

IZVANGALAKTIČKA ASTRONOMIJA

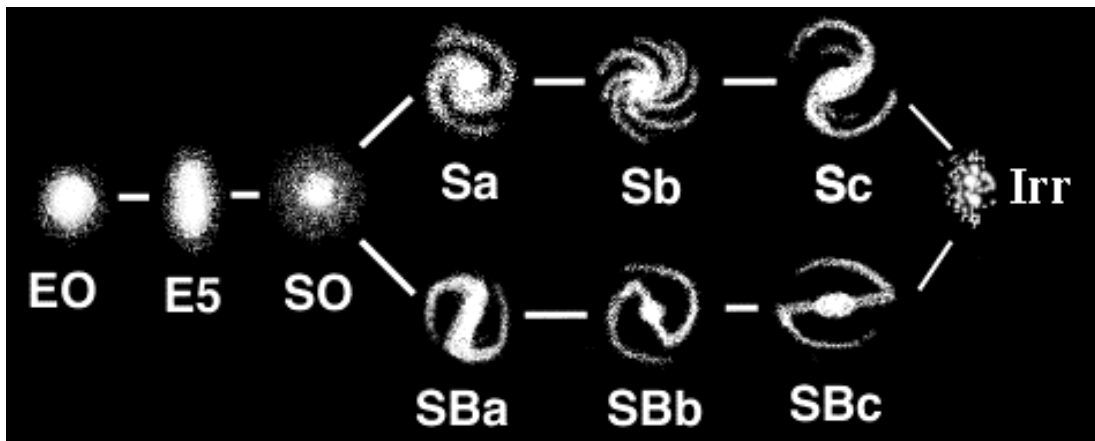
Priredio: dr.sc. Bojan Vršnak

Uvod

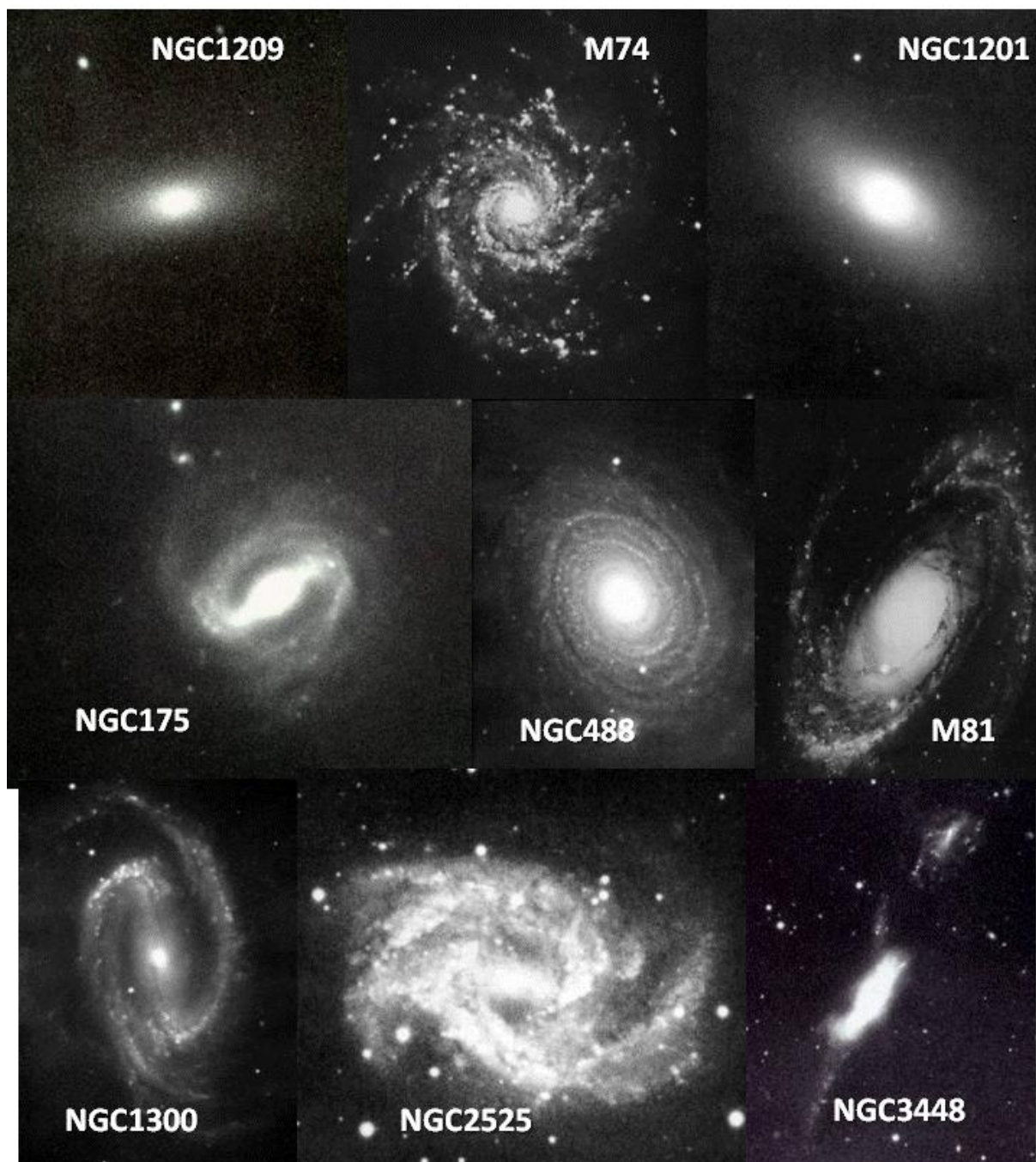
Galaktike su nakupine stotina milijardi zvijezda. Mogu imati različite oblike, ali osnovna podjela je na eliptične, spiralne i nepravilne (slika 1.). U blizini naše galaktike - Mliječne staze - nalazi se još nekoliko desetaka galaktika koje čine lokalni skup. U "neposrednoj blizini" nalaze se Veliki i Mali Magellanov oblak koji su zapravo galaktike - pratioci Mliječne staze (slično kao sateliti planeta). Galaktike i skupine galaktika udružene su u tzv. galaktička jata. Na temelju opažanja galaktika u galaktičkim jatima i njihovih spektara, ustanovljeno je da udaljenije galaktike pokazuju veći crveni pomak spektralnih linija (Dopplerov pomak) tj. da se brže udaljavaju što je jato dalje od nas. Ovo otkriće vrlo je značajno za razumijevanje nastanka i razvoja svemira, tj. za kozmologiju jer govori o tome da se svemir širi te da je brzina širenja proporcionalna udaljenosti, što znači i starosti, jer svjetlost je udaljenije objekte napustila ranije nego li bliže objekte. Objekti s najvećim crvenim pomakom su kvazari. Nalaze se na udaljenostima 12 - 13 milijardi svjetlosnih godina i vidimo ih samo zahvaljujući njihovom ogromnom sjaju. Kako današnje kozmološke teorije starost svemira procjenjuju na 15 milijardi godina, to su kvazari nastali svega 2 - 3 milijarde godina nakon nastanka svemira u Velikom prasku, pa se pretpostavlja da su to objekti koji su prethodili "galaktičkoj eri" svemira.

