5as Olimpíadas Nacionais de Astronomia

Prova final teórica

05 de Junho de 2010 – 15:00

Duração máxima – 120 minutos

Nota: Ler atentamente todas as questões.
Existe uma tabela com dados no final da prova

---

1. A superfície de Mercúrio está repleta de crateras, sugerindo que:

a) Mercúrio foi em tempos vulcanicamente muito activo
b) A superfície de Mercúrio é muito antiga
c) Mercúrio formou-se muito antes do Sol, tendo sido posteriormente capturado pelo mesmo
d) Mercúrio tem uma atmosfera densa

2. A cor de uma estrela é, principalmente, um indicador:

a) da sua massa
b) da sua temperatura à superfície
c) da sua composição química
d) de nada, pois todas as estrelas são da mesma cor

3. As estrelas formam-se em grupos e enxames a partir de nuvens de gás e poeiras.

3.1. Qual a composição principal do gás destas nuvens gigantes?

a) Hidrogénio atómico
b) Hidrogénio molecular
c) Hidrogénio ionizado
d) Oxigénio

3.2. Apesar de se formarem em grupos, a maioria das estrelas da Galáxia deixa o seu local de origem ao fim de alguns milhões de anos. Qual a distribuição espacial de estrelas numa galáxia como a Via Láctea? Onde predominam as estrelas mais jovens? E as mais velhas?

4. A Via Láctea, tal como a maioria das galáxias do Universo, pertence a um grupo de galáxias.

4.1. Qual é o nome do grupo a que pertence a nossa Galáxia?

4.2. Enumera, por ordem crescente de massa, três galáxias do nosso grupo, classificando-as quanto à sua morfologia.

5. Imagina que estás na superfície da Lua a olhar para a Terra.

5.1. Verias a Terra passar por fases como acontece quando um observador na Terra olha para a Lua? Se sim, quanto tempo demoraria um ciclo das fases da Terra?

5.2. Quando um observador na Terra vê a Lua na fase de Lua Nova, que fase da Terra estarias a observar? Porquê?

5.3. Descreve como verias a Terra a mover-se no do céu lunar, ao longo de um dia e ao longo de um mês?

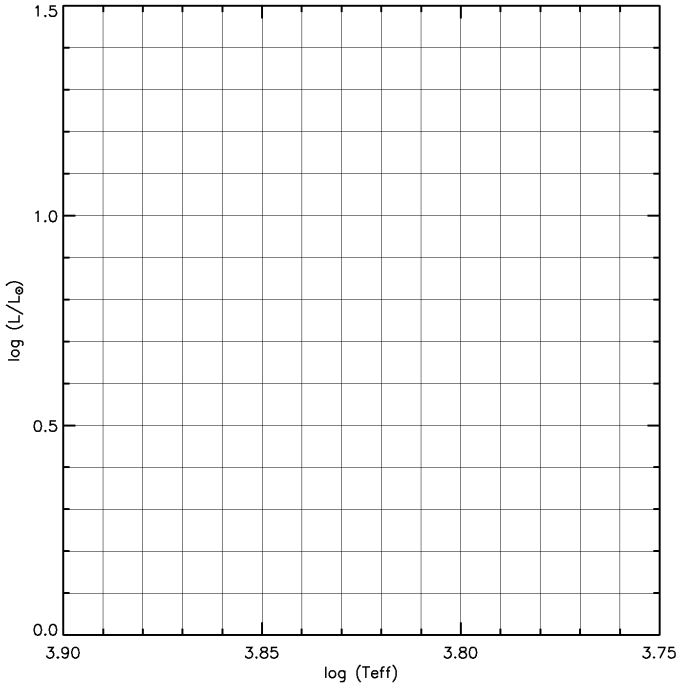
6. O diagrama H-R, na figura, é muito usado pelos astrónomos para localizarem estrelas nos seus estados evolutivos. Por exemplo, uma estrela de massa 2.97 x 10^{30} Kg e raio 1.044 x 10^{9} m encontra-se na sequência principal. Considera que a relação entre a massa (M) e a luminosidade (L) para estrelas da sequência principal é descrita por:

$$L \propto M^{3.5}$$

e que a luminosidade (L) de uma estrela se relaciona com a sua temperatura efectiva (T_{eff}) e com o seu raio (R) pela seguinte expressão:

$$L = 4\pi\sigma R^2 T_{eff}^4$$

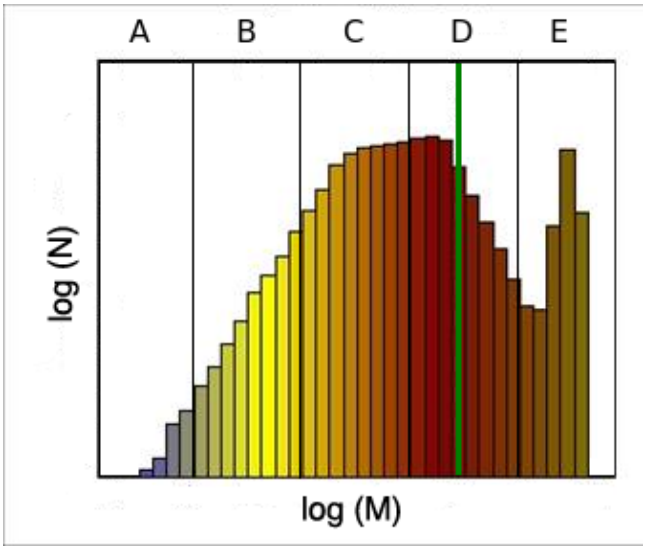
Usa os valores apresentados no final da prova relativos ao Sol, bem como o valor da constante de Stefan-Boltzmann, σ, para:



6.1. Posicionar a estrela descrita no diagrama H-R, indicando a sua temperatura efectiva (em graus Kelvin) e a sua luminosidade (em unidades de luminosidades solares). Utiliza o gráfico da folha de respostas.

6.2. Desenhar no diagrama H-R duas rectas distintas que correspondam a todas as posições possíveis para estrelas com raios 1.5 e 1.75 raios solares, respectivamente. Mostra que a expressão geral para a recta é do tipo $y = mx + b$, onde $y = log(L/L_{\odot})$ e $x = log(T_{eff})$. Determina o declive m e a origem b, que depende apenas do raio.

7. Na figura está representada a função de massa inicial do enxame de estrelas do Trapézio na Nebulosa de Orion. Esta função representa o histograma das massas das estrelas pertencentes ao enxame.

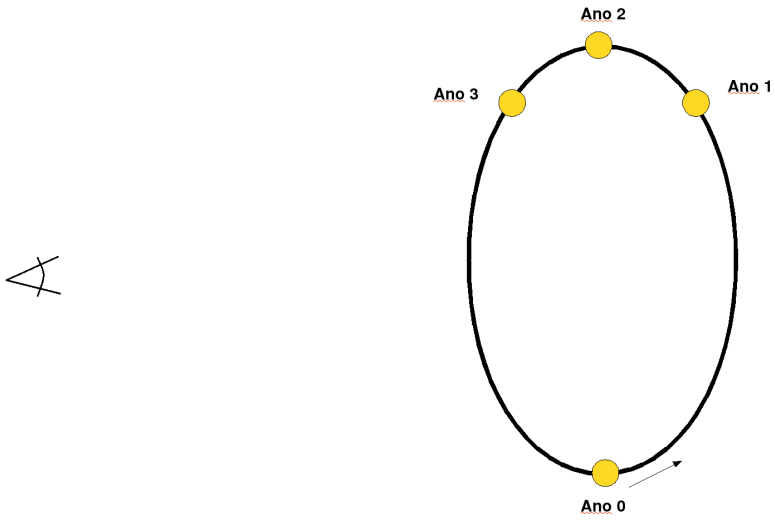


7.1. A linha verde marca o limite de fusão do Hidrogénio e separa dois tipos de objectos. Quais são e o que os distingue (para além da massa)?

7.2. Indica a letra correspondente à região onde se encontraria uma estrela como o Sol neste diagrama.

7.3. Admitindo que esta distribuição é igual para todos os enxames da nossa galáxia, e que o modo como uma estrela termina a sua vida depende da sua massa, explica se deverão haver mais, menos ou igual número de estrelas de neutrões e anãs brancas na Via Láctea.

