



# Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas 2019



Realização



Apoio

**Prova Nível C** – alunos da 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> séries do Ensino Médio

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

## **LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO**

- 1) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos da 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> séries do Ensino Médio. Ela contém **quinze (15) questões objetivas**.
- 2) Cada questão contém quatro alternativas das quais **apenas uma é correta**. Assinale a alternativa que julgar correta no **Cartão-Resposta**.
- 3) Leia atentamente as instruções no **Cartão-Resposta** antes de iniciar a prova.
- 4) A duração desta prova é de no máximo **três horas** devendo o aluno permanecer na sala por, no mínimo, **sessenta minutos**.

*2019 – Conhecendo as maravilhas do Brasil*

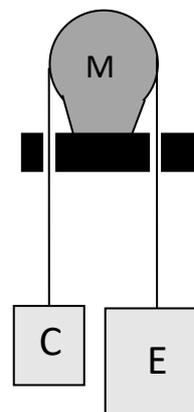
**Boa Prova!**

**C.1)** Uma família de Porto Alegre (RS) poupou dinheiro durante anos para fazer uma grande viagem pelo Brasil, no intuito de conhecer as suas maravilhas. Adriana e Carlos, os filhos do casal Almeida, ficaram responsáveis pela escolha dos lugares. Eles escolheram, como primeira parada, a cidade mais fria do Brasil: Urupema, no estado vizinho. Nessa cidade, já foi registrada uma temperatura de  $-8,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Adriana tinha levado dois casacos: um era constituído por um tecido de lã cuja espessura mede 2,4 mm e o outro, por um tecido de poliéster cuja espessura mede 1,8 mm. Qual desses casacos Adriana deve usar para se proteger do frio com maior eficiência?

Dados: condutividade térmica da lã =  $0,04\text{ W/mK}$   
condutividade térmica do poliéster =  $0,03\text{ W/mK}$

- a) O casaco de lã é mais eficiente.
- b) O casaco de poliéster é mais eficiente.
- c) Os dois são igualmente eficientes.
- d) Não é possível definir qual o casaco é o mais eficiente.

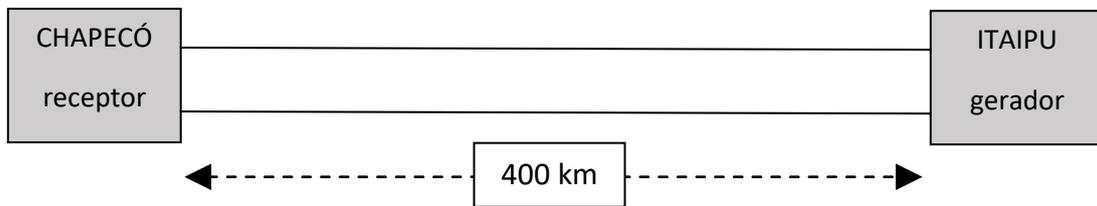
**C.2)** Você sabe qual o maior edifício do Brasil? É a torre 1 do Yachthouse Residence Club, localizada no balneário Camboriú, em Santa Catarina, com 276 m de altura e 81 andares. Carlos escolheu essa parada por adorar construções, principalmente o funcionamento dos elevadores. Ele conseguiu visitar a casa de máquinas dos elevadores desse edifício. O engenheiro que acompanhou Carlos nessa visita montou o esquema simplificado do mecanismo dos elevadores (figura ao lado). Ele disse que o elevador (E) possui um contrapeso (C), funcionando como uma adaptação da “*máquina de Atwood*”. Essa adaptação ocorre por causa da presença do motor (M) que provoca uma diferença entre as trações nas extremidades do cabo que se conectam ao contrapeso e ao elevador. No esquema, o elevador tinha 1.200 kg e o contrapeso tinha 800 kg. Mostrou que para tirar o elevador do repouso e colocá-lo para subir, a diferença entre as trações seria de 9.000 N.



