



Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas 2024



Realização



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



Apoio

Prova Nível C – alunos(as) da 3ª e 4ª Séries do Ensino Médio

Nome do(a) aluno (a): _____

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO

- 1) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos(as) da 3ª e 4ª 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(a) aluno(a) permanecer na sala por, no mínimo, **sessenta minutos**.

“E se vivêssemos em outra realidade, uma realidade alternativa?”

Boa Prova!

C.1) Você conhece a Relatividade de Albert Einstein? Essa teoria parte do pressuposto de que a medida da velocidade da luz, cerca de 1 bilhão de km/h, independe do referencial. A partir dessa incrível propriedade, Einstein sugere que a luz se torne uma mediadora para as medições de comprimento e tempo. Com essa premissa, é possível demonstrar que o comprimento L de um objeto diminui à medida que sua velocidade v se aproxima da velocidade da luz c , conforme a equação $L = L_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$. Nela, o símbolo L_0 é o comprimento do objeto quando medido em repouso. Como, na nossa realidade, a luz é muito mais rápida que os meios de transporte, não testemunhamos situações do cotidiano cuja contração relativística do comprimento seja significativa. Em uma realidade alternativa, a luz tem uma velocidade na ordem de grandeza de velocidades atingidas por carros de alta performance na nossa realidade. Qual é o valor da velocidade da luz nessa realidade alternativa se o comprimento de um carro a 300 km/h é 20% menor que o seu comprimento em repouso?

- a) 400 km/h
- b) 500 km/h
- c) 600 km/h
- d) 1000 km/h

C.2) Em uma realidade alternativa, as cargas elétricas produzidas pelo atrito (por triboeletrização) são muito superiores às de nossa realidade, possibilitando acúmulos de cargas elétricas maiores e, conseqüentemente, forças elétricas na mesma ordem de grandeza do peso dos corpos atritados, mesmo que eles não sejam tão pequenos. Um homem dessa realidade, após atritar fortemente seu sapato de couro em um piso de madeira, consegue subir pela parede de alumínio até ficar de ponta cabeça em contato com o teto de alumínio. Considerando que o teto está aterrado e que, durante esse tempo, o sapato não perde a carga que adquiriu ao ser atritado com o piso, identifique a alternativa **INCORRETA**.

Série triboelétrica
(afinidade com os elétrons)

Pele humana - couro - alumínio - madeira - borracha

- a) O teto ficou eletrizado negativamente por indução.
- b) O corpo do homem está polarizado com carga negativa próxima ao sapato.
- c) Pelo fio-terra, passaram elétrons do teto para o solo.
- d) A ordem de grandeza da força elétrica resultante que age no homem é 10^3 N.



C.3) Na nossa realidade, o sueco Anders Celsius usou os pontos de solidificação e ebulição da água ao nível do mar para definir as temperatura de 0 °C e 100 °C, respectivamente. Em uma realidade alternativa, Anders Celsius optou por usar o mercúrio no lugar da água, sendo essa a única diferença. Uma temperatura de 60 °C nessa realidade alternativa corresponderia a que temperatura na nossa realidade? Considere que, em nossa realidade, o mercúrio se solidifica a -40 °C e entra em ebulição a 360 °C .

- a) 250 °C
- b) 320 °C
- c) 200 °C
- d) 400 °C

C.4) Desconsiderando a influência do ar, os corpos abandonados partem do repouso e adquirem uma aceleração $g \cong 10\text{ m/s}^2$. Esse comportamento para a queda-livre foi proposto por Galileu Galilei, em uma época que as concepções aristotélicas eram predominantes. De forma simplificada, podemos considerar que Aristóteles acreditava que os corpos caíam em movimento uniforme e que, para corpos de mesma substância, a velocidade de queda era diretamente proporcional à densidade do corpo. Em uma realidade alternativa, as concepções aristotélicas são verdadeiras e uma esfera de chumbo de 1 kg desce em queda-livre por 80 m de altura no mesmo tempo que na nossa realidade, sem levar em consideração a influência do ar. Quanto tempo levará para uma esfera de gálio de 2 kg cair 160 m nessa realidade alternativa? Dados: $d_{\text{chumbo}} \cong 12\text{ kg/L}$ e $d_{\text{gálio}} \cong 6\text{ kg/L}$.

