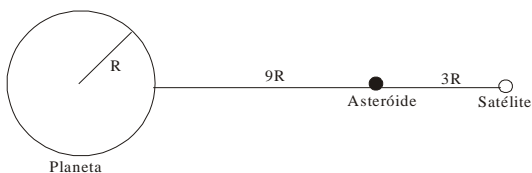


**01 - (UFF RJ)** Em certo sistema planetário, alinham-se, num dado momento, um planeta, um asteróide e um satélite, como representa a figura.



Sabendo-se que:

- a massa do satélite é mil vezes menor que a massa do planeta;
- o raio do satélite é muito menor que o raio  $R$  do planeta,

Determine a razão entre as forças gravitacionais exercidas pelo planeta e pelo satélite sobre o asteróide.

**02 - (PUC RJ)** Os satélites em órbita geoestacionária completam uma órbita ao mesmo tempo em que a Terra completa uma rotação diária. Assim, o satélite estará sempre acima do mesmo ponto na Terra, o que é útil para as telecomunicações. Considere um satélite de comunicação em órbita circular geoestacionária a 32.000 km acima do equador. Sabendo-se que o raio da Terra é de 6.400 km, qual é, aproximadamente, o módulo da velocidade do satélite,  $v$ , ao redor do centro da Terra? ( $\pi = 3,14$ ).

- a)  $v = 10\,048$  km/h      b)  $v = 8\,373$  km/h      c)  $v = 1\,675$  km/h  
d)  $v = 267$  km/h      e)  $v = 0$

**03 - (UNIMEP SP)** O peso de um corpo próximo à superfície da Terra vale 120 N. O peso desse corpo na Lua, onde a aceleração da gravidade é  $1/6$  da Terra, vale:

- a) 120 N      b) 60 N      c) 240 N      d) 20 N      e) 720 N

**04 - (UNIFICADO RJ)** Dois satélites, A e B, de mesma massa, giram ao redor da Terra em órbitas circulares. O raio da Terra é  $R$  e as alturas das órbitas dos satélites em relação à superfície terrestre são, respectivamente,  $H_A = R$  e  $H_B = 3R$ . Sendo  $P_A$  e  $P_B$  os pesos respectivos dos satélites em órbita, então é correto afirmar-se que:

- a)  $P_A = 9 P_B$       b)  $P_A = 4 P_B$       c)  $P_A = 3 P_B$   
d)  $P_A = 2 P_B$       e)  $P_A = P_B$

**05 - (UNIRIO RJ)** Um satélite de telecomunicações está em sua órbita ao redor da Terra com período  $T$ . Uma viagem de Ônibus Espacial fará a instalação de novos equipamentos nesse satélite, o que duplicará sua massa em relação ao valor original. Considerando que permaneça com a mesma órbita, seu novo período  $T'$  será:

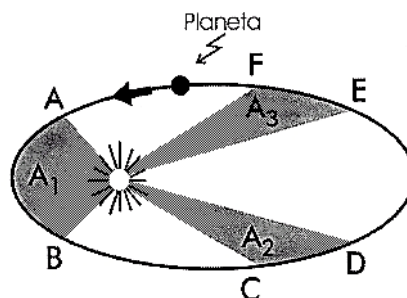
- a)  $T' = 9T$       b)  $T' = 3T$       c)  $T' = T$   
d)  $T' = \frac{1}{3} T$       e)  $T' = \frac{1}{9} T$

**06 - (PUC MG)** A Terceira Lei de Kepler afirma, no caso de planetas de órbita circular, que o quadrado do tempo gasto para dar uma volta completa em torno do Sol é proporcional ao cubo do raio da órbita desse planeta. Sabendo que o movimento desses planetas é uniforme, pode-se concluir que, para eles, sua velocidade na órbita em torno do Sol é:

- a) diretamente proporcional ao raio da órbita.  
b) inversamente proporcional ao raio da órbita.

- c) inversamente proporcional ao quadrado do raio da órbita.  
d) inversamente proporcional à raiz quadrada do raio da órbita.  
e) diretamente proporcional ao quadrado do raio da órbita.

