

**PROVA PRESENCIAL – TEÓRICA P2****SELEÇÃO DAS EQUIPES BRASILEIRAS PARA****X IOAA e VIII OLAA de 2016**

Nota Final _____

Escreva o número da sua identificação:

Instruções

1. Escreva a sua identificação em **TODAS** as folhas de respostas;
2. A duração da prova é de 4 (quatro) horas;
3. Essa prova vale 10 pontos e tem peso 3 para a média final;
4. A prova é individual e sem consultas;
5. O uso de calculadoras é permitido, desde que não sejam programáveis/gráficas;
6. Não é permitido o uso de celulares ou similares, nem calculadoras de celulares;
7. Uma tabela de constantes com informações relevantes para a Prova Teórica está disponibilizada;
8. Todo o desenvolvimento, cálculos e respostas das questões devem ser feitos nas folhas de respostas;
9. Folhas de rascunho serão disponibilizadas e não precisam ser entregues junto com a prova e as folhas de respostas;
10. Os cálculos na solução de cada questão são obrigatórios! Inclusive para as questões de múltipla escolha. Eles podem ser feitos a lápis, mas a resposta final deverá ser a caneta. Faça um retângulo ao redor da resposta de cada item. Às respostas ainda que corretas, mas sem o desenvolvimento, serão associadas à nota zero.
11. Ao final da prova devolva esse caderno de questões e as folhas de respostas.

Questão	Nota	Questão	Nota	Questão	Nota
1		6		11	
2		7		12	
3		8		13	
4		9			
5		10			
TOTAL					

1) **(0,4 ponto)** Gamma Crucis, também conhecida como Gacrux, é a terceira estrela mais brilhante da constelação do Cruzeiro do Sul e a 24ª mais brilhante do céu noturno, com uma magnitude aparente $m = +1,63$.

Assinale a alternativa que apresenta os valores de: quantas vezes menos brilhante ela ficaria se estivesse quatro vezes mais distante e qual seria, então, a sua magnitude aparente.

- a) 4 e +3,14
- b) 16 e +4,64
- c) 16 e -1,38
- d) 4 e +0,12
- e) 8 e +3,89

2) **(0,8 ponto)** O asteroide **1036 Ganymed** foi descoberto pelo astrônomo alemão Walter Baade em 23 de outubro de 1924. Com 32 quilômetros de diâmetro, este é o maior asteroide do grupo Amor (qualquer um dos asteroides que têm uma órbita entre Marte e a Terra).

Ele possui uma órbita elíptica cujo afélio está a 4,08 Unidades Astronômicas do Sol (U.A.), e o periélio está a 1,24 U.A.

a) Assinale a alternativa que apresenta os valores do semi-eixo maior e da excentricidade da órbita de 1036 Ganymed.

- a) 5,32 U.A. e 0,77
- b) 2,66 U.A. e 0,35
- c) 2,84 U.A. e 0,44
- d) 2,66 U.A. e 0,53
- e) 5,32 U.A. e 0,23

b) Assinale a alternativa que apresenta os valores do período sideral e do período sinódico, em relação à Terra, de 1036 Ganymed.

- a) 12,27 anos e 1,08 ano
- b) 3,04 anos e 1,49 ano
- c) 1,91 ano e 2,10 anos
- d) 4,79 anos e 1,26 ano
- e) 4,34 anos e 1,30 ano

3) **(0,4 ponto)** Ao cruzar o meridiano local à meia-noite, o Sol foi observado a uma altura de $+4^{\circ}11'$.

Determine a latitude do local de observação sabendo que a declinação do Sol neste dia era $+22^{\circ}08'$.

4) **(0,4 ponto)** Sirius (α CMa) tem uma paralaxe heliocêntrica de ~ 380 mas (milissegundos de arco).

