

Zavisnost ekstinkcije od položaja supernovih Ib/c u roditeljskim galaksijama

Dušan Onić

Katedra za astronomiju,
Matematički fakultet, Beograd

8. april, 2008.

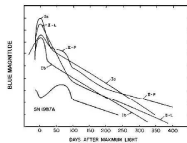


Sadržaj

- Opšte karakteristike supernovih
 - Supernove tipa Ib/c
- Model
 - Određivanje položaja SN u roditeljskoj galaksiji
 - Osnovni koncept modela
- Uzorak
 - Udaljenosti
 - Prividne veličine
 - Galaktička ekstinkcija
 - Ostali podaci
- Rezultati

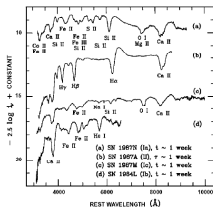


Krive sjaja u B filteru

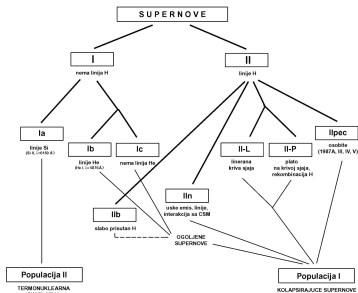


SN 1994D tipa Ia u NGC 4526

Rani optički spektri različitih tipova SN



Ali, šta su zaista supernove ?



- TN eksplozija degenerisanog jezgra belog patuljka
- Gravitacioni kolaps nedegenerisanog jezgra



Supernove tipa Ia:

- Mala disperzija u apsolutnim magnitudama u maksimumu i sličnost krivih sjaja \implies **standardne sveće**
- Jedine SN koje se mogu naći u eliptičnim galaksijama koje su praktično bez prašine dok se u spiralnim galaksijama javljaju daleko od oblasti formiranja zvezda \implies **ekstinkcija nije tako jako izražena kao kod ostalih tipova SN**



Supernove tipa Ib/c

- U spiralnim i nepravilnim galaksijama
- Relativno homogena klasa (bar u odnosu na SNe II)
- Standardne sveće ?



Odrediti stvarne luminoznosti (apsolutne veličine) kod ogoljenih
(kolapsirajućih) SN: **ekstinkcija**



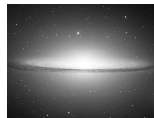
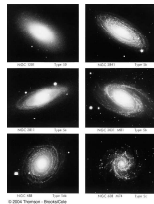
Određivanje položaja SN u roditeljskoj galaksiji

Kako je život zvezda roditelja SN Ib/c relativno kratak one se praktično nalaze u galaktičkoj ravni !

3D problem \implies 2D problem

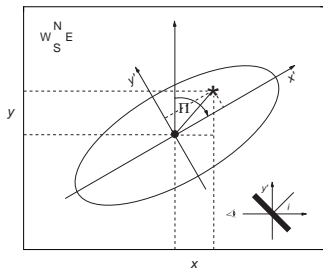


Inklinacija galaksije



Određivanje položaja SN u roditeljskoj galaksiji

Analiziramo samo SN iz **spiralnih galaksija**



$$r^2 = d^2(x'^2 + y'^2 \sec^2 i) =$$

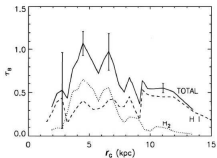
$$d^2(x^2 + y^2)(\cos^2(\arctan(\frac{y}{x}) + \Pi - 90^\circ) +$$

$$+ \sin^2(\arctan(\frac{y}{x}) + \Pi - 90^\circ) \sec^2 i)$$

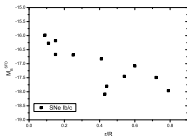


Model

Prema Sodroski et al. 1997, ApJ, 480, 173



Zavisnost M_B nekorigovane za A_g od r/R



- Problem ekstinkcije je veoma bitna stavka pri određivanju prave vrednosti apsolutne magnitude kolapsirajućih (ogoljenih) SN
- Ranije: plan-paralelni model:
 $A_g = A_0 \sec i$
- Hatano et al. (1997, 1998): alternativni model



Model

- Ekstinkcija zavisi od talasne dužine: veći uticaj na B magnitude nego na npr. V magnitude
- U katalozima su za ogoljene supernove češće date upravo B magnitude



Model

Za apsolutnu veličinu u maksimumu sjaja u B filteru možemo napisati:

$$M_B^0 = m_B - \mu - A_G - A_g = M_B - A_g,$$

gde su: m_B prividna B magnituda, $\mu = 5 \log(d/\text{Mpc}) + 25$ tzv. moduo udaljenosti, A_G i A_g Galaktička ekstinkcija i ekstinkcija u roditeljskoj (matičnoj) galaksiji, respektivno.



