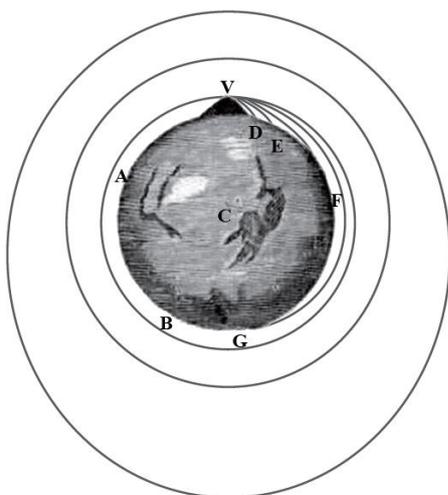


Questão 01)

O “**Experimento mental do canhão**” de Newton é uma brilhante ilustração da sua teoria sobre algumas órbitas possíveis. De acordo com a figura encontrada no *Principia*, Newton imagina um canhão sendo disparado horizontalmente do alto de uma montanha em um planeta hipotético sem atmosfera. Ele então mostra que as trajetórias elípticas de sucessivos projéteis disparados do ponto V, cada vez com velocidade maior, acabam por interceptar a superfície do planeta em pontos cada vez mais distantes do topo da montanha e finalmente um projétil entraria em uma órbita circular que o levaria a não atingir mais a superfície do planeta.



Disponível em:

<<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=>

a-gravitacao-universal-de-newton-foi-refutada-por-um-canhao-ou-por-meteoros>.

Acesso em: 16 set. 2019.

Ao analisar o Experimento mental de Newton, entre as afirmações abaixo, aquela que melhor corrobora com as ideias de Newton é:

- a) força centrífuga é a força responsável por segurar os planetas em órbita em torno do Sol.
- b) os corpos em órbita em torno da Terra só não se movem em linha reta devido à força centrípeta.
- c) esse experimento mental de Newton já foi realizado inúmeras vezes e hoje é algo comum de ser executado.
- d) a velocidade necessária para um corpo entrar em órbita é de poucos km/h.
- e) graças a Newton e seu experimento mental, foi possível o estudo do GPS e da relatividade.

Questão 02)

Um satélite de massa m está em órbita circular em torno da Terra a uma altitude h em relação à superfície terrestre, sendo R o raio da Terra. Nessa situação (despreze as forças de atrito), o módulo de sua velocidade orbital é igual a v . Se h é muito menor que R , dizemos que o satélite está em *Low Earth Orbit* (LEO), com velocidade orbital (em módulo) próxima de v_{LEO} . Define-se v_{LEO} como o módulo da velocidade que o satélite teria se pudesse estar em órbita circular a uma altitude $h = 0$. Considere que M é a massa da Terra ($M \gg m$) e que G é a constante da gravitação universal. Assinale o que for **correto**.

01) $v_{LEO} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$.

02) Se $h = 3R$, $v = \frac{v_{LEO}}{2}$.

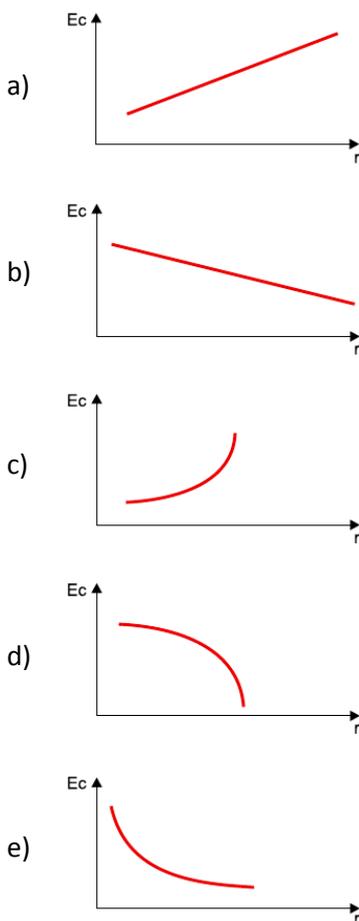
04) Se $h = R$, $v = \frac{\sqrt{2}}{2} v_{LEO}$.

08) Se $h = 0,2R$, $v = \sqrt{\frac{5}{7}} v_{LEO}$.

16) v depende da massa do satélite.

Questão 03)

As leis da gravitação universal, aplicadas ao movimento de planetas e satélites em órbita estável, permitem concluir que a energia cinética desses corpos depende de sua massa, da massa do centro de forças em torno do qual orbitam e da distância mútua entre eles (raio orbital). Assim, o gráfico que melhor representa qualitativamente a energia cinética (E_c) de planeta ou satélite em órbita estável, em função do raio orbital (r), é o ilustrado em:



Questão 04)

Isaac Newton foi um dos mais célebres físicos do século XVII, por muitos considerado o pai da Mecânica Clássica. Entre as tantas contribuições de Newton para a Física, destaca-se a Lei da Gravitação Universal, que pode ser resumida no seguinte enunciado: “*todo corpo atrai qualquer outro corpo*

com uma força dirigida ao longo da linha que os une, cuja intensidade é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa”. Assim, se a distância entre a Terra e um meteoro for reduzida à metade, a força gravitacional exercida pela Terra sobre o meteoro:

- a) será duas vezes menor.
- b) será duas vezes maior.
- c) será quatro vezes menor.
- d) será quatro vezes maior.
- e) permanecerá a mesma.

Questão 05)

Pela lei da gravitação universal, a Terra e a Lua são atraídas por uma força dada por $6,67 \times 10^{-11} Mm/d^2$, onde M e m são as massas da Terra e da Lua, respectivamente, e d é a distância entre os centros de gravidade dos dois corpos celestes. A unidade de medida da constante $6,67 \times 10^{-11}$ é

- a) Nm/kg.
- b) N.
- c) m^2 .
- d) Nm^2/kg^2 .

Questão 06)

Considere um corpo celeste esférico e homogêneo de massa M e raio R atravessado de polo a polo por um túnel cilíndrico retilíneo de diâmetro desprezível. Em um desses polos um objeto pontual é solto a partir do repouso no instante $t = 0$. Sendo G a constante universal de gravitação, esse objeto vai alcançar o outro polo após o intervalo de tempo dado por

- a) $\left(\frac{R^3}{GM}\right)^{1/2}$.
- b) $\pi\left(\frac{R^3}{GM}\right)^{1/2}$.
- c) $\left(\frac{4R^3}{3GM}\right)^{1/2}$.
- d) $2\pi\left(\frac{R^3}{GM}\right)^{1/2}$.
- e) $2\pi\left(\frac{4R^3}{3GM}\right)^{1/2}$.

Questão 07)

Um satélite de massa m realiza uma órbita circular de raio r em torno da Terra. Considerando que o raio da órbita é medido em relação ao centro da Terra, cuja massa é M , assinale o que for correto.

Dados: G é a constante universal da gravitação

01. Considerando apenas a força de atração gravitacional entre a Terra e o satélite, a velocidade do mesmo é $\sqrt{G \cdot M/r}$.
02. O tempo de revolução (período) do satélite em torno da Terra é diretamente proporcional a sua massa e inversamente proporcional ao quadrado do raio de sua órbita.
04. A força de atração que a Terra exerce sobre o satélite é maior que a força de atração que o satélite exerce sobre a Terra, sendo por isso que o satélite orbita ao redor da Terra.
08. As acelerações da Terra e do satélite são iguais.
16. O trabalho realizado pela força gravitacional sobre o satélite é nulo.

Questão 08)

Considere um par de estrelas, separadas por uma distância $3r$, que se atraem gravitacionalmente e giram em movimento circular uniforme em torno

de um ponto denominado “centro de massa do sistema”, de modo que o período de rotação t em torno de seus próprios eixos seja igual ao período de translação T em torno do centro de massa (como se estivessem ligadas por uma barra rígida). Suponha que uma estrela tenha massa M , a outra tenha massa $2M$ e considere G a constante da gravitação universal. Sabe-se que a distância da estrela de massa M em relação ao centro de massa é $2r$. Assinale o que for **correto**.

01. O módulo da velocidade em relação ao centro de massa é igual para as duas estrelas.
02. As estrelas ficam submetidas a uma força de atração gravitacional cujo módulo é igual a $\frac{2}{9} \frac{GM^2}{r^2}$.
04. A estrela de massa $2M$ fica submetida a uma força centrípeta cujo módulo é igual a $\frac{(2M)}{r} \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2$.
08. O período de translação T das estrelas em torno do centro de massa é igual a $6\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$.
16. Em relação a um referencial solidário a uma das estrelas, a outra estrela encontra-se em repouso em relação a ele.

