PROVA PRESENCIAL – TEÓRICA P1
PARTE B

SELEÇÃO DAS EQUIPES BRASILEIRAS PARA

XIII IOAA e XI OLAA de 2019

Nota Final_____

Escreva aqui a sua identificação:

Instruções

1. Escreva a sua identificação em **TODAS** as folhas de respostas;
2. Escreva o Número de cada Questão na folha de resposta;
3. A duração da prova é de 2 (duas) horas;
4. Essa prova vale 10 pontos e tem peso 3 para a média final;
5. A prova é individual e sem consultas;
6. O uso de calculadoras é permitido, desde que não sejam programáveis/gráficas;
7. Não é permitido o uso de celulares ou similares, nem calculadoras de celulares;
8. Uma tabela de constantes com informações relevantes para a Prova Teórica está disponibilizada;
9. Todo o desenvolvimento, cálculos e respostas das questões devem ser feitos nas folhas de respostas;
10. Folhas de rascunho serão disponibilizadas e não precisam ser entregues junto com a prova e as folhas de respostas;
11. Os cálculos na solução de cada questão são obrigatórios! 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.
12. Ao final da prova devolva esse caderno de questões e as folhas de respostas.

Questão	Nota	Questão	Nota
11		16	
12		17	
13		18	
14		19	
15		20	
TOTAL			

11. A estrela de Magalhães, alfa do Cruzeiro do Sul é um sistema múltiplo de estrelas com dois grupos que gravitam um em torno do outro. A magnitude de um grupo é de +1,3 e a do outro é de +1,8. Qual é a **magnitude integrada** dos dois grupos?

12. O desvio para o vermelho (redshift) observado do Objeto Quasi-Estelar (QSO) LBQS 0042-2550 é z = 0,13.
    Estime sua **distância**, em parsecs, e quanto anos sua luz demorou para chegar até nós.
    Utilize $H_0 = 67{,}80$ km s^{-1} Mpc^{-1}

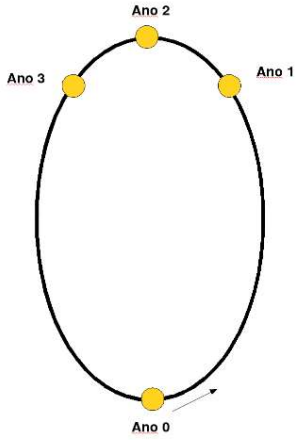
    Obs: A relação usual de redshift é z = v/c (onde v é a velocidade relativa do objeto e c é a velocidade da luz), porém para z > 0,1 temos que usar a relação com correção relativística $z = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} - 1$

13. Denomina-se Limite de Roche a distância mínima (R_{Roche}) que pode suportar um objeto, que mantém sua estrutura unicamente por sua própria gravidade numa órbita a um corpo massivo (de maior densidade), sem começar a desintegrar-se devido às forças de maré exercidas pela força gravitacional do objeto principal.

    Calcule a razão entre as densidades de Marte e Fobos sabendo que o Limite de Roche para o sistema vale 5400 km. Para isso utilize a expressão aproximada para satélites dada pela seguinte equação, onde Rp, ρp e ρs são, respectivamente, o raio do planeta, a densidade do planeta e a densidade do satélite.

$$R_{Roche} = 1{,}26 R_p \left(\frac{\rho_p}{\rho_s}\right)^{1/3}$$

14. Considere um sistema binário em que uma estrela no sistema é mais massiva do que a outra. Na figura a seguir vemos a órbita da menos massiva das estrelas ao longo de 4 anos. Ao fim do quarto ano, a estrela está de volta à posição inicial (Ano 0).



    Desenhe no esquema na folha de respostas as 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.

15. A que distância o fluxo de radiação de uma lâmpada de 100 watts é igual à constante solar? Considere que a lâmpada emita radiação isotropicamente.

