

# AGA 210 – Introdução à Astronomia

## Lista de Exercícios 02 - Gabarito

### Telescópios e Detectores

**Questão 1:** Os telescópios podem ser construídos com lentes ou com espelhos, como se chamam estes telescópios? Qual deles é mais usado na astronomia moderna? Por quê?

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 2:** 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 3:** 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 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 4:** 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 5:** 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 21 cm 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

## AGA 210 – Introdução à Astronomia

Galáxia. Em objetos extragalácticos pode-se estudar a emissão rádio de radiogaláxias, na região central, e na região extensa (lobos), além dos jatos.

**Questão 6:** 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 7:** 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 8:** Determine a resolução do olho humano cuja pupila mede 0,1 cm e compare com a resolução do telescópio Gemini, cujo diâmetro é de 8 metros.

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

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

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

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

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

**Questão 9:** 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.

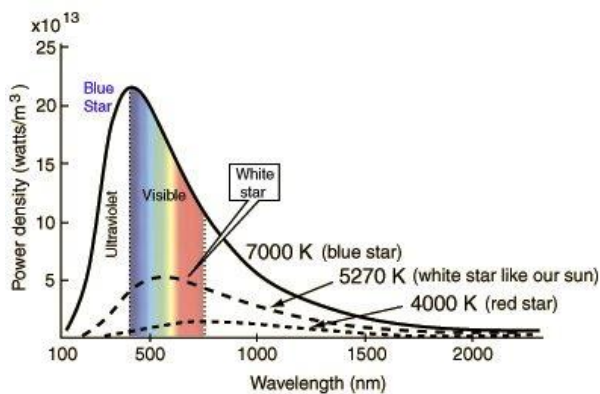
**Questão 10:** Qual o "poder de ganho – G", ou sensibilidade, de um telescópio com objetiva de 15 cm comparado com um telescópio de 23 cm?

## AGA 210 – Introdução à Astronomia

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.

### Estrelas: propriedades fundamentais e evolução

**Questão 11-** Calcule a luminosidade do Sol ( $L$ ), a potencia ( $P$  – energia total emitida por área e por segundo), sabendo que o comportamento do espectro contínuo observado do Sol se encontra na figura abaixo e que o raio do Sol  $R=7 \times 10^5$  km.



#### Solução

-- Pede-se :  $L$  ou  $P = ?$

-- Dados:  $R_{\text{sol}} = 7 \times 10^5$  Km;  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$  (w / m² K⁴)

-- Teoria:  $F = L / 4\pi d^2$  (eq.1) ou  $F = \sigma T^4$  (eq.2)

Substituindo (2) em (1)  $\rightarrow L = (\sigma T^4) \times (4\pi d^2)$  eq.(3)

Do gráfico acima temos que estrelas do tipo do Sol têm  $T = 5270$  K

Substituindo os valores dados em eq.3, temos:  $L = 8,34 \times 10^{26}$  W

**Questão 12** - Duas estrelas A e B tem luminosidades 6,4 e 0,4  $L_{\text{solar}}$ , respectivamente. Se ambas tem a mesma magnitude aparente, qual é a relação entre suas distancias?

$$L_A = 6,4 ; L_B = 0,4$$

$$\text{Como } m = -2,5 \log L, \text{ e temos que } m_A = m_B \rightarrow \text{deduz-se que } L_A / d_A^2 = L_B / d_B^2 \rightarrow L_A/L_B = (d_A/d_B)^2$$

$$\text{Então, } 6,4/0,4 = (d_A/d_B)^2 \rightarrow 4d_B = d_A$$

**Questão 13:** Sabendo que uma estrela possui módulo de distância igual a -31,57, responda:

a) Qual é a distância até ela em pc?

$$\text{Módulo de Distância: } m - M = 5 \log (d[\text{pc}]) - 5$$

## AGA 210 – Introdução à Astronomia

$$\frac{-31,57 + 5}{5} = \log(d[\text{pc}]) \rightarrow \log(d[\text{pc}]) = -5,314 \rightarrow d[\text{pc}] = 10^{-5,314} \approx 4,8 \times 10^{-6}$$

b) Qual é a distância até ela em U.A.?

