

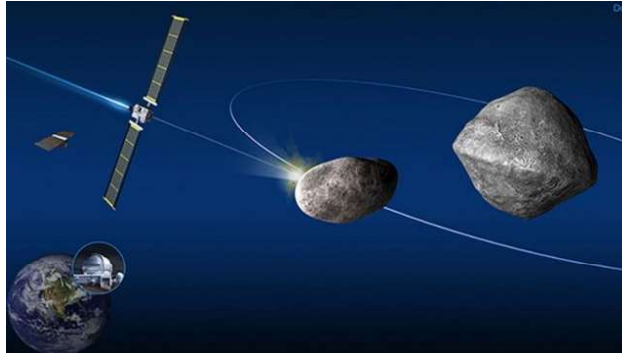


Gabarito P1 Online

Instruções Gerais

1. Este é o gabarito extra-oficial da P1 das seletivas online, disponível no site da OBA no dia 14 de outubro de 2022. Esperamos que todos tenham ido bem!
2. Só pra deixar bem claro: esse gabarito não é o oficial feito pela OBA, ok?
3. Comentário sobre a P1: Assim como nos últimos anos, a primeira prova cobra mais assuntos conceituais sobre astronomia. Esse ano não foi diferente.

1. (1 ponto) Pela primeira vez, a NASA testou sua tecnologia para defender a Terra contra asteroides ou cometas por meio da missão DART (Sigla em inglês para “Teste de Redirecionamento de Asteroides Duplo” ou Double Asteroid Redirection Test. O objetivo da empreitada foi impactar o asteroide Dimorphos para mudar sua órbita. A figura a seguir traz o esquema, fora de escala, do impacto.



Fonte: Johns Hopkins Applied Physics Laboratory

A sonda DART fez história ao atingir a rocha espacial no dia 26 de setembro de 2022 na primeira demonstração de uma técnica de desvio de um asteroide, sendo também a primeira vez que a humanidade tenta mudar o movimento de um objeto espacial.

Antes do impacto, Dimorphos levava 11 horas e 55 minutos para orbitar Didymos, o outro asteroide do sistema binário. As observações de telescópios mostraram que o impacto alterou a órbita de Dimorphos, que agora é de 11 horas e 23 minutos.

Baseado nestas informações, assinale a alternativa correta.

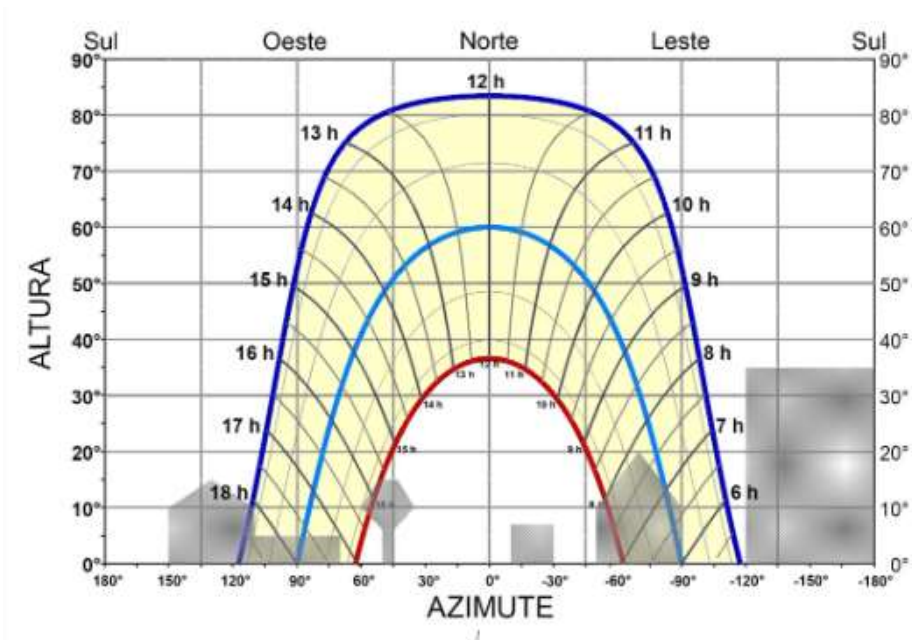
- (a) Após o impacto, a distância média entre Dimorphos e Didymos diminuiu.
- (b) Após o impacto, a distância média entre Dimorphos e Didymos não se alterou.
- (c) Após o impacto, a distância média entre Dimorphos e Didymos aumentou.
- (d) Após o impacto, a força gravitacional exercida mutuamente diminuiu.
- (e) Após o impacto, a velocidade orbital de Dimorphos diminuiu.