**07 - (UERJ)** A figura ilustra o movimento de um planeta em torno do sol.



Se os tempos gastos para o planeta se deslocar de A para B, de C para D e de E para F são iguais, então as áreas -  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  - apresentam a seguinte relação:

- a)  $A_1 = A_2 = A_3$       b)  $A_1 > A_2 = A_3$   
c)  $A_1 < A_2 < A_3$       d)  $A_1 > A_2 > A_3$

**08 - (FUVEST SP)** No Sistema Solar, o planeta Saturno tem massa cerca de 100 vezes maior do que a da Terra e descreve uma órbita, em torno do Sol, a uma distância média 10 vezes maior do que a distância média da Terra ao Sol (valores aproximados). A razão ( $F_{\text{Sist}} / F_T$ ) entre a força gravitacional com que o Sol atrai Saturno e a força com que o Sol atrai a Terra é de aproximadamente:

- a) 1000      b) 10      c) 1      d) 0,1      e) 0,001

**09 - (UNIFESP SP)** Antes de Newton expor sua teoria sobre a força da gravidade, defensores da teoria de que a Terra se encontrava imóvel no centro do Universo alegavam que, se a Terra possuísse movimento de rotação, sua velocidade deveria ser muito alta e, nesse caso, os objetos sobre ela deveriam ser arremessados para fora de sua superfície, a menos que uma força muito grande os mantivesse ligados à Terra.

Considerando o raio da Terra de  $7 \times 10^6$  m, o seu período de rotação de  $9 \times 10^4$  s e  $\pi^2 = 10$ , a força mínima capaz de manter um corpo de massa 90 kg em repouso sobre a superfície da Terra, num ponto sobre a linha do Equador, vale, aproximadamente,

- a) 3 N.      b) 10 N.      c) 120 N.      d) 450 N.      e) 900 N.

**10 - (UEPB)** O astrônomo alemão J. Kepler (1571–1630), adepto do sistema heliocêntrico, desenvolveu um trabalho de grande vulto, aperfeiçoando as idéias de Copérnico. Em consequência, ele conseguiu estabelecer três leis sobre o movimento dos planetas, que permitiu um grande avanço nos estudos da Astronomia.

Um estudante ao ter tomado conhecimento das leis de Kepler concluiu, segundo as proposições a seguir, que:

- I. Para a primeira lei de Kepler (Lei das Órbitas), o verão ocorre quando a Terra está mais próxima do Sol, e o inverno, quando ela está mais afastada.  
II. Para a segunda Lei de Kepler (Lei das Áreas), a velocidade de um planeta X, em sua órbita, diminui à medida que ele se afasta do Sol.

III. Para a terceira lei de Kepler (Lei dos Períodos), o período de rotação de um planeta, em torno do seu eixo, é tanto maior quanto maior for o seu período de revolução.

Com base na análise feita, assinale a alternativa correta:

- apenas as proposições II e III são verdadeiras.
- Apenas as proposições I e II são verdadeiras.
- Apenas a proposição II é verdadeira.
- Apenas a proposição I é verdadeira.
- Todas as proposições são verdadeiras.

**11 - (FMTM MG)** Sobre o movimento de planetas em órbita em torno do Sol, considere:

- a velocidade escalar instantânea de um planeta varia com sua posição na trajetória descrita;
- a velocidade média de um planeta ao realizar uma volta completa em torno do Sol relaciona-se com a distância do planeta ao Sol;
- as velocidades vetoriais instantâneas realizadas por um planeta estão no mesmo plano.

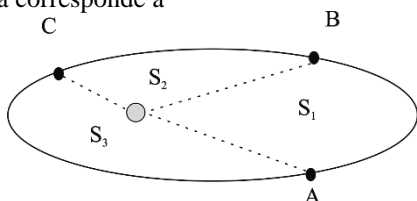
Na ordem em que aparecem, as afirmativas têm sua origem nas leis de Kepler que versam sobre:

- as áreas, os períodos e as órbitas.
- as áreas, as órbitas e os períodos.
- as órbitas, as áreas e os períodos.
- as órbitas, os períodos e as áreas.
- os períodos, as áreas e as órbitas.

