

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2007



2ª FASE

PROVA PARA ALUNOS DA 8ª SÉRIE

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 1 – Essa prova destina-se exclusivamente a alunos da 8ª série.
- 2 – A prova contém oito (8) questões e **TODAS DEVEM SER RESOLVIDAS.**
- 3 – A duração da prova é de quatro horas.


SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
www.sbf1.sbfisica.org.br/olimpadas
cbfisica@sbfisica.org.br
tel. (11) 3814 5152



Olimpíada Brasileira de Física

Apoio
 CNPq

Boa prova!

01. Os ritmos e periodicidades são anteriores à existência do homem na Terra. Aliás, os seres humanos (seres vivos) se adaptaram a eles. A Terra gira em torno de seu próprio eixo em um dia e leva um ano (365 dias e seis horas) para completar um ciclo em torno do Sol. Um outro ciclo usado é o mensal, originado do movimento de translação da Lua em torno da Terra. Esta translação está mostrada na figura1, onde a parte clara representa a face da Lua iluminada pelo Sol. <http://www.physics.sjsu.edu/tomley/MoonPhase.html>

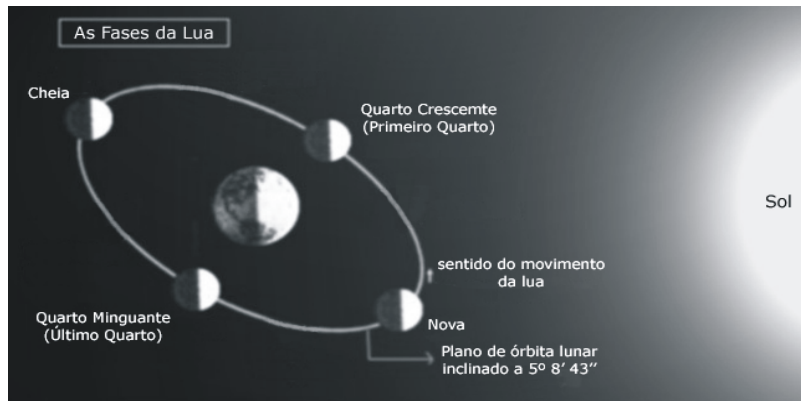


Fig. 1

Iniciando-se o ciclo mensal com a *Lua Nova*, quando ela estiver entre a Terra e o Sol, a face voltada para a Terra estará escura. Este evento ocorrerá no próximo dia 10, de acordo com o calendário lunar mensal da figura 2. Em pouco mais de uma semana, o movimento de translação da Lua irá alcançar a fase denominada *Quarto Crescente* (aproximadamente no dia 18). Na semana seguinte, quando a Lua e o Sol estiverem em lados opostos da Terra, a face da Lua da voltada para a Terra estará toda iluminada, tendo-se a chamada *Lua Cheia* (dia 25). Nas duas semanas seguintes, a iluminação da Lua irá

minguando tendo-se, então a fase *Quarto Minguante* (tendo o auge em 1º de novembro), quando apenas meio disco da Lua receberá a luz Solar e, após o Minguante, a Lua chegará outra vez à sua Fase Nova (9 de novembro), quando não será mais vista no céu, fechando o ciclo. As principais fases do ciclo lunar são, portanto: Nova, Quarto Crescente, Cheia e Quarto Minguante.

Considerando o tempo de revolução da Lua como 29 dias e 12 horas, e a distância entre o centro da Terra e o centro da Lua igual a 384.000 km, pergunta-se:

- Qual a velocidade média, em km/h, da Lua em relação à Terra?
- Em que fase a Lua se encontrará no dia 22 de dezembro, quando se estima publicar o resultado da OBF2007? Apresente o raciocínio integral na folha de resoluções e esboce que tipo de Lua será vista na Terra. Tome como base as fotos do Calendário Lunar no mês de outubro.



