety Wenus. Była ona kojarzona z głównym bogiem Majów, Quetzalcoatlem, i jedną z jego inkarnacji, Kulkulkanem.

Niewykluczone, że Montezuma, obserwując Słońce w celu uzyskania przepowiedni, widział tranzyt Wenus w 1526 roku

4 grudnia 1639 r.

4 grudnia 1639



Jeremiah Horrocks obserwujący tranzyt Wenus. J.W. Lavender, Astrey Hall Museum & Art Gallery, Chorley

Pierwsze historycznie udokumentowane przejście Wenus miało miejsce 4 grudnia 1639 roku.

Obserwacje przeprowadził Jeremiah Horrocks, brytyjski kleryk, i jego przyjaciel, Williama Crabtree.

Obserwacje udały się tylko dlatego, że Horrocks wyliczył moment przejścia Wenus używając lepszych danych, niż Kepler.

4 grudnia 1639

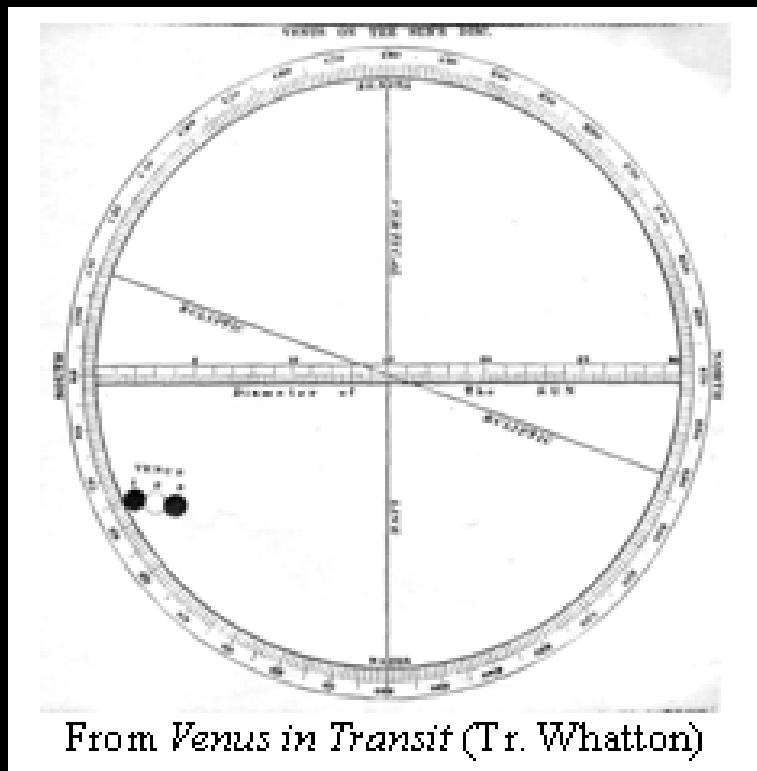


Jeremiah Horrocks obserwujący tranzyt Wenus, Eyre Crowe, Walker Art Gallery, Liverpool.

" Około 3:15 po południu, gdy wróciłem do biura by kontynuować swoją pracę chmury, jakby za sprawą Boskiej ingerencji, całkowicie się rozproszyły, a ja ponownie rozpocząłem obserwacje. To, co zobaczyłem, było najwspanialszym spektaklem.

Patrzyłem na obiekt moich pełnych nadziei życzeń, na plamkę o doskonale kolistym kształcie, która już całkowicie weszła na tarczę dysku słonecznego od lewej strony tak, że brzeg Słońca i Wenus doskonale do siebie przylegały. Nie wątpiąc, że to, co obserwuję to naprawdę cień planety, rozpocząłem skrzępane obserwacje. Wenus jednak była dla mnie widoczna nie dłużej niż przez pół godziny, gdyż Słońce szybko zachodziło za horyzont." [Jeremiah Horrocks]

4 grudnia 1639



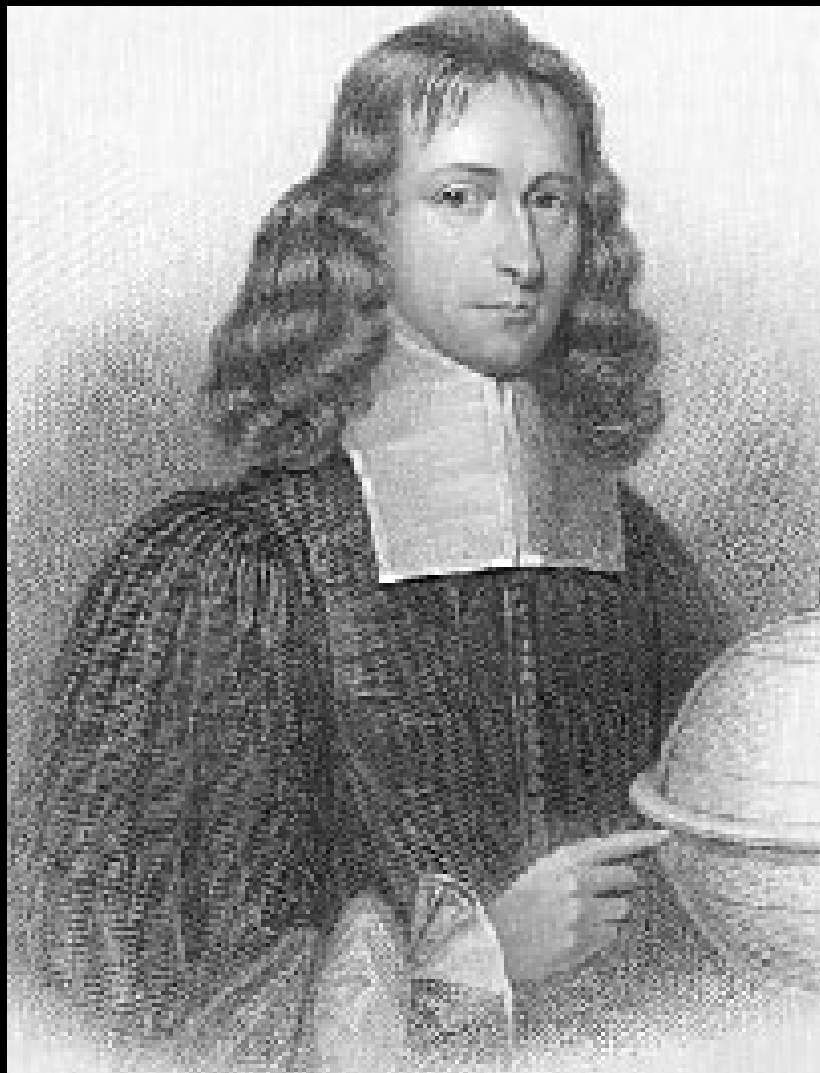
W celu obserwacji, Horrocks narysował na papierze okrąg, którego średnica była równa niemal sześciu calom. Na niego rzutował obraz Słońca, używając do tego celu teleskopu, prawdopodobnie o konstrukcji Galileusza.

W czasie tranzytu Horrocks przeprowadził trzy pomiary, o 3.15, 3.35 i 3.45 po południu.

Horrocks wyliczył, że średnica Wenus wynosiła $1/25$ średnicy Słońca czyli $76''$.

Horrocks wyznaczył również położenie Wenus na tarczy Słońca w sposób, który w dużym stopniu eliminował wpływ błędów obserwacyjnych.

1663 r.



W roku 1663, James Gregory (1638 – 1675), uznawany za jednego z najważniejszych matematyków XVII wieku, zaproponował metodę wyznaczenia odległości Ziemi od Słońca wykorzystującą obserwacje tranzytów Wenus.

1677 r.

Sir Edmund Halley (1656-1742), ten od którego nazwiska wywodzi się nazwa komety Halley'a, zaproponował tę samą metodę w 1677 roku, czyli 14 lat później

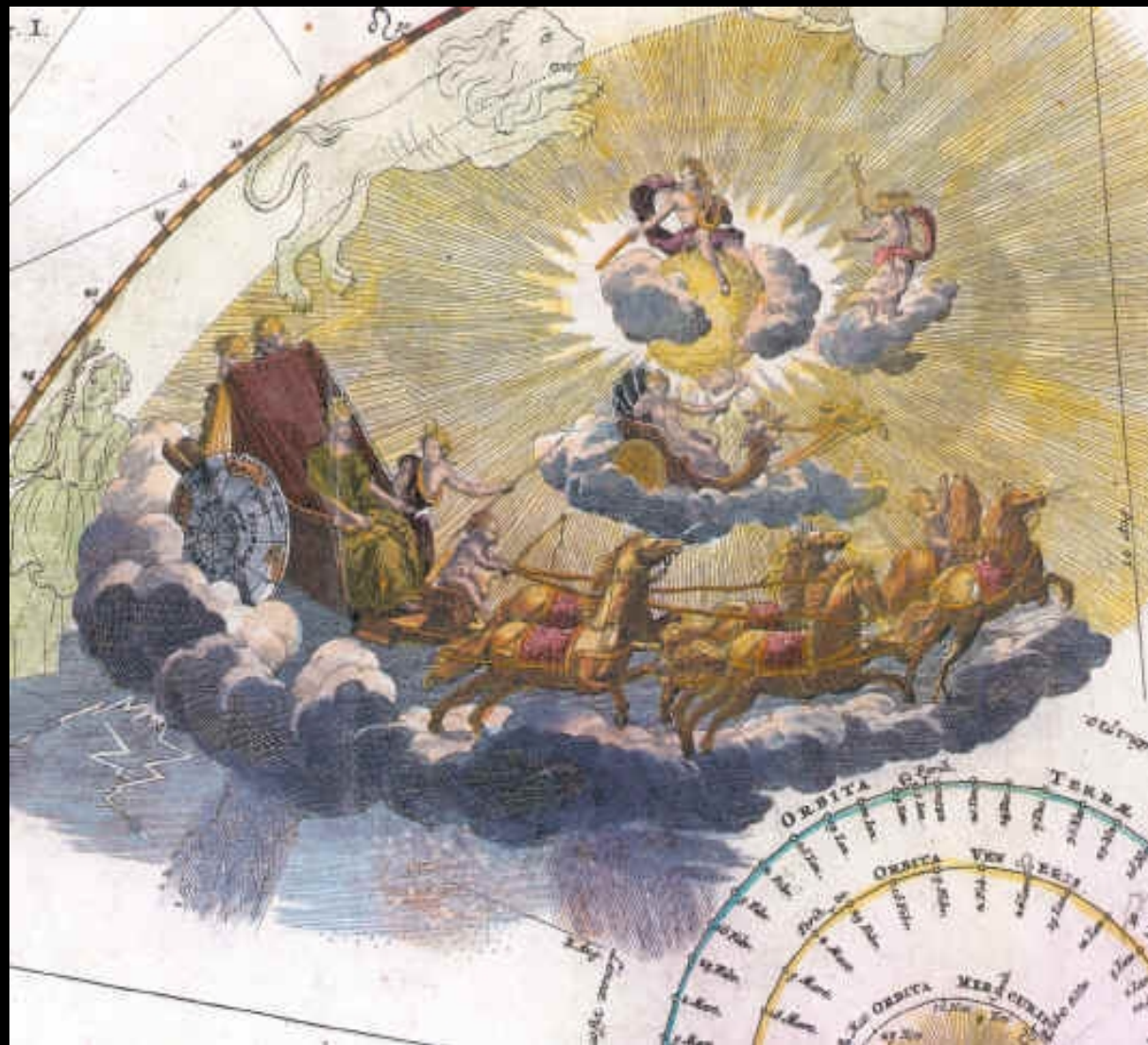
W 1716 roku opublikował artykuł opisujący szczegóły proponowanej przez siebie metody, która odtąd jest kojarzona właśnie z Halleyem.

