

AGA 210 – Introdução à Astronomia

Lista de Exercícios 03

Via-Láctea, Outras Galáxias e Meio Ambiente

Questão 1: O que são estrelas de população I e população II? Qual a origem deste tipo de classificação? Cite os ambientes galácticos onde cada população é tipicamente encontrada.

A origem do nome está relacionada com a época de formação da Galáxia. As estrelas de população II foram formadas na primeira fase de colapso da nuvem protogaláctica. As de população I foram formadas em uma fase posterior, quando ocorreu a fase de formação do disco.

Questão 2: O que são as regiões HII e qual o mecanismo de formação destes objetos? Em qual lugar elas podem ser encontradas na Galáxia?

Mecanismo de formação esta associado ao processo de ionização do gás por uma estrela muito energética dos tipos O ou B. São encontradas no disco.

Questão 3: Onde ocorre a formação de estrelas nas galáxias atualmente?

No disco, onde ainda existe o gás a ser comprimido e gerar novas estrelas.

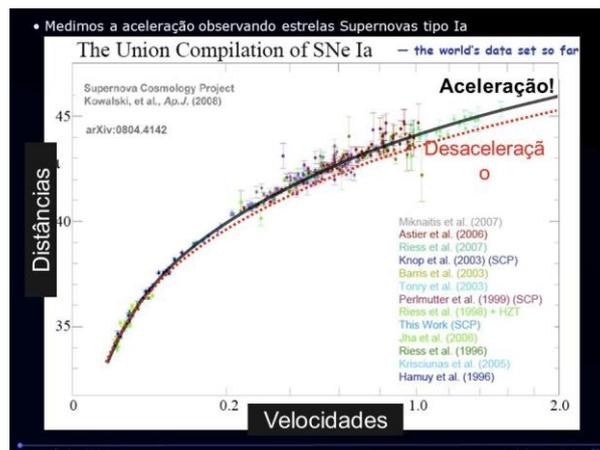
Questão 4: Quais as dificuldades existentes ao observar astros localizados atrás de regiões onde há poeira interestelar?

A dificuldade esta no fato de que a luz emitida por estes objetos será absorvida seletivamente (λ 's menores) pela poeira existente dificultando as observações no visível.

Questão 5: Qual a diferença estrutural entre as galáxias espirais Sa e Sc?

Sa's tem um bojo mais pronunciado e com braços espirais mais próximos desta componente. Sb's tem um bojo menor e os braços são mais desenvolvidos/dispersos.

Questão 6: O gráfico abaixo exhibe os resultados da distância de estrelas Cefeidas, e o uso de outras “velas padrão” para determinação de distância comparadas aos modelos de Universo acelerado e desacelerado. Qual a justificativa que aponta este gráfico e que indica que o Universo está em expansão acelerada?



AGA 210 – Introdução à Astronomia

Questão 7: A energia responsável pela luminosidade de galáxias ativas não é devido a processos térmicos (luz das estrelas + emissão do gás e poeira). No caso de um núcleo ativo de galáxias quem é responsável pela energia adicional quando se compara a emissão de galáxias comuns? E no caso de rádio galáxias- emissão extensa?

No núcleo de galáxias, onde se prevê a presença de um buraco negro, e a energia potencial gravitacional da matéria que se transforma em energia cinética (luminosidade) quando cai no disco de acreção, gerando o adicional de energia observada próximo ao buraco negro. Este é um processo muito mais eficiente do que as reações nucleares de transformação do H em He, conhecida nas reações termonucleares que ocorre nas estrelas. No caso da emissão extensa, esta é devido ao espiralamento de elétrons relativísticos na presença de um campo eletromagnético que gera radiação Síncrotron – responsável pela emissão de energia não térmica.

Questão 8: Explique sucintamente o método de H. Shapley (1885-1972) para a determinação da forma da Via Láctea. O que faltou Shapley considerar para que este método fornecesse a forma correta da Galáxia? Explique como essa consideração alteraria a concepção do formato da Galáxia.