Solução:

Sabe-se que, da 3ª lei de Kepler, temos que $P^2 = a^3$ ao se utilizar o período em anos e o semi-eixo maior em unidades astronômicas. Sendo assim, vemos que o período é proporcional ao semi-eixo maior elevado a 3/2. Portanto, como o período diminuiu, o semi-eixo maior também diminuirá, pois são grandezas proporcionais.

Alternativa: (a)

2. (1 ponto) O gráfico a seguir traz a altura h versus azimute A do Sol, para uma cidade do Brasil, ao longo de 1 ano inteiro. As horas correspondem à hora solar verdadeira. No gráfico, vemos que a altura do Sol é igual a 0° no nascente e no poente e que a altura do Sol é máxima às 12h (meio dia solar verdadeiro). As curvas extremas, em azul escuro e vermelho, correspondem à altura do Sol nos dias dos Solstícios de Verão e de Inverno, respectivamente.

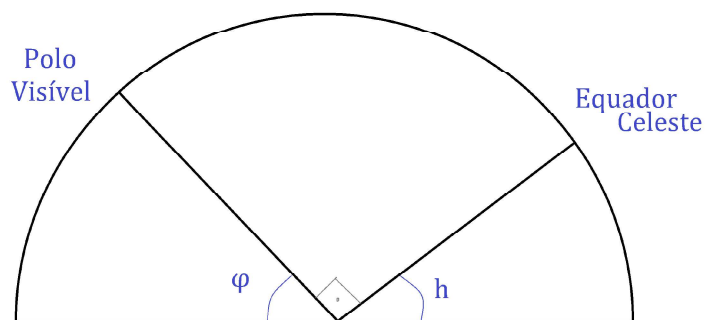


Baseado neste gráfico, assinale a alternativa que traz a latitude desta cidade brasileira.

- (a) 30°
- (b) 83°
- (c) 60°
- (d) 12°
- (e) 36°

Solução:

Do gráfico, vemos que no equinócio a altura do Sol é $h = 60^\circ$. Nessa situação, a declinação do Sol é nula, ou seja, ele está no equador celeste. A figura abaixo representa a situação.



Por definição, temos que o ângulo entre o Equador Celeste e o Polo Visível (se é sul ou norte

é irrelevante para a questão) é de 90° . Além disso, a altura do polo visível é a latitude. Como a imagem representa um ângulo raso, temos que

$$\phi + h + 90^\circ = 180^\circ$$

$$\boxed{\phi = 30^\circ}$$

Como a altura máxima se dá no lado norte, segundo o gráfico, ainda podemos afirmar que essa latitude é negativa de acordo com o desenho.

Alternativa: (a)

3. (1 ponto) Escreva **V** ou **F** (Verdadeiro ou Falso) na frente de cada afirmação.

- (a) Um fóton ultravioleta (UV) tem mais energia do que um fóton infravermelho (IR).
- (b) Para um observador localizado sobre a Linha do Equador, a altura das estrelas é constante.
- (c) Todos os asteroides do Sistema Solar vêm de um planeta que se fragmentou.
- (d) O valor da magnitude aparente de uma estrela pode ser negativo.
- (e) Os eclipses solares ocorrem durante as fases de Lua Cheia.

Solução:

(a) - **(V)** Sabe-se que a energia de um fóton é dada por $E = hf$, onde E é energia, h uma constante e f a frequência. Com isso, frequências maiores são mais energéticas que frequências menores. Como o ultravioleta tem frequência maior que infravermelho, ele é mais energético.

