

Csillagfedések

Az okkultációk és az amatőr

A látvány megkapó. A Föld által hamuszürkén megvilágított holdkorong az új sötétjében a gyengén pislákoló csillagok között halad tova. Lassan összeolvad az egyikkel, és a következő pillanatban a csillag "beleharap" a holdkorongba, majd meglepő hirtelenséggel eltűnik. Pontosan megmérve ezt az eseményt, a tudomány számára értékes megfigyelést végezhetünk — egyikét azoknak, amelyeket amatőrök tehetnek egyszerű eszközökkel és amelyek nem csekély tudományos értékkel bírnak.

Senki sem tudja, ki látott először Hold-okkultációt. Természetes égi kísérőnk havi égi útja során több szabadszemes csillag és bolygó mellett halad el, s néha el is fedi őket. Arisztotelész feljegyezte a Mars i. e. 375-ben történt okkultációját, Ptolemaiosz Almagesztje pedig hét fedést említ i. e. 294 és i. sz. 98 között. Az első, távcsővel végzett okkultációs mérést egy francia matematikus és csillagász, Ismael Bulliadus végezte. 1623. július 5-én megfigyelte, amint a Hold elfedi a Spicát. Mérések tízezrei készültek azóta, melyek nagyrészt amatőr csillagászok végezték.

A pontos okkultációs időmérések több mint 300 éve alatt ezek a megfigyelések különböző csillagászati problémák megoldását serkentették. Egyik első felhasználásuk a Hold helyzetének meghatározása volt, amelyet egyébként elég nehéz kiszámítani. Mivel a Hold másodpercenként kb. 0,5 ívmásodpercet mozdul el, egy okkultációs időmérés egy másodpercnél is pontosabban határozza meg a Hold helyzetét a csillaghoz és a megfigyelőhöz viszonyítva.

A 19. század során az okkultációkkal meghatározott holdpozíciók segítettek csiszolni a Hold mozgását leíró egyenletet. David Dunham (IOTA) szerint "Meglévő megfigyelésekből előrejelezni a Hold mozgását — mindig is ez volt az égimechanika egyik legkeményebb feladata, amellyel szembe kellett néznie." Isaac Newton számára ez volt az egyetlen probléma, amely fejfájást okozott. Több nagy csillagász szánta arra működésének nagy részét, hogy elemezze a Hold mozgását. Nem egészen az 1960-as és 70-es évekig volt ez a helyzet, amikor űrhajósok és automata leszállóegységek tükrök sorát helyezték el a Holdon. Azóta lézersugaras mérések adják a holdpozíció meghatározásának legjobb módját.

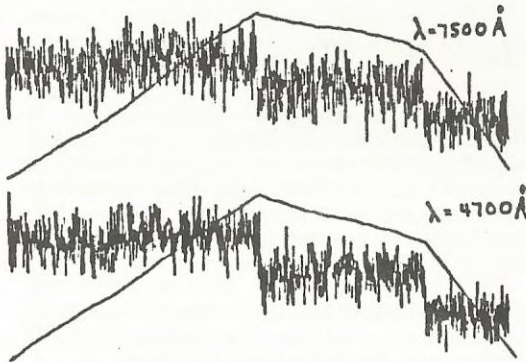
A holdi légkör kérdése azután vetődött fel, hogy a távcsöves megfigyelések feltárták a Hold hegyeit és völgyeit. Ezek azt sugallták, hogy égi szomszédunk a földihez hasonló világ. Az 1800-as évek során több csillagász, főképpen Friedrich Wilhelm Bessel és John Herschel vitázott erről. A csillagok okkultációjának gyors lefolyása azonban elveti a jelentős atmoszférai létezését.

John Herschel a Hold-okkultációk egy további alkalmazására jött rá. 1865-ben így okoskodott: "Az a kettőscsillag, amely túl szoros ahhoz, hogy távcsőben szétválasszuk, kimutatható egy Hold-okkultáció során." Ilyen módon történt például a Kappa Cancri kettősségének felfedezése.

