

3ª PROVA ONLINE DE 1º E 2 DE DEZEMBRO DE 2019

- PROCESSO DE SELEÇÃO DAS EQUIPES INTERNACIONAIS DE 2020 -

múltipla escolha calculada (o sistema sorteia um valor diferente para cada prova)

1) Uma câmera CCD com sensor de 2048×3072 pixels está instalada no foco Cassegrain de um telescópio de razão focal $f/10$ e espelho primário de 200 mm de diâmetro.

Qual a resolução angular aproximada no CCD, sabendo que cada pixel possui $7,20 \mu\text{m}$ de lado?

A resposta está em "/pixel (segundo de arco/pixel).

- a. Em branco
- b. 0,37
- c. 1,48
- d. 2,22
- e. 0,74

múltipla escolha calculada (o sistema sorteia um valor diferente para cada prova)

2) Uma sonda pousada em um asteroide se comunica via rádio com o centro de comando na Terra. A cada mensagem recebida da Terra, a sonda envia automaticamente e imediatamente uma mensagem de confirmação. Sabe-se que, quando o asteroide está em quadratura, o atraso entre o envio e a recepção da mensagem com centro de comando é 800,00 s mais longo que quando o asteroide está em oposição.

Qual é a distância aproximada do asteroide ao Sol, em unidades astronômicas?

Considere sua órbita como circular e restrita ao plano da eclíptica.

- a. 1,30
- b. 2,60
- c. 3,90
- d. 5,20
- e. Em branco

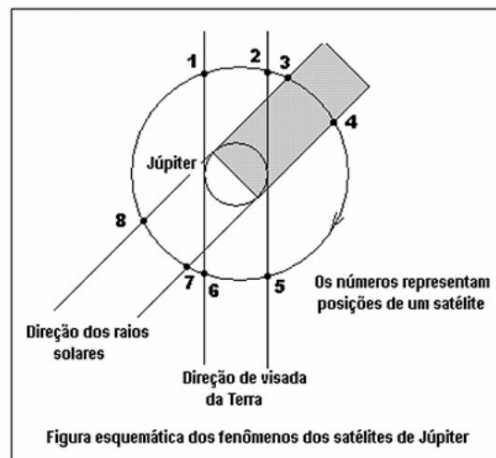
3) A galáxia de Andrômeda (M31, NGC224) está a aproximadamente 0,78 Mpc de distância e sua magnitude aparente vale $m_{M31} = +3,4$.

A que distância M31 deveria estar para que seu brilho fosse o dobro do seu brilho atual?

Suponha, em primeira aproximação, que não haja extinção interestelar na linha de visada.

- a. 0,65 Mpc
- b. 0,52 Mpc
- c. 0,35 Mpc
- d. 0,39 Mpc
- e. Em branco

4) A orientação dos planos das órbitas dos satélites de Júpiter permite que diversos fenômenos como Trânsito (TR), Ocultação (OC), Eclipse (EC) e Sombra (SO) possam ser vistos da Terra. A figura esquemática destes fenômenos pode ser vista a seguir, com o ângulo entre as direções dos raios solares e de visada da Terra fora de escala para melhor compreensão da figura.



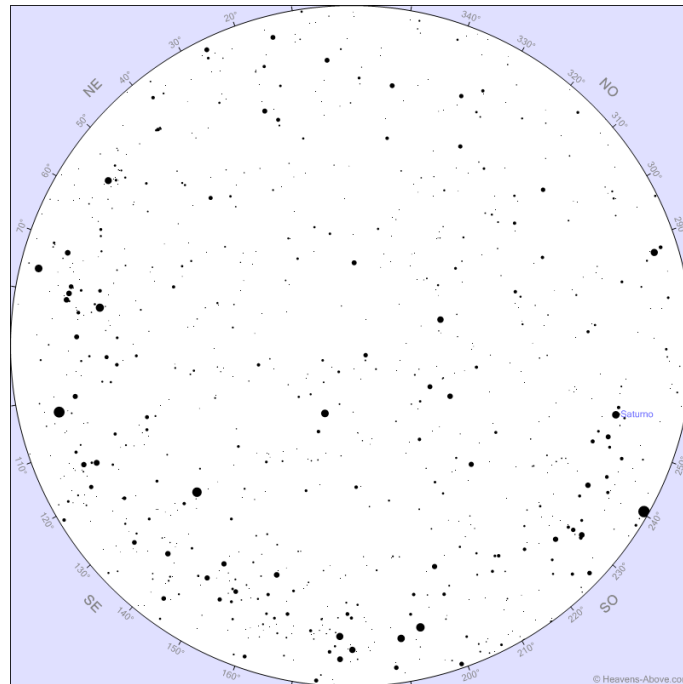
Na figura, um satélite em sua órbita é representado por pontos de 1 a 8, correspondentes aos vários fenômenos usualmente observados na Terra através de telescópios.

