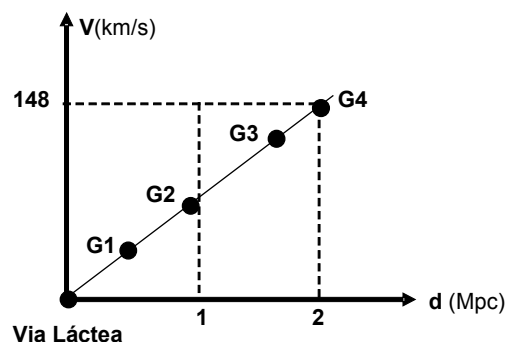




Modelos de Questões de Vestibular Tipo 1ª fase da Unicamp

prof. Dulcideo Braz Jr - 2008

1. Galileu Galilei (1564-1642) construiu em 1609^(*), com duas lentes de vidro e um tubo, a sua primeira luneta (ou telescópio refrator). Com ela inaugurou uma nova era na Astronomia: a era das observações através de instrumentos. Posteriormente, Isaac Newton (1643-1727) substituiu uma das lentes da luneta por um espelho côncavo e melhorou o projeto óptico. O que nem Galileu nem Newton imaginavam é que telescópios cada vez maiores e mais potentes seriam construídos para ver mais longe e revolucionar o nosso conhecimento acerca do Universo e sua evolução. Nos anos 1920, Edwin Hubble (1889-1953), utilizando o telescópio do Monte Wilson, o maior e mais poderoso da sua época, tomou medidas que o levaram à conclusão de que o Universo está em expansão de tal forma que, quanto maior a distância d de uma galáxia em relação ao observador, maior será a sua velocidade V de afastamento medida. Assim nasceu a lei que posteriormente seria chamada Lei de Hubble que prevê que $V = H \cdot d$ onde H é uma constante chamada de Constante de Hubble e medida em km/s/Mpc (lê-se quilômetros por segundo por megaparsec onde $1 \text{ Mpc} \cong 3 \times 10^{19} \text{ km} \cong 3 \text{ milhões de anos-luz}$). A figura mostra uma possível representação gráfica desta importante lei da Cosmologia moderna onde G1, G2, G3 e G4 correspondem às medidas de V e d para quatro galáxias distintas. Note que o Sistema Solar, onde nós estamos, encontra-se na Via-Láctea que corresponde à origem do gráfico pois, no nosso referencial, toda a nossa galáxia encontra-se parada ($V = 0$).



- Determine o valor da Constante de Hubble em km/s/Mpc.
- Um astrônomo mede a velocidade de afastamento de uma galáxia e encontra o valor de aproximadamente 266.400 km/h. Qual a distância (em anos-luz) dessa galáxia até a Via-Láctea?

() Em 2009 vamos comemorar 400 anos da luneta de Galileu e por isso mesmo a ONU oficializou 2009 como o Ano Internacional da Astronomia.*

2. Galileu Galilei (1564-1642) construiu em 1609^(*), com duas lentes de vidro e um tubo, a sua primeira luneta (ou telescópio refrator). Com ela inaugurou uma nova era na Astronomia: a era das observações através de instrumentos. Posteriormente, Isaac Newton (1643-1727) substituiu uma das lentes da luneta por um espelho côncavo e melhorou o projeto óptico. O que nem Galileu nem Newton imaginavam é que telescópios cada vez maiores e mais potentes seriam construídos para ver mais longe e revolucionar o nosso conhecimento acerca do Universo e sua evolução. Nos anos 1920, Edwin Hubble (1889-1953), utilizando o telescópio do Monte Wilson, o maior e mais poderoso da sua época, tomou medidas que o levaram à conclusão de que o Universo está em expansão de tal forma que, quanto maior a distância **d** de uma galáxia em relação ao observador, maior será a sua velocidade **V** de afastamento medida. Assim nasceu a lei que posteriormente seria chamada Lei de Hubble que prevê que $V = H \cdot d$ onde **H** é uma constante chamada de Constante de Hubble e medida em km/s/Mpc (lê-se quilômetros por segundo por megaparsec onde $1 \text{ Mpc} \cong 3 \times 10^{19} \text{ km} \cong 3 \text{ milhões de anos-luz}$).

A tabela abaixo mostra a evolução do valor experimental da constante de Hubble medida desde 1974 até 2007 por diferentes métodos cada vez mais precisos.

Medidas da constante de Hubble: H		
Método Usado	Citação	Valor (km/segundo/Megaparsec)
Velocidade de grupo e distância de M101	Sandage and Tammann (1974)	$55,5 \pm 8,7$
Cúmulos Globulares	Hanes (1979)	80 ± 11
Relação de Tully-Fisher no infravermelho	Aaronson and Mould (1983)	82 ± 10
SN-Ia e Cefeidas	Alan Sandage et al. (2006) ApJ, 653, 843.	$62,3 \pm 1,3 \pm 5$
Cefeidas em Virgem (M100) com o HST	Wendy Freedman et al. (2000)	74 ± 7
Flutuações de Brilho Superficial	R. Brent Tully (1993)	90 ± 10
Relação entre as larguras das linhas HI e a Luminosidade	Barry Rothberg et al. 2000, ApJ, 533, 781	81 ± 9
Medições da Anisotropia da Radiação de Fundo	David N. Spergel et al. (2007) ApJS, 170, 377	73 ± 3

fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/univ/hub.htm>

Note nos valores da tabela que há quase sempre uma flutuação no valor da Constante de Hubble expresso por algo do tipo $H = H_0 \pm \Delta H$ onde H_0 é um valor médio e ΔH é o erro experimental típico do método usado.