Model

Ako usvojimo:

$$A_g = A_0 e^{-a r/R}$$

imamo:

$$M_B = M_B^0 + A_0 e^{-a r/R}$$

gde je R radius galaksije a M_B^0 , A_0 i a parametri fita



Model

- Ne očekujemo da vidimo mnogo ogoljenih SN u ovalu, sa uglavnom starom populacijom
- Nismo uzeli u obzir zavisnost od inklinacije u ovom jednostavnom modelu što bi dovelo do velikih grešaka za $i \rightarrow 90^\circ$
- Spiralne galaksije u principu nisu azimutalno simetrične (prisustvo spiralnih grana) i okoline u kojima se javljaju supernove mogu biti veoma različite



Uzorak

- Uzorak ogoljenih supernovih obuhvata i SNe Ic pec koje imaju znatno nehomogenije karakteristike
- Ograničili smo se na lokalni univerzum ($z < 0.03$)



Udaljenost do roditeljske galaksije

- Udaljenost određena preko cefeida
- Udaljenost data u NGC katalogu (Nearby Galaxy Catalogue, Tully 1988) prepravljena sa vrednosti za $H_0 = 75 \text{ km s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$ na $H_0 = 65 \text{ km s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$ radi konzistentnosti sa ranijim radovima
- Udaljenost računata preko crvenog pomaka uzimajući $H_0 = 65 \text{ km s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$ (podaci za z uzimani sa NED¹-a)
- Za SN 1994I i SN 2002ap vrednosti su preuzete iz odgovarajućih radova u kojima je udaljenost određena nezavisnim metodama

¹The NASA/IPAC Extragalactic Database (<http://nedwww.ipac.caltech.edu/>)



Prividne plave i vizuelne veličine u maksimumu sjaja

Plave:

- Za većinu SN iz Asiago Supernova Catalogue-a²
- Za SN 1994I, SN 1999ex, SN 2004aw iz odgovarajućih radova
- Za SN 1990B procenjena iz Clocchiatti et al. 2001, ApJ, 553, 886)

Vizuelne:

- Uglavnom iz Richardson et al. 2006, AJ, 131, 2233
- Za SN 1972R i SN 2004aw iz odgovarajućih radova

²<http://web.pd.astro.it/supern/>



Galaktička ekstinkcija

Plave:

- Vrednosti preuzete iz RC3 kataloga (Third Reference Catalogue of Bright Galaxies, de Vaucouleurs et al. 1991) koji su koristili Burstein & Heiles 1982, AJ, 87, 1165 (BH)
- Vrednosti preuzete sa NED-a po Schlegel et al. 1998, ApJ, 500, 525 (SFD)

Vizuelne:

- $A_G^{\text{SFD}}(V)$ i ocena njene greške iz Richardson et al. 2006, AJ, 131, 2233 osim za SN 1972R i SN 2004aw za koje su preuzete sa NED-a



Ostali podaci

- Pozicioni ugao roditeljske galaksije (NE) iz ASC, osim za SN 1983N, SN 1984I, SN 1991N and SN 1998bw za koje je preuzet iz SAI kataloga supernovih³
- Tip supernove, tip roditeljske galaksije, inklinacija, vrednosti udaljenosti SN od centra galaksije u lučnim sekundama: x (WE), y (NS) i logaritam prividnog dijametra u jedinicama od 0.1 lučnih minuta preuzeti su iz ASC
 - Ukoliko nisu dati podaci za x i y koristimo: $x \approx (\alpha_{\text{SN}} - \alpha_{\text{g}}) \cos \delta_{\text{g}}$ i $y \approx (\delta_{\text{SN}} - \delta_{\text{g}})$

³Sternberg Astronomical Institute Supernova Catalogue (<http://www.sai.msu.su/sn/sncat/>)

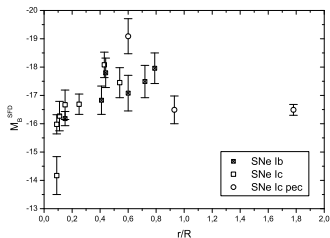


Podaci i računat položaj supernovih u roditeljskim galaksijama:

Supernova	SN tip	Galaksija	Tip galaksije	Inklinacija	Pozicioni ugao	Dijametar D [kpc]	SN radijalno rastojanje	Prividna magnituda
				i [°]	Π [°]		r [kpc]	m_B
SN 1972R	Ib?	NGC 2841	Sb	65	147	32	12.6	12.85 ± 0.30
SN 1983N	Ib	NGC 5236	SBc	21	45	17	3.5	11.70 ± 0.30
SN 1984I	Ib	E323-G99	SBcd	25	10	32	11.7	16.60 ± 0.30
SN 1984L	Ib	NGC 991	SBc	28	60	19	4.1	14.00 ± 0.30
SN 2000H	Ib	IC 454	SBab	58	140	32	9.5	17.90 ± 0.30
SN 1999ex	Ib/c	IC 5179	Sbc	61	57	33	2.5	17.35 ± 0.02
SN 1962L	Ic	NGC 1073	SBc	25	15	24	6.6	13.94 ± 0.30
SN 1983I	Ic	NGC 4051	SBbc	35	135	34	7.2	13.70 ± 0.30
SN 1983V	Ic	NGC 1365	SBb	58	32	57	7.2	14.67 ± 0.30
SN 1987M	Ic	NGC 2715	SBc	74	22	33	2.4	15.30 ± 0.30
SN 1991N	Ic	NGC 3310	SBbc	19	139	17	0.9	15.50 ± 0.30
SN 1994I	Ic	NGC 5194	Sbc	48	163	24	1.1	13.77 ± 0.02
SN 1990B	Ic	NGC 4568	Sbc	65	23	20	0.9	16.89 ± 0.60
SN 2004aw	Ic pec	NGC 3997	SBb pec	68	130	38	33.4	18.06 ± 0.04
SN 1998bw	Ic pec	E184-G82	SB	33	150	9	2.7	14.09 ± 0.30
SN 2002ap	Ic pec	NGC 628	Sc	24	25	22	10.3	13.11 ± 0.30