Jak widać zatem, w nauce nie zawsze “bycie pierwszym” ani nawet “posiadanie racji” jest tym, co wprowadza do kanonu książek historycznych.



5 czerwca 1761 r.

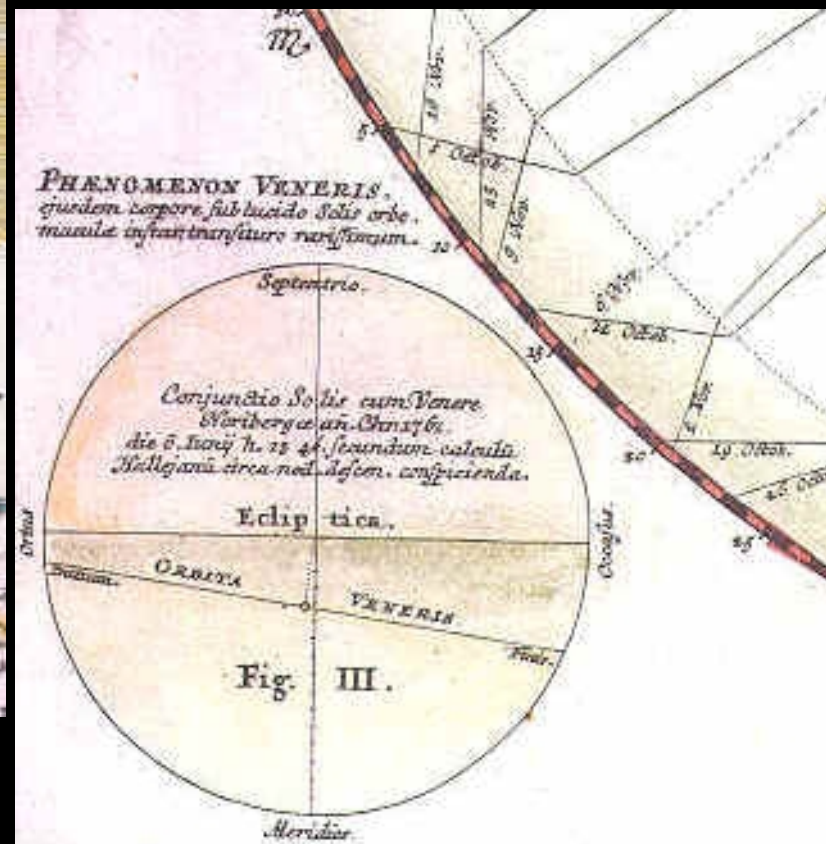
5 czerwca 1761 r.



Johann Doppelmayr's Atlas Coelestis, 1742

Wenus przechodzi między Słońcem a Ziemią (z lewej):

Wyliczony tor tranzytu w roku 1761. (na dole):



5 czerwca 1761 r.

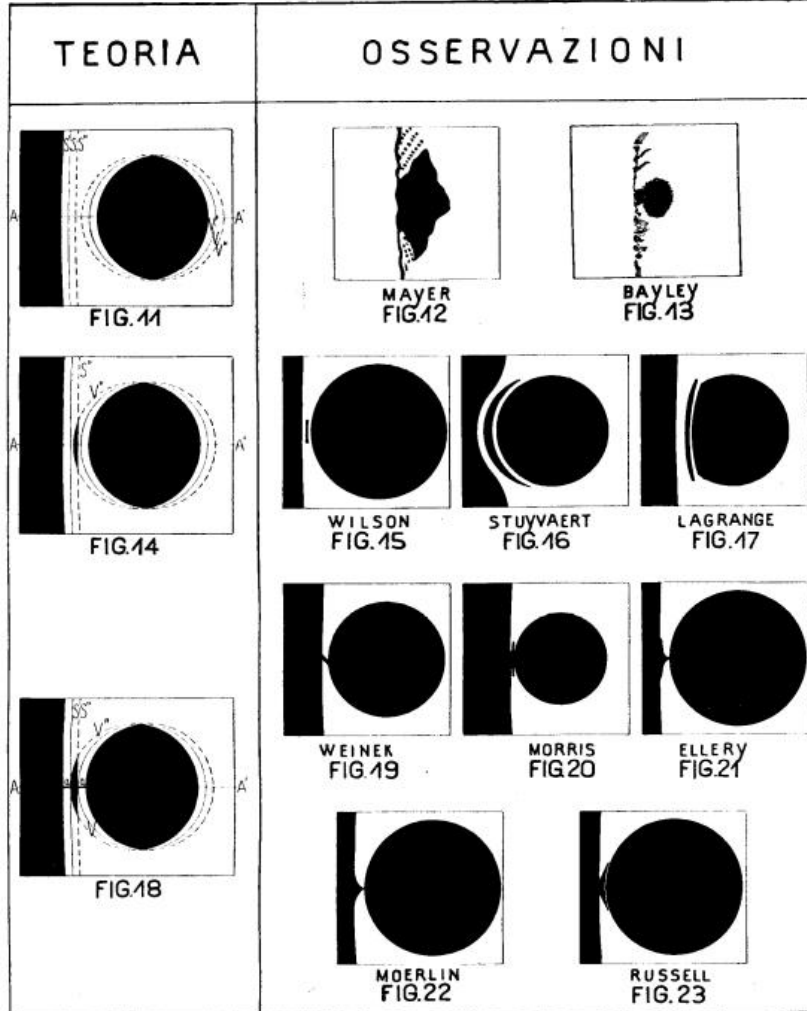


Tranzyty Wenus z lat 1761, 1769, 1874 i 1882 zostały wykorzystane do wyznaczenia odległości Ziemia-Słońce. Jednak tranzyt z 1761 roku przyniósł jeszcze jedno, niespodziewane, odkrycie.

Przejście z 5 czerwca 1761 roku było obserwowane przez 176 naukowców ze 117 stacji badawczych rozsianych po całym świecie. Między innymi przez rosyjskiego astronoma, Michaila V. Łomonosowa (1711-1765).

Łomonosow zaobserwował bardzo dziwną rzecz: zamiast czarnego dysku Wenus nachodzącego na jasny brzeg Słońca, dostrzegł on wokół czarnego brzegu planety poświatę. Poświata ta widoczna była tylko przez kilka minut i następnie zaniknęła. W ten sposób Łomonosow odkrył istnienie atmosfery na Wenus!

5 czerwca 1761 r.



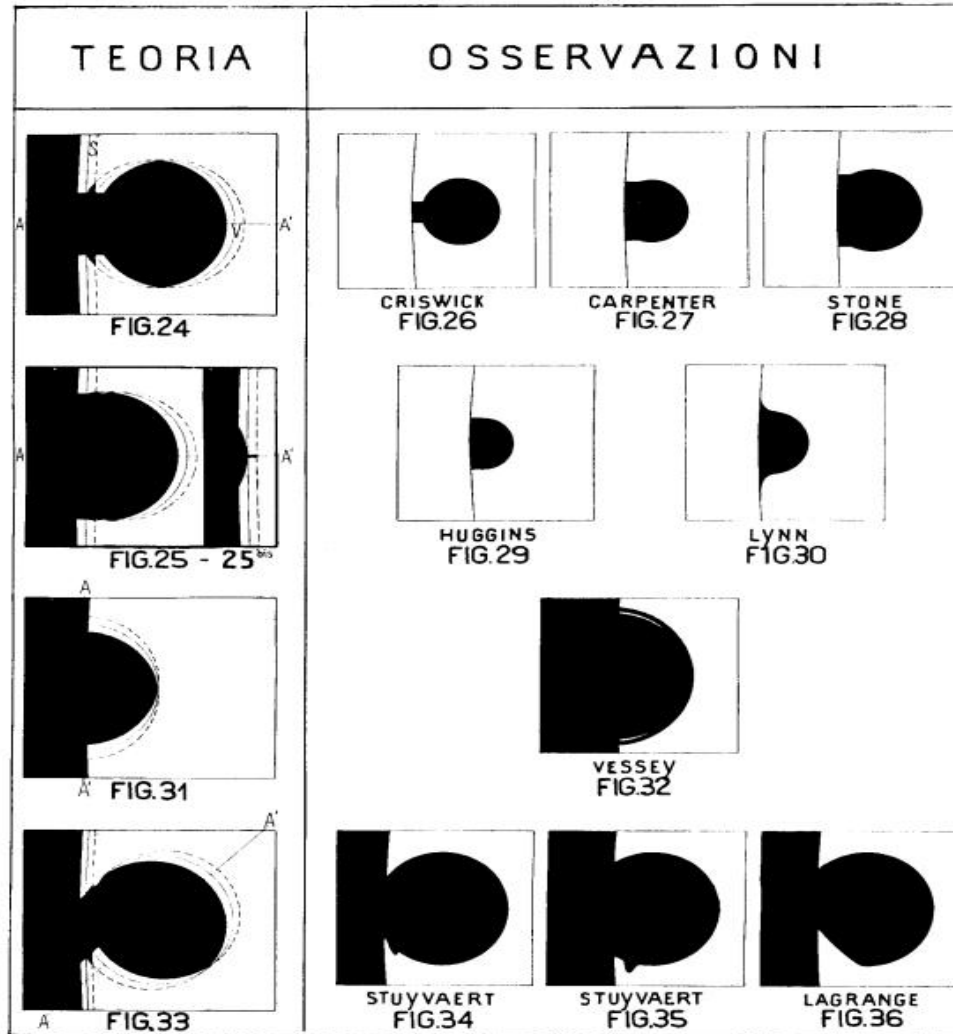
Il fenomeno della « goccia nera » e l'astigmatismo.

Zjawisko Czarnej Kropli – polega na tym, że w sylwetce Wenus widać menisk pomiędzy planetą a brzegiem Słońca. Czarna Kropla pojawia się podczas wewnętrznych kontaktów (tj. II i III). Zjawisko to utrudniało wyznaczenie dokładnych momentów kontaktów, przez co znacznie obniżało dokładność wyznaczenia jednostki astronomicznej.

5 czerwca 1761 r.

Pubblicazioni del R. Osservatorio di Bologna — Vol. I, N. 3.

TAVOLA N. IV.



Il fenomeno della « goccia nera » e l'astigmatismo.

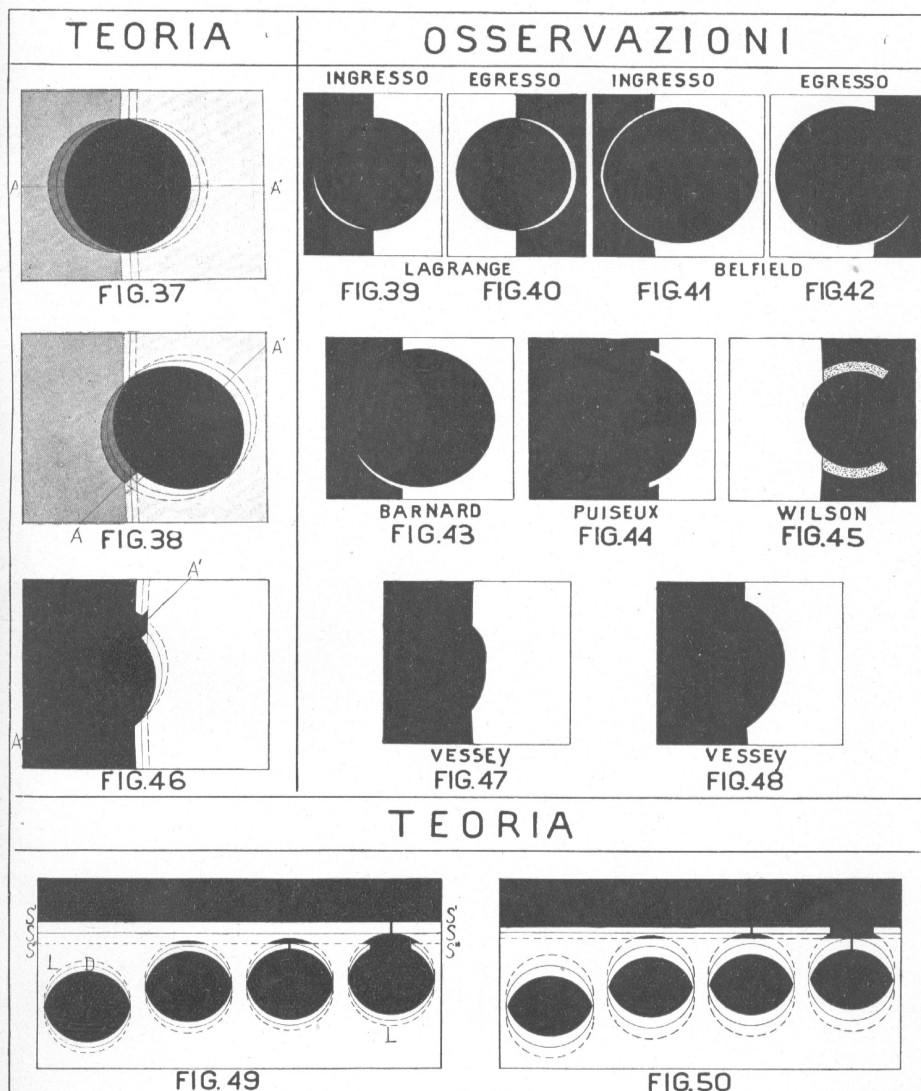
Czarna Kropla, wbrew temu, co przypuszczano, nie jest wynikiem dyfrakcji, iluzji ani też refrakcji atmosferycznej.

Dyfrakcja rozprasza światło w skali nano-sekund łuku, jest więc do zaniechania. Iluzję też należy wykluczyć.

Czarna Kropla nie mogła być, jak początkowo sądzono, wywołana obecnością atmosfery na Wenus, gdyż zjawisko to obserwowano również podczas tranzytów Merkurego, który atmosfery nie posiada

5 czerwca 1761 r.

Właściwa odpowiedź na pytanie czym jest Czarna Kropla pozostawała nieznana aż do roku ok. 1770, kiedy to J. J. de Lalande wyjaśnił, że Czarna Kropla jest wynikiem rozmywania obrazu spowodowanego ruchami atmosfery ziemskiej.



Il fenomeno della « goccia nera » e l'astigmatismo.

3 czerwca 1769 r.

3 czerwca 1769

Jednym z obserwatorów tranzytu z 1769 roku był David Rittenhouse (1732-1796), amerykański zegarmistrz, matematyk i astronom.

Wyliczył on moment tranzytu i obserwował go ze swego obserwatorium w Norristown, Pennsylvania.

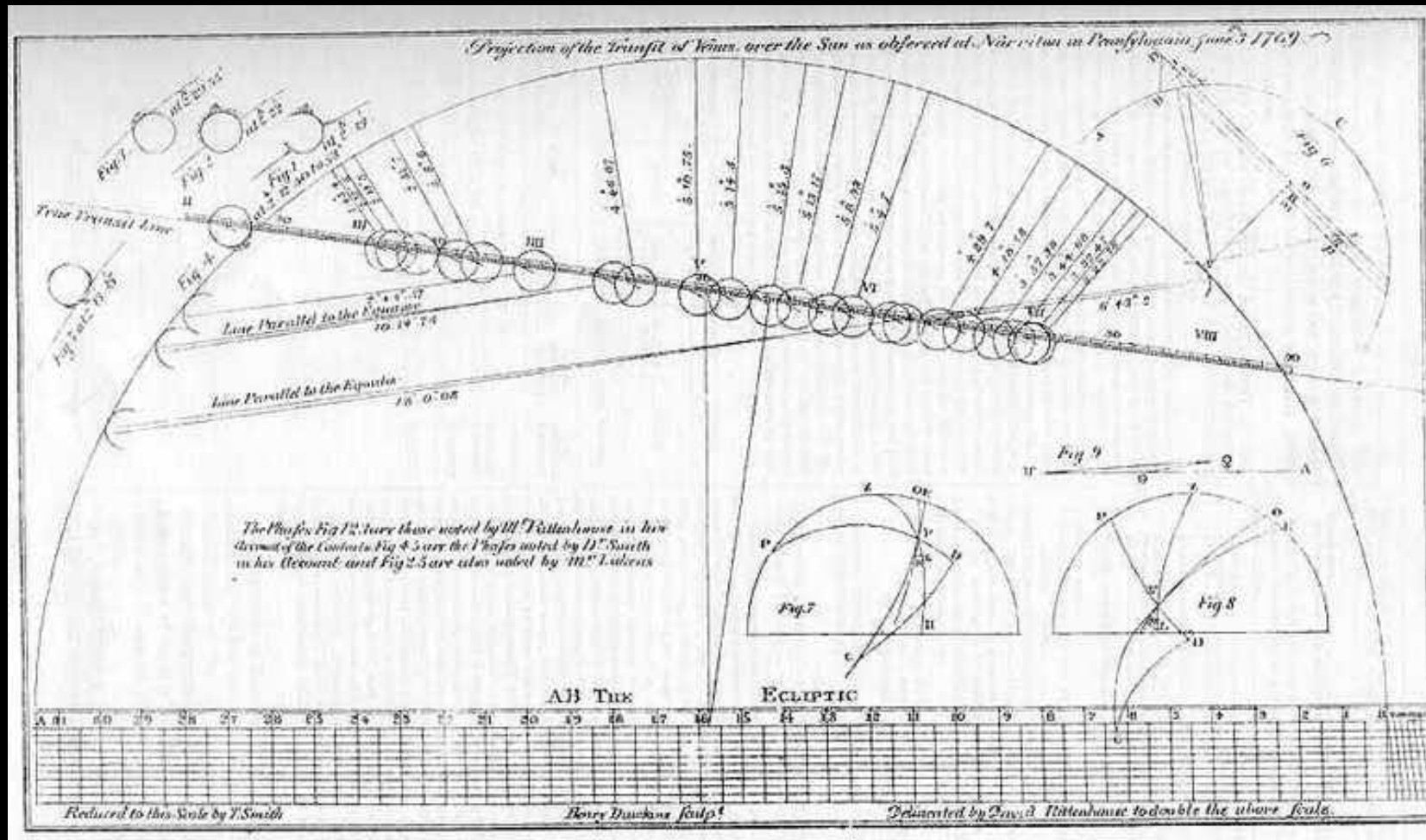


David Rittenhouse



RITTENHOUSE OBSERVATORY.

3 czerwca 1769



Zapis obserwacji tranzytu Wenus z roku 1769 obserwowanego przez Davida Rittenhouse'a w Norriton. "An account of the Transit of Venus". Transactions of the American Philosophical Society Philadelphia: R. Aitken & Son, 1789. vol. I, 2d ed. Corrected

3 czerwca 1769



Tranzyt z 1769 roku był obserwowany nie tylko przez astronomów.

Rycina obok przedstawia parę obserwującą to rzadkie zjawisko.

Oczywiście przedstawiony sposób obserwacji jest bardzo niebezpieczny i może doprowadzić do trwałego uszkodzenia wzroku!

3 czerwca 1769

Z tranzytem z 1769 roku wiązała się słynna wyprawa kapitana Cooke'a na żaglowcu Endeavour na Taiti.

James Cook, urodzony 27 Października 1728 roku w Marton-in-Cleveland w hrabstwie Yorkshire w Anglii. W 1755 Cook wstąpił do Królewskiej Marynarki Wielkiej Brytanii i, wkrótce po zostaniu oficerem, został wybrany do przedsięwzięcia naukowej podróży do Taiti w celu obserwacji i udokumentowania przejścia Wenus. Obserwacje te miałyby zostać użyte przez naukowców do wyznaczenia odległości Ziemi od Słońca.