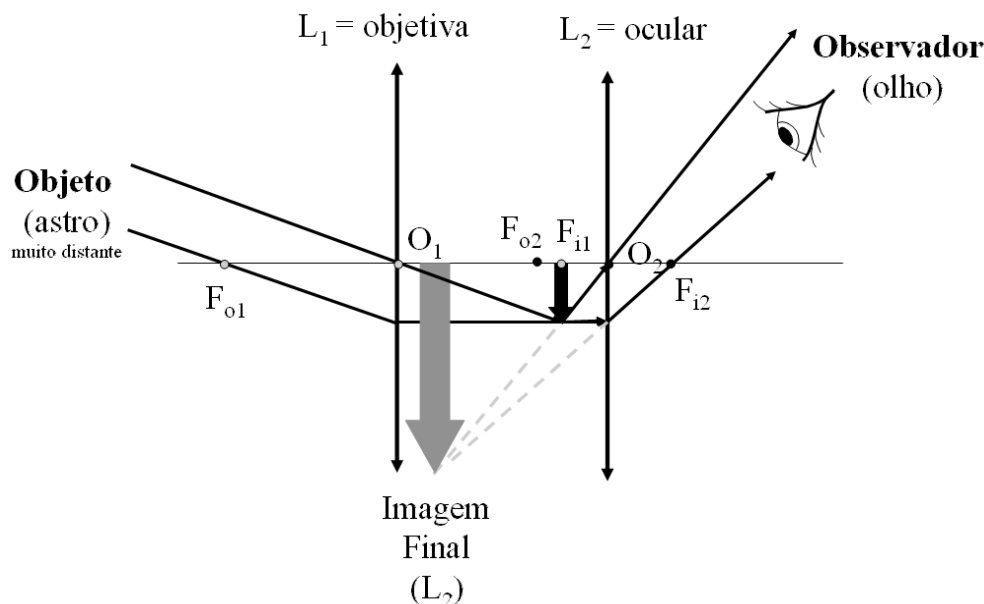
Lembrando que “distância é velocidade vezes tempo”, ou seja, $d = V \cdot T$, podemos calcular a idade **T** do Universo substituindo $d = V \cdot T$ na Lei de Hubble. Encontramos $V = H \cdot V \cdot T$ de onde concluímos que $1 = H \cdot T$. Assim fica fácil calcular o valor **T**, a idade do Universo em expansão!

Faça uma estimativa do intervalo de possíveis valores para a idade **T** do Universo. Responda em bilhões de anos (10^9 anos).

(Use o valor mais atual da constante de Hubble dado na tabela incluindo o erro experimental e, se preciso, aproxime $1 \text{ ano} = 365 \text{ dias} \times 24 \text{ h/dia} \times 3600 \text{ s/h} \cong 3,1 \cdot 10^7 \text{ s}$)

(*) Em 2009 vamos comemorar 400 anos da luneta de Galileu e por isso mesmo a ONU oficializou 2009 como o Ano Internacional da Astronomia.

3. Galileu Galilei (1564-1642) construiu em 1609^(*), com duas lentes e um tubo cilíndrico, a sua primeira luneta (ou telescópio refrator). Apesar de muito simples e rudimentar, com ela Galileu inaugurou uma nova era na Astronomia: a era das observações através de instrumentos. A figura abaixo mostra o esquema de uma das lunetas construídas por Galileu e já melhorada em relação ao primeiro modelo. Seu funcionamento é relativamente simples: uma primeira lente L_1 (objetiva) conjuga, para um objeto (astro) distante, uma imagem real e invertida (em preto) que servirá de objeto para outra lente L_2 (ocular) que vai determinar a imagem virtual final e ampliada (em cinza) a ser capturada pelo olho do observador.



Resumindo a idéia: a objetiva L_1 (com focos F_{01} e F_{11}) concentra a luz do objeto para formar uma imagem bem nítida, ainda que o objeto seja tênue, e outra lente L_2 (com focos F_{02} e F_{12}) serve de lupa para criar uma imagem final ampliada e invertida em relação ao astro.

Você sabe que para uma lente vale a Equação dos Pontos Conjugados de Gauss

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

onde f é a distância focal da lente, p é a abscissa do objeto e p' a abscissa da imagem. Demonstra-se que para esta luneta a imagem final terá um fator de ampliação A dado por

$$A = - \frac{f_1}{f_2}$$

onde f_1 e f_2 são as distâncias focais das lentes objetiva e ocular, respectivamente. O aumento é negativo porque a imagem final é invertida em relação ao objeto (astro).

- Em que ponto da objetiva vai se formar a primeira imagem na luneta? Por que?
- Sabendo que a primeira imagem do astro se forma a 20 cm da objetiva, qual o valor da distância focal da ocular para que o aumento desta luneta seja de 5 vezes?

(*) *Mais adiante, Isaac Newton (1643-1727) aperfeiçoou a luneta galileana e criou o telescópio refletor que usa um espelho côncavo para coletar a luz em vez de uma lente. É esta configuração refletora de Newton que é mais usada até hoje, inclusive no telescópio espacial Hubble.*