



Universidad Nacional de Río Negro

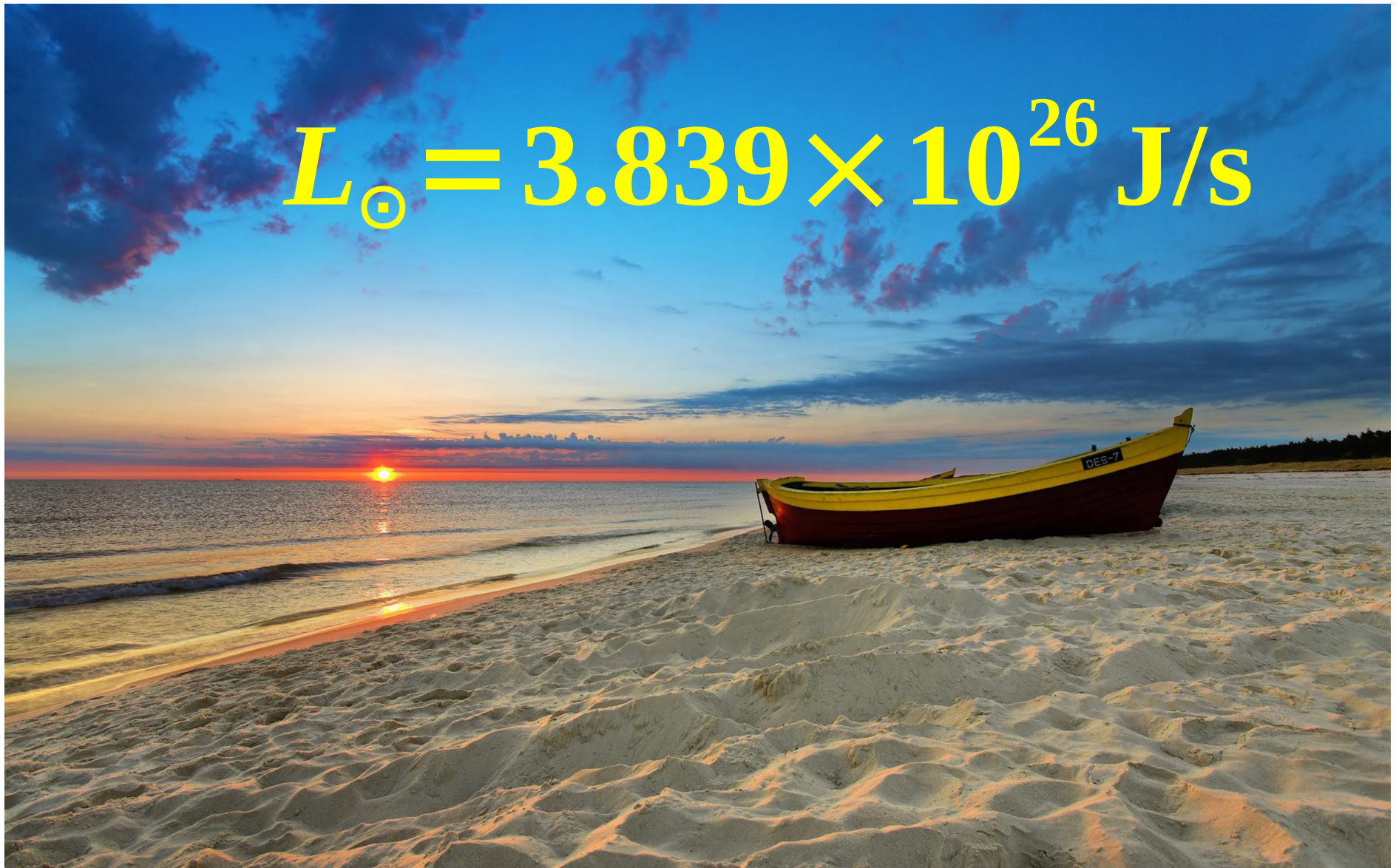
Física 1 A - 2016



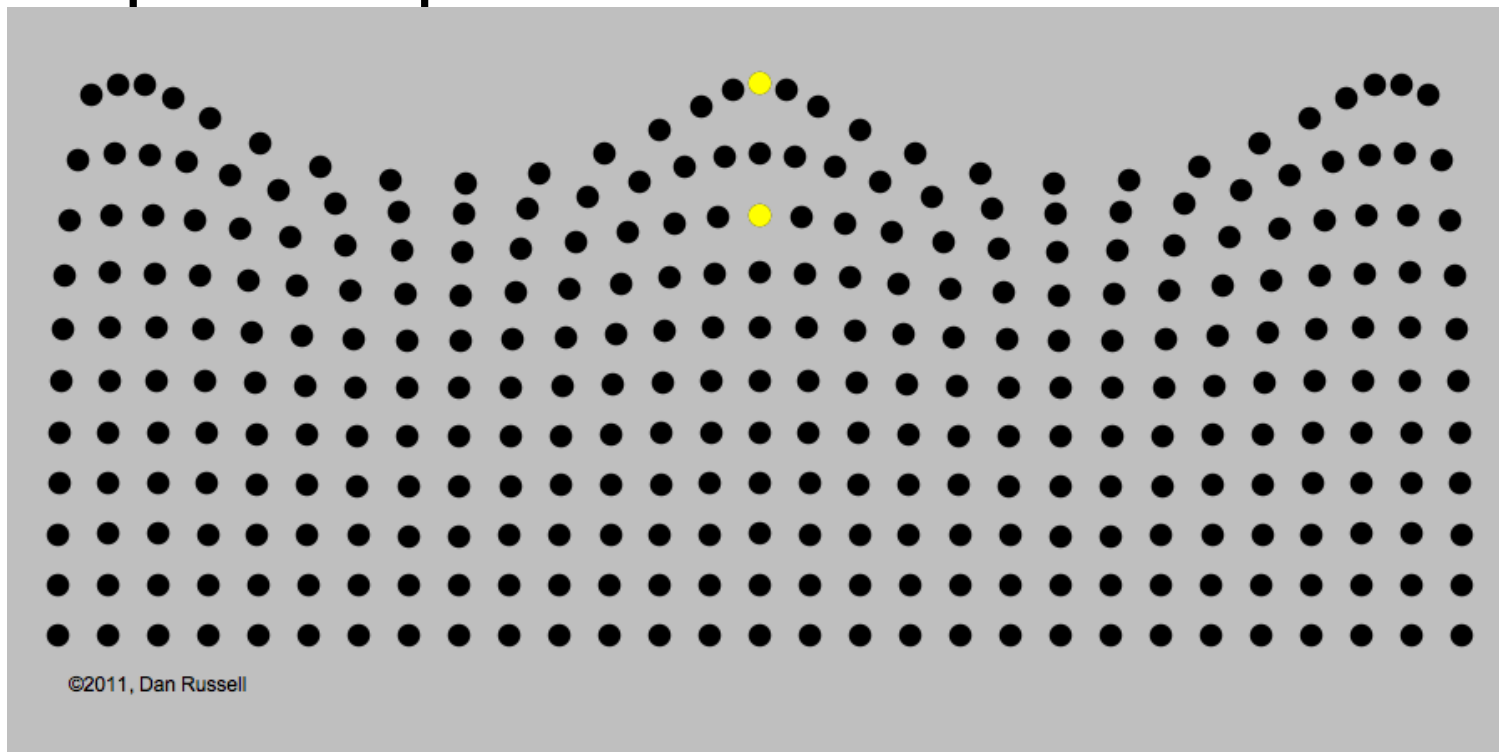
- **Unidad** 02 – Universo
- **Clase** 0204
- **Fecha** 14 Abr 2016
