

Universidad Simón Bolívar

Medida del período de las lunas de Júpiter para la determinación de la velocidad de la luz en el espacio entre la Tierra y Júpiter.

Alex Rangel y Eduardo .D. Greaves^[1]

^[1] egreaves20002000@yahoo.com

Contenido

- Antecedentes y objetivo
- Justificación
- Procedimiento de medida de c
- Colaboración Nacional e Internacional

Antecedentes y objetivo

- Las medidas de Roemer entre 1670 y 1676: Su objetivo.
- Descubrimiento de Roemer: Atraso y adelanto del período de lo
- Cálculos de Huygens de la velocidad de la luz (c)
- Objetivo: Realizar una medida **precisa** de c por el método de Roemer

Justificación

- Interés histórico
- Medida de C en UNA DIRECCION (one-way)
- Mejorar el procedimiento actual de medidas de efemérides de Io (**Lieske.J. H. *Improved Ephemerides of the Galilean Satellites. Astro. Astrophys. 82 (1980) 340-348***)
- Verificar la “Hipótesis de Céspedes-Cure”: El índice de refracción del espacio, es una función de la densidad de energía gravitacional.

Procedimiento actual de medidas de efemérides de Io (JPL)

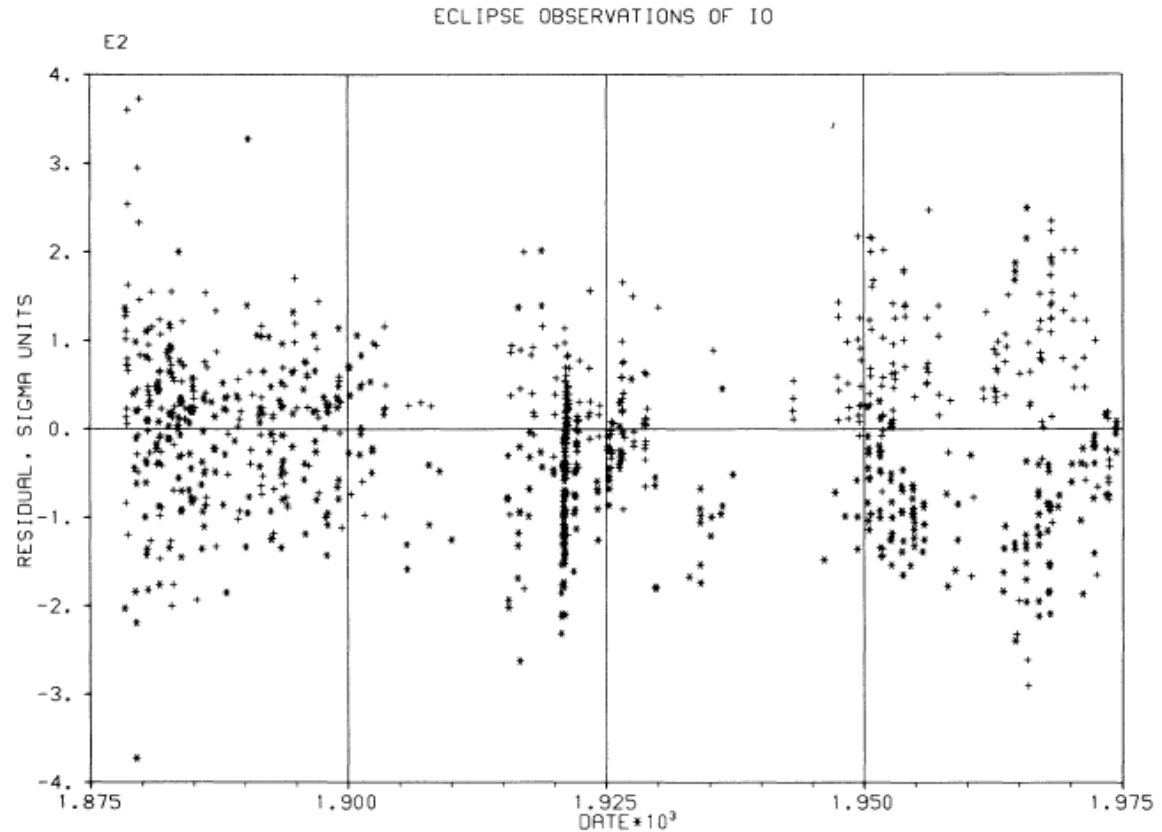
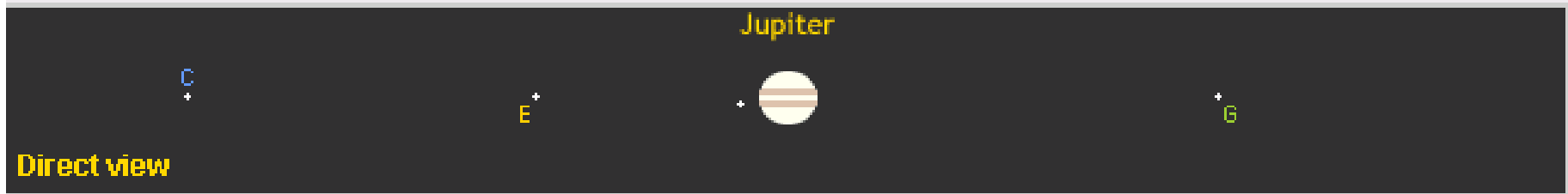


