

# Bevezetés az asztrofizikába

Balog Dániel

2011. 09. 12.

## Bevezető:

A távcsövek fénygyűjtő-képességének növekedése miatt távolabbi (kevésbé fényes) objektumok is megfigyelhetővé válnak, az asztrofizikus ezen megfigyeléseket magyarázza. Az űreszközök az elmúlt 20-30 év alatti fejlődése teszi lehetővé, hogy a ma legdinamikusabban fejlődő része az asztrofizikának az extragalaktikus<sup>1</sup> asztrofizika.

Minél halványabb objektumot lehet megfigyelni, annál távolabbra lehet látni, hiszen a fényintenzitás csökkenése fordítottan arányos a távolságnégyzettel.

Másik fontos dolog, hogy egy távoli objektumból érkező fény (lévén a fény véges sebességgel terjed) a múltban történt eseményeket figyelhetünk meg. (Érdekesség: Akár ~ 12 milliárd évvel ezelőtti objektumokat is láthatunk)

## Elérhetőség:

Frei Zsolt  
e-mail:frei@zsolt-frei.net  
telefon: 6317  
3.86 szoba, Kedd 10-12  
Az óra 12<sup>15</sup> – 13<sup>45</sup> tart.  
<http://www.zsolt-frei.net/Teaching/astrophysics.html>

## Tematika:

- Fogalmak definiálása.
- Optikai megfigyelő eszközök
- Csillagok működése, és halála
- Naprendszer (*Ha jut idő*)
- Hogy néz ki egy galaxis
- Extragalaktikus projektek
- Kozmológia

Részletes tematika a honlapon.

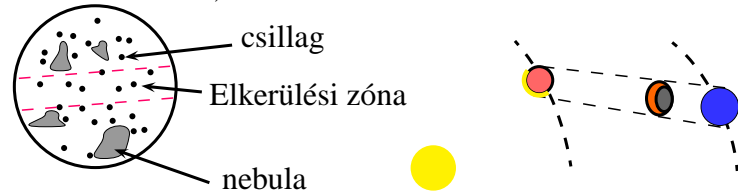
## Érdekességek:

Mit láttak a távcsőben 2-300 évvel ezelőtt?

Fényes pontokat ezek a távoli csillagok, üstökösök, melyek mozognak és csóvát húznak, és mozgó fényes objektumokat, amik a naprendszer elemei.

Miért van a Vénusznak fázisa a Szaturnusznak meg nem? Azért, mert a fázisok kialakulásához az kell, hogy a sötét területekre is rálássunk, újhold esetén a bolygó/hold a Nap és a Föld közé kerüljön. A Vénusz esetén ez lehetséges.

(Jobb oldali ábra)



Messier kereste az érkező Halley-üstököst, de eközben észrevette, hogy az eddig ismert objektumok mellett vannak halvány ködfoltok, melyet ő nebulának nevezett el. Ezeket katalogizálni kezdte, több mint százat talált. Ekkor még nem tudták, hogy ezek mik, ennek az eldöntésére volt a

## Shapley-Curtis vita(1920)

Arról vitatkoztak, hogy a nebulák távoli galaxisok, vagy közeleli gázfelhők. A három fő kérdés:

- Távolság  
Tegyük fel, hogy meg tudjuk mérni, hogy milyen messze van. Látószög-távolság összefüggése alapján választ találhatunk.  
**Probléma:** Távolságot nehéz mérni
- Anyagi összetétel  
Ha spektroszkóppal meg tudjuk mondani, hogy mi van benne, akkor tudjuk, hogy mi az.  
**Probléma:** Az ősrobbanás után sok hidrogén keletkezett. Tehát az hogy van benne hidrogén, nem igazolja, hogy az egy csillag, vagy egy köd, mert mindkettőben sok hidrogént sejtünk

<sup>1</sup>galaxisunkon kívüli

- **Elkerülési zóna**

*Előző oldal, bal oldali ábra*

A magyarázat: Van egy ötödik erő, ami taszítja őket.

B magyarázat: Mi is egy galaxisban élünk, és a galaxis korongjában sok por van, az elkerülési sáv az, amit a por kitakar.

1923-ban eldőlt a kérdés. Edwin Hubble meg tudta mérni az Androméda (M. 31) galaxis tőlünk mért távolságát. A galaxis legszélén el tudott különíteni néhány cefeida csillagot, ezek fényereje időben periodikusan változó.

A maximális fényerő - periódusidő közötti összefüggést közele, megmérhető távolságban lévő csillagokon kiszámítható. A talált cefeidák periódusideje ismeretében kiszámított fényintenzitás sokkal nagyobb volt, mint a mért, tehát az Androméda egy távoli galaxis.