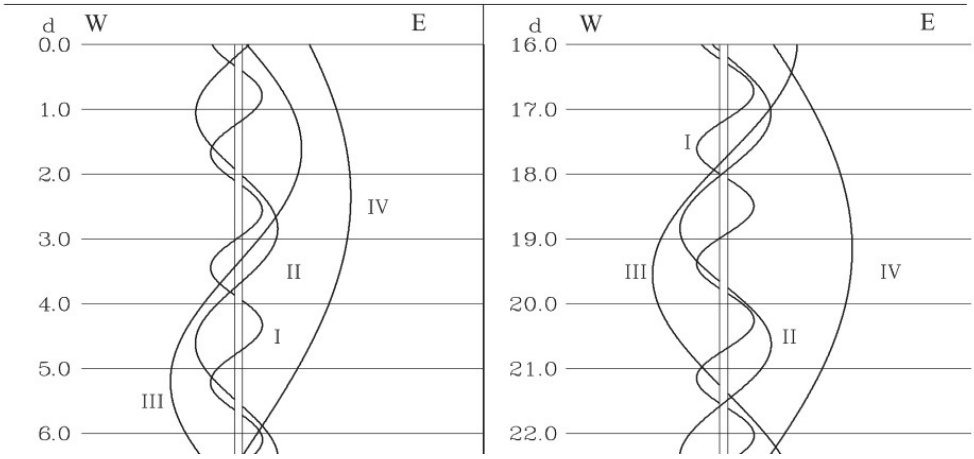
16. Do Anuário do Observatório Nacional, para o mês de fevereiro de 2019, os fenômenos para os quatro maiores satélites de Júpiter são apresentados abaixo, à esquerda e a configurações em relação ao disco do planeta, à direita. O disco de Júpiter é representado pela faixa vertical central.

SATÉLITES DE JÚPITER 2019 51D

Tempo Universal do Fenômeno Geocêntrico

FEVEREIRO

d	h	■		
1	3	21	I	Sb I
	4	21	I	Tr I
	5	31	I	Sb E
	6	32	I	Tr E
	19	17	II	Ec D
	23	46	II	Oc R
2	0	39	I	Ec D
	3	51	I	Oc R
	21	49	I	Sb I
	22	51	I	Tr I
3	0	0	I	Sb E
	1	2	I	Tr E
	4	14	III	Sb I
	6	15	III	Sb E
	8	23	III	Tr I
	10	31	III	Tr E
	14	16	II	Sb I
	16	18	II	Tr I
	16	36	II	Sb E
	18	41	II	Tr E
	19	8	I	Ec D
	22	21	I	Oc R
4	16	18	I	Sb I
	17	20	I	Tr I
	18	28	I	Sb E
	19	31	I	Tr E



Os símbolos empregados à esquerda são:

Ec – eclipse do satélite pela sombra do disco do planeta
Tr – trânsito do satélite pelo disco do planeta
Sb – trânsito da sombra do satélite pelo disco do planeta
Oc – ocultação do satélite pelo disco do planeta
I – imersão
E – emersão
D – desaparecimento
R – reaparecimento

Exemplos (dia 3 de fevereiro de 2019):

h m
1 2 I Tr E (J1, trânsito, emersão) – à 1h2min, fim do trânsito de Io
4 14 III Sb I(J3, sombra, imersão) – às 4h14min, começo do trânsito da sombra de Ganimedes
6 15 III Sb E (J3, sombra, emersão) – às 6h15min, fim do trânsito da sombra de Ganimedes
8 22 III Tr I (J3, trânsito, imersão) – às 8h22min, começo do trânsito de Ganimedes

No esquema abaixo, a circunferência representa o disco do planeta Júpiter e a linha pontilhada, o plano da órbita dos satélites galileneanos.

Baseado nas informações acima, indique no desenho a **configuração** do dia 4 de fevereiro, às 18h TU.

Utilize o desenho maior na folha de resposta

---

17. Dentro de um meio material, o livre caminho médio de um fóton ($d_{fóton}$) é dado por:

$$d_{fóton} = \frac{1}{\kappa\rho}$$

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 $\kappa = 10\ m^2\ kg^{-1}$, 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:

$$s_{fóton} = \frac{(Raio_{Sol})^2}{d_{fóton}}$$

Com esta informação, calcule quanto **tempo** leva para um fóton gerado no centro do Sol atingir sua superfície. Dê a resposta em anos.

c) Em quanto **tempo** um neutrino gerado no centro do Sol faria o mesmo percurso, do centro do Sol até a superfície? Considere que o neutrino gerado viaja próximo à velocidade da luz.