Assinale a alternativa que apresenta o valor da paralaxe de Sirius quando ela for observada por um telescópio numa futura colônia em Marte.

a) 0,38"

b) 0,57"

c) 0,25"

d) 0,85"

e) 0,46"

5) **(1,6 ponto)** O tempo de vida de uma estrela é a razão entre a energia que ela tem disponível e a taxa com que ela gasta essa energia, ou seja, sua luminosidade. A fase mais longa da vida de uma estrela é quando ela está na Sequência Principal, gerando energia através de fusão termonuclear. No caso do Sol a principal reação transforma 4 prótons em 1 núcleo de Hélio, 2 pósitrons e 2 neutrinos, com uma pequena diferença negativa de massa, que se transforma em energia pela equação de Einstein: $E = mc^2$, liberando $4,28 \times 10^{-12}$ J.

Suponha que 0,7% da massa que entra na reação termonuclear é transformada em energia e que apenas 10% da massa da estrela contribui para a geração de energia nesta fase.

a) Calcule o tempo de vida do Sol na sequência principal.

b) Calcule a razão dos tempos de vida do Sol e Spica (α Vir) na sequência principal, sabendo que esta gigante azul tem 11 vezes mais massa do que o Sol, seu raio é 7,6 vezes maior e é cerca de 13000 vezes mais luminosa do que o Sol.

c) Com estes dados, estime a temperatura efetiva de Spica.

d) Utilize a luminosidade do Sol para estimar o número de neutrinos que atravessam cada cm^2 da sala onde você está a cada segundo. Suponha que sua distância ao Sol seja de 1 U.A. e que 35% dos neutrinos são transformados em outras partículas ao atravessarem este espaço.

6) **(0,4 ponto)** No dia 14 de março de 2016, às 21h, Júpiter e Regulus terão, respectivamente, as seguintes coordenadas equatoriais:

Júpiter ($\alpha = 11^{\text{h}} 16^{\text{m}} 09^{\text{s}}$, $\delta = +6^{\circ} 19' 09''$) e Regulus ($\alpha = 10^{\text{h}} 09^{\text{m}} 14^{\text{s}}$, $\delta = +11^{\circ} 53' 16''$).

Calcule a separação angular entre eles.

7) **(1,2 ponto)** Dentro de um meio material, o livre caminho médio de um fóton ($d_{\text{fóton}}$) é dado por:

$$d_{\text{fóton}} = \frac{1}{\kappa\rho}$$

onde κ e ρ são, respectivamente, o coeficiente de absorção de massa do fóton e a densidade do meio.

a) Sabendo que o coeficiente de absorção de massa do fóton no interior do Sol é $\kappa = 10 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$, faça uma estimativa do livre caminho médio do fóton dentro do Sol.

b) É possível demonstrar que o caminho total s percorrido por um fóton dentro do Sol é dado por:

$$s_{\text{fóton}} = \frac{(\text{Raio}_{\odot})^2}{d_{\text{fóton}}}$$

Com esta informação, calcule quanto tempo leva para um fóton gerado no centro do Sol atingir sua superfície.

c) Em quanto tempo um neutrino faria o percurso do item anterior?

8) **(1,2 ponto)** A estrela de Barnard tem uma velocidade radial v_r de -108 km/s, movimento próprio (μ) de 10,34"/ano e paralaxe de 0,546".

a) Qual é a velocidade tangencial v_T da estrela de Barnard?

b) Qual é a velocidade v espacial da estrela de Barnard?

c) Qual o ângulo θ que o vetor velocidade faz com a linha de visada?

9) **(0,4 ponto)** Imagine que aqui no Hotel Fazenda Ribeirão foi instalado um Relógio de Sol cujo mostrador indica a hora solar verdadeira com a precisão de 1 min.

Assinale a alternativa que apresenta o valor da correção que seria aplicada à hora indicada no mostrador para o dia 11 de março de 2016, sabendo que pela Equação do Tempo, para este dia, o Sol estava “atrasado” cerca de 10 min em relação à Hora Oficial Brasileira.

Dado: Este Relógio tem as seguintes coordenadas: Latitude = $-22^{\circ} 24' 40''$ e Longitude = $-43^{\circ} 46' 15''$.

