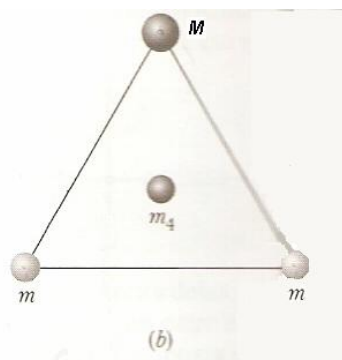
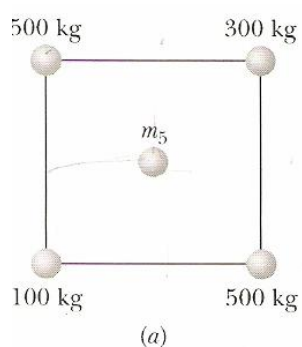


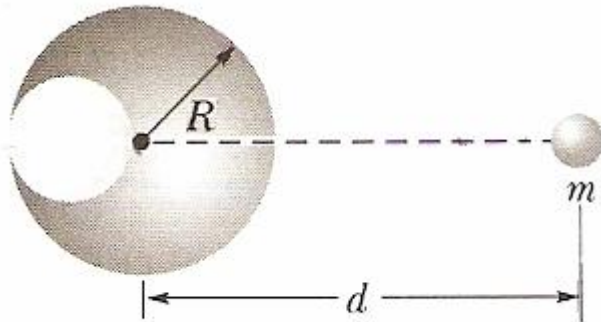
Lista 1 Gravitação - F 228 - 2S2012

1) a) Na figura *a* abaixo quatro esferas formam os vértices de um quadrado cujo lado tem 2,0 cm de comprimento. Qual é a intensidade, a direção e o sentido da força gravitacional resultante  $F_{G_r}$  que elas exercem sobre uma esfera central com massa  $m_5 = 250$  g?

b) Na figura *b*, duas esferas de massa  $m$  e uma terceira de massa  $M$  formam um triângulo eqüilátero; uma quarta esfera de massa  $m_4$  está no centro do triângulo. A força gravitacional resultante exercida pelas três esferas nos vértices do triângulo sobre a esfera central é nula. Quanto vale  $M$  em termos de  $m$ ?



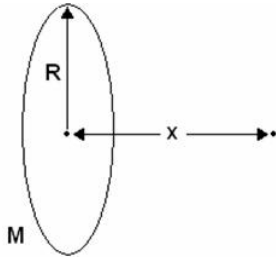
2) A figura abaixo mostra um furo esférico dentro de uma esfera de chumbo de raio  $R$ . A superfície do furo passa pelo centro da esfera e “toca” o lado esquerdo da esfera. A massa da esfera antes de se fazer o furo era  $M$ . Com que o módulo da força gravitacional  $F_G$  com que a esfera de chumbo com furo atrai uma pequena esfera de massa  $m$  localizada a uma distância  $d$  do centro da esfera de chumbo, na linha reta que liga os centros das esferas e do furo?



3) Vários planetas (Júpiter, Saturno, Urano) possuem anéis quase circulares à sua volta, talvez compostos por material que não conseguiu formar um satélite. Além disso, muitas galáxias contêm estruturas em forma de anel. Considere um anel homogêneo de massa  $M$  e raio  $R$ .

a) Qual a intensidade da força gravitacional  $F_G$  que ele exerce sobre uma partícula de massa  $m$  que está a uma distância  $X$  do seu centro, medida ao longo do seu eixo (veja a figura)?

b) Suponha que a partícula se movimenta a partir do repouso, sob a influência gravitacional do anel. Calcule a velocidade com que ela passa pelo centro do anel.



4) Uma prova espacial, lançada da Terra, deve ter a velocidade de 70 km/s quando estiver muito longe da Terra (infinito). Qual velocidade deve ter a prova na superfície da Terra? Despreze a resistência do ar.

5) Suponha que a Terra de repente parasse de girar em torno do Sol. A força gravitacional a atrairia diretamente para o Sol. Qual seria a velocidade da Terra quando colidisse com ele?

Suponha que o Sol, devido a sua massa imensamente maior, fique parado!