- a) 10 s
- b) 16 s
- c) 4 s
- d) 8 s

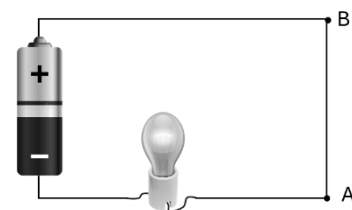
C.5) Na nossa realidade, uma mãe aflita procura o seu filho, mas não consegue enxergá-lo, pois ele está atrás de uma parede feita com blocos de cimento. Em uma realidade alternativa, nessa mesma cena, a mãe não ficaria aflita, pois conseguiria ver o filho, mesmo estando do outro lado do muro. As alternativas abaixo descrevem comportamentos que não são válidos na nossa realidade. Três desses comportamentos, conseguiriam, isoladamente, explicar por que a mãe vê seu filho na outra realidade. Identifique o comportamento que **não** conseguiria fazer isso.

- a) O cimento é transparente para a luz visível.
- b) Os efeitos da difração da luz são muito significativos.
- c) O corpo humano emite raios gama e estes também ativam a visão humana.
- d) A visão humana só consegue interpretar tons de cinza.



C.6) Em uma realidade alternativa, a faixa de frequência de ondas eletromagnéticas que a visão humana consegue interpretar é muito maior que a da nossa realidade. Por causa dessa capacidade ampliada, o movimento de uma grande quantidade de partículas carregadas em um fio deixa um rastro visível que revela o sentido desse movimento. Ao observar o trecho AB do circuito da figura ao lado, um homem dessa realidade notaria:

- a) um rastro seguindo sempre o sentido $A \rightarrow B$
- b) um rastro seguindo sempre o sentido $B \rightarrow A$
- c) inexistência de rastros.
- d) um rastro que inverte de sentido periodicamente.



C.7) Os ossos, ajudados pelos músculos, garantem o formato do corpo humano. Ao produzir tensões nos ossos, visando deformá-los, eles podem quebrar (fratura). É por isso que cair de grande altura produz graves danos ao nosso corpo. Em uma realidade alternativa, os ossos são constituídos por um material parcialmente elástico que transformava parte da energia mecânica em térmica, amortecendo impactos mais intensos. Nessa realidade, uma queda de grandes alturas não produz danos ao corpo, o qual quica no solo algumas vezes como uma bola de basquete. Nesse contexto, uma pessoa de 80 kg caiu de 80 m de altura. Após quicar no solo a primeira vez, subiu até 5 m de altura. Desprezando a influência do ar, qual o coeficiente de restituição dessa primeira colisão com o solo? Dados: $g = 10\text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.

- a) 0,25
- b) 0,5
- c) 0,75
- d) 1,0

C.8) Atualmente, um composto de óxido de cobre conseguiu manifestar a supercondutividade a $-109\text{ }^{\circ}\text{C}$. Acima dessa temperatura, nenhum material manifestou resistência elétrica nula. Em uma realidade alternativa, a humanidade consegue criar supercondutores acima de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a baixo custo. Qual das alternativas abaixo mostra algo que **NÃO** é uma conquista obtida como consequência do uso desses materiais?

- Imensa redução do consumo de energia elétrica na transmissão.
- Aumento significativo do rendimento dos motores elétricos.
- Aumento das distâncias percorridas alcançadas por carros elétricos sem recarga.
- Chuveiros elétricos que aquecem a água sem consumir energia elétrica.

