

# Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

---

August Seydler

O průběhu Venuše před sluncem. [II.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 4 (1875), No. 2, 65--74

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122914>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1875

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Také kartografie a mathematický zeměpis získaly měřeními stupňů velmi mnoho, ano hlavně tím dosáhly dnešní své výše.

Pohlédneme-li na věc s tohoto stanoviska, pak můžeme tvrditi, že měření stupňů bylo střediskem vědeckého hnutí v předěšlém i na počátku našeho století. Protož sláva všem, kdož jakýmkoli způsobem na těchto pracích podíl brali!

Zůstala však ještě dlouhá řada otázek neřešených. Dosud zjištěn ovšem všeobecný tvar země, avšak nalezeny četné odchylky, jejichž význam a příčina jsou ještě tajemstvím. Jdeť tato věc zcela přirozenou cestou; čím dále přicházíme, tím větší pole nového zkoumání se nám otvírá, tím složitější stává se úloha původně jednoduchá. Věda však nikdy nespokojuje se s výsledky povrchnými, nesmí tedy také zde ustáti ve svém badání. Měření stupňů dosud nejsou ukončena; neb kdežto dříve měla za účel určití všeobecný tvar a velikost země, nastala jim nyní úloha nová, obtížnější, totiž vyhledati odchylky od tohoto tvaru. Při pracích dřívějších vyhýbali se měřičové částím země, kdež se bylo odchylek obávat, — a to vším právem; nemohliť se přece pouštěti do detailu, pokud neznali všeobecného tvaru — nyní však budou právě taková místa vyhledávat, aby tu poznaly odchylky tyto v míře a rozmanitosti co možná největší a z podivuhodné hry jejich pak vyzpytovaly jednotlivé zákony, jimž jsou podrobeny. A pilným pracovníkům na tomto poli na nejvyšš neschůdném naše nejupřímnější „*Na zdar!*“

(Pokračování.)

## O průběhu Venuše před sluncem

dne 8. prosince 1874.

Napsal

Dr. Aug. Seydler.

Když jsme stanovili místa, z kterých celý úkaz aneb některé jeho fáse jsou vůbec viditelný, nastává nám důležitější úloha, vyhledati taková místa, na kterých bychom obdrželi pozorování co nejvýhodnější, t. j. pozorování co nejvíce od sebe

rozdílná; neboť právě tento *rozdlil*, jak dříve již bylo ukázáno, jest jaksi *mírou* přesnosti, s jakou obdržíme hledanou veličinu, totiž parallaxu slunce.

Jak již uvedeno, promítala by se dráha Venuše, pozorovaná ze země *nepohyblivé*, na desku sluneční v různých obloucích  $a_1 a a_4$ ,  $b_1 b b_4$  atd. Kruhy  $BAC$  a  $BDC$  (seš. I. obr. 7.), jichž význam již dříve byl stanoven, protínají se v bodech  $B$  a  $C$ , jež můžeme považovati za poly soustavy rovnoběžníků, jež sestrojíme na povrchu země a jichž rovník prochází bodem  $A$ . Pouhý názor nás poučuje, že jest (pro případ naznačený v nákresu našem) průmět dráhy Venuše na slunce *maximum* pro bod  $B$ , *minimum* pro bod  $A$ , a *stálá veličina* pro všechny body ležící na témž rovnoběžníku. Otáčením se země kolem osy mění se však ona soustava neustále, pročež musíme pro každou důležitější fasi stanoviti zvláštní soustavu tím, že určíme její poly  $B_1 C_1$ ,  $B_2 C_2$ ,  $BC$ ,  $B_3 C_3$ ,  $B_4 C_4$  stanovené průřezy dvou největších kruhů, majících pro každou fasi jinou polohu. Na př. pro zevnější vystoupení (pro polohu  $V_4$ ) přijde následkem otáčení se země kolem osy bod  $A'$  do polohy  $A$ , kruh  $B'DC'$  do polohy  $BDC$ , a rovina  $AZB$  zamění se rovinou  $AZB_4$ , tak že bude pro ten případ  $B_4$  polem nové soustavy rovnoběžníků, vztahující se k úkazu  $V_4$ . V první polovině celého úkazu budou jednotlivé fase z bodů  $B$  *nejdříve*, z bodů  $C$  *nejpozději* viditelný; můžeme tedy body  $B_1 B_2 C_3 C_4$  nazvati *poly největšího urychlení*, body  $C_1 C_2 B_3 B_4$  *poly největšího opozdění* vzhledem k určité fasi.

