

A VENUS 1874-IK ÉVI ÁTVONULÁSÁRÓL.

(Előadatott az 1872 április 3-án tartott szakgyűlésen.)

A természetten *előidézheti* azon tüneményeket, melyekből törvényeit levonja, a csillagászat ellenben a kedvező constellatiók *bevárására* van utalva. A világtestek óriási gépezete, egyrészt roppant tömegei- s távolságaival, és másrészt véges mozgató erővel, csak igen hosszú időszakok után ismétli egyes phasisait. Ezért van oly nagy fontossága az egyes constellatiók minél kimerítőbb észlelésének.

Ily égi tünemény, mely nem csak ritkaságánál fogva nevezetes, hanem a csillagtan előbbre vitelére is nagy fontosságú, 1874-ben, deczember 8-án fog bekövetkezni: a *Venus*, földünk legközelebbi bolygótársa vonul el a Nap korongja előtt. Ezen átvonulásról és csillagtanai jelentőségéről szándékozom ez alkalommal szólni.

A csillagtan egyik főcélja azon erőket nyomozni, melyek a világtestek közt működnek; erre nézve pedig szükséges a testek tömegét és kölcsönös távolságát ismerni. A világtestek tömegét is azonban csak úgy lehet kiszámítani, ha bizonyos távolságokat ismerünk.

A tulajdonképpeni csillagászat tehát a naprendszer fölmérésevel kezd. A mérnök, ha valamely telket föl akar mérni, mindenek előtt egy alapvonalat (basist) mér meg; a világegyetem mérnöke, a csillagász hasonlóképpen cselekszik. *Méréseinek alapvonala a Föld és Nap között levő távolság.* Ha ezen távolságot megmérnie sikerül, úgy képes egyszermind minden más távolságot a Naprendszerben meghatározni — és pedig egyszerű szögmérés által.

Azonban nem csak a Naprendszert lehet ezen alaptávolsággal fölmérni. A kettős Naptávolság, vagyis a földpálya átmérője azon alap, melylyel még az álló csillagoknak földünktől való távolságát és a kettős csillagoknak egymástóli távolságát is képesek vagyunk meghatározni.

Nem akarom hosszasan tárgyalni, hogyan fejlődött ki a Naptávolság pontosabb és pontosabb ismerete, csak egy pár nevezetes csillagász véleményét említem meg e mennyiségről.

C o p e r n i c u s és T y c h o d e B r a h e 1200 földszugárra, 1,032.000 mfdre tették a Nap távolságát, holott az a valóságban majdnem 20-szor akkora. K e p l e r 3500 földszugárt, 3,010.000 mfdet vett fel, H a l l e y már 16.500-at, 14,190.000 mfdet, végre R i c h e r a Mars bolygón tett észleletek alapján 21,712 földszugárt, 18,672.000 mfdet talált.

Mind ezen régiebb számadatok azonban inkább csak hozzáve-

tésen alapultak; csak akkor, mikor a Venusnak 1761 és 1769-ik évi átvonulása bekövetkezett, történhetek és történtek is pontosabb észleletek e távolság megmérésére.

A következőkben igyekezni fogok a mérés alapgondolatát röviden megmagyarázni.

Ha egy a földön kívül levő tárgyra a föld két különböző pontjáról tekintünk, úgy az különböző irányban fog látszani, és pedig annál elütőbb irányban, minél közelebb van a tárgy a földhöz és minél távolabb van a két hely a földön. A két észlelési hely távolságától és a megmért iránykülönbségből meg lehet azután könnyen határozni a szóban forgó tárgynak álláspontunktól való távolságát — akár rajzolás, akár számítás által, föltéve, hogy a tárgy nem egészen közel van a földhöz.