Calcule a aceleração do elevador para o esquema criado pelo engenheiro.  
 Dados: aceleração da gravidade =  $10 \text{ m/s}^2$  e despreze o atrito.

- a)  $2,0 \text{ m/s}^2$
- b)  $2,5 \text{ m/s}^2$
- c)  $3,0 \text{ m/s}^2$
- d)  $3,5 \text{ m/s}^2$

**C.3)** Seguindo sua viagem, a família Almeida seguiu para o Paraná no intuito de conhecer a maior hidroelétrica do Brasil e a segunda maior do mundo: Itaipu. Os números desse monumento da engenharia moderna são impressionantes. Carlos sempre teve curiosidade de saber sobre como a energia elétrica é transportada da usina até as cidades. Um engenheiro que estava orientando a visita da família Almeida fez um esquema simplificado (figura abaixo) para explicar como Itaipu alimenta a cidade de Chapecó. Existe um circuito composto por Itaipu, Chapecó e dois fios de transmissão. Itaipu funciona como um gerador ideal cuja força eletromotriz mede  $18 \text{ kV}$ . Chapecó funciona como um receptor ideal cuja força contraeletromotriz mede  $12 \text{ kV}$ . Os fios de transmissão são feitos de cobre e possuem uma seção transversal de área igual a  $9 \text{ mm}^2$ . Sabendo que a resistividade do cobre mede  $1,8 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$ , qual a potência consumida por Chapecó nesse esquema?

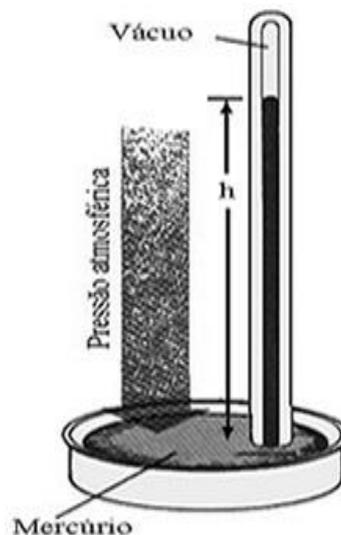


- a)  $30 \text{ kW}$
- b)  $35 \text{ kW}$
- c)  $40 \text{ kW}$
- d)  $45 \text{ kW}$

**C.4)** A família Almeida cruzou dois estados para chegar à cidade mais alta do Brasil: Campos do Jordão (SP). A primeira ação que Adriana quis fazer nessa cidade que fica a  $1628 \text{ m}$  de altitude é medir sua pressão atmosférica. Para isso, ela queria utilizar uma versão do barômetro de Torricelli (figura ao lado), entretanto não tinha mercúrio suficiente. No lugar de mercúrio, ela usou éter, cuja pressão de vapor era  $58,6 \text{ kPa}$  na temperatura em que se encontrava. A coluna de éter, além da superfície sob pressão atmosférica, media  $2,0$  metros. A pressão atmosférica de Campos do Jordão no momento da medição tinha o valor de:

Dados: densidade do éter =  $710 \text{ kg/m}^3$   
 aceleração da gravidade =  $10 \text{ m/s}^2$

- a)  $72,8 \text{ kPa}$
- b)  $76,4 \text{ kPa}$
- c)  $80,4 \text{ kPa}$
- d)  $86,7 \text{ kPa}$



**C.5)** No Rio de Janeiro, a família Almeida foi em busca de uma raridade que veio do espaço: o meteorito de Bendegó, o maior do Brasil, com 5 toneladas. Foi encontrado no sertão da Bahia e hoje se encontra no Museu Nacional da Quinta de Boa Vista. Sua colisão com a Terra não alterou significativamente o movimento da Terra. Se o Benderó atingisse o menor satélite de Júpiter, Aegaeon, no sentido contrário ao seu movimento, teria alterado a velocidade desse satélite que passaria de 15,2357 km/s para 15,2356 km/s. Desprezando o aumento da massa desse satélite ao absorver o Benderó, calcule a velocidade do Benderó enquanto estava cruzando o espaço.