Nejdůležitější fase jsou  $V_2 V_3$ , t. j. vnitřní dotknutí při vstoupení a vystoupení. Sestrojíme-li tedy pro tyto dvě fase soustavy rovnoběžníků čili kruhů stejného urychlení a opozdění, připojíme-li dále na základě výpočtu (sdělaného pomocí přibližně již známé parallaxu slunce) ku každému kruhu, o mnoho-li se na něm úkaz urychluje neb opozduje, máme všechny elementy po ruce; z nichž nám lze souditi na vhodnost toho kterého místa pozorovacího. Sestrojením dvou největších kruhů vymezíme totiž způsobem dříve uvedeným místa, na kterých bude určitá fase úkazu viditelná; a pro tuto viditelnost bude stanice tím výhodnější, čím blíže se nachází polu těchto kruhů, poněvadž se slunce nachází tím výše a nepříznivý vliv refrakce

je tím menší. Poněvadž pak k určení parallaxy sluneční je zapotřebí dvou pozorování provedených na různých stanicích, musíme vzhledem k oněm soustavám voliti stanice umístěné na rovnoběžnicích co možná nejdále od sebe vzdálených; pozorování provedená na dvou bodech téhož rovnoběžníku neměla by (sama o sobě, bez ohledu na jiná pozorování) žádné ceny.

Připojíme-li ještě, že pro upotřebení metody *De l'Isle*-ovy, na jejímž základě bylo možno i pozorování jediné fase v počet uvéstí, bylo zapotřebí znáti zeměpisnou délku stanice (což neplatí při jednodušší metodě Halley-ově), jest tím vyčerpán kruh úloh i prostředků, jimiž vládla věda v polovici předešlého století, před úkazy roku 1761 a 1769. Dobrý dalekohled prostřední velikosti, dobrý chronometr, četné a vhodně zvolené stanice a po případě určení jich zeměpisné délky, co možná pečlivě provedené pozorování vnitřního dotknutí se krajů slunce a Venuše (zevnější dotknutí nelze pozorovati s dostatečnou zevrubností, poněvadž pozorovatel neví, ku kterému bodu kraje slunečního má obrátiti pozornost svou), konečně mathematické spracování nalezených dat, toť byly tehdy hlavní faktory, jež spoluúčinkovaly při určení parallaxy sluneční.

Nežli přistoupíme k vylíčení nových pomůcek a vymožeností vědeckých, jimiž astronomové hodlají docíliti daleko přesnějších výsledků než v předešlém století, nebude snad zbytečno podati historický přehled pozorování dřívějších, výsledků z nich vyvozených a pochybností, jež se proti těmto výsledkům na základě novějších dat obracejí.

### III. Výsledky z pozorování r. 1761 a 1769.

Roku 1761 připadal průběh Venuše před deskou sluneční na 5. června r. 1761. Francouzská akademie věd, pochopivši dobře význam Halley-ovy metody, obírala se pilně přípravami k pozorování toho úkazu. Tehdy uveřejnil *De l'Isle*, člen akademie, své pojednání, v němž ukázal, kterak možno upotřebiti též pozorování takových stanic, z nichž jen část celého úkazu je viditelná, známe-li jen zeměpisnou délku oněch stanic. Zároveň uveřejnil (r. 1760) mapu země se soustavami rovnoběžníků v předcházejícím odstavci uvedenými. Na základě této

mapy objevilo se na př., že stanice volená od Angličanů v severní Americe se k účelu svému nehodila.

Celkem pozorovalo (r. 1761) 176 pozorovatelů na 117 místech; však jen od 137 pozorovatelů byly uveřejněny výsledky. Výsledky ty nebyly pro upotřebení Halleyovy metody příliš vhodné; největší rozdíl v trvání celého úkazu obnášel pouze 5 minut. Kombinováním různých pozorování zjednány jsou pro parallaxu sluneční hodnoty, jež ležely v mezích 8·94" a 10·6". Však ani metoda *De l'Isle*-ova nevedla k lepším výsledkům. *Pingré* našel z určitého množství pozorování 10·25", jiní počtáři 8·56" a 9·7" co hodnotu parallaxy sluneční.

