



Gravitação

Lista: 02 - Aulas: 04 e 05

Assunto: FORÇA GRAVITACIONAL e CAMPO GRAVITACIONAL.

EXC019. (Enem (Libras)) Conhecer o movimento das marés é de suma importância para a navegação, pois permite definir com segurança quando e onde um navio pode navegar em áreas, portos ou canais. Em média, as marés oscilam entre alta e baixa num período de 12 horas e 24 minutos. No conjunto de marés altas, existem algumas que são maiores do que as demais.

A ocorrência dessas maiores marés tem como causa

- a) a rotação da Terra, que muda entre dia e noite a cada 12 horas.
- b) os ventos marítimos, pois todos os corpos celestes se movimentam juntamente.
- c) o alinhamento entre a Terra, a Lua e o Sol, pois as forças gravitacionais agem na mesma direção.
- d) o deslocamento da Terra pelo espaço, pois a atração gravitacional da Lua e do Sol são semelhantes.
- e) a maior influência da atração gravitacional do Sol sobre a Terra, pois este tem a massa muito maior que a da Lua.

EXC020. (Puccamp) É a força gravitacional que governa as estruturas do universo, desde o peso dos corpos próximos à superfície da Terra até a interação entre as galáxias, assim como a circulação da Estação Espacial Internacional em órbita ao redor da Terra.

Suponha que um objeto de massa M_T e peso P_T quando próximo à superfície da Terra seja levado para a Estação Espacial Internacional. Lá, o objeto terá

- a) massa igual a M_T e peso menor que P_T , mas não nulo.
- b) massa igual a M_T e peso maior que P_T .
- c) massa menor que M_T e peso maior que P_T .
- d) massa igual a M_T e peso nulo.
- e) massa maior que M_T e peso menor que P_T .

EXC021. (Uece) Os planetas orbitam em torno do Sol pela ação de forças. Sobre a força gravitacional que determina a órbita da Terra, é correto afirmar que depende

- a) das massas de todos os corpos do sistema solar.
- b) somente das massas da Terra e do Sol.
- c) somente da massa do Sol.
- d) das massas de todos os corpos do sistema solar, exceto da própria massa da Terra.

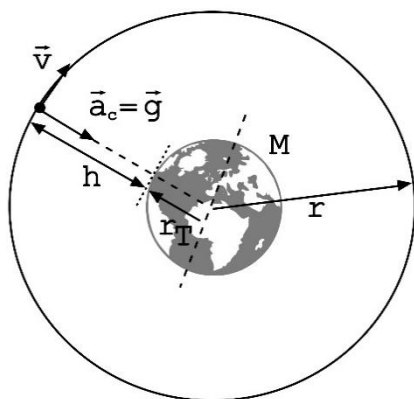
EXC022. (Uerj) Na tirinha a seguir, o diálogo entre a maçã, a bola e a Lua, que estão sob a ação da Terra, faz alusão a uma lei da Física.



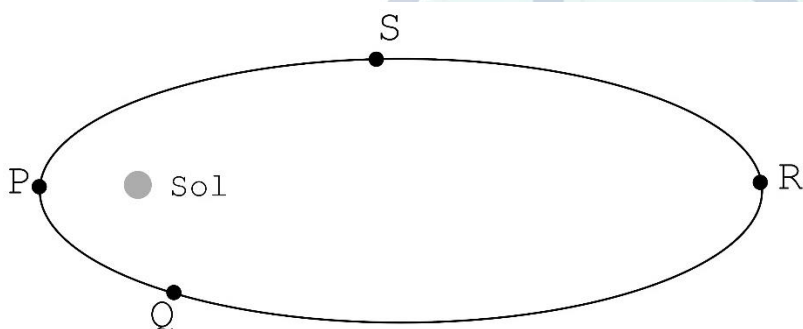
Aponte a constante física introduzida por essa lei.

Indique a razão entre os valores dessa constante física para a interação gravitacional Lua-Terra e para a interação maçã-Terra.