Fig. 2

02. “Galileu Galilei foi um dos maiores cientistas da história. Ele nasceu em 1564, na cidade de Pisa, Itália. Na época, não havia relógios mecânicos a corda muito menos os eletrônicos (o uso da eletricidade é bem posterior a Galileu: a pilha elétrica, por exemplo, foi inventada em 1800). O passar das horas do dia era acompanhado por meio de relógios do sol. Pequenos intervalos de tempo podiam ser marcados pelo escoar da areia, nas ampulhetas, ou da água, nos relógios de água. Era, portanto, muito difícil marcar com precisão intervalos de tempo da ordem de minutos e segundos.

Conta-se que, aos 19 anos, Galileu estava na catedral de Pisa e observou atentamente um candelabro que, preso ao teto por uma corrente, balançava de um lado para outro. Ele percebeu que o período de oscilação parecia ser o mesmo, qualquer que fosse a amplitude das oscilações. Sendo estudante de Medicina na época, Galileu usou a contagem de suas próprias pulsações como “relógio” improvisado para confirmar essa suposição. Seu interesse pela Medicina, contudo, não foi longe. Ele desistiu do curso antes de se formar e dedicou a vida ao estudo das aplicações da Matemática à Astronomia e à Ciência posteriormente denominada Física.

Mais tarde, Galileu estudaria detalhadamente o comportamento dos pêndulos e, nos últimos anos de sua vida, trabalharia na tentativa de utilizá-los para a marcação do tempo.” (Texto do livro – Ciências Naturais – Aprendendo com o cotidiano – 8ª série – de Eduardo Leite do Canto)

Esquemáticamente podemos representar o pêndulo de Galileu na figura 3. Chegou-se à conclusão que, fazendo o gráfico da figura 3, do quadrado do período - período do pêndulo é definido como o tempo

necessário para voltar ao ponto inicial - com o comprimento ℓ do fio, resulta em uma reta.

- Determine o coeficiente angular da reta.
- Escreva o período T em função do comprimento ℓ .
- Reproduza o esboço do Pêndulo de Galileu no caderno de respostas e desenhe as forças que atuam no mesmo.

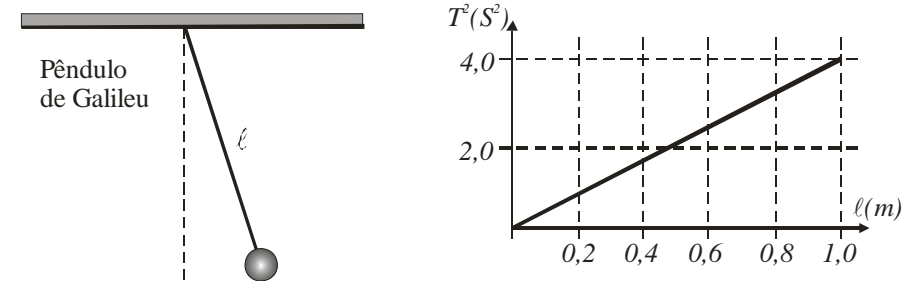


Fig. 3

03. Observe, atentamente, as fotografias figura 4 a seguir. A primeira é um *arco duplo* anunciando a presença de uma conhecida rede de lanchonetes. Embaixo dela vemos uma foto noturna de uma saltadora de trampolim, quase reproduzindo uma das parábolas do *arco duplo*. Ao seu lado, na parte de cima, temos um chafariz “jorrando parábolas”, que são também reproduzidas pela erupção de um vulcão, vista na foto de baixo. Estas parábolas podem ser obtidas para finalidades didáticas em fotografias estroboscópicas* (vejam a foto da figura 5) representando o conhecido fenômeno de lançamento de projéteis. A última foto da figura 5 representa um dos lados da parábola, obtido a partir do lançamento horizontal de uma bola branca em um campo gravitacional ($g = 10 \text{ m/s}^2$), com velocidade inicial de $2,0 \text{ m/s}$ e de uma altura de $5,0 \text{ m}$ do solo.