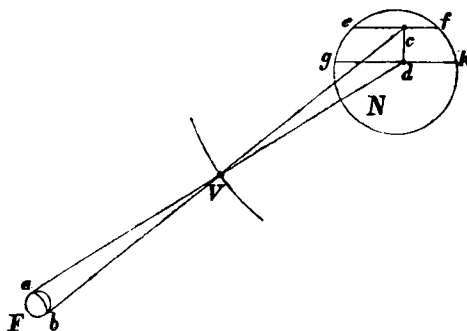
A legnagyobb távolság, melylyel a földön rendelkezünk, legfeljebb annak átmérője, az az 1720 mfd. Ezen alapvonal korántsem elegendő hosszú, ha a tárgyak igen nagy távolságban vannak tőlünk, mint például az álló csillagok: ez esetben már a föld pályájának átmérőjét kell alapul venni, és még így is csak a legújabb időkben, rendkívüli tökéletességre vitt mérőeszközökkel lehetett némely álló csillagnál valami parányi iránykülönbséget észre venni. Azon iránykülönbségnek, mely alatt valamely tárgy két álláspontból nézve, előtünik, más értelmezést is lehet adni. Nyilván való, hogy ezen iránykülönbség semmi egyéb, mint azon szöglet, mely alatt a szemlélt tárgyon képzelt észlelő a mi alapvonalunkat látná. Ez a szöglet az, mit a csillagászok műnyelvén a szemlélt tárgy *parallaxisa*-nak neveznek. Így például a *hold parallaxisa* azon szöglet, mely alatt a hold középpontjában gondolt észlelő *földünk átmérőjét* látná; a *Nap parallaxisa* azon szög, mely alatt a Nap középpontjában gondolt észlelő *földünk átmérőjét* látná; ellenben valamely *állócsillag parallaxisa* azon szög, mely alatt az álló csillagon gondolt észlelő *a földpálya átmérőjét* látná. Könnyen átlátható, hogy minél távolabb van a tárgy a földtől, annál kisebb a parallaxisa. A Nap 400-szor messzebb van tőlünk, mint a hold; következésképp 400-szor kisebb is a parallaxisa, mint a holdé. A holdra nézve csakugyan képesek vagyunk közvetlenül megmérni azt az iránykülönbséget, mely alatt az két egymástól messze fekvő észlelési helyről szemlélve előtünik; a hold parallaxisát tehát közvetlenül meghatározhatjuk és ebből egyszerre megtudhatjuk földünk kísérlőjének távolságát. A Napnál azonban ezen közvetlen méréssel nem érünk célra, mivel ennek parallaxisa rendkívül csekély; mint mondtuk 400-szor kisebb a holdénál. A föld ugyanis a Napból nézve körülbelül 108-szor kisebb, mint a Nap a földről nézve. Ily parányi szöget mérve, már a kis hibá-

nak is nagy befolyása van, s azért bizonytalan az eredmény. Oly módszert kellett tehát kigondolni, melynek segítségével, ha már közvetlenül nem lehet, valami kerülő uton találhassák meg a Nap parallaxisát. Halley, angol csillagász 1725-ben fejtett ki egy ily módszert, melynek alapján a Venusátvonulás alkalmával tett mérésekből meg lehet határozni a Nap parallaxisát és e szerint közvetve a Nap távolságát is földünkötől.

A Venus — az úgynevezett belső bolygók egyike — legközelebbi szomszédunk a bolygó-rendszerben; körülbelül 5 millió mértföldnyire közeledhetik hozzánk. Belső bolygó lévén, kisebb pályát ír le a Nap körül, mint a mi földünk.

Ha a Venus pályasíkja összeesnék a földével, minden 584 nap mulva, azaz minden alsó együttállásnál (Conjunctio*) a nap korongja előtt lehetne e bolygót látni; de a Venus pályasíkja a föld pályasíkjától egy kevéssé (3 foknyira) elhajlik, s így az együttállás alkalmával közönségesen a Nap felett vagy alatt vonul el. Csak akkor, mikor az együttállás a két pályasík átmetszési vonalában (a csomóvonalban) történik, látjuk a Venust, mint kis fekete foltot a Nap korongja előtt elvonulni. Ily átvonulás minden 243 évben 4 van, 105¹/₂, 8, 121¹/₂, és ismét 8 évi időközökben.

Képzeljük most ez átvonulást a föld egymástól távol eső két pontjáról nézve; az *a* észlelő a *g h* húron, *b* pedig a *c f* húron látja a bolygót végig vonulni a Nap tányérján. Ha a körben két húr hosszát ismerjük, könnyen ki lehet azok egymástól való távolságát



1, ábra. — *N.* a Nap; — *V.* a Venus; — *F.* a föld.

is számítani, kifejezve a Nap-tányér átmérőjének részeiben. Ebből pedig megtudjuk az *a d* és *b c* látsugarak iránykülönbségét, a mi nem más, mint a Venus parallaxisa, azaz azon szög, mely alatt az *a b* távolság, a Venusról nézve, látszik. Ha már most az *a* és *b* észlelési helyek kölcsönös távolságát ismerjük, úgy kiszámíthatjuk a Venus távolságát a földtől. És ezzel feladatunk már meg is

van oldva, mert ha akár melyik két bolygó távolságát ismerjük, ki lehet egyszersmind számítani mind a kettőnek távolságát a Naptól, valamint