Avalie as afirmações a seguir e marque a resposta certa:

- I – Entre os pontos 1 e 2 temos o Trânsito (TR) do satélite;
- II – Entre os pontos 3 e 4 o satélite não pode ser visto da Terra, pois ele estará atrás de Júpiter;
- III – Entre os pontos 5 e 6 temos a Ocultação (OC) do satélite;
- IV - Entre os pontos 7 e 8 poderemos ver ao mesmo tempo o satélite e sua Sombra (SO).

- a. As afirmações I e III estão corretas
- b. Apenas a afirmação II está correta
- c. As afirmações II e IV estão corretas
- d. Em branco
- e. Apenas a afirmação IV está correta

5) Observe o mapa celeste abaixo e avalie as afirmações a seguir.



I – Trata-se de um mapa do céu para um observador no Hemisfério Sul;

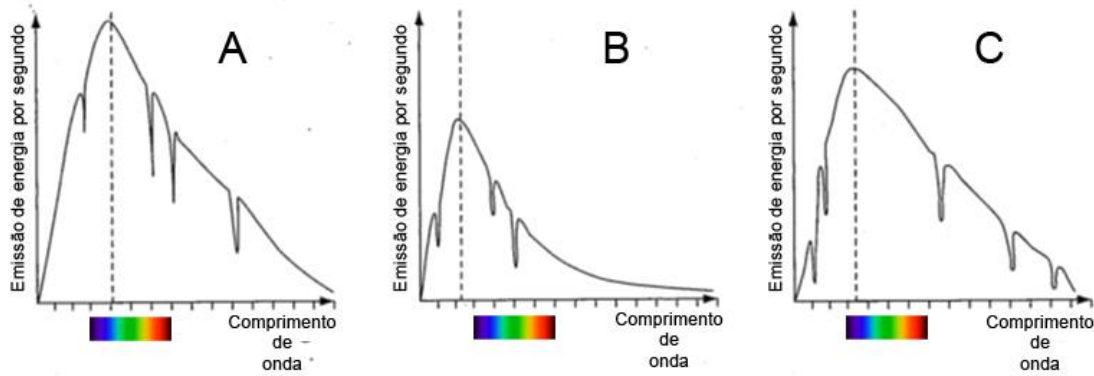
II – Não é possível traçar a eclíptica neste mapa;

III – A Constelação da Lira aparece neste mapa;

IV – Podemos ver algumas constelações do Hemisfério Celeste Norte.

- a. As afirmações I e IV estão corretas
- b. Apenas a afirmação III está incorreta
- c. Todas as afirmações estão corretas
- d. Em branco
- e. Apenas a afirmação II está incorreta

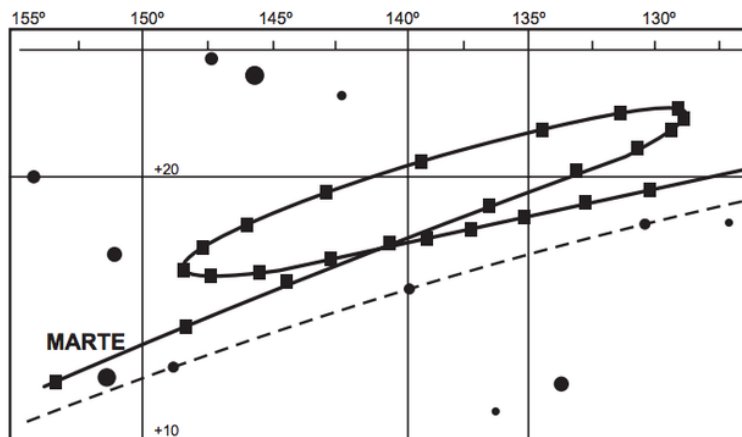
6) Os gráficos a seguir ilustram a emissão de energia *versus* o comprimento de onda de três objetos desconhecidos A, B e C.



