

AGA 210 – Introdução à Astronomia
Exercícios referentes às aulas 4 a 12

Lista de Exercícios 01 - GABARITO

Parte 1 – avaliada no próprio site indicado

Questões

Questão 01: Em qualquer Sistema de Coordenadas, a posição de um astro é determinada a partir de 2 informações. Quais são elas?

Um plano de referência e 2 coordenadas ou 2 ângulos de posição. Um dos ângulos é medido sobre um Plano Fundamental (PF) a partir de uma origem. O outro, medido perpendicularmente ao PF.

Questão 02: O que é um Meridiano Celeste?

Meridiano Celeste é o grande círculo que passa pelos pontos cardeais Norte e Sul, e também pelo zênite e nadir do observador.

Questão 03: Descreva aproximadamente em qual época da fase da Lua podemos ver um eclipse Solar e em qual época de fase da Lua podemos ver um eclipse Lunar?

Um eclipse Solar sempre é visto na época de Lua Nova e um Eclipse Lunar é sempre visto na época de Lua Cheia.

Questão 04: A Lua completa uma volta ao redor da Terra em aproximadamente 27 dias. Explique porque não vemos um eclipse do Sol e um eclipse da Lua todo mês.

Não vemos eclipses todos os meses porque o plano orbital da Lua ao redor da Terra e o plano orbital da Terra ao redor do Sol não são coincidentes.

Questão 05: Como se define o dia solar? E o dia sideral? Qual a diferença entre os dois? Mostre que um dia sideral é aproximadamente 4 min mais curto que o dia solar.

Dia sideral é o real tempo de rotação do nosso planeta usando como referência a posição das estrelas. Duas passagens consecutivas pela mesma estrela “guia” perfaz 1 dia sideral. Dia solar utiliza como medida 2 passagens consecutivas usando como referência o Sol. O dia solar é mais longo porque devido ao movimento de translação da Terra, esta deve girar 360 graus e mais uma diferença devido a seu movimento de translação. Desta forma, um dia sideral é equivalente a cerca de 23h 56min e 04s. O dia solar é o tempo decorrido cerca de 24h.

Questão 06: Qual é a fase da Lua se: a) Ela nasce ao pôr do Sol? b) Ela cruza o meridiano superior ao meio-dia? c) Ela se põe à meia-noite? d) Ela nasce com o Sol?

a) cheia b) nova c) quarto-crescente d) nova

Questão 07: A órbita da Terra ao redor do Sol é uma elipse, desta maneira em algumas épocas do ano ela está mais próxima do Sol e em outras mais afastada. Sabendo que no mês de janeiro

(época de inverno no Hemisfério Norte) a Terra passa pelo periélio, e em julho (época de verão no Hemisfério Norte) a Terra passa pelo afélio, descreva o real motivo para a existência de estações do ano na Terra.

As estações do ano existem como consequência do plano de rotação da Terra ser inclinado em relação ao plano de translação da Terra em torno do Sol. Devido a este fato, a quantidade de luz recebida pela Terra (insolação) ao longo da trajetória ao redor do Sol não é a mesma, gerando as estações do ano. As estações do ano não são causadas pela proximidade da Terra ao Sol.

Parte 2 - Radiação

Questão 08: O que é um Corpo Negro?

Como o próprio nome diz, é um corpo que não reflete luz, portanto é negro. Conceitualmente, qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto, estando isolado do meio ambiente, e nas condições onde emite radiação na mesma proporção em que absorve, devido aos estados vibracionais dos átomos, estará em equilíbrio termodinâmico. Um corpo nestas condições de equilíbrio termodinâmico vai emitir radiação em todos os comprimentos de onda, gerando, portanto, uma radiação contínua, ou radiação de corpo negro ou ainda radiação térmica, cuja intensidade e o comprimento de onda máximos vão depender somente da temperatura do corpo.

Questão 09: O que é um Espectro Eletromagnético? (e o Visível?)

Espectro, ou Espectro Eletromagnético, é a faixa completa de radiação eletromagnética produzida pela oscilação dos campos elétrico e magnético, e que gera radiação desde os comprimentos de onda mais curtos, como os raios gama (10^{-11} a 10^{-14} m), raios-x (10^{-9} a 10^{-11} m) ou ultra-violeta (10^{-7} a 10^{-9} m), até os mais longos como os de rádio (10^5 a 10^3 m), infra-vermelho (10^{-3} a 10^{-6} m) e da luz visível ($4-7 \times 10^{-7}$ m). A região visível do espectro eletromagnético detectada pelo olho humano pode ser identificada por cores, desde o vermelho (comprimentos de onda mais longos) até o azul (comprimentos de onda mais curtos).