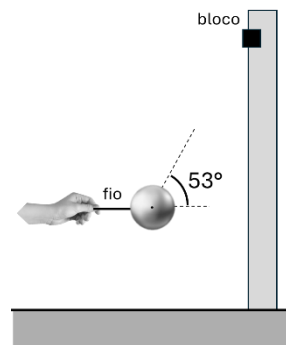
C.9) A Terra possui uma camada atmosférica que se estende por mais de 700 km de altitude. A forma da atmosfera pode ser considerada quase esférica, acompanhando a forma da Terra. Sua densidade diminui à medida que a altitude aumenta. Tanto a luz solar, quanto a que chega de qualquer astro devem atravessar a atmosfera terrestre, portanto, o céu que vemos é um pouco distorcido por ela. Em uma realidade alternativa, a Terra tinha perdido toda a sua atmosfera. Identifique a alternativa que **NÃO** corresponde a uma característica dessa realidade alternativa que diferencia da nossa para pessoas que estejam na superfície da Terra.

- A Lua vista permanece com o mesmo tamanho durante a noite de lua cheia.
- Não existe diferença entre Sol real e Sol aparente.
- O céu estrelado é visto durante o dia-claro e durante a noite.
- Uma localidade recebe luz solar por um período diário maior do que na nossa realidade.

C.10) Sabemos que o Ósmio puro é a substância de maior densidade na nossa realidade – cerca de 23 vezes mais denso que a água. Em uma realidade alternativa, os chineses conseguiram sintetizar um material tão denso que um pequeno bloco constituído por esse material conseguia produzir forças de atração gravitacional na mesma ordem de grandeza que os pesos dos corpos próximos a ele. Com esse bloco fixado em uma parede bem resistente, uma esfera de 5,0 kg permaneceu parada no ar presa apenas a um fio na horizontal, conforme figura. Sabendo que, nessa situação, a tração mede 15 N e que a gravidade terrestre é mais fraca que a da nossa realidade, determine o campo gravitacional que o bloco produz no local ocupado pela esfera.

Dados: seno de $53^{\circ} = \frac{4}{5}$ e cosseno de $53^{\circ} = \frac{3}{5}$

- 4 N/kg
- 5 N/kg
- 6 N/kg
- 10 N/kg



C.11) Quando estava defendendo a gravitação como um fenômeno universal, Isaac Newton descreveu uma experiência mental: um corpo orbitando a Terra rente à sua superfície após ser lançado com uma específica velocidade. Na nossa realidade, essa experiência é impossível por causa da atmosfera, a qual reduziria a velocidade inicial do corpo, promovendo a sua colisão com a superfície. Em uma realidade alternativa, onde a Terra tinha perdido sua atmosfera, essa experiência foi realizada com um projétil sendo lançado por um poderoso canhão, produzido para esse fim. Considerando que, nessa realidade alternativa, o raio da Terra mede 6,48 mil quilômetros e que a aceleração da gravidade mede $8,0\text{ m/s}^2$, determine quantas horas levaria para esse projétil retornar à posição do canhão que o disparou.

- $0,2\pi$
- $0,3\pi$
- $0,4\pi$
- $0,5\pi$

C.12) Quando a luz incide em um corpo, ela pode sofrer reflexão, absorção e/ou refração, o que vai depender da frequência da luz e das substâncias que compõe o corpo. Na nossa realidade, a grande maioria dos corpos sólidos não permite a refração da luz, tem absorção seletiva e promove um percentual ínfimo de reflexão regular. Em outra realidade, a grande maioria dos corpos sólidos também não permitem a refração da luz, mas sua absorção não é seletiva e 95% da reflexão é regular. Nessa outra realidade, a superfície da grande maioria dos objetos sólidos, quando iluminados por luz branca, possui uma aparência:

- a) espelhada.
- b) opaca de cor branca.
- c) transparente.
- d) opaca de cor preta.

