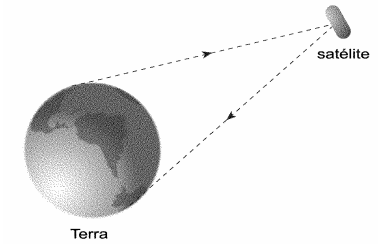
Mecânica – Lista 14 – Gravitação

1. (Ita 2005) Satélite síncrono é aquele que tem sua órbita no plano do equador de um planeta, mantendo-se estacionário em relação a este. Considere um satélite síncrono em órbita de Júpiter cuja massa é MJ = 1,9 × 10^{27} kg e cujo raio é RJ = 7,0 × 10^{7} m. Sendo a constante da gravitação universal G = 6,7 × 10^{-11} m^3 kg^{-1} S^{-2} e considerando que o dia de Júpiter é de aproximadamente 10 h, determine a altitude do satélite em relação à superfície desse planeta.

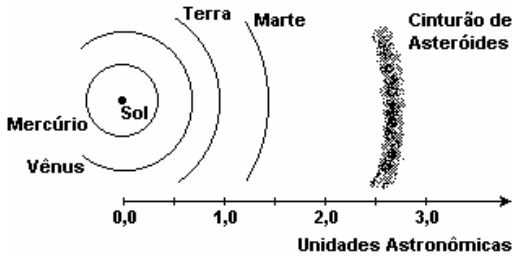
2. (Uerj 2006) As comunicações entre o transatlântico e a Terra são realizadas por meio de satélites que se encontram em órbitas geoestacionárias a 29.600km de altitude em relação à superfície terrestre, como ilustra a figura a seguir.



Para essa altitude, determine:
a) a aceleração da gravidade;
b) a velocidade linear do satélite.

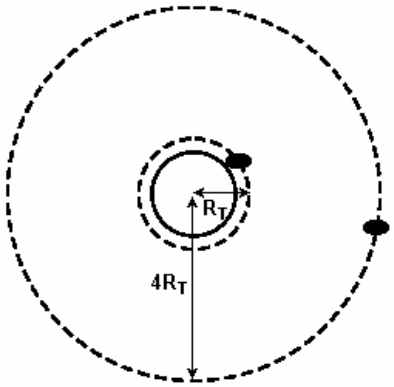
3. (Ufrj 2005) Um satélite geoestacionário, portanto com período igual a um dia, descreve ao redor da Terra uma trajetória circular de raio R. Um outro satélite, também em órbita da Terra, descreve trajetória circular de raio R/2. Calcule o período desse segundo satélite.

4. (Unicamp 2003) A terceira lei de Kepler diz que "o quadrado do período de revolução de um planeta (tempo para dar uma volta em torno do Sol) dividido pelo cubo da distância do planeta ao Sol é uma CONSTANTE". A distância da Terra ao Sol é equivalente a 1 UA (unidade astronômica).



a) Entre Marte e Júpiter existe um cinturão de asteróides (vide figura). Os asteróides são corpos sólidos que teriam sido originados do resíduo de matéria existente por ocasião da formação do sistema solar. Se no lugar do cinturão de asteróides essa matéria tivesse se aglutinado formando um planeta, quanto
duraria o ano deste planeta (tempo para dar uma
volta em torno do Sol)?
b) De acordo com a terceira lei de Kepler, o ano de Mercúrio é mais longo ou mais curto que o ano terrestre?

5. (Fuvest 2005) Um satélite artificial, em órbita circular em torno da Terra, mantém um período que depende de sua altura em relação à superfície da Terra.



NOTE E ADOTE:
A força de atração gravitacional sobre um corpo de massa m é F= GmM/r^2, em que r é a distância entre a massa e o centro da Terra, G é a constante gravitacional e M é a massa da Terra.
Na superfície da Terra, F = mg em que g = GM/R^2;
g = $10m/s^2$ e R = 6,4 × 10^6m.
(Para resolver essa questão, não é necessário conhecer nem G nem M).
Considere $\pi \approx 3$
Determine:
a) o período T_0 do satélite, em minutos, quando sua órbita está muito próxima da superfície. (Ou seja, está a uma distância do centro da Terra praticamente igual ao raio da Terra).
b) o período T_4 do satélite, em minutos, quando sua órbita está a uma distância do centro da Terra aproximadamente igual a quatro vezes o raio da Terra.