Questão 09)

A Estação Espacial Internacional (EEI) circula em órbita estável ao redor da Terra a uma altitude h acima da superfície terrestre. Considere que M é a massa da Terra, R é seu raio superficial, m é a massa da EEI e G é a constante de gravitação universal. Sabendo que a resultante centrípeta sobre a EEI é a força gravitacional, a energia cinética da EEI será expressa por

- a) $\frac{GMm}{(R+h)^2}$
- b) $\frac{GMm}{R+h}$

c) $\frac{GMm}{2(R+h)^2}$

d) $\frac{GMm}{2(R+h)}$

e) $\frac{2GMm}{R+h}$

Questão 10)

4 – Em 1665, Issac Newton, com 23 anos, deu uma contribuição muito importante para a Física quando mostrou que a força que mantém a Lua em sua órbita é a mesma que faz com que uma maçã caia. De acordo com seus conhecimentos sobre a Lei da Gravitação Universal e baseado na tabela abaixo, assinale V (verdadeiro) ou F (falso) para as alternativas.

Altitude (km)	a_g (m/s ²)	
0	9,83	Superfície média da Terra
8,8	9,80	Monte Everest
36,6	9,71	Recorde para um balão tripulado
400	8,70	Órbita do ônibus espacial
35.700	0,225	Satélite de comunicações

a) O raio médio da Terra é dado por $r = \left(\frac{G \cdot M \cdot m}{9,8} \right)^{1/2}$, em que G é constante gravitacional, M a massa da Terra e m é massa da maçã.

b) O raio médio da Terra é dado por $r = \left(\frac{G \cdot M}{9,83} \right)^{1/2}$, em que G é constante gravitacional e M a massa da Terra.

c) A distância do centro da Terra até a órbita do ônibus espacial equivale a $\left(\frac{G \cdot M}{9,7} \right)^{1/2}$, em que G é constante gravitacional e M a massa da Terra.

d) A distância do centro da Terra até o satélite de comunicação equivale a $\left(\frac{G \cdot M \cdot m}{8,7} \right)^{1/2}$, em que G é constante gravitacional, M a massa da Terra e m é a massa do satélite.

Questão 11)

O movimento dos planetas é descrito pelas leis de Kepler que, juntamente com a lei de Newton da atração entre os corpos, constituem os pilares da Gravitação Universal.

Com base nos conhecimentos sobre a Gravitação Universal, é correto afirmar

01. Segundo a 1ª Lei de Kepler, o raio médio que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.
02. Para que um satélite orbite a uma altitude h da superfície da Terra, sua velocidade orbital deve ser independente da massa da Terra.
03. Nicolau Copérnico propôs o modelo heliocêntrico, em que o Sol é o centro do sistema planetário e os planetas, entre eles e a Terra, orbitam ao seu redor.
04. Para todos os planetas do mesmo sistema solar, a relação entre o cubo do período e o quadrado do raio médio da trajetória é constante para cada planeta do sistema.
05. Dois corpos se atraem ou se repelem segundo uma força que é diretamente proporcional a suas massas e inversamente proporcional ao cubo da distância que os separam.

TEXTO: 1 - Comum à questão: 12

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

Questão 12)

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 (10m/s^2), 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 .

TEXTO: 2 - Comuns às questões: 13, 14

Quando precisar use os seguintes valores para as constantes: Constante da gravitação universal $G = 7 \times 10^{-11}\text{ m}^3/\text{kg}\cdot\text{s}^2$. Aceleração da gravidade $g = 10\text{ m/s}^2$. Velocidade do som no ar $= 340\text{ m/s}$. Raio da Terra $R = 6\,400\text{ km}$. Constante dos gases $R = 8,3\text{ J/mol}\cdot\text{K}$. Índice adiabático do ar $\gamma = C_p/C_v = 1,4$. Massa molecular do ar $M_{ar} = 0,029\text{ kg/mol}$. Permeabilidade magnética do vácuo $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ N/A}^2$. Pressão atmosférica $1,0\text{ atm} = 100\text{ kPa}$. Massa específica da água $= 1,0\text{ g/cm}^3$

Questão 13)

Considere uma estrela de neutrons com densidade média de $5 \times 10^{14}\text{ g/cm}^3$, sendo que sua frequência de vibração radial v é função do seu raio R , de sua massa m e da constante da gravitação universal G . Sabe-se que v é dada por uma expressão monomial,

em que a constante adimensional de proporcionalidade vale aproximadamente 1. Então o valor de v é da ordem de

- a) 10^{-2} Hz .
- b) 10^{-1} Hz .
- c) 10^0 Hz .
- d) 10^2 Hz .
- e) 10^4 Hz .

Questão 14)

Quatro corpos pontuais, cada qual de massa m , atraem-se mutuamente devido à interação gravitacional. Tais corpos encontram-se nos vértices de um quadrado de lado L girando em torno do seu centro com velocidade angular constante. Sendo G a constante de gravitação universal, o período dessa rotação é dado por

- a) $2\pi \sqrt{\frac{L^3}{Gm} \left(\frac{4 - \sqrt{2}}{2} \right)}$.
- b) $\frac{4\pi}{3} \sqrt{\frac{\sqrt{2}L^3}{3Gm}}$.
- c) $\sqrt{\frac{L^3}{Gm} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{7} \right)}$.
- d) $2\pi \sqrt{\frac{L^3}{Gm} \left(\frac{4 - \sqrt{2}}{7} \right)}$.
- e) $\sqrt{\frac{L^3}{Gm} \left(\frac{4 + \sqrt{2}}{2} \right)}$.

Questão 15)

Vagabundo

Eat, drink, and love; what can the rest avail us?

Byron — Don Juan

Eu durmo e vivo no sol como um cigano,
Fumando meu cigarro vaporoso;
Nas noites de verão namoro estrelas;
Sou pobre, sou mendigo e sou ditoso!

Ando roto, sem bolsos nem dinheiro;
Mas tenho na viola uma riqueza:
Canto à lua de noite serenatas,
E quem vive de amor não tem pobreza.

Não invejo ninguém, nem ouço a raiva
Nas cavernas do peito, sufocante,
Quando à noite na treva em mim se entornam
Os reflexos do baile fascinante.

Namoro e sou feliz nos meus amores;
Sou garboso e rapaz... Uma criada
Abrasada de amor por um soneto
Já um beijo me deu subindo a escada...

Oito dias lá vão que ando cismado
Na donzela que ali defronte mora.
Ela ao ver-me sorri tão docemente!
Desconfio que a moça me namora!...

Tenho por meu palácio as longas ruas;
Passeio a gosto e durmo sem temores;

Quando bebo, sou rei como um poeta,
E o vinho faz sonhar com os amores.

O degrau das igrejas é meu trono,
Minha pátria é o vento que respiro,
Minha mãe é a lua macilenta,
E a preguiça a mulher por quem suspiro.

Escrevo na parede as minhas rimas,
De painéis a carvão adorno a rua;
Como as aves do céu e as flores puras
Abro meu peito ao sol e durmo à lua.

Sinto-me um coração de **lazzaroni**;
Sou filho do calor, odeio o frio,
Não creio no diabo nem nos santos...
Rezo a Nossa Senhora e sou vadio!

Ora, se por aí alguma bela
Bem doirada e amante da preguiça
Quiser a nívea mão unir à minha
Há de achar-me na Sé, domingo, à Missa.

(AZEVEDO, Álvares de. **Melhores poemas**.
6. ed. 1. reimpr. São Paulo: Global, 2008. p.71 -73.)

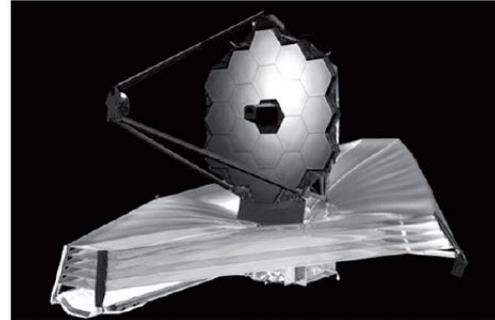
No poema Vagabundo, lê-se: “Canto à lua de noite serenatas”. Sabemos, a partir dos estudos sobre gravitação de Isaac Newton no século XVII, que a Terra e a Lua se atraem mutuamente. Essa força de atração é diretamente proporcional ao produto das respectivas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Considere a massa da Lua $7,0 \times 10^{22}$ kg; a massa da Terra $6,0 \times 10^{24}$ kg; a distância média Terra – Lua

igual a $4,0 \times 10^8$ m e a constante da gravitação universal $7,0 \times 10^{-11}$ N.m²/kg². De posse desses dados, marque a resposta que corretamente indica, aproximadamente, a força da gravidade entre a Terra e a Lua:

- a) $1,8 \times 10^{20}$ N.
- b) $3,1 \times 10^{22}$ N.
- c) $4,8 \times 10^{25}$ N.
- d) $7,3 \times 10^{28}$ N.

duas fosse duplicada, a nova força entre elas seria reduzida à metade.