Shapley, estudando a distribuição dos aglomerados globulares de estrelas, percebeu que os mesmos se encontravam distribuídos de maneira "esférica" em torno de um plano central. Com esta distribuição, ele utiliza como traçadores de distancia estrelas variáveis e determina a distancia do Sol ao centro da Via Láctea, além da forma da Via Láctea. No entanto, a precisão do seu resultado foi prejudicada por ele desconhecer a extinção estelar – ou seja, a absorção devido a poeira. Dessa forma, as estimativas da distancia eram maiores do que de fato são e por este motivo ele obtém um valor de tamanho para a Via Láctea maior do que sabemos hoje ter. A Galáxia é um pouco menor, da ordem de 30 kpc ao invés de 100 kpc, distancia determinada por ele.

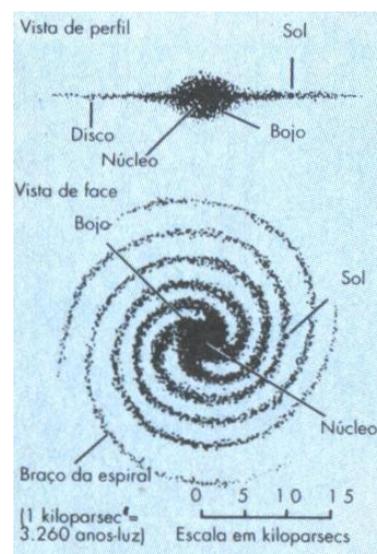
Questão 9: Quais seriam os comprimentos de onda mais adequados para se estudar a estrutura do disco da nossa galáxia? Justifique.

Devido a grande quantidade de poeira na linha de visada, os melhores comprimentos de onda para se estudar a estrutura dos braços são os maiores do que a dimensão dos grãos de poeira, já que, para que a radiação consiga atravessar as nuvens de poeira e gás os comprimentos de onda devem ser maiores que o tamanho dos átomos ou moléculas. Este é o caso do comprimento de onda das radiações de radio e Infravermelho.

Questão 10: Faça um esboço da nossa Galáxia, indicando as principais estruturas. Cite algumas características de cada estrutura.

A nossa Galáxia é uma espiral barrada do tipo (SBbc), ou seja, possui barra e seus braços são bastante desenrolados. Seus principais componentes são:

- **Bojo:** região central da Galáxia e contém o núcleo. É constituído por estrelas de população II, velha.
- **Disco:** É a componente mais luminosa, onde se encontra a maioria das estrelas de população I.



AGA 210 – Introdução à Astronomia

- **Halo:** É a região que envolve toda a Galáxia, mais massiva e menos luminosa. É constituída de estrelas de população II (em sua maioria, em aglomerados globulares).

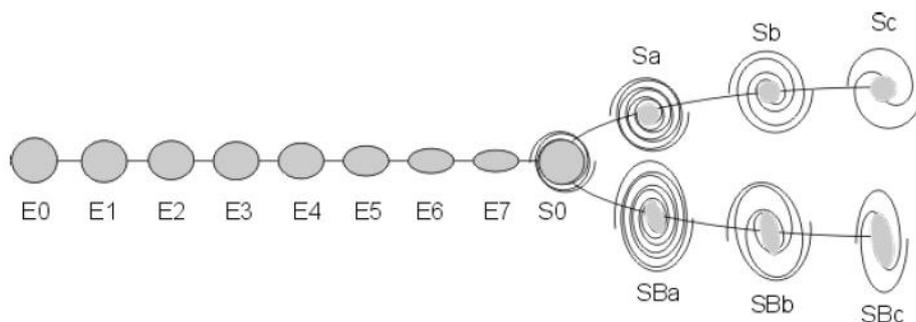
- **Braços:** estrutura formada no disco devido a ondas de densidade, geradas pela órbita das estrelas no disco.

- **Barra:** estrutura localizada no disco, anexa ao bojo, de onde se originam os braços.

Questão 11: No início do século passado houve um intenso debate quanto a natureza das “nebulosas espirais”. Enquanto alguns argumentavam que essas nebulosas faziam parte de nossa Galáxia, outros defendiam a ideia de elas se tratavam de “universos ilhas”. Como Edwin Hubble resolveu esta questão?

Ele identificou uma estrela variável do tipo Cefeida na “Nebulosa de Andrômeda” e utilizando a Relação Período-Luminosidade estima a distância de Andrômeda aplicando o seguinte raciocínio: obtém o período observado da Cefeida que ele identifica em Andrômeda, e obtém a magnitude absoluta via Relação PL. Mede a magnitude aparente e então aplica a conhecida fórmula do “Módulo de Distância” ($m-M = 5 \log d + 5$). A distância obtida por este método era muito grande, indicando que um objeto a esta distância não poderia pertencer a Via-Láctea, pois seria instável. A conclusão foi então que a “Nebulosa de Andrômeda” estava fora da Galáxia e que esta se encontrava muito além da Via Láctea, e portanto se tratava de uma galáxia.