Naděje, jež skládal Halley v svou metodu, se tedy nevyplnily; leč nemohlo to býti žádnou námitkou proti metodě samé, neboť byl to první pokus toho druhu a nebyli ještě pozorovatelé na všechny zvláštnosti připraveny, jež se při pozorování vyskytovaly a výsledek méně správným činily.

Hlavní překážkou jest obtíž, která se vyskytuje při pokusu, určití přesně okamžik dotknutí. V ohledu tom doufali starší astronomové *Halley*, *Pingré* a jiní, že okamžik ten možno určití až na 2 sekundy; stalo se však, že pozorování dvou astronomů umístěných na téže stanici, se lišila od sebe o 30 sekund. Příčiny toho jsou různé a byly teprv v novější době náležitě vyšetřeny (v. příští odstavec).

S přípravami na r. 1769 obírali se od r. 1763 tři učenci, *De Lalande*, *Pingré* a *Hornsby*. S velkou obezřelostí stanovena jsou místa nejvýhodnější; vlády evropské závodily mezi sebou, podporující vědecké výpravy, které měly za cíl nezřídka místa odlehlá a všech prostředků k živobytí postrádající. Nejznamenitější astronomové své doby účastnili se pozorování mezi nimi *La Chappe* v Kalifornii, *Maskelyne* v Greenwichu, *Lagrange* v Miláně, *Hornsby* v Oxfordu, *Bernoulli*, *Messier*, *Duséjour*, *Cassini*, *Lalande*, *Lemonnier* v Paříži, *Legentil* v Pondichéry, *Pingré* v St. Domingo, *Pictet* v Umbě, *Wargentin* v Stockholmu, *Hell* ve Wardhuus (v Laponsku). Pozorování se celkem zdařila; jen některé výpravy nedosáhly následkem nepříznivého počasí účelu svého. Nejkrutější osud zastihl *Legentila*. Již roku 1761 byl poslán do Pondichery, leč dospěv na ostrov *Isle de France* byl zastížen zprávou, že vypukla válka

mezi Franií a Anglií, a když vzdor tomu se vypravil na místo ustanovení svého, obdržel novou zprávu o tom, že město Pondichery bylo od Angličanů vydobyto. Musel se vrátiti a pozoroval celý úkaz za nejkrásnější pohody na palubě své lodi, ovšem beze všeho výsledku, neboť při kolísání lodi nebylo správné měření možné. Chtěje pozorovati průběh Venuše dne 3. června 1769, nevrátil se více do Evropy, nýbrž obíral se zatím vědeckými pracemi ve Vých. Indii. Roku 1768 odebral se na ostrovy Filipinské do města Manilly, shledav, že toto město jest nejvýhodnější stanicí pro nastávající úkaz. Leč na rozkaz francouzské vlády musil se vrátiti do Pondichery, kde krásné počasí slibovalo nejlepší zdar; avšak právě v den úkazu samého zatáhlo se nebe a nevyjasnilo se až po ukončení jeho. V Manille byl úkaz ode dvou astronomů za nejprůzračnějších okolností pozorován.

V celku bylo pozorováno r. 1769 na 78 stanicích od 149 pozorovatelů; leč jen na 6 místech byl pozorován úkaz celý a bylo tudíž lze vzhledem k těmto místům metody Halley-ovy bezprostředně upotřebiti. Horlivosti pozorovatelů vyrovnala se horlivost počtářů; neboť přes 200 pojednání obsahujících výpočet parallaxy sluneční bylo zasláno francouzské akademii náuk.

Výsledek byl daleko příznivější nežli r. 1761, hodnota parallaxy sluneční, vypočítána od nejlepších matematiků oné doby na základě pozorování různých a podlé různých method, byla uzavřena v úzké meze 8'5" a 9'0".

Jelikož se výsledky obdržené jednotlivými počtáři, beroucími za základ svého výpočtu jen některá pozorování, značně mezi sebou různily, odhodlal se *Encke* v Gothě provésti nový počet na základě všech pozorování; výsledek práce své, provedené s velikou pílí a obezřelostí, uveřejnil ve dvou spisech: „Entfernung der Sonne von der Erde aus dem Venus-Durchgange von 1761 (1822) a „Venus-Durchgang von 1769 (1824).“ Co konečný resultát výpočtu svého obdržel pro parallaxu sluneční číslo: 8.5776". Později poopravil ještě výsledek ten na 8.57116", když poznal z původního rukopisu pozorování *P. Hella*. —