Questão 17)



Questão 16)

A descoberta do planeta Netuno é considerada um trunfo da astronomia, pois é, até os dias de hoje, uma área que desperta o interesse de inúmeros cientistas e estudiosos.

Com base nos conhecimentos sobre a Gravitação Universal, é correto afirmar:

- 01. A partir das leis de Kepler, conclui-se, em relação aos planetas do sistema solar, que os mais afastados têm a maior velocidade média.
- 02. O quociente dos quadrados das distâncias médias do Sol e o cubo dos períodos é igual a uma constante k, que depende da massa de cada planeta.
- 03. De acordo com o modelo geocêntrico e as leis de Kepler, os planetas descrevem órbitas circulares em torno do Sol, que ocupa o centro da circunferência.
- 04. Sendo a aceleração da gravidade igual a g ao nível do mar, então a uma altura acima do nível do mar igual ao raio da Terra, a aceleração da gravidade é de g/4.
- 05. A intensidade da força gravitacional com que a Terra atrai a Lua é igual a F. Se fosse triplicada a massa da Lua e a distância que separa as

O Telescópio Espacial Hubble terá um sucessor até 100 vezes melhor, pois foi projetado para ser o mais avançado telescópio jamais construído, James Webb promete descobertas e belas imagens. Esse telescópio está a 570,0km acima da superfície terrestre e revolucionou a maneira de o homem observar o Universo, pois representa o avanço mais significativo na astronomia desde o telescópio de Galileu. Com ele, é possível observar os planetas do Sistema Solar, estrelas e galáxias mais distantes. (FARIA, 2017).

CAIRES, Luisa. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/telescopio-hubble-tera-um-sucessor-100-vezes-melhor/>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

Considerando-se o raio médio e a massa da Terra iguais a $6,4 \times 10^3$ km e $6,0 \times 10^{24}$ kg, respectivamente, e a Constante da Gravitação Universal igual a $6,7 \times 10^{-11}$ N.m²/kg², é correto afirmar que a velocidade com que o Hubble realiza sua órbita em torno da Terra, em 10³m/s, é, aproximadamente, igual a

- 01. 4,3
- 02. 5,7
- 03. 6,1
- 04. 7,6

05. 8,8

Questão 18)

Esta tirinha mostra o tombo do garoto que, ao frear bruscamente a bicicleta, leva uma queda, o nos faz lembrar de uma das leis enunciadas por Isaac Newton - astrônomo, alquimista, filósofo natural, teólogo, cientista e, mais reconhecido, físico e matemático. Dentre as grandes contribuições dadas por Isaac Newton, destacam-se as leis que regem a mecânica clássica que, em sua homenagem, ficaram conhecidas com as “Leis de Newton”. Qual das Leis de Newton, melhor descreve a tirinha?



(Disponível em:

<https://pedalante.wordpress.com/tag/charge/>).

- a) Lei da Ação e Reação
- b) Princípio Fundamental da Dinâmica
- c) Lei da Gravitação Universal
- d) Lei da Inércia
- e) Teoria da Relatividade

Questão 19)

A ausência da força gravitacional nas naves espaciais provoca várias transformações no organismo humano, como, por exemplo, os níveis de oxigênio e de sangue nos pulmões são constantes na superfície terrestre, enquanto no espaço esses níveis se alteram.

Considerando-se que a Terra tem uma massa igual a 6×10^{24} kg, um raio médio de 6400,0km e a constante da Gravitação Universal seja igual a $6,67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg², um ônibus espacial, movendo-se

em uma órbita circular ao redor da Terra a uma velocidade constante de 7,8km/s, encontra-se a uma altura da superfície da Terra, em km, igual, aproximadamente, a

- a) 220,0
- b) 205,0
- c) 180,0
- d) 166,0
- e) 148,0

Questão 20)

Existem vários satélites de observação terrestre que fornecem imagens de grande utilidade para aplicações em agricultura fornecendo informações globais sobre mudanças climáticas e mapeamento da vegetação.

Considerando-se um satélite orbitando em torno da Terra a uma altura de 270km, a constante da Gravitação Universal igual a $6,67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg², e sendo a massa e o raio da Terra, respectivamente, iguais a $6,0 \times 10^{27}$ g e $6,4 \times 10^3$ km, então o módulo da velocidade escalar média desenvolvida pelo satélite em torno da Terra, em km/s, é, aproximadamente, igual a

- 01) 5,4
- 02) 6,5
- 03) 6,8
- 04) 7,2
- 05) 7,7

Questão 21)

De acordo com a lei da gravitação universal de Newton, a atração gravitacional entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto de suas

massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

Com base nesta lei e considerando que a tabela abaixo fornece valores aproximados das massas e raios dos planetas em relação à Terra, analise as afirmações a seguir e marque no cartão-resposta a soma da(s) proposição(ões) CORRETA(S).

Planeta	Massa	Raio médio
Terra	M_T	R_T
Júpiter	$318M_T$	$11R_T$
Saturno	$95M_T$	$9R_T$
Urano	$14M_T$	$4R_T$

M_T : massa da Terra R_T : raio da Terra



(Disponível em:

<<https://dicasdeciencias.com/2011/03/28/garfield-saca-tudo-de-fisica/>>. Acesso em: 27 abr. 2016.)

Com base no diálogo entre Jon e Garfield, expresso na tirinha, e nas Leis de Newton para a gravitação universal, assinale a alternativa correta.

01. A intensidade da força que Júpiter exerce sobre um corpo na sua superfície é aproximadamente 29 vezes maior que a intensidade da força que a Terra exerce sobre o mesmo corpo na superfície terrestre.
 02. A aceleração da gravidade sobre um corpo a uma altura h da superfície terrestre será dada pela relação $g = \frac{G \cdot M}{h^2}$.
 04. A força que a Terra exerce sobre Saturno é menor que a força que Saturno exerce sobre a Terra.
 08. Se considerarmos que a aceleração da gravidade na Terra é igual a $9,8 \text{ m/s}^2$, a aceleração da gravidade em Urano será de aproximadamente $8,6 \text{ m/s}^2$.
 16. A intensidade da força que Saturno exerce sobre um corpo na sua superfície é aproximadamente 11 vezes maior que a intensidade da força que a Terra exerce sobre o mesmo corpo na superfície terrestre.
 32. A força de atração gravitacional exercida pela Terra sobre um objeto em sua superfície é equivalente ao peso desse objeto.
- a) Jon quis dizer que Garfield precisa perder massa e não peso, ou seja, Jon tem a mesma ideia de um comerciante que usa uma balança comum.
 - b) Jon sabe que, quando Garfield sobe em uma balança, ela mede exatamente sua massa com intensidade definida em quilograma-força.
 - c) Jon percebeu a intenção de Garfield, mas sabe que, devido à constante de gravitação universal “ g ”, o peso do gato será o mesmo em qualquer planeta.
 - d) Quando Garfield sobe em uma balança, ela mede exatamente seu peso aparente, visto que o ar funciona como um fluido hidrostático.
 - e) Garfield sabe que, se ele for a um planeta cuja gravidade seja menor, o peso será menor, pois nesse planeta a massa aferida será menor.

Questão 23)

A Lei da Gravitação Universal de Newton é expressa por $F = \frac{-G.M.m}{r^2}$ em que “ G ” é uma constante de proporcionalidade, “ M ” é a massa de um objeto maior, “ m ” é a massa de um objeto menor, “ r ” é a distância entre os centros de gravidade dos objetos e o sinal negativo corresponde à força atrativa.

Questão 22)

Leia a tirinha a seguir.

uma distância de 1m, é numericamente igual ao valor da constante da gravitação universal.

De acordo com a Lei de Gravitação Universal de Newton, se a distância entre um par de objetos é triplicada, a força é equivalente a (o)

- a) um nono do valor original.
- b) um terço do valor original.
- c) três vezes o valor original.
- d) nove vezes o valor original.
- e) mesmo valor que a original.