Fig. 1

T medidos – Calculados en función de Fecha calendario (* = desaparición, †† = Reaparición) Ref: **Lieske.J. H. *Improved Ephemerides of the Galilean Satellites. Astro. Astrophys. 82 (1980) 340-348 (1753 eclipses)***

Alternativa, Uso de facilidades modernas:

- Fotos de Júpiter + satélite lo con cámaras de alta resolución (18 megapíxeles.)
- Telescopios “Amateur” computarizados con GPS (Hora Universal precisa)



- Programas de análisis de imágenes digitales
- Programas de análisis de datos
- Comunicación por Internet + Redes sociales + colaboración internacional

Objetivo específico

- **Medir la velocidad de la luz del espacio entre Júpiter y la Tierra.**
- **(Medir el índice de refracción del espacio entre Júpiter y la Tierra)**
- Valor esperado (Hipótesis): $n' = 0,999973821$
- $C' = (2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}) / n'$
- C' es mayor que C por $7848,4 \text{ m/s}$ o $+0,00262 \%$)



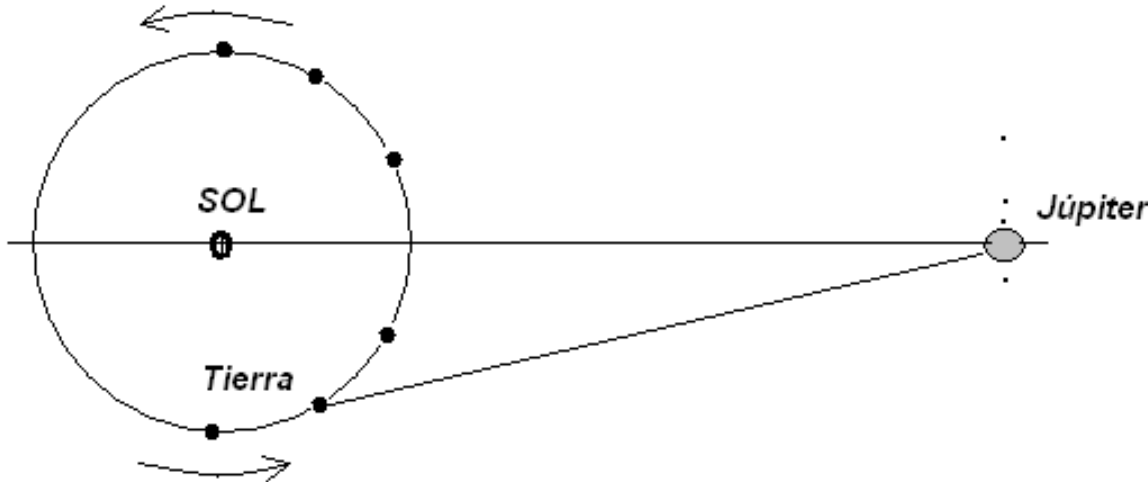
Procedimiento

Medir la velocidad de la Luz por el método de Roemer (1676) mediante los eclipses de las lunas de Júpiter.

Medir el cambio de la distancia Tierra-Júpiter: dX

Medir el cambio del tiempo de llegada de la luz: dT

Calcular $V = C = dX/dT$



En cada posición medir:

1- Velocidad angular ω aparente de I_o .

2- Ángulo de fase ϕ

Procedimiento propuesto de medida de c

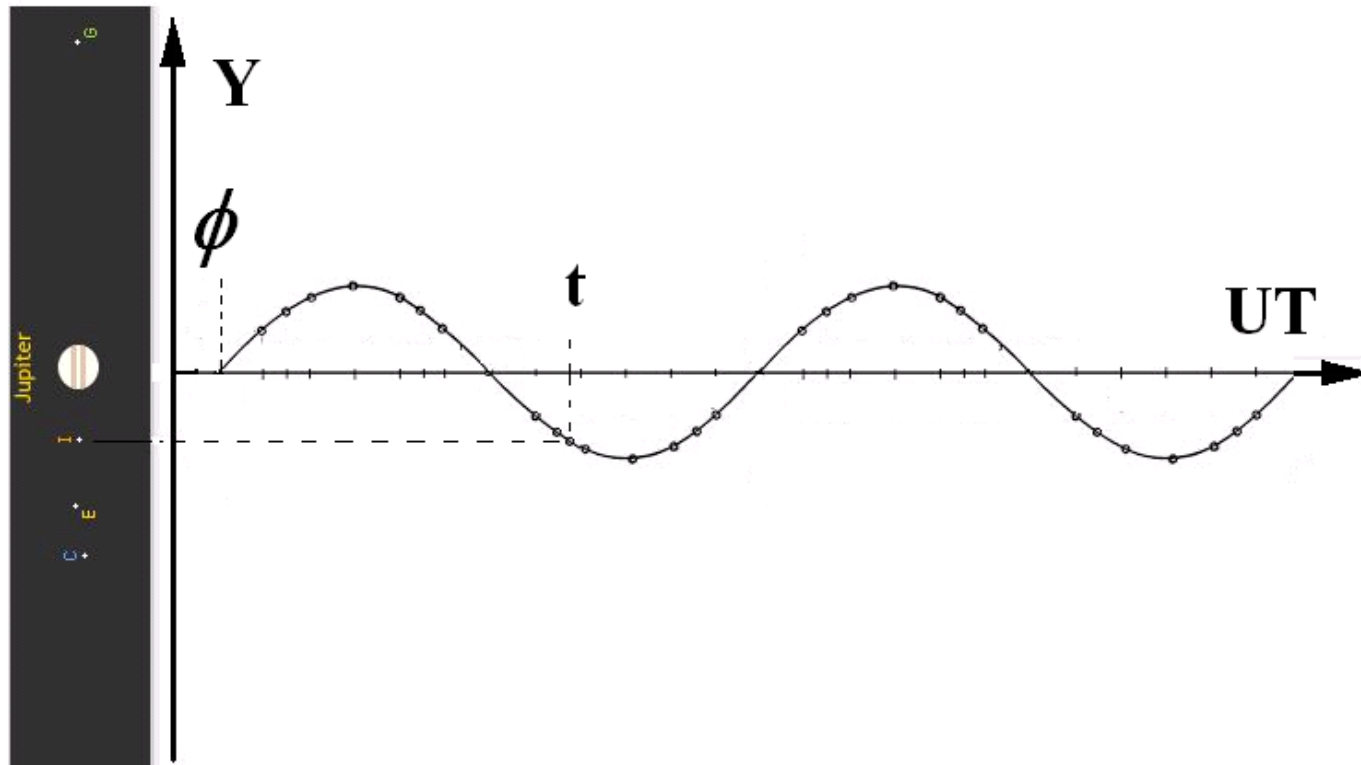


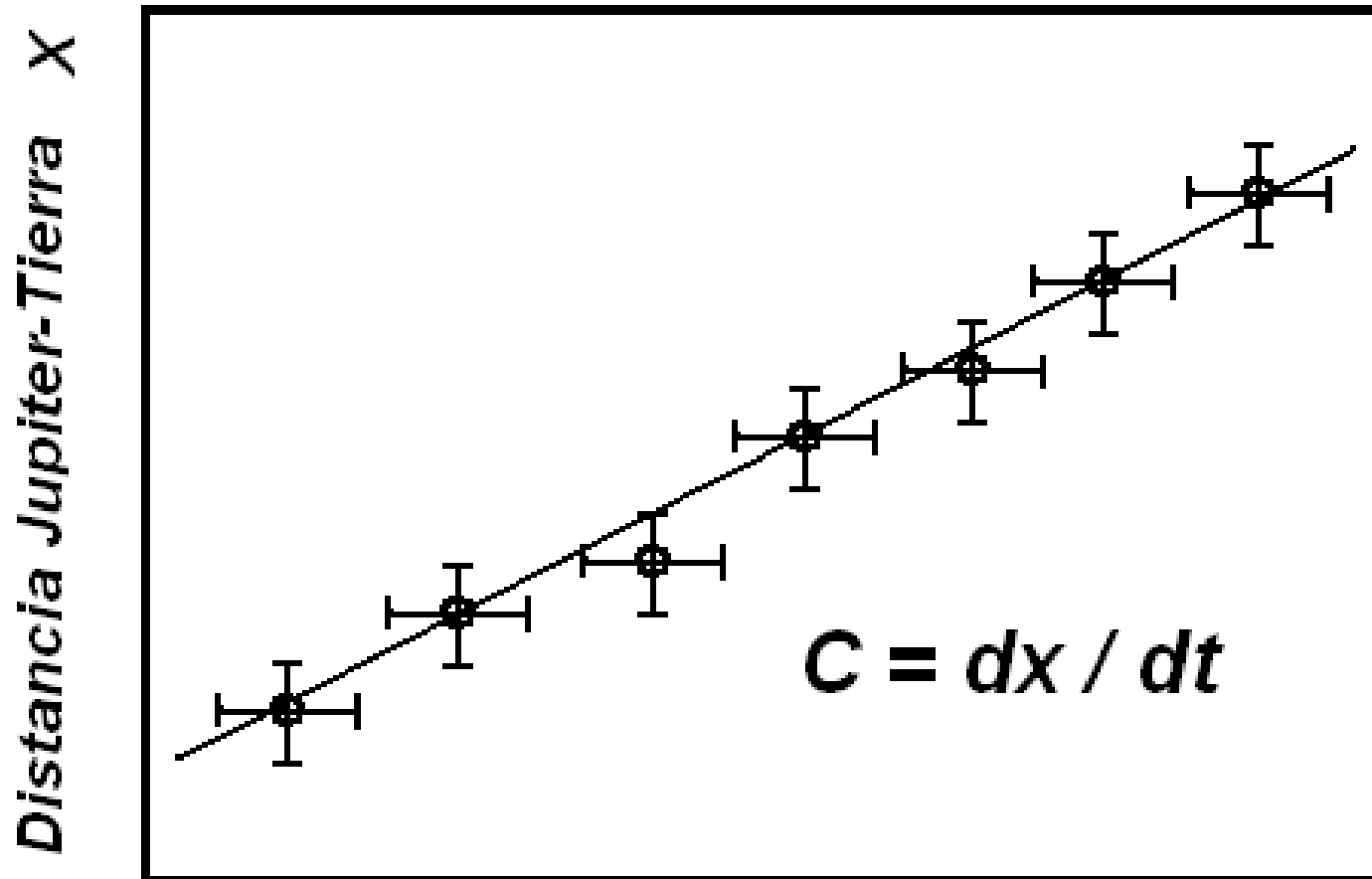
Foto digital simulada de Júpiter y sus satélites Galileanos tomados en el instante t (Hora universal) Gráfico simulado de las posiciones (Píxeles) de lo en función del Tiempo Universal (UT) La curva sinusoidal es un ajuste a los datos experimentales tomados durante dos revoluciones de lo (Aprox. 3,5 días)

Procedimiento

- **Si se supone una órbita circular para lo el ajuste debería ser**
- $$Y = Y_{Max} \text{Sin}(\omega t + \phi)$$
- **Parámetros deducidos del ajuste de la curva:**
 - Amplitud de la onda Y_{max}
 - Frecuencia angular de rotación ω (rad / s)
 - Angulo de fase ϕ (rad)
- **Fecha y hora → Distancia Tierra-Júpiter**



Cálculo de C



Ángulo de fase ϕ (rad) / ω (rad / s) = t (s)

Solicitar colaboración Internacional: Dos revoluciones de Io = Aprox. 3,5 días



Secuencia de Fotos:

Australia

India

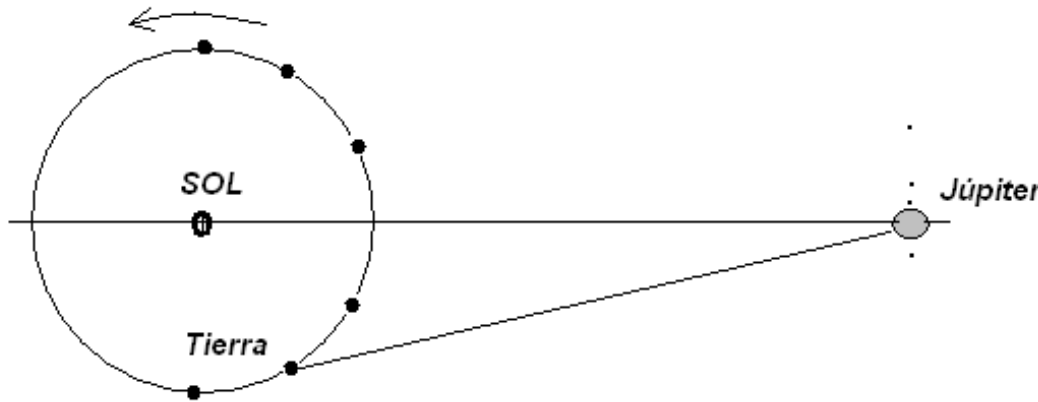
Oriente medio

Europa

Suramérica

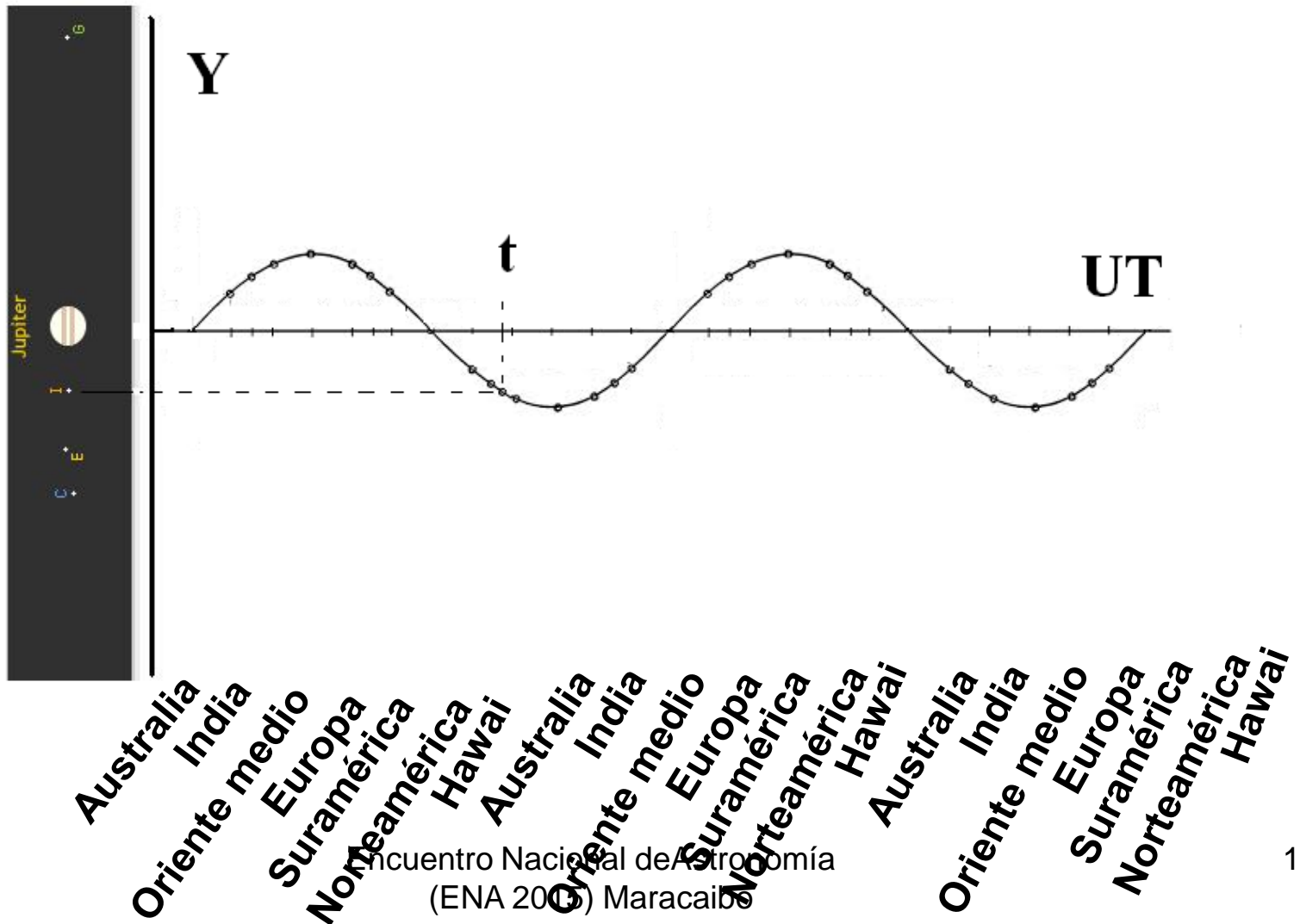
Norteamérica

Hawai



Encuentro Nacional de Astronomía
(ENA 2015) Maracaibo

Secuencia de fotos



Crear página WEB para:

- Informar del proyecto
- Dar instrucciones para tomar fotos
- Inscribir a los participantes
- Recibir las fotografías
- Informar del progreso
- Diseminar los resultados finales