Lembrando que  $1 \text{ pc} = 206265,806 \text{ UA}$  e que do resultado acima  
 $d[\text{pc}] = 4,8 \times 10^{-6} \rightarrow x$

Temos que  $x = d = 1 \text{ UA}$

c) Que estrela seria essa?

O Sol

**Questão 14:** O que é um diagrama HR? Qual sua importância? Que informações precisamos ter para construir um? Como podem ser estimados os observáveis necessários para a construção do D-HR? Quais os principais grupos de estrelas que podemos claramente observar nesta diagrama?

O D-HR é um gráfico que correlaciona grandezas físicas como Luminosidade (L) ou Magnitude Absoluta (M) com temperatura (T), Índice de cor (IC), Cor e Tipo Espectral (TE).

Representa uma das maiores sínteses da astrofísica, já que é possível traçar os “caminhos” evolutivos que as estrelas realizam.

Os observáveis necessários para construção do D-HR (L ou M, T, IC, Cor e TE)

Podemos identificar quatro grandes grupos: Sequencia Principal (onde se encontra a maior parte das estrelas ~80%); Gigantes Vermelhas; Supergigantes Vermelhas e Anãs Brancas.

**Questão 15:** Como podemos obter a massa de uma estrela através de observações diretas e indiretas? Explique

**I- Via Direta só através de Sistemas Binários**, onde podemos obter a massa individual através de duas etapas:

**1a etapa - aplicando a 3a Lei de Kepler**

$$m_1 + m_2 = \frac{(a)^3}{P^2}$$

**2a etapa - Utilizando a SOMA DAS MASSAS**

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

que para tanto, precisamos ter informação dos observáveis **a e p**

**II- Via indireta através da Relação M/L**

## AGA 210 – Introdução à Astronomia

**Questão 16:** Qual é a fase evolutiva mais duradoura de uma estrela? Como é chamada a região do diagrama HR (D-HR) onde essas estrelas se encontram?

A fase em que se encontra na SP, onde está sendo realizada a queima do H em He. **85% das estrelas encontram-se nesta fase**

**Questão 17:** Uma estrela de magnitude 2 é 3 magnitudes mais brilhante que uma estrela de magnitude 5. Quantas vezes ela é mais brilhante do que uma estrela de 5ª magnitude.

**Solução:**

Dados: Temos que  $m_2 = 3 \times m_5$  e sabemos que 1 magnitude corresponde a uma razão de brilho de 2,5. Então,

$$m_2 = 2,5 m_3$$

$$m_3 = 2,5 m_4 \text{ e}$$

$$m_4 = 2,5 m_5$$

Substituindo  $m_4$  em  $m_3$  e  $m_3$  em  $m_2$ , teremos:

$$m_2 = (2,5) \times 2,5 m_4 \text{ ou seja,}$$

$$m_2 = 2,5 \times 2,5 \times 2,5 m_5 = (2,5)^3 m_5 = 16,25 .$$

A estrela  $m_2$  é **16,25** vezes mais brilhante que uma de 5ª magnitude ( $m_5$ )

**Questão 18:** O objeto mais fraco que podemos observar atualmente tem magnitude  $m = 31$ . Este objeto é 25 magnitudes mais fraco que a estrela mais fraca observada a olho nú. Qual o fator de brilho em relação a esta estrela mais fraca visível a olho nú?

**Solução:**

Dados: Objeto mais fraco observado:  $m_f = 31$

Objeto mais fraco observado a olho nú:  $m_o = 6$

$$\text{Diferença } m_f - m_o = 25$$

Então,  $m_f = (2,5)^{25} = 8,8 \times 10^9$  ou seja, da ordem de 9 bilhões de vezes mais fraco que o objeto observado a olho nú.

**Questão 19:** Uma estrela tem magnitude aparente  $m = 12$  e está a uma distância  $d = 1000$  pc. Qual sua magnitude absoluta?