Questão 12: Faça um esquema ilustrativo da classificação morfológica de galáxias feitas originalmente por Hubble. Cite algumas propriedades que variam ao longo da sequência de Hubble.



No Sistema de Classificação de Hubble estão representados os seguintes tipos de galáxias:

- **Elípticas:** são galáxias sem estruturas aparentes, com população estelar velha e pouco ou nenhum indicio de rotação. Possuem pouco gás e poeira, e praticamente não há formação estelar.

- **Espirais:** formadas por três grandes estruturas (bojo, halo, disco, e em alguns casos uma barra), apresenta população estelar jovem no disco, alta taxa de formação estelar e muito gás e poeira. Possui várias estruturas e uma rotação muito importante.

- **Lenticulares:** possuem um bojo enorme, disco desprovido de braços e sem nenhuma outra estrutura aparente. São vermelhas e não apresentam formação estelar, sendo facilmente confundidas com elípticas.

- **Irregulares:** são galáxias que foram incluídas posteriormente ao Sistema original. São objetos que não possuem forma bem definida e se posicionam na porção final do SCH.

Questão 13: O que são estrelas de população I? E as de população II? Cite algumas características destas

AGA 210 – Introdução à Astronomia

populações.

Estrelas de população I => são estrelas jovens, azuis e ricas em metais que se encontram tipicamente no disco de galáxias espirais.

Estrelas de população II => estrelas mais velhas, vermelhas e pobres em metais que se concentram principalmente no bojo e halo da Galáxia.

Questão 14: Discuta brevemente como pode ser explicada a presença de braços nas galáxias espirais

Os braços espirais são produzidos por ondas de densidade espirais, ou seja, por perturbações geradas como resultado de forças gravitacionais de cisalhamento de estrelas e gás em um disco em rotação. Quando o gás atravessa estas perturbações ele é comprimido, gerando novas estrelas nestes locais e tornando visível a forma espiral mapeada pelas estrelas que “acenderam”.

A perturbação, que viaja a uma velocidade diferente do material do disco, (estrelas, gás e poeira) continua a se propagar no disco e, por onde passa, se houver gás disponível, vai formar novas estrelas. Desta forma, os braços nunca são formados pelas mesmas estrelas. Não são produzidos pela rotação diferencial do material do disco, o que implicaria em braços materiais.

Cosmologia

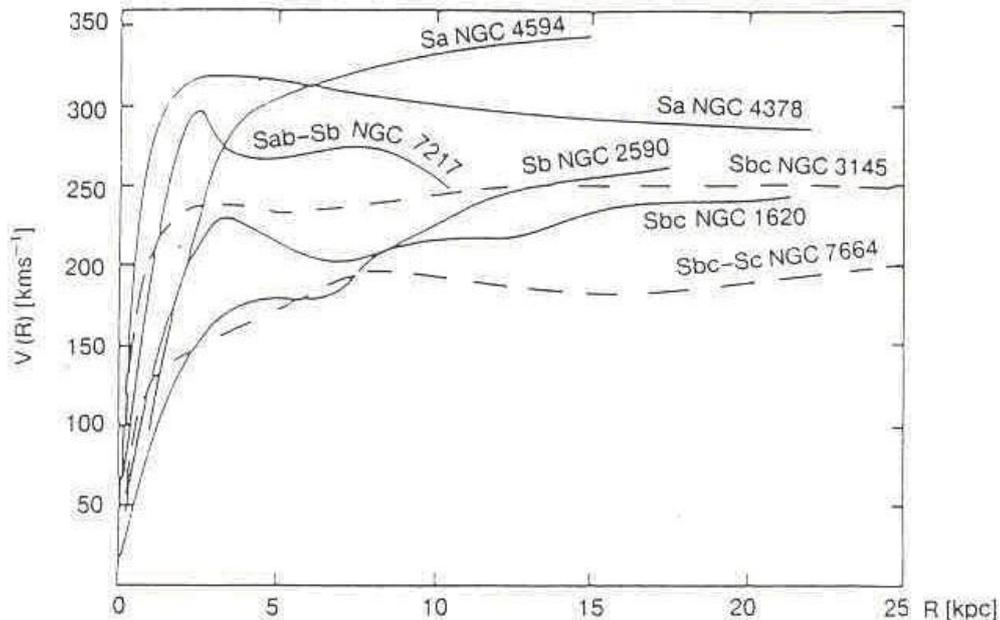
Questão 15: Que elementos existiam no universo primordial e como foram formados os demais elementos no universo?