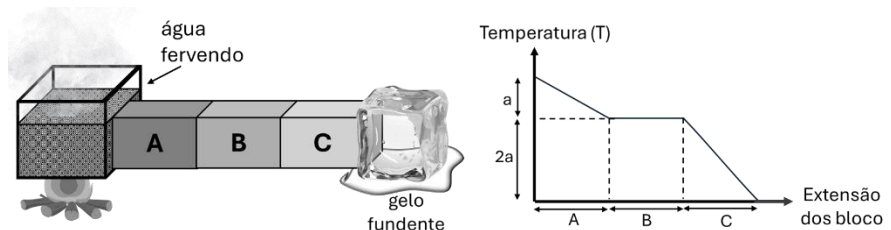
C.13) Um dos maiores problemas de nossa realidade é a dificuldade de transformar alguma energia em trabalho. Isso aumenta a disputa pelas fontes dessas energias, tornando-as cada vez mais caras e escassas. Existe uma quantidade abundante de energia térmica nos corpos e no ambiente, mas que, na prática, é inviável convertê-la em trabalho por causa da segunda lei da termodinâmica. Em uma realidade alternativa, a segunda lei da termodinâmica não é absoluta, possibilitando que os seres humanos desenvolvessem automóveis que capturam energia térmica da água de um reservatório no próprio veículo, transformando 25% dela em trabalho e emitindo o resto em forma de calor para o ambiente. Nessa realidade, um carro possui 500 kg de massa, incluindo a do piloto e os 25 kg de água a 20 °C, temperatura ambiente, no reservatório do veículo. Desprezando a resistência do ar, determine qual a temperatura da água no reservatório quando esse carro, partindo do repouso, atingir 20 m/s. Considere que o calor específico da água é 4 J/g°C e que o reservatório é um calorímetro ideal.

- a) 19 °C
- b) 14 °C
- c) 16 °C
- d) 12 °C

C.14) Em uma realidade alternativa, três blocos cúbicos de mesmas dimensões foram arrumados entre água fervendo e gelo fundente, conforme figura abaixo. A distribuição de temperatura encontra-se em regime estacionário, conforme gráfico abaixo. Tal comportamento é regido pela condutividade térmica, representada por k na equação de Fourier, $\phi = \frac{k.A.\Delta T}{L}$. A distribuição apresentada não seria possível na nossa realidade, onde não existe substância perfeitamente isolante ($k = 0$) ou perfeitamente condutora ($k \rightarrow \infty$: valor infinitamente grande).

Definindo k_A , k_B e k_C como as condutividades térmicas dos blocos A, B e C, respectivamente, para essa outra realidade, determine a alternativa mais adequada.

- a) $k_A = 2k_C$ e $k_B = 0$.
- b) $k_A = 2k_C$ e $k_B \rightarrow \infty$.
- c) $k_C = 2k_A$ e $k_B = 0$.
- d) $k_C = 2k_A$ e $k_B \rightarrow \infty$.



C.15) Sabemos que a massa possui duas facetas. A massa inercial m_i relaciona a força resultante à aceleração conforme indica a 2ª lei de Newton, $\vec{F}_R = m_i \vec{a}$, correspondendo a uma medida da inércia. A massa gravitacional m_g relaciona o peso ao campo gravitacional, $\vec{P} = m_g \vec{g}$, correspondendo a uma espécie de carga gravitacional. Na nossa realidade, essas massas são iguais e positivas. Em uma realidade alternativa, é possível produzir corpos para os quais essas massas são diferentes, que torna possível situações como as apresentadas na figura abaixo. Nela, vemos dois corpos, A e B, participando de duas experiências. Na primeira, os corpos permanecem em repouso, ligados por um fio ideal guiado por roldanas ideais. Na segunda experiência, os corpos foram abandonados, sendo movimentados apenas pela gravidade. A região das experiências possui um campo gravitacional de módulo $|\vec{g}| = 10 \text{ N/kg}$. Se o corpo B tem $m_i = m_g = 1 \text{ kg}$ e, na segunda experiência, $|\vec{a}_A| = 5 \text{ m/s}^2$ e $|\vec{a}_B| = 10 \text{ m/s}^2$, identifique as massas do corpo A.

Dica: atente-se para as operações vetoriais.

- a) $m_g = -1 \text{ kg}$ e $m_i = 2 \text{ kg}$.
- b) $m_g = 1 \text{ kg}$ e $m_i = 0,5 \text{ kg}$.
- c) $m_g = -1 \text{ kg}$ e $m_i = 0,5 \text{ kg}$.
- d) $m_g = 1 \text{ kg}$ e $m_i = 2 \text{ kg}$.