- a) - 10 min
- b) - 5 min
- c) +5 min
- d) +10 min
- e) nenhuma

10) **(0,8 ponto)** O desvio para o vermelho (*redshift*) observado do Objeto Quasi-Estelar (QSO) LBQS 0042-2550 é $z = 0,13$.

a) Estime sua distância, em parsecs, e quantos anos sua luz demorou para chegar até nós.
Utilize $H_0 = 67,80 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$

Obs: A relação usual de redshift é $z = v/c$ (onde v é a velocidade relativa do objeto e c é a velocidade da luz), porém para $z > 0,1$ temos que usar a relação com correção relativística $z = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} - 1$

b) Determine o valor do deslocamento do comprimento de onda observado para este objeto para a linha de emissão do Hidrogênio H_{β} (cujo valor medido em laboratório é $\lambda = 486,2 \text{ nm}$).

11) **(1,2 ponto)** Dispomos de um refletor cassegrain de 60 cm de diâmetro, de razão $F/D=12,5$, que está colocado em uma órbita fora da atmosfera terrestre. Selecionamos uma área de 2 mm x 2 mm (quadrada) de um CCD colocado no plano focal do telescópio; os pixels do CCD têm 10 μm de lado. Admita no cálculo 0,55 μm como o comprimento de onda da luz.

a) Calcule a distância focal equivalente do telescópio, em metros.

b) Calcule que área do céu em segundos quadrados de grau será abrangida pela área física (geométrica) de 2 mm x 2 mm do CCD no plano focal do telescópio.

c) Sendo +20 a magnitude fotométrica no visual de 1" quadrado de céu, qual será a magnitude correspondente registrada pela área de 2 mm x 2 mm no CCD?

12) **(0,8 ponto)** O Interferômetro do Very Large Telescope (VLT) é um dos maiores interferômetros ópticos do mundo. É composto de quatro telescópios de 1,8 metros de diâmetro, que podem operar em conjunto com outros quatro telescópios maiores de 8,2 metros de diâmetro cada. Em sua configuração mais ampla, os telescópios que compõem o VLT formam uma linha de base de 130 metros. O VLT é otimizado para trabalhar na região do infravermelho. A resolução angular máxima é obtida trabalhando na banda J em $\lambda=1,25 \mu\text{m}$.

a) Calcule a resolução angular máxima, em milissegundos de arco, obtida com o VLT nessa configuração.

b) Betelgeuse (α Ori) é uma supergigante vermelha pulsante, cujo raio varia entre 950 e 1200 R_{\odot} . A paralaxe de Betelgeuse medida com o satélite Hipparcos é de $5,07 \pm 1,10 \text{ mas}$ (milissegundos de arco). Determine se o VLT possui resolução angular suficiente para resolver o diâmetro de Betelgeuse.

13) **(0,4 ponto)** A sonda New Horizons revelou características importantes da atmosfera de Plutão. Sabemos que na superfície do planeta-anão a temperatura varia de 40 K a 60 K, com uma pressão aproximada de 10 μbar . O principal componente atmosférico é o gás Nitrogênio (N_2), com traços de Metano e Monóxido de Carbono.

A presença de Metano causa efeito estufa, provocando temperaturas maiores nas camadas mais altas da atmosfera plutoniana. A 30 km de altitude, a temperatura atinge 110 K.

A molécula de Glicolaldeído ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) é de especial interesse astrobiológico; trata-se da molécula de açúcar mais simples conhecida. Em 2012, radioastrônomos detectaram a presença de Glicolaldeído em torno da estrela jovem IRAS 16293-2422.

Determine se Plutão é capaz de reter as moléculas de Glicolaldeído em sua atmosfera, calculando sua velocidade molecular média e comparando com a velocidade de escape do planeta-anão.

Dados: Em unidades de massa atômica, $\text{C} = 12 \text{ u.m.a.}$, $\text{H} \approx 1 \text{ u.m.a.}$ e $\text{O} \approx 16 \text{ u.m.a.}$