Rezultati



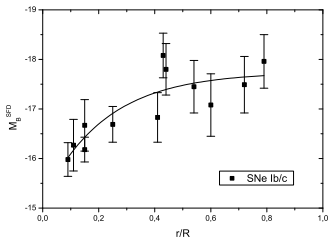
Zavisnost apsolutne veličine nekorigovane za ekstinkciju u roditeljskoj galaksiji od položaja SN u roditeljskoj galaksiji za ceo uzorak:

- Primećen je određen trend sjajnijih SN sa porastom rastojanja od centra galaksije i on se može pripisati ekstinkciji
- Uočljivo je odstupanje supernovih tipa Ic pec kao i SN 1990B

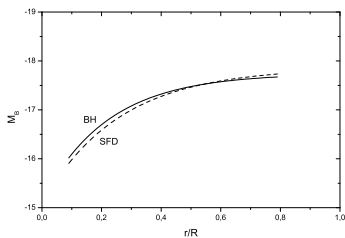


Rezultati

Rezultati fita za slučaj korišćenog SFD
 metoda za nalaženje A_G

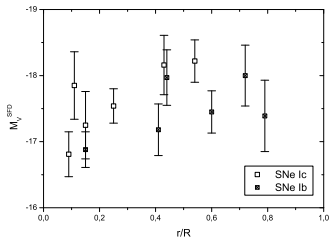


Upoređivanje rezultata fita za slučaj
 korišćenih $A_G^{BH}(B)$ i $A_G^{SFD}(B)$



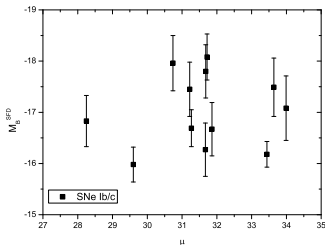
Rezultati

M_V^{SFD} u zavisnosti od r/R



Rezultati

Zavisnost M_B^{SFD} od modula udaljenosti



- Ukoliko postoji znatan opseg apsolutnih magnituda za SN Ib/c: na sve većim udaljenostima samo sjajnije SN će biti posmatrane (Malmquist bias)
- Zavisnost od udaljenosti nije primećena što je i razumljivo, kako za uzorak važi $z < 0.03$



Rezultati

Ako usvojimo da je ekstinkcija zanemarljiva kada $r/R \rightarrow \infty$, parametri fita nam daju apsolutnu magnitudu, korigovanu za ekstinkciju u roditeljskoj galaksiji, za SNe Ib/c:

$$M_B^0 = -17.80 \pm 0.43$$



Rezime

- Analiziran je uzorak SNe Ib/c u spiralnim galaksijama ($z < 0.03$) kako se za SNe Ib/c očekuje da predstavljaju relativno homogenu klasu (bar u odnosu na SNe II)
- B magnitude su analizirane, kako ekstinkcija ima veći uticaj na njih kao i iz razloga što za njih postoji veći broj dostupnih podataka
- Primećen je određen trend sjajnijih SN sa porastom rastojanja od centra galaksije i on se može pripisati ekstinkciji



Rezime

- Pretpostavljena je zavisnost: $A_g = A_0 e^{-a r/R}$



- Nađena je:

$$M_B^0 = -17.80 \pm 0.43$$

- Potreban je veći uzorak kako bi se mogli izvesti strožiji zaključci



Odabrana literatura

-  Arbutina, B. 2007a, IJMPD, 16, 1219
-  Arbutina, B. 2007b, AIP Conf. Proc., 938, 202
-  Cappellaro, E., Turatto, M., Tsvetkov, D. Yu., Bartunov, O. S., Pollas, C., Evans R., & Humuy, M. 1997, A&A, 322, 431
-  Hatano, K., Branch, D., Fisher, A. & Starrfield, S. 1997, MNRAS, 290, 113
-  Hatano, K., Branch, D., & Deaton, J. 1998, ApJ, 502, 177
-  Onić, D., Arbutina, B., Urošević, D., 2008, RevMexAA, 44, 103
-  Sodroski T. J., Odegard, N., Arendt, R. G., Dwek, E., Weiland, J. L., Hauser, M. G., & Kelsall, T. 1997, ApJ, 480, 173



- Autori se zahvaljuju Prof. Dejvidu Branču (David Branch) za korisne savete

- Rad je podržan od strane Ministarstva za nauku Republike Srbije preko projekata: No. 146012 i No. 146003



Seminar Katedre za astronomiju, 8 april, 2008

Hvala na pažnji

