

HÉTKÖZNAPI CSILLAGÁSZATI ÉSZLELÉSEK, KÍSÉRLETEK

EVERYDAY ASTRONOMICAL COGNITIONS, EXPERIMENTS

Kriska Ádám, Juhász András

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Anyagfizikai Tanszék

ÖSSZEFOGLALÁS

Az iskolai fizikatanításban fontos alapelv, hogy a jelenségeket bemutassuk, közvetlenül megtapasztaltassuk tanítványainkkal. A fizika keretei közt tanított csillagászat esetén ez általában elmarad. Ennek sok oka lehet, a rendelkezésre álló idő szűkössége, eszközhiány, de az is, hogy a fizikatanárok a csillagászati demonstráció területén hiányosak a gyakorlati ismereteik. A következőkben az iskolai munkához jól kapcsolódó észlelési programot ismertetünk. Vannak köztük távcsövet igénylő és távcső nélkül is megvalósíthatók, amelyek általános iskolások és gimnáziumi diákok számára egyaránt érdekesek. A bemutatott jelenségek és a hozzájuk fűzött ismeretek közelebb hozza a gyerekekhez a csillagászatot.

ABSTRACT

In physics education there is one very important basic principle. Teachers must demonstrate everything through experiments. In case of educating astronomy this hardly comes true. There can be various reasons for this problem such as the lack of time and equipment or even the fact that many teachers have no practice in showing experiments in the field of astronomy. Now we are proposing a collection of experiments for schools. These experiments are interesting both in elementary and secondary schools. Some of them need telescope, others do not. Our aim is to bring astronomy closer to students.

KULCSSZAVAK/KEYWORDS

Csillagászat, távcső, gyakorlati oktatás
Astronomy, telescope, practical education

BEVEZETÉS

A csillagászat tanítása során a tanárnak sajátos módszertani ellentmondással kell szembesülnie. Az égi objektumokról tanítani, és tanulni az osztályteremben kell, de biztosan állíthatom, hogy ez ott nem igazán izgalmas, és nem is elég hatékony. A csillagászat a szabad égbolt alatt válhat a diákok számára élményszerűvé. Olyan kísérleti, észlelési programot állítottam össze, ami annak ellenére, hogy nem illeszthető be a hagyományos délelőtti órakeretek közé, a tanár és a diákok részéről egyaránt extra esti időbefektetést igényel, de reményeim szerint mindkét fél részére megéri a plusz fáradságot. A tanár számára ez a munka első ízben lehet, hogy aránytalannak soknak tűnik, de ha ezáltal saját maga is megszereti a csillagászatot, akkor könnyebben sikerül megkedveltetni azt a diákokkal is.

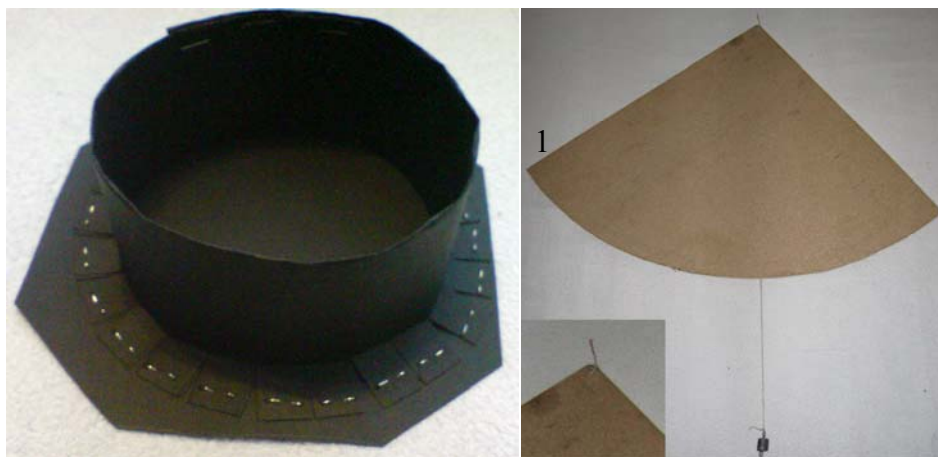
Az észlelésekhez használt eszközök

A csillagász alapeszköze a távcső. A csillagászati távcsövek ma még általában hiányoznak az iskolai szertárakból. Ennek oka az, hogy a korábbiakban csak nehezen és magas áron lehetett beszerezni azokat. Ez helyzet napjainkra megváltozott, és elérhetővé váltak az olcsóbb (harmincezer forint alatti) kínai gyártmányú távcsövek, amelyek minősége bőven megfelelő az igényesebb iskolai szakkörök észleléseihez is.