Dados: massa de Aegaeon =  $10^8$  toneladas

- a)  $1,0 \times 10^3$  km/s
- b)  $2,0 \times 10^3$  km/s
- c)  $3,0 \times 10^2$  km/s
- d)  $4,0 \times 10^2$  km/s



**C.6)** Saindo do Rio de Janeiro, a família Almeida voou para o oeste até o Pantanal do Mato Grosso. Essa região é uma das mais alagadas do planeta. Carlos era fascinado por um animal típico da região: a onça pintada. Ela é o maior felino do continente americano e gosta de nadar. A família Almeida visitou um centro de tratamento de animais e encontrou uma onça como paciente.

O veterinário pediu para tomar cuidado ao se aproximar da grade da jaula porque a onça avança rapidamente, podendo desenvolver uma aceleração de  $12 \text{ m/s}^2$  durante 0,6 s, a partir do repouso. Carlos queria converter essas informações em distância. A que distância da grade da jaula a onça deve estar para que em 0,6 s ela chegue até a grade, a partir do repouso, desenvolvendo essa aceleração?

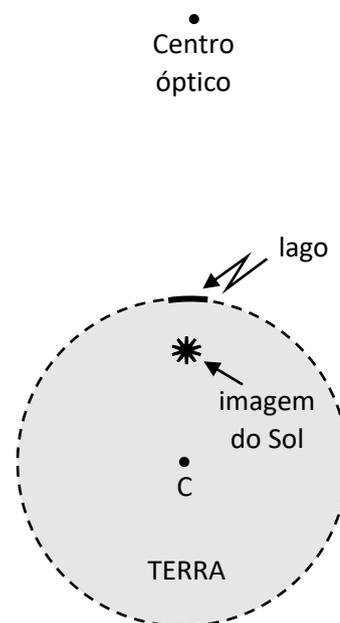
- a) 1,42 m
- b) 1,88 m
- c) 1,94 m
- d) 2,16 m



**C.7)** Depois do Pantanal, a família Almeida seguiu para o estado vizinho, Goiás, a fim de conhecer o maior lago artificial do Brasil e o segundo do mundo: o lago da Serra da Mesa com  $1784 \text{ km}^2$  de superfície. Suponha que, ao meio dia, sem vento, a água fica totalmente parada e sua superfície vira um espelho convexo com o foco C no centro da Terra, a 6 mil km. A família Almeida chegou nesse lago no dia que o Sol ficava exatamente a pino (na vertical sobre o lago). O Sol está no infinito físico, portanto sua imagem formada por reflexão na água deveria ficar no centro da Terra. Contudo, Adriana estimou que essa imagem fica a 4 mil km do Centro da Terra. Isso acontece porque a atmosfera age na luz solar como uma lente. Se o centro óptico da atmosfera fica a 15 mil km de altitude, qual a distância focal associada à atmosfera usando a estimativa de Adriana como base?

Obs.: Na verdade, Adriana fez uma estimativa errada.

- a) 8 mil km
- b) 10 mil km
- c) 12 mil km
- d) 16 mil km



**C.8)** Saindo de Goiás para a Minas Gerais, a família Almeida chega a Pirapora para navegar no Rio São Francisco. Alugaram uma lancha para seguir até Juazeiro na Bahia. A lancha tinha 800 kg (com as pessoas e a bagagem). À medida que a velocidade aumenta, a lancha tende a levantar, diminuindo a área da seção transversal imersa na água, conforme a relação  $A = 2 - 0,05.V$ , onde  $V$  é a velocidade em m/s. A força de resistência que a água exerce na lancha obedece a relação  $R = 20.A.V$ , onde  $V$  aparece em m/s e  $A$  é usada em  $m^2$ . Determine a velocidade máxima com que essa lancha pode manter-se em movimento uniforme, sabendo que nessa situação, a força motora oriunda da interação entre a hélice e a água mede 336 N.