Vježba 1: Klasifikacija galaktika

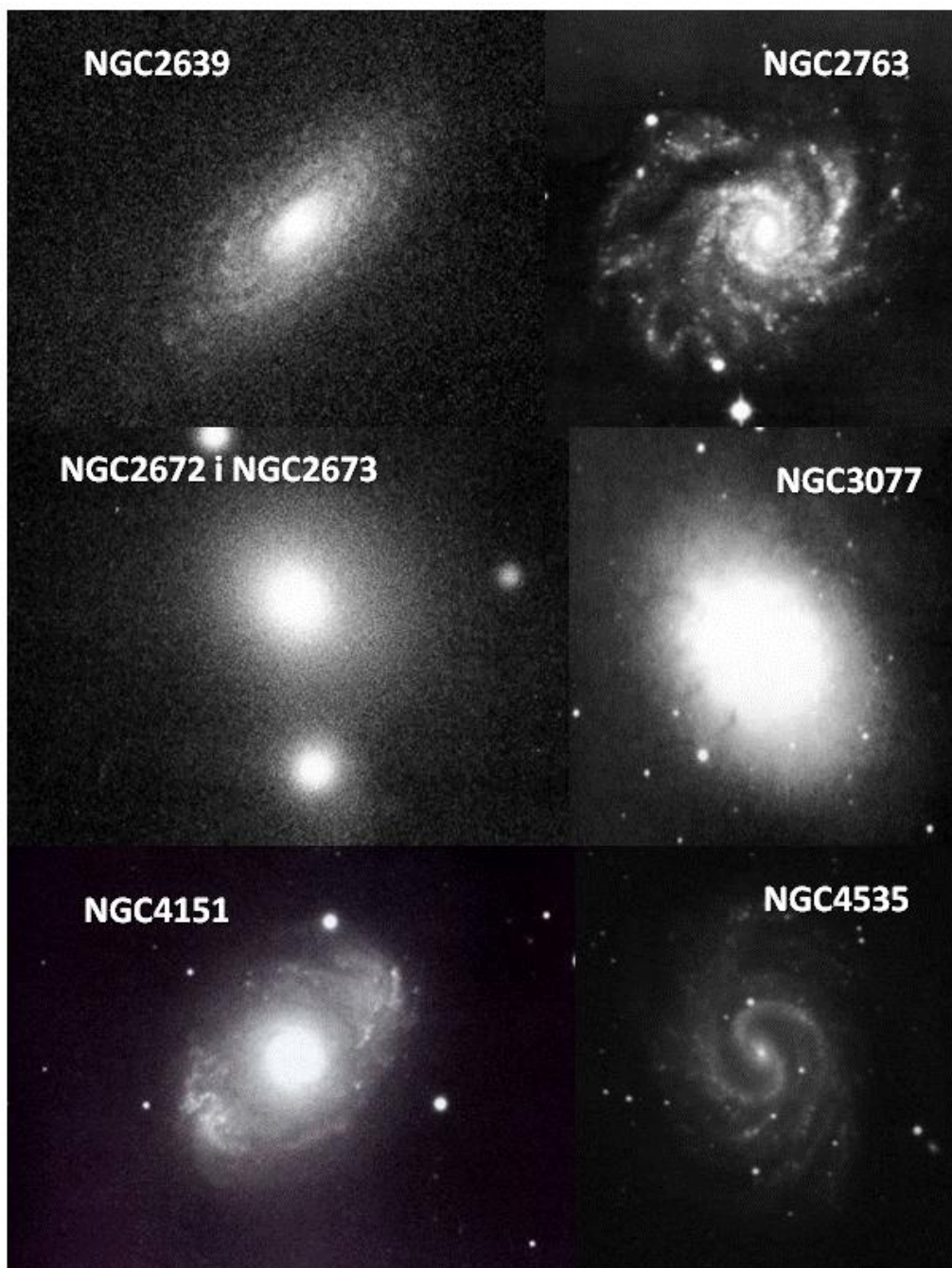
1. Na slici 1 prikazana je morfološka klasifikacija galaktika. Na slici 2a i 2b su snimke nekoliko bližih galaktika.
2. Odredi morfološke tipove galaktika prikazanih na slici 2a i 2b.
3. U dostupnoj astronomskoj literaturi pronađi slike što većeg broja galaktika i odredi tipove.