A távcső kiválasztásakor érdemes a parallaktikus szerelésű (az egyik tengely a Föld forgástengelyével párhuzamos állásba hozható legyen) távcsöveket előnyben részesíteni. Ezek összeállítása kicsit nehezkesebb, de használat közben meghálálják a befektetett munkát. A következő kérdés, hogy tükrös vagy lencsés távcsövet válasszunk, hiszen kb. azonos árkategóriában mindegyik rendelkezésre áll. Én a konkrét munkám során Newton-távcsövet (tükrös távcső) választottam.

Saját készítésű kiegészítő eszközök (kvadráns, napszűrő)

A szögmérésre szolgáló eszközök - pl. **kvadráns**- az ókortól használt eszköze volt a csillagászoknak. Használata ma is tanulságos, nem is beszélve arról, hogy a csillagászati szakkör munkájába az eszköz házilagos elkészítése is beleillik. A házilag készített kvadráns fotóját az 1. ábra mutatja. Az eszköz egy derékszögű szögmérő, amivel egy kiválasztott égi objektum horizont feletti magassága határozható meg. Vastagabb kartonlapból vagy rétegelt lemezből kivágunk egy negyed körlapot, aminek íve mentén 90-os szögbeosztást rajzolunk, a csúcsába fűrt lyukba függőönt rögzítünk. A használata rendkívül egyszerű: Ha a függőleges síkban álló kvadráns felső éle vízszintes, a függőön a másik, függőleges él mentén lóg le és az ív 0° osztásvonalával esik egybe. Irányítsuk ezután a kvadráns előbb vízszintes élét egy horizont feletti kiszemelt pont (pl csillag) felé, a függőön fonala a kiszemelt pont horizont feletti magasságának szögét jelöli ki az ív mentén. Praktikus okokból érdemes a kvadránsként használt negyedkör sugarát 57,3 centiméternek választani, hiszen ekkor a körívk területén egy centiméter egy foknak fog megfelelni, ezzel sokkal gyorsabbá válik a skálázás és a leolvasás is.



Hasonlóan házilag elkészíthető eszköz a távcsőre felhelyezhető napszűrő. A napszűrő használata elengedhetetlen, ha a Napot akarjuk távcsővel megfigyelni (pl napfoltokat nézni). A napszűrő óvja szemünket az erős fényhatástól, de védi a lencsés távcsövek objektív-lencsáját is. Napszűrő készen is kapható a távcsőboltokban, de sokkal olcsóbb (és a távcsövünkre is pontosabban illeszkedik), ha csak a fóliát vásároljuk meg és a távcső végére illő foglalatát fekete kartonpapírból házilagosan készítjük el. (Figyelem: a napszűrő minden

esetben csak kereskedelemben kapható fóliából készülhet!) Ilyen napszűrőt mutat a 2. ábra. (A felhasznált Baader AstroSolar™ napszűrő fólia 2009-ben 10 Ft/cm²-es áron volt beszerezhető tetszőleges (négyzet alakú) méretben. A szűrő elkészítésének lépéseit hely hiányában csak vázlatpontok szintjén ismertetem.

1. lépés: A távcső objektívjének kerületét lemérjük, és egy ennél két-három centiméterrel hosszabb élhosszúságú és tizenhat centiméter magasságú téglalapot vágunk ki a fotóapírból.

2. lépés: Ezt a téglalapot hajtsuk félbe, és illesszük az objektív köré kívülről, majd rögzítsük tűzőgéppel a lehető legszorosabb helyzetbe.

3. lépés: A már rögzített méretű henger nem visszahajtott oldalán az 2. ábra bal oldalához hasonlóan készítsünk visszahajtható „fülecskéket”, majd ehhez rögzítsünk egy megfelelő átmérőjű körlapot a fotópapírból, amely bőven érjen túl a „fülecskéken”.

4. lépés: Készítsünk egy, az előző körlaphoz hasonló méretű fotópapír darab közepére az objektív belső méretével megegyező méretű lyukat, amihez a napszűrő fóliát kell rögzíteni.

5. lépés: A fólia rögzítése után az esetleges kisebb rések elfedéséhez a belső oldalon az éleket ragasszuk le szigetelő szalaggal.

6. lépés: A 4. lépésben készített kivágáshoz hasonló méretűt készítsünk el a 3. lépésben elkészített fedett tubusunk közepére, és ehhez illesszük hozzá a napszűrő fóliával (5. lépés) már egybeépített lapunkat.

7. lépés: Ezzel el is készítettük napszűrőnket.