Dados: Distância entre os centros do Sol e da Terra:  $1,5 \times 10^{11}$  m;

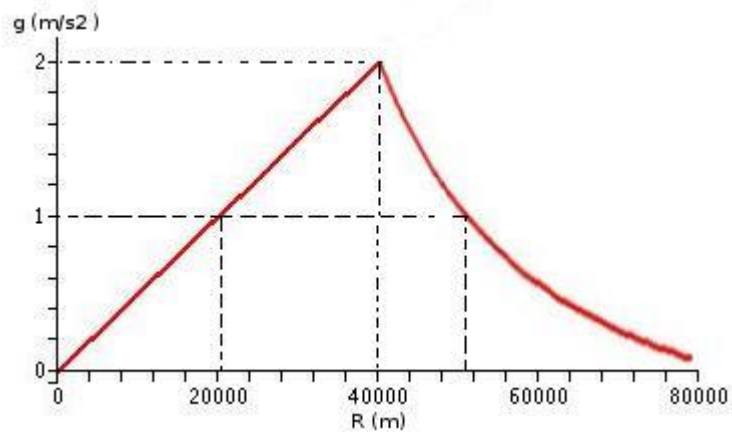
$$R_{\text{Terra}} = 6,37 \times 10^6 \text{ m};$$

$$R_{\text{Sol}} = 6,96 \times 10^8 \text{ m};$$

$$M_{\text{Terra}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg};$$

$$M_{\text{Sol}} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$$

- 6) O gráfico abaixo representa a aceleração de gravidade (em  $\text{m/s}^2$ ) em função da distância ao centro ( $R$  (m)) de um asteróide esférico cujo raio é de 40 km.
- (a) Calcule a velocidade de escape de um corpo neste asteróide?
- (b) Até que distância da superfície irá o corpo se ele deixar a superfície do asteróide com uma velocidade radial de 100 m/s?



7) Estrelas grandes podem explodir depois que terminam de queimar seu combustível nuclear, causando o aparecimento de uma *supernova*. A explosão detona as camadas externas da estrela. De acordo com a terceira lei de Newton, as forças que empurram para fora as camadas externas correspondem a *forças de reação* direcionadas para o centro da estrela. Essas forças comprimem o núcleo e podem fazer com que este entre em *colapso gravitacional*. As forças gravitacionais continuam atraindo toda a matéria cada vez mais comprimida, esmagando os átomos. Sob essas condições extremas, um próton e um elétron podem ser comprimidos juntos e formar um nêutron. Se o colapso for interrompido quando todos os nêutrons estiverem em contato entre si, o resultado é um objeto chamado de *estrela de nêutrons*, uma estrela inteira composta de matéria nuclear sólida. Muitas estrelas de nêutrons giram em torno de seu eixo com período de rotação da ordem de 1 s e, enquanto o fazem, emitem um pulso de onda eletromagnética a cada segundo. Essas estrelas foram descobertas na década de 1960 e são chamadas de *pulsares*.

a) Considere uma estrela de nêutrons com massa igual à do Sol, raio de 10 km e período de rotação de 1,0 s. Qual é o valor da velocidade de um ponto no equador da estrela?

b) Qual é o valor de  $g$  na superfície da estrela de nêutrons?

c) Uma massa estacionária de 1,0 kg tem peso, sobre a Terra, de 9,8 N. Qual seria seu peso sobre a estrela de nêutrons?

d) Quantas revoluções por minuto são efetuadas por um satélite em órbita a 1,0 km da superfície?

e) Qual é o raio de uma órbita geossíncrona em torno da estrela de nêutrons?

*Massa do Sol:*  $1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$

8) Três estrelas, cada uma com a massa do Sol, formam um triângulo equilátero com lados de  $10 \times 10^{12} m$ . (Este triângulo se encaixaria com precisão na órbita de Júpiter). O triângulo precisa girar, pois do contrário, as estrelas colidiriam no centro. Qual é o período de rotação? Expresse sua resposta em anos.



9) Suponha que em uma galáxia muito distante, há um sistema planetário que órbita em torno de uma estrela chamada Doldrums. Os raios orbitais médios e os períodos correspondentes dos planetas deste sistema estão na tabela abaixo:

Nome do Planeta	Raio da órbita ( $10^8 km$ )	Período (dias)
Kamino	21,40	111
Naboo	29,55	180
Coruscant	34,82	230
Endor	40,14	285

- Faça um gráfico com log do raio no eixo y contra o log do período no eixo x e mostre que se obtém uma reta.
- Meça o coeficiente angular da reta e compare-a com o valor esperado pela terceira lei de Kepler.
- Ache a massa da estrela Doldrums a partir da interseção desta reta com o eixo y.

- 10) Considere um projeto de lançamento onde satélites são lançados como projéteis. Seja  $G$  a constante gravitacional, e  $R_T$  e  $M_T$ , o raio e a massa da Terra, respectivamente.
- a) Ignorando a atmosfera e a rotação terrestres, deduza a velocidade com que um projétil deve ser lançado para atingir uma altitude máxima  $h$  medida a partir da superfície.
- b) Calcule a razão entre a velocidade de escape de um satélite lançado da Terra e a velocidade de escape do satélite lançado de um planeta cujo raio vale  $R_p = 4 R_T$  e cuja massa é  $M_p = 9 M_T$