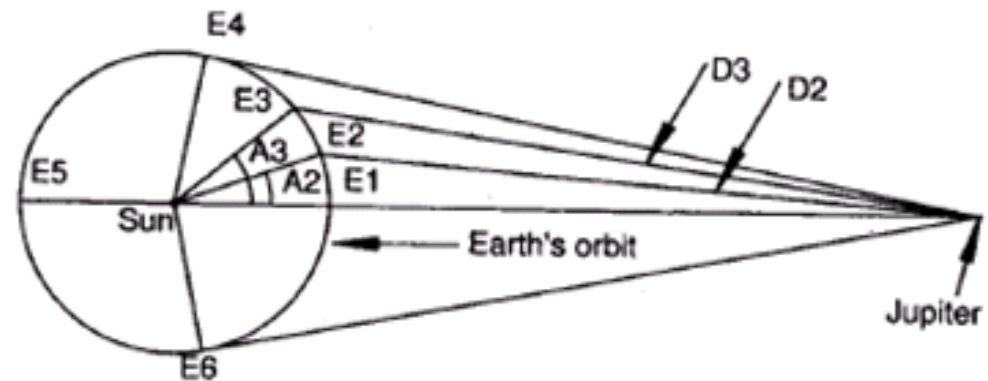
Gracias por su atención

- egreaves20002000@yahoo.com
- Página WEB:
- <http://azafa.org.ve>



¿Preguntas?

Distancia Tierra-Júpiter



La distancia entre la Tierra y Júpiter Suponiendo Órbitas circulares esta dada por [J. Shea, 1998]:

$$D = \sqrt{(R_E \sin A)^2 + (R_J - (R_E \cos A))^2}$$

Donde R_E es el radio de la órbita terrestre (1 UA) y R_J es el radio de la órbita de Júpiter R_J (5,202803 UA), A es el ángulo entre el sol y la Tierra que es función del tiempo t . Si se toma $t = 0$ el instante de oposición (Tierra entre el Sol y Júpiter) y T_s = el año sinódico (Tiempo entre dos oposiciones con Júpiter), tenemos que:

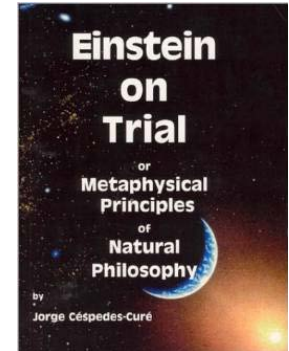
$$A = \omega t = \left(\frac{360}{T_s} \right) t$$

La hipótesis de Cespedes-Cure

$$c = \frac{k}{\sqrt{\rho}}$$

ρ = densidad de energía Gravitacional total

$$\rho = \frac{GM^2}{8\pi r^4} \quad \text{Debido a una masa } M$$



Densidad de energía por campo magnético y eléctrico

$$\rho_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2 \quad \rho_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

El índice de refracción del espacio semi-vacío

$$c = \frac{k}{\sqrt{\rho}} \quad c' = \frac{k}{\sqrt{\rho'}} \quad n' = c / c'$$



$n = 1$ en vacío en la superficie de la tierra

$$n' = \frac{\sqrt{\rho'}}{\sqrt{\rho}} = \frac{\sqrt{\rho'}}{\sqrt{\rho^* + \rho_S + \rho_E}}$$

$n' \neq 1$ en otro sitio donde ρ' es diferente

ρ^* = Densidad de energía gravitacional debido a las estrellas lejanas

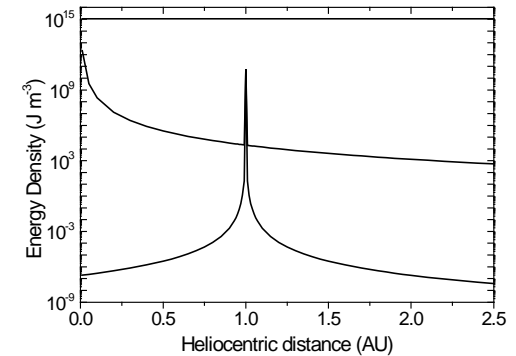


Gráfico de densidad de energía entre el Sol y la tierra



Consecuencias

- En zonas del espacio con **mayor** densidad de energía gravitacional, el índice de refracción es mayor y la velocidad de la luz es menor a c .

$$n' = \frac{\sqrt{\rho'}}{\sqrt{\rho}} \quad c' = \frac{c}{n'}$$

- En zonas con **menor** densidad de energía gravitacional, el índice de refracción es menor y la velocidad de la luz es mayor a c

