



# Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas 2014



Realização



Apoio



**Prova Nível B** – alunos da 1ª e 2ª Séries do Ensino Médio

Nome do(a) aluno (a): \_\_\_\_\_

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO

- 1) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos da 1ª e 2ª séries do Ensino Médio. Ela contém **vinte (20) questões objetivas**. Os alunos da 1ª Série podem escolher **quinze (15) questões**. Os alunos da 2ª Série devem resolver **quinze (15) questões** excetuando aquelas indicadas como **somente para 1ª Série**.
- 2) Cada questão contém quatro alternativas das quais **apenas uma é correta**. Assinale no **Cartão-Resposta** a alternativa que julgar correta.
- 3) Leia atentamente as instruções no **Cartão-Resposta** antes de iniciar a prova. Para a 1ª Série, se no **Cartão-Resposta** forem marcadas mais que quinze questões, serão consideradas somente as quinze primeiras.
- 4) A duração desta prova é de no máximo **três horas** devendo o aluno permanecer na sala por, no mínimo, **sessenta minutos**.

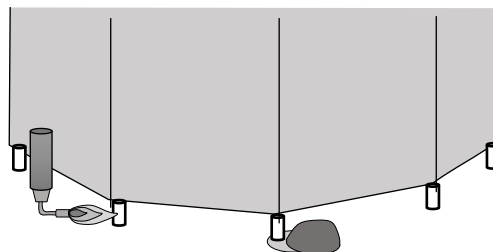
*2014 – Ano da Copa do Mundo no Brasil*

Boa Prova!

**B.1) (somente para alunos da 1ª série)** Bisnaga era o garoto mais fascinado por futebol de sua escola. Morava em Mossoró (RN) e vivia com um boné do ABC, seu time do coração. Tinha acabado de entrar no 1º ano do Ensino Médio. No primeiro dia de aula, depois do discurso da diretora, Bisnaga chamou os seus colegas para jogar futebol. Ele notou a presença de um homem misterioso na arquibancada. No meio da partida, o boné de Bisnaga foi levado pelo vento até o quintal do terreno vizinho que pertencia a uma fábrica em construção. O boné parou no chão no momento em que um guindaste estava abaixando um tanque de aço enorme e muito pesado. Por infelicidade, um dos pés do tanque ficou em cima do boné.

Bisnaga não sabia o que fazer. Aquele homem da arquibancada veio ajudá-lo e começou a aquecer os pés do tanque mais próximos do pé que prendia o boné, utilizando um maçarico portátil. Passado um tempinho, Bisnaga conseguiu tirar o boné. O homem explicou que o tanque foi levantado porque o aumento da temperatura...

- a) Diminuiu a massa do tanque deixando-o mais leve.
- b) Diminuiu a gravidade, deixando o tanque mais leve.
- c) Aumentou a pressão do ar abaixo do tanque.
- d) Dilatou os pés que estavam recebendo o calor.



**B.2) (somente para alunos da 1ª série)** Na sua primeira aula de Física, Bisnaga teve a feliz surpresa de saber que o homem misterioso era o professor Arquimedes de Freitas. Ele começou a aula mostrando um amistoso da seleção brasileira na Inglaterra, narrado em inglês. Em certo momento, apareceu o valor da temperatura no estádio: 41°. Bisnaga notou o que o professor queria mostrar no filme e perguntou:

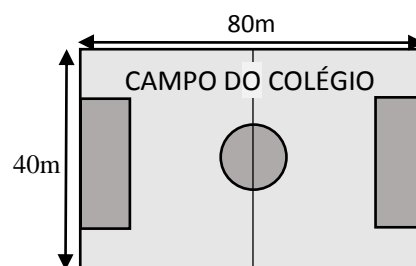
- Professor, como pode estar fazendo 41° se os jogadores estão usando agasalhos e luvas?

- Muito bem, meu jovem! Na verdade este 41° corresponde a uma temperatura na escala Fahrenheit(°F). No Brasil, usamos outra referência para temperatura, o Celsius(°C) por isso você achou estranho. Vou lhe dar um desafio. Na escala Fahrenheit, o gelo derrete na indicação 32°F e a água entra em ebulição a 212°F. Comparando esses valores com as respectivas indicações na escala Celsius, qual era a temperatura na escala Celsius na Inglaterra quando ocorreu este amistoso Brasil x Inglaterra?