Qual deles possui a temperatura mais alta?

- a. Em branco
- b. A
- c. Impossível de responder, pois faltam informações
- d. C
- e. B

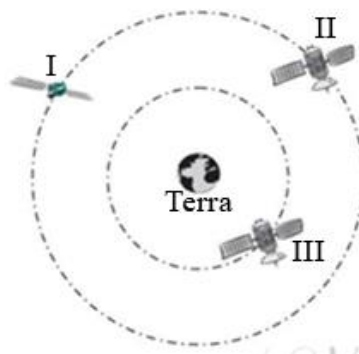
7) Uma característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente. A figura destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado da Terra.



Qual a causa da forma da trajetória do planeta Marte registrada na figura?

- a. Em branco
- b. A maior velocidade orbital da Terra faz com que, em certas épocas, ela ultrapasse Marte
- c. A órbita de Marte, em torno do Sol, possui uma forma elíptica mais acentuada que a dos demais planetas
- d. A presença de outras estrelas faz com que sua trajetória seja desviada por meio da atração gravitacional
- e. A atração gravitacional entre a Terra e Marte faz com que este planeta apresente uma órbita irregular em torno do Sol

8) Na figura a seguir, fora de escala, está representada a posição de três satélites (I, II e III), que se movem em órbitas circulares ao redor da Terra. O satélite **I** tem massa m e os satélites **II** e **III** têm, cada um, massa $2m$. Os satélites **I** e **II** estão na mesma órbita de raio r e o raio da órbita do satélite **III** vale $r/2$.



Avalie as afirmações a seguir e marque a resposta certa:

- I – Por ter o dobro da massa, a velocidade orbital do satélite **II** é o dobro da do satélite **I**;
- II – Por ter a metade do raio orbital; a velocidade orbital do satélite **III** é o dobro da do satélite **II**;
- III – Por estarem na mesma órbita, o período orbital do satélite **I** é o mesmo do satélite **II**;
- IV – Se F_1 , F_2 e F_3 forem os módulos da força gravitacional da Terra sobre os respectivos satélites, então $F_1 < F_2 < F_3$.

- a. Apenas as afirmações III e IV são verdadeiras
- b. Todas as afirmações são verdadeiras
- c. Em branco
- d. Apenas a afirmação I não é verdadeira
- e. Apenas a afirmação II não é verdadeira

9) Estima-se que existem 800 mil asteroides com diâmetros maiores que 1 km orbitando o Sol entre 2,1 e 3,3 unidades astronômicas, região conhecida como Cinturão Principal dos Asteroides.

Assumindo, em primeira aproximação, que todos estejam confinados ao plano da eclíptica, qual a ordem de grandeza das distâncias médias entre os asteroides nessa região?

- a. 10^6 km
- b. Em branco
- c. 10^4 km
- d. 10^5 km
- e. 10^7 km

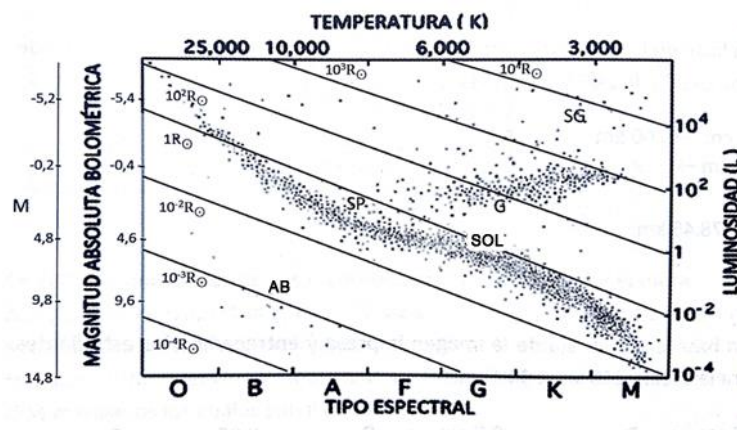
10) Duas estrelas têm a mesma magnitude aparente e são do mesmo tipo espectral. A estrela 2 está duas vezes mais distante do que a estrela 1.