- **Cont** Doppler y Big Bang (II)
- **Cátedra** Asorey – Cutsaimanis
- **Web** <http://fisicareconocida.wordpress.com>
- **Archivo** a-2016-U02-C04-0414-doppler-big-bang-2



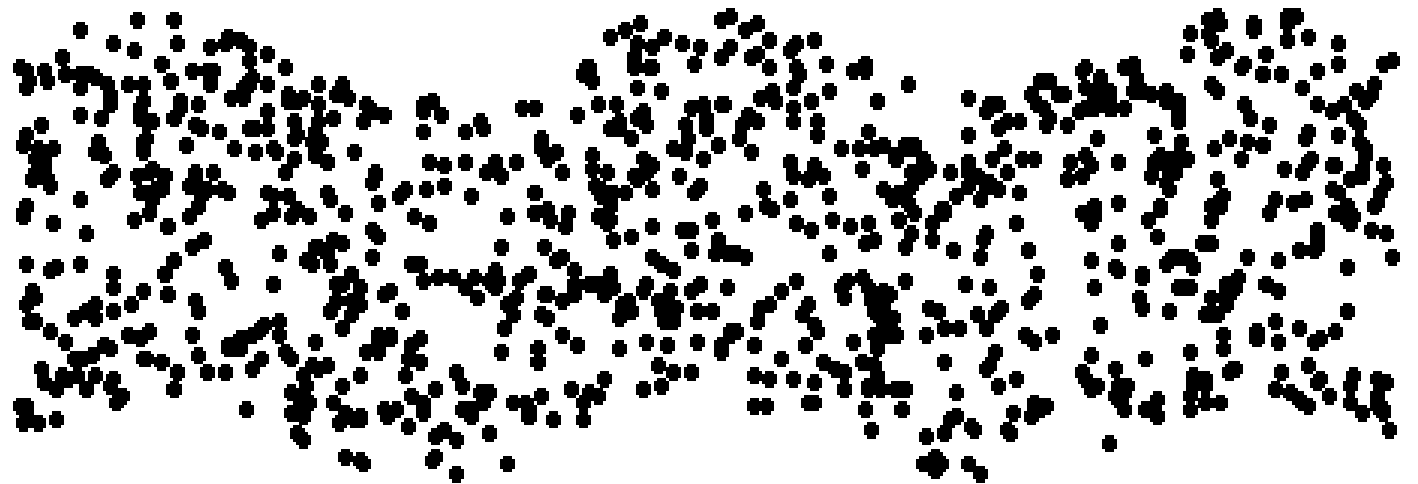
¿y eso donde va?