EXC023. (Unesp) Desde maio de 2008 o IBAMA recebe imagens do ALOS (satélite de observação avançada da Terra) para monitorar o desmatamento na floresta Amazônica. O ALOS é um satélite japonês que descreve uma órbita circular a aproximadamente 700 km de altitude. São dados o raio e a massa da Terra, $R_T = 6400$ km e $M_T = 6,0 \times 10^{24}$ kg, respectivamente, e a constante gravitacional, $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$. Determine o módulo da aceleração da gravidade terrestre, em m / s^2 , na altitude em que esse satélite se encontra.



EXC024. (Ufmg) Nesta figura, está representada, de forma esquemática, a órbita de um cometa em torno do Sol:



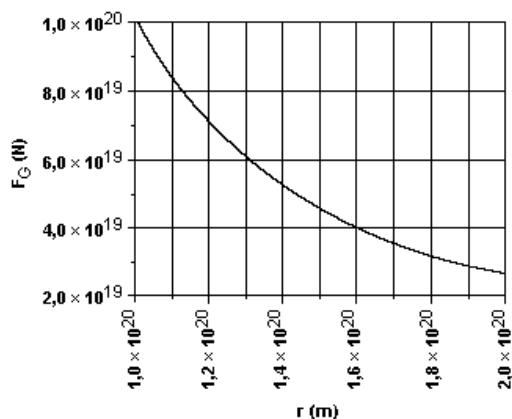
Nesse esquema, estão assinalados quatro pontos – P, Q, R ou S – da órbita do cometa.

a) Indique em qual dos pontos – P, Q, R ou S – o módulo da aceleração do cometa é maior.

b) Na trajetória descrita pelo cometa, a quantidade de movimento do cometa se conserva? Justifique sua resposta.

EXC025. (Unicamp) Observações astronômicas indicam que as velocidades de rotação das estrelas em torno de galáxias são incompatíveis com a distribuição de massa visível das galáxias, sugerindo que grande parte da matéria do Universo é escura, isto é, matéria que não interage com a luz. O movimento de rotação das estrelas resulta da força de atração gravitacional que as galáxias exercem sobre elas.

A curva no gráfico a seguir mostra como a força gravitacional $FG = (GMm)/r^2$, que uma galáxia de massa M exerce sobre uma estrela externa à galáxia, deve variar em função da distância r da estrela em relação ao centro da galáxia, considerando-se $m = 1,0 \times 10^{30}$ kg para a massa da estrela. A constante de gravitação G vale $6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.



- a) Determine a massa M da galáxia.
 b) Calcule a velocidade de uma estrela em órbita circular a uma distância $r = 1,6 \times 10^{20}$ m do centro da galáxia.

EXC026. (Ufpe) Descobre-se que uma estrela de massa igual a quatro vezes a massa do Sol, localizada na Via Láctea, possui um planeta orbitando ao seu redor, em movimento circular uniforme (MCU) de raio R . O tempo necessário para que esse exoplaneta percorra uma circunferência completa ao redor da estrela é a metade de um ano terrestre. Considere que a Terra realiza um MCU ao redor do Sol de raio R_{TS} e despreze a influência gravitacional de outros corpos do sistema solar. Quanto vale a razão R/R_{TS} ?

EXC027. (Unb) O problema de dois corpos é muito utilizado em sistemas de química teórica. Foi originalmente aplicado e resolvido por Newton como um sistema composto por um único planeta e um único sol, supostamente estático, utilizadas a lei da gravitação e suas leis de movimento. Entretanto, para o problema de um planeta orbitando sob a ação de dois sóis, a solução analítica desse sistema mostrou-se impossível. O problema de três corpos é um exemplo típico de sistema caótico. A transição entre um regime ordenado e um caótico pode ser observada na fumaça expelida pela ponta de um cigarro. Inicialmente, a fumaça se eleva conforme um fluxo suave e ordenado, denominado fluxo laminar. Poucos centímetros acima observa-se um comportamento desordenado e turbulento da fumaça. No caso de sistemas populacionais biológicos, sabe-se que, devido a efeitos de predação e de quantidade limitada de alimento, o sistema eventualmente atinge o estado caótico.