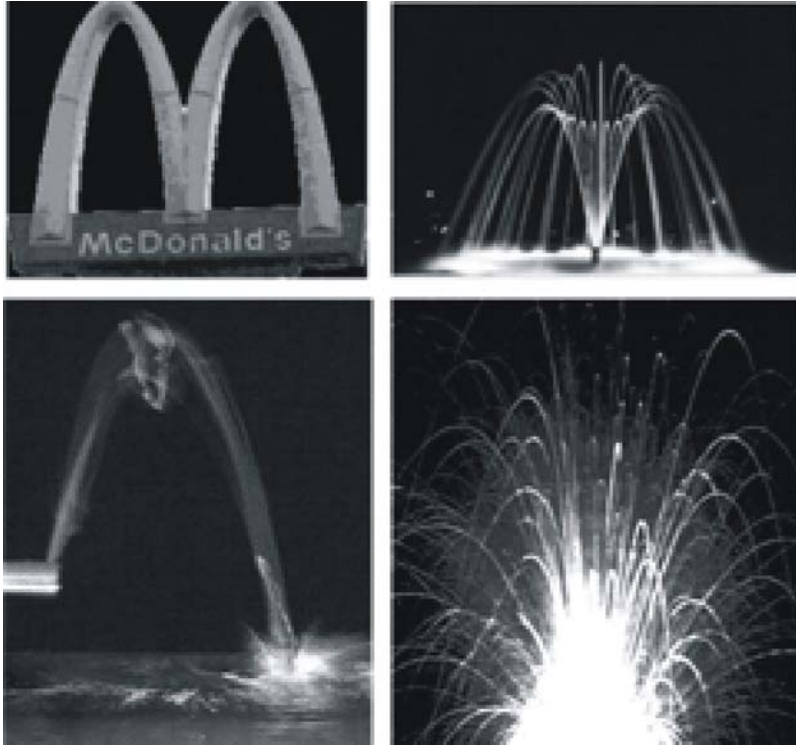


Fig. 4

O movimento da bola pode ser representado matematicamente pela função parábola $y = 5,0 - 1,25 x^2$, com y e x em metros. Pergunta-se:

(a) Qual será a menor distância entre o ponto inicial e o ponto final da trajetória?

Ainda na última fotografia da figura 5 se solta, simultaneamente com a bola branca, uma bola cinza em queda livre. Observe que as coordenadas verticais (y) das duas bolas são idênticas, a cada instante, e a função em y da bola em queda livre, em relação ao tempo, é $y = 5,0 - 5 t^2$. De acordo com esta equação:

(b) Quanto tempo levará a bola cinza para atingir o solo?

* Na fotografia estroboscópica temos apenas uma bola fotografada várias vezes, ou seja, fotografias estroboscópicas são aquelas que o filme ou o ccd (ocupa o lugar do filme da máquina digital) são expostos em um tempo maior que o usual e o objeto de estudo é iluminado algumas vezes resultando numa foto onde parecem existir múltiplas bolas.