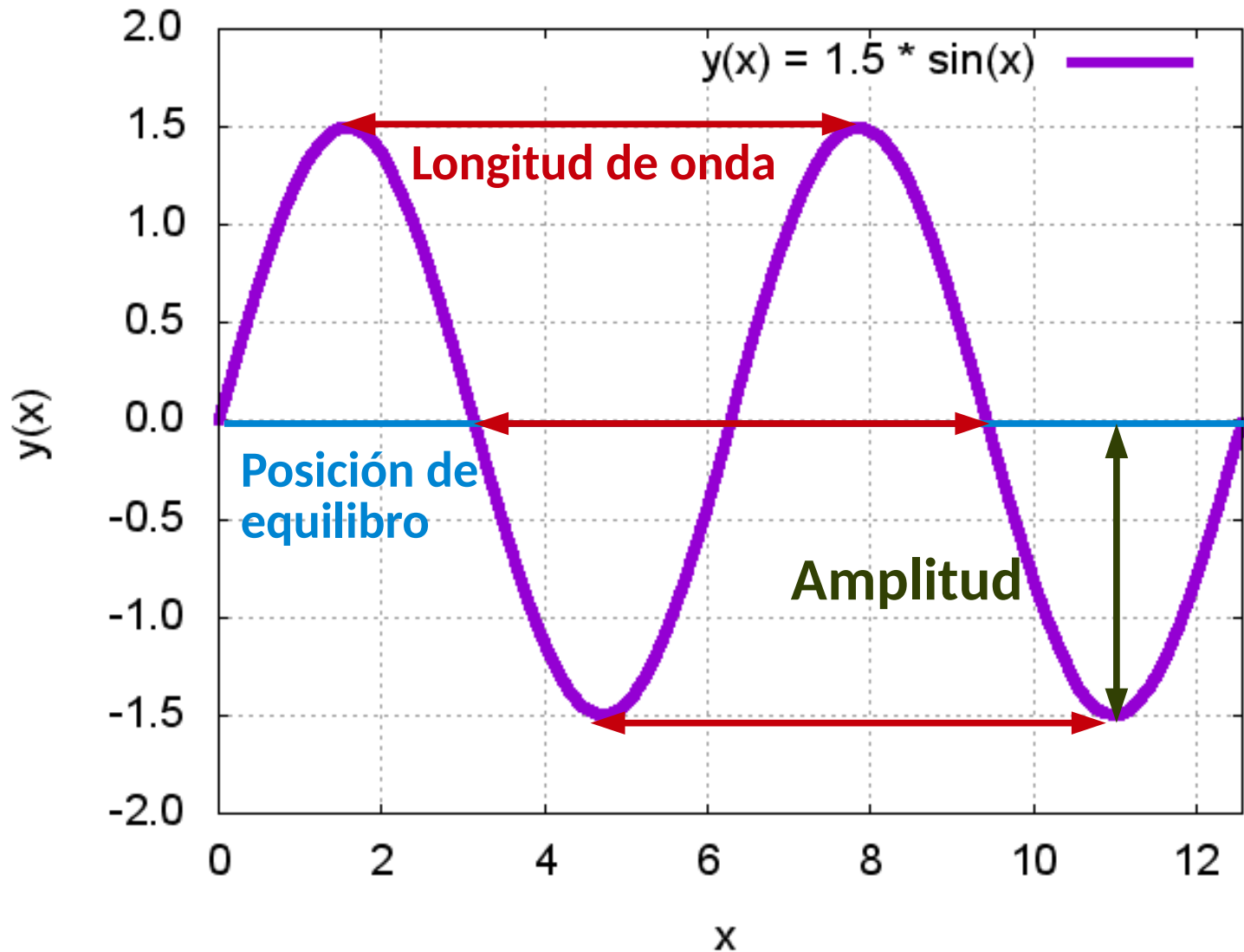
- **Una onda** es una **perturbación que se desplaza en el espacio y tiene asociada una transferencia neta de energía de un lugar a otro**
- No implica desplazamientos de masa