Considerando o texto acima e o assunto nele abordado, julgue os itens seguintes.

- a) Sistemas químicos com propriedades precisamente definidas, como, por exemplo, o da molécula de H_2^+ , não podem ser modelados como problemas que envolvem três corpos.
 b) No caso da fumaça do cigarro, o aparecimento de um fluxo turbulento decorre do aumento da velocidade de escoamento causado pelo empuxo.
 c) É impossível que um indivíduo colocado no interior de um elevador em queda livre e, depois, em um elevador acelerado no espaço interestelar distinga, com base nas experiências realizadas no interior dos elevadores, se está no elevador no espaço ou no elevador em queda livre.
 d) Se a distância entre a Terra e o Sol for quatro vezes maior no afélio que no periélio, a velocidade linear da Terra, no ponto mais afastado do Sol, será duas vezes menor em relação àquela apresentada no ponto mais próximo.
 e) O fenômeno das marés, que não pode ser explicado, nem mesmo parcialmente, por meio da lei de gravitação universal, é uma evidência de que o sistema planetário no qual a Terra se encontra é caótico, tal qual definido no texto.

O seu professor de exatas!

EXC028. (Ufu) Em 2009, foi realizada uma missão de reparos no Telescópio Espacial Hubble, que se encontra em órbita em torno da Terra a, aproximadamente, 600 km de altitude. Isso foi feito para que o equipamento pudesse ainda operar por mais alguns anos. Na ocasião, os astronautas foram vistos em uma condição em que pareciam flutuar do lado do fora do instrumento, levando à ideia equivocada de que estavam sem ação da força gravitacional terrestre.

a) Assumindo que o raio da Terra é aproximadamente igual a 6.400 km, a massa de nosso planeta é de 6×10^{24} kg e a massa do Telescópio Hubble é de 11×10^3 kg, qual é o valor da aceleração da gravidade terrestre a que os astronautas estavam sujeitos durante a missão de reparos?
 Considere $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$

b) Supondo que no universo somente existisse o planeta Terra, a que distância em relação a ele os astronautas deveriam ser colocados para que a aceleração gravitacional terrestre fosse nula?

EXC029. (Uece) A força da gravidade sobre uma massa m acima da superfície e a uma distância d do centro da Terra é dada por mGM/d^2 , onde M é a massa da Terra e G é a constante de gravitação universal. Assim, a aceleração da gravidade sobre o corpo de massa m pode ser corretamente escrita como

- a) mG/d^2 . b) GM/d^2 . c) mGM/d^2 . d) mM/d^2 .

EXC030. (Ufu) Muitas estrelas, em sua fase final de existência, começam a colapsar e a diminuir seu diâmetro, ainda que preservem sua massa. Imagine que fosse possível você viajar até uma estrela em sua fase final de existência, usando uma espaçonave preparada para isso.

Se na superfície de uma estrela nessas condições seu peso fosse P , o que ocorreria com ele à medida que ela colapsa?

- a) Diminuiria, conforme a massa total da pessoa fosse contraindo.
 b) Aumentaria, conforme o inverso de sua distância ao centro da estrela.
 c) Diminuiria, conforme o volume da estrela fosse contraindo.
 d) Aumentaria, conforme o quadrado do inverso de sua distância ao centro da estrela.

EXC031. (Uerj) Considere a existência de um planeta homogêneo, situado em uma galáxia distante, e as informações sobre seus dois satélites apresentadas na tabela.

Satélite	Raio da órbita circular	Velocidade orbital
X	9 R	V_X
Y	4 R	V_Y

Sabe-se que o movimento de X e Y ocorre exclusivamente sob ação da força gravitacional do planeta.

Determine a razão $\frac{V_X}{V_Y}$.

EXC032. (Pucrj) Um planeta, de massa m , realiza uma órbita circular de raio R com uma velocidade tangencial de módulo V ao redor de uma estrela de massa M . Se a massa do planeta fosse $2m$, qual deveria ser o raio da órbita, em termos de R , para que a velocidade ainda fosse V ?