Questão 24)

A Lei da Gravitação Universal de Newton afirma que existe força de atração entre corpos. No entanto, ao considerarmos dois corpos que se encontram sobre uma superfície plana e horizontal, separados por uma certa distância, verificamos que eles permanecem em repouso. Em relação a esse contexto, assinale o que for correto.

- 01. Os dois corpos não se aproximam porque a lei da gravitação é válida somente para corpos celestes.
- 02. Os dois corpos não se aproximam porque o módulo da força com que a Terra os atrai é bem maior do que o módulo da força de atração entre eles.
- 04. Os dois corpos não se aproximam porque o módulo da força de atração entre eles é menor do que o módulo da força de atrito a que estão submetidos.
- 08. Se fosse possível considerar a superfície perfeitamente lisa (sem atrito), plana e horizontal, então seria possível observar uma aproximação natural entre os dois corpos.
- 16. No Sistema Internacional de Unidades (SI), o módulo da força de atração gravitacional entre dois corpos puntiformes de 1kg, separados por

Questão 25)

Cientistas descobrem planeta parecido com a Terra que orbita estrela vizinha do Sol, nomeado de Próxima B. O planeta é pequeno, rochoso e pode ter água líquida. Ele orbita ao redor da Próxima Centauri, que fica a uma distância de 4,2 anos-luz do Sistema Solar. Os dados permitiram concluir que Próxima B tem uma massa de, aproximadamente, 1,3 vezes a da Terra e orbita em torno da Próxima Centauri a cada 11,2 dias terrestres a uma distância média de 7,5 milhões de km dessa estrela, que equivale a cerca de 5% da distância entre a Terra e o Sol.

Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/cientistas-descobrem-planeta-parecido-com-terra-que-orbita-vizinha-do-sol.ghtml>>.

Acesso em: 09 out. 2016. Adaptado.

Considerando-se a massa da Terra igual a $6,0 \times 10^{24}$ kg, a constante de gravitação universal $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{N.m}^2.\text{kg}^{-2}$, $\pi = 3$, as informações do texto e os conhecimentos de Física, é correto afirmar:

- a) As leis de Kepler não têm validade para descrever o movimento do planeta Próxima B em torno da estrela Próxima Centauri, tomando essa estrela como referencial.
- b) A ordem de grandeza da massa da estrela Próxima Centauri é maior do que 10^{29} kg.
- c) A ordem de grandeza da velocidade orbital do planeta Próxima B é igual a 10^3 m/s.
- d) A ordem de grandeza da distância entre a Próxima Centauri e o sistema solar é igual a 10^{12} km.
- e) O módulo da força de interação gravitacional entre a estrela Próxima Centauri e o planeta Próxima B é da ordem de 10^{17} N.

Questão 27)**Questão 26)**

Missões espaciais conduzidas por satélites artificiais podem explorar o ambiente na órbita da Terra, o que permite um número crescente de atividades de pesquisas em diversos ramos da ciência.

Considere-se a Terra esférica com raio R e massa M e um satélite de massa m que se encontra em uma órbita circular de raio r a uma altitude h em relação à superfície terrestre.

Com base nos conhecimentos de Mecânica, sendo G a constante de gravitação universal, pode-se afirmar:

- A velocidade orbital do satélite é determinada pela expressão $\left(\frac{Gm}{R+h}\right)^{\frac{1}{2}}$.
- O período de revolução do satélite é determinado pela expressão $2\pi\left(\frac{r}{GM}\right)^{\frac{1}{2}}$.
- A energia cinética do satélite em órbita é determinada pela expressão $\frac{GMm}{2r}$.
- Os objetos abandonados no interior do satélite flutuam porque se encontram fora do campo gravitacional da Terra.
- A energia potencial gravitacional do satélite, adotando-se referencial no infinito, é diretamente proporcional à altitude.

TEXTO: 3 - Comum à questão: 27

Quando precisar use os seguintes valores para constantes:
 Aceleração da gravidade: 10m/s^2 . Calor específico da água: $1,0\text{ cal/g.K}$. Conversão de unidade: $1,0\text{ cal} = 4,2\text{ J}$. Massa específica da água: 1g/cm^3 . Massa da Terra: $6,0 \times 10^{24}\text{ kg}$. Raio da Terra: $6,4 \times 10^6\text{ m}$. Constante de Boltzman: $k_B = 1,4 \times 10^{-23}\text{ J/K}$. Constante dos gases: $R = 8,3\text{ J/mol.K}$. Massa atômica de alguns elementos químicos: $M_C = 12\text{ u}$, $M_O = 16\text{ u}$, $M_N = 14\text{ u}$, $M_{Ar} = 40\text{ u}$, $M_{Ne} = 20\text{ u}$, $M_{He} = 4\text{ u}$. Velocidade do som no ar: 340 m/s . Massa específica do mercúrio: $13,6\text{ g/cm}^3$. Permeabilidade magnética do vácuo: $4\pi \times 10^{-7}\text{ Tm/A}$. Constante de Gravitação universal $G = 6,7 \times 10^{-11}\text{ m}^3/\text{kg.s}^2$.

Ondas gravitacionais foram previstas por Einstein em 1916 e diretamente detectadas pela primeira vez em 2015. Sob determinadas condições, um sistema girando com velocidade angular w irradia tais ondas com potência proporcional a $Gc^\beta Q^\gamma w^\delta$, em que G é a constante de gravitação universal; c , a velocidade da luz e Q , uma grandeza que tem unidade em kg.m^2 . Assinale a opção correta.

- $\beta = -5$, $\gamma = 2$, e $\delta = 6$
- $\beta = -3/5$, $\gamma = 4/3$, e $\delta = 4$
- $\beta = -10/3$, $\gamma = 5/3$, e $\delta = 5$
- $\beta = 0$, $\gamma = 1$, e $\delta = 3$
- $\beta = -10$, $\gamma = 3$, e $\delta = 9$

Questão 28)

Considerando seus conhecimentos de física do cotidiano julgue as alternativas em V (verdadeiro) ou F (falso).

- Quando a vela não está de pé, a chama fica para cima porque existe um fenômeno na Física chamado convecção. Ele ocorre em líquidos e gases e, resumidamente, trata-se do movimento para cima das porções mais quentes de um material. No caso da vela, os gases expelidos pelo pavio estão muito quentes e, por isso, eles sobem.

O ar ambiente, mais frio, toma o lugar desse ar quente alimentando a chama constantemente com oxigênio. Quando viramos a vela de cabeça para baixo, a convecção continua acontecendo, gases quentes sobem e o ar frio toma seu espaço, em um movimento para cima, dando ao fogo seu formato característico.

- É mais difícil fechar a porta do carro com as janelas fechadas do que com uma aberta porque quando fechamos fortemente uma porta com os vidros do carro fechados, ela empurra o ar para dentro, aumentando repentinamente a pressão interna. Ocorre que, sempre que temos uma diferença de pressão entre o lado interno e externo, surge uma força de resistência. Nesse caso, a força de fora para dentro dificulta o fechamento da porta. O efeito é acentuado ainda pelo fato de que os carros possuem borrachas de vedação em suas

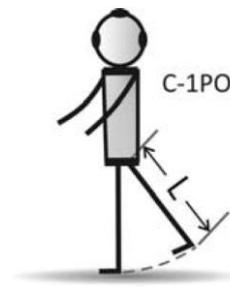
aberturas, como portas e janelas, para impedir a entrada de água e vento e essas borrachas acabam também por não deixar que o ar escape pelas frestas. Porém, com a janela aberta, o ar rapidamente escapa e a pressão interna mantém-se em equilíbrio com a pressão de fora.

- c) A posição da Lua interfere nas marés graças à lei da gravitação universal. Assim, como a Terra atrai a Lua, mantendo-a em sua órbita, a Lua atrai a Terra. Acontece que essa atração deforma a superfície, “puxando” a face da Terra mais próxima à Lua em direção ao satélite. Tanto a parte sólida (continentes) quanto a parte líquida (oceanos, mares, lagos, rios, etc.) sofrem essa deformação. Porém, o Sol não tem nenhuma interferência nas marés, apesar do Sol ter massa maior que a lua, a sua grande distância da Terra impede que ele influencie nas marés.
- d) Temos de fazer força para manter o equilíbrio quando o ônibus faz uma curva porque todo corpo em movimento tende a seguir em linha reta por inércia, que é a tendência de manter o estado do movimento. Quando o ônibus faz a curva, a nossa tendência é seguir em linha reta e temos de nos segurar fazendo força para acompanharmos o movimento curvo do ônibus. Essa força que sentimos em nosso braço, na realidade, é a resultante centrípeta, aplicada pelo ferro que seguramos e que nos garante fazer a curva junto com o ônibus.