Qual é a razão entre os raios destas duas estrelas?

- a. $R_2/R_1 = \log(4)$
- b. Em branco
- c. $R_2/R_1 = 4$
- d. $R_2/R_1 = \log(2)$
- e. $R_2/R_1 = 2$

11) Utilize o Diagrama HR abaixo para classificar as estrelas segundo suas características: Anãs Brancas (AB), Sequência Principal (SP), Gigantes (G) e Supergigantes (SG).

Atenção: A luminosidade no diagrama é dada em função da Luminosidade do Sol (L_{Sol})



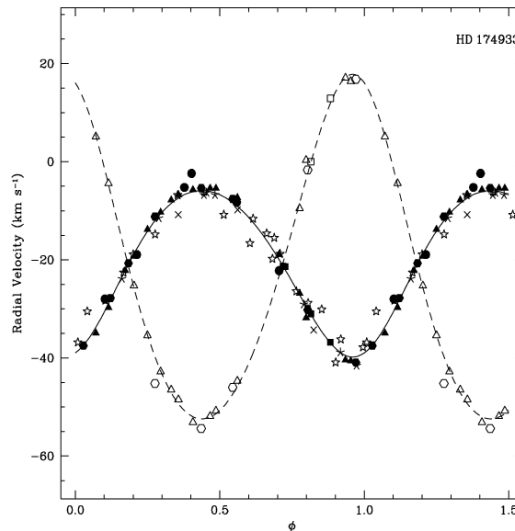
- Estrela 1: temperatura 20.000 K e magnitude absoluta $M = 0$
- Estrela 2: temperatura 20.000 K e luminosidade $0,01 L_{Sol}$
- Estrela 3: tipo espectral K e luminosidade $200 L_{Sol}$
- Estrela 4: tipo espectral K e magnitude absoluta $M = -6$

Assinale a opção que traz a ordem correta de classificação das estrelas acima (na ordem em que as estrelas foram apresentadas).

- a. AB, SP, G, SG
- b. SP, AB, SG, G
- c. Em branco
- d. SP, AB, G, SG
- e. AB, SP, SG, G

12) A figura a seguir apresenta as curvas de velocidades radiais de um sistema binário (estrelas **A** e **B**), em função da fase orbital do sistema (da fase 0 à fase 1 as estrelas dão uma volta completa em torno do centro de massa do sistema).

Marque a afirmação verdadeira no que diz respeito às propriedades das velocidades radiais (V_A , V_B), dos períodos orbitais (P_A , P_B) e das massas (M_A , M_B) do sistema binário.



- a. $V_A < V_B$, $P_A < P_B$ e $M_A < M_B$
- b. $V_A < V_B$, $P_A = P_B$ e $M_A > M_B$
- c. Em branco
- d. $V_A > V_B$, $P_A = P_B$ e $M_A < M_B$
- e. $V_A > V_B$, $P_A > P_B$ e $M_A > M_B$

13) Considere um observador instalado em uma base numa lua de Júpiter (~5,2 ua do Sol).

Usando o método da paralaxe trigonométrica, seria possível estimar a distância de quantas estrelas?

- a. Mais do que na Terra, pois a linha-base seria maior
- b. O mesmo que na Terra, já que as dimensões do Sistema Solar são desprezíveis com relação às distâncias até as estrelas
- c. Em branco
- d. Menos do que na Terra, pois a distância ao Sol seria maior, deixando mais incerto o uso do método
- e. Mais do que na Terra, pois a distância às estrelas seria menor

14) A foto a seguir traz a imagem de um relógio de Sol vertical (de parede), com seu mostrador voltado para o Ponto Cardeal Sul, já com correção de longitude e horário de verão.

Avalie as afirmações a seguir e marque é a afirmação correta.



