



Exame para o curso de pós-graduação em Astrofísica Duração: 3h30

1. Uma bola de 1 kg em repouso é largada do topo de um edifício de 100 m de altura e cai sobre uma mola bem resistente situada no solo que a impulsiona de volta para cima. Considerando um caso ideal (ausência de atrito, e choque perfeitamente elástico com a mola) diga qual será a altura alcançada pela bola depois de impulsionada pela mola. Suponha agora que quem largou a bola ficou onde estava e que estamos num caso real, diga se essa pessoa vai recuperar a bola. Explique.
2. Um foguete vertical com propulsão à água de massa igual a 6 kg começa a vencer o seu peso quando a vazão é de 360 l/min. Estime a velocidade da água no propulsor.
3. Ao demonstrar algebricamente a conservação da energia mecânica de uma massa sob a ação de uma mola ($EM = kx^2/2 + mv^2/2$), um professor advertiu seus alunos de que essa é uma condição ideal e não real, pois na prática tal relação só vale aproximadamente. Você diria que esse professor está certo ou equivocado? Por quê?
4. Considere um espelho vertical cujo topo está no mesmo nível da iris do seu olho (observador vertical). Qual será o tamanho do espelho necessário para que você enxergue o seu pé?
5. Um elétron vindo do infinito em movimento retilíneo e uniforme a 8×10^6 m/s entra num campo magnético estático em módulo e direção. O valor do campo é de 0.025 T e o elétron experimenta uma força de 2.8×10^{-14} N.
 - a) Qual é o ângulo de entrada do elétron em relação ao campo magnético?
 - b) A que aceleração ele é submetido?

6. Frank Drake, um dos criadores do projeto SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence), afirmava que o grande radiotelescópio de Arecibo, em Porto Rico, "pode detectar um sinal que deposita, sobre toda a superfície da Terra, a potência de 1 piconWatt"

a) Qual é, de fato, a energia por unidade de tempo recebida pela antena de Arecibo devida a um sinal com essa potência? O diâmetro da antena é de 330 m.

b) O centro da nossa Galáxia está localizado a cerca de 22000 anos luz da Terra. Supondo que ali exista uma fonte intensa, qual deveria ser sua potência para produzir um sinal dessa intensidade? Considere a fonte irradiando uniformemente em todas as direções.

7. As equações de Maxwell podem ser escritas como

$$\begin{aligned}\nabla \cdot \vec{E} &= 4\pi\rho & \nabla \cdot \vec{B} &= 0 \\ \nabla \times \vec{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} & \nabla \times \vec{B} &= \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\end{aligned}$$

Como elas se modificariam se existisse o equivalente magnético à carga elétrica (chamado de monopolo magnético)?

8. A galáxia Andrômeda está no mesmo grupo local de galáxias da nossa Via Láctea. Quando ela é observada da Terra, as linhas de emissão observadas em um dos lados apresentam um deslocamento para frequências menores no espectro do hidrogênio (desvio para o vermelho) e no outro lado, essas linhas estão deslocadas para frequências maiores (desvio para o azul). Que conclusão se pode tirar sobre essa galáxia espiral?

9. Uma grande quantidade de informações sobre os objetos astrofísicos é obtida a partir da observação de linhas de absorção ou emissão presentes em seus espectros. Muitas dessas linhas são provenientes de transições entre níveis eletrônicos de átomos. A estrutura atômica é completamente explicada usando a Mecânica Quântica, porém um modelo semiclássico foi proposto por Niels Bohr em 1913. Esse modelo conseguiu reproduzir a expressão de Rydberg para as frequências observadas das linhas do Hidrogênio. No cenário desse modelo e utilizando constantes físicas fundamentais, responda:

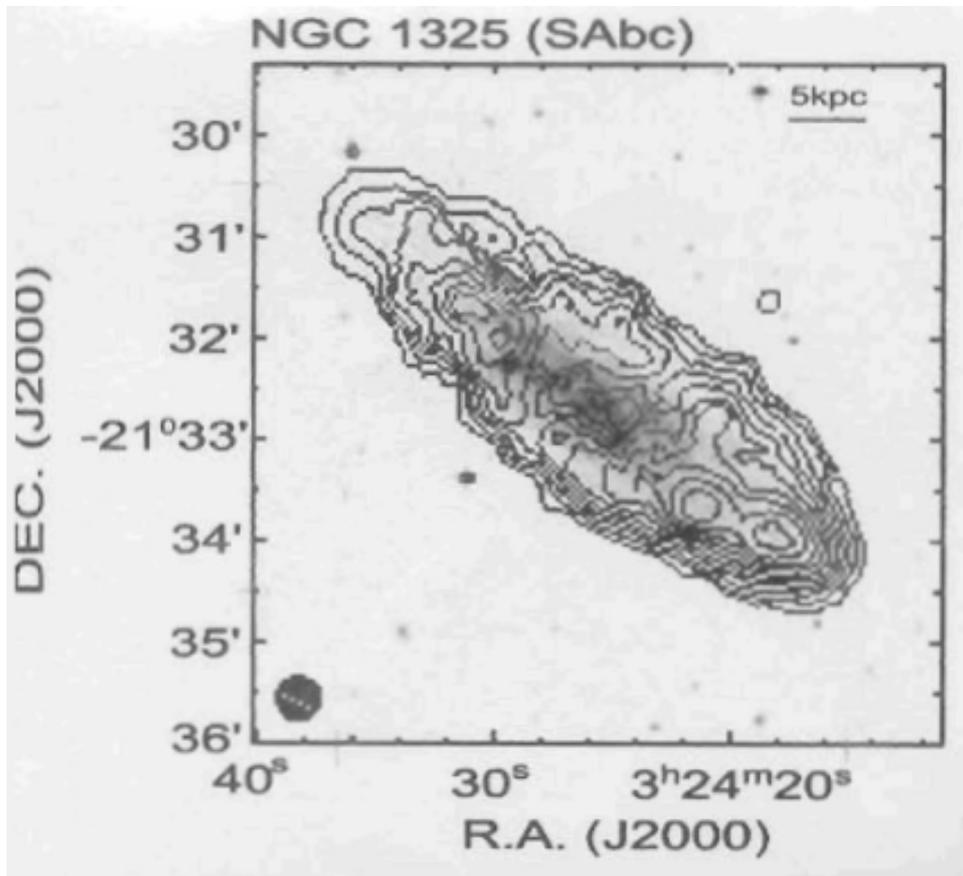
a) existe alguma restrição às órbitas dos elétrons em torno do núcleo?

- b) qual é o momento angular, L , das órbitas eletrônicas?
- c) calcule o raio dessas órbitas, r_n .
- d) como se explicam as linhas atômicas e as frequências observadas?
10. Determine a constante de Planck h a partir do fato de que o comprimento de onda mínimo produzido por elétrons de $40,0 \text{ keV}$ é $3,11 \times 10^{-11} \text{ m}$.

Questão EXTRA - A figura abaixo mostra a distribuição de hidrogênio no disco da galáxia espiral NGC1325 como um mapa de contorno. Os contornos estão superpostos a uma imagem óptica da mesma galáxia. Suponha que o disco de NGC 1325 é praticamente circular. Encontre:

- a) o diâmetro angular de NGC 1325
- b) estime o diâmetro linear de NGC 1325
- c) estime a distância de NGC 1325 da Terra.

Como o diâmetro angular de galáxias é muito pequeno para um observador na Terra, você pode aproximar a geometria do espaço-tempo para uma geometria Euclidiana.



Fatores de conversão e valores numéricos de constantes úteis:

$$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-12} \text{ erg}$$

$$c = 2,99 \times 10^{10} \text{ cm.s}^{-1}$$

$$k_B = 1,38 \times 10^{-16} \text{ erg / K}$$

$$h = 6,63 \times 10^{-27} \text{ erg.s}$$

$$\text{Massa da Terra} = 5,98 \times 10^{27} \text{ g}$$

$$\text{Raio da Terra} = 6370 \text{ km}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-8} \text{ dyn.cm}^2.\text{g}^{-2}$$

$$e = 4,803 \times 10^{-10} \text{ esu} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ Coulomb}$$

$$m_{\text{próton}} = 1,673 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$m_{\text{nêutron}} = 1,675 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$\text{Distância Terra-Sol} = 1,50 \times 10^{13} \text{ cm}$$

$$1 \text{ ano-luz} = 9,46 \times 10^{17} \text{ cm}$$