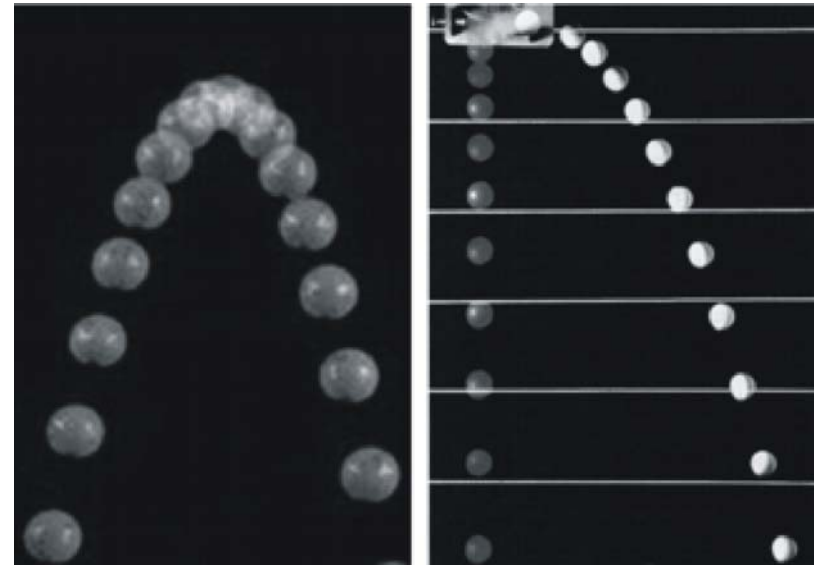


Fig. 5

04 Para complementar a questão anterior, apresenta-se na figura 6 acima uma seqüência de quatro ilustrações. Na última, observe a semelhança com as fotos da questão anterior, onde os pontos de uma parábola completa são obtidos do lançamento, na direção vertical, de um objeto a partir de um caminhão em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Este MRU é representado pela seqüência uniforme de pontilhados horizontais.

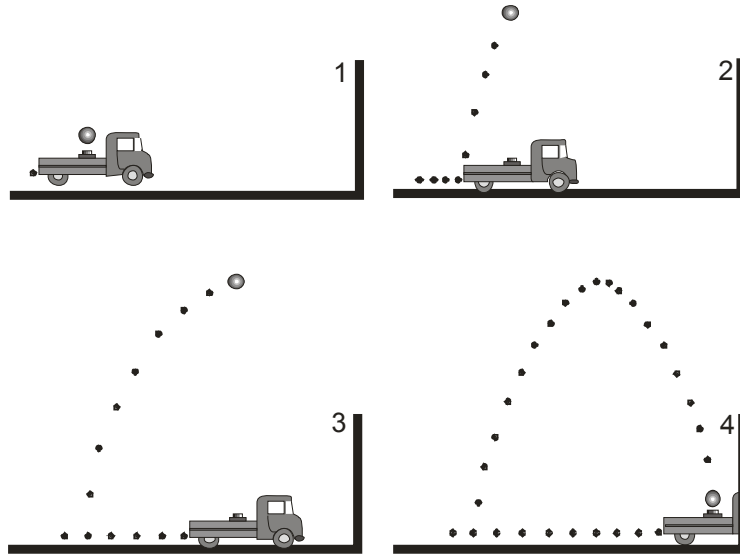


Fig. 6

a) Se a função que representa a evolução temporal do caminhão é $x = 2,0 t$, qual é a velocidade do caminhão?

Como na questão anterior, a única força atuante é a da gravidade, cuja aceleração é aproximada para $g = 10 \text{ m/s}^2$. A descrição completa da ascensão e queda, na coordenada vertical, do objeto lançado do caminhão em função do tempo, é $y = 10t - 5t^2$, e na coordenada horizontal temos o MRU ($x = 2,0 t$). Com essas informações:

(b) Calcule o módulo da velocidade inicial vertical, representado no primeiro quadro da seqüência de ilustrações.

Combinando-se os dois movimentos (horizontal e vertical):

(c) Qual é a equação da trajetória parabólica (y) em termos de x ?

d) Qual será a altura máxima atingida pelo objeto?

05. O morteiro pirotécnico é um fogo de artifício que, lançado verticalmente, explode à altura de 200 m. Suponha que você, situado a certa distância do lançamento de um morteiro, mediu o tempo de 3 s entre o clarão e o som da explosão correspondente.

A velocidade da luz é extremamente alta (300.000 km/s) de modo que, para efeito prático, o clarão do morteiro chega instantaneamente aos nossos olhos. Por outro lado, a velocidade do som no ar é bem menor e perceptível aos nossos sentidos, sendo igual a 340 m/s .

a) Determine a distância percorrida pelo som do ponto da explosão até você.

b) Determine a distância entre o ponto de lançamento do morteiro e a posição onde você ouviu a explosão.