- a) 4°C
- b) 5°C
- c) 6°C
- d) 7°C

**B.3) (somente para alunos da 1ª série)** - Bisnaga, um jogador de futebol consegue manter a velocidade de 18 km/h durante 20 min. Quero que você calcule quantas voltas em torno do campo de futebol do colégio um jogador profissional descreveria em 20 min. Se quiser virar um jogador terá que atingir esta meta.

- a) 12 voltas
- b) 15 voltas
- c) 20 voltas
- d) 25 voltas



**B.4) (somente para alunos da 1ª série)** Depois de alguns dias, Bisnaga venceu a meta sugerida pelo professor Arquimedes. Este criou uma nova meta para treinar o arranque. Ele disse:

- Bisnaga, um bom jogador de futebol consegue manter uma aceleração de  $5\text{m/s}^2$  por alguns segundos. Partindo do meio do gol e mantendo esta aceleração um jogador, correndo em linha reta, chegaria ao centro do campo do colégio em quantos segundos?

- a) 1 s
- b) 2 s
- c) 3 s
- d) 4 s

**B.5) (somente para alunos da 1ª série)** Certo dia, a bola caiu no telhado da escola quando Bisnaga brincava de futebol no pátio. A bola parou na beirada do telhado, presa por um pequeno pedaço de galho de árvore. O Prof. Arquimedes pegou um estilingue e se posicionou logo abaixo da bola. A pedra foi lançada verticalmente pelo estilingue, atingindo a bola que se afastou do galho e caiu no pátio. Bisnaga perguntou:

- Como o senhor sabia que a bola sairia do lugar?

- O primeiro passo foi encontrar a velocidade com que a pedra atingiria a bola. A borda do telhado está a 12,4 m do solo. Eu sabia que o estilingue lançaria a pedra com 20m/s de uma altura de 2,2 m. Como as velocidades são pequenas, podemos desprezar a resistência do ar e considerar a aceleração do movimento igual à da gravidade cujo valor é  $10\text{m/s}^2$ . Bisnaga, qual a velocidade da pedra quando atingiu a bola?

- a) 10 m/s
- b) 12 m/s
- c) 14 m/s
- d) 16 m/s

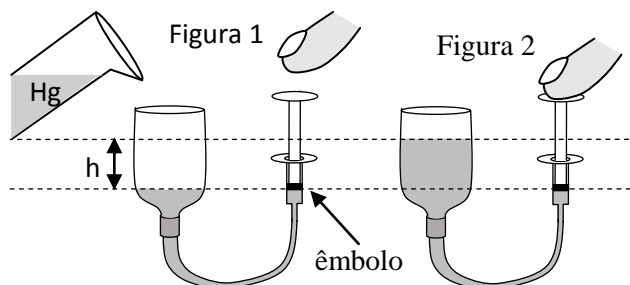
**(Obs – os alunos da 2ª série devem ler o enunciado da questão 5 para a resolução da questão 6)**

**B.6)** Como o professor Arquimedes sabia que a pedra seria lançada pelo estilingue com 20m/s? Ele tinha medido a constante elástica do estilingue, 1000N/m, e a massa da pedra, 100g. Quanto ele esticou (deformou) o estilingue para que conseguisse lançar a pedra com os 20m/s? Desconsidere a variação da energia potencial gravitacional durante o ato do arremesso da pedra pelo estilingue.

- a) 20 cm
- b) 25 cm
- c) 30 cm
- d) 40 cm

**B.7)** Notando o valor que Bisnaga dava ao seu boné, o professor Arquimedes criou uma estratégia para que o jovem tirasse o boné sem criar muita polêmica. Colocou uma porção de mercúrio (Hg) no interior de uma fina seringa conectada a uma garrafa de refrigerante (figura 1). Depois, pediu para bisnaga fazer força na seringa com seu dedo indicador enquanto ele colocava mais mercúrio na garrafa (figura 2). O mercúrio excedente tentaria levantar o êmbolo da seringa. A missão de Bisnaga era manter o êmbolo no mesmo lugar. Quanto maior a altura  $h$ , mais força Bisnaga tinha que fazer. Quando a altura  $h$  ultrapassou 20 cm, Bisnaga não conseguiu mais manter o êmbolo na sua posição original. O professor Arquimedes trocou a seringa fina por uma grossa e refez a situação da figura 1. Perguntou a Bisnaga sobre a sua expectativa a respeito da altura  $h$  máxima que conseguiria suportar usando a seringa mais grossa. Ele respondeu. O professor Arquimedes fez uma aposta com Bisnaga que, se ele estivesse errado, tiraria o boné. Caso estivesse certo, ganharia uma camisa oficial do ABC. O que podemos falar sobre a nova altura  $h$  máxima que bisnaga conseguiu suportar usando a seringa mais grossa?