(b) - **(F)** A altura das estrelas varia para um observador no Equador Celeste. O único lugar onde a altura das estrelas (excluindo o Sol) não varia é nos polos.

(c) - **(F)** Esse item é uma generalização muito grande. Apesar de que grande parte dos asteroides tenha se originado da colisão de corpos maiores, alguns dos asteroides são rochas que não formaram nenhum planeta e sobraram no disco de acreção.

(d) - **(V)** A escala de magnitudes foi feita adotando como zero uma estrela arbitrária chamada de Vega. Dessa forma, a magnitude aparente de Vega é 0. Entretanto, existem estrelas mais brilhantes que ela, como Sirius, que tem magnitude -1,33.

(e) - **(F)** Os eclipses solares ocorrem na Lua Nova, quando a Lua está entre Sol e Terra.

4. (1 ponto) Considere que um cometa passou por seu periélio em 2 de julho de 2006 a uma distância de 0,5 UA do Sol e passou pelo seu periélio novamente em 2 de julho de 2011.

Assinale a alternativa que traz a distância, aproximada, do cometa ao Sol na data do seu afélio.

- (a) 1,7 UA
- (b) 5,3 UA
- (c) 2,9 UA
- (d) 3,4 UA
- (e) 11,0 UA

Solução:

Primeiro, com os dados do enunciado podemos descobrir o período:

$$2011 - 2006 \approx 5 \text{ anos}$$

Agora, utilizando a 3ª lei de Kepler, podemos calcular o semi-eixo maior:

$$p^2 = a^3$$

$$\sqrt[3]{5^2} \rightarrow a \approx 2,92 \text{ UA}$$

Agora, podemos calcular a excentricidade:

$$d_p = a(1 - e) \rightarrow 0,5 = 2,92(1 - e)$$

$$e \approx 0,83$$

Finalmente, podemos calcular a distância do afélio.

$$d_a = a(1 + e) \rightarrow d_a = 2,92(1 + 0,83) \rightarrow \boxed{d_a \approx 5,3 \text{ UA}}$$

Alternativa: (b)

5. **(1 ponto)** Em uma aula de Astronomia, um aluno pergunta ao seu professor qual a sua idade. O professor, então, responde: “Desde que nasci, já percorri 46,5 bilhões de quilômetros em torno do Sol”.

Assinale a alternativa que traz a idade, em anos, aproximada do professor.

Dados: $\pi = 3,1$; distância Terra-Sol = 1 UA = $1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ (considere a órbita como circular).

- (a) 31
- (b) 62
- (c) 46,5
- (d) 56,5
- (e) 50

Solução:

Bom, primeiramente devemos calcular quantos quilômetros são percorridos em uma volta:

$$2\pi \cdot R \rightarrow \approx 0,93 \cdot 10^9 \text{ Km}$$

Agora devemos calcular o número de voltas necessárias para completar os 46,5 bilhões de quilômetros.

$$n = \frac{46,5 \cdot 10^9}{0,93 \cdot 10^9} \rightarrow n = 50 \text{ voltas}$$

Alternativa: (e)

6. (1 ponto) Considere as afirmações a seguir e assinale a alternativa correta.

I - Vistas da Terra, a estrela **A** aparenta ser mais brilhante que a estrela **B**. Portanto a estrela **A** deve estar mais perto da Terra;

II - Uma estrela de magnitude aparente +5 é mais brilhante que uma de magnitude aparente +2.

III - Anãs Brancas são muito brilhantes porque elas são muito mais quentes que o Sol.

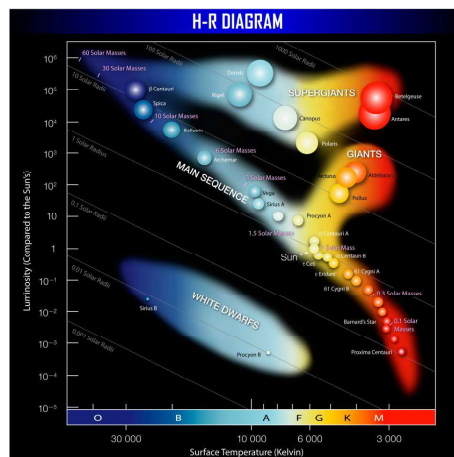
- (a) Apenas a III está correta.
- (b) Apenas a I e III estão corretas.
- (c) Nenhuma está correta.
- (d) Todas estão corretas.
- (e) Apenas a II está correta.

Solução:

I - (F) A intensidade luminosa (brilho) de uma estrela depende tanto de sua distância quanto de sua luminosidade. Portanto, não é possível dizer que a estrela A está mais perto que a B sendo que não foram fornecidas suas luminosidades.

II - (F) A escala de magnitudes é definida de tal maneira que quanto menor a magnitude de um objeto, mais brilhante ele é, portanto, uma estrela de magnitude 2 é mais brilhante que uma estrela de magnitude 5.

III - (F) Apesar de serem mais quentes, o raio de Anãs Brancas é muito pequeno e, portanto, sua luminosidade é baixa. Podemos ver a confirmação desse fato no Diagrama HR:



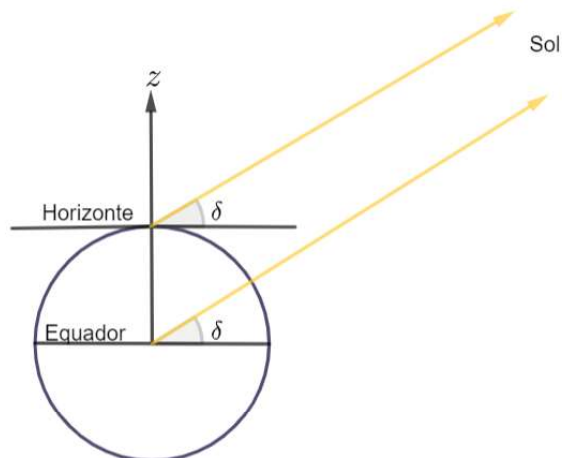
Alternativa: (c)

7. (1 ponto) Um observador estando no Polo Norte Geográfico durante o Solstício de Verão deste hemisfério observará o Sol a uma altura de aproximadamente:

- (a) $23,5^\circ$
- (b) O Sol não estará visível.
- (c) Depende do horário da observação.
- (d) 90°
- (e) 0°

Solução:

Com as informações do enunciado, podemos montar a figura:



Note, com base nisso, que, para um observador no Polo Norte, a altura do Sol será de $h = \delta$, mas sabemos que, no Solstício de Verão, a declinação do Sol é de $23,5^\circ$ e, portanto:

$$h = 23,5^\circ$$

Alternativa: (a)

8. (1 ponto) Assinale a afirmativa correta em relação à radiação emitida pelas estrelas.

- (a) Uma estrela a uma determinada temperatura emite radiação com a mesma intensidade em

todas as regiões do espectro eletromagnético e o pico de emissão está relacionado à sua temperatura.

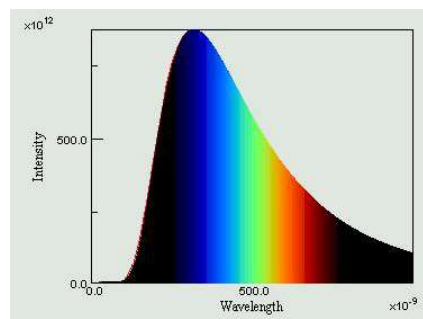
- (b) A radiação eletromagnética emitida por uma estrela a uma determinada temperatura corresponde a uma única frequência do espectro eletromagnético.
- (c) Uma estrela em uma determinada temperatura emite radiação com intensidades diferentes em múltiplas frequências do espectro eletromagnético e o pico de emissão está relacionado à sua temperatura.
- (d) O fluxo de energia emitido por uma estrela é diretamente proporcional à temperatura de sua superfície.
- (e) O fluxo de energia emitido por uma estrela depende apenas de seus tamanho.

Solução:

(a) - (F) Pela Lei de Planck, sabemos que a intensidade emitida pela estrela varia de acordo com o comprimento de onda e, portanto, não é a mesma para todas as regiões do espectro.

(b) - (F) Pela Lei de Planck, a radiação eletromagnética emitida por uma estrela varre diversas áreas do espectro e, portanto, não corresponde à uma única frequência do espectro eletromagnético.

(c) - (V) Pela Lei de Planck, a radiação eletromagnética emitida por uma estrela varre diversas áreas do espectro e possui seu pico de emissão relacionado à temperatura, como ilustra o gráfico:



(d) - (F) O fluxo de energia emitido por uma estrela é diretamente proporcional ao **quarto** da temperatura de sua superfície.

(e) - (F) O fluxo de energia emitido por uma estrela depende apenas de sua temperatura, de acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann.

Alternativa: (c)

9. (1 ponto) Encélado ou Enceladus é o sexto maior satélite natural de Saturno. Esta lua mostra

uma superfície muito lisa com poucas crateras de impacto visíveis, distinguindo-a de outros objetos sem atmosfera, como por exemplo a Lua, cuja superfície é quase que completamente coberta de crateras.

Assinale a alternativa que explica essa peculiaridade da Europa.

- (a) Porque a superfície é muito jovem devido ao extenso criovulcanismo que recicla a superfície.
- (b) Porque sua atmosfera a protege de impactos.
- (c) Porque a superfície é metálica e imune a impactos.
- (d) Porque a vida microbiana renova a superfície, apagando os vestígios dos impactos.
- (e) Porque sua superfície sofre forte erosão eólica.

Solução:

Observação: O enunciado dessa questão cita inicialmente Encélado e depois pergunta de Europa, criando uma certa confusão nesse sentido, porém não impede de resolvermos o problema.

Do enunciado, mais especificamente o trecho “distinguindo-a de outros objetos sem atmosfera”, concluímos que a lua também não tem atmosfera, eliminando as alternativas b) e e) (repare que eólica se refere a vento que só é possível na presença de uma atmosfera). A c) não é resposta porque nenhum corpo é imune a impactos, mesmo se for composto de metal. Também eliminamos a alternativa d) porque não há comprovação da existência de vida em algum outro astro do sistema solar fora a Terra. Por fim, ficamos com a alternativa a) que é a resposta.

Alternativa: (a)

10. (1 ponto) Se o Sol está 392 vezes mais distante da Terra do que a Lua, por que ambos os astros parecem ter, praticamente, o mesmo tamanho aparente?

- (a) Porque a Lua é um satélite.
- (b) Porque a Lua não tem luz própria.
- (c) Porque seus diâmetros reais são os mesmos.
- (d) Porque o ano dura 365,25 dias e o período da Lua é de apenas 27,3 dias.
- (e) Porque o diâmetro da Lua é cerca de 392 vezes menor que o do Sol.

Solução:

O tamanho aparente de um objeto diz respeito ao seu diâmetro angular. Como o valor do diâmetro angular pode ser calculado a partir de

$$\tan(\theta) = \frac{\text{Diâmetro}}{\text{distância}}$$

, aplicando para o Sol e para a Lua temos:

$$\tan(\theta_{Sol}) = \frac{D_{Sol}}{d_{Sol}}$$

$$\tan(\theta_{Lua}) = \frac{D_{Lua}}{d_{Lua}}$$

Igualando

$$\tan(\theta_{Sol}) = \tan(\theta_{Lua})$$

$$\frac{D_{Sol}}{d_{Sol}} = \frac{D_{Lua}}{d_{Lua}}$$

Pelo enunciado, sabemos que a distância Terra-Sol é igual a 392 vezes a distância Terra-Lua. Assim:

$$\frac{D_{Sol}}{392d_{Lua}} = \frac{D_{Lua}}{d_{Lua}}$$

$$\frac{D_{Sol}}{392} = D_{Lua} \cdot \boxed{D_{Sol} = 392D_{Lua}}$$

Alternativa: (e)

11. **(1 ponto)** Quando os livros didáticos e de divulgação referem-se ao Sol como uma estrela amarela de 5^o grandeza estão se referindo a:
- Sua cor e seu brilho aparente em relação às estrelas visíveis.
 - Sua temperatura superficial e sua magnitude absoluta.
 - Sua temperatura superficial e sua magnitude aparente.
 - Sua cor e diâmetro aparentes em relação às estrelas da sequência principal.
 - Sua temperatura superficial e sua idade em relação às estrelas da sequência principal.

Solução:

A grandeza de uma estrela diz respeito a sua **magnitude absoluta**. Então quando dizemos que o Sol é uma estrela de 5^a grandeza, quer dizer que a sua magnitude absoluta é aproximadamente 5. Quanto à cor de uma estrela, esta é determinada pelo pico de emissão do espectro eletromagnético, ou seja, o comprimento de onda que a estrela emite mais intensamente, que pode ser calculado pela Lei de Wien. Assim, a cor de uma estrela diz respeito à sua **Temperatura superficial**.

Alternativa: (b)

12. **(1 ponto)** Se pudéssemos reduzir pela metade a distância entre uma estrela e nosso planeta, sua magnitude absoluta:
- Dobraría.
 - Não mudaria.
 - Aumentaria 4 vezes.
 - Aumentaria 6,3 vezes.
 - 10 vezes.

Solução:

Pela definição, magnitude absoluta é a magnitude aparente de uma estrela se estivéssemos a 10 parsec de distância dela e portanto, depende exclusivamente de sua luminosidade. Assim, não importa a que distância você está da estrela, a magnitude absoluta será a mesma.

Alternativa: (b)

13. **(1 ponto)** Para ser classificado como planeta, um astro deve atender a alguns critérios que foram definidos em uma reunião da Assembleia Geral da União Astronômica Internacional em 24 de agosto de 2006.

Marque a alternativa que indica uma característica necessária para a definição de um planeta do Sistema Solar.

- (a) Iluminação interna e externa próprias.
- (b) Composição rochosa.
- (c) Inexistência de vida.
- (d) Existência de uma ou mais luas.
- (e) Orbitar o Sol sem emitir luz própria.

Solução:

Vamos por eliminação. A a) não pode ser porque se fosse esse o critério quase nenhum planeta seria planeta. A b) não pode ser porque, do contrário, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno não seriam planetas. A c) também não pode ser porque o único planeta que conhecemos que abriga vida é a Terra, de modo que se esse fosse o critério o único planeta até o momento no sistema solar seria a Terra. A d) também não pode ser porque, se fosse, Mercúrio e Vênus que não possuem luas não seriam planetas. Resta a alternativa e) que é a resposta.

Alternativa: (e)

14. **(1 ponto)** Se você se localiza em uma região onde o Cruzeiro do Sul é circumpolar, então é possível ver esta constelação:

- (a) Apenas nas noites claras de primavera e verão.
- (b) Em todas as noites claras do ano.
- (c) Apenas nas noites claras de verão e outono.
- (d) Apenas nas noites claras de verão.
- (e) Apenas nas noites claras de outono e inverno.

Solução:

Uma constelação circumpolar é aquela que está próxima o bastante do polo celeste que nunca cruza o horizonte, ou seja, nunca se põe. Se o Cruzeiro do Sul é circumpolar nessa região, ele

será visível em todas as noites claras do ano, pois em nenhuma época do ano estará encoberto pelo horizonte.

Alternativa: (b)

15. **(1 ponto)** Escreva **V** ou **F** (Verdadeiro ou Falso) na frente de cada afirmação
- (a) A zona habitável do Sol se estende de 5 UA a 10 UA aproximadamente.
 - (b) Estrelas com massas semelhantes à massa do Sol terminam seus dias explodindo como supernovas e eventualmente se tornando buracos negros.
 - (c) Em um sistema binário, a estrela mais massiva está sempre mais próxima do centro de massa do sistema.
 - (d) Uma estrela mais massiva permanece mais tempo no estágio da Sequência Principal.
 - (e) O céu parece azul porque a atmosfera dispersa mais os comprimentos de onda longos da luz do Sol.

Solução:

a) (F) A zona habitável de uma estrela é a zona capaz de suportar vida como conhecemos. Dessa forma, a Terra, que está a 1UA de distância do Sol deve estar dentro do intervalo. Por conta disso, a alternativa é falsa.

b) (F) Estrelas como o Sol não possuem massa o bastante para formar uma supernova em seu colapso. Na verdade, é conhecido que estrelas com essa massa formariam Anãs Brancas no final de sua vida.

c) (V) Assim como em uma balança, o centro de massa do sistema binário fica mais próximo do lado mais massivo.

d) (F) Estrelas mais massivas da sequência principal, por mais que tenham mais massa, possuem uma luminosidade muito maior. Ou seja, por mais que elas tenham mais "combustível" para fusão, sua taxa de consumo é muito elevada, implicando em um tempo de vida menor.

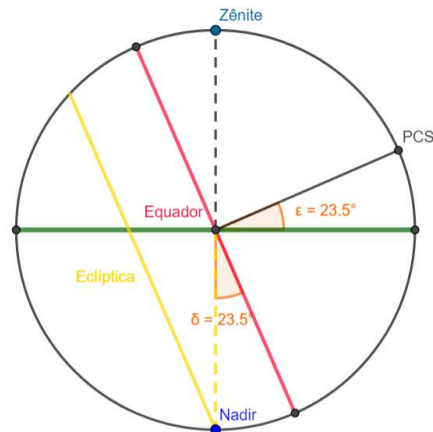
e) (F) Comprimentos mais longos de luz visível correspondem a cores mais avermelhadas, mostrando uma contradição no enunciado. Se o céu é azul, isso significa que as cores azuladas são mais dispersas pela atmosfera, enquanto as avermelhadas a atravessam.

16. **(1 ponto)** Considere que a Obliquidade da Eclíptica seja $e = 23,5^\circ$ e que a latitude de São Paulo seja $23,5^\circ\text{S}$. Em qual dia do ano o Sol passa pelo Nadir de São paulo?
- (a) No dia do Solstício de dezembro.
 - (b) No dia do Equinócio de setembro.

- (c) O Sol nunca passará pelo Nadir de São Paulo.
- (d) No dia do Solstício de junho.
- (e) No dia do Equinócio de Março.

Solução:

A questão pode ser resolvida com uma construção geométrica plana da situação:



Nota-se na construção:

- A altura do polo celeste é igual à latitude.
- O equador é perpendicular à linha até o polo.

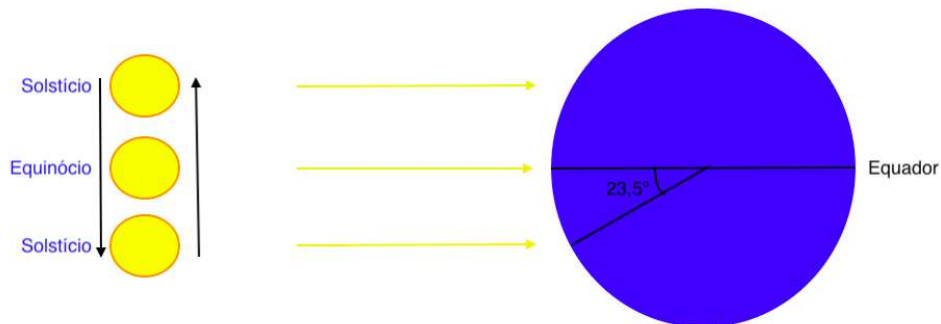
Com isso conclui-se que a declinação do Sol nesse dia é de $+23,5^\circ$, correspondendo ao dia do solstício de Junho.

Alternativa: (d)

17. (1 ponto) Para um observador localizado no equador terrestre, em que momento o Sol passa pelo Zênite?
- (a) Todos os dias.
 - (b) Em ambos os Equinócios.
 - (c) Nunca.
 - (d) Em ambos os Solstícios.
 - (e) Apenas no Solstício de Verão.