**12 - (UFPB)** Dois satélites artificiais, em órbitas circulares ao redor da Terra, têm períodos de 1 e 8 dias, respectivamente. Obtenha a razão entre os raios das órbitas dos satélites.

**13 - (UFRJ)** Um satélite geoestacionário, portanto com período igual a um dia, descreve ao redor da Terra uma trajetória circular de raio R. Um outro satélite, também em órbita da Terra, descreve trajetória circular de raio R/2. Calcule o período desse segundo satélite.

**14 - (UNIMONTES MG)** Um astrônomo registrou as posições, A, B e C, de um planeta em sua órbita em torno do Sol e constatou que as áreas  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$ , conforme aparecem na ilustração abaixo, têm o mesmo valor. O intervalo de tempo ocorrido entre os registros das posições A e B foi de 3 meses terrestres. O "ano" desse planeta corresponde a



- 1 ano terrestre.
- 1/3 do ano terrestre.
- 3/4 do ano terrestre.
- 2 anos terrestres.

**15 - (UFPEL RS)** Costuma-se dizer que a Lua está sempre caindo sobre a Terra. Por que a Lua não cai sobre a Terra, afinal?

- Porque a Lua gira em torno da Terra.
- Porque a aceleração da gravidade da Lua é menor que a da Terra.
- Porque ambas, Terra e Lua, se atraem com forças de mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos.
- Porque a massa da Terra é maior que a massa da Lua.
- Porque o raio da Lua é menor que o raio da Terra.
- I.R.

**16 - (ENEM)** Na linha de uma tradição antiga, o astrônomo grego Ptolomeu (100-170 d.C.) afirmou a tese do geocentrismo, segundo a qual a Terra seria o centro do universo, sendo que o Sol, a Lua e os planetas girariam em seu redor em órbitas circulares. A teoria de Ptolomeu resolvia de modo razoável os problemas astronômicos da sua época. Vários séculos mais tarde, o clérigo e astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543),

ao encontrar inexatidões na teoria de Ptolomeu, formulou a teoria do heliocentrismo, segundo a qual o Sol deveria ser considerado o centro do universo, com a Terra, a Lua e os planetas girando circularmente em torno dele. Por fim, o astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571- 1630), depois de estudar o planeta Marte por cerca de trinta anos, verificou que a sua órbita é elíptica. Esse resultado generalizou-se para os demais planetas.

A respeito dos estudiosos citados no texto, é correto afirmar que

- Ptolomeu apresentou as ideias mais valiosas, por serem mais antigas e tradicionais.
- Copérnico desenvolveu a teoria do heliocentrismo inspirado no contexto político do Rei Sol.
- Copérnico viveu em uma época em que a pesquisa científica era livre e amplamente incentivada pelas autoridades.
- Kepler estudou o planeta Marte para atender às necessidades de expansão econômica e científica da Alemanha.
- Kepler apresentou uma teoria científica que, graças aos métodos aplicados, pôde ser testada e generalizada.

**17 - (UNCISAL AL)** Uma nave espacial, de 2 000 kg de massa, desloca-se em órbita circular ao redor da Terra a 13 600 km acima da superfície terrestre. Considere o raio terrestre com o valor 6 400 km, a massa da Terra  $6 \cdot 10^{24}$  kg e a constante de gravitação universal  $6,7 \cdot 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>. A energia cinética dessa nave vale, em joules, aproximadamente,

- $2 \times 10^9$ .
- $2 \times 10^{10}$ .
- $4 \times 10^9$ .
- $4 \times 10^{10}$ .
- $8 \times 10^9$ .

**18 - (UFMT)** Em relação à teoria da Mecânica Newtoniana, assinale a afirmativa correta.

- O módulo da força com que a Terra atrai a Lua é maior que o com que a Lua atrai a Terra e o campo gravitacional na superfície da Terra é maior que o campo gravitacional na superfície da Lua.
- O módulo da força com que a Terra atrai a Lua é igual ao da força com que a Lua atrai a Terra e o campo gravitacional na superfície da Terra é maior que o campo gravitacional na superfície da Lua.
- O módulo da força com que a Lua atrai a Terra é maior que o com que a Terra atrai a Lua e o campo gravitacional na superfície da Terra é maior que o campo gravitacional na superfície da Lua.
- O módulo da força com que a Terra atrai a Lua é maior que o com que a Lua atrai a Terra e o campo gravitacional na superfície da Terra é menor que o campo gravitacional na superfície da Lua.
- O módulo da força com que a Terra atrai a Lua é igual ao da força com que a Lua atrai a Terra e o campo gravitacional na superfície da Terra é igual ao campo gravitacional na superfície da Lua.

**19 - (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	9R	$V_x$
Y	4R	$V_y$

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

Determine a razão  $\frac{V_x}{V_y}$ .

**20 - (UDESC)** Analise as proposições com relação às Leis de Kepler sobre o movimento planetário.

- A velocidade de um planeta é maior no periélio.
- Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita.

III. O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita.

IV. Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos.

V. A velocidade de um planeta é maior no afélio.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas III, IV e V são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras.

**21 - (UFU MG)** 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.

**22 - (UFGD MS)** Se um satélite lançado pela NASA orbita a terra a uma altura de 10.080 km sobre a linha do equador, qual deve ser a sua velocidade média sabendo que a massa e o raio da terra são aproximadamente  $6 \times 10^{24}$  kg e 6000 km, respectivamente?

Considere  $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

- a) 4.200 m/s.
- b) 500 m/s.
- c) 8.000 m/s.
- d) 2.500 m/s.
- e) 5.000 m/s.

**23 - (FGV)** Johannes Kepler (1571-1630) foi um cientista dedicado ao estudo do sistema solar. Uma das suas leis enuncia que as órbitas dos planetas, em torno do Sol, são elípticas, com o Sol situado em um dos focos dessas elipses. Uma das consequências dessa lei resulta na variação

- a) do módulo da aceleração da gravidade na superfície dos planetas.
- b) da quantidade de matéria gasosa presente na atmosfera dos planetas.
- c) da duração do dia e da noite em cada planeta.
- d) da duração do ano de cada planeta.
- e) da velocidade orbital de cada planeta em torno do Sol.

**24 - (UNIPÊ PB)** Um planeta X tem massa em torno de 100 vezes a massa da Terra, e seu raio é cerca de 16 vezes o raio da Terra.

Considerando-se a aceleração da gravidade na superfície da Terra igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , a distância da Terra ao Sol igual a D, a distância do planeta X ao Sol igual a 4D e desprezando-se a rotação do planeta, analise as afirmativas e marque com **V** as verdadeiras e com **F**, as falsas.

- ( ) O período do planeta X é igual a 2920 dias.
- ( ) O módulo da aceleração da gravidade na superfície do planeta X é de  $6,0 \text{ m/s}^2$ .
- ( ) A velocidade de escape do planeta X é 1,5 vez a velocidade de escape da Terra.
- ( ) Um corpo abandonado, do repouso, a uma altura de 50,0m no planeta X, levará, aproximadamente, 5,0s para atingir o solo.

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a

- 01) V V F F
- 02) V F V F
- 03) V F F V
- 04) F F V V
- 05) F V V F

**25 - (UNIT AL)** As leis que governam os movimentos dos planetas resultam de milhares de anos de observações.

Considerando-se que os satélites X e Y de um determinado planeta Z possuem períodos de revolução de 10 dias e 80 dias, respectivamente, e que o raio da órbita do satélite X é igual a R, então a razão entre o raio do planeta Y e o do planeta X é igual a

- a) 4,0
- b) 3,5
- c) 3,0
- d) 2,5
- e) 2,0

**26 - (UEFS BA)** O raio médio da órbita do planeta Marte é cerca de quatro vezes o raio médio da órbita do planeta Mercúrio, no seu movimento de translação em torno do Sol.

Considerando-se o período de translação de Mercúrio quatro vezes menor do que um ano na Terra, o período de translação de Marte em torno do Sol, estimado em anos terrestres, é de, aproximadamente,

- a) 2,5
- b) 2,0
- c) 1,5
- d) 0,6
- e) 0,3

**27 - (IFSP)** Descoberto em setembro de 2012 por dois astrônomos russos, o Ison foi chamado de “cometa do século” após algumas previsões que indicavam que ele poderia aparecer tão grande como a Lua Cheia para quem vê da superfície da Terra. Contudo, isso depende de sua passagem ao redor do Sol. No dia 28 de novembro, ele deve chegar a uma distância não muito maior do que um milhão de quilômetros da superfície da estrela.

Se o cometa sobreviver a essa passagem, deve se afastar do Sol ainda mais brilhante do que antes e poderá iluminar os céus da Terra em janeiro de 2014. No entanto, cometas são imprevisíveis, e o Ison poderá se desintegrar durante a passagem nas proximidades do Sol.

(tinyurl.com/cometa-do-seculo Acesso em: 20.10.2013. Adaptado)

Com base nos conceitos Físicos e em relação ao conteúdo apresentado no texto acima, podemos afirmar corretamente que

- a) O cometa só poderá ser visto ao passar pela Terra porque refletirá a luz da Lua Cheia.
- b) As órbitas dos cometas ao redor do Sol podem ser consideradas mais elípticas que as dos planetas devido à sua maior distância do Sol.
- c) Os cometas são corpos celestes que orbitam apenas em torno de planetas, por isso poderá se desintegrar ao passar pelo Sol.
- d) O Sol poderá desintegrar o cometa apenas devido à sua proximidade e ao calor que emana dele, não se relacionando com a alta atração gravitacional.
- e) Os cometas, ao passarem pela atmosfera terrestre, são chamados de estrelas cadentes em função do seu brilho e orbita de maneira intermitente em torno da Terra devido à atração gravitacional.

**TEXTO: 1 - Comum à questão: 28**

Em seu livro *O pequeno príncipe*, Antoine de Saint-Exupéry imaginou haver vida em certo planeta ideal. Tal planeta teria dimensões curiosas e grandezas gravitacionais inimagináveis na prática. Pesquisas científicas, entretanto, continuam sendo realizadas e não se descarta a possibilidade de haver mais planetas no sistema solar, além dos já conhecidos.

Imagine um hipotético planeta, distante do Sol 10 vezes mais longe do que a Terra se encontra desse astro, com massa 4 vezes maior que a terrestre e raio superficial igual à metade do raio da Terra. Considere a aceleração da gravidade na superfície da Terra expressa por g.

**28 - (FGV)** Um objeto, de massa m, a uma altura h acima do solo desse planeta, com h muito menor do que o raio superficial do planeta, teria uma energia potencial dada por  $m \cdot g \cdot h$  multiplicada pelo fator

- a) 10.
- b) 16.
- c) 32.
- d) 36.
- e) 54.

**TEXTO: 2 - Comum à questão: 29**

**Sempre que necessário, use aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .**

**29 - (UNICAMP SP)** 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 ( $10 \text{ m/s}^2$ ), o valor da aceleração da gravidade na superfície do novo planeta será de

- a)  $5 \text{ m/s}^2$ .      b)  $20 \text{ m/s}^2$ .      c)  $40 \text{ m/s}^2$ .      d)  $80 \text{ m/s}^2$ .

**TEXTO: 3 - Comum à questão: 30**

**“O espaço, a fronteira final...”**  
(Cap. James T. Kirk - *USS Enterprise*, 1966)

Em 2017, a missão Voyager sagrou-se como a mais longa missão ainda em operação. Quando foram lançadas as espaçonaves Voyager 1 e Voyager 2, respectivamente em 5 de setembro e 20 de agosto de 1977, tinham o objetivo de explorar os limites do sistema solar.

A Voyager 1, uma espaçonave relativamente leve, com massa aproximada de 700 kg, foi lançada no momento em que os quatro planetas gasosos do sistema Solar estavam alinhados, fato que ocorre a cada 175 anos. Esse fato foi importante para que a missão fosse bem-sucedida, uma vez que a intenção era utilizar o campo gravitacional desses planetas para “estilingar” (impulsionar) a trajetória da viagem.

Cada nave continha em seu interior um disco de 12 polegadas feito de cobre e revestido de ouro. Os discos contêm dados selecionados com o intuito de mostrar a diversidade da vida no planeta Terra. Um grupo de pesquisadores liderados pelo astrônomo Carl Sagan (1934–1996) selecionou 117 imagens, variados sons da Natureza, músicas e saudações de diferentes culturas em 54 idiomas.

Em 2017, a Voyager 1 encontrava-se a aproximadamente 21 bilhões de quilômetros de distância da Terra, cerca de 140 UA (unidades astronômicas), ou seja, 140 vezes a distância média da Terra ao Sol. Em sua trajetória, contribuiu com muitas descobertas e diversos estudos, desde vulcões ativos fora da Terra até o estudo dos raios cósmicos e dos ventos solares (partículas carregadas emitidas ao espaço oriundas de explosões solares). Junto com a Voyager 2, descobriu que o campo magnético interestelar provoca uma assimetria na bolha formada pelo vento solar (a heliosfera).

A NASA estima que as baterias de Plutônio, destinadas a manter um sistema de aproximadamente 300 watts em funcionamento, devam durar ainda mais 10 anos. Esse tempo será precioso para a coleta de mais dados transmitidos pelas espaçonaves, dados esses que são recebidos após 12 a 14 horas da emissão do sinal à recepção deste na Terra.

Em homenagem aos 40 anos da missão, a NASA divulgou diversas informações, imagens, dados e curiosidades em sua página na internet: <http://voyager.jpl.nasa.gov>.

**30 - (FATEC SP)** Em março de 1979, a Voyager 1 finalmente chegou ao primeiro planeta a ser estudado: Júpiter.

É correto afirmar que a força gravitacional sofrida pela Voyager 1 no instante em que a espaçonave passava a uma distância de  $3,5 \times 10^5 \text{ km}$  do centro de Júpiter é, em newtons, igual a

Adote:

$$G \cong 7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$$

$$M_{\text{Júpiter}} = 2,0 \times 10^{27} \text{ kg}$$

(Massa Júpiter)

$$\text{Considere: } F = G \frac{m \cdot M}{d^2}$$

- a) 800 000.      b) 80 000.      c) 800.  
d) 80.      e) 8.

**GABARITO:**

- 1) **Gab:** 90  
2) **Gab:** A  
3) **Gab:** D  
4) **Gab:** B  
5) **Gab:** C  
6) **Gab:** D  
7) **Gab:** A  
8) **Gab:** C  
9) **Gab:** A  
10) **Gab:** C  
11) **Gab:** A

12) **Gab:**

13) **Gab:**

Aplicando a segunda lei de Newton aos dois satélites obtemos

$$\frac{GmM}{R^2} = m\omega_0^2 R \quad \text{e} \quad \frac{GmM}{(R/2)^2} = m\omega^2 R$$

Dividindo as duas equações vem

$$\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 = 8 \therefore \frac{T_0^2}{T^2} = 8. \quad \text{Logo, } T = \frac{T_0}{2\sqrt{2}} = \frac{24}{2\sqrt{2}} = 6\sqrt{2} \text{ h}$$

- 14) **Gab:** C  
15) **Gab:** A  
16) **Gab:** E  
17) **Gab:** B  
18) **Gab:** B

19) **Gab:**

$$F_{\text{grav}} = F_C \rightarrow \frac{GMm}{R^2} = \frac{mv^2}{R} \rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$\frac{V_X}{V_Y} = \sqrt{\frac{G \times M}{R_X}} \times \frac{R_Y}{G \times M} = \sqrt{\frac{4R}{9R}} \rightarrow \frac{V_X}{V_Y} = \frac{2}{3}$$

- 20) **Gab:** C  
21) **Gab:** D  
22) **Gab:** E  
23) **Gab:** E  
24) **Gab:** 03  
25) **Gab:** A  
26) **Gab:** B  
27) **Gab:** B  
28) **Gab:** B  
29) **Gab:** B  
30) **Gab:** C