

Kosmološke supernove

Jovana Jovičić

Maj 2021.

1 Uvod

Zadatak je da se za podatke crvenog pomaka z i udaljenosti supernove d_L pronađu parametri: Hablova konstanta H_0 , parametar usporavanja q_0 , udeo materije Ω_m i tamne energije Ω_Λ . Date vrednosti za z i d_L su Fitovanjem podataka iz

z	d_L
0.015	0.063
0.033	0.142
0.071	0.321
0.207	1.007
0.322	1.635
0.423	2.338

ove tabele dobijamo Hablovu konstantu pomoću formule

$$H_0 = \frac{c}{a} \quad (1)$$

gde je c brzina svetlosti, a b parametar fita. Parametar usporavanja dobijamo pomoću formule

$$q_0 = 1 - \frac{2b}{a} \quad (2)$$

gde je a drugi parametar fita.

Kada izračunamo q_0 , možemo odrediti udele materije i tamne energije. Ako pretpostavimo da se svemir sastoji od ove dve komponente, važe sledeće relacije:

$$q_0 = \frac{1}{2}\Omega_m - \Omega_\Lambda \quad (3)$$

$$\Omega_m + \Omega_\Lambda = 1 \quad (4)$$

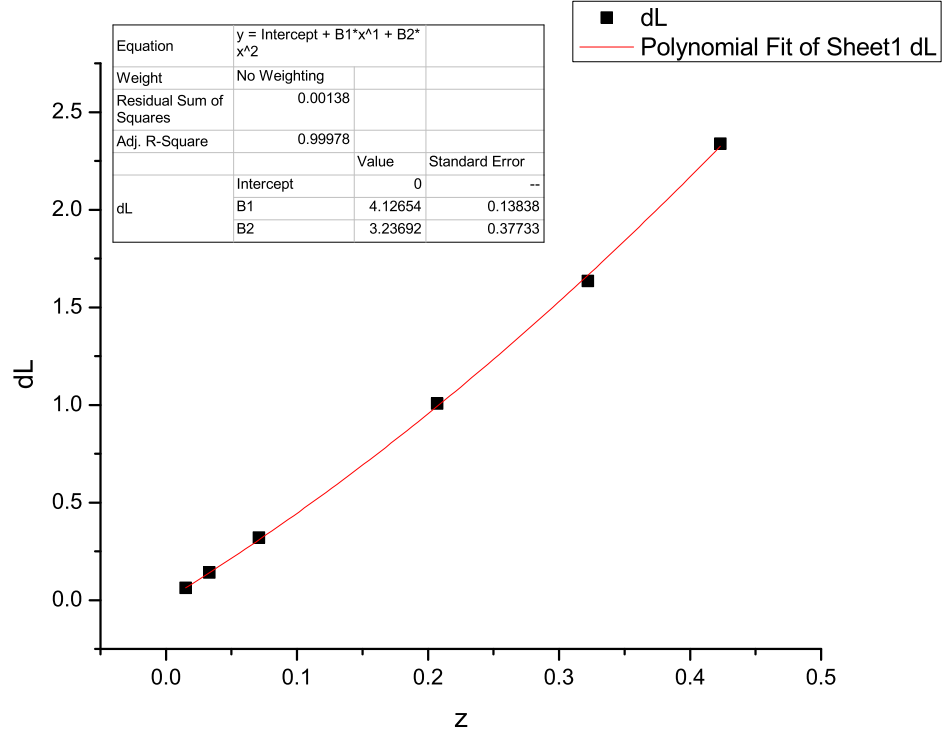
Rešavanjem sistema jednačina sa dve nepoznate dobijemo formule za količinu materije i tamne energije:

$$\Omega_m = \frac{2 + 2q_0}{3} \quad (5)$$

$$\Omega_\Lambda = 1 - \Omega_m \quad (6)$$

2 Linearna regresija

Podaci za crveni pomak i luminoznu daljinu su fitovani funkcijom $d_L = Ax + By$, ($x = z, y = z^2$).



Slika 1: Grafik zavisnosti udaljenosti od crvenog pomaka, fitovan linearnom regresijom.

Dobijene su vrednosti:

$$B1 = a = (4.12654 \pm 0.13838) Mpc$$

$$B2 = b = (3.23692 \pm 0.37733) \frac{1}{Mpc}$$

$$H_0 = \frac{c}{a} = 72648.83691 \frac{km}{sMpc}$$

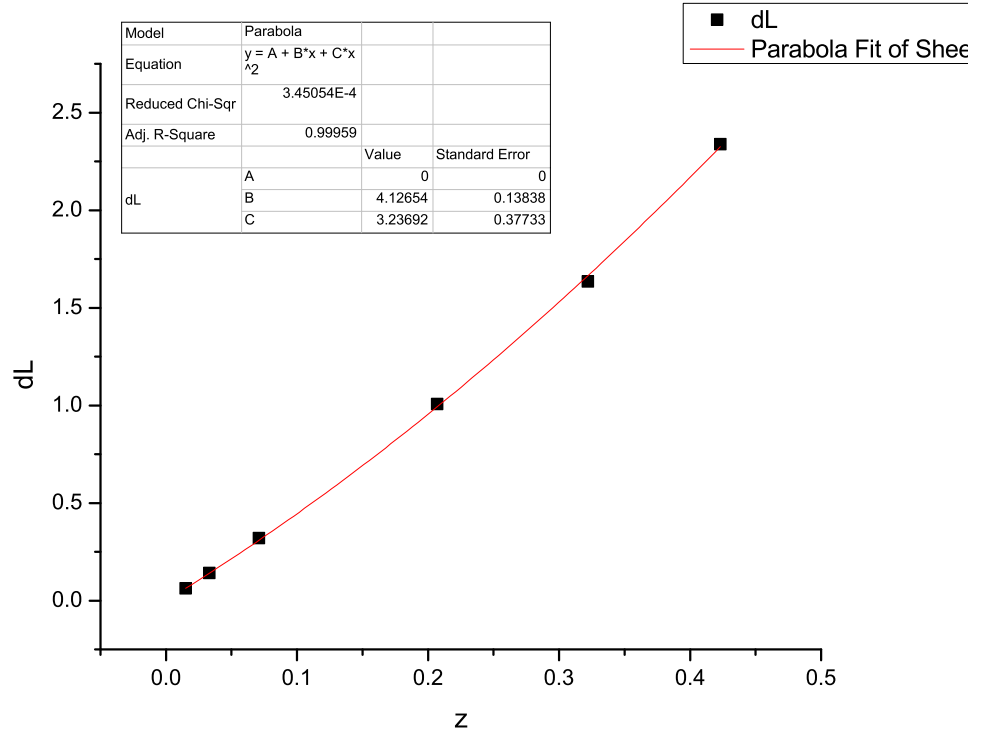
$$q_0 = 1 - \frac{2b}{a} = -0.568830061$$

$$\Omega_m = \frac{2 + 2q_0}{3} = 0.287446626$$

$$\Omega_\Lambda = 1 - \Omega_m = 0.71255374$$

3 $d_L = d_L(z)$

Drugi način je da funkciju $d_L = d_L(z)$ fitujemo parabolom.



Slika 2: Grafik zavisnosti udaljenosti od crvenog pomaka, fitovan parabolom.

Dobijene su vrednosti:

$$B = a = (4.12654 \pm 0.13838) Mpc$$

$$C = b = (3.23692 \pm 0.37733) \frac{1}{Mpc}$$

$$H_0 = 72648.83691 \frac{km}{sMpc}$$

$$q_0 = -0.568830061$$

$$\Omega_m = 0.287446626$$

$$\Omega_\Lambda = 0.71255374$$

4 $z = z(d_L)$

Treći način je da predstavimo zavisnost z od d_L . Ovo fitujemo funkcijom koju sami definišemo:

$$y = A(-1 + \sqrt{1 + Bx}), \quad (7)$$

koju smo dobili iz

$$z = \frac{1}{1 - q_0} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{c} H_0 (1 - q_0) d_L} \right). \quad (8)$$

Iz ove formule sledi da je

$$A = \frac{1}{1 - q_0} \quad (9)$$

i

$$B = \frac{2}{c} H_0 (1 - q_0). \quad (10)$$

Dobijene vrednosti su:

$$A = (0.66728 \pm 0.09323)$$

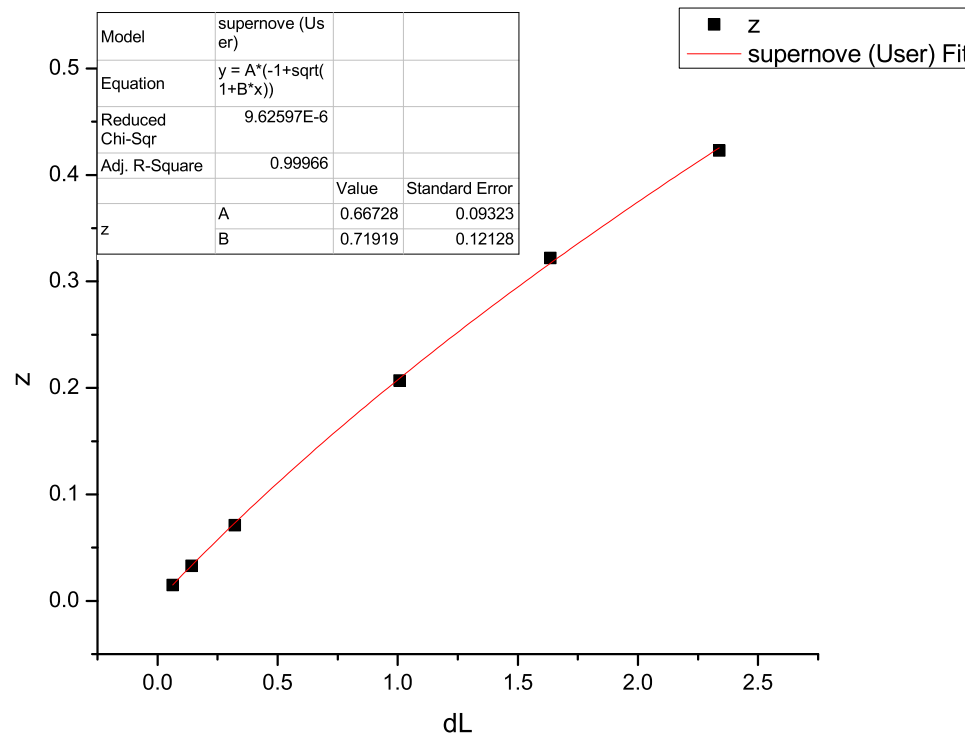
$$B = (0.71919 \pm 0.12128)$$

$$H_0 = \frac{Bc}{2(1 - q_0)} = 71935.36568 \frac{km}{sMpc}$$

$$q_0 = 1 - \frac{1}{A} = -0.498621268$$

$$\Omega_m = 0.334252488$$

$$\Omega_\Lambda = 0.665747512$$



Slika 3: Grafik zavisnosti crvenog pomaka od udaljenosti