3 czerwca 1769

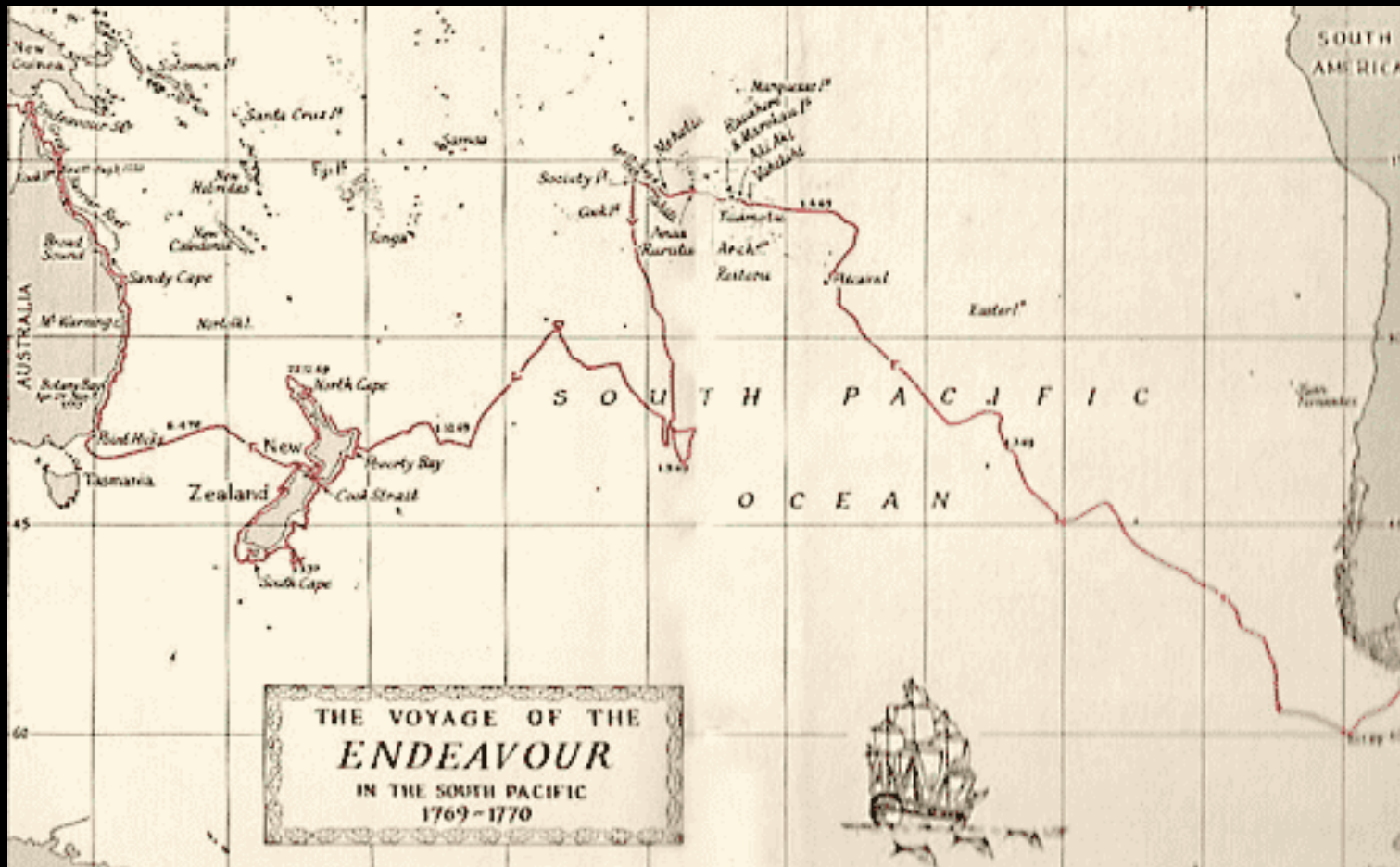


25 sierpnia Cook wypłynął z Anglii wraz z 94 marynarzami i naukowcami na pokładzie. Wiózł ze sobą tajne rozkazy od Królewskiej Marynarki, które miały zostać odczytane dopiero po zakończeniu misji naukowej.

Tajemnicze rozkazy dotyczyły dalszych celów wyprawy. Cook miał płynąć dalej na południe Pacyfiku i znaleźć legendarny Wielki Południowy Kontynent

W rezultacie Cook wykazał, że ten legendarny kontynent nie istnieje. Istnieje jednak wyspa, Nowa Zelandia, która prawdopodobnie stała się osnową, na której powstała legenda Wielkiego Południowego Kontynentu.

3 czerwca 1769



Fragment trasy wyprawy Endeavour kapitana Cooke'a.

3 czerwca 1769



Model 4-calowego teleskopu (teleskop Jamesa Shorta Gregoriana) w skali 1:5. Teleskop taki, wykonany z mosiądzu lub srebra, był używany przez Cooke'a na Taiti.

3 czerwca 1769

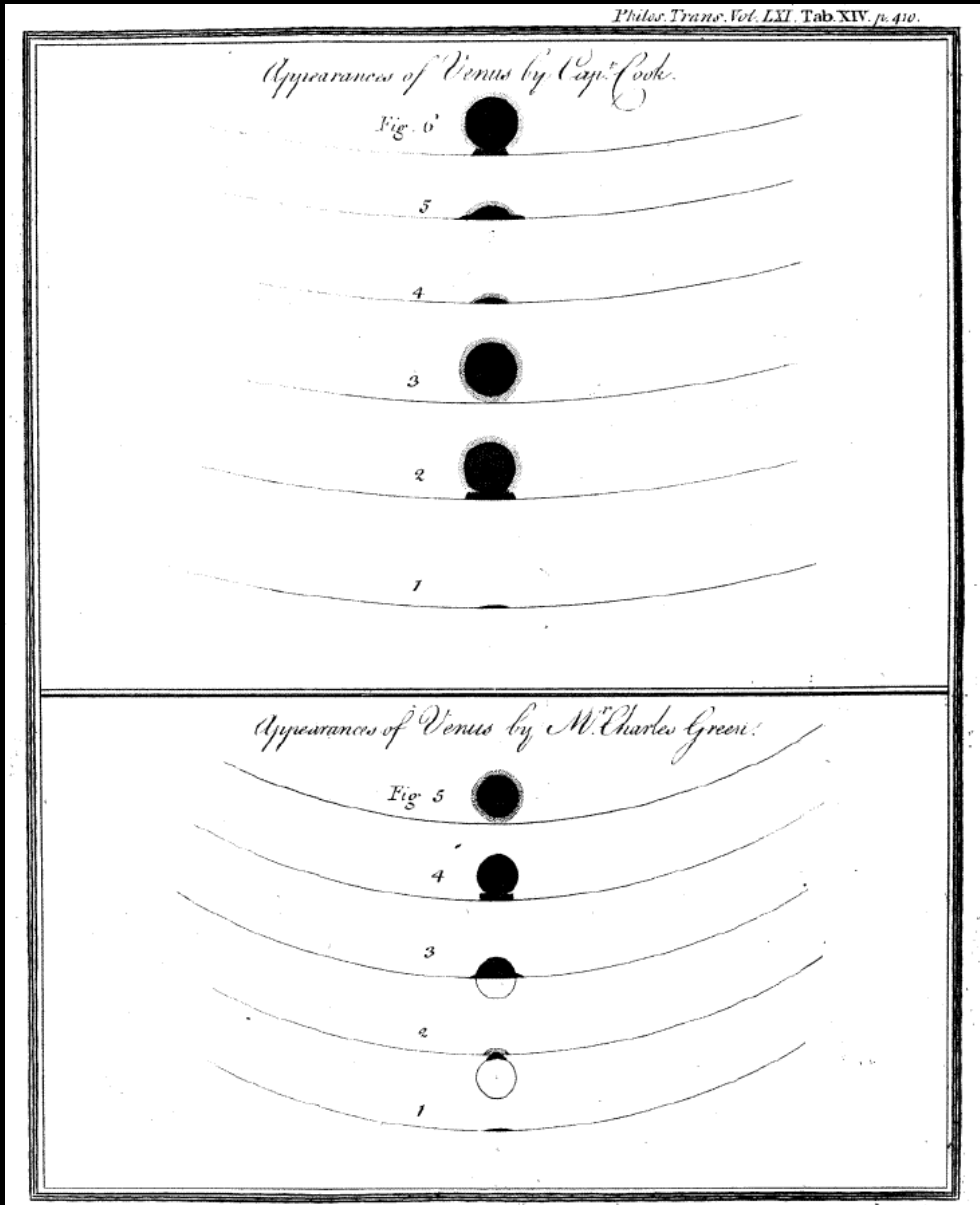


Jednym z naukowców towarzyszących Cooke'owi był botanik Joseph Banks.

Widzimy go w chwili, gdy pokazuje rdzennym mieszkańcom Taiti, jak wygląda zjawisko tranzytu Wenus obserwowane przez teleskop.

3 czerwca 1769

Philos. Trans. Vol. LXI. Tab. XIV. p. 410.



A to już zapis obserwacji tranzytu przeprowadzonych przez Mr. Charles'a Greena asystenta w Królewskim Obserwatorium w Greenwich i przez porucznika James'a Cooka na wyspie Króla Jerzego na Morzu Południowym

Philosophical Transactions of the Royal Society, Vol. 61, p. 410, 1771.

8 grudnia 1874 r.

8 grudnia 1874 r.



Obserwatorium tranzytu Wenus wzniesione na czas obserwacji na terenie Królewskiego Obserwatorium, 1874 (RGO Archive).

Amerykańska Komisja od Tranzytu Wenus, w której Sekretarzem był astronom Simon Newcomb, wysłała osiem ekspedycji i przeznaczyła, poprzez Kongres U.S., 177,000 dolarów na ich cele.

W czasie kolejnego tranzytu 8 grudnia 1874 roku zostało wykonanych setki fotografii. Był to dopiero początek zastosowań tej technologii i dlatego tylko niewielka część fotografii okazała się przydatna do celów naukowych.

8 grudnia 1874 r.



Uczestnicy wypraw przedsięwziętych w 1874 roku. Prof. Newcomb siedzi z przodu. W tle z prawej strony widać kilka drewnianych chat używanych w czasie ekspedycji. (*Journal of the History of Astronomy XXIX, 1998*)

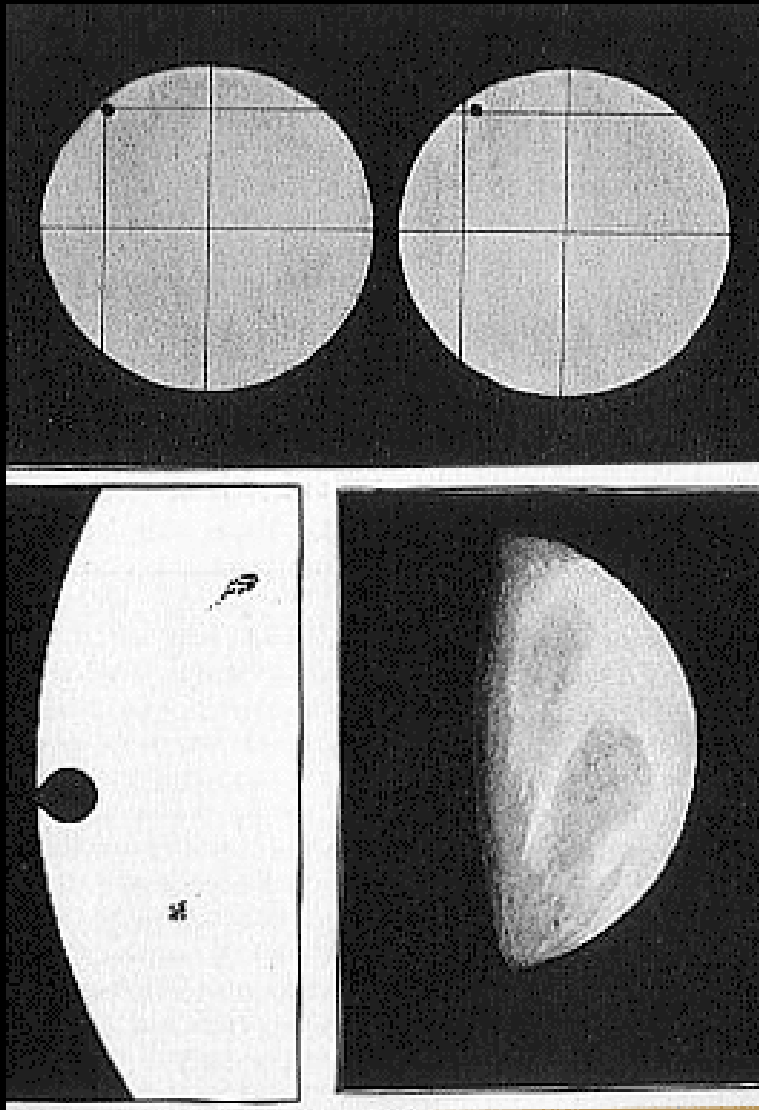
8 grudnia 1874 r.



Obserwacje tranzytu z 1874 roku były przeprowadzane z wielu miejsc. W wyprawach na Półkulę Południową udział wzięli Francuzi, Holendrzy, Anglicy Niemcy i Amerykanie.

Obok widzimy mapę wysp Auckland, wśród których znajdują się Aleuty, jedno z najgorszych miejsc do obserwacji. (W rzeczywistości Wyspy Aleuckie, do których wybrali się Niemcy, są bardziej znane jako miejsce, w którym spoczywa wrak okrętu Generała Granta wraz z przewożonymi przez siebie sztabami złota.)