6. (Pucsp 2006) A região denominada Amazônia Legal, com 5 milhões de km^2, cobre 60% da área do território nacional, abrangendo Amazonas, Acre, Amapá, oeste do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia, Pará, Roraima e Tocantins. (Figura 1). Nessa região está a Floresta Amazônica que já há algum tempo vem sendo devastada. Se por um lado não se tem evitado a progressiva diminuição da floresta, por outro, pelo menos, nunca foi possível medir a devastação com tanta precisão, devido às imagens captadas por satélites.

Parte do monitoramento da devastação é feita por meio dos dados enviados pelos satélites Landsat e CBERS-2 ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) onde os cientistas produzem boletins diários, identificando os locais e as características dos desmatamentos mais recentes. Esses satélites giram ao redor da Terra em uma órbita praticamente polar e circular (Figura 2), de maneira que a combinação sincronizada entre as velocidades do satélite e da rotação da Terra torna possível "mapear" todo o planeta após certo número de dias.

Dependendo do satélite, a faixa de território que ele consegue observar pode ser mais larga ou mais estreita (Figura 3). O satélite Landsat "varre" todo o planeta a cada 16 dias, completando uma volta em torno da Terra em aproximadamente 100 minutos. O CBERS-2, que também tem período de revolução de 100 minutos, observa uma faixa mais larga que a observada pelo Landsat e consegue "varrer" todo o planeta em apenas 5 dias. (Fonte: www.inpe.br)

Dados:

Constante da gravitação universal: $G = 6{,}0 \times 10^{-11}$ (S.I.)

Massa da Terra: $M(T) = 6{,}0 \times 10^{24}$ kg

Raio da Terra: $R(T) = 6200$ km $= 6{,}2 \times 10^{6}$ m

Período de rotação da Terra em torno de seu eixo: T=24h

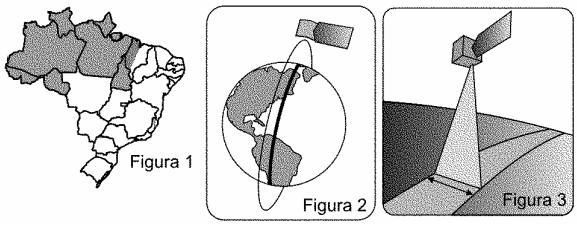
$\pi = 3$

a) Baseando-se nas leis de Newton da Mecânica Clássica explique por que um satélite

- não necessita de combustível para permanecer em órbita por longo tempo.
- mantém sua órbita circular sem se afastar ou se aproximar da superfície da Terra.

b) Calcule, em m/s^2, o valor da aceleração centrípeta que atua sobre o satélite Landsat em sua órbita a 800 km de altitude em relação à superfície da Terra.

Despreze possíveis efeitos advindos do movimento de rotação da Terra.



7. (Ufg 2006) Em um certo planeta, um pêndulo simples oscila com a mesma freqüência que na Terra. Sabendo que a densidade de massa do planeta é duas vezes menor que a da Terra, deduza uma expressão para o raio do planeta em função do raio R da Terra.

8. (Unesp 2005) Uma espaçonave de massa m gira em torno da Terra com velocidade constante, em uma órbita circular de raio R. A força centrípeta sobre a nave é 1,5 GmM/R^2, onde G é a constante de gravitação universal e M a massa da Terra.

a) Desenhe a trajetória dessa nave. Em um ponto de sua trajetória, desenhe e identifique os vetores velocidade $\vec{v}$ e aceleração centrípeta $\vec{a}$ da nave.

b) Determine, em função de M, G e R, os módulos da aceleração centrípeta e da velocidade da nave.

marcopinguim

9. (Unesp 2005) Para demonstrar que a aceleração da gravidade na superfície de Marte é menor do que na superfície terrestre, um jipe-robô lança um pequeno corpo verticalmente para cima, a partir do solo marciano. Em experimento idêntico na Terra, onde $g = 10{,}0$ m/s^2, utilizando o mesmo corpo e a mesma velocidade de lançamento, a altura atingida foi 12,0 m. A aceleração da gravidade na superfície de um planeta de raio R e massa M é dada por $g = GM/R^2$, sendo G a constante de gravitação universal. Adotando o raio de Marte igual à metade do raio da Terra e sua massa dez vezes menor que a da Terra, calcule, desprezando a atmosfera e a rotação dos planetas,

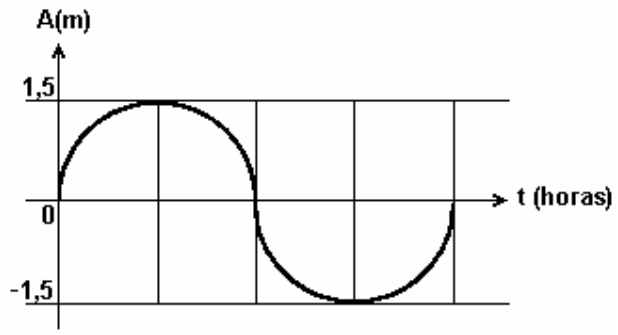
a) a aceleração da gravidade na superfície de Marte.

b) a altura máxima atingida pelo corpo no experimento em Marte.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO

(Puccamp 2005) O subir e descer das marés é regulado por vários fatores, sendo o principal deles a atração gravitacional entre Terra e Lua. Se desprezássemos os demais fatores, teríamos sempre o intervalo de 12,4 horas entre duas marés altas consecutivas, e também sempre a mesma altura máxima de maré, por exemplo, 1,5 metros. Nessa situação, o gráfico da função que relacionaria tempo (t) e altura de maré (A) seria semelhante a este:

10.



O fato do intervalo de tempo entre duas marés altas sucessivas ser de 12,4 horas e não de 12 horas exatas explica-se pelo fato de que

a) o período de rotação da Terra em torno de seu eixo não é de 24 horas, e sim de 24,8 horas.

b) a Lua gira em torno da Terra completando uma volta em, aproximadamente, 28 dias.

c) a água do mar tem uma inércia muito grande que atrasa seu movimento.

d) a órbita da Terra em torno do Sol é elíptica.

e) o eixo de rotação da Terra é inclinado.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS QUESTÕES.

(Puccamp 2005) No dia 7 de fevereiro de 1984, a uma altura de 100 km acima do Havaí e com uma velocidade de cerca de 29 000 km/h, Bruce Mc Candless saindo de um ônibus espacial, sem estar preso por nenhuma corda, tornou-se o primeiro satélite humano. Sabe-se que a força de atração F entre o astronauta e a Terra é proporcional a $(m.M)/r^2$, onde m é a massa do astronauta, M a da Terra, e r a distância entre o astronauta e o centro da Terra.

(Halliday, Resnick e Walker. "Fundamentos de Física". v. 2.Rio de Janeiro: LTC, 2002. p.36)

11. Na situação descrita no texto, com o referencial na Terra, o astronauta Bruce

a) não tem peso.

b) sofre, além do peso, a ação de uma força centrífuga.

c) sofre, além do peso, a ação de uma força centrípeta.

d) tem peso, que é a resultante centrípeta.

e) tem peso aparente nulo graças à ação da força centrífuga.

12. Considerando outro astronauta, de massa 3/2 m, à distância 2r do centro da Terra, a força de atração entre ele e a Terra será

a) F/4 b) (3/8)F c) F/2 d) (3/4)F e) (3/2)F

13. Considerando o raio da Terra $6,4 \cdot 10^3$ km e $\pi = 3,1$, o período do movimento circular de Bruce em torno da Terra teria sido de

a) 2,3 h b) 2,0 h c) 1,7 h

d) 1,4 h e) 1,1 h

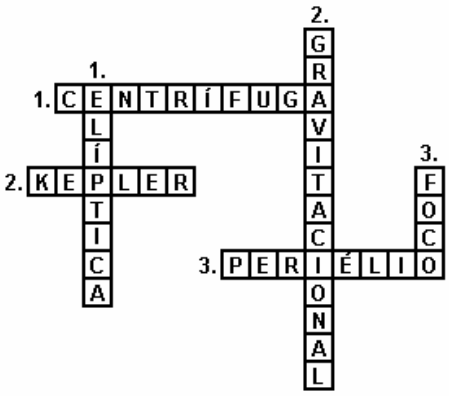
14. (Fgv 2005) Observe o gabarito com a resolução de uma cruzadinha temática em uma revista de passatempo.

HORIZONTAIS

1. Força presente na trajetória circular.
2. Astrônomo alemão adepto ao heliocentrismo.
3. Ponto mais próximo ao Sol no movimento de translação da Terra.

VERTICAIS

1. Órbita que um planeta descreve em torno do Sol.
2. Atração do Sol sobre os planetas.
3. Lugar geométrico ocupado pelo Sol na trajetória planetária.



Um leitor, indignado com o "furo" na elaboração e revisão da cruzadinha, em uma carta aos editores, destacou, baseando-se nas leis da Mecânica Clássica, a ocorrência de erro

a) na vertical 2, apenas.

b) na horizontal 1, apenas.

c) nas verticais 1 e 2, apenas.

d) nas horizontais 1 e 3, apenas.

e) na horizontal 3 e na vertical 3, apenas.

15. (Ita 2004) Uma estrela mantém presos, por meio de sua atração gravitacional, os planetas Alfa, Beta e Gama. Todos descrevem órbitas elípticas, em cujo foco comum se encontra a estrela, conforme a primeira Lei de Kepler. Sabe-se que o semi-eixo maior da órbita de Beta é o

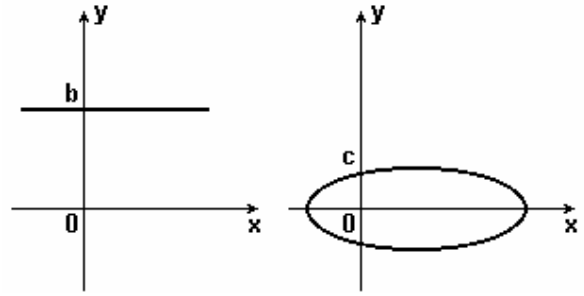
dobro daquele da órbita de Gama. Sabe-se também que o período de Alfa é $\sqrt{2}$ vezes maior que o período de Beta. Nestas condições, pode-se afirmar que a razão entre o período de Alfa e o de Gama é:

a) $\sqrt{2}$. b) 2. c) 4. d) $4\sqrt{2}$. e) $6\sqrt{2}$.

16. (Pucsp 2004) A sonda Galileo terminou sua tarefa de capturar imagens do planeta Júpiter quando, em 29 de setembro deste ano, foi lançada em direção ao planeta depois de orbitá-lo por um intervalo de tempo correspondente a 8 anos terrestres. Considerando que Júpiter está cerca de 5 vezes mais afastado do Sol do que a Terra, é correto afirmar que, nesse intervalo de tempo, Júpiter completou, em torno do Sol,

a) cerca de 1,6 volta.
b) menos de meia volta.
c) aproximadamente 8 voltas.
d) aproximadamente 11 voltas.
e) aproximadamente 3/4 de volta.

17. (Uel 2005) Observe a figura a seguir. Os eixos cartesianos representam dois sistemas de referência independentes e isolados. O sistema da esquerda apresenta uma partícula com massa m_1 em movimento retilíneo e de velocidade constante, com trajetória dada por Y = b; $x = x_0 + vt$. O sistema da direita representa uma outra partícula com massa m_2, percorrendo uma trajetória elíptica sob ação do campo gravitacional gerado por uma massa $M >> m_2$ estacionária em um dos focos. Com base no texto, na figura e nos conhecimentos sobre o tema, é correto afimar:



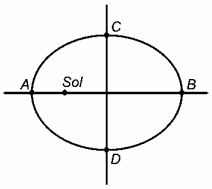
a) Os raios vetores que ligam as origens às partículas, nos dois sistemas, varrem áreas iguais em tempos iguais.
b) Somente no sistema da direita, o raio vetor, que liga a origem à partícula, varre áreas iguais em tempos iguais.
c) Somente no sistema da esquerda, o raio vetor, que liga a origem à partícula, varre áreas iguais em tempos iguais.
d) Se a massa da partícula m_2 do sistema da direita for dobrada, mas permanecer girando na mesma trajetória elíptica, o seu período de revolução mudará.
e) O período de revolução da partícula do sistema da direita é proporcional ao cubo da distância média entre as duas massas.

18. (Ufms 2005) Dois planetas A e B do sistema solar giram em torno do Sol com períodos de movimento T_A e T_B e raios orbitais 8R e R, respectivamente. Com base nas Leis de Kepler, é correto afirmar que a razão T_A/T_B é dada por

a) $2\sqrt{2}$. b) $4\sqrt{2}$. c) 1/8.
d) $8\sqrt{8}$. e) 4.

19. (Ufsc 2006) A figura a seguir representa a trajetória de um planeta em torno do Sol. Esta trajetória é elíptica e os segmentos de reta entre os pontos A e B e entre C e D são, respectivamente, o eixo maior e o eixo menor da elipse. Esta figura está fora de escala, pois a excentricidade das órbitas planetárias é pequena e as suas trajetórias aproximam-se de circunferências.

A tabela a seguir apresenta dados astronômicos aproximados de alguns planetas:



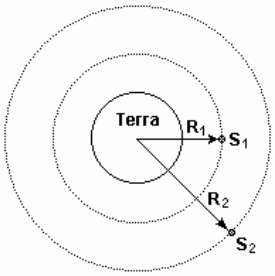
	DISTÂNCIA MÉDIA AO SOL	MASSA	RAIO MÉDIO
Terra	d_{TS}	m_T	R_T
Saturno	$10\ d_{TS}$	$95\ m_T$	$9\ R_T$
Urano	$20\ d_{TS}$	$14\ m_T$	$4\ R_T$
Netuno	$30\ d_{TS}$	$17\ m_T$	$4\ R_T$

d_{TS}: distância média da Terra ao Sol
m_T: massa da Terra
R_T: raio da Terra

Assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

(01) O módulo da velocidade de um planeta quando passa por A é maior do que quando passa por B.
(02) O período de Urano é cerca de 2,8 vezes o período de Saturno.
(04) O período de Netuno é de aproximadamente 52 anos.
(08) O módulo da força média que o Sol exerce sobre Saturno é cerca de nove vezes maior que o módulo da força média que o Sol exerce sobre a Terra.
(16) O módulo da força que Urano exerce sobre um corpo na sua superfície é aproximadamente quatro vezes maior que o módulo da força que a Terra exerce sobre este corpo na sua superfície.

20. (Ufv 2003) Dois satélites, S_1 e S_2, são colocados em órbitas circulares, de raios R_1 e R_2, respectivamente, em torno da Terra, conforme figura a seguir.

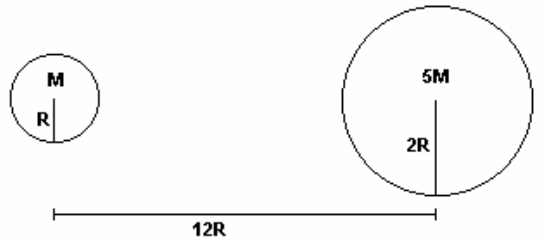


Após análise da figura, é CORRETO afirmar que:
a) a aceleração é nula para S_1 e S_2.
b) a velocidade de S_2 é maior que a velocidade de S_1.
c) a aceleração de S_2 é igual à aceleração de S_1.
d) a aceleração de S_2 é maior que a aceleração de S_1.
e) a velocidade de S_1 é maior que a velocidade de S_2.

21. (Unirio 2004) Em 1973, o Pink Floyd, uma famosa banda do cenário musical, publicou seu disco "The Dark Side of the Moon", cujo título pode ser traduzido como "O Lado Escuro da Lua". Este título está relacionado ao fato de a Lua mostrar apenas uma de suas faces para nós, os seres humanos. Este fato ocorre porque
a) os períodos de translação da Lua e da Terra em torno do Sol são iguais.
b) o período de rotação da Lua em torno do próprio eixo é igual ao período de rotação da Terra em torno de seu eixo.
c) o período de rotação da Lua em torno do próprio eixo é igual ao seu período de translação em torno da Terra.
d) o período de translação da Lua em torno da Terra é igual ao período de rotação desta em relação ao seu próprio eixo.
e) a luz do Sol não incide sobre o "lado escuro" da Lua.

22. (Fuvest 2005) Imagine que, no final deste século XXI, os habitantes da Lua vivam em um grande complexo pressurizado, em condições equivalentes às da Terra, tendo como única diferença a aceleração da gravidade, que é menor na Lua. Considere as situações imaginadas bem como as possíveis descrições de seus resultados, se realizadas dentro desse complexo, na Lua:I. Ao saltar, atinge-se uma altura maior do que quando o salto é realizado na Terra.II. Se uma bola está boiando em uma piscina, essa bola manterá maior volume fora da água do que quando a experiência é realizada na Terra.III. Em pista horizontal, um carro, com velocidade V_0, consegue parar completamente em uma distância maior do que quando o carro é freado na Terra.Assim, pode-se afirmar que estão corretos apenas os resultados propostos em
a) I b) I e II c) I e III
d) II e III e) I, II e III

23. (Ita 2005) Dois corpos esféricos de massa M e 5M e raios R e 2R, respectivamente, são liberados no espaço livre. Considerando que a única força interveniente seja a da atração gravitacional mútua, e que seja de 12R a distância de separação inicial entre os centros dos corpos, então, o espaço percorrido pelo corpo menor até a colisão será de

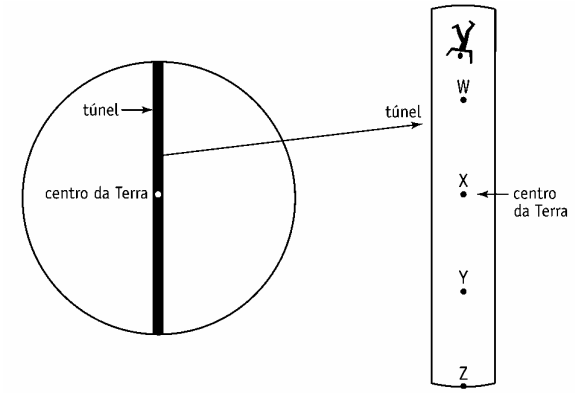


a) 1,5R b) 2,5R c) 4,5R
d) 7,5R e) 10,0R

24. (Puccamp 2005) As imagens de satélite analisadas no Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) mostram que o desmatamento no Estado do Acre está avançando no ritmo de dezesseis campos de futebol por hora.
Para cada 1% de aumento de área desflorestada, cresce 8% a população dos mosquitos transmissores da malária na Amazônia.
(Adaptado de "Veja". ed. 1821. ano 36. n. 38. São Paulo: Abril, 2003. p. 115)

Os satélites que fotografam constantemente a superfície da Terra e detectam regiões desmatadas, giram em órbita circular em um plano perpendicular ao plano do Equador terrestre.
Os satélites
I. estão numa altitude em que a gravidade terrestre é nula;
II. praticamente não encontram resistência do ar em seu movimento;
III. têm a aceleração centrípeta de seu movimento igual a 10 m/s^2.
Está correto o que se afirma SOMENTE em
a) I b) II c) III d) I e II e) I e III

25. (Uerj 2006) Embora sua realização seja impossível, imagine a construção de um túnel entre os dois pólos geográficos da Terra, e que uma pessoa, em um dos pólos, caia pelo túnel, que tem 12.800 km de extensão, como ilustra a figura a seguir.



Admitindo que a Terra apresente uma constituição homogênea e que a resistência do ar seja desprezível, a aceleração da gravidade e a velocidade da queda da pessoa, respectivamente, são nulas nos pontos indicados pelas seguintes letras:
a) Y - W b) W - X c) X - Z d) Z - Y

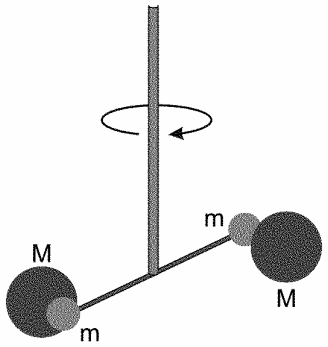
26. (Ufmg 2006) O movimento de translação da Terra deve-se, principalmente, à interação gravitacional entre esse planeta e o Sol.
Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que o módulo da aceleração da Terra em sua órbita em torno do Sol é proporcional
a) à distância entre a Terra e o Sol.
b) à massa da Terra.
c) ao produto da massa da Terra pela massa do Sol.
d) à massa do Sol.

27. (Ufu 2005) Sabe-se que o peso de um corpo na superfície da Terra (considerada como esférica e de raio R) é o resultado da interação entre as massas da Terra e do corpo. Para que a força de interação entre a Terra e o corpo seja metade do seu peso, a distância d, do corpo ao centro da Terra deverá ser de
a) 4 R. b) 2 R. c) R/2. d) R√ 2.

28. (Unesp 2005) Ao se colocar um satélite em órbita circular em torno da Terra, a escolha de sua velocidade v não pode ser feita independentemente do raio R da órbita. Se M é a massa da Terra e G a constante universal de gravitação, v e R devem satisfazer a condição
a) $v^2R = GM$. b) $vR^2 = GM$. c) $v/R^2 = GM$.
d) $v^2/R = GM$. e) $vR = GM$.