**Solução:**

Dados:  $m = 12$  e  $d = 1000$  [pc]

Pela equação do Módulo de Distância  $\rightarrow m - M = 5 \log (d[\text{pc}]) - 5$

$$\text{então } M = m - 5 \log (d[\text{pc}]) + 5 = -15 + 17 \rightarrow \mathbf{M = 2}$$

**Questão 20:** O tempo de vida de uma estrela que se localiza na porção superior da SP no diagrama HR que possui uma massa  $M = 20 M_{\text{sol}}$  e luminosidade  $L = 10.000 L_{\text{sol}}$  vai viver quanto tempo? E no caso de uma

## AGA 210 – Introdução à Astronomia

estrela que tem  $M = 0,1 M_{\text{Sol}}$  e  $L = 0,001 L_{\text{Sol}}$ ?

$$\text{Solução 1: } T_v = M(M_{\text{Sol}}) / L(L_{\text{Solar}}) \times T_{v\text{Sol}} = (20/10.000) \times (1 \times 10^{10}) = 2 \times 10^7 \text{ anos}$$

$$\text{Solução 2: } T_v = M(M_{\text{Sol}}) / L(L_{\text{Solar}}) \times T_{v\text{Sol}} = (0,1/0,001) \times (1 \times 10^{10}) = 10^{12} \text{ anos}$$

**Questão 21:** Um gás perfeito pode ser descrito pela equação de estado  $PV = n k T$ , onde  $P$  é a pressão,  $V$  = volume,  $n$  = densidade de partículas,  $T$  = temperatura e  $k$  = constante de Boltzman =  $1,38 \times 10^{-23}$  Joule/Kelvin. Assim, se este gás estiver sujeito a um aumento da temperatura, a pressão também será afetada. Entretanto, existe uma situação no interior de estrelas onde o gás se transformou em plasma e este mecanismo não é respeitado, ou seja, um aumento de temperatura não implicará em uma diminuição da pressão. Que tipo de gás seria este? Explique.

Quando ocorre a exaustão do H no centro da estrela a pressão de radiação deixa de existir, pois não há a queima do H. A estrela então deixa o estado de equilíbrio entre a  $F_g$  e  $F_{p(\text{gás})}$  e entra em colapso, aumentando muito a temperatura e, conseqüentemente, a densidade ( $d=10^7 \text{ g/cm}^3$ ). Nestas condições físicas limites, a matéria se encontra em um estado que não satisfaz mais as leis clássicas da física e, portanto o gás não será mais descrito pela equação citada acima.

Este gás a altas temperaturas e altas densidades se compõem essencialmente de elétrons livres que estão no estado DEGENERADO. Trata-se, portanto, de um gás onde o aumento da  $T$  não provoca uma diminuição da  $P$ , que se ocorresse, deveria causar uma expansão da estrela e conseqüente resfriamento. (ver Roteiro 13, slide 76)

**Questão 22:** Vimos durante as aulas de evolução estelar que quando a estrela está em equilíbrio isto significa que a força da gravidade é contrabalançada por outra força. No caso das estrelas da SP esta força é a pressão do gás alimentada pela pressão de radiação gerada na fusão do H. No caso de estrelas de nêutrons e anãs brancas, qual é a força que equilibra estas estrelas?

No caso de anãs brancas, pela pressão de degenerescência de elétrons. No caso de estrelas de nêutrons, e pressão de degenerescência de nêutrons.

**Questão 23:** Explique como podemos determinar a temperatura superficial de uma estrela?

Medindo-se a intensidade da luz em 2 filtros (B e V, por ex. ) e então ajustar uma curva de corpo negro.

**Questão 24:** Sabendo que cientistas usam a magnitude aparente ( $m$ ) e a distância de estrelas para estimar a magnitude absoluta ( $M$ ), utilizando a Lei do Quadrado Inverso para estimar qual a magnitude que uma estrela teria se estivesse a uma distância de 10pc, determine:

a) A magnitude absoluta de uma estrela que tem  $m=12$  e está a uma distância  $d = 1000\text{pc}$   
(já feito no exercício 19)

b) A magnitude absoluta de uma estrela  $M=9$  e é 4 magnitudes menos luminosa do que uma estrela com magnitude 5. Qual a luminosidade desta estrela?