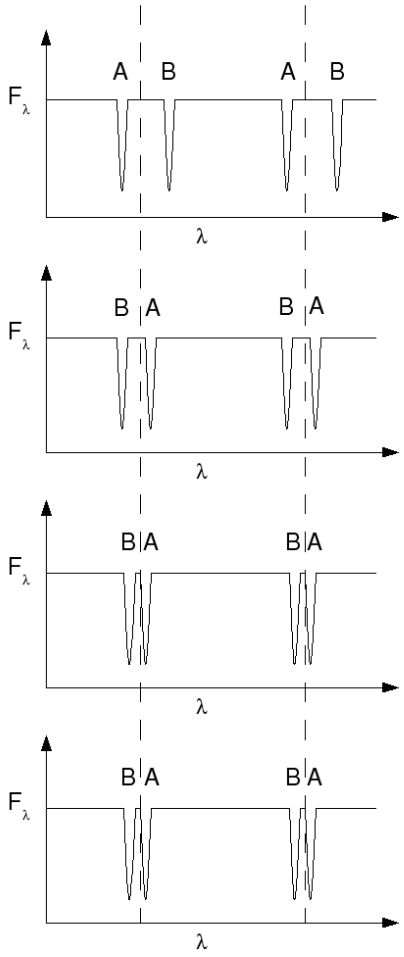
8. Considera um sistema binário em que uma estrela no sistema é mais massiva do que a outra. Na figura abaixo vê-se a órbita da menos massiva ao longo de 4 anos. Ao fim do quarto ano, a estrela está de volta à posição inicial (Ano 0).



8.1. Desenha um esquema das órbitas das duas estrelas vistas perpendicularmente ao plano orbital, indicando as posições de cada estrela ao fim de cada ano e o sentido do movimento (Podes copiar a orbita da estrela menos massiva que está representada na figura).

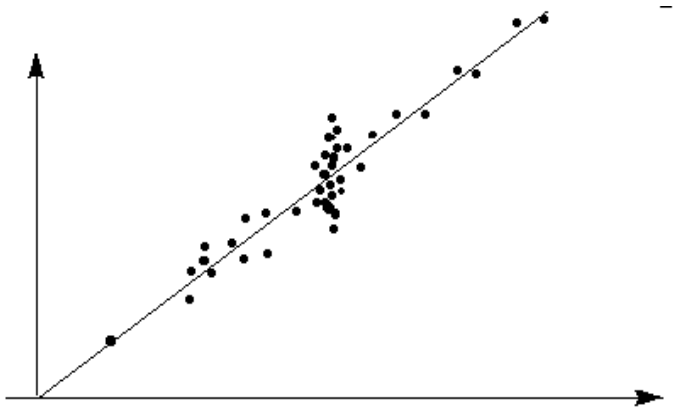
8.2. Na figura ao lado estão quatro espectros tirados pelo observador na figura anterior. Cada espectro corresponde a um dos 4 anos do período do binário (não necessariamente por ordem). O espectro inclui a luz das duas estrelas pois elas estão muito próximas para serem resolvidas pelo telescópio. As riscas de absorção 'A' pertencem a uma estrela e as 'B' a outra estrela. As linhas verticais indicam os comprimentos de onda em repouso de cada uma das riscas. Quais das riscas A ou B pertencem à estrela mais massiva? Justifica a tua escolha.

8.3. Faz corresponder cada um dos espectros aos respectivos anos.



9. O gráfico abaixo mostra a velocidade de recessão V, de um conjunto de galáxias, em função da distância D à Terra. Este é o famoso gráfico que deu origem à lei de Hubble: existe uma relação linear entre a distância a que encontra uma galáxia e a velocidade com que esta se afasta do observador. No entanto são relativamente poucos os pontos que estão exactamente alinhados ao longo da recta. A dispersão dos pontos é real, e não é consequência de incertezas experimentais. Comenta possíveis razões para a dispersão dos pontos no gráfico.

Velocidade de recessão (V)



distância (D)

Fim da prova

Tabela de dados:

Velocidade da luz (vazio): $c = 3 \times 10^{8}\ ms^{-1}$

Constante gravitacional: $G = 6{,}672 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$

Massa do Sol: $M_{\odot} = 1{,}98 \times 10^{30}\ kg$

Raio do Sol: $R_{\odot} = 6{,}96 \times 10^{8}\ m$

Luminosidade do Sol: $L_{\odot} = 3{,}846 \times 10^{26}\ W$

Temperatura superficial do Sol: $T_{eff} = 5780\ K$

Constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5{,}67032 \times 10^{-8}\ Wm^{-2}K^{-4}$

Conversão de unidades:

Unidade Astronómica (UA): $1\ UA = 1{,}49 \times 10^{11}\ m$

$1\ parsec\ (pc) = 3{,}086 \times 10^{16}\ m$