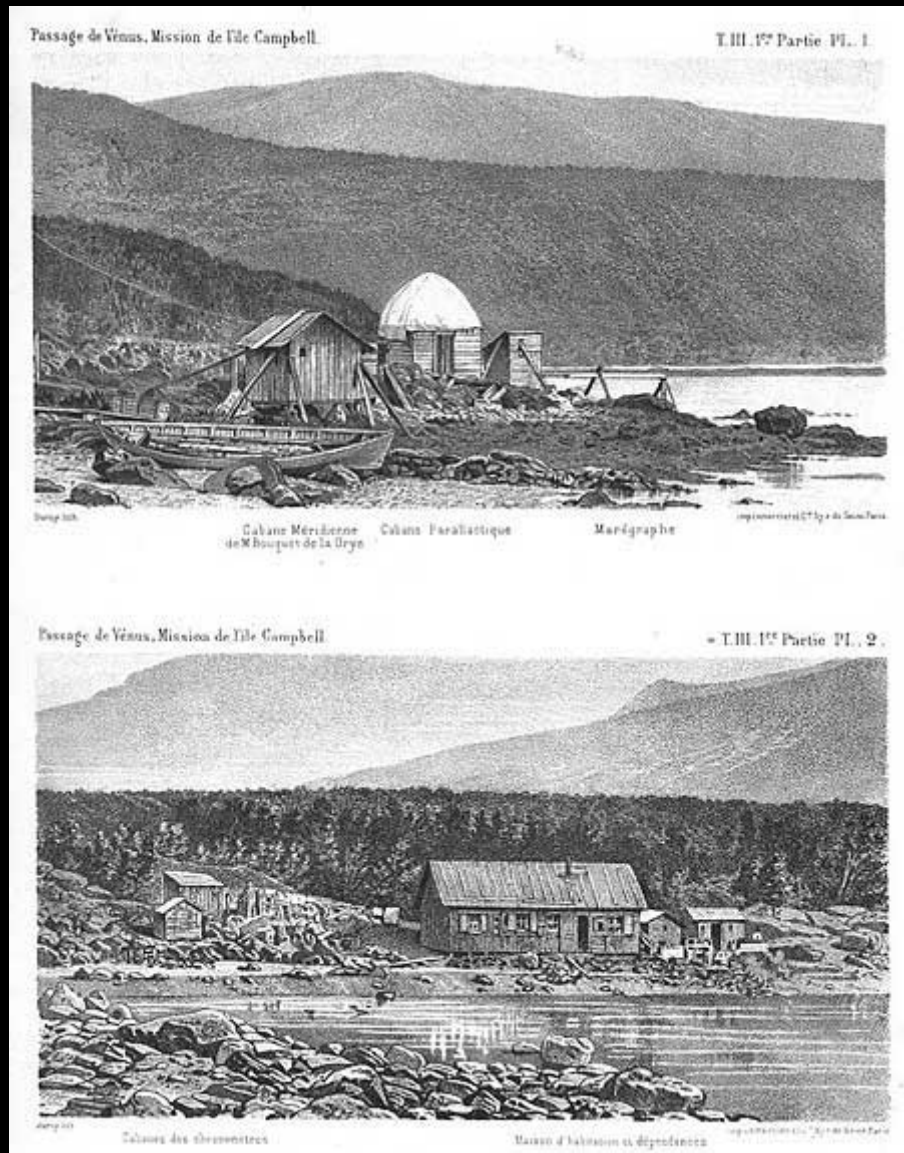
8 grudnia 1874 r.



A tu już wyniki obserwacji przeprowadzonych na Wyspach Aleuckich przez Niemców.

Na zamieszczonych fotografiach wyraźnie widać Czarną Kroplę.

8 grudnia 1874 r.

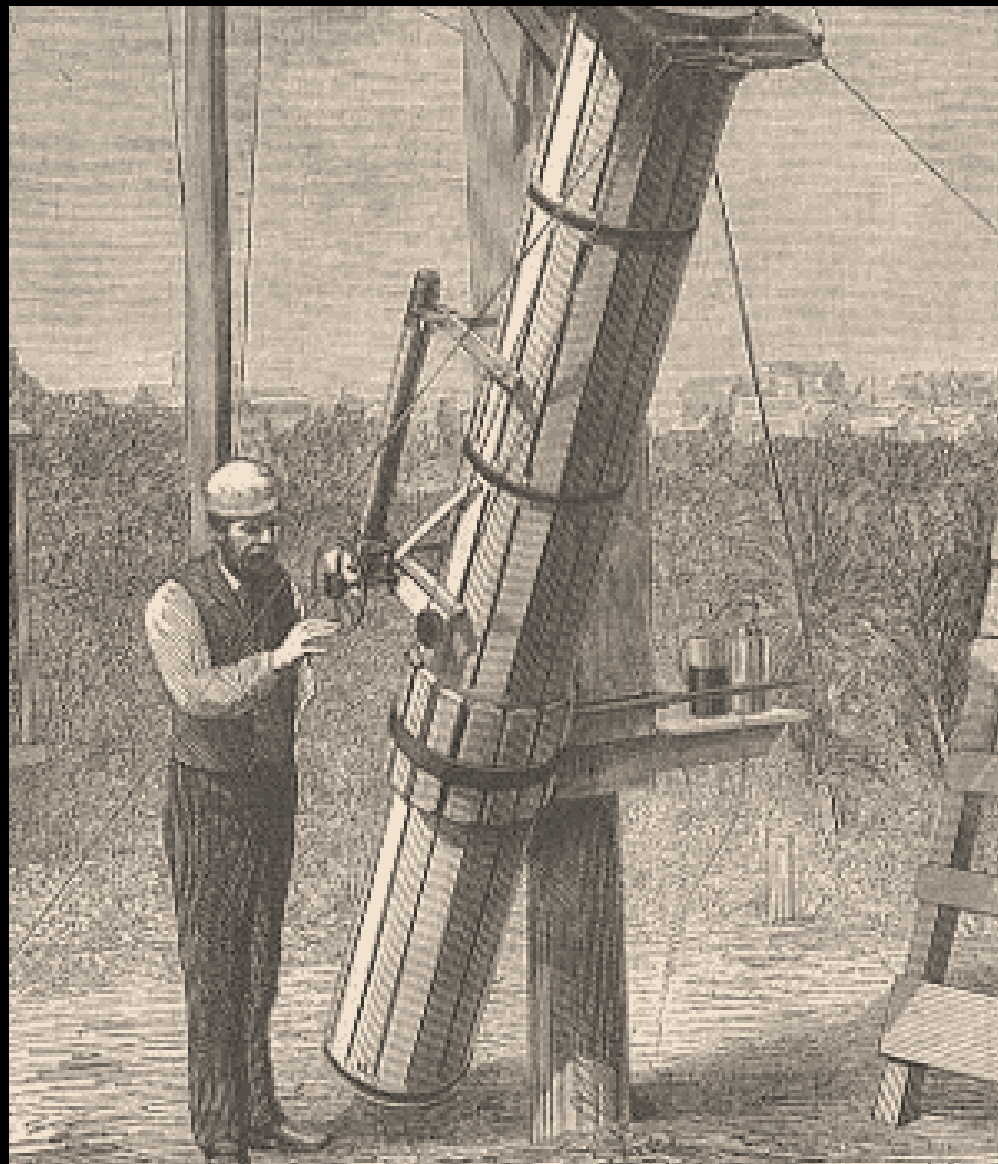


W celu obserwacji tranzytu Francuzi wysłali sześć ekspedycji na obie półkule. Francuskie wyprawy dotarły do Japonii, Chin, Wietnamu, Nowej Kaledonii, oraz Wyspy Świętego Pawła i Wyspy Campbell na Pacyfiku.

W jednej z tych wypraw wziął udział Jules Janssen, specjalista od składu atmosfery słonecznej. W 1868 Janssen i J. Norman Lockyer pracowali jako instrumentalisci przy obserwacjach, w wyniku których została wykryta obecność helu w protuberancjach słonecznych.

Obok widzimy Obserwatorium na wyspie Campbell.

8 grudnia 1874 r.



A to Henry A. Severn, który stara się obserwować tranzyt, używając teleskopu zwierciadlanego Herschela.

Teleskop ten był połączony drutami telegraficznymi z odległą o 300 mil stacją angielskiej ekspedycji Palmera ulokowaną niedaleko Christchurch w Nowej Zelandii. Wszystkie instrumenty obserwacyjne zostały zbudowane przez Severna. Obserwator ten dysponował również bardzo dokładnym zegarem zsynchronizowanym z zegarem w Christchurch.

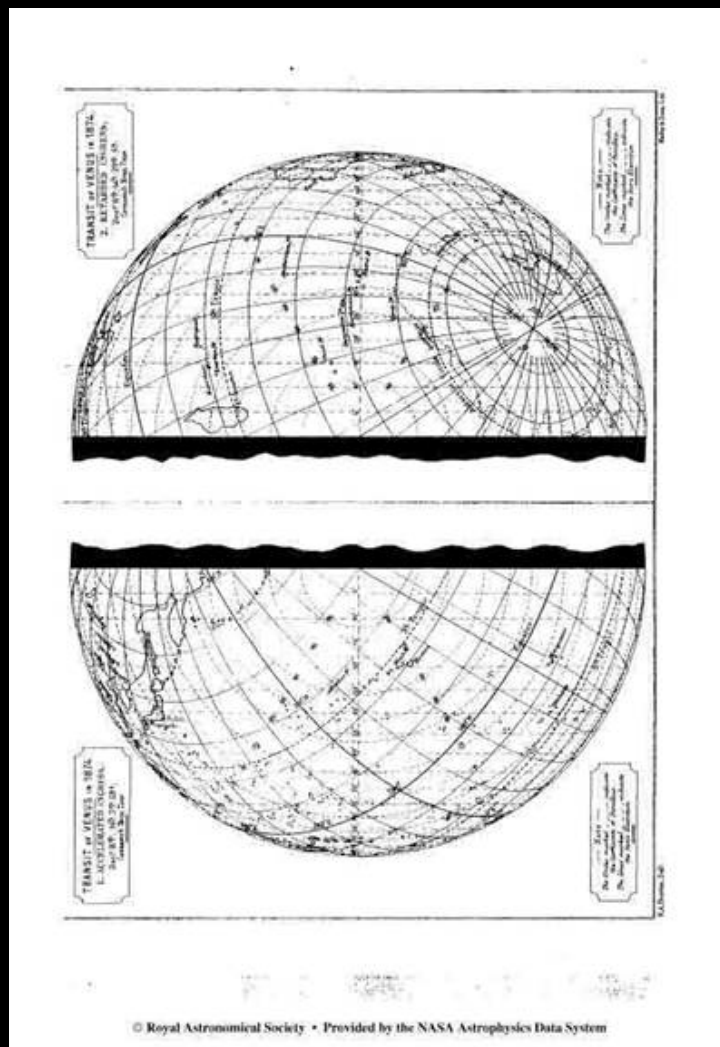
Niestety, przez cały czas trwania tranzytu niebo na Severnem pozostało całkowicie zachmurzone...

8 grudnia 1874 r.



Angielska stacja obserwacyjna "B" w Honolulu. Widać płot, który pozwalał odgrodzić się od okolicznych mieszkańców. Widać również, że stacji i płotu pilnują marynarze Królewskiej Marynarki.