- a) Qual seria a relação entre α e β se ambos os planetas tivessem a mesma densidade?

Imagine que você participe da equipe encarregada de projetar o robô C-1PO, que será enviado em uma missão não tripulada a esse planeta. Características do desempenho do robô, quando estiver no planeta, podem ser avaliadas a partir de dados relativos entre o planeta e a Terra.

Nas condições do item a), obtenha, em função de β ,



- b) a razão $r_g = \frac{g_p}{g_T}$ entre o valor da aceleração da gravidade, g_p , que será sentida por C-1PO na superfície do planeta e o valor da aceleração da gravidade, g_T , na superfície da Terra;
- c) a razão $r_t = \frac{t_p}{t_T}$ entre o intervalo de tempo, t_p , necessário para que C-1PO dê um passo no planeta e o intervalo de tempo, t_T , do passo que ele dá aqui na Terra (considere que cada perna do robô, de comprimento L , faça um movimento como o de um pêndulo simples de mesmo comprimento);
- d) a razão $r_v = \frac{v_p}{v_T}$ entre os módulos das velocidades do robô no planeta, v_p , e na Terra, v_T .

Note e adote:

A Terra e o planeta são esféricos.

O módulo da força gravitacional F entre dois corpos de massas M_1 e M_2 , separados por uma distância r , é dado por $F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$, em que G é a constante de gravitação universal.

Questão 29)

Foram identificados, até agora, aproximadamente 4.000 planetas fora do Sistema Solar, dos quais cerca de 10 são provavelmente rochosos e estão na chamada região habitável, isto é, orbitam sua estrela a uma distância compatível com a existência de água líquida, tendo talvez condições adequadas à vida da espécie humana. Um deles, descoberto em 2016, orbita *Proxima Centauri*, a estrela mais próxima da Terra. A massa, M_p , e o raio, R_p , desse planeta são diferentes da massa, M_T , e do raio, R_T , do planeta Terra, por fatores α e β : $M_p = \alpha M_T$ e $R_p = \beta R_T$.

O período de um pêndulo simples de comprimento L é dado por $T = 2\pi(L/g)^{1/2}$, em que g é a aceleração local da gravidade.

Os passos do robô têm o mesmo tamanho na Terra e no planeta.

Questão 30)



A figura representa uma prancha homogênea de massa igual a 9,0kg e 8,0m de comprimento apoiada em dois suportes A e B, simetricamente dispostos e afastados a uma distância de 1,0m das extremidades e que suporta um bloco de 2,0kg a uma distância de 2,5m da extremidade direita.

Considerando a constante da gravitação universal igual a $6,67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ e a aceleração da gravidade local igual a 10m/s^2 , analise as afirmativas e marque com V as verdadeiras e com F, as falsas.

- () Duas massas de 20,0kg e 40,0kg que se encontram no vácuo e afastadas a uma distância de 20,0cm se atraem com uma força gravitacional igual a 2,0nN.
- () Se duas partículas A e B se encontram separadas por uma distância d e a razão entre suas massas é m_A/m_B igual a 4, então o centro de massa do sistema formado pelas partículas encontra-se a $d/5$ da massa maior.
- () Se um elevador de massa igual a 1500,0kg transporta para cima 5 passageiros até uma altura de 100,0m em 2,0min com velocidade constante e cada passageiro tem uma massa de 70,0kg, então o elevador desenvolveu 135,0W de potência para desempenhar essa tarefa.

- () O suporte A representado na figura apresenta uma força de reação igual, aproximadamente, a 50,0N.

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

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

Questão 31)

Na Física atual, o menor tempo e o menor comprimento conceptíveis são denominados tempo de Planck (t_p) e comprimento de Planck (ℓ_p), respectivamente. Essas duas grandezas são definidas a partir da combinação das constantes físicas fundamentais: \hbar (constante de Planck reduzida = $h/2\pi$), G (constante da Gravitação Universal) e c (velocidade da luz no vácuo).

Considerando o Sistema Internacional de medidas (SI), assinale a alternativa que contém as corretas combinações entre \hbar , G e c para t_p e ℓ_p .

- a) $\left(\frac{\hbar G}{c^5}\right)^{1/2}$, $\left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{1/2}$
- b) $\left(\frac{\hbar G}{c^5}\right)^{1/2}$, $\left(\frac{\hbar G}{c^2}\right)^{1/2}$
- c) $\left(\frac{\hbar G}{c^2}\right)^{1/2}$, $\left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{1/2}$
- d) $\left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{1/2}$, $\left(\frac{\hbar G}{c^5}\right)^{1/2}$

e) $\left(\frac{\hbar c}{G^5}\right)^{1/2}, \left(\frac{\hbar c}{G^3}\right)^{1/2}$

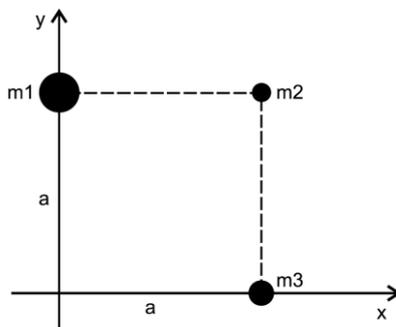
- b) $8Gm^2/a^2$
- c) $6Gm^2/a^2$
- d) $4Gm^2/a^2$
- e) $2Gm^2/a^2$

Questão 32)

Em 27 de setembro último, foi possível a observação, no Brasil, de um eclipse lunar total. Durante esse fenômeno, a sombra projetada na lua pela Terra possui duas partes denominadas umbra e penumbra. A umbra é uma região em que não há iluminação direta do Sol e a penumbra é uma região em que apenas parte da iluminação é bloqueada. A separação entre essas regiões pode ser facilmente explicada com o uso da

- a) lei de Coulomb.
- b) ótica geométrica.
- c) termodinâmica.
- d) lei da gravitação universal.

Questão 33)



A figura mostra a configuração de três corpos de massas m_1 , m_2 e m_3 , respectivamente, iguais a $4m$, $2m$ e $3m$, 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) $10Gm^2/a^2$

Questão 34)

"Astrônomos holandeses e americanos descobriram um exoplaneta com um sistema de anéis gigantesco, 200 vezes maior do que os anéis de Saturno. Os anéis foram encontrados graças a dados levantados pelo observatório *SuperWASP*, que pode detectar exoplanetas quando estes passam à frente das estrelas. Tal exoplaneta distante foi batizado de J1407b." (Adaptado de: BBC News. 28/01/2015). Com base na notícia, assinale o que for correto.

- 01. Para expressar a que distância J1407b encontra-se de nossa galáxia, os astrônomos podem utilizar o ano-luz como unidade de comprimento. Um ano-luz corresponde à distância percorrida pela luz em um ano, e vale aproximadamente $9,5 \times 10^{12}$ km.
- 02. A Lei da Gravitação Universal exclui exoplanetas.
- 04. Um exoplaneta terá no afélio uma velocidade orbital maior do que no periélio.
- 08. A 2ª Lei de Newton explica, em função da massa, o fato de o exoplaneta orbitar a estrela e não o contrário. Contudo, a rigor, ambas orbitam o centro de massa do sistema.

Questão 35)

Os princípios de conservação desempenham papel essencial dentro da Física, sendo imprescindíveis para a construção das teorias científicas. Analise as proposições que apresentam as leis físicas.

- I. Primeira lei da termodinâmica

- II. Segunda Lei de Ohm
- III. Lei da Inércia
- IV. Lei da gravitação universal de Newton
- V. Lei de Lenz

Assinale a alternativa que contém as leis relacionadas ao princípio de conservação da energia.

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

Questão 36)

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 .

Questão 37)

O governo brasileiro prevê para o ano de 2016 o lançamento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), que terá como função dar maior segurança às comunicações do País e ampliar a oferta de internet à população. O satélite geoestacionário tem a característica de

mover-se com o período de rotação igual ao da Terra. Considere que um satélite geoestacionário, após colocado em órbita circular no plano do Equador terrestre, não sofre perturbações que o desvie da órbita. Assinale a afirmativa que fornece CORRETAMENTE informações sobre o movimento deste satélite geoestacionário.

- a) A força de atração gravitacional sobre o satélite geoestacionário em órbita é nula.
- b) O módulo da velocidade linear do satélite geoestacionário não depende da massa desse satélite.
- c) A Lei da Gravitação Universal não pode ser aplicada ao estudo do movimento de satélites artificiais.
- d) O vetor velocidade linear do movimento do satélite geoestacionário é constante.
- e) O módulo da aceleração tangencial do satélite geoestacionário é diferente de zero.

Questão 38)

A notícia “Satélite brasileiro cai na Terra após lançamento falhar”, veiculadas pelo jornal **O Estado de S. Paulo** de 10/12/2013, relata que o satélite CBERS-3, desenvolvido em parceria entre Brasil e China, foi lançado no espaço a uma altitude de 720 km (menor do que a planejada) e com uma velocidade abaixo da necessária para colocá-lo em órbita em torno da Terra. Para que o satélite pudesse ser colocado em órbita circular na altitude de 720 km, o módulo de sua velocidade (com direção tangente à órbita) deveria ser de, aproximadamente,

Note e adote:

raio da Terra = 6×10^3 km

massa da Terra = 6×10^{24} kg

constante de gravitação universal $G = 6,7 \times 10^{-11}$ $m^3/(s^2 \text{ kg})$

- a) 61 km/s
- b) 25 km/s
- c) 11 km/s
- d) 7,7 km/s
- e) 3,3 km/s

Questão 39)

Recentemente foi noticiado que o asteroide Apophis, uma rocha de $2,7 \times 10^{10}$ kg de massa que orbita o Sol, estaria ameaçando a Terra com uma colisão no ano de 2036. Admita que a velocidade de deslocamento do Apophis seja de $4,0 \times 10^4$ m/s quando a sua distância até o Sol for de $1,5 \times 10^{11}$ m. Nesse sentido, afirma-se que a energia cinética do asteroide, em um ponto de sua órbita situado a uma distância de $1,6 \times 10^{11}$ m do Sol é, em J, aproximadamente igual a:

Dados: Constante de gravitação universal = $6,7 \times 10^{-11}$ m³/kg.s²

Massa do Sol = $2,0 \times 10^{30}$ kg

- a) 2×10^{19}
- b) 3×10^{19}
- c) 4×10^{19}
- d) 5×10^{19}
- e) 6×10^{19}

Questão 40)

A força de atração gravitacional entre dois corpos, de massas m_1 e m_2 e separados pela distância r , é dada pela expressão $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$, sendo G a constante universal de gravitação.

Na superfície da Terra, a aceleração de queda livre tem intensidade g .

Na superfície de outro corpo celeste, de massa igual à metade da massa da Terra e de raio igual ao dobro do raio terrestre, a aceleração da gravidade terá intensidade:

- a) $2 \cdot g$
- b) $\frac{g}{4}$
- c) g
- d) $\frac{g}{2}$
- e) $\frac{g}{8}$

Questão 41)

A gravidade é a mais fraca das quatro forças básicas. Apenas nos casos em que os corpos são de dimensões astronômicas, como a lua, os planetas e as estrelas, a gravidade se torna de fundamental importância.

Com base nos conhecimentos sobre a Gravitação Universal, analise as afirmativas e marque V para as verdadeiras e F, para as falsas.

- () As leis de Kepler são observações empíricas e podem ser deduzidas a partir das leis de Newton.
- () Quando um planeta está mais próximo do Sol, ele se move mais rápido do que quando está mais afastado.
- () O cubo do período de qualquer planeta é proporcional ao quadrado do semieixo maior de sua órbita.
- () O Sol e a Lua exercem forças gravitacionais idênticas sobre os oceanos da Terra e provocam as marés.

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

- a) V F F V
- b) V F V F
- c) V V F F
- d) F V F V
- e) F F V V

Questão 42)

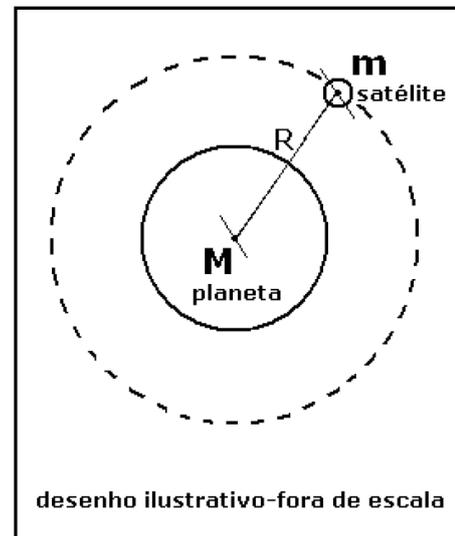
Os homens sempre foram fascinados pelo céu noturno, pela infinidade de estrelas e pelos planetas brilhantes. A Lei da Gravitação Universal de Newton, juntamente com suas três leis do movimento, revelou que a natureza seguia as mesmas regras, qualquer que seja o lugar, e essa revelação teve um efeito profundo no modo se ver o universo. Considere um planeta X cuja massa seja trinta vezes maior que a massa M da Terra e cujo diâmetro seja o dobro do diâmetro D da Terra. Um corpo de massa m lançado verticalmente para cima com velocidade V da superfície da Terra atinge uma altura H , muito menor do que o diâmetro da Terra.

Esse corpo, quando lançado com a mesma velocidade V , a partir da superfície do planeta X, atinge uma altura nH , em que o valor de n é igual a

- a) $\frac{1}{3}$
- b) $\frac{2}{15}$
- c) $\frac{15}{4}$
- d) $\frac{3}{5}$
- e) $\frac{7}{9}$

Questão 43)

Um satélite esférico, homogêneo e de massa m , gira com velocidade angular constante em torno de um planeta esférico, homogêneo e de massa M , em uma órbita circular de raio R e período T , conforme figura abaixo. Considerando G a constante de gravitação universal, a massa do planeta em função de R , T e G é:



- a) $\frac{4\pi^2 R^3}{TG}$
- b) $\frac{4\pi^2 R^2}{TG}$
- c) $\frac{4\pi^2 R^2}{T^2 G}$
- d) $\frac{4\pi^2 R}{T^2 G}$
- e) $\frac{4\pi^2 R^3}{T^2 G}$

Questão 44)

Um satélite B, cuja massa é m_B , gira numa órbita perfeitamente circular de raio R em torno de planeta A, cuja massa é m_A . A distância R entre os centros de massa dos corpos A e B é muito maior do que as dimensões do planeta e do satélite. Em relação ao descrito, é CORRETO afirmar que

- a) a velocidade do satélite depende apenas da massa do satélite.
- b) a velocidade do satélite é diretamente proporcional à distância entre centros desses corpos.
- c) a velocidade do satélite é de $\sqrt{Gm_B/R}$, onde G é a Constante de Gravitação Universal.
- d) a velocidade do satélite é de $\sqrt{Gm_A/R}$, onde G é a Constante de Gravitação Universal.
- e) a força que mantém o satélite em órbita é a força nuclear entre o planeta e o satélite.

Questão 45)

O movimento dos planetas passou a ser descrito matematicamente no início do século XVII quando Johannes Kepler apresentou suas três leis que descreviam o movimento dos planetas ao redor do Sol. Cinquenta anos mais tarde, Newton reafirmou as leis de Kepler propondo a lei da gravitação universal.

Assinale a alternativa que **NÃO** está de acordo com as ideias de Kepler e Newton.

- a) A força gravitacional entre dois corpos pode ser de atração e de repulsão.
- b) Ao longo de uma órbita, a velocidade do planeta, quando ele está mais próximo do Sol (periélio), é maior do que quando ele está mais distante (afélio).
- c) O quadrado do período orbital de um planeta é proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol.
- d) As órbitas dos planetas são elípticas com o Sol em um dos focos da elipse.

Questão 46)

A lei da gravitação universal nos diz que o módulo da força de atração entre dois corpos é dado pela expressão matemática $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$, onde $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / (\text{Kg})^2$, m_1 e m_2 são as massas dos corpos e d é a distância entre eles. Considerando esses corpos como pontos materiais, assinale o que for correto.

- 01. Para dobrarmos o módulo da força de atração entre dois corpos é necessário diminuirmos pela metade a distância entre eles.
- 02. Se triplicarmos a distância entre os dois corpos, mantendo m_1 e m_2 constantes, o módulo da força de atração irá diminuir 3 vezes.
- 04. Seja F o módulo da força de atração entre dois corpos. Se dobrarmos os valores das massas de cada um dos corpos e triplicarmos a distância entre eles, o módulo da força de atração será de $\frac{4}{9} F$.
- 08. Quanto maior a distância entre dois corpos, maior é a força de atração entre eles.
- 16. Considerando que as massas da Terra e do Sol são de, respectivamente, $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ e $2 \times 10^{30} \text{ kg}$, e que a distância entre o centro da Terra e o centro do Sol é de $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$, a força de atração entre o Sol e a Terra é de aproximadamente $5,3 \times 10^{32} G$.