- a) 0 b) $R/2$ c) R d) $2R$ e) $4R$

EXC033. (Unicamp) Recentemente, a agência espacial americana anunciou a descoberta de um planeta a trinta e nove anos-luz da Terra, orbitando uma estrela anã vermelha que faz parte da constelação de Cetus. O novo planeta possui dimensões e massa pouco maiores do que as da Terra e se tornou um dos principais candidatos a abrigar vida fora do sistema solar.

Considere este novo planeta esférico com um raio igual a $R_p = 2R_T$ e massa $M_p = 8M_T$, em que R_T e M_T são o raio e a massa da Terra, respectivamente. Para planetas esféricos de massa M e raio R , a aceleração

da gravidade na superfície do planeta é dada por $g = \frac{GM}{R^2}$, em que G é uma constante universal. Assim,

considerando a Terra esférica e usando a aceleração da gravidade na sua superfície, o valor da aceleração da gravidade na superfície do novo planeta será de

- a) 5 m/s^2 . b) 20 m/s^2 . c) 40 m/s^2 . d) 80 m/s^2 .

EXC034. (Fuvest) A Estação Espacial Internacional orbita a Terra em uma altitude h . A aceleração da gravidade terrestre dentro dessa espaçonave é

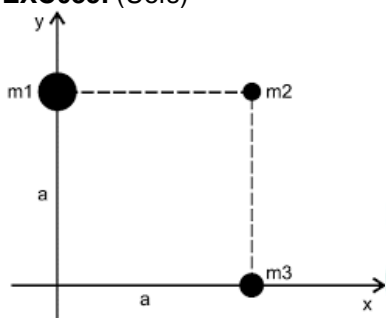
Note e adote:

- g_T é a aceleração da gravidade na superfície da Terra.

- R_T é o raio da Terra.

- a) nula. b) $g_T \left(\frac{h}{R_T} \right)^2$ c) $g_T \left(\frac{R_T - h}{R_T} \right)^2$ d) $g_T \left(\frac{R_T}{R_T + h} \right)^2$ e) $g_T \left(\frac{R_T - h}{R_T + h} \right)^2$

EXC035. (Uefs)



A figura mostra a configuração de três corpos de massas m_1 , m_2 e m_3 , respectivamente, iguais a 4 m, 2 m e 3 m, que se encontram localizados em três vértices de um quadrado de lado a .

Com base nessas informações, é correto afirmar que a intensidade da força resultante sobre o corpo de massa m_2 em termos de G , constante da gravitação universal, m e a , é igual a

- a) $10Gm^2/a^2$ b) $8Gm^2/a^2$ c) $6Gm^2/a^2$ d) $4Gm^2/a^2$ e) $2Gm^2/a^2$

EXC036. (Fgv) A nave americana New Horizons passou, recentemente, bem perto da superfície de Plutão, revelando importantes informações a respeito desse planeta anão. Ela orbitou a uma distância d do centro de Plutão, cuja massa é 500 vezes menor que a da Terra, com uma velocidade orbital V_P . Se orbitasse ao redor da Terra, a uma distância $2d$ de seu centro, sua velocidade orbital seria V_T . A relação V_T/V_P entre essas velocidades valeria $\sqrt{10}$ multiplicada pelo fator

- a) 2. b) 3. c) 4. d) 5. e) 10.

EXC037. (Ufpr) Sabemos que em nosso universo a força gravitacional entre uma estrela de massa M e um planeta de massa m varia com o inverso do quadrado da distância R entre eles. Considere a hipótese em que a força gravitacional variasse com o inverso do cubo da distância R e que os planetas descrevessem órbitas circulares em torno da estrela.

- a) Deduza, para esse caso hipotético, uma equação literal análoga à terceira lei de Kepler.
b) Utilizando a resposta do item (a) e considerando dois planetas orbitando essa estrela, um deles com órbita de raio R_1 e o outro com órbita de raio $R_2 = 2R_1$, determine a razão entre os períodos de suas órbitas.

