

# A hullócsillagok színképe

A tapasztalt megfigyelő tudja: nincs két egyforma meteor. A felvillanást okozó apró részecskék minőségének vizsgálatát - a jelenség természetéből következően - nem lehet laboratóriumi körülmények között végezni. Anyagi felépítésüket, az általuk produkált fizikai jelenségeket legegyszerűbben a meteoronyomok színképi vizsgálatával ismerhetjük meg. Cikkünk a Szovjetunió-beli megfigyelési technikáról és eredményekről szól.

## Az első színkép

Vizuálisan az első spektrumot A. Herschel vizsgálta 1864. januárjában. A Capella színképét tanulmányozta, amikor a műszer látómezejében egy meteor villant fel. Később nagyon elterjedt a vizuális vizsgálat, Konkoly volt az elsők egyike, aki színkép-vonalakat azonosított a tűzgömbök színképelemzésekor. Sz. N. Blaskó moszkvai csillagász fordított elsőként figyelmet a meteorszínképek "vonallasságára". 1904. május 11-én egy objektív-prizma segítségével készítette el az első spektrumfelvételt, majd a továbbiakban két Perséida színképét is rögzítette. Blaskó azonosította a magnézium és az ionizált kalcium (H és K) vonalakat. Már a korábbi megfigyelésekkor is észlelték a nátrium jelenlétét, majd 1928-ban A. Schwassmann azonosította a vasat a meteorszínképben. Fontos szerepet játszott az ismeretek szerzésében P. Millmann kanadai csillagász, aki 1931-től szisztematikus megfigyelésekbe kezdett.

A felvételek alapján nemcsak a kémiai összetételt, hanem a sebességet is meghatározhatjuk, ha forgószeleket használunk. Millmannál például a spektrográf elé felszerelt propeller sebessége 25 ford/s volt, a szaggatott nyom a sebesség-információon kívül lehetővé tette az esetleges maradandó nyom vizsgálatát is. A felvillanás utáni nyomvonalat a meteor fejrésze idézi elő, de vizsgálható a farokrész és az utófénylés is.

A meteorok színképi vizsgálatával Szovjetunióban a dusanbei, ashabadi, ogyesszai és krími obszervatóriumokban foglalkoznak. Jó spektrumfelvételek készítéséhez rendelkezni kell egy fényerős kamerával, amely a lehető legnagyobb látószögű, ugyanakkor nagy felbontóképességű. A felhasznált filmek szintén a lehető legnagyobb érzékenységek legyenek. A prizma refrakciós szögét 15-20°-osra választottuk, az expozíciós időt pedig egy-három óra között variáltuk. Szimferopolban a Zatejcsikováról elnevezett fiatal technikusok házában Mertinenko vezetésével érdekes meteorszínkép-felvételeket készítettek a diákok. AFA kamerát használtak Xenon, Ortagoz, Helios-40 és Uran-9 objektívekkel, 27 DIN érzékenységű filmmel. A refrakciós prizma élet párhuzamosra választották a fényképezés idején jelentkező legnagyobb meteoráramlat radiánsán és a zeniten átmenő egyenessel. Így a színképek többségét a legnagyobb diszperzióval kapjuk, a csillagok

köríveit keresztezi a meteor nyomvonala és színeképe. Ha a diszperziós berendezésnél diffrakciós rácsot használunk, könnyen hibázhatunk: a meteorok színeképe összetéveszthető más fényforrásokéval. 1961-től a kis fényességű meteorok színeképfelvételeinek készítéséhez televíziós technikát is alkalmazunk szuperérzékeny elektro-optikai átalakítókkal.

### A megfigyelések nehézségei

Minden meteorszínekép új információt ad e rejtélyes égiteszetről, amelyek már millió évek óta róják pályájukat a világegyetemben. Az eddigi spektrumokban 19 kémiai elem mintegy 1000 vonala volt felfedezhető - ezek az atomok és molekuláris vegyületek által gerjesztett 2500 vonallal és sávval azonosíthatók. Egyelőre nehéz teljes biztonsággal elkülöníteni egymástól az atmoszférikus eredetű, ill. a meteor által gerjesztett kisugárzásokat. A megbízhatóbb eredmények érdekében a tudósok speciális műszereket szerkesztettek. Ilyennek sikerült 1964-ben Millmannak megfigyelnie az Apolló űrhajó egy részének megsemmisülését az atmoszférában. A szerkezet súlya 230 kg volt, sebessége a pálya felső szakaszán 11,5 km/s, s hatalmas fényjelenséget produkált,  $-21^m$ -ra becsülték legerősebb felvillanásait.