Questão 10: O que medimos quando observamos o Efeito Doppler de um astro?

O Efeito Doppler é uma mudança no comprimento de onda da radiação eletromagnética que resulta do movimento relativo entre a fonte e o observador. Se a fonte está se aproximando do observador, o comprimento de onda se torna mais curto e as linhas espectrais (absorção ou emissão) são desviadas para o lado azul do espectro (blueshift) observado. Se a fonte se afasta do observador, o comprimento de onda se torna mais longo e as linhas espectrais se deslocam para a região vermelha do espectro (redshift) observado. Esta variação no comprimento de onda se relaciona com a velocidade radial pela relação

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v_r}{c}$$

Assim, podemos obter a velocidade com que um objeto se afasta ou se aproxima do observador, ou seja, ele fornece sua velocidade radial (v_r).

Questão 11: O que é o efeito fotoelétrico? Cite uma aplicação dele.

O efeito fotoelétrico ocorre quando há a emissão de elétrons por um material, quando este é iluminado por radiação com frequência suficiente para ionizá-lo. Através deste efeito, hoje

podemos usar os CCDs para fotografar o céu nas observações astronômicas e também nas nossas câmeras digitais e celulares.

Questão 12: Ordene crescentemente os seguintes tipos de luz, de acordo com sua frequência: microondas, rádio, Luz Visível, raios gama, raios-X, ultravioleta, infravermelho,

rádio > microondas > infravermelho > luz visível > ultravioleta > raios-X > raios gama

Questão 13: Por que as estrelas possuem cores diferentes?

Porque as estrelas possuem temperaturas diferentes em suas superfícies (fotosfera). Estrelas mais frias são vermelhas enquanto as estrelas mais quentes são azuis.

Questão 14: Forneça uma evidência do comportamento da luz como onda e uma evidência do seu comportamento como partícula.

A luz se comporta como onda e isso pode ser verificado através de sua difração e refração quando atravessa um prisma. Ela também carrega momento e, portanto, um radiômetro pode mostrar sua natureza como partícula, pois suas hélices são impulsionadas pela radiação.

Questão 15: Newton descreveu a gravidade como uma força atrativa entre dois corpos no espaço. Qual foi a nova visão da Gravidade proposta pela relatividade?

A nova visão da relatividade interpreta a gravidade como deformações no espaço-tempo devido à ação da massa contida nos corpos.

Questão 16: Cite um tipo de radiação que é barrada pela atmosfera da Terra e só pode ser observada do espaço.

Raios gama e raios-X.

Questão 17: Cite quais são as três leis fundamentais da espectroscopia (também conhecidas como leis de *Kirchhoff*). Dê um exemplo de onde podemos observar cada uma delas.

As três leis são:

1) Um corpo opaco quente, sólido, líquido ou gasoso (muito denso), emite um espectro de luz contínuo.

Exemplo: lâmpada de incandescente (ou lâmpada de filamento de Tungstênio)

2) Um gás pouco denso produz um espectro de linhas de emissão. O número e a posição destas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás. Cada elemento químico (e substância) possui uma única assinatura espectral.

Exemplo: lâmpadas fluorescentes.

3) Se uma fonte de luz contínua estiver atrás de um gás à temperatura mais baixa, o gás frio causa a presença de linhas escuras (linhas de absorção). Assim como no espectro em emissão, o número e a posição destas linhas depende dos elementos químicos presentes no gás.

Exemplo: Estrelas.

Questão 18: Quando falamos em luminosidade, brilho e magnitude das estrelas, estamos falando da mesma coisa? Se não, qual a diferença conceitual entre estas grandezas físicas?

Luminosidade (L) ou Potência (P) é a quantidade total de **energia emitida** por um corpo por unidade de tempo, expressos em unidades de Watts ou Joule/segundo (J/s); **Não depende da distância.**

Brilho é o **Fluxo recebido (F)** de uma estrela, e portanto, uma grandeza **observada e medida**. É a quantidade total de energia (luz), em todos os comprimentos de onda, por unidade de tempo e por unidade de superfície (área) da fonte, expressa em unidades de ergs $s^{-1}cm^2$. **É uma grandeza que depende da distância.**

Magnitude é o número que quantifica o brilho. Expresso em escala logarítmica. **Ela diminui à medida que o brilho aumenta.**

Questão 19: Quanto varia o fluxo de luz que recebemos de uma estrela se sua distância fosse duas vezes maior? E quanto seria esse fluxo se a distância fosse cinco vezes maior?

