

## Prova Teórica

1) Qual a ordem de grandeza do diâmetro do enxame aberto das Pleiades (M45)?

- a) 0,1 ano-luz
- b) 1 anos-luz
- c) 10 anos-luz
- d) 100 anos-luz

**R: C**

2) Porque é que a radiação cósmica de fundo é tão fria?

- A. A poeira interestelar absorveu-a e reemitiu-a em frequências mais baixas
- B. Ela foi emitida numa fase primordial do Universo em que este era frio
- C. a expansão do Universo aumento o seu comprimento de onda
- D. Ela é emitida por estrelas frias

**R: C**

3) Comparando o raio de uma anã branca, estrela de neutrões e uma anã castanha, qual a ordem correcta da mais pequena para a maior?

- a) Anã castanha < estrela de neutrões < anã branca
- b) Anã castanha < anã branca < estrela de neutrões
- c) Anã branca < estrela de neutrões < anã castanha
- d) estrela de neutrões < anã branca < anã castanha

**R: D**

4) Quantas estrelas existem na Via Láctea?

- a) cerca de 500 milhões
- b) cerca de 2 mil milhões
- c) cerca de 200 mil milhões
- d) cerca de 3 mil milhões

**R: C**

5) Qual é o principal mecanismo de transporte de energia desde o núcleo do Sol até a sua superfície, tal como evidenciado pelo aspecto granular dessa superfície?

- a) convecção
- b) condução
- c) radiação
- d) levitação

**R: A**

6) Num determinado lugar no hemisfério Norte, uma estrela circumpolar tem uma altura mínima de 35 graus e uma altura máxima de 64 graus.

a) Qual, ou quais as latitudes possíveis para este lugar?

**R: 49.5 ou 75.5 graus, dependendo se a culminação superior ocorre a norte ou a sul relativamente ao zénite.**

b) Qual a declinação da estrela (distância angular entre a estrela e o equador celeste) para todas as hipóteses obtidas na resposta anterior?

**R: dec=75.5 graus ou 49.5 graus dependendo se a culminação superior ocorre a norte ou a sul relativamente ao zénite.**

7) A equação de estado para o gás que compõe uma anã branca diz-nos que a pressão do gás é proporcional a  $\rho^{5/3}$  em que  $\rho$  é a densidade do gás. Usando a equação do equilíbrio hidroestático  $\frac{dP}{dR} = -g\rho$  em que  $g$  é a aceleração gravítica, e a aproximação  $\frac{dP}{dR} \approx \frac{P}{R}$ , mostra que para as anãs brancas, o seu raio é proporcional a  $\sqrt[3]{M}$

**R: admitindo  $\rho = \frac{M}{R^3}$ ,  $g = G \frac{M}{R^2}$ , chegamos a  $R = KM^{-1/3}$**

8) Um sistema binário é composto por duas estrelas com uma razão entre as suas luminosidades igual a 3. O sistema binário não é possível de resolver a partir da Terra e, como tal, é observado como um único objecto com magnitude aparente igual a 6. Calcula a magnitude aparente de cada uma das estrelas.

**R:  $\frac{L_1}{L_2} = 3$ ,  $m_{1+2} = 6$**

$6 = -2.5 \log(L_1 + L_2) + K$  - **magnitude aparente do binário**

$m_1 - m_2 = -2.5 \log\left(\frac{L_1}{L_2}\right)$  - **diferença de magnitudes entre as duas estrelas**

$m_{1+2} - m_1 = -2.5 \log(L_1 + L_2 / L_1)$  - **diferença de magnitudes entre o binário e a estrela mais brilhante do binário.**

**Após alguma manipulação algébrica chegamos a  $m_1 = 6.31$  e  $m_2 = 7.51$ .**

9) A maior parte das galáxias observadas são grandes. Conhecem-se poucas galáxias anãs (<2% das galáxias no Universo visível). Poderemos concluir que as galáxias anãs são minoritárias no Universo? Justifica.

**Resposta: Não. O facto de se conhecerem poucas galáxias anãs deve-se à sua natureza. Por serem pouco massivas e luminosas são mais difíceis de detetar, sendo que o facto de se conhecerem poucas é apenas uma limitação observacional.**

10) Uma supernova foi detectada numa galáxia distante apresentando uma magnitude aparente de 17,6 no seu máximo de brilho. A linha espectral  $L^{\wedge}$  emitida por essa galáxia foi observada com um comprimento de onda de 127,7 nm.

a) Calcula a distância a que se encontra a supernova e, conseqüentemente, a galáxia. Considera que a luminosidade duma supernova do tipo Ia atinge, tipicamente,  $3 \times 10^9 L_{\text{sol}}$  e usa o valor 4,83 para a magnitude absoluta do Sol.

**Resposta:  $M_{\text{sn}} - M_{\text{sun}} = -2.5 \cdot \log_{10}(3 \times 10^9) \Rightarrow M_{\text{sn}} = -18.86$   
 $m_{\text{sn}} - M_{\text{sn}} = 5 \cdot \log_{10}(d) - 5 \Rightarrow d = 196 \text{Mpc}$**

b) Sabendo que o comprimento de onda da linha  $L^{\wedge}$  da série de Lyman do hidrogénio medido no laboratório é de 121,6 nm, calcula o desvio cosmológico para o

vermelho (redshift,  $z$ ) desta galáxia.

A que se deve este desvio e porque é que não o observamos nas galáxias mais próximas (e.g. Andrómeda)?

**Resposta:**  $z = (\lambda_{\text{obs}} - \lambda_{\text{rest}}) / \lambda_{\text{rest}} \Rightarrow z = 0.05$ . Este desvio deve-se à expansão do Universo que faz com que a maior parte das galáxias observáveis pareçam estar a afastar-se de nós. Para as galáxias mais próximas, estas encontram-se ligadas gravitacionalmente. Neste cenário, a força da gravidade é superior à taxa de expansão do Universo e portanto podemos observar o efeito do movimento próprio das galáxias.

10) Existem cometas que foram observados apenas uma vez, pois possuem órbitas quase parabólicas. Esses cometas são normalmente provenientes da Nuvem de Oort, que se encontra a 35000 UA do Sol. Estima o tempo que esse cometa demora a fazer a viagem desde a Nuvem de Oort até o seu ponto de maior aproximação ao Sol.

**R:** Usar a 3ª Lei de Kepler para obter o período da órbita, aproximando o semi-eixo maior a metade da distância da nuvem de Oort (porque a órbita é quase parabólica)  $a = 35000/2$ . O tempo da viagem é aproximadamente  $P/2 = 1.2$  milhões de anos.

11) Um telescópio com um espelho de 3.5 metros tem um detector na gama do infravermelho (entre os 20 e os 640 micrometros). Este telescópio foi capaz de detectar, praticamente no seu limite de resolução, um disco protoplanetário com um raio de 10 UA em torno de uma estrela. Qual a distância máxima a que essa estrela se pode encontrar da Terra?

**R:** Temos de usar o limite da gama de sensibilidade do detector que nos dá a melhor resolução, portanto 20 micrómetros.  $\alpha = 1.22 \cdot \lambda / D = 6.97 \cdot 10^{-6}$  radianos.  $d = 2R / \alpha = 13.9$  pc