Laboratóriumi körülmények között az azonosított színeképvonalak ellenőrzését standard minták segítségével hajtják végre. Ilyen vizsgálatot végzett 1966-ban jelen cikk szerzője is. Két fotografikus kamerát használtunk, az egyiket kollimátorként, amelynek fókuszában párhuzamosított fényforrás volt, a másikat filmfelvevőként. A kollimátoron keresztül párhuzamosított fénynyalábot vezettünk egy forgó tükörré. A tükör különböző sebességű forgása imitálja a meteor felvillanását. A kamera és a refrakciós szög változtatásával elérhető egy olyan irányszög, amely eredményeképp a mesterségesen előállított színekép diszperziója megegyezik a meteoréval. Ismerve a mesterséges fényforrás hullámhosszát felépíthető egy tapasztalati "észlelési" görbe a vizsgált meteorjelenségre.

A nehézségek a kamera által rögzített színeképterület kalibrálásakor kezdődnek. Nem ismerjük pontosan a teljes rendszer színeképi érzékenységét, amibe beletartozik az optikai műszerek karakterisztikája, a filmek és az atmoszféra áteresztőképessége is. A helytelenül meghatározott észlelési görbe hamis vizsgálati eredményekhez vezethet.

### A meteorspektrum-fényképezés sajátosságai

Millmann a felvett meteorszíneképek alapján típusrendszerezést hajtott végre. Pl. az Y típusba sorolta azokat a meteorokat, amelyek spektrumában intenzív ionizált kalcium vonalakat talált. Ehhez a típushoz tartoznak a nagy sebességű Perseida, Orionida és Leonida rajtágok több mint fele. A kisebb sebességű áramlatok (mint pl. a Geminidák) legtöbbször az X csoportba sorolhatók. Ezek jellemzője, hogy a színeképben felfedezhető a semleges magnézium és a nátrium intenzív D vonala. Sokszor elő-

fordul, hogy a meteor fékeződése során a spektrum típusa változik - míg az atmoszféra felső részén X típusú, lejjebb és a fényesebb felvillanásoknál Y típusba sorolható.

A meteornyom filmen történő rögzülését nem szabad a Bunsen-Rosko fotografikus sötétedési törvény alapján vizsgálnunk, amely szerint minél nagyobb a megvilágítás, annál kevesebb megvilágítási idő szükséges egységnyi felület megfeketedéséhez. A fotometrikus vizsgálatnál más módszert, a tapasztalati úton meghatározott Schwarzschild fotometrikus sötétedési törvényt kell alkalmaznunk. Ez az "egyedi sötétedési görbe", az ún. izoopak segítségével hajtható végre. Az izoopakot a különböző megvilágítási idők alkalmazásával mért sötétedés-skála alapján készítették. Ha az izoopak egyenes, azt jelenti, hogy a Bunsen-Rosko-törvény érvényesül. Azonban olyan expozíciós időknél, amelyekkel a meteorszínkép-felvételek készülnek, nem ez a helyzet. (Lásd a témával foglalkozó másik cikkünket - meteorok fényességmeghatározása állókamerás felvételek alapján - A szerk.)

A Schwarzschild-törvényben meghatározott mutatók szerint felépített fotometrikus skála nemcsak egy adott spektrumvonal erősségének megállapítását, hanem néhány elem koncentrációját, hőmérsékletét, tömegét és egyéb fizikai paramétereinek értékelését is lehetővé teszi.

#### A fellobbanások színeképe

A meteorok esetében megfigyelt fellobbanások tulajdonságai hasonlóak azon felvillanásokéhoz, amelyeket nagy sebességű lövedékek repülését tanulmányozva filmre rögzítettek. Az előbbieket színeképének jellegzetességei viszont mások: nincsen például a felfénylésnek periodikus pulzációja, kettős felvillanások észlelhetők, amelyeknek maximális erőssége a röppálya legvégső pontján látható. A meteorfelvillanás hullámzásának klasszikus magyarázata szerint a jelenség a részecske feldarabolódásával kapcsolatos. A felvillanások során a kisugárzás karaktere megváltozik: a spektrumvonal intenzívvé válik a rövidebb hullámhosszúságú részeknél - az energiaeloszlás maximuma a felvillanások spektrumának többségében a rövidebb hullámhosszú rész felé tolódik.