18. Suponha que aqui no Hotel Fazenda Ribeirão tenha sido instalado um Relógio de Sol cujo mostrador indica a hora solar verdadeira com a precisão de 1 min.

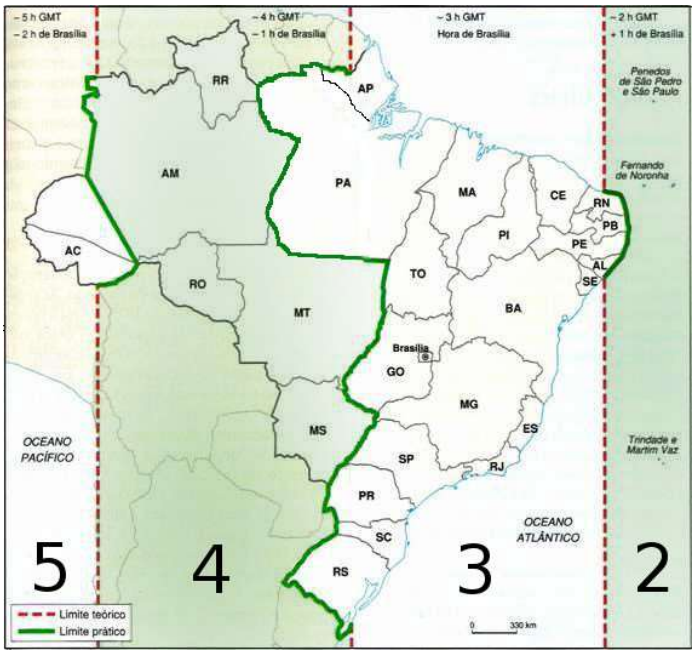
Pela Equação do Tempo, para o dia 6 de fevereiro de 2019 o Sol estará "atrasado" cerca de 14 min em relação à hora solar média (Hora Oficial Brasileira**).**

Que horas serão quando o Sol cruzar o meridiano principal?

Obs.: A vigência do Horário de Verão está definida entre os dias 4 de novembro de 2018 e 16 de fevereiro de 2019.

Dado: O Relógio tem as seguintes coordenadas: Latitude = -22º 24' 40'' e Longitude = -43º 46' 15''.

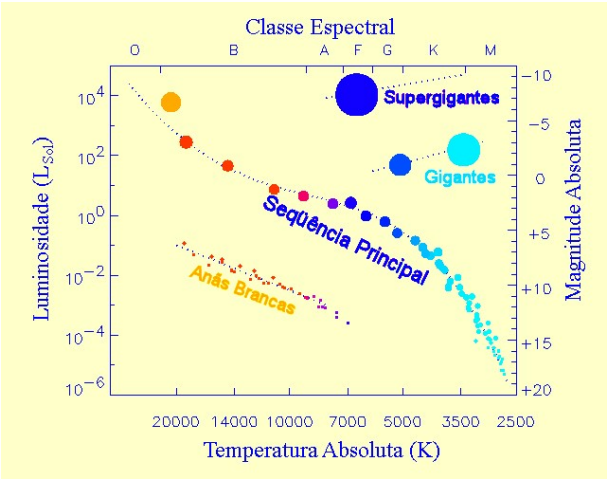
Dica: O mapa da hora legal brasileira (sem horário de verão) a seguir vai ajudar na resolução da questão.



19. Suponha que três estrelas sejam chamadas de E1, E2 e E3. Tomando o Sol como referência, podemos dizer que E1 é cerca de 10.000 vezes menos brilhante que este e sua temperatura superficial é aproximadamente a metade; E2 tem aproximadamente a mesma temperatura que E1, mas sua luminosidade excede 1000 vezes a luminosidade solar e E3 tem a mesma luminosidade de E2, mas sua temperatura superficial excede a do Sol em cerca de três vezes.

    Baseado no Diagrama HR abaixo, classifique E1, E2 e E3 quanto ao ramo a que pertencem (Supergigantes, Gigantes, Sequência Principal ou Anãs Brancas).

    Utilize a imagem maior na folha de resposta.



20. A estrela de Barnard tem uma velocidade radial Vr 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 essa velocidade faz com a linha de visada?

    Utilize o esquema a seguir para auxiliar suas respostas:

