



Simulado Noic P2

Nome: _____

Série: _____

Instruções de Prova

- I. Esta prova contém **20** questões. Cada questão vale 1 ponto, totalizando 20 pontos.
- II. A prova é individual e sem consultas. Uma tabela de constantes com informações relevantes para a Prova está disponibilizada na próxima página.
- III. O uso de calculadoras é permitido, desde que não sejam programáveis/gráficas/com acesso à internet.

Tabela de Constantes

Massa ($M_{\oplus}$)	$5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	Terra
Raio ($R_{\oplus}$)	$6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$	
Aceleração da gravidade superficial ($g_{\oplus}$)	$9,8 \text{ m/s}^2$	
Obliquidade da Eclíptica	$23^{\circ}27'$	
Ano Tropical	365,2422 dias solares médios	
Ano Sideral	365,2564 dias solares médios	
Albedo	0,39	
Dia sideral	$23\text{h } 56\text{min } 04\text{s}$	
Massa	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$	Lua
Raio	$1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$	
Distância média à Terra	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$	
Inclinação Orbital com relação à Eclíptica	$5,14^{\circ}$	
Albedo	0,14	
Magnitude aparente (lua cheia média)	$-12,74 \text{ mag}$	
Massa ($M_{\odot}$)	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$	Sol
Raio ($R_{\odot}$)	$6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$	
Luminosidade ($L_{\odot}$)	$3,83 \cdot 10^{26} \text{ W}$	
Magnitude Absoluta ($\mathcal{M}_{\odot}$)	$4,80 \text{ mag}$	
Magnitude Aparente ($m_{\odot}$)	$-26,7 \text{ mag}$	
Velocidade de Rotação na Galáxia	220 km s^{-1}	
Distância ao Centro Galáctico	$8,5 \text{ kpc}$	
Diâmetro da pupila humana	6 mm	Distâncias e tamanhos
Magnitude limite do olho humano nu	$+6 \text{ mag}$	
1 UA	$1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$	
1 pc	206.265 UA	
Constante Gravitacional (G)	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$	Constantes Físicas
Constante de Planck (h)	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	
Constante de Boltzmann (k_B)	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$	
Constante de Stefan-Boltzmann (σ)	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$	
Constante de Wien (b)	$2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$	
Constante de Hubble (H_0)	$67,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$	
Velocidade da luz no vácuo (c)	$3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	

Questão 1. A duração dos dias e das noites varia por diversos fatores pequenos, como a altitude do observador, a refração atmosférica, a excentricidade da órbita e as forças de maré. No entanto, a variação mais marcante ocorre devido à translação da Terra combinada com a inclinação do seu eixo, que altera a declinação do Sol ao longo do ano.

Para um observador ao nível do mar, qual a latitude mínima (em módulo) para que ele possa observar um dia com metade da duração do dia de equinócio? Despreze a refração atmosférica e o tamanho do disco solar.

- a) 31,5°
- b) 38,8°
- c) 51,2°
- d) 58,5°
- e) 64,3°

Questão 2. O analema é aquela figura em forma de 8 que o Sol desenha no céu quando o fotografamos todos os dias no mesmo horário do relógio. Um fotógrafo na latitude de 35° S registrou um analema sempre por volta do meio-dia solar médio.

Qual a altura aproximada do ponto mais alto do analema e em qual direção ele aparece?

- a) 78,5°, ao norte
- b) 78,5°, ao sul
- c) 66,5°, ao norte
- d) 55,0°, ao norte
- e) 31,5°, ao norte

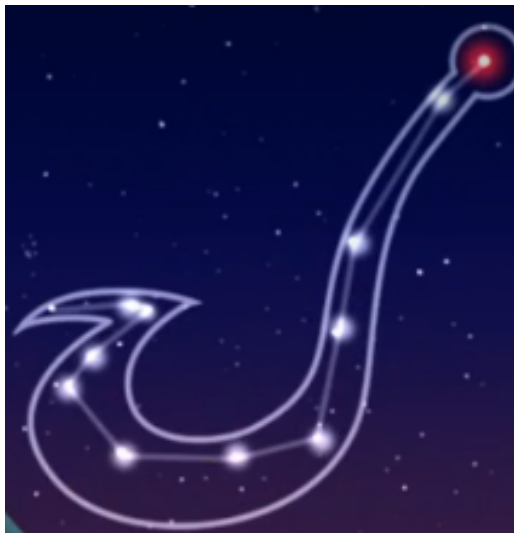
Questão 3. Para a astronomia, quando estamos em velocidades muito elevadas, o redshift, agora relativístico, assume a seguinte forma:

$$z = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}} - 1$$

Onde v é a velocidade de afastamento do corpo. Imagine que uma nave chamada Bartolomeu esteja se afastando radialmente de uma estrela chamada E1-K3. Ao analisar o espectro contínuo da estrela, os sensores da nave medem uma temperatura efetiva aparente de aproximadamente 3000 K. Um astrofísico, Jaipuri, a bordo, decide cruzar esse dado com a linha de emissão do H-alfa (comprimento de onda de repouso de 656,5 nm), notando que o pico do espectro recebido coincide exatamente com essa linha deslocada. Usando a lei de Hubble, qual seria a distância radial, em Mpc, entre Bartolomeu e E1-K3 naquele momento?

- a) 1104 Mpc
- b) 1385 Mpc
- c) 1629 Mpc
- d) 2140 Mpc
- e) 3258 Mpc

Questão 4. Moadriano, um explorador polinésio, encontrou o semideus Maui puxando ilhas para a superfície na latitude 10° . Querendo persegui-los, ele seguiu a constelação do Manaiakalani (anzol de Maui), mostrada a seguir:



Para guiar seu catamarã, Moadriano foca os olhos na estrela mais brilhante da base do anzol, conhecida pelos polinésios como Lehuakona (declinação $\delta = -26^\circ$). No topo da linha que sustenta o anzol, ele também observa a estrela Ho'ohumu (declinação $\delta = +9^\circ$).

Considerando que Moadriano mantém o seu barco firme na latitude de 10° N sob um céu ideal, limpo e livre de refração atmosférica, analise as seguintes afirmações sobre a dinâmica dessas estrelas:

- I. Ambas as estrelas permanecem tempos diferentes acima do horizonte, pois, devido à inclinação da esfera celeste para essa latitude, a estrela com declinação positiva (Ho'ohumu) descreve um arco diurno mais longo no céu do que a estrela com declinação negativa (Lehuakona).
- II. Quando Lehuakona cruza o meridiano local do explorador (culminação superior), ela atinge uma altura máxima de 54° em relação ao horizonte, apontando exatamente na direção do ponto cardeal Sul.
- III. No instante exato em que a estrela Ho'ohumu realiza a sua passagem meridiana, a sua distância zenital geométrica medida por Moadriano é de apenas 1° em relação ao zênite local.
- IV. Lehuakona corresponde a Antares e o anzol é a cauda do asterismo do Escorpião.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmação(ões):

- a) I, IV
- b) II e III
- c) I, III e IV
- d) II
- e) I, II, III e IV

Questão 5. Antes dos relógios mecânicos, o tempo era medido pela sombra de uma haste. Estudantes constroem um relógio de sol horizontal em uma praça na latitude de 40° N, com a haste (gnômon) apontando para o polo celeste norte. Eles precisam marcar na placa a linha das 15h solares.

Qual o ângulo, medido sobre a placa horizontal, entre a linha do meio-dia e a linha das 15h?

- a) $45,0^\circ$
- b) $40,0^\circ$
- c) $37,5^\circ$
- d) $32,7^\circ$
- e) $28,0^\circ$

Questão 6. Um objeto interestelar vindo do espaço profundo adentra o Sistema Solar descrevendo uma trajetória puramente hiperbólica ao redor do Sol. Quando o objeto está fora da esfera de influência gravitacional solar (a uma distância tendendo ao infinito), os instrumentos de monitoramento medem uma velocidade hiperbólica assintótica constante de $v_\infty = 30$ km/s. À medida que o astro mergulha no campo gravitacional, sua rota é defletida até atingir o ponto de máxima aproximação do Sol (o periélio). Sabendo que a velocidade de escape em relação à massa solar exatamente na distância desse periélio é de $v_e = 40$ km/s, determine, respectivamente, a velocidade do objeto interestelar ao cruzar o periélio (v_p) e a excentricidade (e) de sua órbita hiperbólica.

- a) 50 km/s e 1,500
- b) 50 km/s e 2,125
- c) 70 km/s e 2,125
- d) 70 km/s e 2,500
- e) 60 km/s e 1,875

Questão 7. Brília Júgido, uma jovem apaixonada pelas estrelas e pela astrofísica, descobriu em seus estudos que os fótons, embora não possuam massa de repouso, transportam quantidade de movimento (momento linear). Ao colidirem com um corpo celeste, esses fótons transferem momento e exercem um empurrão contínuo denominado força de pressão de radiação (F_{rad}). Para um planeta esférico de raio R_T que intercepta a luz de uma estrela de luminosidade total $L_\odot$ situada a uma distância d , a força de radiação exercida pela absorção dos fótons é dada por:

$$F_{\text{rad}} = \frac{L_\odot R_T^2}{4cd^2}$$

onde c é a velocidade da luz no vácuo. Curiosa para saber se a luz do Sol seria capaz de empurrar o nosso planeta para fora de sua órbita, Brília decidiu comparar essa força luminosa com a força de atração gravitacional (F_{grav}) que o Sol exerce sobre a Terra.

Considere os seguintes parâmetros aproximados:

- Luminosidade solar: $L_\odot = 3,6 \times 10^{26}$ W
- Velocidade da luz no vácuo: $c = 3,0 \times 10^8$ m/s
- Constante da gravitação universal: $G = 6,0 \times 10^{-11}$ N · m²/kg²
- Massa do Sol: $M_\odot = 2,0 \times 10^{30}$ kg
- Massa da Terra: $M_T = 6,0 \times 10^{24}$ kg
- Raio da Terra: $R_T = 6,0 \times 10^6$ m

Com base nesses dados, determine o valor da razão adimensional $\frac{F_{\text{rad}}}{F_{\text{grav}}}$.

- a) $1,5 \times 10^{-14}$
- b) $3,0 \times 10^{-14}$

- c) $6,0 \times 10^{-14}$
- d) $1,5 \times 10^{-12}$
- e) $4,5 \times 10^{-12}$

Questão 8. No Brasil, o horário oficial de Brasília (UTC−3) corresponde ao tempo solar médio do meridiano de 45° W. Em certa época do ano, a equação do tempo vale +16 minutos, isto é, o Sol verdadeiro está adiantado 16 minutos em relação ao Sol médio.

Em uma cidade do litoral nordestino, na longitude de 36° W, a que horas do relógio oficial o Sol passa pelo meridiano local nessa data?

- a) 11h08min
- b) 11h44min
- c) 12h20min
- d) 12h36min
- e) 12h52min

Questão 9. Vadin, um astrônomo ucraniano bem canadense (e moralmente brasileiro), resolve apontar seu telescópio para um sistema estelar binário eclipsante, composto por duas estrelas idênticas que descrevem órbitas circulares em torno do centro de massa comum, vistas exatamente de perfil (borda) a partir da Terra. Ao analisar a curva de luz do sistema e combiná-la com imagens de alta resolução, Vadin descobre que a separação angular máxima aparente entre as duas estrelas no céu é de $\theta = 0,04''$. Sabendo que o sistema binário está localizado a uma distância $d = 100$ pc da Terra e que a massa de cada uma das estrelas é igual a $M = 2,0 M_\odot$, determine o intervalo de tempo (Δt) entre dois mínimos consecutivos de luminosidade observados na curva de luz.

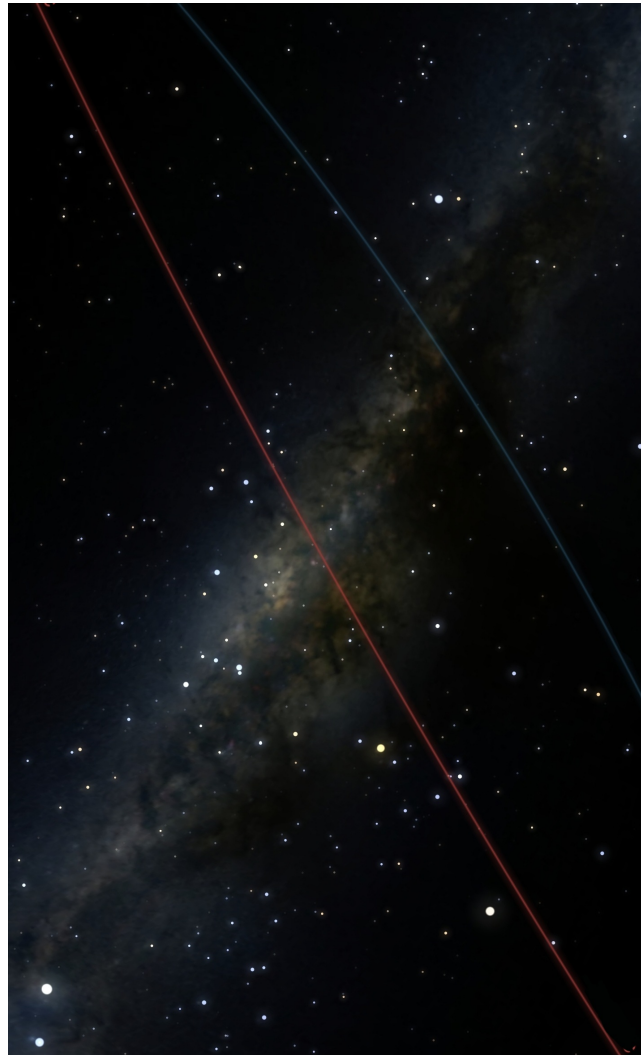
- a) 1,0 ano
- b) 2,0 anos
- c) 4,0 anos
- d) 8,0 anos
- e) 16,0 anos

Questão 10. As supernovas do tipo Ia são tão regulares em brilho que os astrônomos as usam como velas padrão para medir distâncias no Universo. Cada uma atinge magnitude absoluta de aproximadamente $-19,3$ no máximo de brilho.

Qual a distância máxima, em Mpc, em que uma dessas supernovas ainda poderia ser vista a olho nu, sem instrumentos? Despreze a extinção interestelar.

- a) 0,11 Mpc
- b) 0,57 Mpc
- c) 1,15 Mpc
- d) 5,7 Mpc
- e) 11,5 Mpc

Questão 11. Fatíma, uma jovem que ama observar o firmamento, estava contemplando o céu noturno na pacata região de Xique-Xique, na Arábia Saudita. Com o auxílio de um software de simulação astronômica apontado para a direção sul-sudoeste, ela registrou a imagem abaixo, na qual aparecem constelações proeminentes e a faixa luminosa da Via Láctea. Por algum motivo, o aplicativo deixou ativados dois rastros luminosos no céu indicando duas linhas fundamentais da esfera celeste: uma em vermelho e outra em azul.



Analisando a configuração das estrelas e das constelações visíveis na imagem, assinale a alternativa que identifica corretamente o que representam a linha vermelha e a linha azul, respectivamente.

- a) Eclíptica e Equador Celeste
- b) Equador Celeste e Eclíptica
- c) Eclíptica e Plano Galáctico
- d) Equador Celeste e Meridiano Local
- e) Plano Galáctico e Eclíptica

Questão 12. Em 2 de agosto de 2027 está previsto um eclipse solar total, com mais de seis minutos de totalidade, o mais longo do século. Para que um eclipse seja total, a Lua precisa parecer, no céu, ao menos tão grande quanto o Sol.

Considerando o Sol a 1 UA e desprezando o tamanho da Terra, qual a distância máxima entre a Terra e a Lua para que um eclipse solar seja total?

- a) $3,57 \cdot 10^8$ m
- b) $3,74 \cdot 10^8$ m
- c) $3,84 \cdot 10^8$ m
- d) $4,06 \cdot 10^8$ m
- e) $4,52 \cdot 10^8$ m

Questão 13. Um grupo de astronautas explora um sistema planetário peculiar, composto por apenas dois planetas: NOIC-b e NOIC-c. Como suas órbitas são muito próximas, os planetas podem ser vistos um do outro até mesmo durante o dia. As duas equipes de astronautas mediram a elongação dos planetas e constataram que ambos estavam em elongação máxima. Curiosamente, essa mesma configuração voltou a se repetir exatamente após NOIC-c completar uma translação ao redor de sua estrela, ou seja, após um ano local.

Determine a elongação de NOIC-b medida pelos astronautas em NOIC-c.

- a) 90°
- b) 39°
- c) 30°
- d) 51°
- e) 24°

Questão 14. Em um futuro distante, um cometa se aproxima da Terra. Um grupo de astrônomos passa a estudá-lo.

Em um momento de grande aproximação, os astrônomos conseguiram colher várias informações a seu respeito. No instante da observação, o cometa estava a 90° do Sol no céu, seu movimento aparente era $\mu = 4,00 \times 10^{-6}$ rad/s e ele estava a uma distância $r = 1,50 \times 10^{11}$ m do Sol. Por meio de seu redshift, os astrônomos também determinaram que a velocidade radial do cometa era de $v_{\text{rad}} = 1,20 \times 10^3$ m/s em relação à Terra. Considere a órbita da Terra circular, com raio de 1 UA.

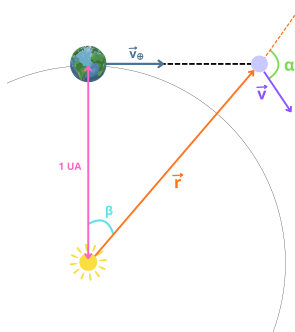


Figura 1: Figura fora de escala

Após centenas de outras observações, também foi possível determinar que o cometa possuía uma massa $m = 1,00 \times 10^{10}$ kg.

Agora, eles desejam determinar a excentricidade da órbita do cometa. Ajude-os nessa tarefa e assinale a alternativa que apresenta o valor de e .

Dicas:

- A excentricidade de uma órbita é dada por:

$$e = \sqrt{1 + \frac{2EL^2}{G^2M^2m^3}},$$

onde E é a energia mecânica.

- O momento angular é dado por:

$$L = mvr \sin(\alpha).$$

- a) 0,98
- b) 4,3
- c) 0,05
- d) 1,45
- e) 1,63

Questão 15. A estrela de Barnard é a estrela com o maior movimento próprio do céu, deslocando-se cerca de $10,3''$ por ano. Ela está a uma distância correspondente a um paralaxe de $0,547''$ e se aproxima do Sistema Solar com velocidade radial de 110 km/s .

Considerando que o movimento próprio e a velocidade radial são componentes perpendiculares da velocidade da estrela, qual a sua velocidade total em relação ao Sol?

- a) 89 km/s
- b) 110 km/s
- c) 142 km/s
- d) 199 km/s
- e) 235 km/s

Questão 16. Recentemente, o Telescópio Espacial James Webb capturou algo muito interessante. Um ponto vermelho, muito brilhante e inesperado, apareceu em suas observações. As melhores hipóteses apontam que esse objeto pode ser uma mistura de estrela com buraco negro: um buraco negro extremamente massivo no centro, rodeado por uma casca de gás parcialmente ionizado, se comportando de forma bem parecida com uma estrela.

Considere que essa estrela possui um raio estimado em 1000 UA (215000 vezes maior que o do Sol) e que tem temperatura de 4000 K , além de emitir radiação como uma estrela comum. Estime quantas vezes mais luminosa ela é em relação ao nosso Sol.

Dados: temperatura efetiva do Sol $T_{eff} = 5800 \text{ K}$ e a relação da luminosidade $L = 4\pi R^2 \sigma T_{eff}^4$.

- a) $1,40 \cdot 10^{10}$
- b) $1,15 \cdot 10^{11}$
- c) $1,04 \cdot 10^{10}$
- d) $2,04 \cdot 10^{10}$
- e) $2,04 \cdot 10^{11}$

Questão 17. Aurexandre, um ser extraterrestre de um planeta muito distante, está buscando um novo mundo para tirar umas férias fora de seu sistema estelar. Ele gostaria de um planeta onde possa existir água líquida na

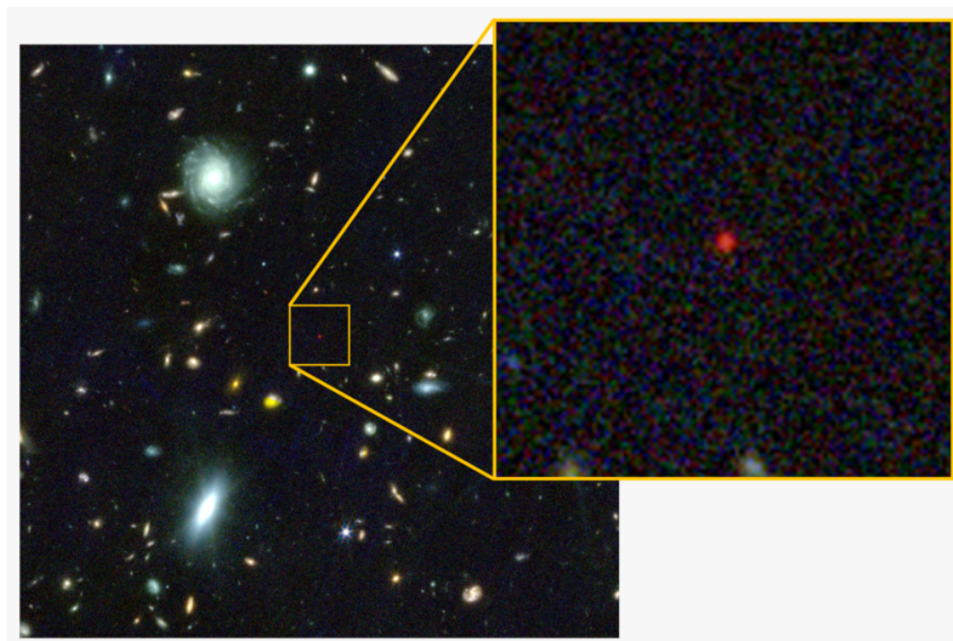


Figura 2: Imagem do Telescópio Espacial James Webb, onde é possível notar o objeto vermelho

superfície para aproveitar uma praia. Na sua jornada, encontrou um sistema estelar promissor, com uma estrela de raio igual à metade do raio do Sol e temperatura aproximada de 3000 K. Nesse sistema existe um planeta, mas ele não conseguiu medir sua temperatura. Sabendo que o planeta orbita em uma órbita circular de raio 0,116 UA e tem raio de 2 raios da Terra, ajude Aurexandre encontrando a temperatura do planeta e dizendo se ele pode se hospedar lá. Considere que existe água líquida se a temperatura média do planeta permitir, que o planeta gira rapidamente e que absorve toda a radiação incidente, com emissividade igual a 1.

Dados: $1 \text{ UA} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$, $R_{Terra} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$, $R_{Sol} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$.

- a) 300 K, é possível se hospedar no planeta
- b) 320 K, é possível se hospedar no planeta
- c) 290 K, é possível se hospedar no planeta
- d) 300 K, não é possível se hospedar no planeta
- e) 290 K, não é possível se hospedar no planeta

Questão 18. Missões a Marte costumam usar a transferência de Hohmann, a trajetória de menor gasto de energia entre duas órbitas circulares coplanares. Nela, a nave segue meia elipse que tangencia a órbita da Terra na partida e a de Marte na chegada.

Considerando as órbitas da Terra e de Marte circulares, com raios de 1,00 UA e 1,52 UA, quanto tempo dura aproximadamente a viagem?

- a) 130 dias
- b) 190 dias
- c) 260 dias
- d) 520 dias
- e) 690 dias



Questão 19. Nos treinamentos de astronomia, uma das provas é a de manuseio de telescópios. Nessa atividade, pode ser pedido que você observe uma estrela passar pelo campo de visão de um telescópio. Ao preparar a prova, Klak, o professor, testa o aparato: o telescópio aponta para uma estrela com declinação $\delta = -60^\circ$. Ele espera que ela esteja no centro e cronometra o tempo até que ela chegue ao fim do campo de visão, contando 16,2 segundos. Com esses dados, calcule o campo de visão desse telescópio. Aproxime o dia sideral para 24 h.

- a) 3,05'
- b) 4,10'
- c) 2,35'
- d) 4,05'
- e) 4,01'

Questão 20. Sirius, a estrela mais brilhante do céu noturno, tem declinação de aproximadamente $-16,7^\circ$. Um grupo de escoteiros acampado na latitude de 30° S quer saber em que ponto do horizonte ela vai nascer, para montar o equipamento de observação.

Desprezando a refração atmosférica, qual o azimute do nascer de Sirius, contado a partir do Norte, no sentido do Leste?

- a) $70,6^\circ$
- b) $90,0^\circ$
- c) $109,4^\circ$
- d) $160,6^\circ$
- e) $250,6^\circ$