- Não podemos compará-la com a da situação anterior.
- Será igual a 20 cm.
- Será maior que 20 cm.
- Será menor que 20 cm.

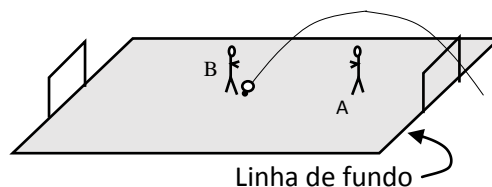


**B.8)** Alguns dias depois, no meio da partida de futebol, quando Bisnaga parou um pouco para respirar, viu o professor Arquimedes na arquibancada fazendo várias anotações. Depois do jogo, foi perguntar ao professor o que estava fazendo. O professor lhe mostrou um desenho.

- Bisnaga, Antônio, goleiro do time adversário, não é muito alto e sempre fica distante do gol quando começa uma partida. Ao começar a partida, quando a bola estiver no centro do campo, você pode surpreendê-lo com um chute direto para o gol. Digamos que a bola tivesse uma velocidade horizontal de 16 m/s na direção do meio do gol e uma velocidade vertical de 13 m/s, no início do lançamento. O goleiro, que inicialmente estaria a 20 m do gol, só vai perceber que a bola foi chutada, 1s depois do chute. O goleiro vai tentar pegar a bola andando de costas com 4 m/s de velocidade. Quando a bola cruzar o gol, qual a distância entre o goleiro e a linha de fundo (onde ficam as traves do gol)?

Vamos desprezar o efeito do ar e lembre que o campo é o do colégio mostrado na figura da questão **B.3**.

- 8 m
- 10 m
- 14 m
- 18 m



**B.9)** Bisnaga sentou ao lado do professor, atraído pelas descobertas que poderia experimentar no jogo utilizando a Física. Além disso, desta vez ele conseguiu acertar a brincadeirinha do professor Arquimedes.

- Professor, a escola fez as marcações do limite do campo, mas esqueceu da linha do meio de campo. Não temos uma fita métrica para tentar desenhar esta linha com precisão. O senhor pode nos ajudar?

O Professor Arquimedes foi até o banheiro e retirou um pequeno espelho plano da parede. Foi até o centro do campo, entregou o espelho para Bisnaga e falou:

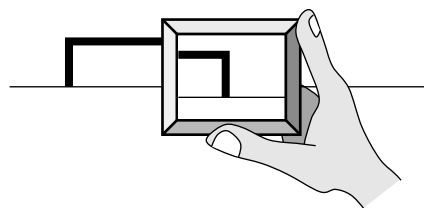
- Posicione o seu corpo voltado para um dos gols. Levante o espelho na vertical e afaste-o. Você verá um pedaço da imagem da linha de fundo e do gol que estão atrás de você. Olhe a linha de fundo e o gol à sua frente. Agora, andando um pouco para frente ou para trás e mexendo o espelho, tente sobrepor o que você vê no espelho com o que vê à sua frente. Quando conseguir, o espelho estará na posição do meio do campo.

Bisnaga fez como o professor Arquimedes explicou e parece que a linha realmente ficou no meio exato.

- Professor, porque isso é possível?

- Todo espelho plano forma uma imagem à mesma distância do respectivo objeto por causa do seu formato e da...

- Reflexão regular que ocorre na superfície do espelho.
- Refração que ocorre na superfície do espelho.
- Absorção que ocorre na superfície do espelho.
- Difração que ocorre na superfície do espelho.



**B10)** – Bisnaga, vamos treinar a força do seu chute? Coloque água dentro dessa bola até que sua massa atinja o valor de 5 kg. Sua missão é chutá-la para que ela saia do chute com 12m/s. Se conseguir que a bola chegue em cerca de 1s, ao gol saindo da marca do pênalti sem quicar no solo, a bola terá saído com 12 m/s.

- Será que eu consigo que esta bola faça isso?

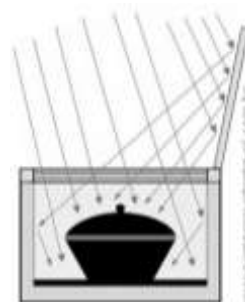
- Vejamos. Podemos considerar que apenas o seu pé vai interagir com a bola (sistema mecanicamente isolado). Seu pé deve ter uns 3kg. O chute deve fazer o seu pé parar. Para conseguir que a bola saia com 12 m/s, seu pé deve atingi-la com:

- a) 20 m/s
- b) 24 m/s
- c) 28 m/s
- d) 30 m/s



**B11)** Dona Ermínia, a mãe de Bisnaga, soube que o professor Arquimedes estava ajudando o filho. Agradecida, convidou-o para um almoço. Depois do almoço, o professor disse para dona Ermínia que poderia construir um forno solar para ela cozinhar sem gastar gás.

Ele construiu uma grande caixa. A parte interna da tampa e as paredes laterais internas da caixa eram espelhadas. O fundo era metal pintado de preto. O professor colocou arroz com água em uma panela preta no interior da caixa. Com a tampa da caixa levantada, colocou um vidro transparente acima da panela tampando novamente a caixa, conforme figura. A luz, vinda diretamente do Sol ou refletida pela parte interna da tampa, atravessava o vidro e esquentava a panela e tudo que estava no seu interior. Depois de um tempo o arroz estava cozido, para espanto e felicidade de dona Ermínia. Bisnaga observava tudo atentamente. Depois da demonstração, ele não se segurou e fez uma pergunta:



- Professor, talvez o vidro não atrapalhe a luz do sol passar para o interior, já que é transparente, mas certamente ele não ajuda nisso. Ele também não faz a intensidade da luz aumentar. Então, porque usá-lo?

- Porque a luz que passa pelo vidro é absorvida pela panela e pelo fundo da caixa aquecendo-os. Ao aquecer essas partes pretas, elas passam a liberar energia em forma de radiação infravermelha e o vidro...

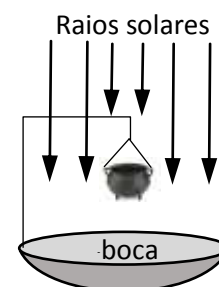
- a) ... não deixa passar parte desta radiação, refletindo para o interior da caixa e mantendo-o aquecido.
- b) ... absorve toda a radiação infravermelha impedindo que ela nos faça mal.
- c) ... transforma a radiação infravermelha em luz, devolvendo energia para o interior da caixa.
- d) ... deixa que essa radiação saia do interior da caixa para fora, evitando a contaminação do alimento.

**B12)** Bisnaga ficou impressionado com o que o professor Arquimedes fez com o conhecimento da Física e quis saber mais sobre o aproveitamento da energia solar. O professor Arquimedes mostrou um novo projeto que chamou de fogão solar. Para isso, espelhou a parte interna de uma antena parabólica cuja boca era uma circunferência de 1m de raio (veja figura). Ele disse ao Bisnaga que a radiação solar em Mossoró correspondia a 100W de potência térmica por m<sup>2</sup>. Colocando a boca da parábola voltada para o Sol, o calor do sol passará pela área desta boca, atingirá a superfície espelhada e voltará concentrando todo o calor no foco onde ele colocou uma panela pintada de preto, e 600 mL (0,6 kg) de água a 20°C.

- Bisnaga, pelo que vimos na aula passada, se todo o calor que passar pela boca da parábola for absorvido pela água, quanto tempo levaria para ela começar a ferver?

Lembre-se que o calor específico da água = 4J/(°C.g) e aproxime  $\pi = 3$ .

- a) 320 s
- b) 480 s
- c) 560 s
- d) 640 s



**B13)** Bisnaga estava tão empolgado com a Física que soltou a seguinte pergunta:

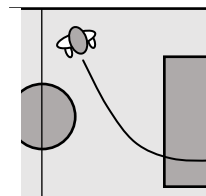
- Como me sentiria na Lua, professor? Meu peso continuaria o mesmo?