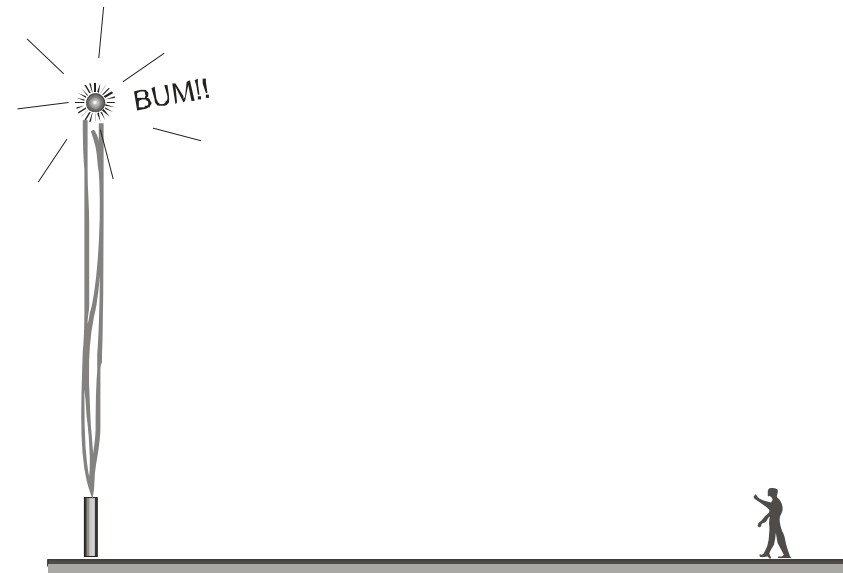


Fig. 7

06. Um eclipse solar ocorre quando a Lua se coloca entre o Sol e a Terra projetando sua sombra na superfície do nosso planeta. Os astrônomos calculam com muita precisão, entre outras grandezas, o tempo de duração do eclipse numa determinada cidade.

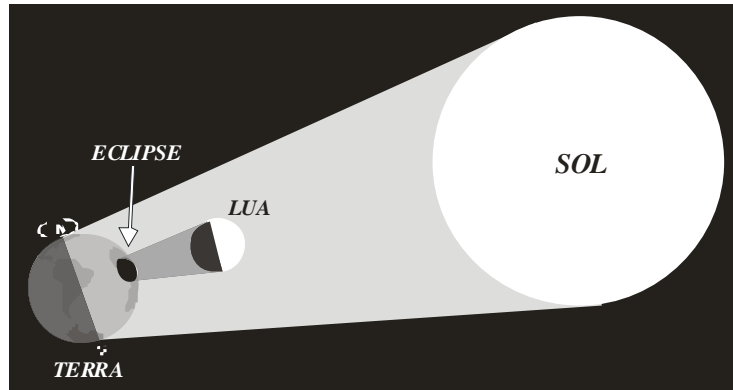


Fig. 8

Podemos ter uma idéia aproximada de como esse cálculo é feito, resolvendo o seguinte problema (figura 9):

O Sol, encontrando-se a pino, produz um feixe de luz paralelo e perpendicular ao solo. Entre o Sol e uma estrada plana e retilínea voa um avião de 80 m de comprimento com velocidade de 540 km/h em relação ao solo. A sombra produzida pelo avião atinge, em um determinado instante, uma motocicleta que se move no mesmo sentido e com velocidade de 180 km/h. Durante quanto tempo a sombra permanece sobre a moto? Observação: uma das propriedades de luz paralela em incidência normal é formar sombra com o mesmo tamanho do objeto.