EXC038. (Uerj) A intensidade F da força de atração gravitacional entre o Sol e um planeta é expressa pela seguinte relação:

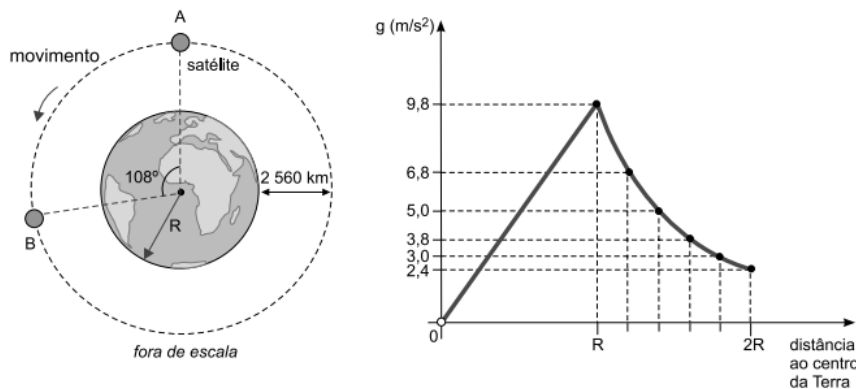
$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

G – constante universal da gravitação
 m – massa do planeta
 M – massa do Sol
 r – raio da órbita do planeta

Dados: $r = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$; $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $\pi = 3,14$; $T = 1 \text{ ano} = 3 \times 10^7 \text{ s}$.

Admitindo que o movimento orbital dos planetas do sistema solar é circular uniforme, estime a massa do Sol (M).

EXC039. (Famerp) A figura representa um satélite artificial girando ao redor da Terra em movimento circular e uniforme com período de rotação de 140 minutos. O gráfico representa como varia o módulo da aceleração da gravidade terrestre para pontos situados até uma distância $2R$ do centro da Terra, onde $R = 6.400 \text{ km}$ é o raio da Terra.



Considere a Terra perfeitamente esférica e as informações contidas na figura e no gráfico.

- Calcule o menor intervalo de tempo, em minutos, para que o satélite se movimenta da posição A para a posição B.
- Determine o módulo da aceleração da gravidade terrestre, em m/s^2 , na posição em que se encontra o satélite.

EXC040. (Unicamp) Plutão é considerado um planeta anão, com massa $M_p = 1 \times 10^{22} \text{ kg}$, bem menor que a massa da Terra. O módulo da força gravitacional entre duas massas m_1 e m_2 é dado por $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, em que r é a distância entre as massas e G é a constante gravitacional. Em situações que envolvem distâncias astronômicas, a unidade de comprimento comumente utilizada é a Unidade Astronômica (UA).

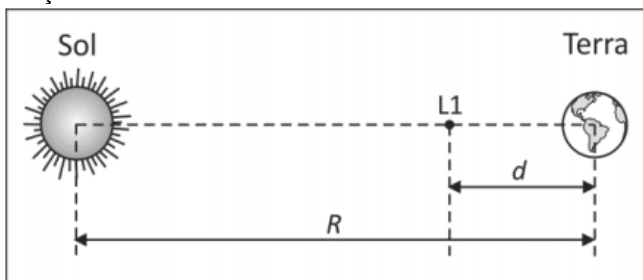
- Considere que, durante a sua aproximação a Plutão, a sonda se encontra em uma posição que está $d_p = 0,15 \text{ UA}$ distante do centro de Plutão e $d_T = 30 \text{ UA}$ distante do centro da Terra. Calcule a razão $\left(\frac{F_{gT}}{F_{gP}} \right)$ entre o módulo da força gravitacional com que a Terra atrai a sonda e o módulo da força gravitacional com que Plutão atrai a sonda. Caso necessário, use a massa da Terra $M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$.
- Suponha que a sonda New Horizons estabeleça uma órbita circular com velocidade escalar orbital constante em torno de Plutão com um raio de $r_p = 1 \times 10^{-4} \text{ UA}$. Obtenha o módulo da velocidade orbital nesse caso. Se necessário, use a constante gravitacional $G = 6 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$. Caso necessário, use 1 UA (Unidade astronômica) = $1,5 \times 10^8 \text{ km}$.