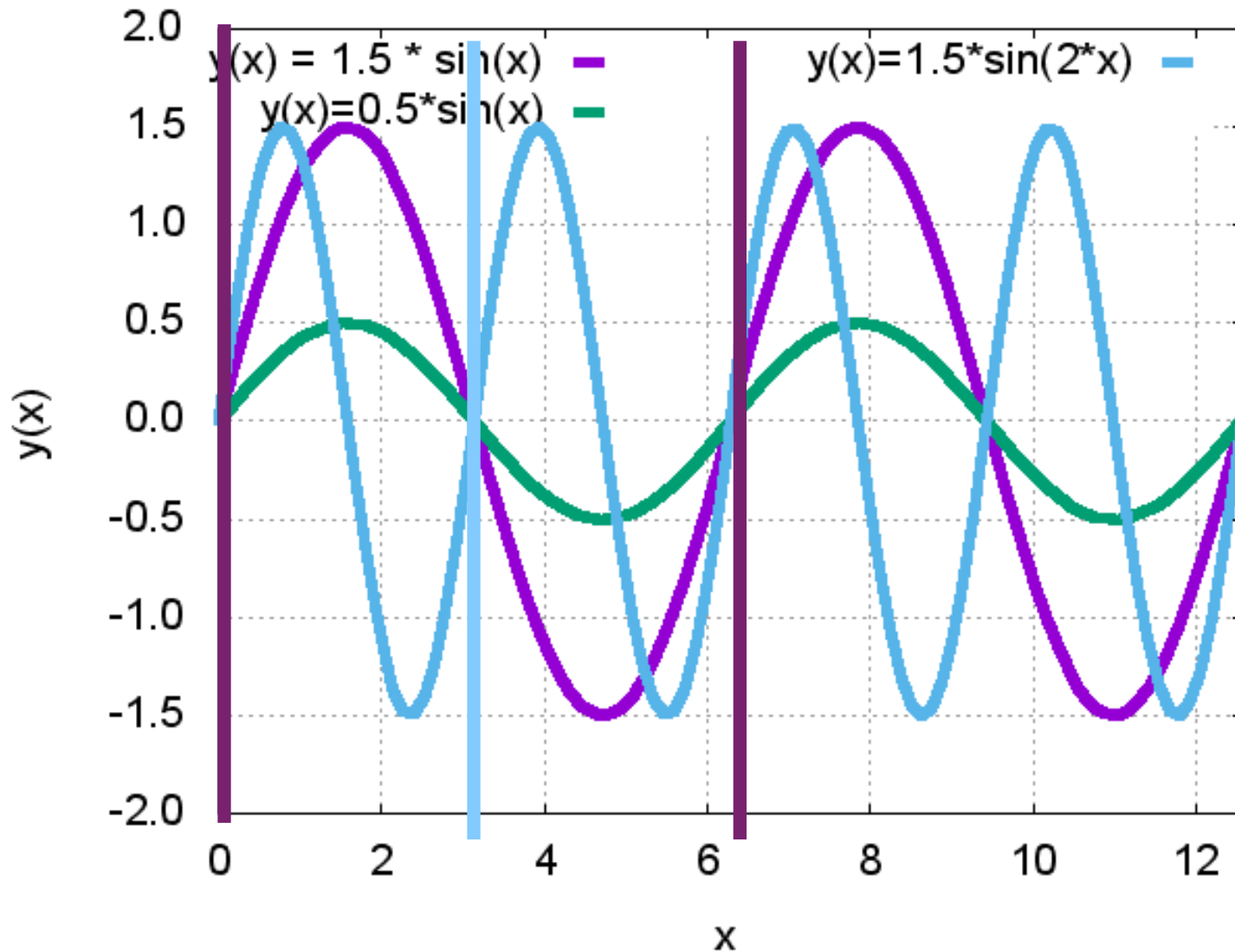
Tipos de ondas: transversal



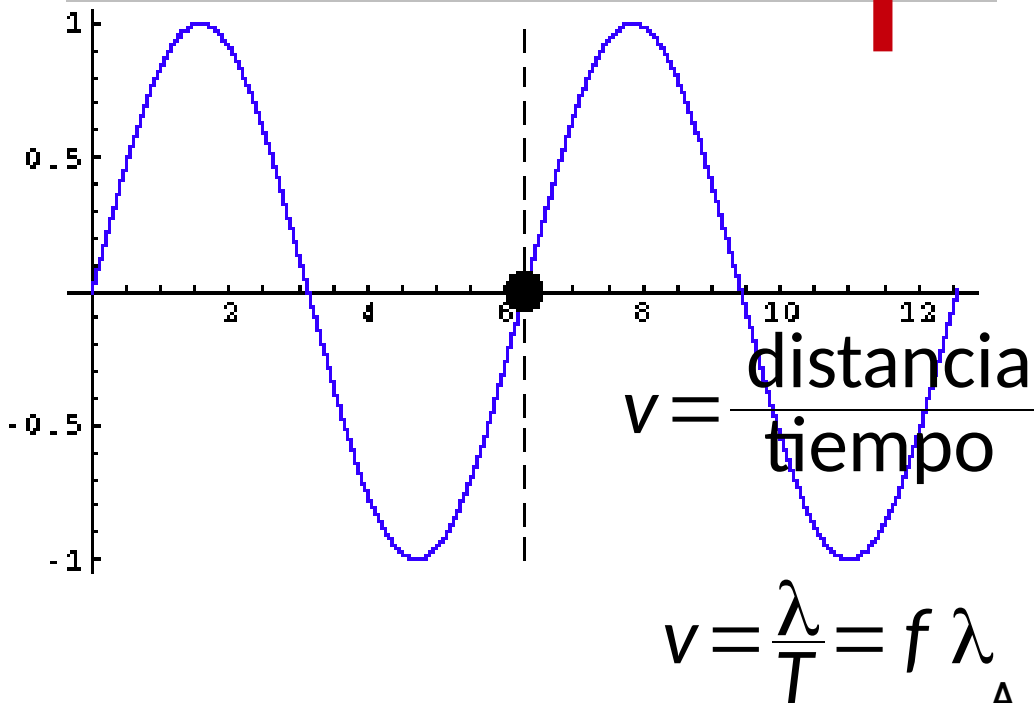
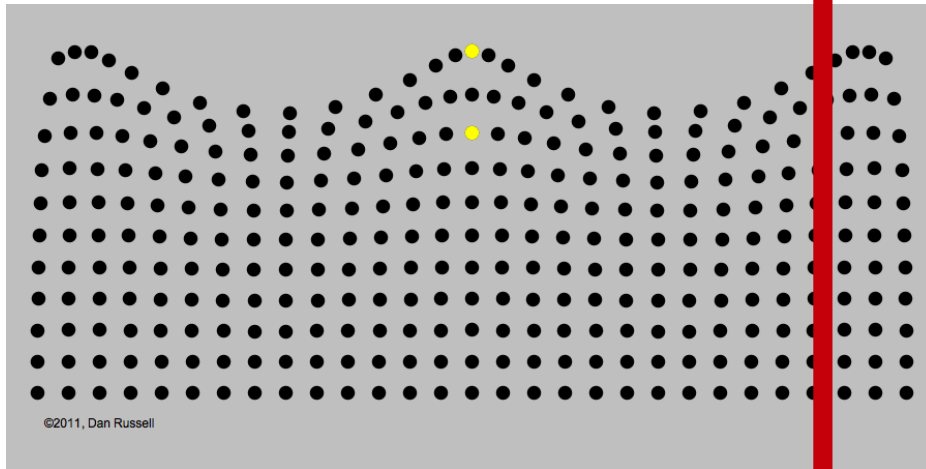
Ondas periódicas



Distinta λ , mesma amplitude



Velocidad de propagación



- Recordemos:
 - Período es el tiempo para completar un ciclo
 - Longitud de onda es el espacio para completar un ciclo
- En un ciclo, la onda se propaga una distancia λ
- Para ello, necesita un tiempo T

“Es el cambio aparente en la frecuencia de una onda causado por el movimiento relativo entre la fuente de la ondas y el observador”