slika 1. Morfološka klasifikacija galaktika



slika 2a. Galaktike



slika ab. Galaktike

Vježba 2: Lokalni skup galaktika

1. U tablici 1 popisane su galaktike koje čine Lokalni skup (1pc iznosi $3.1 \cdot 10^{16}$ m; masa Sunca iznosi $2 \cdot 10^{30}$ kg). Odredi približno dimenzije Lokalnog skupa, te koliki volumen zauzima. Kolika je gustoća broja galaktika?
2. Odredi ukupnu masu galaktika u Lokalnom skupu. Kolika je prosječna gustoća mase Lokalnog skupa?
3. Nadopuni tablicu 1 sljedećim podacima:
 - a. vrijeme potrebno svjetlosnom signalu od Mliječne staze do pojedinih galaktika
 - b. približna gustoća galaktika
 - c. apsolutna zvjezdana veličina.
4. Komentiraj svojstva Mliječne staze s obzirom na ostale galaktike Lokalnog skupa.
5. Pomoću III Keplerovog zakona odredi približnu vrijednost perioda revolucije Velikog i Malog Magellanovog oblaka.

Tablica 1 - Lokalni skup galaktika

Ime	Tip	prividna zvj.vel.	veličina (kpc)	udaljenost (kpc)	masa (milijarde masa Sunca)
Mliječna staza	Sb	-	30	-	160
Andromedina maglica M31	Sb	4.6	50	830	160
M 33	Sc	6.6	15	790	3
M 32	E2	9.1	1.5	830	2.5
Veliki Magellanov oblak	Ir	1.0	11	64	2.0
NGC 205	E5p	9.1	3.2	830	1.5
Mali Magellanov oblak	Ir	2.4	6.1	72	0.6
NGC 185	Ep	10.4	1.4	650	0.5
Fornax-sustav	Ep	9.0	8.5	500	0.4
NGC 147	Ep	10.7	1.9	650	0.3
Skulptor-sustav	E	8.9	4.3	240	0.13
NGC 6822	Ir	9.5	2.9	520	0.10
IC 1613	E	10	4.6	790	0.08
Wolf-Lundmark sustav	E5	11.1	3.3	(900)	0.03
Leo-sustav I	E4		3.3	(700)	
Leo-sustav II	E0		2.9	(700)	

Vježba 3: Hubbleov zakon

1. U tablici 2 data su mjerenja Dopplerovog pomaka u spektrima galaktika u različitim galaktičkim jatima. Odredi brzine udaljavanja galaktika uz pomoć (nerelativisti_kog) Dopplerovog efekta: $v/c = \Delta\lambda/\lambda$ gdje je v brzina gibanja izvora svjetla, c brzina svjetlosti $\Delta\lambda$ pomak spektralne linije u spektru svjetlosti izvora, a λ valna duljina spektralne linije.
2. Izračunate brzine nacrtaj u ovisnosti o udaljenosti galaktike.
3. Nacrtaj pravac koji se najbolje poklapa s ucrtanim točkama. To je poznati Hubbleov zakon: $v = Hd$ gdje je v brzina u km/s, d udaljenost u Mpc, a H je Hubbleova konstanta.
4. Odredi koeficijent smjera pravca H i izrazi ga u (km/s)/Mpc.
5. U tablici 3 dati su Dopplerovi pomaci za vrlo udaljene objekte - kvazare. Primjenjujući relativistički oblik za Dopplerov efekt, nadopuni tablicu brzinom udaljavanja galaktičkih jata.
6. Odredi udaljenosti kvazara uz pretpostavku da se Hubbleov zakon može primijeniti i na tako velike Dopplerove pomake. Nadopuni tablicu 3.
7. Prije koliko vremena je svjetlost napustila kvazar Q0051-279?

Tablica 2 - Galaktička jata

ime	udaljenost (Mpc)	$\Delta\lambda/\lambda$
Djevica	13	0.004
Pegaz	54	0.013
Perzej	77	0.017
Rak	77	0.016
Kosa Berenikina	100	0.025
Veliki medvjed III	104	
Jato A	190	0.053
Kentaur	200	
Veliki medvjed I	210	0.050
Lav	230	0.067
Blizanci	230	0.077
Sjeverna kruna	250	0.070
Jato B	270	
Volar	500	0.130
Veliki medvjed II	500	0.140
Hidra	810	

Tablica 3.

Kvazar	Crveni pomak $\Delta\lambda/\lambda$
3C 273	0.16
3C 48	0.37
0Q 172	3.53
Q 0000-26	4.11
Q 0051-279	4.43