No Universo primordial existia o Hidrogênio e Hélio, produzidos no nucleossíntese primordial. No interior de estrelas de baixa massa, como o Sol, foram formados elementos leves como o He e C. Os elementos do C até o Ferro foram formados dentro das estrelas de alta massa, com $M > 8$ massas solares. A produção destes elementos se dá devido às reações termonucleares ou nucleossíntese estelar. Os elementos mais pesados do que o Fe, que constam na tabela periódica, foram formados em eventos explosivos, como explosões de supernovas.

Questão 16: A figura abaixo representa diversas Curvas de Rotação de galáxias espirais. Que tipo de informação relevante sobre a constituição de matéria no Universo pode-se obter do comportamento destas curvas comparado com o previsto pela 3ª Lei de Kepler?

A diferença entre o comportamento observado e o previsto pela 3ª Lei de Kepler é de que, como a velocidade orbital é constante (ao invés de diminuir) a partir de um raio onde não se mede mais a velocidade das estrelas do bojo, a massa aumenta com a distância ao centro das galáxias, implicando em que a massa tem natureza invisível, ou seja, “Matéria Escura”.

AGA 210 – Introdução à Astronomia



Questão 17: O que é a radiação cósmica de fundo? O que ela representa?

A radiação cósmica de fundo é uma radiação eletromagnética que foi criada originalmente na fase inicial da expansão do Universo, em uma Era definida como Recombinação, e que hoje representa a radiação primordial isotrópica e remanescente do gás de fótons que participa da expansão do Universo. Se manifesta hoje como uma "impressão digital" ou vestígio residual ou ainda como a energia fóssil resultante da época em que o Universo era quente e denso, 380 mil anos após o evento do Big Bang.

Foi prevista teoricamente por 2 grupos de pesquisa, independentemente, com um valor de temperatura de 3K. Dados obtidos por vários satélites destinados a estas medidas como o COBE, o WMAP ou o Planck mostram que a temperatura ajustada a um corpo negro de 2,7K.

Questão 18: Explique o que é o Princípio Cosmológico.

O Princípio Cosmológico, princípio utilizado em todos os Modelos Cosmológicos, refere-se a hipótese de que o Universo é homogêneo e isotrópico.

Homogêneo significa que o Universo parece ser o mesmo para observadores **em todas as localizações** e que não existe localização especial ou privilegiada.

Isotrópico significa que para um observador em qualquer localização o Universo parece ser o mesmo **em todas as direções** e vai observar os mesmos padrões.

Questão 19: Que as evidências observacionais que nos leva a crer que o Big Bang ocorreu?

1a – A expansão do Universo.

2a – Paradoxo de Olbers ou do céu escuro

3a – Detecção da radiação cósmica de fundo de 2,7 K.

Questão 20: O modelo do Big-Bang permite prever 3 possíveis destinos referente a expansão, todos eles

AGA 210 – Introdução à Astronomia

previstos baseado no equilíbrio da energia total de um sistema. Quais são?

Ver Aula X, slide X

Questão 21: O que significa “singularidade”? Após este evento o Universo passou por várias Eras. Quais são e quais os eventos a elas associadas? Qual a grandeza física que muda durante a história de evolução do Universo e que é responsável pela caracterização das Eras?

Singularidade: é uma previsão matemática que resulta das equações da Relatividade Geral onde condições físicas extremas tais como densidade e temperatura seriam infinitas. O Universo teria se originado desta singularidade que seria responsável pelo início do espaço-tempo, que ocorreu a uns 13,7 bilhões de anos. Desde então o Universo estaria se expandindo, criando matéria, radiação e, o próprio espaço-tempo.

Eras: de Planck, dos Hadrons, dos Leptons, da Radiação, da Matéria e Desacoplamento. (ver Aula X, slide X e X).