Az már ismert, hogy a csillagok nem elszórtan vannak, hanem galaxisokba tömörülnek, de vajon a galaxisok hogyan oszlanak el?

Abell 1958: A POSS (1955 Palomar Observatory Sky Survey) ötlet az volt, hogy szisztematikusan lefényképezik az egész eget. Kb. 1000 db 14" × 14"-es fényképezőlemez használtak. Abell ezeket a felvételeket vizsgálta, azzal a definícióval, hogy egy adott sugarú körön belül több mint 30 galaxis van. Így kb. 2700 galaxistömörülést talált, a maximális galaxisszám 1000 volt. Ilyen nagy számnál valószínűtlen, hogy ezek nem egy adott térrészben vannak, hanem csak egymásra vetülnek.

Három dimenziós térképhez:

Legyen gömbi polárkoordináta rendszer, melynek az origója a föld, így a két polárszög azonnal ismert. A távolság azonban hiányzik. A Hubble-féle cefeidás módszer csak közeli galaxisokra működik. Hubble azt vette észre, hogy minél messzebb van a galaxis, annál gyorsabban távolodik.

$$v = H \cdot d$$

Ahol  $H$  a Hubble-konstans. Ezt a konstans nem lehet kimérni közeli galaxisokon, ezért nehéz a pontos meghatározása. Egy távoli galaxis távolodási sebességét megmérve lehet következtetni a távolságra.

A vöröseltolódás mértéke:<sup>2</sup>

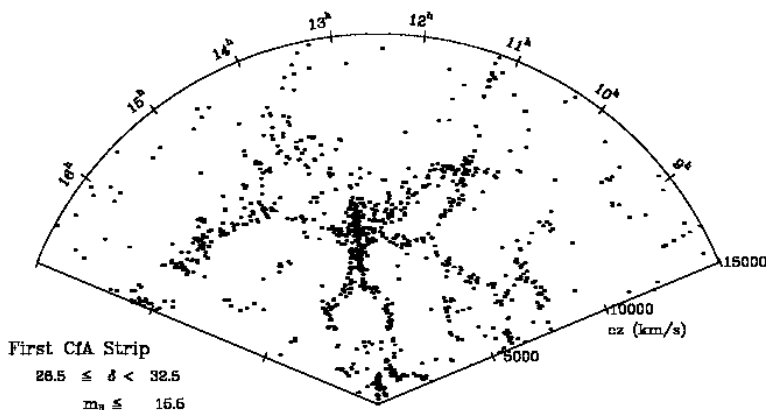
$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$$

Itt ki lehet használni, hogy a hidrogén nagyon gyakori, mert annak a színeképvonalait kell mérni.

Ezzel az a baj, hogy a pontos színeképvonalat sokáig (kb. 1 óra) kell mérni.

### 1980' CfA Slice

Ez volt az első három dimenziós térkép, ezen kb. 1000 galaxis volt. A CfA a Harvard asztrofizika tanszékét jelöli. A slice (szelet) jelzi, hogy ez csak egy vékony szelete volt az éggömbnek.



1. ábra. Az eredeti slice

Az eddig elhangzottak a látható fény, vagy legalábbis elektromágneses spektrum egyéb tartományából származó információt használja. Rádiótávcsövek, gamma-felvillanások, röntgensugárzás. Mindegyik EM sugárzás.

Mi történik akkor, ha két fekete lyuk összeolvad?

(Ilyen összeolvadások során nőnek a fekete lyukak, és a galaxisok közepében egy-egy szupernehéz fekete lyuk van.) Ebből nem látszik semmi, hiszen a fekete lyuk definíció szerint fekete. Olyan nagy a gravitációja, hogy abból még a foton sem tud kiszökni. Azonban indirekt módon ki lehet mutatni a fekete lyukat a tejútrendszer közepében. Mert ma már meg lehet figyelni körülötte keringő csillagokat, mekkora pályán, és milyen periódusidővel keringenek, és ebből a Kepler-törvényekkel ki lehet számítani, hogy néhány millió naptömegű vonzócentrumnak kell ott lennie.

Ha két galaxis összeütközik, akkor összeolvadnak. Természetesen a magok is összeolvadnak. A probléma az, hogy két egymás körül forgó fekete lyukat ugyanúgy nem látni, mint egyet. Az általános relativitáselmélet azonban gravitációs hullámok létezését jósolja. A térben bekövetkező változás nagyságrendileg  $10^{-21}$ . A gravitációs hullámok létezését kutatja a LIGO. Ez egy 4 kilométer karhosszúságú interferométer.

<sup>2</sup>Megjegyzés: Ez nem relativisztikus képlet.