8 grudnia 1874 r.



Hawajscy astronomowie i większość zwykłych ludzi rozumieli różnicę między planetami i gwiazdami. Planety nazywane były “Hoku-aea” lub “Hoku-hele”, a gwiazdy stałe - “Hoku-paa”.

Planety miały różne nazwy, w zależności od ich pozycji na wschodnim lub zachodnim niebie. Podobnie jak my mówimy o gwieździe porannej i wieczornej. Planeta na wschodnim niebie nazywana była “Iao” lub “Manalo”. Planeta na zachodnim niebie nazywana była “Na-holo-holo”.

Niektóre planety miały własne nazwy. I tak, Merkury nazywany był “Ukali” i “Kawela”, Wenus na niebie wschodnim - “Mananalo” i “Hokukoa”, oraz “Naholoholo”, na niebie zachodnim, Mars, jak wiele innych czerwonych gwiazd, “Hoku-ula” lub “Holo-holopinae”, a Jowisz - “Kaawela” i “Ikaika”.

Obok widać mapę przedstawiającą miejsca, z których widoczny był tranzyt Wenus.

8 grudnia 1874 r.



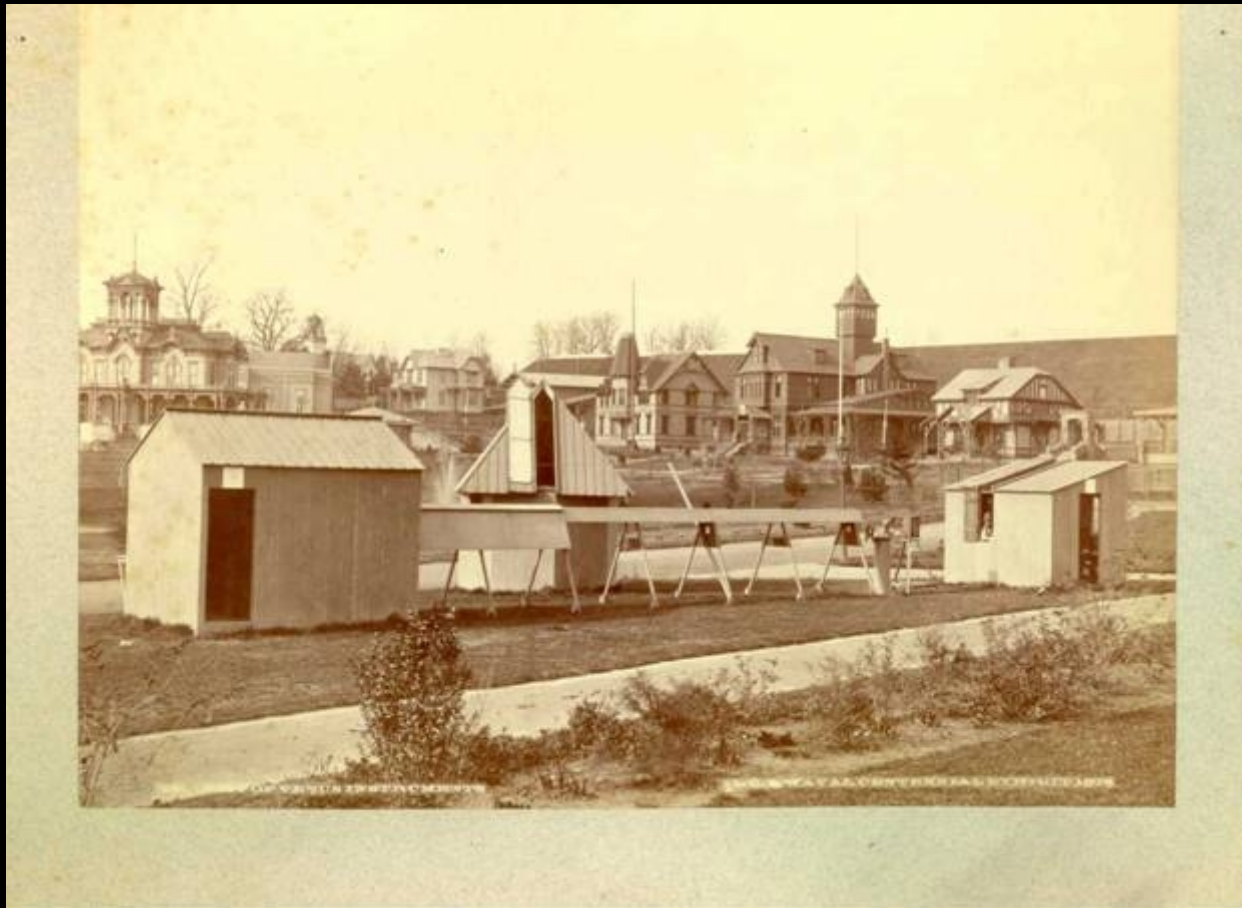
Stacja obserwacyjna na Nagasaki. Schemat, zgodnie z którym została ona zaprojektowana, został powtórzony następnie w ogrodzie Seminarium Huguenot w Wellington w Południowej Afryce podczas następnego tranzytu w 1882 roku.

Idąc od lewej do prawej widzimy ciemnię, linię pomiarową, soczewki i heliostat, napęd zegarowy, pomieszczenie południkowe, oraz pomieszczenie do przechowywania różnego rodzaju dodatkowych sprzętów.

Z tyłu widać ośmiokątny budynek i mały teleskop umieszczony wewnątrz.

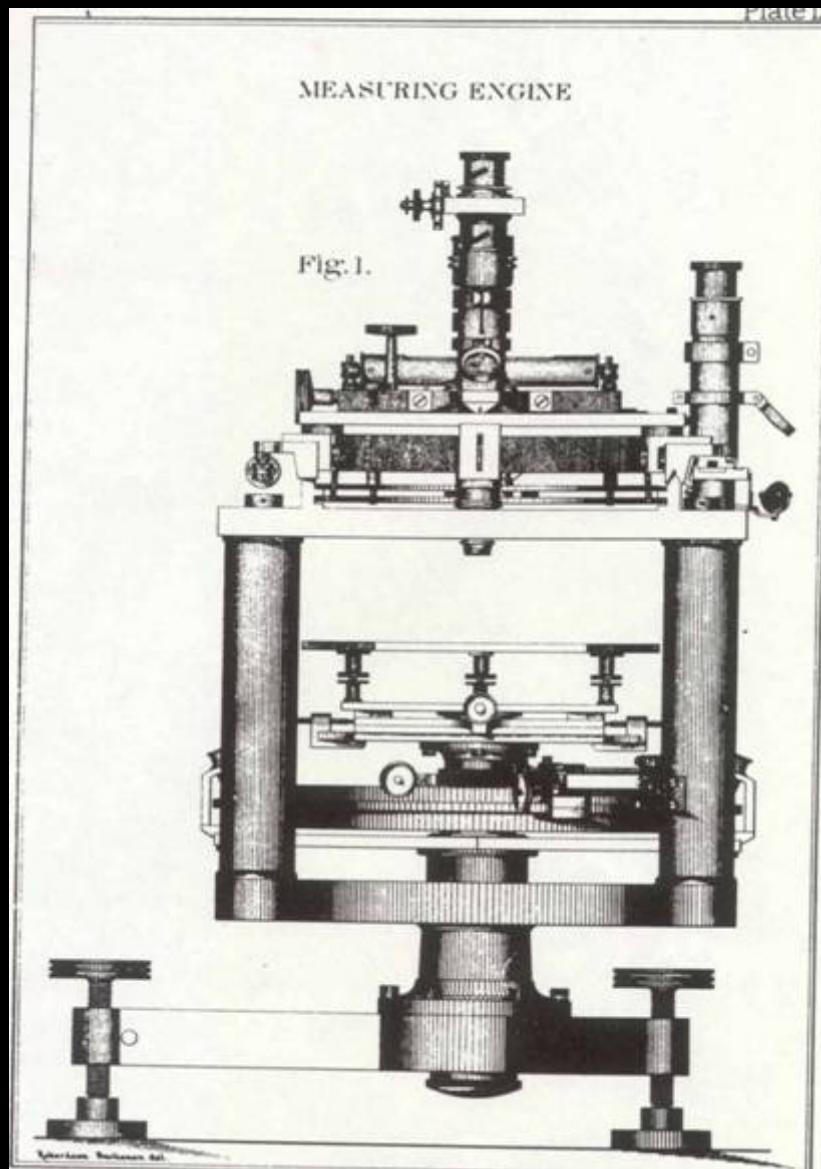
(Sky & Telescope Dec. 1974)

8 grudnia 1874 r.



Stacja obserwacyjna w Filadelfii. Instrumenty do obserwacji tranzytu umieszczone są w budynku po prawej; na szczycie znajduje się foteheliograf, który rzuca obraz Słońca na szklaną płytę fotograficzną, oddaloną o 38.5 stóp (11.7 metrów) i umieszczoną w ciemni z lewej. W centralnie usytuowanym domku znajduje się instrument przejściowy przeznaczony do obserwacji wizualnych

8 grudnia 1874 r.



“Maszyna mikrometryczna” używana do wyznaczenia pozycji Wenus na fotografiach tranzytu.

Przedstawiona maszyna jest jednym z pierwszych urządzeń stosowanych w rozwijającej się wówczas dziedzinie astronomicznej fotografii.

Zaopatrzona była ona w mikroskop, mogący przesuwać się w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach. To pozwalało odczytywać położenie badanego ciała na płycie fotograficznej. Zakres możliwych ruchów każdego z mikroskopów wynosił 512 mm.

6 grudnia 1882 r.

6 grudnia 1882 r.



Tranzytem z roku 1882 interesowali się niemal wszyscy.

"Wielu mieszkańców San Francisco było widzianych w godzinach między wschodem Słońca a południem, czyli w czasie, gdy Wenus była widoczna, jak trzymają przydymione szybki przy oku i patrzą z zainteresowaniem na Słońce. Widać było, że nawet brak teleskopu nie przeszkadzał tym ludziom w oglądaniu tego wielkiego i pięknego spektaklu."
[San Francisco Chronicle].

6 grudnia 1882 r.



Okładka z 28 kwietnia 1883 roku popularnego ilustrowanego tygodnika Harper's Weekly pokazuje grupę dzieci oglądających tranzyt Wenus przez przydymioną szybkę.

W czasie tego tranzytu wykonano setki fotografii. Było to pierwsze użycie tej, nowej wówczas, technologii w dziedzinie astronomii. W rezultacie tylko niewielka część naświetlonych płyt fotograficznych nadawała się do użytku naukowego.

6 grudnia 1882 r.



Abbie Park Ferguson i Mary Elizabeth Cummings, dwie z trzech pracownic Seminarium w Wellington w Południowej Afryce, które obserwowały tranzyt Wenus używając własnego teleskopu, ustawionego tuż obok amerykańskiej ekspedycji.