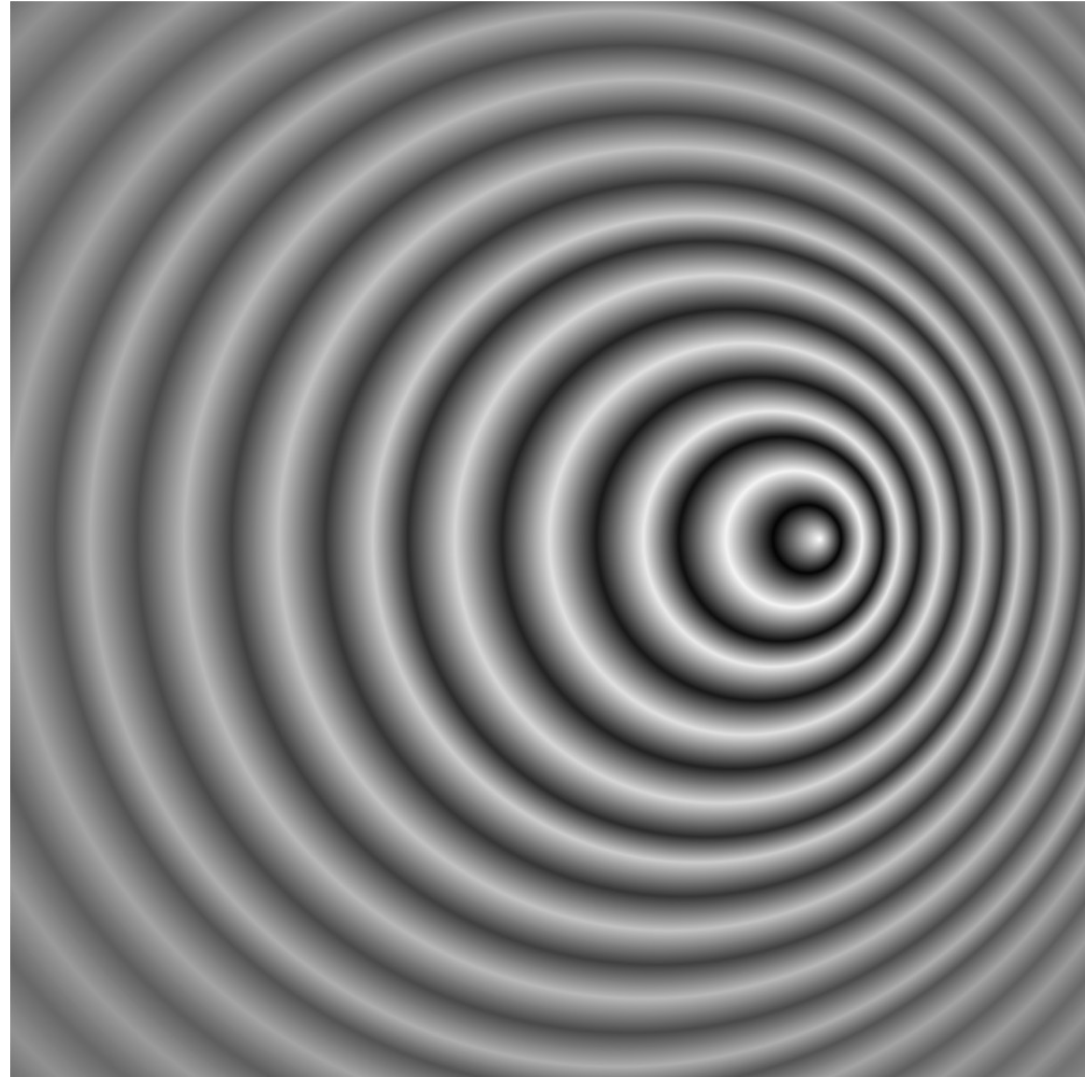
Dr. Sheldon Cooper

Efecto doppler



Efecto Doppler en la luz

- Pensar en el lanzamiento de pelotas a frecuencia constante
- El efecto doppler es un fenómeno ondulatorio
- Pero si la luz frente a algunas observaciones se comporta como una onda....



Efecto Doppler (para la luz)