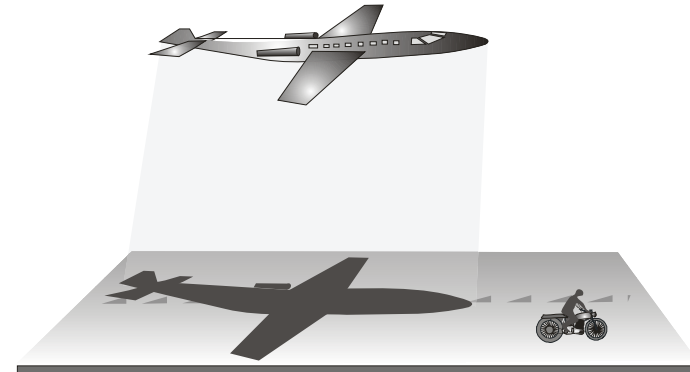


Fig. 9

07. Veja na figura 10 faíscas de um “fósforo de festas juninas”, usualmente denominado de chuvas de prata. A temperatura de sua chama pode atingir valores maiores que 2000 °C mas, quando ela atinge a pele humana, sente-se apenas uma ligeira “beliscada”. Desta forma, alta temperatura não necessariamente significa alta quantidade de calor. De fato, a variação de calor (ΔQ) é relacionada com a variação de Temperatura (ΔT) através da massa (m) e de uma quantidade chamada calor específico (c), resultando na fórmula.

$$\Delta Q = mc\Delta T$$



Fig. 10

Consideremos (figura 11) um gráfico da Temperatura T em função da quantidade de calor adicionado Q , para o caso da água e do solo, cujos calores específicos c são $4,18(J/g^{\circ}C)$ e $0,80(J/g^{\circ}C)$, respectivamente. No gráfico nota-se que, para aumentar de $1^{\circ}C$ a temperatura de uma quantidade de água ou de solo igual a $1,0\text{ g}$, é necessário a energia de $4,18\text{ J}$ ou $0,80\text{ J}$, respectivamente. Considerando este gráfico:

(a) Determine o coeficiente angular da reta referente à água e da reta referente ao solo.

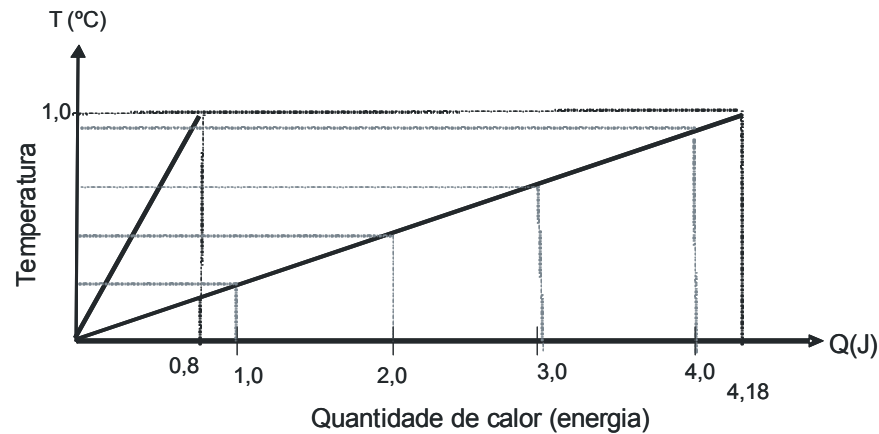


Fig.11

b) Ao adicionarmos a quantidade de calor de $1,0\text{ J}$, a uma mesma quantidade m de água e de solo, qual será a diferença de temperatura entre os dois materiais?

(c) Supondo que $1,0\text{ mg}$ (miligrama) do material “chuveirinho”, de calor específico igual a $0,20\text{ J/g}^{\circ}C$, sofre uma variação de temperatura igual a $2000^{\circ}C$, calcule a variação da quantidade de calor.