- Responda você mesmo, Bisnaga, usando o conteúdo da última aula. Digamos que você tenha 80 kg. Aqui na Terra, seu peso é aproximadamente igual a 800 N. Na Lua, a aceleração da gravidade mede 1,6 m/s<sup>2</sup>. Qual seria a sua massa e o seu peso, respectivamente, se estivesse na superfície da Lua?

- a) 50 kg e 500 N
- b) 50 kg e 128 N
- c) 80 kg e 128 N
- d) 80 kg e 160 N

**B14)** – Professor! Na Lua seria possível dar um chute para que a bola faça uma curva no ar como esse? – Bisnaga chutou a bola que descreveu a curva da figura.

- Não, Bisnaga. Dizemos que isso é um chute com efeito. Na Lua, após chutar a bola, ela não iria fazer uma curva além daquela produzida pela gravidade, mesmo que você chute da mesma forma que chuta aqui na Terra. O fato é que na Lua, não conseguimos produzir o “efeito” porque ...



- o “efeito” é produzido pela gravidade. Sob fraca gravidade, o “efeito” será insignificante.
- a Lua não possui atmosfera. Sem ar, sem o “efeito” que é devido ao atrito deste com a bola.
- a Lua é menor que a Terra; logo, sua curvatura dificulta qualquer desvio da bola.
- na Lua, a bola não poderia adquirir rotação por consequência de um chute.

**B15)** Um dia, Bisnaga não se segurou e perguntou ao professor de onde veio o nome “Arquimedes”. Para mostrar a importância do grande inventor Arquimedes, o professor levou Bisnaga a uma antiga fábrica que possuía um velho “parafuso de Arquimedes” (figura ao lado). Este equipamento em contato com a água transporta de um lugar mais baixo para um lugar mais alto. É constituído por um grande parafuso no interior de um tubo. A pessoa gira uma manivela e a água passa a entrar no parafuso por baixo e sair por cima. Os espaços do parafuso se comportam como recipientes que levam a água para cima.



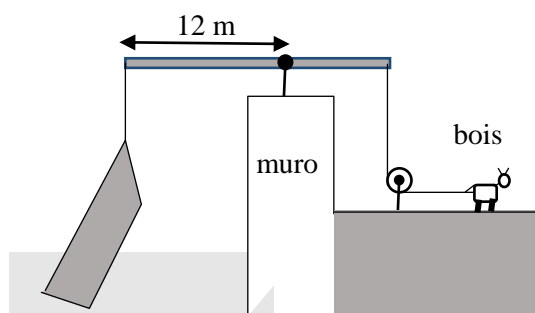
- E qual a vantagem desse aparelho, professor? – perguntou, Bisnaga.

- Ele é um mecanismo que permite, por exemplo, levantar em movimento uniforme uma quantidade de água de peso igual a 10 vezes a força que se aplica na manivela ao girá-la. Além disso, observe que o “parafuso de Arquimedes” não é colocado na vertical. Ele fica inclinado de  $30^\circ$  em relação à horizontal, ganhando as propriedades do plano inclinado, estudado na aula de ontem.

O professor Arquimedes passou a girar a manivela do parafuso onde disse que sempre existia 1000 kg de água. Por fim, perguntou para Bisnaga, qual a intensidade da força que ele estava fazendo na manivela. Para facilitar, pediu para considerar que o movimento da água era uniforme, que o atrito era desprezível, que a aceleração da gravidade valia  $10 \text{ m/s}^2$  e que  $\sin 30^\circ = 0,5$  e  $\cos 30^\circ \cong 0,9$ . Bisnaga respondeu:

- 400 N
- 500 N
- 1200 N
- 1000 N

**B16)** - Arquimedes também ajudou a sua cidade quando o império romano quis conquistá-la usando sua marinha. Um dos inventos de guerra que criou foi a “garra de Arquimedes”. Observe o desenho. Quando um navio se aproximava dos muros da sua cidade, um gancho agarrava a frente do navio e levantava-o. Depois, soltava-o para que fosse destruído nas pedras. O gancho era preso a uma grossa peça de madeira de 20 m de comprimento. A peça fazia o papel de alavanca tendo seu eixo de rotação a 12 m da extremidade onde o gancho era preso. A outra extremidade era puxada por um conjunto de bois muito fortes. Bisnaga, gostaria de lhe testar a respeito de alavancas.



Desprezando o peso da própria alavanca e considerando a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , para esta alavanca equilibrar um barco de 800 kg no ar, qual o valor da força que o conjunto de bois teria que fazer?

- 8.000 N
- 10.000 N
- 12.000 N
- 16.000 N

**B17)** – Bisnaga, o que achou da aula sobre Terra e sistema solar que eu e o professor de geografia ministramos hoje?

- Muito interessante, professor. Só não entendi quando o senhor comparou o sistema solar com uma vitamina batendo em um liquidificador.



- É o seguinte, Bisnaga: quando batemos uma vitamina no liquidificador, no meio dela não fica um buraco? O resto da vitamina fica mais alto que este buraco. Se desligarmos o liquidificador, o que acontece?
- A vitamina cai no buraco até que fique tudo na mesma altura.
- Algo parecido acontece no sistema solar. Tem uma força que não desliga, a força que atrai os planetas para o Sol. Digamos que, com os planetas em movimento, deixamos essa força “ocupada” com a tarefa de fazer os planetas circularem em torno do Sol. Se os planetas parassem, esta força vai passar a fazer outra coisa: fazer com que os planetas sejam atraídos para o Sol.
- Agora, quero ver se você aprendeu alguma coisa da aula. Qual o nome desta força com que o Sol atrai os planetas e faz o papel de força resultante centrípeta?
  - a) Gravitacional
  - b) Elétrica
  - c) Magnética
  - d) Tração

**B18)** Na fábrica ao lado da escola, existia um elevador de construção civil que transportava os trabalhadores para os lugares mais altos da obra. Um dia, o travesso Bisnaga entrou no elevador e acionou o botão de subir. Bisnaga tinha 50 kg e o elevador tinha 350 kg. O motor do elevador ficava no chão e puxava o elevador para cima por meio de um cabo, de massa desprezível, que passava por duas roldanas muito bem lubrificadas. Esta brincadeira durou apenas o tempo de subida, pois dois trabalhadores estavam esperando Bisnaga no alto da construção para trazê-lo para baixo pela escada. Foi o professor Arquimedes que recebeu o mestre da obra trazendo Bisnaga pelo braço. Depois da bronca e da saída do mestre da obra, o professor falou:



- Eu verifiquei que o elevador levou 12s para subir os 30m de altura. Considerando a aceleração da gravidade igual a  $10\text{m/s}^2$  e que ele sobe praticamente em movimento uniforme, qual a potência efetiva do motor usado pelo elevador?

- a) 8 kW
- b) 10 kW
- c) 15 kW
- d) 18 kW

**B19)** O treinamento que Bisnaga fez com o professor Arquimedes deu resultado. Em dia de jogo, ele conseguia sair do repouso e arrancar mantendo uma aceleração de  $5\text{ m/s}^2$ . Em um jogo contra outro colégio Bisnaga precisou muito desta arrancada poderosa. Um garoto dominou a bola e seguiu livre para o gol com  $4\text{m/s}$  de velocidade em MU (movimento uniforme). Bisnaga estava parado a  $10,5\text{ m}$  de distância deste jogador oponente quando arrancou com sua aceleração de  $5\text{m/s}^2$ .

O professor Arquimedes estava vendo o jogo e fazendo seus cálculos. Ele verificou que Bisnaga alcançaria o jogador oponente em ...

- a) 1 s
- b) 2 s
- c) 3 s
- d) 4 s



**B20)** - Professor Arquimedes, para onde vai o suor quando eu jogo futebol?

- Ele vira vapor. Você sabe que esse é um dos mecanismos que o corpo usa para não alterar muito a sua temperatura mesmo quando está gerando mais calor que o normal no caso de um grande esforço físico?

- Não sabia professor. Então a temperatura do corpo aumenta muito quando estamos jogando futebol?

- Não, mas isso não acontece porque o suor molha a superfície da pele, absorve calor do corpo e vira vapor. Na realidade, a evaporação de um grama de suor faz o corpo perder 540 cal. Entretanto, o calor também é perdido por condução para o ar, que está sempre se renovando devido ao vento ou à convecção do mesmo. Por exemplo, digamos que, em uma partida de futebol, seu corpo libere  $864\text{ kJ}$  de calor. Sabendo que durante esta partida 50% do calor foi liberado pelo suor e usando  $1\text{ cal} = 4\text{J}$ , quantas gramas de massa você perdeu nesta partida?

- a) 100 g
- b) 200 g
- c) 300 g
- d) 400 g