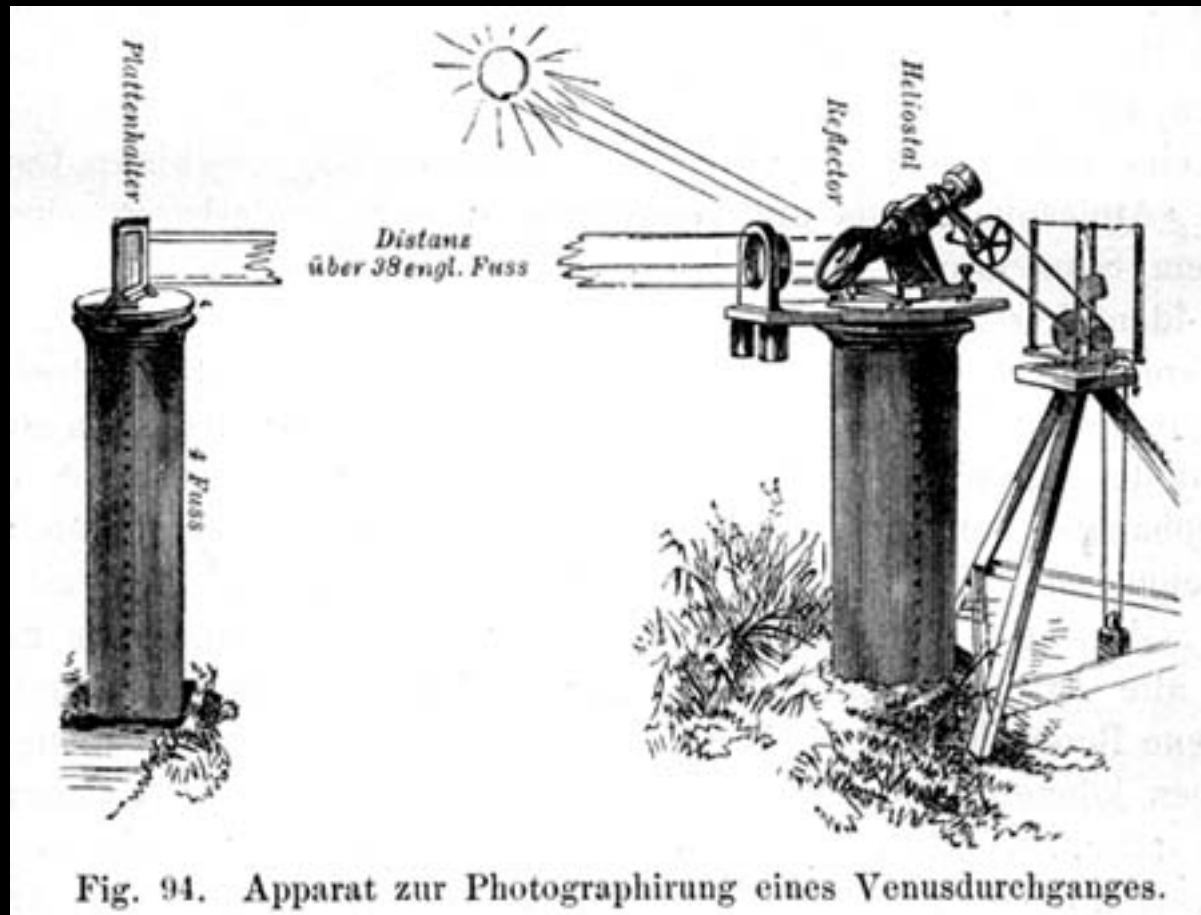
6 grudnia 1882 r.



Miss Ferguson była od zawsze zainteresowana astronomią. Na początku swojej kariery wykładała w Seminarium. W 1881 zostało zbudowane Obserwatorium Willistona w Mount Holyoke. A następnie Seminarium został przekazany oryginalny 6-io calowy teleskop - 6" Fitz. Został on zainstalowany tuż przed tranzytem Wenus.

Obok widzimy soczewkowy teleskop 6" Fitz. Należy on do prywatnej kolekcji Johna Briggsa i jest jednym z około 40 teleskopów tego typu zachowanych do dziś. Prawdopodobnie jest on bliźniaczym teleskopem tego, który stał w ogrodzie w Seminarium Huguenot w Wellington w Południowej Afryce.

6 grudnia 1882 r.



Schemat aparatury pomiarowej używanej podczas obserwacji tranzytu.

6 grudnia 1882 r.

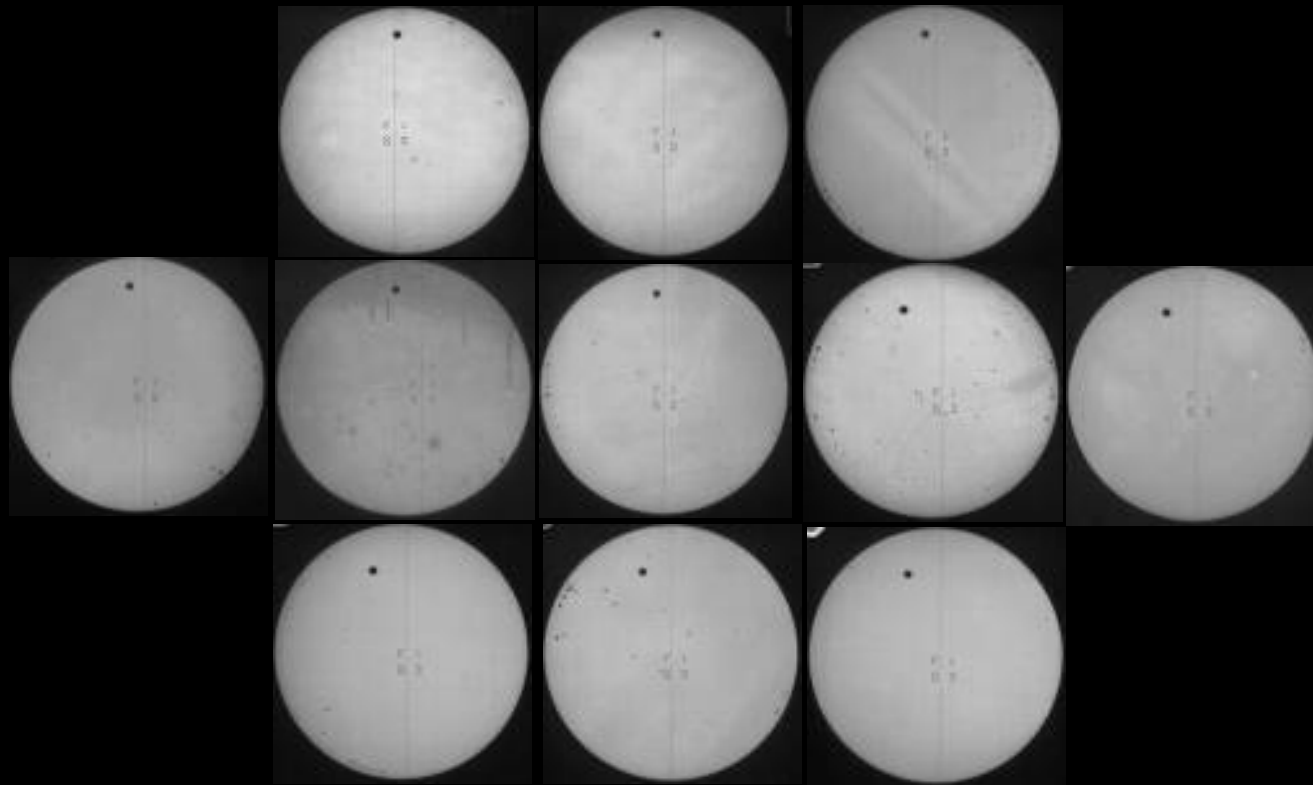


Heliometr w Yale (jedyne w Ameryce) zamówiony w 1880 w celu obserwacji tranzytu Wenus.

Jest to taki sam typ instrumentu, jaki został użyty w 1838 roku przez Friedricha Bessela w celu wyznaczenia paralaksy 61 Cygni, pierwszej statystycznie istotnej paralaksy gwiazdowej.

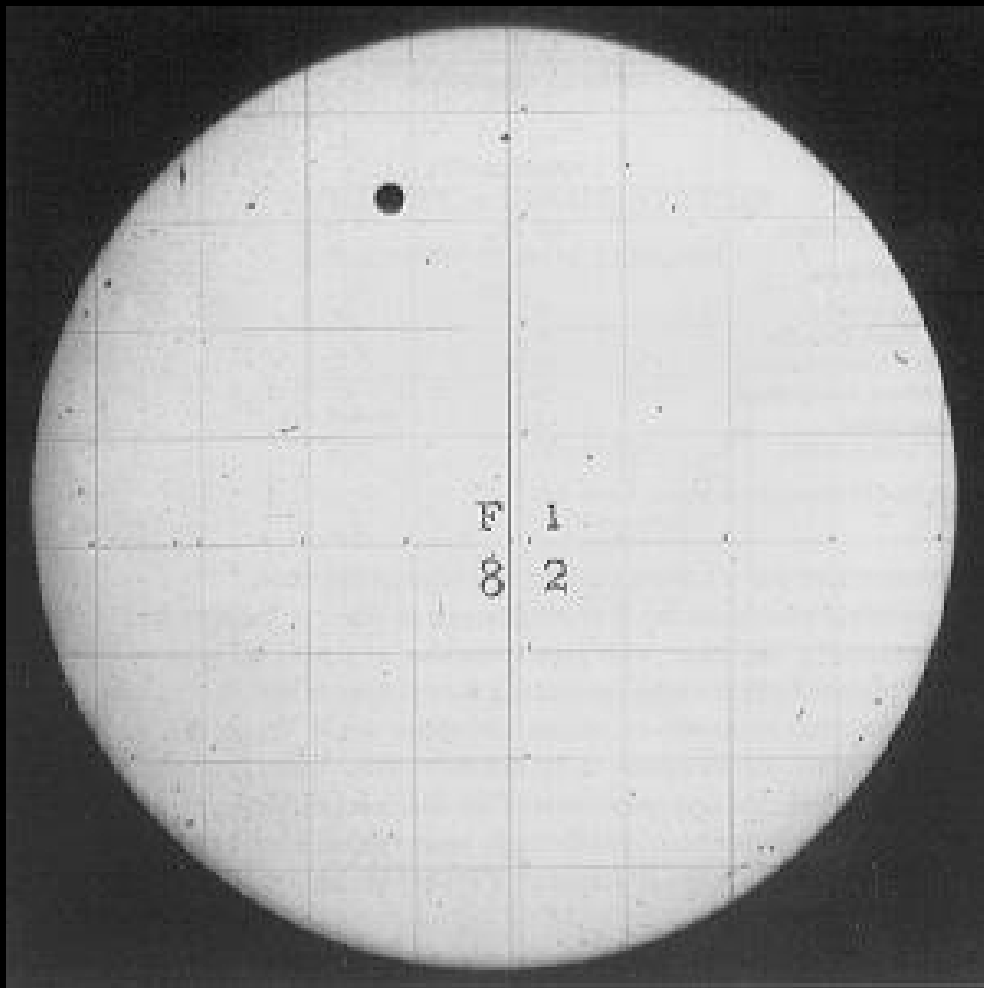
W latach 1883-1910, heliometr ten pozwolił na wyznaczenie największej liczby (238) i najlepszych pod względem dokładności paralaks, które zostały zmierzone przed epoką astrometrii fotograficznej.

6 grudnia 1882 r.