SAO 092669

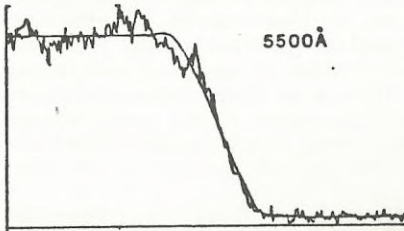
Jan 18, 1986

DOUBLE STAR

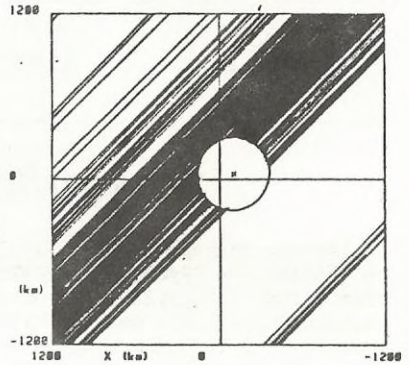


1. ábra. Egy kettőscsillag fotoelektromos fénygörbéje okkultáció során. Jól látható a fényesség lépcsőzetes változása. A folytonos vonal csúcsa jelzi az okkultáció pillanatát. A kettősséget a vonal meredekségének változása mutatja. A csillag diffrakciós peremének "sebessége" a földfelszínen 100--900 m/s közötti. Ennek megfigyeléséhez nagy időfelbontású méréseket (1--5 ezred mp) kell végezni

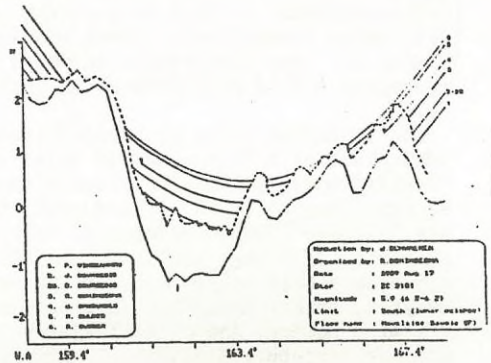
Angular Diameter 0.041 arc sec



2. ábra. Az Antares fokozatos eltűnése a holdkorong mögött. A gyorsfotometriai mérésekből 0,041 ívmásodperces látszó méretet kaptak



4. ábra. A Pallas 1983. márc. 1-jén elfedte az 1 Vul-t. Az USA déli részén észlelő 317 amatőr közül 201 "esett" a Pallas fedési sávjába. Okkultációk révén lehet a legpontosabban meghatározni az egyes kisbolygók méretét és alakját



3. ábra. Súroló fedésekből megkapjuk a holdperem profilját, amit legfőképpen napfogyatkozások alkalmával használnak fel, a Nap méretének meghatározásához. A folyamatos vonal az előrejelzést, a szaggatott a megfigyelt profilt mutatja. A folytonos ívek különböző amatőrök adataiból származnak

Amikor a Hold 1863. április 26-án elfedte ezt a csillagot, Ralph Copeland tanúja volt, amint a szokásos fedéskor csak a fény háromnegyede tűnt el, a többi még kb. fél másodpercet "késlekedett". Az ilyen, fokozatos eltűnésből kettőscsillagra következtethetünk, amelynek komponensei túl közel vannak egymáshoz ahhoz, hogy vizuálisan megfigyelhessük.

Dunham szerint azokat a binarykat, amelyek távolsága kisebb mint 0,02 ívmásodperc, okkultációk során fedezték fel. "Ezek hivatottak kitölteni az űrt a vizuálisan közvetlenül felbontható és a csak spektroszkópiai megfigyelések során kimutatható kettősök között."

Napjainkban gyorsfotométerekkel (legújabbban CCD-kkel) tovább javítható az időmérésék pontossága. Ez a kettőscsillagok pontosabb felmérését is lehetővé teszi. Több mint 30 évvel ezelőtt volt, amikor fotoelektromosan megfigyelték a SAO 78440 okkultációját, s ekkor vált csak láthatóvá, hogy a két csillag távolsága 0,053 ívmásodperc.

A módszerrel néhány csillag látszó átmérője is meghatározható. Ebben az esetben az elektronikának olyannak kell lennie, hogy a csillag fedésének pillanatában felbonthassa a diffrakciós korongot. Nathaniel White 1987-ben arról számolt be a *Vistas in Astronomy*-ban, hogy 346 ilyen mérést végeztek 124 csillagról. A legkisebb látszó átmérő, amelyet még fel tudtak bontani, a Regulusé volt, amelynek korongját 0,0014 ívmásodpercesnek mérték. Néhány esetben csillaglégköri rétegeket is megfigyelték okkultációk során.

A gyorsfotometria művelése meghaladja a legtöbb amatőr lehetőségeit. A házi videokamerák számára viszont egy másik út áll nyitva, amelyen fejleszthetjük az okkultációs időmérést. Egy esemény videofelvételét analizálva könnyen megkaphatjuk a pontos időpontot.

Egészen az 1950-es évekig a Föld forgása volt az időmérés alapja. Az azóta végzett okkultációs megfigyelések feltárták, hogy a Föld forgása mind folyamatosan, mind alkalmoszerűen módosul. Ennek felfedezése vezetett az Efemerisz-idő (ET) fogalmának bevezetéséhez. Ilyen értelemben a Hold-okkultációk megfigyelése zárt kört alkot: először is javítja a Hold pályáját, amely visszahat más csillagászati események mérésének standard idejére.

Az okkultáció-megfigyelések egy további alkalmazása a Nap méretének meghatározását segíti. A holdkorong északi vagy déli peremét súroló csillagfedések segítségével pontosabban megismerhetjük égi kísérőnk profilját. Ezeket az adatokat összehasonlíthatjuk a teljes napfogyatkozások alkalmával végzett megfigyelésekkel, annak kimutatására, hogy változik-e a Nap mérete. Az eredmények azt mutatják, hogy a Nap nem tágul és nem is zsugorodik.

Azon adatok legnagyobb részét, amelyeket Hold-okkultációkkal meghatározunk, ma már más módszerekkel sokkal jobban megmérhetjük, így helyénvaló a kérdés: van-e még értelme folytatni a megfigyeléseket? Dunham szerint természetesen van.

Az okkultációs adatok több összehasonlításban még ma is versenyképesek. Például ha pontosan meg akarjuk határozni a Hold ekliptika-menti mozgásának lassulását, melyet a Föld-Hold rendszerben létrejövő árapály-erők befolyásolnak, a már régóta végzett okkultáció-megfigyelések felhasználásával olyan átlagértéket kapunk, amely meghaladja a jóval korszerűbb, ám egyedi észlelések pontosságát, és ez még a mai lézér sugaras mérésekre is igaz.

Ezt a lassulást 23 ívmásodpercnek mérték évszázadonként, a számítások viszont 28 ívmásodpercet adnak. Az egyik elmélet épp azt állítja, hogy a gravitációs állandó változása pont ilyen mértékű különbséget adna — s ha ez igaz lenne, az mélyreható kozmológiai jelentőséggel bírna. Más szerzők erről azt mondják, hogy a különbség a holdmozgást leíró elmélet fogyatékos-ságaiból ered.

A Hold-okkultációk adták a tavaszpont újabb meghatározásához szükséges adatok legnagyobb részét az új FK5 csillag-koordinátarendszerben. Ez a rendszer alapvetően fontos több asztrofizikai kérdésben. Például ez használatos a csillagok sajátmozgásának tanulmányozásához, ami a Galaxis rotációjának tanulmányozása során elengedhetetlen.