I – O relógio se encontra no Hemisfério Norte e está a oeste do meridiano central do fuso horário;

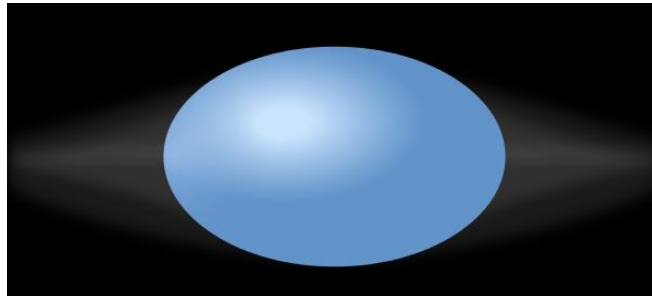
II – O relógio se encontra no Hemisfério Norte e está a leste do meridiano central do fuso horário;

III – O relógio se encontra no Hemisfério Sul e está a oeste do meridiano central do fuso horário;

IV – O relógio se encontra no Hemisfério Sul e está a leste do meridiano central do fuso horário.

- a. I
- b. Em branco
- c. III
- d. II
- e. IV

15) Alpha Eridani, conhecida como Achernar, é uma estrela curiosa. Sua velocidade de rotação é tão alta que ela não possui um formato esférico, mas sim, oblato (veja sua concepção artística na figura).



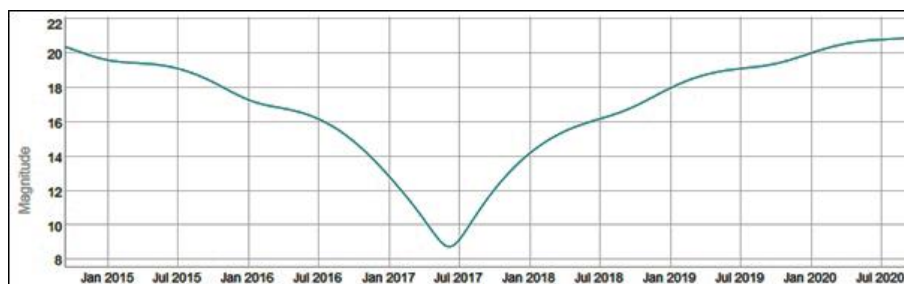
Seu raio equatorial (R_e) é 50% maior do que seu raio polar (R_p), e a estrela tende a lançar parte de sua massa pelo seu equador, formando um disco de gás ao redor de si mesma. Para que a massa seja lançada, ela deve atingir uma velocidade de rotação crítica (v_c), que é expressa como é $v_c = \frac{v_e}{\sqrt{2}}$, sendo v_e , a velocidade de escape da estrela.

Sabendo destas informações, qual das fórmulas abaixo corresponde ao valor da velocidade crítica?

Considere que a estrela tenha massa M e G é a Constante gravitacional universal.

- a. $v_c = \sqrt{\frac{GM}{R_p}}$
- b. $v_c = \sqrt{\frac{2GM}{3R_p}}$
- c. Em branco
- d. $v_c = \sqrt{\frac{2GM}{R_e}}$
- e. $v_c = \sqrt{\frac{3GM}{2R_e}}$

16) O gráfico abaixo traz a curva de luz (magnitude visual em função do tempo) do Cometa C/2015 V2 (Johnson), de janeiro de 2015 a julho de 2020, de acordo com os dados mais recentes das efemérides astronômicas.



Quando os olhos estão completamente adaptados ao escuro, nossa pupila fica com aproximadamente 7 mm de diâmetro. O que faz com que a magnitude limite da vista humana seja igual a +6. Portanto, mesmo em sua maior aproximação, este cometa só foi visível por binóculos e telescópios.

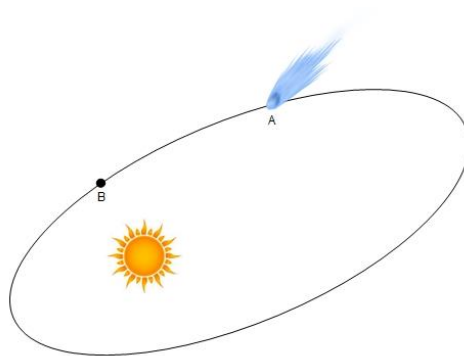
Em janeiro de 2018 era possível observar o cometa com um telescópio de, no mínimo, 280 mm de abertura (D_1).

Para observar este cometa em julho de 2018, já foi preciso usar um telescópio com abertura mínima maior (D_2), naturalmente.

Desconsiderando a turbulência atmosférica, qual a razão entre as aberturas destes dois telescópios (D_2/D_1)?