*) A bolygók együttállanak a Nappal, ha ezen világtessel egyszerre mennek át a délkörön. A belső bolygóknál ez minden keringésnél 2-szer történik; alsó együttállás akkor van, ha a bolygó a Nap és föld között, felső pedig, ha a Nap a bolygó és föld között áll. Nyilvánvaló, hogy a külső bolygók csak felső conjunctióba jöhetnek.

a többi bolygó távolságát is, csak a keringési idő legyen még ismeretes. A Kepler-féle harmadik törvény foglalja magában az összefüggést, mely a bolygók Naptávola és keringési ideje közt létezik.

Halley ezen módszerének a tekintetben igen nagy előnye van, hogy az észleléshez jó távcsövön és órán kívül egyéb nem kell. Mert ha a két észlelő azon időpillanatokot feljegyzi, mikor a Venus belép a Napba és mikor ismét kilép, már tökéletesen elegendő adatot szerzett az a b hosszúság kiszámítására és ezzel a feladat feloldására. Azon körülmény, hogy Halley módszere mellett nagy mérő távcsövekre nincs szükség, igen fontos, mivel e nehéz eszközök szállítása oly lakatlan tájakra, hová a legkedvezőbb állomáshelyek esnek, felette bajos.

A Venus-átvonulás észlelése azért vezet inkább célhoz, mint a közvetlen parallaxis-mérés, vagy a Merkur átvonulási észlelés*), mert Halley módszerével a Venus parallaxist számítjuk ki közvetlenül és ebből következtetünk azután a Nap parallaxisára.**)

E módszertől Halley igen sokat várt, mivel csak mértani oldaláról fogta fel a dolgot. Az 1761 és 1769-ik évi átvonulás azonban csakhamar meggyőzte a csillagászokat, hogy e szellemdús, elmes módszernek igen csekély pontossága van. A módszer rendkívül egyszerű, de a kivitelnél, mint ezt 1761-ben meglepetéssel tapasztalták, tetemes nehézségekkel kell megküzdeni.

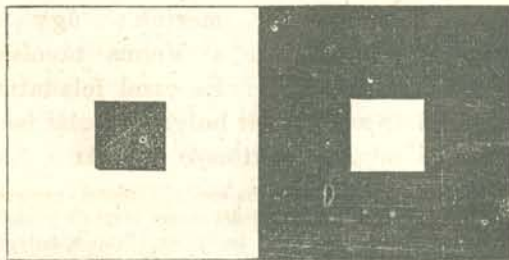
A mint láttuk, az egész mérés abból áll: észlelni, mikor lép be a Venus középpontja a Napba és mikor hagyja azt el. E célra észlelni kell a belépésnél a fekete kis korong külső és belső érintkezését a Nap fénykorongjával. Ugyanez történik a kilépésnél. Lásuk a nehézségeket.

Az irradiatio***) következtében a valódinál nagyobboknak látszik

*) A másik belső bolygó, a Merkur sokkal gyakrabban látható ugyan a Nap korongján, mint a Venus; mindamellett e tünemény nem alkalmas a Napparallaxis meghatározására. A Merkur t. i. igen közel áll a Naphoz, azért a Merkur parallaxisa nagyon kevésbé különbözik amazétól; már pedig éppen ezen különbség képezi a számítás alapját.

**) A Venus parallaxisa 3,6-szer nagyobb mint a Napé; a kettőnek különbsége, mely a számításban szerepel, 2,6-szer nagyobb tehát mint a számítás eredménye: a Nap parallaxisa. Valahányszor pedig nagyobb mennyiségről kisebbre következtetünk, nagyobb pontosságra teszünk szert, mivel az észlelési hibáknak csak egy része marad meg az eredményben.

***) Irradiatio-nak azt az érzéki csalódást nevezik, melynél fogva a fényes tárgy sötét alapon nagyobb-nak látszik, mint az ugyanoly nagyságú sötét tárgy fényes alapon. (L. a mellékelt ábrát.)