W roku 1974 fotografie tranzytu były wykonywane na wilgotnych bromo-jodowych płytach. W roku 1882 używano już tylko suchych emulsji koloidowych. Obserwatorium Naval i Komisja d.s. Tranzytu Wenus rozesłały 8 partii płyt do obserwacji każdego z tranzytów. Do dziś zachowało się jedynie 11 płyt spośród tych, które były rozesłane w 1882 roku.

6 grudnia 1882 r.



Jedna z 1700 płyt szklanych zebranych ze stacji z całego świata, na których zostały wykonane fotografie tranzytu z 1882 roku.

Widoczna jest Wenus, oraz siatka montowana przed płytą. Pionowa linia to linia pionu wykonana ze srebra i zawieszona między siatką a płytą fotograficzną. Małe kropki na płycie powstały na skutek drobnych skaz w szklanych płytach fotograficznych.

6 grudnia 1882 r.

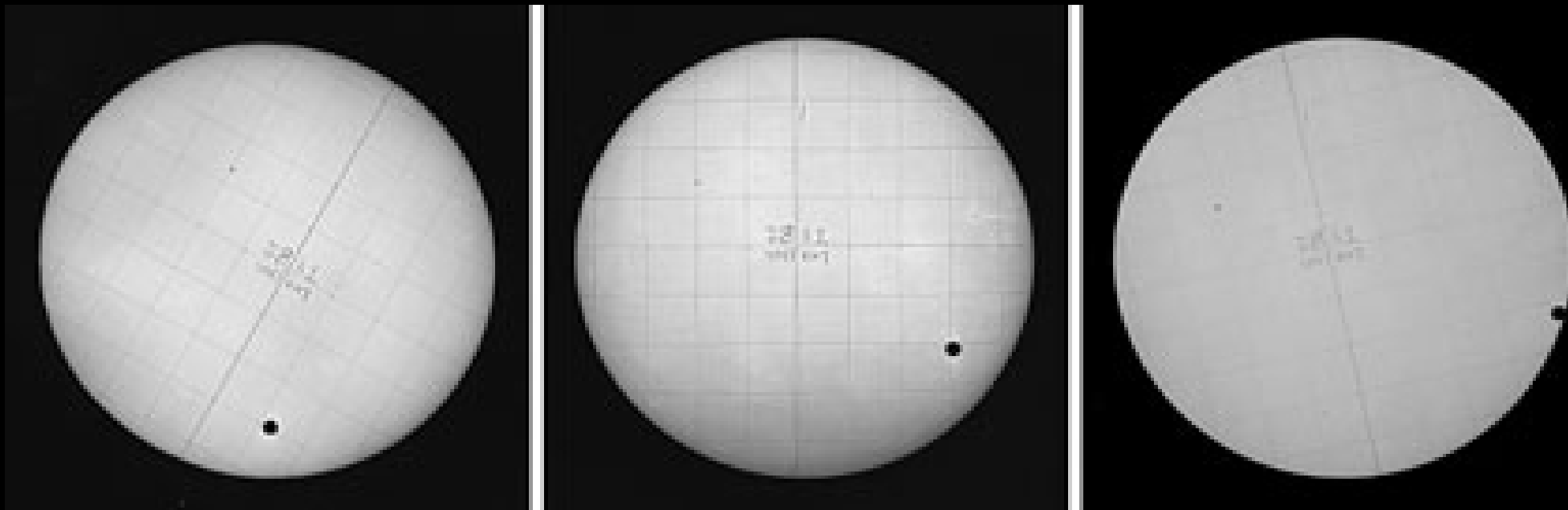
David Peack Todd, astronom z Massachusetts, który w 1882 pojechał do Kalifornii w celu sfotografowania tranzytu Wenus ze szczytu Mount Hamilton.

Todd uzyskał wspaniałą serię fotografii wykonanych przy doskonałych warunkach pogodowych. Jego 147 szklanych negatywów było pieczołowicie przechowywanych w górskiej piwnicy. Wkrótce jednak astronomowie zwrócili się ku innym technikom wyznaczania odległości w Układzie Słonecznym i płyty Todda leżały w piwnicy nietknięte, a w końcu zostały zapomniane.



Po 120 latach, Bill Sheehan i Anthony Mish, podążając za pewnym odnośnikiem w jednym z listów Todda przechowywanym w archiwum Lick's Mary Lea Shane, odnaleźli w Obserwatorium Lick wszystkie 147 negatywów, będących wciąż w dobrym stanie. Ta kolekcja fotografii jest najbardziej kompletną ze wszystkich zachowanych zapisów tranzytów Wenus.

6 grudnia 1882 r.



6 grudnia 1882 tranzyt Wenus już się rozpoczął, gdy Słońce wstało nad Obserwatorium Lick w Kalifornii, a David Peck Todd zaczął fotografowanie przejścia planety przed tarczą Słońca.

Wszystkie 147 płyt fotograficznych Todda, z których 11, 88, i 151 (od lewej) są przedstawione na powyższym zdjęciu, zostały zebrane i przedstawione w postaci filmu.

film

6 grudnia 1882 r.

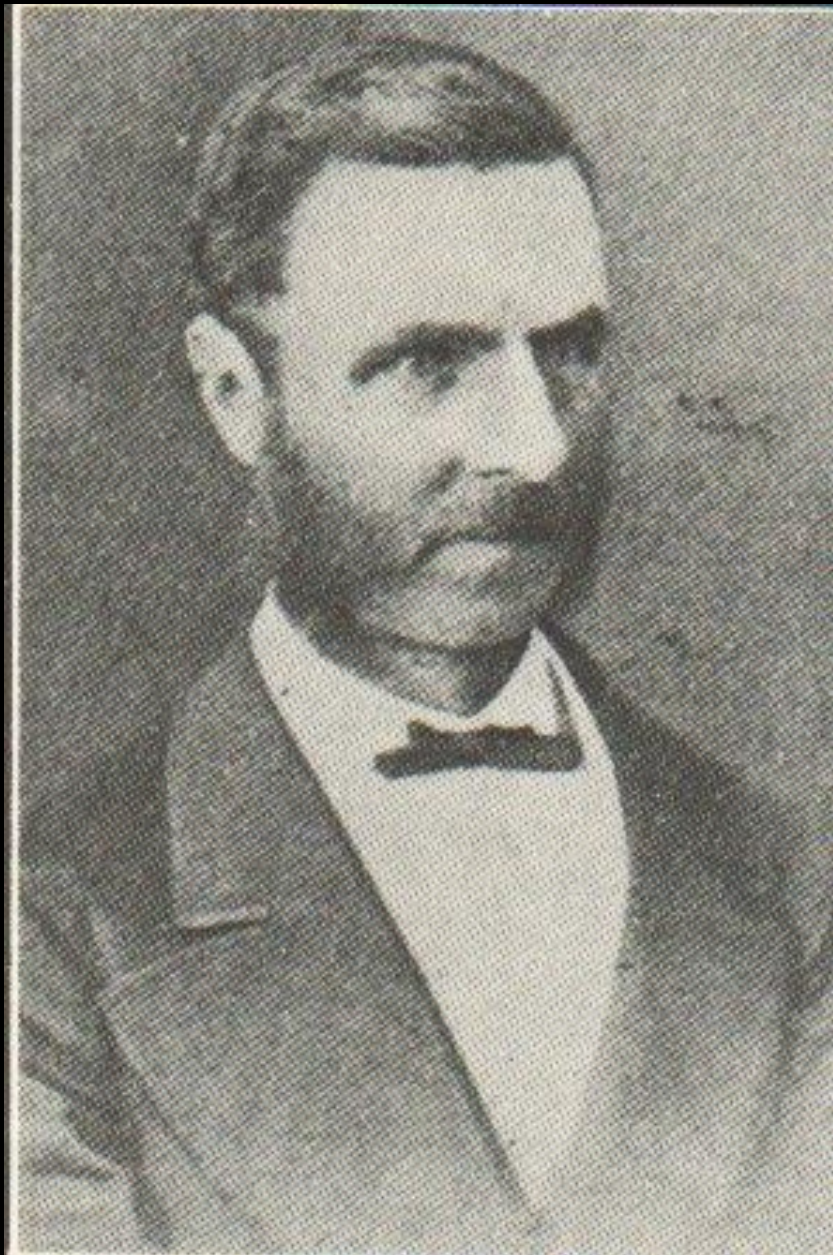


W całej społeczności astronomicznej było tylko kilku astronomów, którzy cieszyli się wystarczającym zaufaniem, by mogło im zostać powierzone zadanie wyznaczenia odległości Ziemi od Słońca. Wśród nich byli Simon Newcomb i William Harkness.

Simon Newcomb był przewodniczącym U.S. Venus Transit Commission (tj. Amerykańskiej Komisji d.s. Tranzytu). W 1891 r. Newcomb opublikował swoje oszacowanie paralaksy słonecznej w roku 1891. W obliczeniach uwzględnił wszystkie dostępne obserwacje zgromadzone w czasie wszystkich dotychczasowych tranzytów.

Wartość paralaksy słonecznej podanej przez Newcomba wynosiła $8''.80 \pm 0''.005$, zaś odległość od Ziemi do Słońca - $92.702.000 \pm 53,700$ mil.

6 grudnia 1882 r.



William Harkness, dyrektor U.S. Naval Observatory, znalazł nieco tylko większą wartość paralaksy Słońca, równą $8''.809 \pm 0''.0059$, która dawała odległość Ziemi od Słońca równą $92.797.000 \pm 59,700$ mil.

Wynik Harknessa nie został jednak nigdy opublikowany w profesjonalnych czasopismach.

W rezultacie to wartość podana przez Newcomba została w 1896 roku zaakceptowana przez międzynarodową społeczność naukową, choć różnica między tymi dwoma oszacowaniami, 95,000 mil, była statystycznie nieistotna.

A oto wyniki pomiarów paralaksy Słońca uzyskane w obserwacjach przeprowadzonych różnymi metodami:

- **Przejścia Wenus 1761 i 1769** **8".43 lub 8".80**
- **Przejścia Wenus 1761 i 1769 (Encke 1824):** **8".5776**
- **Przejścia Wenus 1761 i 1769:** **8".571**
- **Paralaksa Marsa (Hall 1862):** **8".841**
- **Paralaksa asteroidy Flora (Galle 1875)** **8".873**
- **Paralaksa Marsa (Gill, 1881)** **8".78**
- **Przejścia Wenus 1874 i 1882 (Newcomb 1890)** **8".79**
- **Paralaksa asteroidy Eros (Hinks 1900)** **8".806**
- **Pomiary radarowe (NASA 1990)** **8".79415**

8 czerwca 2004 r.

“I oto jesteśny w wigilii drugiego tranzytu pary, po której nie będzie żadnego, aż XXI wiek naszej ery nie wstanie nad powierzchnią Ziemi, a czerwcowe kwiaty nie zakwitną w roku 2004.

Gdy nastał ostatni tranzyt, świat intelektualny zbudził się ze snu czasów i rozpoczął tę pełną ciekawości świata aktywność naukową, która doprowadziła nas do dzisiejszej wiedzy.

Jaki będzie świat w czasach, gdy nastanie kolejny tranzyt, Bóg tylko wie. Nawet nasze dzieci tego nie dożyją i nie będą uczestniczyć w astronomii tych przyszłych dni.

Jeśli chodzi o nas, musimy zadbać o czas teraźniejszy.”

William Harkness, 1882