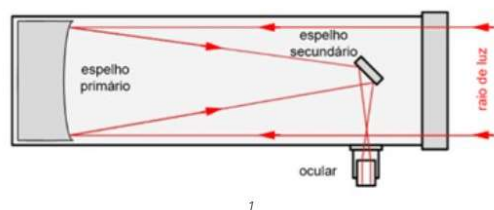
Solução:

Para passar pelo zênite desse observador, o sol deve estar no equador celeste, fenômeno este que ocorre em ambos os equinócios. Basta reparar que somente durante os equinócios o Sol está exatamente acima do Equador Terrestre:



Alternativa: (b)

18. (1 ponto) A imagem a seguir mostra o diagrama óptico de um telescópio:



Que tipo de telescópio está representado no diagrama

- (a) Refletor Gregoriano.
- (b) Refletor Schmidt-Cassegrain.
- (c) Refletor Newtoniano.
- (d) Refletor Galileano.
- (e) Refrator Kepleriano.

Solução:

O telescópio representado no diagrama é um Newtoniano, já que possui um espelho primário côncavo e um secundário plano inclinado em 45° .

Alternativa: (c)

19. (1 ponto) As linhas do espectro de uma estrela mostram um desvio para o vermelho e um desvio para o azul alternados, que se repete periodicamente com um período de 10 dias. Ao mesmo tempo, nenhuma variação no tipo espectral da estrela é observada.

Assinale a alternativa que explica este fenômeno.

- (a) A estrela faz parte de um sistema binário que gira em torno de um centro de gravidade comum com um período orbital de 10 dias, de modo que a estrela se aproxima e se afasta alternadamente do observador.
- (b) As linhas do espectro são deslocadas pelo efeito Doppler, devido ao movimento da rotação da Terra.
- (c) As linhas do espectro são deslocadas pelo efeito Doppler, devido ao movimento de translação da Terra.
- (d) Esta é uma característica típica de uma estrela variável com um período de 10 dias.
- (e) A estrela está dentro de um aglomerado onde está sujeita a perturbações de uma estrela vizinha.

Solução:

Como a variação nas linhas é periódica, de 10 em 10 dias, podemos descartar os movimentos de rotação e translação da Terra, pois teriam períodos diferentes que o observado. Justamente por ser periódico, esse fenômeno não é causado por perturbações, que seriam aleatórias. Por fim, o enunciado nos diz que não há variação no tipo espectral, descartando a possibilidade de ser uma estrela variável. Dessa forma, temos que é um sistema binário.

Alternativa: (a)

20. (1 ponto) O termo "idade da Lua" possui duas definições: o tempo decorrido desde a sua criação, cerca de 4,51 bilhões de anos, ou os dias decorridos após uma Lua Nova. Por esta última definição, a idade da Lua pode variar de zero (Lua Nova) a 29,5 dias. A figura a seguir traz a imagem da lua em Quarto Crescente.



Assinale a alternativa que traz a idade da Lua nesta fase.

- (a) 21,9 dias.
- (b) 7,3 dias.
- (c) 14,6 dias.
- (d) 9,5 dias.
- (e) 5,2 dias.

Solução:

Vamos revisar as quatro principais fases lunares na ordem em que ocorrem.

Lua Nova - Quando a Lua tem sua face visível da Terra nada iluminada

Quarto Crescente - Quando a Lua tem sua face visível da Terra 50% iluminada e a tendência é essa porcentagem aumentar nos próximos dias.

Lua Cheia - Quando a Lua tem sua face visível da Terra totalmente iluminada

Quarto Minguante - Quando a Lua tem sua face visível da Terra 50% iluminada e a tendência é essa porcentagem diminuir nos próximos dias.

E o ciclo recomeça.

É importante notar que isso ocorre porque a Lua vai girando em torno da Terra, desse modo fazendo com que o Sol ilumine sua face virada para a Terra em diferentes quantidades ao longo de um período de 29,5 dias. Esta mudança na fração da face iluminada se dá de forma aproximadamente uniforme, fazendo com que a fase de Quarto Crescente ocorra $29,5 \cdot 1/4 = 7,4$ dias após a fase Nova. Portanto marcamos a alternativa mais próxima desse valor, que é **[B]**

OBS: A imagem da questão mostra a Lua do hemisfério Norte, então caso o aluno tenha decorado que a face iluminada à esquerda significa fase crescente, ele pode ter errado, pois esse “macete” funciona apenas para o hemisfério Sul.

Alternativa: (b)