Innen van, hogy szabad szemmel a fényes csillagot a sötét égbolton úgy látjuk, mintha észrevehető kis korongot képezne, holott jól beigazított távcsöben nézve megmérhetően csekély átmé-

a Nap korongja: nem észlelhetünk tehát valódi, hanem csak látszólagos érintkezéseket. Másik nehézség az, hogy a külső érintkezést a bolygó belépésekor nem lehet azonnal észrevenni, ismervén szemünk berendezését, melynél fogva a sugarakat csak akkor vesszük rögtön észre, ha azok a recze-hártya egy bizonyos részére, t. i. a sárga foltra (*macula lutea*) esnek. A helyet azonban nem ismerjük előre — legalább pontosan nem — hol lép majd be a fekete korong; s ezért csak akkor vesszük észre a korongot, ha ez már a Naptányérba bevágást tesz. A belső érintkezésnél megint más akadály mutatkozik. A bolygó t. i. látszólagosan odatapad a Nap széléhez, hosszúkás alakot vesz fel, hirtelen szakad el és egyszerre csak bent áll a Naptányéron. Hasonló jelenségek kísérik a kilépést. Ezen optikai tünemények lehetetlenné teszik az érintkezések pontos észlelését; pedig ettől függ végre is az egész mérés pontossága és megbízhatósága. Az 1769-ik évi átvonulás alkalmával ezen bizonytalanság egy perczet jóval meghaladott. E körülményekhez 1769-ben még az is járult, hogy a Halley-féle módszer az észlelési helyek földirati fekvésének pontos ismeretét feltételezi; a mult században azonban a földirati hosszúság meghatározása a legnehezebb feladatok közé tartozott. Most már a Hansen-féle jó holdtáblák nagy mértékben könnyítik a dolgot.

Az 1769-ik évi Venusátvonulást sok helyen észlelték. Történtek mérések *Otaheiti* szigetén, a *Hudsonöböl* táján, *Madrásban* (Élőindia), *Laplandban* és *Wardoehusban* (Finnmark) Európa legéjszakibb csúcsán, hol Pater Hell Miksa hazánkfia, a dán király megbízásából, tett észleléseket.*)

Ezen 1769-ik évi észlelésekből nyerték azon adatot, mely még ma is közhasználatban van, t. i. hogy a Nap távoisága tőlünk körülbelül 20,000.000 mérföld.

Ezen eredmény, a már említett nehézségek miatt, a valóságtól lényegesen elüthet. A jelen században és más alapon (különösen a Mars bolygón) tett mérésekből igen valószínűnek látszik, hogy a kérdéses távolság majdnem 600.000 mértfölddel kisebb, mint ez az 1769-ik évi észlelésekből következett. De minthogy a Napparallaxis meghatározására a Venusátvonulásnál alkalmasabb módszer nem kínálkozik, arra kell törekedni minden áron, hogy azon hibaforrások, melyek az 1769-iki észleléseket zavarták, kikerültessenek. Ezen célból Hansen egy más módszert javasol, melyet különben már a mult

rőjű pontnak tűnik elő. Oka ezen érzéki csalódásnak az, hogy a szem, mint minden gömb-lencse, tökéletlenül gyűjti össze a sugarakat, s így a támadt kép környezetében köröskörül is esnek sugarak, melyek a látidegeket, ámbár gyöngébben, de szintén ingerlik. S z e r k.

*) V. ö. Term. tud. Közlöny, I. köt., pag. 343 Hell Miksa életrajzával.

században Maskelyne is indítványozott, csakhogy akkor senki sem használta fel.

A Hansen-féle módszer abban áll, hogy a két korong középpontjainak távolságát és azon szöveget, melylyel a középponton át képzelt egyenes a verticalkörhöz hajlik, az úgynevezett *positio-szöveget* az átvonulás tartama alatt egyszer vagy többször megmérjük. E két adat meghatározza a bolygó látszólagos helyét a Nap korongján. E módszernél a tűneménynek azon phásisa, mikor a Venus külső vagy belső érintkezésben van, semmivel sem fontosabb mint akár-melyik más helyzete a bolygónak a fényes korongon.