A jövőben mesterséges holdak adják a csillagpozíciók legpontosabb értékeit. Mindaddig, míg a nagy pontosságú úrbázisú asztrometria nem áll rendelkezésre, nem eshetünk az 50-es évek végének csapdájába, amikor is a Hold-okkultációk iránti érdeklődés szinte megszűnt a Markowitz kétsebességű holdkamera kifejlesztésének eredményeként. Ez az eszköz az okkultációs időméréseknél pontosabban adta meg a Hold pozícióját. Közel egy évtizedig tartott, mire kiderült, hogy az okkultációk még mindig elsőbbséget élveznek.

"Milyen érdekes" — tűnődik a Lowell Obszervatóriumbeli White — "a történelem megadja a választ önmagának: a mai okkultációs mérések igazi értéket majd 50 vagy 100 év múlva jelentenek majd."

Több mint Hold és csillagok

A Hold évről évre elfed egy vagy több bolygót. Az ilyen események tudományos jelentősége csekély, viszont látványosak, ezért sokak érdeklődését felkeltik. Sokkal érdekesebb, ha a Hold egy kisbolygót fed el. Gyorsfotometria segítségével megmérhető az objektum mérete. Ennél is jobban meghatározható egy kisbolygó mérete és alakja, ha az aszteroida elhalad egy csillag előtt. Ez persze csak akkor igaz, ha egy koordinált megfigyelőcsoport végez időméréseket. Csak a legutóbbi évtizedben rendelkezünk olyan szoftve-ekkel, amelyek lehetővé teszik az ilyen jelenségek megbízható, gyors elő-rejelzését. Számos csillagász szerint az ilyen típusú jelenségek észlelésével kimutathatók lennének a kisbolygó-holdak.

A nagybolygók csillagfedései is hasonlóan érdekesek. Az 1970-es évek egyik legemlékezetesebb csillagászati eseménye az Uránusz gyűrűinek felfedezése volt. Váratlanul talált rá egy Uránusz-csillagfedés alkalmával a Kuiper Repülő Obszervatórium (KAO). James Elliot vezette a KAO megfigyelőcsoportját. Szerinte ilyen megfigyelések alapvetően a pár méteres távcsöveket és infravörös detektorokat kívánnak — s ezek egyike sem hozzáférhető az amatőrök számára. Azonban ha egy különlegesen fényes csillagot fedne el egy ilyen gyűrű, a fotolektromos felszereléssel rendelkező amatőrök értékes adatokat szerezhetnének.

Az okkultációk megfigyelése egyaránt nyújt esztétikai élményt és a tudomány számára hasznos adatokat. (Mindazok, akik információkat kérnek az észlelés módjáról, a megfigyelések beküldéséről, a rovatvezetőnek írjanak — a ford.)

(Dennis di Cicco cikkét (Occultations and the Amateur, Sky & Tel. 1988. nov.) fordította Szabó Sándor

Fiastyúk-fedés február 21-én

Február 21-én az esti órákban rendkívül kedvező alkalom adódik a okkultáció-megfigyelésekre. Égi kísérsőnk elfedi az egyik legjobban látható nyílthalmaz, az M 45 egy részét.

A térkép a Plejádokat mutatja, amint a Hold közepe áthalad rajta Budapestről nézve. Segítségképpen az okkultáció északi és déli határát is berajzoltuk. A délebbre lakók számára a Hold 1–2 ívperccel északabbra halad át a halmazon. A centrális vonalon félóránkénti bontásban bejelöltük a Hold mozgását.

A térkép határfényessége 11^m . A 10^m -nál fényesebb csillagok számmal vannak jelölve. Az 510 alatti számok az USNO P-katalógusbeli jelzések, az 536–562 közöttiek ZC-számok, amelyek nagyobbak 4000-nél, azok az USNO XZ-ből valók. A megfigyelések beküldésekor ezekre a számokra hivatkozzunk. Az aláhúzott csillagok gyaníthatóan kettősök, ezekre érdemes jobban odafigyelnünk a fedés alatt, hátha lépcsőzetes fényességsökkenést látunk.

SZABÓ SÁNDOR