- a. 10/3
- b. Em branco
- c. 2/1
- d. 15/4
- e. 5/2

17) Um cometa descreve uma órbita elíptica ao redor do Sol, como mostra a figura a seguir, fora de escala.



Considere os pontos **A** e **B** desta órbita, sendo que o ponto **A** está mais afastado do Sol do que o ponto **B** e marque a resposta correta.

- a. Em branco
- b. Em **A** e **B** o cometa possui a mesma energia mecânica total apesar de experimentar forças de atração diferentes
- c. Em **A** e **B** a energia mecânica total é diferente, porque **A** está mais afastado do Sol do que **B**
- d. A velocidade em ambos os pontos é a mesma, porque a lei de conservação da energia estabelece que assim seja
- e. No ponto **B** o cometa possui maior energia potencial

18) Cientistas da Academia Chinesa de Ciências anunciaram recentemente a descoberta de um buraco negro "impossível". Segundo eles, esse objeto que encontraram não poderia existir de acordo com os modelos astronômicos atuais. Este monstruoso objeto, que recebeu o nome de LB-1, está localizado a 15 mil anos-luz da Terra.

Após a descoberta inicial, os maiores telescópios ópticos do mundo – o Gran Telescopio Canarias de 10,4 m, na Espanha, e o telescópio Keck I de 10 m, nos Estados Unidos – foram usados para determinar os parâmetros físicos do sistema. Os resultados foram fantásticos: há uma estrela 8 vezes mais pesada que o Sol orbitando um buraco negro de 70 massas solares a cada 79 dias, em uma órbita quase circular.

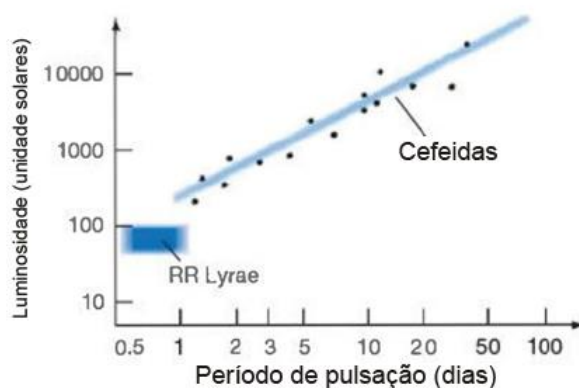
Esta estrela está orbitando este “impossível” buraco negro a uma distância comparável à distância ao Sol de qual planeta do Sistema Solar?

Dados: Massa do Sol $m_{\text{Sol}} = 2,0 \times 10^{30}$ kg, distância média Terra-Sol $d = 1,5 \times 10^{11}$ m, Constante Gravitacional $G = 6,7 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻²

- a. Terra
- b. Júpiter
- c. Vênus
- d. Marte
- e. Em branco

19) As estrelas Cefeidas são estrelas variáveis de suma importância para o desenvolvimento da Astronomia. Isto porque elas possuem uma íntima relação entre sua magnitude absoluta M e seu período de pulsação P .

O gráfico abaixo relaciona a luminosidade de estrelas Cefeida, em unidades solares, ao seu período de pulsação, em dias.



Assinale a alternativa correta que completa a frase: Entre as estrelas Cefeidas

- a. as que pulsam mais rapidamente possuem magnitude absoluta menor e, portanto, são estrelas mais luminosas
- b. as que pulsam mais lentamente possuem magnitude absoluta maior e, portanto, são estrelas mais luminosas
- c. as que pulsam mais lentamente possuem magnitude absoluta maior e, portanto, são estrelas menos luminosas
- d. Em branco
- e. as que pulsam mais rapidamente possuem magnitude absoluta maior e, portanto, são estrelas menos luminosas

20) Um observador no Hemisfério Norte observa que a separação angular entre o Sol e a Lua às 10:00 da manhã (hora local) é de 40° .

Uma figura representando o sistema local nesta data e hora é mostrado abaixo.



Nestas condições, pode-se concluir que:

- a. a Lua está entre as fases Cheia e Quarto Minguante
- b. a Lua está entre as fases Nova e Quarto Crescente
- c. Em branco
- d. a Lua está entre as fases Quarto Crescente e Cheia
- e. a Lua está entre as fases Quarto Minguante e Nova