Toto číslo, z něhož se vzdálenost země od slunce určuje ua 20,682.329 mil, platilo až do nejnovější doby za pravdě

nejpodobnější, a co takové uváděno ve všech spisech astronomických. V novější době vznikly však vážné pochybnosti o přesnosti jeho. Vzdálenost země od slunce jest tak důležitý element v astronomii, že se, ať tak díme, zrcadlí v četných úkazech často na první pohled na velikosti oné vzdálenosti zcela nezávislých. Theorie oněch úkazů nebude souhlasiti se skutečností, jest-li jisté stálé koeficienty, jichž hodnotu pouze z pozorování vyvoditi můžeme a k nimž právě i parallaxa sluneční náleží, nejsou zcela správné. Na základě oné theorie, je-li jen o sobě správná, můžeme tedy naopak určití, o mnoho-li máme ony koeficienty opravití, by theorie byla v souhlas uvedena s pozorováním. Otvírá se nám tedy nová cesta, již bychom proti dříve uvedené *geometrické* mohli nazvati *fyzikální*, podlé které můžeme ne-li určití, alespoň poopraviti parallaxu sluneční příbližně již určenou.

První poukázal na tuto okolnost *Hansen* r. 1854, obíraje se podrobným badáním o theorii pohybu měsíce. Působením slunce a oběžnic mění se eliptická dráha měsíce v křivku velmi složitou; k souřadnicím měsíce, vypočítaným na základě elementů eliptických, nutno tudíž připojiti celou řadu oprav závislých na vlivu jednotlivých těles nebeských, kterýžto vliv však opět především jiným závisí na vzdálenosti jejich. Touto cestou shledal *Hansen*, že nutno koeficient t. zv. parallaktické nerovnosti v délce měsíce zaměnití z 121" na 126" a tudíž i nutno v témž poměru zvětšiti parallaxu sluneční. Podobnou cestou našel i *Leverrier* brzo na to pro parallaxu sluneční hodnotu 8·95"; uvedením této hodnoty v počet daly se též mnohem lépe než dříve vysvětliti odchylky od dráhy eliptické v theorii pohybu Marse a Venuše, tak že se *Leverrier* odhodlal, hodnotu onu voliti za základ při sestavení svých tabulek slunečních.

*Fizeau* a později *Foucault* určili jak známo rychlost světla prostředky terrestrickými; poměr této rychlosti k rychlosti země dán jest nám v *aberraci stálé*, nalezené *Bradley-em*. *Struve* určití s velkou zevrubností hodnotu této aberrace a mohl tudíž vypočítati absolutní (t. j. mílemi neb kilometry vyjádřenou) rychlost země a z této i její vzdálenost od slunce, a tudíž i parallaxu sluneční. Pro tuto konstantu našel cestou právě naznačenou hodnotu 8·86".

R. 1862 nastala opposice Marsova za okolností neobyčejně příznivých pro určení parallaxy sluneční. Příčiněním astronoma *Winnekeho* sešel se velmi značný počet pozorování; spracováním materiálu takto získaného obdržel pak *Newcomb* pro parallaxu slunce hodnotu  $8.855''$  a velká část astronomů přijalo tento výsledek za nejsprávnější.

Mezi tím časem podnikl *Powalki* revisi počtu *Enckeova*, při čemž jednak upotřebil novějších výskumů o zeměpisném položení stanic z roku 1769, jednak s velikou přesností vyloučil všechna pozorování, jež se mu nezdála býti dosti správnými, podržev jen malý počet nejspolehlivějších. Dle něho obnáší parallaxa sluneční  $8.86''$ . Stejnou práci podniknul *Stone* a našel hodnotu  $8.91''$ .

Všechny tyto výsledky nejrozumnějšími cestami zjednané souhlasí mezi sebou daleko lépe nežli s výsledkem *Enckeovým* a není pochybnosti, že jest parallaxa sluneční obsažena v mezích  $8.8''$  a  $8.9''$ . Přesnějšího vymezení doufají hvězdáři docílit pozorováním tohoto roku, očekávajíce, že pokroku vědy se podaří zmenšiti překážky, jež se posud stavěly proti šťastnému upotřebení *Halleyovy* metody, v principu tak znamenité.

