

Fecha Máxima de entrega: Viernes 12 de Enero

Instrucciones: Resuelva el problema propuesto usando Python. Envíe todos los archivos necesarios para reproducir sus resultados (archivos de datos, códigos .py, notebooks .ipynb, etc.) por email a grubilar@udec.cl.

Desde el sitio del *Supernova Cosmology Project* (SCp, <http://supernova.lbl.gov/>), descargue el archivo de datos http://supernova.lbl.gov/Union/figures/SCPUnion2.1_mu_vs_z.txt. Este archivo compila la información del **redshift** (z , segunda columna) y el **módulo de distancia**, que es una medida de distancia usada en Astronomía, (tercera columna), junto con su respectivo error (cuarta columna) medidos para cientos de supernovas¹. La relación entre el módulo de distancia (μ , también denotado como $m - M$) y el redshift (z) de estas supernovas muy distantes determina el modo en que el Universo evoluciona a escalas cosmológicas. En particular, el hecho que el módulo de distancia aumente con el redshift indica que el Universo está en expansión.

- (a) Grafique μ versus z en escala lineal, incluyendo el error en las medidas de μ , y exporte el resultado a un archivo .pdf. El resultado debiese ser similar a al figura 1, con la diferencia que su gráfico será aún más hermoso, ya que incluirá título, una grilla, así como marcadores y colores distintos.

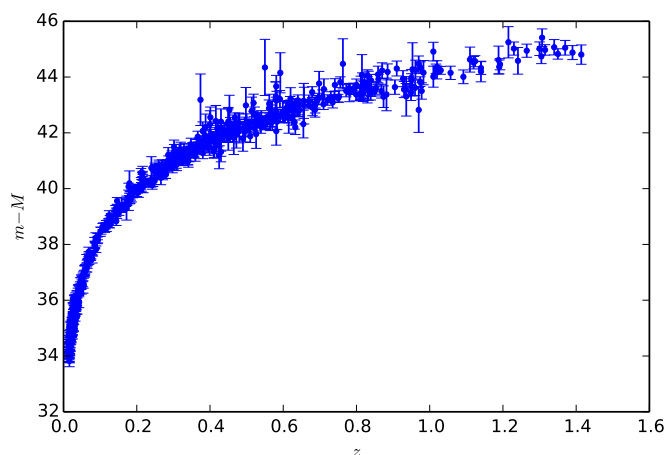


Figura 1: Módulo de distancia versus redshift. Escala lineal.

- (b) Modifique su código anterior para que además exporte el gráfico de los mismos datos, pero en escala logarítmica para el redshift z (es decir, el eje horizontal). Este gráfico debiese ser una versión mejorada del de la figura 2.
- (c) De acuerdo al “modelo cosmológico estándar”², si la expansión se produce a una *tasa constante* entonces la relación entre el redshift z y el módulo de distancia $\mu = m - M$ debería ser de la

¹La primera columna es el nombre o denominación de la supernova, las otras columnas no son relevantes en este problema.

²que asume bastantes hipótesis que simplifican el modelo.

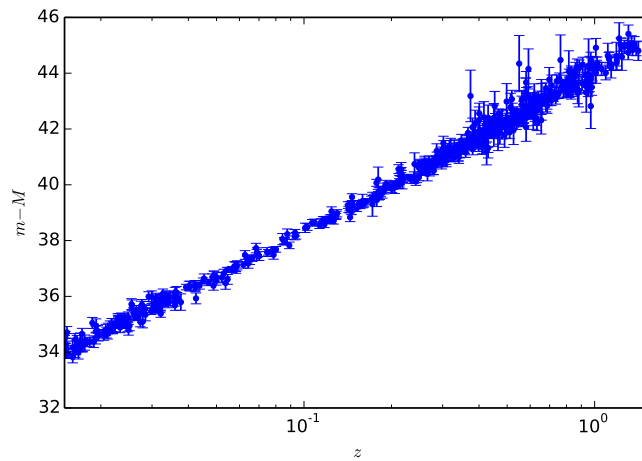


Figura 2: Módulo de distancia versus redshift. Escala semilogarítmica.

forma

$$\mu = a \cdot \log(z) + b, \quad (1)$$

donde a y b son constantes. A partir de esta información, realice un ajuste del modelo dado por la expresión (1) y encuentre los valores de a y b que mejor se ajustan a los datos.

- (d) Confeccione un gráfico μ versus z (escala lineal) junto con la función determinada por el ajuste.