Velocity $v = 0.00c$

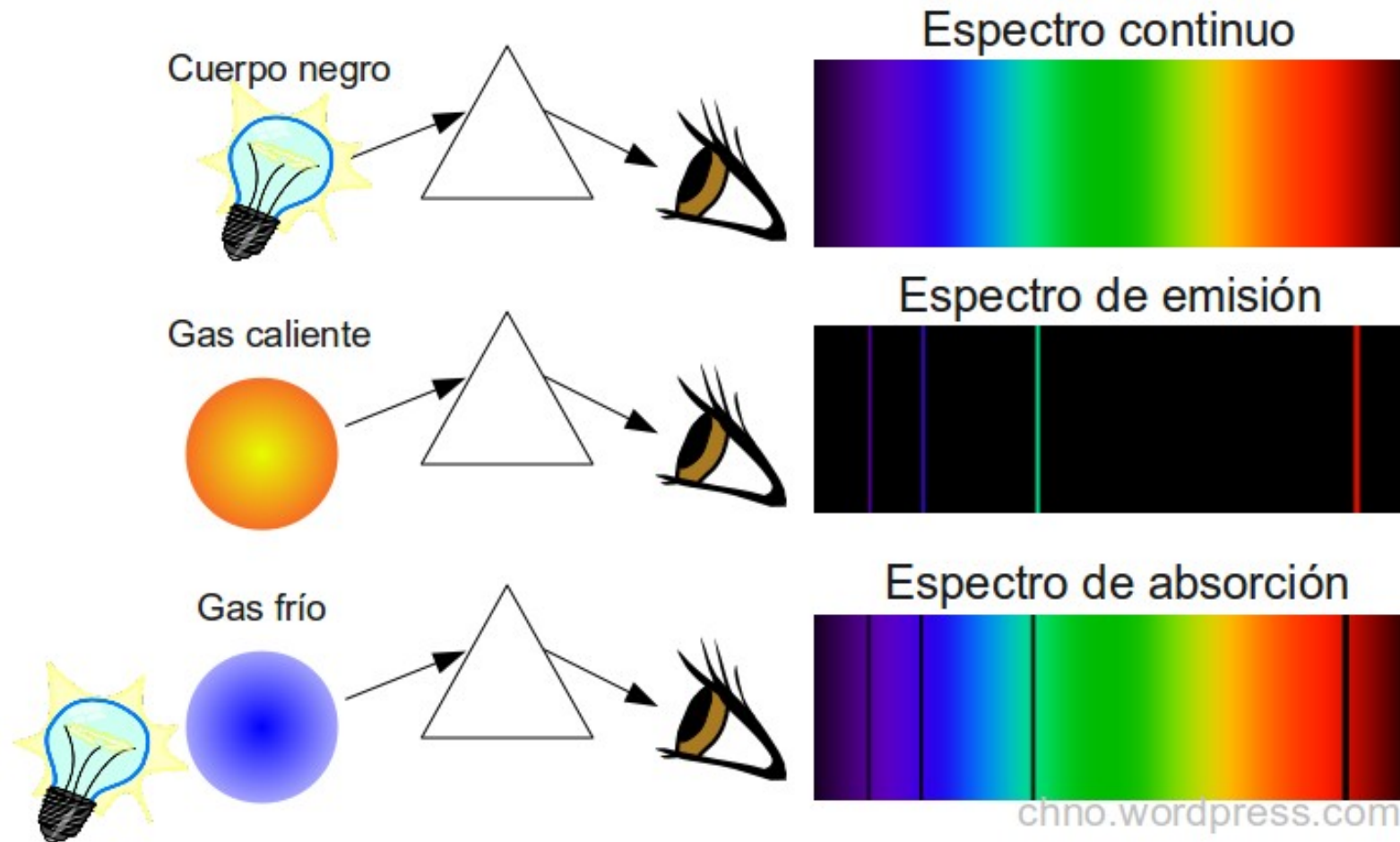
Mirando al Sol con un buen prisma



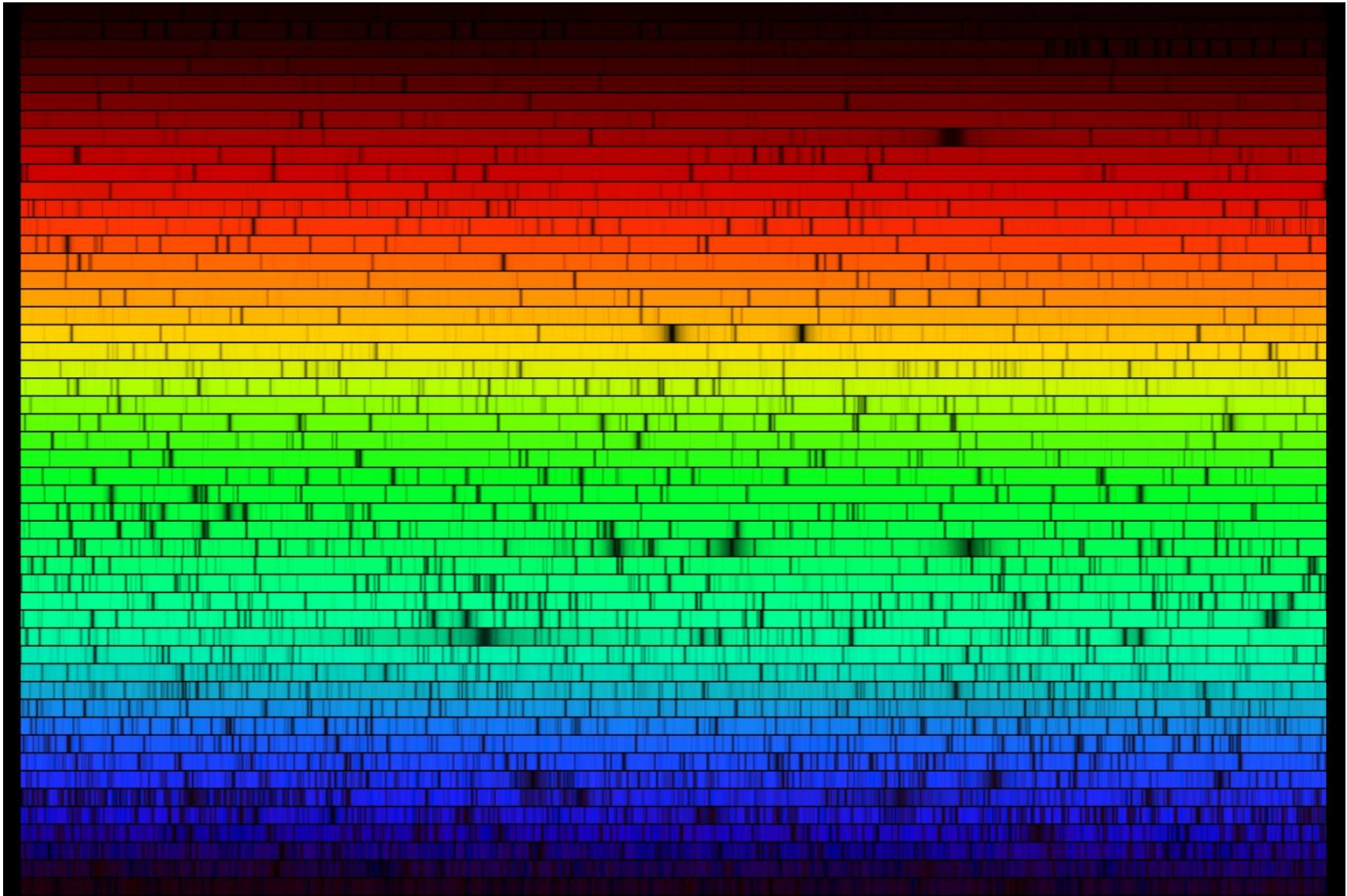
The Dark Side of the Moon

Breathe, breathe in the air. Don't be afraid to care.
Ticking away the moments that make up a dull day,
Money, get away. Get a good job with good pay to
us, and them. And after all we're only ordinary men,
The lunatic is on the grass. Remembering games,
All that you touch. All that you see. All that you

Emisión y Absorción



De verdad, en el Sol...



Doppler en la luz



400nm