A Hansen-féle módszer előnyei közé tartozik, hogy egy helyen tett, *egy* észlelésből már képesek vagyunk a Nap parallaxisát kiszámítani: föltéve, hogy az észlelési hely geographiai fekvése ismeretes; továbbá, hogy tetszőleges számú mérést lehet tenni: mi által az eredmény biztosságban nyer. Lehet végre az egész tűnemény különféle phásisait lefényképezni, és a méréseket otthon, egész kényelemmel górcső alatt végezni: föltéve, hogy az egy pillanat alatt készült fénykép felvételi ideje ismeretes. Hogy ezen módszernek is meg vannak a maga gyengéi, az természetes; csak egy két szembe-tűnőbbet akarok kiemelni. A Venus valamint a Napkorong középpontjának feltalálása csak a korongok szélein történő mérések által lehetséges. A heliométerrel meg lehet a két korong távolságát nagy szabotossággal határozni, de a *positio-szöveget* alig lehet 1 ivpercze pontosan megmérni. Ezenkívül a mérés sem oly egyszerű; nehéz és nehezen szállítható mérőeszközöket kell Sziberia jégsivatagjaira, vagy az ind-oczeán lakatlan szigeteire vinni. Végre a fényképek használhatósága még igen kétséges, már azon oknál fogva is, hogy az ezen úton nyert Napképek igen kicsinyek (a Warren de la Rue-féle Kew-Heliographban, mely 3,9 angol hüvelyk átmérőjű, a Venus 0,1 hüvelyk.). Azonkívül még nem is tudjuk, mennyire lehet a collodium-réteg állandóságában bízni, mely a képeket felveszi*)

Az 1874-ik évi Venusátvonulás a földnek csak bizonyos helyein lesz látható. Az egész földtekét 4 gömbkétszögre lehet felbontva gondolni. Az egyikben a tűnemény kezdete, a másikban az egész átvonulás, a harmadikban csak vége látható, a negyedikben az egész tűnemény láthatlan. Egész tartamán át látható Ázsiában és az ausztráliai szigetek egy részén.

*) Az én véleményem szerint a Daguerre-féle fényképezési módszerre kellene visszatérni, azaz a képet ezüstözött rézlapon előállítani; ez tökéletesen változhatlan alapot nyújt H. A.

Jó észlelő-állomások csak azok, melyek a sarkhoz közel fekszenek, hol tehát a nap kis magasságban áll; a magassági parallaxis ugyanis annál kisebb, minél magasabban áll a Nap. Ily állomások az északi sark közelében: Nercsinszk, Irkuczk Sziberiában és Hakodad Japánban. Valamivel rosszabb helyek: Tobolszk, Kazan, Moszkva, az Amurvidék és China egy része. A déli félgömbön ellenben nem is létezik alkalmas állomás, melyhez hozzá lehetne férni. Aránylag legjobb helyek: Kerguelen- és a Mac-Donald-, az Auckland-, Crozet- és Edwards-szigetek.

Az egyes helyek használhatóságának feltételei: hogy a Nap minél mélyebben álljon, és hogy a positio-szög közel legyen a zerus-hoz, azaz mind a két csillagzat középpontja a verticalkörbe essék. Oppolzer 17 csoportba sorozta azon helyeket, hol 1874-ben a tünnemény, a különféle módszerek szerint, észlelhető lesz. A használandó eszközöket illetőleg Airy, az angol kir. csillagász 5–6 hüvelyk nyílású távcsöveket 120—200-szoros nagyítással ajánl; Napüvegül pedig egy prismát. — Faye szintén prismát ajánl az észleléshez; így a Venus belépése a protuberantiákba, a chromosphaerába észlelhető, s ezen az úton meg lehet talán majd lesni a külső érintkezést.

Azon nagymérvű előkészületek, melyek most már mindenütt történnek, biztos kilátásba helyezik a Naptávolság eddig még függőben levő fontos kérdésének végleges eldöntését, a mennyiben ez a jelenkori mérő-eszközök pontosságával elérhető. A közel jövőben várható két átvonulás ezen évezredben az utolsó; a legközelebbit 2004-ben már csak unokáink észlelhetik, az akkor már kétség kívül még tökéletesebb optikai- és mérő-eszközökkel.

A Venus 1874-ik évi átvonulására nagy expedíciók várhatók Anglia, Német-, Orosz- és Franciaország részéről. Az általános érdekű cél támogatásához kisebb mértékben minden nemzet hozzá fog járulni, melynek állam- és tudomány-férfiai belátják, hogy ily célok előmozdítása a művelt névre igényt tartó nemzetek becsületbeli dolga. Még két év van hátra: reméljük, hogy Pater Hell hazája sem fog egészen kimaradni azon országok sorából, melyek a Venus-átvonulás megfigyelésében versenyre kelnek.

HELLER ÁGOST.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.