4 magnitudes menos que  $M=9$  --> é  $M=5$

## AGA 210 – Introdução à Astronomia

então  $(2,5)^4 \sim 38$  vezes menos luminosa que uma estrela de  $M=5$

Uma estrela com  $M=5$  tem luminosidade igual a do Sol, ou seja,  $L_{\text{Sol}} = 25 \times 10^{26} \text{ W}$ .

Portanto,  $L(M=5) = 4 \times 10^{26} \text{ W} / 38 = 1,52 \times 10^{28} \text{ W}$

**Questão 25:** Explique como a explosão de uma Supernova pode engatilhar a formação de novas estrelas.

A onda de choque produzida na explosão comprime o gás do MIS que gera condições físicas (T, P), que vão engatilhar o colapso do gás, para formação de novas estrelas.

**Questão 26:** Se buracos negros não podem emitir luz, qual a estratégia usada para tentar detectá-los?

Sabemos que em um Sistema Binário, onde existe um buraco negro, é possível observar somente uma das estrelas. Nos dados de observações espectroscópicas desta estrela percebemos a “dança” de linhas espectrais indicando a presença de outro astro, tendo a presença de um BN, o disco de acreção vai emitir em R-X. Se emitir nesta frequência podemos deduzir a presença do BN. Buracos negros isolados, não podem ser detectados.

**Questão 27:** Quais os estágios finais de estrelas de baixa e alta massa que evoluem individualmente e qual a razão de terem finais de vida diferentes. Explique qual o produto final de evolução em cada caso mencionado.

Ver Aula 13 (slide 46) -> estágios finais de estrelas de baixa massa evoluem essencialmente por 6 fases: Gigante Vermelha, Ramo Assintótico das Gigantes, seguido das Nebulosas Planetárias e Anãs Brancas.

Ver aula 14 (slides 51 e 52) -> estágios finais de estrelas de alta massa evoluem essencialmente para Supergigantes Vermelhas, Supernovas tipo II, Estrelas de Nêutrons ou Buracos Negros.

A razão de terem evolução diferente se deve ao fato de que as estrelas mais massivas conseguem produzir elementos químicos mais pesados do que o Carbono, já que as Reações Termonucleares (ou queima, ou fusão) conseguem ser realizadas devido a altas temperaturas atingidas no centro, justamente devido a força gravitacional provocada pelas mais massivas. Mais massivas, “maior” força gravitacional, maior temperatura, fusão de elementos mais pesados. (ver no caso de Sistemas Binários....)

**Questão 28:** Explique: Porque os aglomerados de estrelas são úteis para se estudar os efeitos da evolução estelar em diferentes estágios de suas vidas?

Ver Aula 15

**Questão 29:** Quanto tempo levaria para uma nave espacial alcançar a estrela “Proxima Centauri” assumindo que a velocidade da nave espacial é de 1000Km/s e que a distância até a estrela é de 4,2 anos-luz? Expresse os resultados em anos siderais.

Sabemos que: velocidade  $V=d/t$  ; 1 ano-luz =  $9,46 \times 10^{12} \text{ Km}$

então a distancia,  $d = 4,2 \text{ ano-luz} = 4,2 \times 9,46 \times 10^{12} \text{ km} \rightarrow$  sendo a velocidade = 1000 km/s, teremos

## AGA 210 – Introdução à Astronomia

$$= \frac{4.2 \times 9.46 \times 10^{12}}{1000} = 39.732 \times 10^9 \text{ s}$$
$$= \frac{39.732 \times 10^9}{60 \times 60 \times 24 \times 365.25} = 1.2590 \times 10^3 \text{ y}$$

**Questão 30:** Calcule o número de átomos de He (x) que devem ser produzidos no Sol, por segundo, para que fornecer a energia ou luminosidade solar medida na Terra de  $L = 3,9 \times 10^{26}$  Joules/s.

$$x = \frac{3.9 \times 10^{26}}{31.709 \times 10^{-13}} = 0.1229 \times 10^{39} \text{ atoms of } {}^4_2\text{He}$$

$x = 1.229 \times 10^{38}$  atoms of  ${}^4_2\text{He}$  per second.