O Fluxo é uma grandeza inversamente proporcional ao quadrado da distância ($F \sim 1/d^2$), logo, no primeiro caso, $F_1 \sim 1/2^2$ o fluxo seria 4x menor e no segundo $F_2 \sim 1/5^2$, caso 25x menor.

Questão 20: Qual é o limite de magnitude de um astro para ser observado a olho nu?

O limite de magnitude para que um astro seja visto no céu é da ordem de 6 magnitudes.

Questão 21: Uma estrela A tem magnitude aparente de 1.8, enquanto a estrela B tem magnitude a aparente de 2.1. Qual delas é mais brilhante no céu?

A escala de magnitude é invertida (e logarítmica!), portanto, quanto maior o valor da magnitude, menor será o brilho observado. Então a estrela de magnitude = 1.8 é mais brilhante.

Parte 3 - Telescópios e Detectores

Questão 22: Os telescópios podem ser construídos com lentes ou com espelhos, como se chamam estes telescópios? Qual deles é mais usado na astronomia moderna? Por que?

Os telescópios que usam lentes são chamados de refratores, já os telescópios que possuem espelhos são chamados de refletores. Na astronomia moderna, quase todos os telescópios são refletores, porque custa mais barato construir grandes espelhos do que grandes lentes. Além disso, o espelho é melhor que as lentes pois não produz aberração cromática da luz.

Questão 23: Qual é o aumento de um telescópio cuja lente objetiva tenha 3000 mm de distância focal e a lente ocular tenha 5 mm de distância focal?

O aumento pode ser calculado fazendo a divisão da distância focal da objetiva 3000 mm pela distância focal da ocular 5 mm: $3000/5$, resultando em 600x de aumento.

Questão 24: Por que usamos telescópios com óptica ativa e óptica adaptativa?

Vimos em aula que quanto maior o telescópio maior a captação de radiação. Assim, espelhos maiores, portanto mais pesados, acabam deformando o seu próprio formato, gerando também problemas de estabilidade que afetam a qualidade da imagem. A forma de garantir a precisão óptica usamos uma técnica conhecida como óptica ativa, que ao associar espelhos primários flexíveis com os chamados atuadores mecânicos (pistões) ajustam a forma do espelho preservando a qualidade da imagem durante as observações.

Um detalhe relevante nestas correções é que esta técnica não corrige os efeitos da turbulência da atmosfera, correção essa que é feita separadamente por um outro sistema, o de óptica adaptativa. Neste caso, usando um laser de sódio muito potente podemos criar uma estrela artificial no céu, e assim medir os efeitos da turbulência atmosférica de modo que o espelho deformável o possa corrigir. A óptica adaptativa é geralmente aplicada no espelho secundário do telescópio, onde os atuadores mecânicos simulam a turbulência da atmosfera vibrando o espelho para acompanhar a turbulência vista na estrela artificial, garantindo assim a qualidade da imagem.

Questão 25: Mesmo que a próxima geração de telescópios tenha uma qualidade melhor que a do telescópio espacial Hubble, por que ainda temos interesse e necessidade de mandar telescópios ao espaço? Cite ao menos um telescópio espacial (além do Hubble) e descreva ao menos uma de suas finalidades de estudo.

Porque existem muitos tipos de luz que são barrados pela atmosfera da Terra e só são vistos do espaço. Um exemplo de um telescópio espacial além do Hubble é o Observatório de Raios-X Chandra, desenvolvido para buscar informações de regiões muito quentes do Universo, tais como: supernovas, aglomerados de galáxias e matéria ao redor de buracos negros.

Questão 26: Qual(is) estudo(s) são feitos com os radiotelescópios?

Radiotelescópios são comumente usados para observar emissões de luz em moléculas de gás interestelar, como Hidrogênio por exemplo. A linha de 21cm do H é útil na avaliação da distribuição de gás. No caso da Via-láctea, é esta linha de 21 cm que é utilizada para traçar os braços da Galáxia. Em objetos extragalácticos pode-se estudar a emissão rádio de radiogaláxias, na região central, e na região extensa (lobos), além dos jatos.

Questão 27: Por que temos o interesse de construir telescópios cada vez maiores?

Porque quanto maior o telescópio, maior será sua área coletora de luz de objetos mais fracos, ganhando nitidez e resolução, permitindo estudar fenômenos astrofísicos de difícil acesso como o caso de núcleo de galáxias, além de melhorar a qualidade das observações já feitas.