29. (Unesp 2006) Depois de anos de interrupção, ocorreu neste ano (2005) a retomada de lançamentos do ônibus espacial pela NASA, desta vez com sucesso. Nas imagens divulgadas do dia-a-dia no ônibus espacial girando ao redor da Terra, pudemos ver os astronautas realizando suas atividades, tanto fora da nave como no seu interior. Considerando que as órbitas da nave e dos astronautas sejam circulares, analise as afirmações seguintes.
I. Não há trabalho realizado pela força gravitacional para manter um astronauta em órbita ao redor da Terra.
II. A aceleração de um astronauta girando ao redor da Terra deve-se exclusivamente à ação da força gravitacional.
III. A velocidade vetorial do astronauta ao redor da Terra é constante.
Estão corretas as afirmações:
a) II, somente. b) III, somente. c) I e II, somente.
d) II e III, somente. e) I, II e III.

30. (Unifesp 2006) Henry Cavendish, físico inglês, realizou em 1797 uma das mais importantes experiências da história da física com o objetivo, segundo ele, de determinar o peso da Terra. Para isso construiu uma balança de torção, instrumento extraordinariamente sensível e com o qual pôde medir a força de atração gravitacional entre dois pares de esferas de chumbo a partir do ângulo de torção que essa força causou em um fio. A figura mostra esquematicamente a idéia básica dessa experiência.



Ao final de seu experimento, Cavendish determinou a densidade média da Terra em relação à densidade da água, a partir da expressão matemática da Lei da Gravitação Universal, $F = G\,(m_1m_2)/r^2$, mas a experiência celebrizou-se pela determinação de G, constante gravitacional universal. Sendo F o módulo da força medido por meio de sua balança, conhecendo M, massa da esfera maior, e m, massa da esfera menor, Cavendish pôde determinar G pela seguinte expressão:
a) $G = Fr^2/Mm$, sendo r a distância entre os centros das esferas maior e menor.
b) $G = Fr^2/Mm$, sendo r o comprimento da barra que liga as duas esferas menores.
c) $G = Fr^2/M^2$, sendo r a distância entre os centros das esferas maiores.
d) $G = Fr^2/M^2$, sendo r o comprimento da barra que liga as duas esferas menores.
e) $G = Mm/Fr^2$, sendo r a distância entre os centros das esferas maior e menor.

marcopinto

Gabarito

1. $9{,}1 \times 10^7$ m

2. a) g = 0,3 m/s^2 b) v = 2.500 m/s

3. $6\sqrt{2}$ h.

4. a) T = 4,44 anos
b) O ano de Mercúrio é menor que o ano terrestre.

5. a) 80 min b) 640min

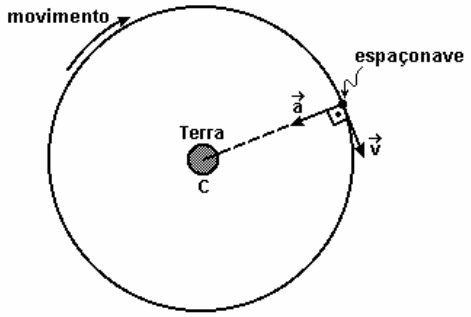
6. a) Como o satélite está em MCU ele não possui aceleração tangencial, apenas centrípeta. Desta forma não necessita de combustível, pois em sua órbita, não acelera.

b) Visto que o movimento é circular e uniforme, a aceleração do satélite é dada por:
$a(cp) = \omega^2 R$
ou
$a(cp) = (2\pi/T)^2 . R$
Substituindo os dados:

$T = 100min = 100 . 60s = 6{,}0 \times 10^3 s$
$R = R(T) + h = 6200km + 800km = 7{,}0 \times 10^6 m$
$a(cp) = (6/6.0\times10^3)^2 \times 7{,}0 \times 10^6 (m/s^2)$
$a(cp) = 7{,}0 m/s^2$

7. R(p) = 2R

8. a)



A velocidade vetorial $\vec{v}$ é tangente à trajetória e tem o sentido do movimento.
A aceleração centrípeta é dirigida para o centro da trajetória e tem direção radial.

b) $V = (\sqrt{1{,}5GM})/R$

9. a) 4,0m/s^2 b) 30,0m

10. [B]

11. [D]

12. [B]

13. [D]

14. [B]

15. [C]

16. [E]

17. [A]

18. [D]

19. 01 + 02 = 03

20. [E]

21. [C]

22. [C]

23. [D]

24. [B]

25. [C]

26. [D]

27. [D]

28. [A]

29. [C]

30. [A]

marcopinguim