EGYSZERŰ ÉSZLELÉSEK ÉS KÍSÉRLETEK

Csillagászati kísérletek, észlelések számos szakkönyvben található. Az alábbiakban olyan észleléseket javasolok, amelyek egy-két óra alatt elvégezhetők, és amelyekkel színesebbé lehetne tenni a csillagászat oktatását. A leírásban csak olyan bemutatások szerepelnek, amelyek egy alkalommal elvégezhetőek, azaz nem igényelnek visszatérő méréseket. A „kísérleteket” praktikus szempontok alapján csoportosítottam; külön foglalkozom a nappal végezhető és külön az éjjeli megfigyelésekkel, mindkét csoportban megkülönböztetve a távcső nélkül, ill. távcsővel végezhető észleléseket.

NAPPALI CSILLAGÁSZAT - TÁVCSŐ NÉLKÜL

Naprendszer-modell

Az egyik talán legtöbbet ismertett csillagászati demonstráció a Naprendszer kicsinyített modellje. Ez akkor igazán hasznos, ha a diákok közös munkában készítik el, tanári vezetéssel. A munka első lépése, hogy az iskolában – esetleg valahol a szabadban – egy kellően hosszú, lehetőleg egyenes utat keresünk, aminek pontos hosszát lemérjük. Ez lesz az a méret, amire arányos kicsinyítéssel átszámíthatjuk a Naprendszeren belüli távolságokat. A modell célja a méretarányok érzékeltetése. Az átszámításhoz ad segítséget az alábbi táblázat, feltüntetve a Naprendszer adatait és egy képzeletbeli 100 m hosszú „folyosóra” arányosan kicsinyített méreteket.

	Valódi távolság adatok			Makett adatok	
	Távolság [km]	Távolság [CSE]	Átmérő	Távolság	Átmérő
Nap	0 km	0,00 CSE	1 392 000 km	0 mm	23,59 mm
Merkúr	57 900 000 km	0,39 CSE	4 878 km	981 mm	0,08 mm
Vénusz	108 200 000 km	0,72 CSE	12 100 km	1 834 mm	0,21 mm
Föld	149 600 000 km	1,00 CSE	12 756 km	2 536 mm	0,22 mm
Föld-Hold	384 404 km	0,0026 CSE	3 476 km	7 mm	0,06 mm
Mars	227 900 000 km	1,52 CSE	6 796 km	3 863 mm	0,12 mm
Jupiter	778 300 000 km	5,20 CSE	143 800 km	13 192 mm	2,44 mm
Szaturnusz	1 427 000 000 km	9,54 CSE	120 000 km	24 186 mm	2,03 mm
Uránusz	2 869 600 000 km	19,18 CSE	52 290 km	48 637 mm	0,89 mm
Neptunusz	4 496 600 000 km	30,06 CSE	49 500 km	76 214 mm	0,84 mm
Plutó	5 900 000 000 km	39,44 CSE	3 500 km	100 000 mm	0,06 mm
Voyager-1	16 246 560 000 km	108,60 CSE		275 365 mm	
Oort-felhő	14 960 000 000 000 km	100 000 CSE		254 km	
Proxima Centauri	40 000 000 000 000 km	267 380 CSE		678 km	
Folyosó mérete	100 m				
Arány szám	59 000 000 km	1 méter ennyi valódi km-nek felel meg.			

Jól látható az átszámított átmérő adatokból, hogy még 100 méteres modellméretben sem lehetséges a bolygók távolságaival együtt a bolygó-méreték hiteles vizuális ábrázolása, hiszen ez utóbbiak többsége már kicsínysége miatt nem érzékelhető. Ilyen esetben csak a bolygók távolságait jelöljük meg és a bolygók jellemzőit egy megfelelően elkészített adatlapon mellékeljük. A makett bemutatása nem csupán a fizikán belüli csillagászat oktatásában lehet fontos, hanem a földrajz egyes témaköreit is érintheti. A makett elvi elkészítése teljes mértékben beilleszthető a normál órarendbe.

Igényes kivitelű és relatív nagy méretű Naprendszer-makett található Kecskeméten, ahol a helyi Planetárium gömbje képviseli a Napot, és attól távolodva és ahhoz arányított méretben bronz bolygó-szobrok találhatók város utcáin.

A nappal távcső nélkül megfigyelhető objektumok száma csekély, gyakorlatilag csak a Nap, esetleg a Hold figyelhető meg a normál tanítási időszakban.

Szakköri munkában készíthetünk napórát. Az ehhez szükséges gyakorlati segítség szakkönyvekben és az interneten bőséggben található.

Függőleges bot déli árnyékát mérve meghatározhatjuk a földrajzi helyzetünket (Ez utóbbi a csillagok delelése alapján is meghatározható (l. később), a két módszer kiegészítheti egymást.

A horizont közelében járó Nap látszólagos alakváltozását érdemes megfigyelni és a jelenséget magyarázni.

A NAP MEGFIGYELÉSE - TÁVCSŐVEL

A Nap megfigyelése egy megfelelő távcső és a hozzá tartozó napszűrő segítségével biztonságossá és látványossá tehető. A napszűrő használata a közvetlen megfigyeléshez elengedhetetlenül fontos, hiszen anélkül távcsövön át a Napba nézni veszélyes. A Nap

beállítása ilyenkor nem történhet a kereső távcső segítségével, azt is feltétlenül le kell takarni, helyette a tubus árnyékát kell minimalizálni. Az alábbi ábrán a saját napszűrő látható.



A Napon minden körülmények között jól látható a szélsőtétedés jelensége. Ez azt jelenti, hogy a Nap képe a pereme felé feltűnően sötétebb, mint a belsőbb régiók. A szélsőtétedésen kívül, ha szerencsénk van, napfoltokat is láthatunk a Nap felszínén. A napfoltok megjelenése periodikus (napfoltciklus), ezért nem mindig figyelhetők meg. A napfoltminimumok környékén alig találunk a felszínen napfoltokat, ilyenkor a Nap észlelése nem jelent igazán izgalmas programot (Jelenleg ilyen időszakban vagyunk).

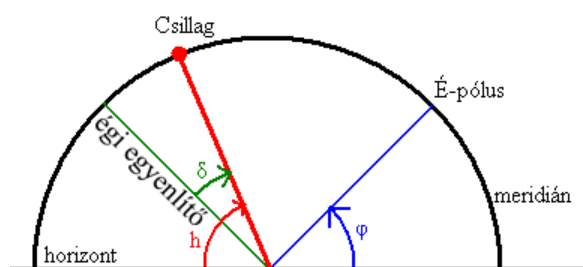
ÉJJELI MEGFIGYELÉSEK - TÁVCSŐ NÉLKÜL

Amennyiben lehetőség nyílik rá, hogy az osztállyal éjszakai (legalább a szürkület utáni egy-két órát beleértve) megfigyelést végezzünk, akkor már sokkal több égi objektumot tudunk megfigyelni. Távcső nélkül éjjel a legkönnyebben észlelhető „égi objektumok” a csillagképek, melyek bemutatásához jó segítséget kaphatunk a szakirodalomban [3].

A bolygókról röviden az éjjel távcsővel végezhető kísérleteknél lesz szó.

Az egyik legősibb csillagászati művelet a helymeghatározás, amelyet bemutatathatunk, ha ismerjük egy delelő csillag (ez, ahogy korábban utaltunk rá lehet a Nap is) horizont feletti magasságát és a delelés pontos idejét. Csillagkatalógus (szakkönyv vagy internetes adatbázis) továbbá saját készítésű kvadránssal végzett mérések meghatározható a földrajzi helyzetünk.

Földrajzi szélesség meghatározása:



$$\varphi = 90^\circ - (h - \delta) = 90^\circ - h + \delta \quad (1)$$

Mért adatunk a horizont feletti magassága (h) a delelő csillagnak, katalógusból származó adat a deklinációja (δ), míg a keresett adat a földrajzi szélesség (φ). Az 1. egyenlet csak deleléskor igaz. Megfelelően pontosan kell mérni a horizont feletti magasságot, azaz nem csak értékre pontosan, de a megfelelő időben is. Ezt legegyszerűbben úgy érhetjük el, ha

valamilyen észak-déli tájolású falhoz (a meridián definíció szerint É-D tájolású) támasztva határozzuk meg az átmenetkori horizont feletti magasságot. A fal fogja biztosítani, hogy a csillag éppen a meridiánon haladjon át. A mérést a kvadránszal tudjuk végrehajtani. A mérés részletes ismertetése a cikk terjedelméhez mérten hosszú lenne, így a folytatástól, azaz a földrajzi hosszúság meghatározásától most eltekintek.

ÉJJELI ÉSZLELÉSEK - TÁVCSŐVEL

Az éjszakai távcsöves iskolai bemutatókra nyugodtan mondhatjuk azt, hogy lehetőségeink határa a csillagos ég. Természetesen túlzás lenne minden egyes csillagot megnézni a távcsővel, hiszen ez a diákjaink többségének rendkívül unalmas lenne. Éppen ezért a bemutatóra fontos előre alaposan felkészülni. A felkészülés átgondoljuk mit és milyen sorrendben fogunk bemutatni. A tervezésnél bizton számíthatunk a cirkumpoláris csillagokra, de érdemes tájékozódni, hogy látható-e a bemutató idején valamelyik bolygó, esetleg valamilyen aktuális égi jelenség. során utána nézünk mi látható a bemutató idején az égbolton, mi lesz a bemutató sorrendje. A tartalmas bemutató fontos feltétele a távcső gyors beállítása, illetve átállítása az egyik égi objektumról a másikra. A távcső beállítását szintén gyakorolni kell. Mivel a távcsőbe mindig csak egy diák nézhet, a várakozók figyelmét az éppen megfigyelt csillaggal kapcsolatos adatok, érdekességek elmondásával, tudománytörténeti sztorikkal köthetjük le. Ezekre is fel kell készülni, a szükséges adatokat kigyűjteni. Az alábbiakban a felkészülés legfontosabb lépéseire adunk támpontokat

Bolygó észlelések

A bolygók szisztematikus megfigyelésének nehézsége –amint már említettük- hogy időnyjellegűek, ezért ezzel tervezni csak úgy érdemes, ha több alkalommal tudunk észlelni az osztállyal. Alkalmi bemutatókon arra szorítkozhatunk, ami az adott időpontban jól látható. A Naprendszer bolygói közül a Vénusz, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz kínál érdekes látnivalót.

A belső bolygók közül a Vénusz érdemel figyelmet. Ezt egyrészt feltűnő fényessége, másrészt a Holdéhoz hasonló fázisváltozásai indokolják. A Vénusz fázisváltozásai a Hold fázisainak analógiájaként tárgyalhatók. A Vénusz népies elnevezése - „Esthajnalcsillag” – szintén magyarázatot, értelmezést kíván.

A Mars jellegzetes vörös színe miatt érdekes

Ha lehetséges, feltétlenül érdemes bemutatni a Jupitert a négy Galilei-holddal. A holdak már kisebb távcsővel is jól láthatók. Nagyobb távcsővel a Jupiter légkörének sávos szerkezete is megfigyelhető. A Jupiter és a holdak megfigyeléséhez jól kapcsolható Galilei csillagászati munkásságának bemutatása, de utalhatunk Römer Olaf fénysebesség-mérésére is.

A Szaturnusz távcsöves bemutatását jellegzetes gyűrűje teszi látványossá. A bemutatás előtt érdemes tájékozódni milyen állásban van a gyűrű, milyen látványra számíthatunk. Fel kell készülni a gyűrű anyagára, keletkezésére vonatkozó spontán kérdések megválaszolására is. Az iskolai távcsővel végzett megfigyelés után érdemes felhívni a diákok figyelmét a Szaturnuszról készült profi felvételekre is, amelyek az interneten bőséggel találhatók.

Kettőscsillagok bemutatása

A bolygók után a következő bárki számára látványos égi objektumok a kettőscsillagok, értve ez alatt optikai- és fizikai kettősöket. A bolygókkal szemben előnyük, hogy megfelelő

választva bármikor bemutathatóak, ötleteket a [2] irodalomból vehetünk. Például ilyen kettős lehet a Nagy-Göncöl rúdjának törésében található Mizar-Alcor kettőscsillag.

Messier objektumok

Igazán látványos égi objektumok az úgynevezett Messier-katalógus objektumai, amely a legfényesebb mélyég-objektumokat tartalmazza. A katalógus egy hibától eltekintve azokat a nyílthalmazokat, gömbthalmazokat, ködöket és galaxisokat tartalmazza, melyek már az 1700-as évekbeli viszonyok között is észlelhetőek voltak. Viszonylag könnyen megtalálhatóak, többségük elég fényes a gyengébb minőségű távcsövekhez is. Csillagászati kedvcsinálóként ajánlható a már szabad szemmel is megfigyelhető M31 (Androméda-galaxis) távcsöves bemutatása

Az Androméda-galaxis a Tejútrendszerhez legközelebbi spirál galaxis. Látszó mérete 160'x40', látszólagos magnitúdója 4,9m, azaz tiszta időben szabadszemes objektum. Megfigyelhető az Androméda csillagképben a Kassziopéa csillagkép alatt.

IRODALOM

1. Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye 3. Arkhimédész Bt. – Typotex Kiadó, Budapest, 1996
2. Mizser Attila: Amatőrcsillagászok kézikönyve. Magyar Csillagászati Egyesület, Budapest, 2006
3. Rükl, A.: A világűr képes atlasza. Springer Hungarica Kiadó, Budapest, 1995

SZERZŐK

Kriska Ádám: kriska@freemail.hu

Juhász András: juhy@ludens.elet.hu