Consecuencias sobre el efecto Doppler

- El corrimiento Doppler esta dado por $\Delta f = f \frac{v}{c}$
- De donde la velocidad radial v de las estrellas se obtiene mediante:

$$v = \frac{\Delta f c}{f}$$

- En sitios con **menor** densidad de energía gravitacional la velocidad de la luz aumenta **LUEGO:**
- **Las velocidades estelares radiales son sobre estimadas**

Consecuencias

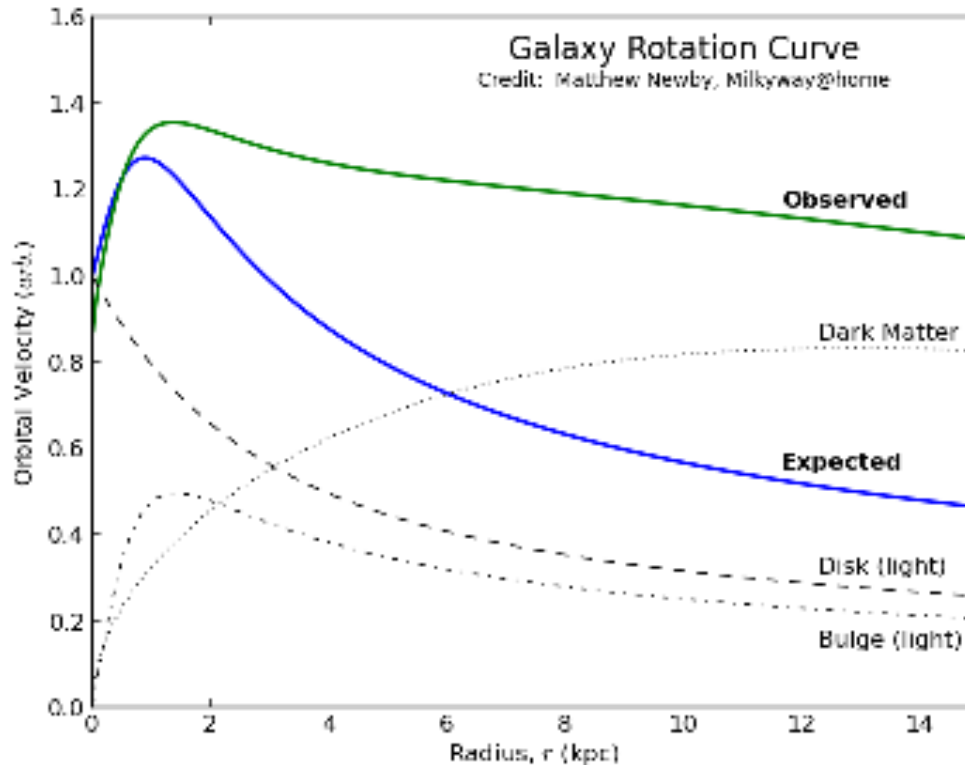
- En la curva plana de rotación de las Galaxias (Flat rotation curve of Galaxies)
- En la ley empírica de Hubble