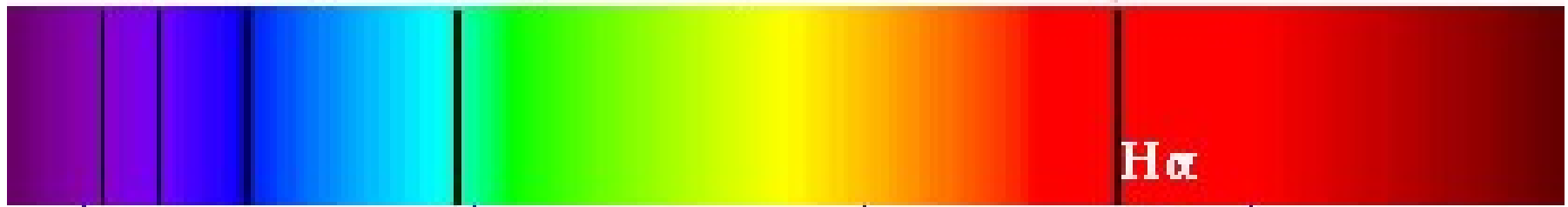
500nm

600nm

700nm

A red shift of about 100 Å (10 nm) corresponds to a recessional velocity of about 24,000 km/hour, or about 15,000 mi/hour.

About +100 Å shift



400nm

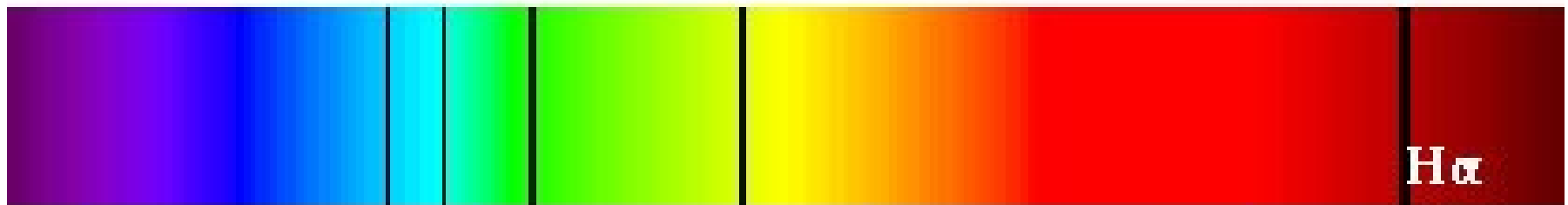
500nm

600nm

700nm

A larger red shift, here about 760 Å (76 nm) corresponds to a recessional velocity of about 135,000 km/hour, or about 84,000 mi/hour.

About +760 Å shift



400nm

500nm

600nm

700nm

H α

Corrimiento al rojo

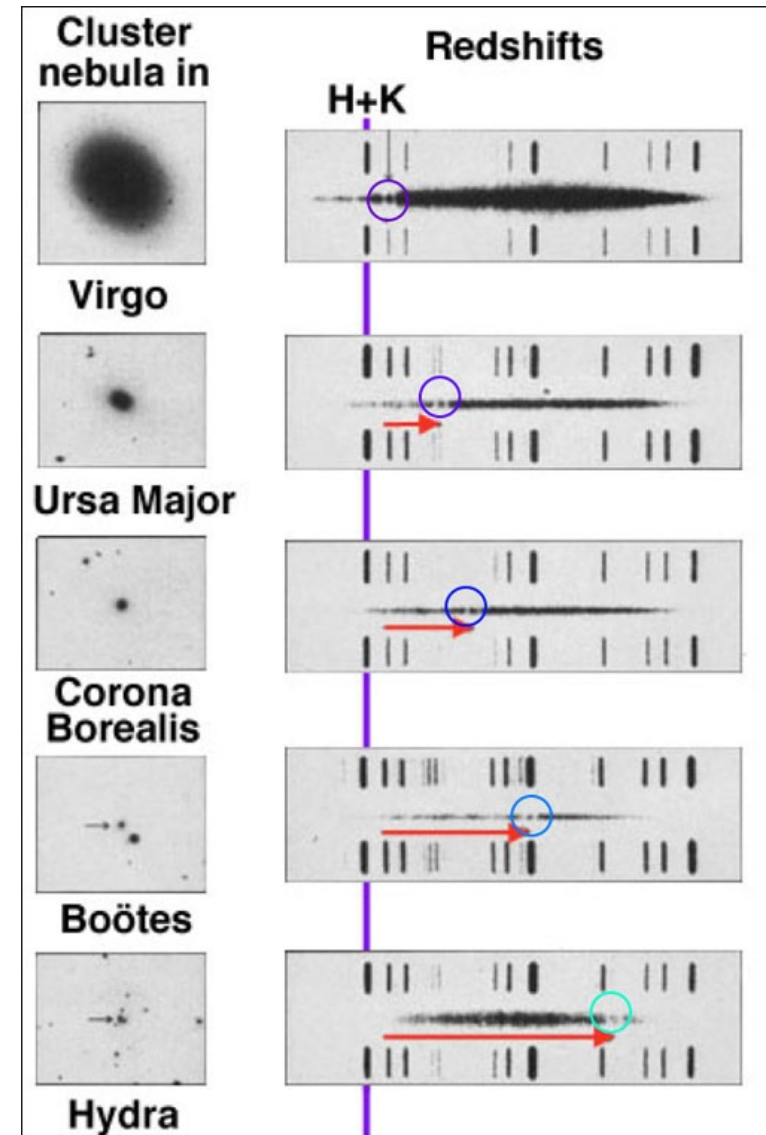
- Observando galaxias distantes: mismo efecto