Questão 28: Cite três condições necessárias que um local deve possuir para que nele sejam colocados telescópios de pesquisa modernos. Cite também um local que satisfaça essas condições no Hemisfério Sul e no Hemisfério Norte.

O local deve ser seco, alto e afastado de grandes centros urbanos. Deve ser seco para evitar que a umidade condense e afete o desempenho do telescópio, deve ser alto para evitar a camada de inversão térmica, que provoca turbulência e afeta a qualidade da imagem, e deve estar afastado de centros urbanos para evitar a poluição luminosa que afeta também a qualidade das observações. Os melhores sítios no mundo para instalar telescópios no Hemisfério Sul são os Andes Chilenos e no Hemisfério Norte se localizam no Havaí.

Questão 29: Determine a resolução do olho humano cuja pupila mede 0,1 cm e compare com a resolução do telescópio Keck, cujo diâmetro é de 10 metros.

Adotando o comprimento de onda no visível $\lambda = 5,5 \times 10^{-5}$ cm, a resolução é dada por:

Θ (rad) = $1,22 \lambda / D$ (em radianos) ou em segundos de arco ("): Θ (") = $250.000 \lambda / D$, onde D é o diâmetro do telescópio ou pupila.

Para o olho humano \rightarrow resolução, Θ (") = $250.000 \lambda / D_{\text{pupila}}$
 $= 250.000 (5,5 \times 10^{-5} \text{ (cm)}) / 0,1 \text{ cm}$
 $= 138 \text{ " (segundos de arco) ou } 2,3' \text{ (minutos de arco)}$

Para o telescópio Keck \rightarrow resolução, Θ (") = $250.000 \lambda / D_{\text{telescópio}}$
 $= 250.000 (5,5 \times 10^{-5} \text{ (cm)}) / 1000 \text{ cm}$
 $= 250 (5,5 \times 10^{-5}) \sim 0,01 \text{ "}$

Portanto, a resolução do Keck é $\sim 13.800x$ melhor que a do olho humano.

Questão 30: Quais as vantagens em se utilizar um telescópio refletor ao invés de um refrator?

Refletores são mais baratos para construir, não necessitam de enormes contrapesos para sustentá-los e não produzem aberração cromática da luz, ou seja, que diferentes cores tenham focos em diferentes posições ao longo do eixo óptico, provocando a aberração.

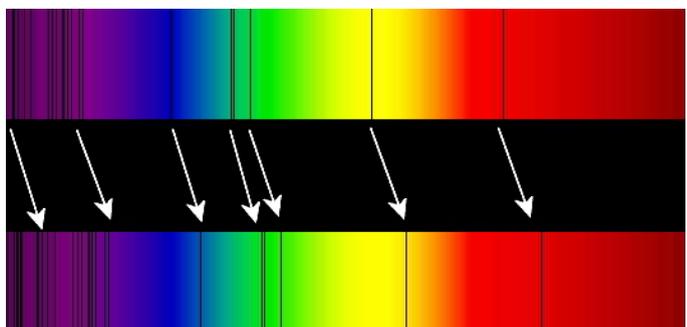
Questão 31: Qual o “poder de ganho – G”, ou sensibilidade, de um telescópio com objetiva de 15 cm comparado com um telescópio de 23 cm?

Segundo as notas de aula, o poder de ganho $G \sim D^2$, assim $G_1 = 23^2 = 529$ e $G_2 = 15^2 = 225$. Portanto, o ganho do telescópio cuja objetiva é 23 cm é $529/225 \sim 2.3$ x maior que o ganho do telescópio de 15 cm.

Exercício especial

Questão 32: Vimos que quando uma fonte está em movimento, é possível obter um espectro desta fonte e compará-lo com o espectro em repouso, ou de laboratório, a partir de catálogos de “bibliotecas”. Esta comparação permite verificar os comprimentos de onda e é possível então calcular a velocidade de afastamento ou aproximação da fonte. Na figura abaixo é possível comparar os espectros acima mencionados. Calcule a velocidade radial da estrela em questão usando a linha espectral de repouso (ou laboratório) $\lambda_0 = 6.563 \times 10^{-7} \text{ m}$.

Espectro de Laboratório $\lambda_0 = 6.563 \times 10^{-7} \text{ m} \rightarrow$



Espectro Observado $\lambda = 6.565 \times 10^{-7} \text{ m} \rightarrow$

Solução: $\lambda - \lambda_0 / \lambda_0 = V_r / c \rightarrow 6.565 \times 10^{-7} \text{ m} - 6.563 \times 10^{-7} \text{ m} / 6.565 \times 10^{-7} \text{ m} = 91 \text{ Km/s}$