08. A ilustração da figura 12 mostra o sistema solar cuja descrição matemática foi realizada por Isaac Newton. Ele sugeriu uma lei de atração dos corpos como uma força diretamente proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

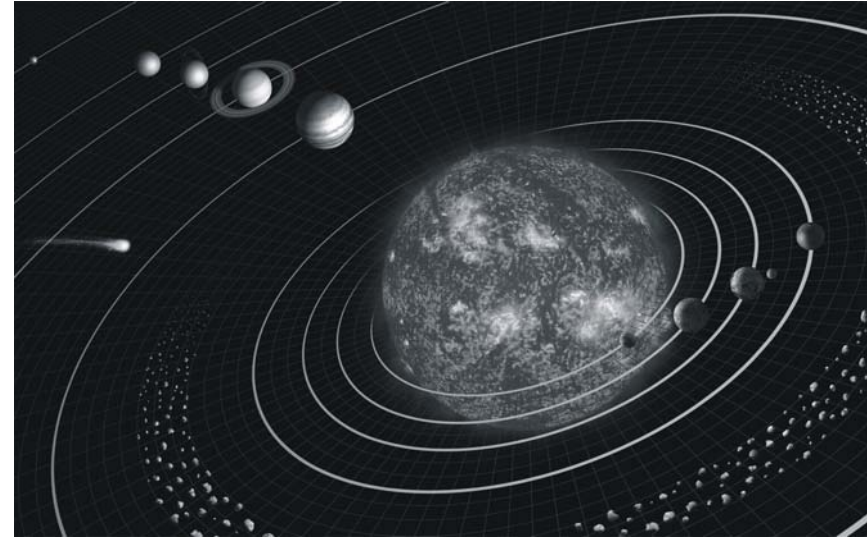


Fig.12

Na ilustração da figura 13 tem-se a Terra, de massa M , atraindo um objeto qualquer de massa m . A expressão matemática que traduz esta atração é

dada por $F = \frac{GMm}{r^2}$, onde G é a chamada constante de gravitação

universal. Se o objeto estiver na superfície da Terra, e M e r_T forem,

respectivamente, a massa e o raio da Terra, o termo $\frac{GM}{r_T^2}$ é escrito como

g e assim a bem conhecida expressão da força peso dos objetos na Terra será $F_p = mg$.

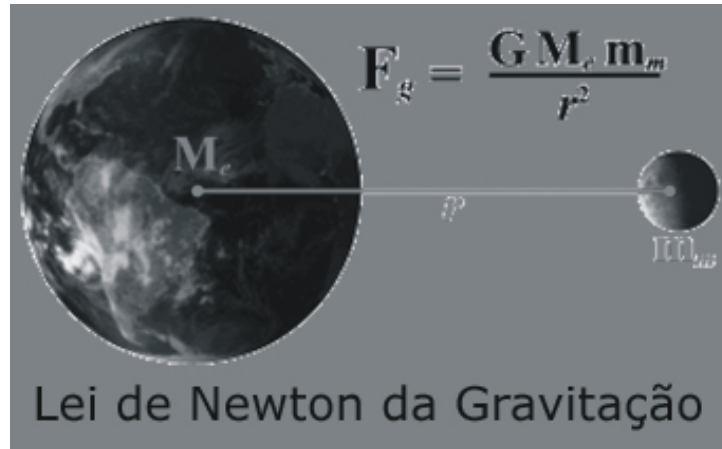


Fig. 13

a) Calcule o valor da aceleração da gravidade, g , na Terra. Para efeito deste e dos cálculos a seguir, considere os seguintes valores aproximados para a massa e o raio médio da Terra: $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, $r_T = 6 \times 10^6 \text{ m}$. Considere também que $G = 6 \times 10^{-11} \text{ m}^3 / (\text{kg s}^2)$.

b) Se um objeto cujo peso na Terra é 10 N for levado para a Lua, Marte e Saturno, que peso apresentará nestes astros? Os valores aproximados do raio e da massa destes astros, com relação à massa e ao raio da Terra, estão indicados na tabela abaixo.

	Terra	Lua	Marte	Saturno
massa	1	0,012	0,1	95
raio	1	0,27	0,5	9,5