- Los espectros se corren al rojo

- Definimos: $z = \frac{\lambda_o - \lambda_e}{\lambda_e}$

y puede probarse que:

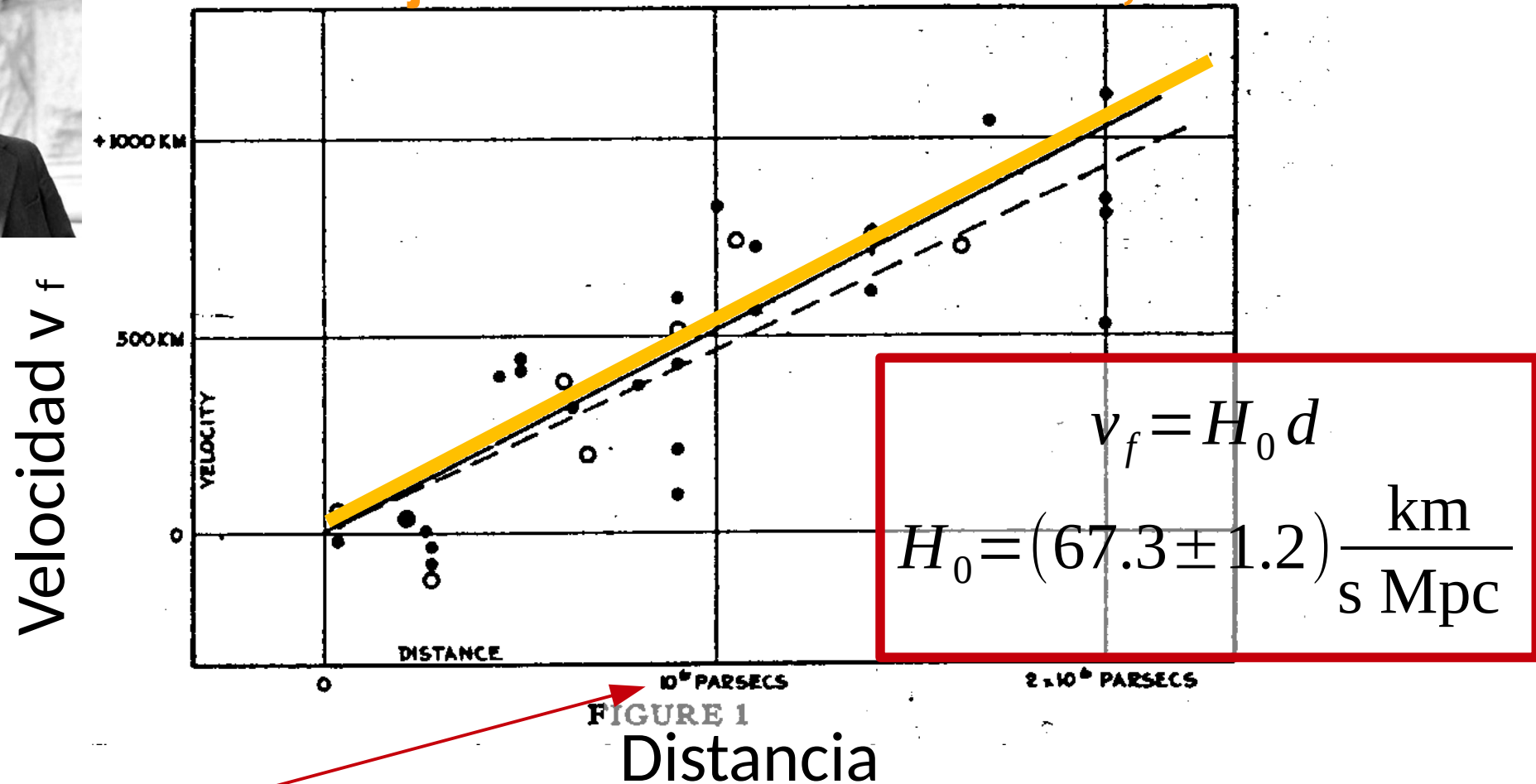
$$1 + z = \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}} \Rightarrow z \simeq \frac{v}{c}$$





Ley de Hubble-Lemaitre: Universo en expansión

Un objeto situado a 1 Mpc de la Tierra
se aleja a una velocidad de 67,3 km/s



10^6 parsecs = 1 Mpc (megaparsec) = 3.085×10^{22} m



Constante de Hubble

- ¿Qué unidades tiene H_0 ?
- Recordar el concepto de H_0 : ¿con qué velocidad se aleja un objeto situado a un Mpc ?
- ¿Qué significan el tiempo de Hubble y el radio de Hubble?