## Sistema Solar

**Questão 31:** Qual o planeta mais quente do sistema solar? Por que ele é tão quente?

O planeta mais quente do sistema Solar é Vênus. Sua temperatura é alta, pois o planeta possui uma atmosfera **muito densa** com um efeito estufa violento, tornando a superfície de Vênus mais quente que a de Mercúrio.

**Questão 32:** Qual movimento da Terra é usado para medir a paralaxe nas estrelas? Qual é a distância da Terra até a estrela mais próxima do Sol (conhecida como Proxima Centauri), cuja paralaxe é de 0.768 segundos de grau?

O movimento de translação da Terra é usado em dois momentos diferentes, com separação de 6 meses, para medir o ângulo de paralaxe ( $p$ ). A medida deste ângulo permite obter a distância, conforme a equação abaixo. Aliás, observar a paralaxe das estrelas é uma das evidências de que a Terra gira ao redor do Sol.

A distância (em pc) até Proxima Centauri é calculada pela equação  $d \text{ (pc)} = 1/p(\text{"})$ , portanto  $d = 1/0,768 \sim 1,3$  pc ou 4,25 al.

**Questão 33:** Qual o critério para separar um planeta clássico de um planeta anão?

O critério é que o astro precisa ser dominante em sua órbita para ser considerado planeta clássico, o que não ocorre para os planetas anões.

**Questão 34:** Ceres, Plutão, Eris, Haumea e Makemake estão entre os cinco planetas anões descobertos até o momento. O que eles têm em comum? Qual deles está mais perto da Terra?



## AGA 210 – Introdução à Astronomia

Todos os planetas anões compartilham seu espaço e órbita com grupos de objetos semelhantes na forma, dimensões e natureza: Plutão, Eris, Haumea e Makemake estão no cinturão de Kuiper e Ceres está no cinturão de asteroides entre Marte e Júpiter, portanto, é o mais próximo de nós.

**Questão 35:** No dia 28 de setembro de 2015, a Nasa anunciou a descoberta de que ainda há traços de água em estado líquido na superfície de Marte. Além disso, a superfície do planeta mostra que ele já teve muita água em estado líquido. Por que a água está sumindo da superfície de Marte? Qual a importância desta descoberta se de fato for confirmada?

A água está constantemente escapando de Marte já que não possui gravidade suficiente para manter o gás preso na fina atmosfera do planeta. Com o passar do tempo, a água por lá existente evapora e, uma vez na atmosfera de Marte, que é muito fina, se desprende do planeta.

A descoberta mais relevante é que existe ciclo hidrológico, já que esta água aparece em determinadas estações e está relacionada a variações de temperaturas. Este fato abre perspectivas para busca de pesquisa de vida microbiana, além da possibilidade de, na manipulação da água, obter-se combustível, oxigênio e preparar missões tripuladas, já que o elemento vital se encontra presente no planeta.

**Questão 36:** Todos os planetas gigantes do Sistema Solar possuem anéis, mas por que somente os de Saturno são nítidos aqui da Terra, além de grandes e estáveis?

Eles são os mais estáveis porque Saturno tem diversas pequenas luas que orbitam o planeta em uma região próxima aos anéis, desta maneira elas criam uma região de estabilidade gravitacional na qual a poeira e pequenos asteroides que ali passarem ficam aprisionados. Assim os anéis vão ficando cada vez mais densos e nítidos quando vistos da Terra ao longo de muitos anos.

**Questão 37:** Defina a partir da sequência de objetos abaixo, qual a natureza, localização na estrutura geral do Sistema Solar, além da identificação. No caso dos Cometas, qual seria sua origem?