EXC041. (Enem PPL) Observações astronômicas indicam que no centro de nossa galáxia, a Via Láctea, provavelmente exista um buraco negro cuja massa é igual a milhares de vezes a massa do Sol. Uma técnica simples para estimar a massa desse buraco negro consiste em observar algum objeto que orbite ao seu redor e medir o período de uma rotação completa, T , bem como o raio médio, R , da órbita do objeto, que supostamente se desloca, com boa aproximação, em movimento circular uniforme. Nessa situação, considere que a força resultante, devido ao movimento circular, é igual, em magnitude, à força gravitacional que o buraco negro exerce sobre o objeto.

A partir do conhecimento do período de rotação, da distância média e da constante gravitacional, G , a massa do buraco negro é

- a) $\frac{4\pi^2 R^2}{GT^2}$. b) $\frac{\pi^2 R^3}{2GT^2}$. c) $\frac{2\pi^2 R^3}{GT^2}$. d) $\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$. e) $\frac{\pi^2 R^5}{GT^2}$.

EXC042. (Fuvest) Há um ponto no segmento de reta unindo o Sol à Terra, denominado “Ponto de Lagrange L1”. Um satélite artificial colocado nesse ponto, em órbita ao redor do Sol, permanecerá sempre na mesma posição relativa entre o Sol e a Terra.



Nessa situação, ilustrada na figura acima, a velocidade angular orbital ω_A do satélite em torno do Sol será igual à da Terra, ω_T . Para essa condição, determine

- ω_T em função da constante gravitacional G , da massa M_S do Sol e da distância R entre a Terra e o Sol;
- o valor de ω_A em rad/s;
- a expressão do módulo F_r da força gravitacional resultante que age sobre o satélite, em função de G , M_S , M_T , m , R e d , sendo M_T e m , respectivamente, as massas da Terra e do satélite e d a distância entre a Terra e o satélite.

Note e adote:

$$1 \text{ ano} \approx 3,14 \times 10^7 \text{ s.}$$

O módulo da força gravitacional F entre dois corpos de massas M_1 e M_2 , sendo r a distância entre eles, é dado por $F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$.

Considere as órbitas circulares.

GABARITO:

EXC019:[C]

EXC020:[A]

EXC021:[B]

EXC022:
$$F_G = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

EXC023: $g = 8,0 \text{ m/s}^2$

EXC024:

a) P

b) Não

EXC025:

a) $M = 1,5 \times 10^{40} \text{ kg}$

b) $V = 8,0 \times 10^4 \text{ m/s}$

EXC026: $R/R_{TS} = 1$

EXC027: I – C – C – C – I

EXC028: a) $g = 8,2 \text{ m/s}^2$

b) Deve ser infinita

EXC029:[B]

EXC030:[D]

EXC031:
$$\frac{V_x}{V_y} = \frac{2}{3}$$

EXC032:[C]

EXC033:[B]

EXC034:[D]

EXC035:[A]

EXC036:[D]

EXC037:

a) demonstraçã

b) $T_1/T_2 = 1/4$

EXC038: $M = 2,2 \times 10^{30} \text{ kg}$

EXC039:

a) $\Delta t = 42 \text{ min}$

b) $d = 1,4 R$

EXC040:

a) $F_T / F_P = 1,5 \times 10^{-2}$

b) $V = 200 \text{ m/s}$

EXC041: [D]

EXC042:

a)
$$\omega_T = \sqrt{\frac{G M_S}{R^3}}$$

b)
$$\omega_A = 2 \times 10^{-7} \text{ rad/s.}$$

c)
$$F_{\text{res}} = G m \left[\frac{M_S}{(R-d)^2} - \frac{M_T}{d^2} \right]$$

Boaro
O seu professor de exatas!