- a) 12 m/s
- b) 16 m/s
- c) 20 m/s
- d) 28 m/s



**C9)** Chegando em Juazeiro, a família Almeida seguiu para Campo Formoso, ainda na Bahia, para conhecer a Toca da Boa Vista, a segunda maior caverna do mundo com 100 km de extensão. Quando estavam percorrendo uma das trilhas da caverna, o guia satisfaz um pedido de Carlos. Todas as luzes foram desligadas, exceto uma vela cuja chama tinha 3 cm de comprimento vertical. Carlos pegou uma lente convergente cuja distância focal mede 2 m e a posicionou entre a vela e uma parede da caverna. Quando a lente ficou a exatos 2,5 m da vela, uma imagem astigmática foi produzida na parede da caverna. Qual o comprimento vertical da chama projetada na parede?

- a) 12 cm
- b) 15 cm
- c) 18 cm
- d) 21 cm

**C.10)** A cidade mais quente do Brasil é Bom Jesus, no Piauí, próximo destino da família Almeida. Lá já foi registrada uma temperatura de 44,7 °C, a maior da história do Brasil. Para avaliar o efeito da alta temperatura, Adriana comprou um bloco de ácido acético, extraído de vinagre, cuja massa mede 40 g. Esse bloco estava na geladeira a 5,0°C e foi colocado no chão a 40°C. Se a potência térmica de absorção de calor pelo ácido acético até atingir o equilíbrio térmico mediu 160 W, quanto tempo levou para essa amostra entrar em equilíbrio com o chão?

Temperatura de fusão do ácido acético = 16,6 °C  
Temperatura de ebulição do ácido acético = 118,0 °C  
Calor específico (sólido e líquido) = 0,60 cal/g.°C  
Calor latente de fusão = 52 cal/g  
Equivalente mecânico: 1 cal = 4 J

- a) 1 min e 13 s
- b) 1 min e 24 s
- c) 1 min e 48 s
- d) 2 min e 6 s

**C.11)** A família Almeida seguiu mais para o norte até Alcântara, no Maranhão. Lá existe a melhor base de lançamentos de foguete do Brasil. Devido à sua localização, é possível lançar um foguete com 30% menos de combustível. Isso ocorre porque ela encontra-se praticamente na linha do Equador, o que lhe dá uma velocidade linear enorme por conta da rotação da Terra. O foguete já sai com 444 m/s, parte da velocidade que precisa atingir para liberar um satélite. Qual a velocidade que um satélite deve ser liberado para orbitar descrevendo uma trajetória circular em torno da Terra com raio de 10.000 km?

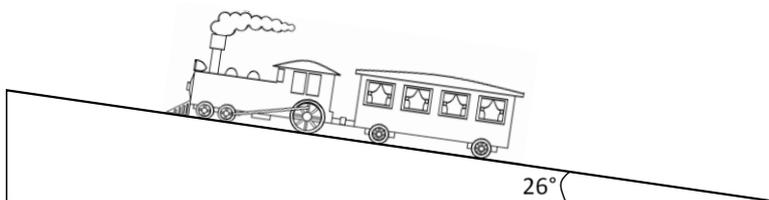
Dados: constante da gravitação universal =  $6 \times 10^{-11}$  (nas unidades do SI)  
 massa da Terra =  $6 \times 10^{24}$  kg



- a) 2.000 m/s
- b) 3.000 m/s
- c) 4.000 m/s
- d) 6.000 m/s

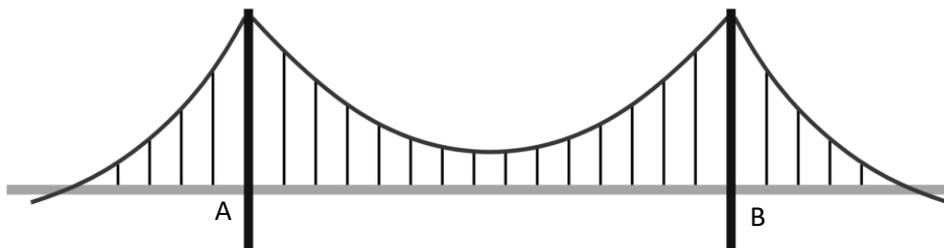
**C.12)** A família Almeida usou a estrada de ferro Carajás para se locomover de São Luís para Parauapebas, no Pará. Com 892 km de extensão, Carajás é a maior ferrovia de passageiros em operação no Brasil. Em um trecho, um trem de 100 toneladas sobe uma ladeira inclinada de  $26^\circ$  (conforme figura), mantendo constante a velocidade de 5 m/s. Nessa situação, a força de atrito contrária ao movimento do trem possui um coeficiente de atrito de 0,2. Nesse trecho, qual a potência útil realizada pelo motor do trem?

Dados:  $\sin 26^\circ = 0,4$  e  $\cos 26^\circ = 0,9$   
 Aceleração da gravidade =  $10 \text{ m/s}^2$



- a) 2,5 MW
- b) 2,9 MW
- c) 3,2 MW
- d) 3,6 MW

**C.13)** A caminho para Manaus, a família Almeida cruzou a ponte Phelippe Daou, a maior ponte fluvial estaiada do Brasil, ou seja, um dos seus trechos é sustentado por cabos presos a mastros. Essas pontes devem ser bem planejadas, pois elas podem oscilar de forma a entrar em colapso como aconteceu com a ponte de Tacoma nos Estados Unidos da América. No caso de Tacoma, a ponte era muito flexível e os mastros A e B eram seus pontos fixos, conforme figura abaixo. Certo dia, um vento forte estava alterando sua intensidade em um ritmo de 0,25 Hz, entrando em ressonância com o trecho AB da ponte no seu segundo harmônico. A amplitude de oscilação foi aumentando até que a ponte não suportou. Se a distância entre os mastros A e B mede 120 m, qual a velocidade da onda associada ao segundo harmônico do trecho AB da ponte?



- a) 30 m/s
- b) 40 m/s
- c) 50 m/s
- d) 60 m/s

**C.14)** Saindo de Manaus, a família Almeida contratou um helicóptero para conhecer a Cachoeira do El Dourado, a maior queda d'água do Brasil, no extremo norte do estado. A água inicia a queda com uma velocidade horizontal de 17 m/s e desce por 361,25 m de altura até chocar-se com o lago formado na sua base. Se as porções de água tivessem o mesmo comportamento de pontos materiais e a resistência do ar fosse desprezível, qual seria a tangente do ângulo formado pela velocidade final e a horizontal?

Dados: aceleração da gravidade = 10 m/s<sup>2</sup>

- a) 3
- b) 4
- c) 5
- d) 10

**C.15)** A viagem de volta a Porto Alegre foi feita de avião. Quando o avião estava chegando a São Paulo, onde a família Almeida iria mudar de avião, a aeronave entrou em uma nuvem de trovoadas. Existiu uma chuva de clarões que indicavam a presença de raios entre as nuvens. Adriana ficou aterrorizada com aquela situação, pensando que o avião poderia perder o controle devido à ação das cargas elétricas distribuídas pelas nuvens ao redor do avião. Carlos tratou de acalmar a irmã dizendo que a superfície externa do avião era condutora e que, por isso, possui uma propriedade que impede a interferência dos efeitos de cargas elétricas externas ao avião nos sistemas eletrônicos internos do mesmo. Que propriedade é essa?

- a) Poder das pontas.
- b) Blindagem eletrostática.
- c) Baixa absorvidade.
- d) Alta refletividade.