La curva plana de rotación de las Galaxias

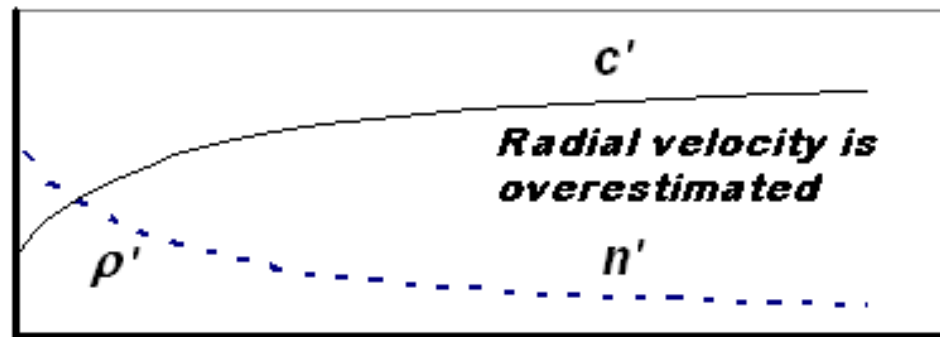
$$n' = \sqrt{\frac{\rho'}{\rho}}$$

$$c' = \frac{c}{n'}$$

$$v = \frac{\Delta f c'}{f}$$

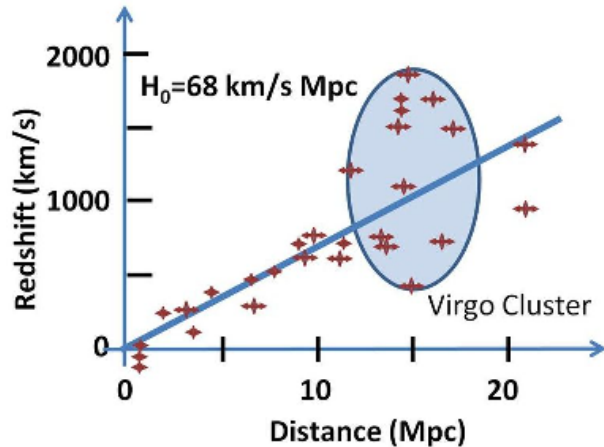


Andromeda



Calculo de $M(r)$

Consecuencias en la ley empírica de Hubble



Observacion

1.- A pequeñas distancias la ley es lineal: Velocidad de recesión incrementa con distancia → Expansión del Universo

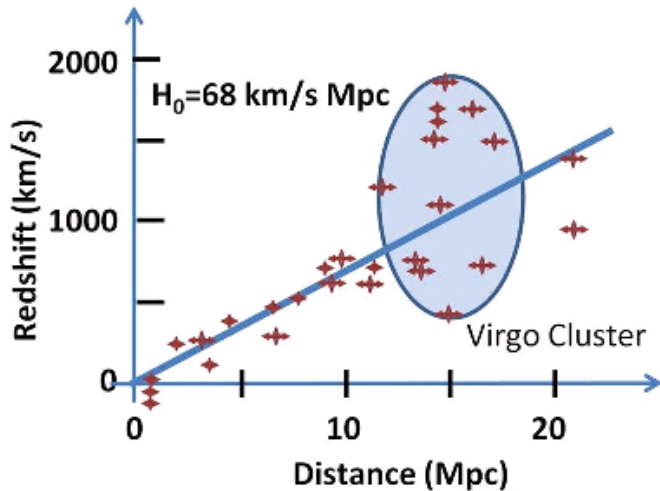
2- A muy grandes distancias hay una “Aceleración “ de la expansión

3- A distancias extremas la velocidad de recesión son fracciones significativas de la velocidad de la luz

El mismo Hubble* puso en cuestionamiento el efecto Doppler

* Assis A.K. T., Neves M. C. D., and Soares D. S. L. Hubble's Cosmology: *From a Finite Expanding Universe to a Static Endless Universe* (2009) 2nd Crisis in Cosmology Conference, CCC-2 ASP Conference Series, Vol. 413, c 2009 Frank Potter, ed.

Posible explicación de la aceleración de la expansión



Suposiciones

- 1.- Universo en expansión
- 2.- Universo \rightarrow Finito Decrecimiento radial de la densidad de energía gravitacional \rightarrow Decrecimiento radial del índice de refracción n'

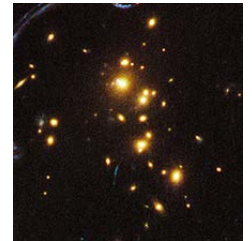
Consecuencias

- 1.- Incremento radial de la velocidad de la luz c'
- 2.- Incremento radial de la sobreestimación de las velocidades de recesión de las galaxias

EVIDENCIA: 2 medidas que coinciden en el valor de la densidad de energía gravitacional ρ^* de las estrellas y galaxias lejanas

- ρ^* Con la observación del desvío de la luz durante eclipses del sol. (Jorge Cespedes-Cure) Astronomical Lensing

$$\rho^* = 1,094291 \times 10^{15} \text{ Joule/m}^3$$



- ρ^* con la anomalía del Pioneer

$$\rho^* = 1.0838 \times 10^{15} \text{ Joule/m}^3$$



Tres experimentos propuestos para suministrar evidencia adicional

- **Medida del índice de refracción entre Júpiter y la tierra.** Valor calculado: $n' = 0,999973821$ (C' mayor que C en 7848,4 m/s ó +0,00262 %)
- **Medida del índice de refracción en la estación espacial internacional.** Valor calculado: $n' = 0,99997869369$ (C' mayor que C en 6387,6 m/s ó +0,00213 %)
- **(Propuesta de Einstein) Medida del índice de refracción debido a un campo magnético fuerte (2 Tesla).** Valor calculado $n' = 1,000000000072721$

Energy density of space as a function of distance from the sun

Top line, energy density due to the far-away stars. ρ^*

Middle line: Sun's gravity + Earth. ρ_s

Bottom line:
Energy density due to Earth. ρ_E

(Along a radial line Sun–Earth)