Questão 47)

As leis da gravitação universal aplicadas ao movimento de satélites geoestacionários podem ser generalizadas para órbitas elípticas e aplicadas ao estudo do movimento dos planetas em torno do Sol. Tendo como base essas leis, julgue os itens a seguir.

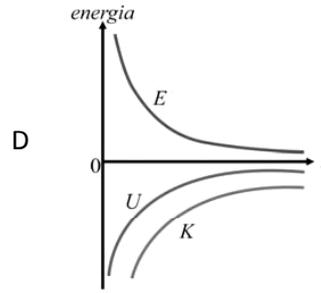
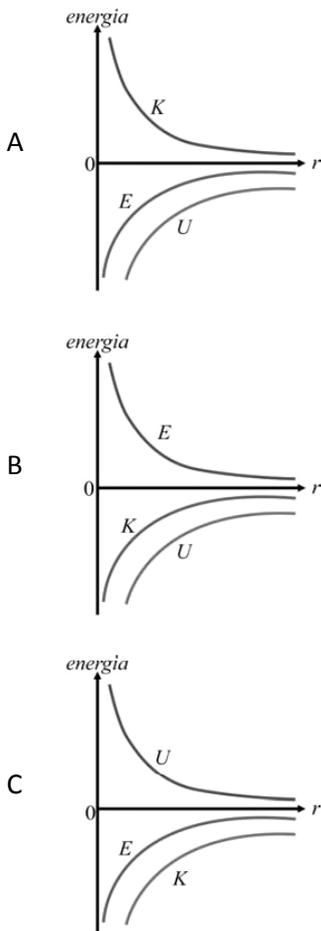
- () A razão entre os quadrados dos períodos de qualquer par de planetas girando em torno do Sol é igual à razão entre os cubos dos raios médios de cada órbita desses planetas.

() Todos os planetas movem-se em órbitas elípticas, que têm o Sol em um dos focos.

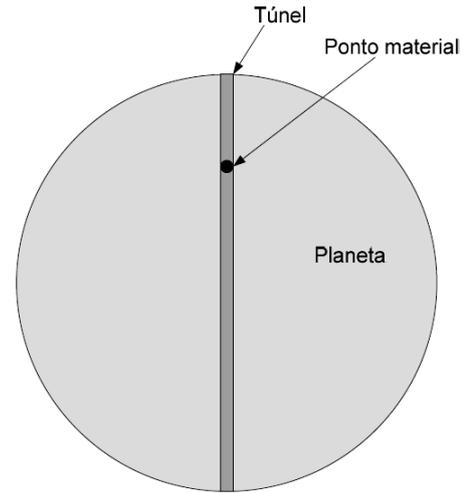
Questão 48)

As leis da gravitação universal aplicadas ao movimento de satélites geostacionários podem ser generalizadas para órbitas elípticas e aplicadas ao estudo do movimento dos planetas em torno do Sol. Tendo como base essas leis, faça o que se pede no item a seguir, que é do tipo C.

Considerando um satélite artificial em movimento em torno da Terra, assinale a opção correspondente ao gráfico que melhor representa a variação das energias mecânica total (E), cinética (K) e potencial (U) em função da distância r do satélite ao centro da Terra.



Questão 49)



Considere um túnel retilíneo que atravesse um planeta esférico ao longo do seu diâmetro. O tempo que um ponto material abandonado sobre uma das extremidades do túnel leva para atingir a outra extremidade é

Dados:

- constante de gravitação universal: G;
- massa específica do planeta: ρ .

Consideração:

- Para efeito de cálculo do campo gravitacional, desconsidere a presença do túnel.

a) $\sqrt{\frac{3}{\pi\rho G}}$

b) $\sqrt{\frac{3\pi}{4\rho G}}$

- c) $\frac{2\pi}{\sqrt{\rho G}}$
- d) $\frac{2}{\sqrt{\pi\rho G}}$
- e) $\frac{2\pi}{\sqrt{3\rho G}}$

Questão 50)

Considerando as leis de Kepler e a lei da gravitação universal, assinale o que for **correto**.

01. Dois corpos quaisquer se atraem com forças cujos módulos são diretamente proporcionais ao produto das massas dos mesmos e inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre seus centros de massa.
02. Os planetas descrevem órbitas elípticas, com o Sol em um dos focos da elipse.
04. O segmento de reta que liga qualquer planeta ao Sol “varre” áreas iguais em intervalos de tempos iguais.
08. O quadrado do período de translação de um planeta qualquer em torno do Sol é diretamente proporcional ao cubo do raio médio da órbita do planeta.
16. O período de translação de qualquer planeta ao redor do Sol é inversamente proporcional à massa do planeta.

Questão 51)

A lei de gravitação universal nos dá a equação da força de interação mútua entre todos os corpos massivos do universo. Assim sendo, é possível calcular a força com que a Terra atrai e é atraída pelos demais corpos do universo. Um satélite cuja massa é de 10^3 kg foi colocado em órbita e em repouso a uma distância de 10^3 km, a partir da superfície média da Terra. Sabendo que o raio médio da Terra é de 6400 km, pode-se afirmar que

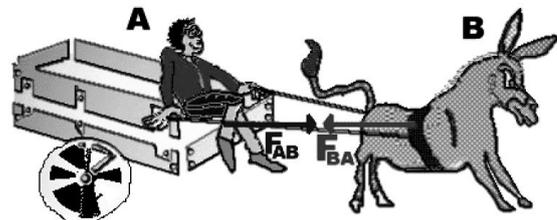
a força de atração gravitacional entre a Terra e esse satélite é aproximadamente de

Dados: considere que a massa da Terra é igual a 6×10^{24} kg e que a constante de gravitação universal é igual a $6,67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg².

- a) 1000 N.
- b) 5000 N.
- c) 5600 N.
- d) 7300 N.
- e) 3700 N.

Questão 52)

No movimento de uma carroça puxada por um cavalo, ainda que o movimento seja acelerado, as forças trocadas entre o cavalo e a carroça tem mesma intensidade, como ilustra a figura a seguir:



Disponível em: <http://caioruan.blogspot.com.br/> Acesso 01 out. 2014)

A lei física que explica essa situação e a:

- a) Segunda lei de Newton
- b) Terceira lei de Newton
- c) Lei da gravitação universal
- d) Lei de Hook
- e) Primeira Lei de Kepler

Questão 53)

“Curiosity pousa com sucesso em Marte”. Essa foi a manchete em vários meios de comunicação na madrugada do dia 6 de agosto de 2012. O robô da Nasa chamado *Curiosity* foi destinado a estudar propriedades do planeta Marte. Após uma viagem de aproximadamente 9 meses, o *Curiosity* chegou a Marte. Ao entrar na atmosfera do planeta, o robô continuava ligado a pequenos foguetes que foram usados para desacelerá-lo. Segundos antes da chegada ao solo, os foguetes foram desconectados e se afastaram para bem longe. A figura ilustra o sistema *Curiosity* + foguetes.



A massa dos foguetes varia continuamente, enquanto eles queimam combustível e produzem a exaustão dos gases. A propulsão dos foguetes que fizeram desacelerar o *Curiosity* é um exemplo notável da

- Lei da Inércia.
- Lei de Kepler.
- Conservação da Energia.
- Conservação da Quantidade de Movimento.
- Lei da Gravitação Universal.

Questão 54)

Considere um objeto de massa m acima da superfície da Terra, cuja massa é M_T , e a uma distância d do seu centro. Aplicando-se a segunda lei de Newton ao objeto e supondo que a única

força atuando nele seja dada pela lei da gravitação universal, com G sendo a constante de gravitação universal, sua aceleração é

- d^2G/M_T .
- M_TG .
- GM_T/d^2 .
- mG .

Questão 55)

Sobre as leis de Kepler e a lei da gravitação universal, assinale o que for **correto**.

- O módulo da força gravitacional entre dois corpos é diretamente proporcional ao produto das massas desses corpos.
- Os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, e esse se localiza no centro das elipses.
- Um segmento de reta traçado do Sol até um dado planeta descreve áreas iguais em intervalos de tempos iguais.
- O módulo da velocidade com que os planetas percorrem suas órbitas em torno do Sol tem sempre o mesmo valor.
- Em decorrência de a massa de Júpiter ser muito maior do que a massa da Terra, o período de translação de Júpiter é maior do que o da Terra.