- Planetas jovianos: planetas gasosos que se localizam na estrutura externa do Sistema Solar. São eles: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

- Planetas telúricos: também conhecidos como terrestres ou rochosos, se localizam na estrutura interna do Sistema Solar. São eles: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

- Planetas anões: são planetas com menores dimensões do que os planetas clássicos, que orbitam o Sol e com massa suficiente para promover o equilíbrio hidrostático entre a autogravidade e a rigidez do material. São eles: Ceres, Plutão, Eris, Haumea e Makemake.

- Satélites: corpos celestes que orbitam planetas clássicos e anões.

- Cometas: pequenos corpos com composição de gelo e poeira que devido a instabilidades gravitacionais do Sistema Solar se “despreendem” do cinturão de Kuiper ou da nuvem de Oort. Devido a sua composição (gelo), quando se aproximam do Sol vaporizam material devido a alta temperatura, gerando uma cauda sempre na direção oposta ao seu movimento.

## AGA 210 – Introdução à Astronomia

**Questão 38:** Existem várias luas no Sistema Solar que, mesmo sendo frias, são consideradas ativas sísmicamente. Cite ao menos duas delas e justifique a origem da atividade sísmica.

Podemos citar a lua Europa de Júpiter e Encélado de Saturno, ambas vítimas de enormes forças de maré oriundas de seus planetas, o que lhes causa rupturas na crosta e ejeção de material que se encontra abaixo da superfície.

**Questão 39:** O que são as regiões escuras na superfície da Lua conhecidas como Mares?

São regiões mais recentes do solo lunar, as quais foram formadas por um derramamento de basalto que preencheu as regiões mais baixas da superfície.

**Questão 40:** Por que a Terra, mesmo sendo maior, mais velha e mais massiva que a Lua, possui poucas crateras em sua superfície?

Porque na superfície da Terra temos a ação da erosão e do clima que modifica os ambientes. As bordas das crateras terrestres são constantemente alisadas por ações de ventos e chuvas, enquanto os sedimentos são carregados e preenchem as suas partes centrais. Ao longo de centenas de milhões de anos após uma colisão, o clima da Terra apaga completamente a cicatriz que o impacto de um asteroide um dia deixou no planeta.

**Questão 41:** O Sistema Solar pode ser descrito didaticamente de maneira estratificada, ou seja, em estrutura interna e externa, em função dos principais contrastes nas propriedades dos planetas gigantes e terrestres. Comente pelo menos 3 características ou propriedades que justificam esta estratificação na estrutura geral do Sistema Solar.

- Sistema Solar Interno: caracterizado pela presença de planetas rochosos relativamente pequenos e densos (3500-5500 kg/cm<sup>3</sup>) e praticamente desprovidos de satélites com rotação relativamente lenta. A composição química destes planetas é relativamente baixa em elementos leves e gases voláteis (H e He), e alta de elementos pesados, refratores, como o silício e ferro.

- Sistema Solar Externo: caracterizado pela presença de planetas gigantes gasosos, todos eles com a presença de anéis, pouco densos (700-1700 kg/cm<sup>3</sup>), com alta rotação e com uma enorme quantidade de satélites. A composição química destes planetas é relativamente alta de elementos leves e gases voláteis (H e He).

**Questão 42:** Explique por que existem planetas com e sem atmosfera e qual a origem dos campos magnéticos.

A manutenção da atmosfera de um planeta depende da temperatura e da velocidade de escape dos átomos que compõem a atmosfera. Altas temperaturas facilitam a dissociação e liberação de átomos da atmosfera do planeta, como o caso de mercúrio.

Campos magnéticos surgem devido ao atrito causado entre o caroço sólido central de ferro e/ou níquel, e o caroço líquido (magma) na região central dos planetas sob o efeito da rotação.

**Questão 43:** Explique por que as 4 Luas de Júpiter possuem propriedades tão contrastantes.

## AGA 210 – Introdução à Astronomia

Devido à proximidade das luas em relação ao planeta, elas sofrem diferentes influências do campo magnético e das forças de maré.

**Questão 44:** Que fenômeno físico poderia justificar a diferença entre os planetas gigantes, gasosos, e os terrestres rochosos?