#### IV. Přípravy k pozorování roku 1874.

Jak v předešlém odstavci bylo naznačeno, jest hlavní vadou *Halley-ovy* metody obtíž, určití pravý okamžik dotknutí se krajů slunce a Venuše; bude tedy další pokrok záležitosti jednak na tom, odstraniti překážky právě uvedené, jednak na tom, pozorovati jiné fase úkazu, které nejsou vadě právě vytknuté podrobeny.

Co se vnitřního dotknutí týče, byli *Halley* a jeho vrstevníci toho náhledu, že jest okamžitě viditelné, t. j. ihned jakmile obě části kraje slunečného předstoupením oběžnice oddělené opět v jedno splynou. Jediný *Hall* namítal proti tomu a to právem, jak se později ukázalo, že se stane ona fase o něco později viditelná, tím později, čím špatnějšího dalekohledu upotřebeno; neboť musí mezi krajem slunce a oběžnice se nacházeti světlý proužek *určité, nikoliv nekonečně malé šírky*, aby se konec dotknutí stal viditelným; a čím větší tato šírka, tím



později nastane pro pozorovatele úkaz dotknutí. *Faye* podrobil předmět ten pilnému studiu a shledal, že následkem úkazu onoho, který jest odvislý od dobroty dalekohledu, od šířky atmosféry, kterouž musí paprsek projíti, a od jejího více méně tichého neb rozbouřeného stavu, může opozdění pozorování proti skutečnosti obnášeti 20 sekund a navrhuje proti tomu upotřebení výtečných objektivů a volbu takových stanic, jichž *klimatické* podmínky jsou pozorování nejprůzračnější.

Mnohem větší překážkou přesného měření jest však následující úkaz, nazvaný dle prvního pozorovatele *Bailyova skvrna* (Baily beads, goutte noire). V okamžení, kdy pozorovatel očekává při vstoupení vnitřní dotknutí, prodlouží se kraj Venuše místo co by se okamžitě oddělil od kraje slunce a tmavá, poměrně ouzká páska spojuje zdánlivě kraje obou hvězd; na to se v určitém okamžiku odtrhne ona páska a zmizí, následkem čehož se objeví mezi krajem slunce a Venuše světlý pruh značné již šířky. Máme nyní co okamžik pravého dotknutí vzíti objevení se onoho tmavého pruhu, aneb jeho zmizení?

Starší astronomové, vyjma *Bessela* a *Araga*, považovali úkaz ten za *irradiaci* a domnívali se, že okamžik objevení se tmavého pruhu (aneb, při vystoupení, zmizení jeho) jest čas pravého dotknutí.

Proti tomu svědčil jednak náhled jmenovaných právě astronomů, že jest účinek irradiace při dobrém dalekohledu zcela nepatrný, jednak i úkaz ten, že mnozí pozorovatelé neviděli tmavého pruhu za okolností zcela podobných těm, v kterých jej jiní pozorovatelé spatřili.

*Wolf* a *André*, členové hvězdárny Pařížské, učinili za tou příčinou podrobné pokusy, nápodobivše umělým způsobem průběh oběžnice před deskou sluneční. Výsledek pokusů jejich (uverejněn v *Revue scientifique*, 1872) ukazuje, že není irradiace příčinou *Bailyových* skvrn, nýbrž nedokonalost objektivu při dalekohledu a nesprávné umístění (pointování) okuláru. Při dostatečné opatrnosti možná pozorovateli udati s přesností téměř geometrickou okamžik styku, leč zapotřebí k tomu, aby se cvičil před vlastním pozorováním pomocí stroje *Wolfem* a *Andréem* upotřebeného. Pro vlnivý pohyb kraje slunečního, způsobený

neklidností atmosféry, jest přesnost pozorování o něco menší; oba učenci však doufají, že sotva překročí 4—5 sekund.

Jest však ještě jeden zdroj chybného pozorování, známý teprv od nejnovější doby, jehož odvrácení se posud vidí býti nemožným. Obrisy desky sluneční se totiž ustavičně mění, následkem vlnivého pohybu, v němž se neustálé nachází povrch slunce, zmítaný bouřemi a výbuchy. Platí však metoda Halleyova jen tehdy, je-li deska sluneční omezena kruhem aneb alespoň křivkou pevnou, neproměnnou. Kdyby se na onom místě, kde má nastati dotknutí, změnilo niveau slunce jen o dvě (prostorné) sekundy, bude chyba v pozorování při největší opatrnosti obnášeti 40 sekund (časových). Okolnost tato, objevená teprv v nejnovější době na základě spektroskopického zkoumání slunce, vzbuzuje vážné obavy, že mnohoslibná metoda Halleyova se nehodí ve svém starém rouše tak, jak z počátku příliš horkokrevně se očekávalo.

Z této příčiny pomýšlí se na to, nespolehlivé pozorování fasí dotknutí nahraditi zevrubným měřením fasí jiných; i navrhuje se k tomu účeli dvojí metoda. Německá komise (Hansen, Argelander, Struve a j.) vyslovila se pro upotřebení heliometru k měření vzdáleností středu slunce a Venuše, a úhlu, ježž tato přímka s poledníkem tvoří. Heliometr jest dalekohled, jehož objektiv jest ve dvě rozříznut; každá polovice objektivu dává svůj obraz předmětu pozorovaného, oba obrazy se však kryjou a splývají tudíž v jediný, jsou-li obě polovice objektivu k sobě tak připojeny, že tvoří jedinou čočku. Když se však jedna polovice objektivu vzhledem k druhé pošine, pošine se tím i obraz předmětu ní vytvořený a oba obrazy se jen částečně budou krýti. Otáčením okolo osy dalekohledu otáčí se též obraz vzniknuvší pohyblivým objektivem okolo obrazu objektivu pevného. Pošineme-li tedy pohyblivý obraz slunce tak, aby kraj jeho procházel středem Venuše na obrazu pevném, a otočíme-li zároveň heliometr kolem osy jeho tak, aby středy slunce a Venuše na na obou obrazech ležely v jediné přímce, máme v pošinutí míru pro vzdálenost Venuše od kraje a tudíž i středu slunečného, a v otočení míru pro uvedený úhel, t. zv. *úhel posiční*. Často opětovaným měřením toho druhu na několika místech můžeme určití

rozdíl v průmětech dráhy Venuše, pozorované z oněch míst, a vyvoditi z něho, složitějším ovšem počtem, parallaxu sluneční.

Proti této metodě navrhují Francouzové co správnější *metodu fotografickou*. Faye byl první, který navrhoval již před 20 lety upotřebení fotografie při průběhu Venuše, shledávaje při měření heliometrickém přílišných obtíží. Řadou obrazů fotografických co možná četných a udáním času expozice, kterýž jest při velké intenzitě světla slunečního velmi krátký, jest zdánlivá dráha oběžnice na desce sluneční velmi zevrubně určena, a lze tudíž vliv parallaxy na různých místech přesně měřiti. Hlavní vyhody metody té jsou, že činnost pozorovatele je při ní více mechanická a nepodlehá tudíž tak snadno vlivu stavu duševního, na př. rozčilení, v němž se pozorovatel nachází. Dále lze mikrometrická měření na získaných obrazech provésti kdykoliv a tudíž i s největším pohodlím a s největší opatrností, kdežto je s nezdarem měření heliometrického i celé pozorování zmařeno. K náhledům těmto přistoupilo velké množství nynějších astronomů, i zdá se, že případně při pozorování letošního roku (1874) největší úloha fotografii. Nejvíce se obíral s předmětem tím anglický astronom *Warren de la Rue*, uveřejniv o něm četná pojednání v *Monthly Notices*. Doufá, že bude za příznivých okolností možná obdržeti každou druhou neb třetí minutu jednu fotografii; průměr obrazu slunečního by při dostatečně velkém *fotoheliografu* (dalekohledu upraveném k fotografování slunce) mohl obnášeti až 10 centimetrů, tak že by se jedna sekunda (v oblouku) rovnala asi  $\frac{1}{20}$  millimetru, kteroužto veličinu ještě velmi pohodlně měřiti lze.

A jelikož se obraz pro sférickou odchylku a jiné nevýhnutelné nepravidelnosti nepodobá úplně originálu, navrhuje *Warren de la Rue*, fotografovati týmž přístrojem, jehož by se později k pozorování úkazu upotřebiti mělo, přiměřenou stupnici, upravenou na způsob ohromné šachovnice, a určiti empirickým způsobem, t. j. zevrubným měřením odchylku v jednotlivých částech obrazu. Podobně lze zřetel míti k tomu, že se kolloodium při schnutí poněkud stahuje.

Stejně příznivým způsobem prohlásili se američtí astronomové *Rutherford* a *Newcomb* pro upotřebení fotografie při pozorování průběhu Venuše.