Questão 56)

A humanidade sempre foi fascinada pelo céu noturno. Durante muitos séculos, os movimentos aparentes das estrelas e dos planetas em relação à Terra foram mapeados pelos astrônomos. Vários modelos surgiram para explicar o Universo. No final do século XVI, Kepler, depois de muitas tentativas, mostrou que os planetas não se movem com

velocidade constante e estabeleceu uma relação matemática entre o período de revolução de um planeta e a sua distância média do Sol.

Considerando essas informações, e assumindo que $6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ é o valor da constante de gravitação universal; $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$, a massa da Terra; $6,37 \times 10^6 \text{ m}$, o raio da Terra, e 10 m/s^2 , a aceleração da gravidade na superfície da Terra, julgue os itens a seguir.

- () É superior a $9,2 \text{ m/s}^2$ a aceleração de um corpo que se desloca em queda livre a partir de uma posição a 100 km acima da superfície da Terra.
- () Considerando que o período de translação de Marte na órbita solar é de 684 dias, infere-se, a partir das Leis de Kepler derivadas da teoria da gravitação, que a distância entre o Sol e Marte é maior que três vezes a distância entre o Sol e a Terra.

Questão 57)

"Eu medi os céus, agora estou medindo as sombras. A mente rumo ao céu, o corpo descansa na terra."

Com esta inscrição, Johannes Kepler encerra sua passagem pela vida, escrevendo seu próprio epitáfio. Kepler, juntamente com outros grandes nomes, foi responsável por grandes avanços no que se refere à mecânica celeste.

No que se refere à história e à ciência por trás da mecânica celeste, assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**.

01. O astrônomo Cláudio Ptolomeu defendia o sistema geocêntrico, com a Terra no centro do sistema planetário. Já Nicolau Copérnico defendia o sistema heliocêntrico, com o Sol no centro do sistema planetário. Tycho Brahe elaborou um sistema no qual os planetas giravam em torno do Sol e o Sol girava em torno da Terra.
02. Galileu Galilei foi acusado de herege, processado pela Igreja Católica e julgado em um tribunal por afirmar e defender que a Terra era fixa e centralizada no sistema planetário.
04. Kepler resolveu o problema das órbitas dos planetas quando percebeu que elas eram elípticas, e isso só foi possível quando ele parou de confiar nas observações feitas por Tycho Brahe.
08. O movimento de translação de um planeta não é uniforme; ele é acelerado entre o periélio e o afélio, e retardado do afélio para o periélio.
16. A teoria da gravitação universal, de Newton, é válida para situações nas quais as velocidades envolvidas sejam muito grandes (próximas à velocidade da luz) e o movimento não ocorra em campos gravitacionais muito intensos.

32. A teoria da relatividade geral de Einstein propõe que a presença de uma massa deforma o espaço e o tempo nas suas proximidades, sendo que, quanto maior a massa e menor a distância, mais intensos são seus efeitos. Por isso a órbita de Mercúrio não pode ser explicada pela gravitação de Newton.

Questão 58)

Astrônomos há muito procuram por um planeta que possa sustentar vida fora do Sistema Solar. Quando os relatórios começaram a chegar sobre o planeta Gliese 581g, foi como se o sonho tivesse se realizado.

Cientistas, entre eles astrofísicos, combinam observações astronômicas com o que sabem sobre a vida na Terra para construir simulações ambientais em exoplanetas. Em meio à recente onda de detecção de planetas, modelos realísticos podem fornecer orientações essenciais para futuras missões à procura de sinais de vida no Universo. Recentemente, o Gliese 581g se tornou o foco principal dessa pesquisa. A órbita praticamente circular que o planeta descreve ao redor de uma estrela anã vermelha o coloca a uma distância ideal para que a temperatura permita a existência de água líquida na superfície — característica essencial para vida. A anã vermelha, no entanto, emite apenas 1% da luz irradiada pelo Sol.

Cálculos preliminares também sustentam a ideia de que um dos hemisférios de Gliese 581g está sempre voltado para a estrela, submetido a temperaturas de até 640°C , enquanto o lado escuro tem invernos equivalentes aos dos polos terrestres. Mas a posição de Gliese 581g ainda é uma questão em debate e poderia apresentar uma região mais propícia à vida na zona de transição, ou, como é chamada, de um "perpétuo pôr de sol". Se essa hipótese for correta, poderão até mesmo existir plantas com uma gama de cores, como o arco-íris, com pigmentos adaptados para absorver a luz com específicos comprimentos de onda que atingem a superfície nas diferentes longitudes do planeta. (NELSON, 2011, p. 10).

NELSON, Bryn. Plantas Escuras e Zonas de Crepúsculo. Scientific American Brasil. ano 8, n. 104, jan. 2011.

Com base nas informações do texto e sabendo-se que G é a constante da gravitação universal, m a massa do planeta Gliese 581g, M a massa da estrela anã vermelha, R o raio da órbita e r o raio do planeta, considerado esférico, é correto afirmar que, no planeta Gliese 581g,

- c) a frequência dos dois sistemas é função crescente de d .
- d) a frequência do sistema massa-mola é função decrescente de d ; a frequência do pêndulo não depende de d .

- 01. o módulo da aceleração centrípeta exercida é igual a $\frac{GM}{R^2}$.
- 02. a aceleração da gravidade na superfície tem módulo igual a $\frac{GM}{(R+r)^2}$.
- 03. a força resultante centrípeta exercida sobre esse planeta tem módulo igual a $\frac{m2\pi T}{r}$, sendo T o período de revolução do planeta.
- 04. o módulo da velocidade linear do planeta, que descreve órbita circular em torno da estrela anã vermelha, mantém dependência direta com a massa desse planeta.
- 05. a força de atração entre esse planeta e a estrela anã vermelha não obedece à lei da Gravitação Universal porque o planeta não descreve uma órbita elíptica em torno da estrela.

Questão 60)

Sobre a gravitação universal, assinale o que for **correto**.

- 01. Em cada planeta do nosso sistema solar atua uma força de atração gravitacional do Sol.
- 02. A terra exerce sobre a lua uma força de atração gravitacional.
- 04. A força gravitacional é uma força de atração que atua mutuamente entre dois corpos materiais quaisquer.
- 08. O módulo da força gravitacional é diretamente proporcional ao quadrado da distância entre os centros de massas de dois corpos materiais.
- 16. No sistema internacional de unidades (SI), a constante gravitacional (G) tem unidades equivalentes a $m^3/(kg.s^2)$.

Questão 59)

Considere a aceleração da gravidade em função da distância d à superfície da terra de acordo com a lei da gravitação universal. A esta distância d da superfície existem dois osciladores: um massa-mola e o outro, um pêndulo simples. A respeito de suas frequências de oscilação, pode-se afirmar corretamente que

- a) a frequência do sistema massa-mola não depende de d ; a frequência do pêndulo é função decrescente de d .
- b) a frequência dos dois sistemas é função decrescente de d .

GABARITO:

1) Gab: B

Resolução: Sem a força centrípeta que puxa os corpos em direção à Terra, como a Lua é puxada, esses corpos sairiam pela tangente e sairiam de órbita. É a força gravitacional, atuando como força centrípeta, que segura tudo em órbita.

2) Gab: 07

3) Gab: E

4) Gab: D

5) Gab: D

6) Gab: B

7) Gab: 17

8) Gab: 30

9) Gab: D

10) Gab: FVVF

11) Gab: 03

12) Gab: B

13) Gab: E

14) Gab: D

15) Gab: A

16) Gab: 04

17) Gab: 04

18) Gab: D

19) Gab: C

20) Gab: 05

21) Gab: 40

22) Gab: A

23) Gab: A

24) Gab: 24

25) Gab: B

26) Gab: C

27) Gab: A

28) Gab: VFFV

29) Gab:

a) $\alpha = \beta^3$

b) $r_g = \beta$

c) $r_T = \sqrt{\frac{1}{\beta}}$

d) $r_V = \sqrt{\beta}$

30) Gab: 03

31) Gab: A

46) Gab: 04

32) Gab: B

47) Gab: CC

33) Gab: A

48) Gab: A

34) Gab: 09

49) Gab: B

35) Gab: A

50) Gab: 15

36) Gab: B

51) Gab: D

37) Gab: B

52) Gab: B

38) Gab: D

53) Gab: D

39) Gab: A

54) Gab: C

40) Gab: E

55) Gab: 05

41) Gab: C

56) Gab: CE

42) Gab: B

57) Gab: 33

43) Gab: E

58) Gab: 01

44) Gab: D

59) Gab: A

45) Gab: A

60) Gab: 23