A distância ao Sol influencia a **velocidade de escape do gás**, já que a temperatura é maior naqueles planetas que se encontram próximos ao Sol. Então, os planetas gasosos conseguem manter sua atmosfera, pois a temperatura é menor quando comparada a dos planetas terrestres.

**Questão 45:** A visão contemporânea do Sistema Solar inclui quais estruturas que não são contempladas no Cenário Clássico?

O cinturão de Kuiper e a nuvem de Oort.

**Questão 46:** A missão “*New Horizons*” que chegou recentemente em Plutão possui qual interesse científico? Qual a importância dos objetivos da missão?

O interesse é estudar sua atmosfera primitiva do planeta já que distante do Sol sofre pequena influência, mantendo suas condições iniciais de formação.

**Questão 47:** Que tipo de observação é necessária para analisar a constituição química da atmosfera dos planetas?

Observações espectroscópicas, que permitem através da identificação de padrões de linhas de absorção produzidas pelo gás presente na atmosfera do planeta, analisar quais os elementos químicos presentes na atmosfera além de poder avaliar também, pela intensidade da linha identificada, a quantidade ou proporção do elemento químico.

**Questão 48:** O que são as regiões HII e qual o mecanismo de formação destes objetos? Em qual lugar estas regiões podem ser encontradas na Galáxia?

Mecanismo de formação está associado ao processo de ionização do gás por uma estrela muito energética de tipos O ou B.

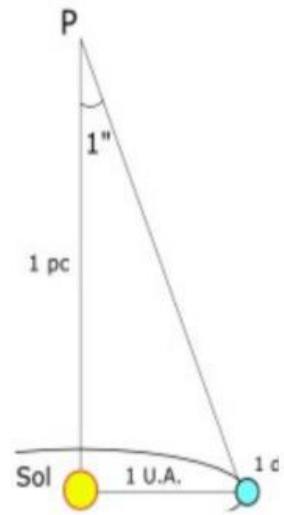
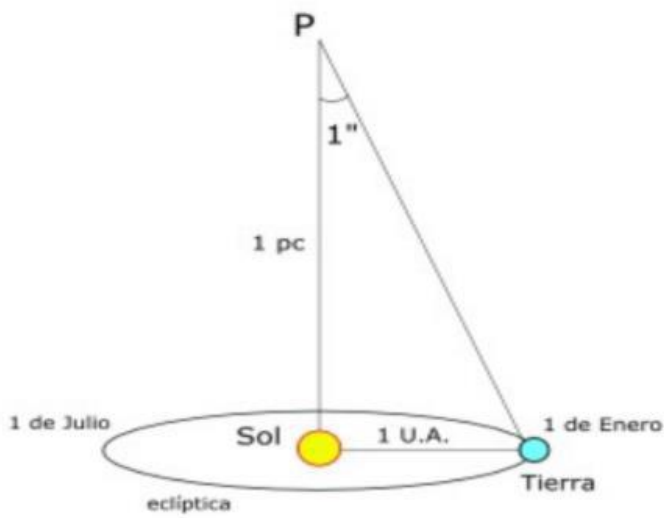
**Questão 49:** A partir de triangulação, podemos obter a distância de uma estrela tanto em Unidades Astronômicas (UA) quanto em parsecs [pc] a partir das seguintes equações:

$$d[UA] = \frac{1}{p}, \text{ onde } p \text{ está em radianos}$$

$$d[pc] = \frac{1[UA]}{p}, \text{ de } p \text{ está em segundos de arco (")}$$

Mostramos em aula que se a paralaxe medida for de 1", a distância (d), por definição será 1 pc (parsec = parallax second (paralaxe de um segundo) = 1pc). Estabeleça as correlações de 1 pc com UA e com AL.

## AGA 210 – Introdução à Astronomia



Lembrando que  $1'' = 4,848 \times 10^{-6}$  rad, e que  $d [pc] = \frac{1 [UA]}{p [seg.arco]}$ , temos:

$$1pc = \frac{1 UA}{4,848 \cdot 10^{-6}} = 206265 UA = 3,26 \text{ anos} - \text{luz}$$