Eltérés van az elméleti kutatások és a gyakorlati megfigyelések eredményei között: a meteorfelvillanások hőmérséklete alacsonyabbnak bizonyult az elméletileg megjósolt értéktől. Egyértelművé vált, hogy a végponton bekövetkező fellobbanást a gyors meteorrajoknál figyelhető meg. A lassú meteoráramlatok nem mutatnak ilyen látványos jelenségeket - összefüggés van tehát a meteor sebessége és a kisugárzott energiamennyiség között.

Bár a meteor-fellángolásokat természetének teljes felderítése még előttünk áll, elmondhatjuk: a fénysugárzás hasonló a laboratóriumokban előidézett gázdinamikai lézerek fénykibocsátásához. A "hőforrás" kiapadása után a gerjesztődött atomok megkezdik a tárolt energiamennyiség visszasugárzását (rekombináció).

Az eredmények szerint ez a jelenség csak kellő tömegű meteoroidok esetén jelentkezik, hiszen a halvány rajtagok nem produkálnak jelentős felvillanásokat. E rövid általános ismertető is mutatja, sok még a tennivaló e csodálatos természeti jelenség, a meteorhullás vizsgálatában.

(A Zemplai i Vszelennaja 1986/6. alapján - ford. Földesi Ferenc)

---

## PVH-MMTÉH TALÁLKOZÓ KALOCSÁN

---

Kalocsa történelmi városa volt a székhelye a Pleione Változócsillag-észlelő Hálózat és a Magyar Meteor- és Tűzgömbészlelő Hálózat legutóbbi közös találkozójának. A rendezvény délelőttje a változós témáké volt - házigazdái egy hangulatos múzeumi előadóteremben fogadták a közel 50 amatőrt. Először a PVH 1986-os észlelőmunkájáról hallottunk beszámolót (Kovács István), majd Kolláth Zoltán tartott nagyszerű előadást "Pulzációelmélet, avagy a változócsillagok zenéje" címmel. A fotoelektromos fotometria amatőrök körében hazánkban még jobbra ismeretlen terület. A témakör fellendítése érdekében Hegedűs Tibor szólt néhány szempontról. Ezt követően a Nagy Magellán Felhőben feltűnt szupernóva felfedezéséről és különlegességeiről hallhattunk (Kolláth Z.), ill. a hazai régebbi változócsillag-megfigyelések számítógépes feldolgozására toboroztunk vállalkozókat.

Az ebéd előtt a Magyar AmatőrCsillagász Társaság szervezői számoltak be tevékenységükről. "Ebédidőben" két csoportban tekintettük meg a Fényi Gyula munkásságáról híres kalocsai Haynald Obszervatóriumot, ill. az érseki palota könyvtárát.

A délutáni program a Művelődési Házban az MMTÉH aktuális észlelési és feldolgozási problémáival kezdődött. Külön hangsúlyt kapott a meteorfotó hálózat szervezése, többen bemutatták asztrokameráikat: Dóczy Ottó (Budapest) Sári Gyula ötlete alapján készített "tojásfőző percjelző órával" működő vezetékes szerkezetét, míg Farkas Ferenc (Esztergom) elektromos kapcsolóórás (Saulter-órás) óraművét. A résztvevők megismerhették Berkó Ernő, a nyári táborok idejére kölcsönzött 3 állókamerás forgószelektos készülékét. Láthattuk Bartus Ferenc (Kisnémedi) legendás meteordiáit - ettől eltekintve eléggé "képszegény" volt mindkét találkozó.

Süle Gábor, a meteorrajok fejlődéséről beszélt, Hegedűs Tibor pedig fontos gondolatokkal szolgált a vizuális meteoradatok feldolgozása kapcsán. Hosszú ideje ő az első, aki matematikai, statisztikai módszerekkel vette vizsgálat alá észleléseinket - javaslatai, ötletei hozzájárulnak a meteoros munka színvonalasabbá tételéhez.

Éjszaka az időjárás megghiúsította észlelési elképzeléseinket, s komoly szállásgondokat is jelentett. Ennek tanulságával szervezzük majd őszi közös találkozóinkat, előreláthatólag Győrben.