

**FÍSICA****BACHARELADO****23**

Novembro/2014

**LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.**

1. Verifique se, além deste caderno, você recebeu o Caderno de Respostas, destinado à transcrição das respostas das questões de múltipla escolha (objetivas), das questões discursivas e do questionário de percepção da prova.
2. Confira se este caderno contém as questões discursivas e de múltipla escolha (objetivas), de formação geral e do componente específico da área, e as relativas à sua percepção da prova. As questões estão assim distribuídas:

Partes	Número das questões	Peso das questões no componente	Peso dos componentes no cálculo da nota
Formação Geral/Discursivas	D1 e D2	40%	25%
Formação Geral/Objetivas	1 a 8	60%	
Componente Específico/Discursivas	D3 a D5	15%	75%
Componente Específico/Objetivas	9 a 35	85%	
Questionário de Percepção da Prova	1 a 9	-	-

3. Verifique se a prova está completa e se o seu nome está correto no Caderno de Respostas. Caso contrário, avise imediatamente um dos responsáveis pela aplicação da prova. Você deve assinar o Caderno de Respostas no espaço próprio, com caneta esferográfica de tinta preta.
4. Observe as instruções sobre a marcação das respostas das questões de múltipla escolha (apenas uma resposta por questão), expressas no Caderno de Respostas.
5. Use caneta esferográfica de tinta preta, tanto para marcar as respostas das questões objetivas quanto para escrever as respostas das questões discursivas.
6. Responda cada questão discursiva em, no máximo, 15 linhas. Qualquer texto que ultrapassar o espaço destinado à resposta será desconsiderado.
7. Não use calculadora; não se comunique com os demais estudantes nem troque material com eles; não consulte material bibliográfico, cadernos ou anotações de qualquer espécie.
8. Você terá quatro horas para responder às questões de múltipla escolha e discursivas e ao questionário de percepção da prova.
9. Quando terminar, entregue ao Aplicador ou Fiscal o seu Caderno de Respostas.
10. **Atenção!** Você deverá permanecer, no mínimo, por uma hora, na sala de aplicação das provas e só poderá levar este Caderno de Prova após decorridas três horas do início do Exame.

**QUESTÃO DISCURSIVA 1**

Os desafios da mobilidade urbana associam-se à necessidade de desenvolvimento urbano sustentável. A ONU define esse desenvolvimento como aquele que assegura qualidade de vida, incluídos os componentes ecológicos, culturais, políticos, institucionais, sociais e econômicos que não comprometam a qualidade de vida das futuras gerações.

O espaço urbano brasileiro é marcado por inúmeros problemas cotidianos e por várias contradições. Uma das grandes questões em debate diz respeito à mobilidade urbana, uma vez que o momento é de motorização dos deslocamentos da população, por meio de transporte coletivo e individual.

Considere os dados do seguinte quadro.

Mobilidade urbana em cidade com mais de 500 mil habitantes		
Modalidade	Tipologia	Porcentagem (%)
Não motorizado	A pé	15,9
	Bicicleta	2,7
Motorizado coletivo	Ônibus municipal	22,2
	Ônibus metropolitano	4,5
	Metroferroviário	25,1
Motorizado individual	Automóvel	27,5
	Motocicleta	2,1

Tendo em vista o texto e o quadro de mobilidade urbana apresentados, redija um texto dissertativo, contemplando os seguintes aspectos:

- consequências, para o desenvolvimento sustentável, do uso mais frequente do transporte motorizado; (valor: 5,0 pontos)
- duas ações de intervenção que contribuam para a consolidação de política pública de incremento ao uso de bicicleta na cidade mencionada, assegurando-se o desenvolvimento sustentável. (valor: 5,0 pontos)

**RASCUNHO**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	



**QUESTÃO DISCURSIVA 2**

Três jovens de 19 anos de idade, moradores de rua, foram presos em flagrante, nesta quarta-feira, por terem atado fogo em um jovem de 17 anos, guardador de carros. O motivo, segundo a 14.<sup>a</sup> DP, foi uma “briga por ponto”. Um motorista deu “um trocado” ao menor, o que irritou os três moradores de rua, que também guardavam carros no local. O menor foi levado ao Hospital das Clínicas (HC) por PMs que passavam pelo local. Segundo o HC, ele teve queimaduras leves no ombro esquerdo, foi medicado e, em seguida, liberado. Os indiciados podem pegar de 12 a 30 anos de prisão, se ficar comprovado que a intenção era matar o menor. Caso contrário, conforme a 14.<sup>a</sup> DP, os três poderão pegar de um a três anos de cadeia.

Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br>>. Acesso em: 28 jul. 2013 (adaptado).

A partir da situação narrada, elabore um texto dissertativo sobre violência urbana, apresentando:

- análise de duas causas do tipo de violência descrita no texto; (valor: 7,0 pontos)
- dois fatores que contribuiriam para se evitar o fato descrito na notícia. (valor: 3,0 pontos)

RASCUNHO	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

## QUESTÃO 01

O trecho da música “Nos Bailes da Vida”, de Milton Nascimento, “todo artista tem de ir aonde o povo está”, é antigo, e a música, de tão tocada, acabou por se tornar um estereótipo de tocadores de violões e de rodas de amigos em Visconde de Mauá, nos anos 1970. Em tempos digitais, porém, ela ficou mais atual do que nunca. É fácil entender o porquê: antigamente, quando a informação se concentrava em centros de exposição, veículos de comunicação, editoras, museus e gravadoras, era preciso passar por uma série de curadores, para garantir a publicação de um artigo ou livro, a gravação de um disco ou a produção de uma exposição. O mesmo funil, que poderia ser injusto e deixar grandes talentos de fora, simplesmente porque não tinham acesso às ferramentas, às pessoas ou às fontes de informação, também servia como filtro de qualidade. Tocar violão ou encenar uma peça de teatro em um grande auditório costumava ter um peso muito maior do que fazê-lo em um bar, um centro cultural ou uma calçada. Nas raras ocasiões em que esse valor se invertia, era justamente porque, para uso do espaço “alternativo”, havia mecanismos de seleção tão ou mais rígidos que os do espaço oficial.

RADFAHRER, L. **Todo artista tem de ir aonde o povo está**. Disponível em: <<http://novo.itaucultural.org.br>>. Acesso em: 29 jul. 2014 (adaptado).

A partir do texto acima, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

- I. O processo de evolução tecnológica da atualidade democratiza a produção e a divulgação de obras artísticas, reduzindo a importância que os centros de exposição tinham nos anos 1970.

### PORQUE

- II. As novas tecnologias possibilitam que artistas sejam independentes, montem seus próprios ambientes de produção e disponibilizem seus trabalhos, de forma simples, para um grande número de pessoas.

A respeito dessas asserções, assinale a opção correta.

- A** As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.  
**B** As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.  
**C** A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.  
**D** A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.  
**E** As asserções I e II são proposições falsas.

## QUESTÃO 02

Com a globalização da economia social por meio das organizações não governamentais, surgiu uma discussão do conceito de empresa, de sua forma de concepção junto às organizações brasileiras e de suas práticas. Cada vez mais, é necessário combinar as políticas públicas que priorizam modernidade e competitividade com o esforço de incorporação dos setores atrasados, mais intensivos de mão de obra.

Disponível em: <<http://unpan1.un.org>>. Acesso em: 4 ago. 2014 (adaptado).

A respeito dessa temática, avalie as afirmações a seguir.

- I. O terceiro setor é uma mistura dos dois setores econômicos clássicos da sociedade: o público, representado pelo Estado, e o privado, representado pelo empresariado em geral.  
II. É o terceiro setor que viabiliza o acesso da sociedade à educação e ao desenvolvimento de técnicas industriais, econômicas, financeiras, políticas e ambientais.  
III. A responsabilidade social tem resultado na alteração do perfil corporativo e estratégico das empresas, que têm reformulado a cultura e a filosofia que orientam as ações institucionais.

Está correto o que se afirma em

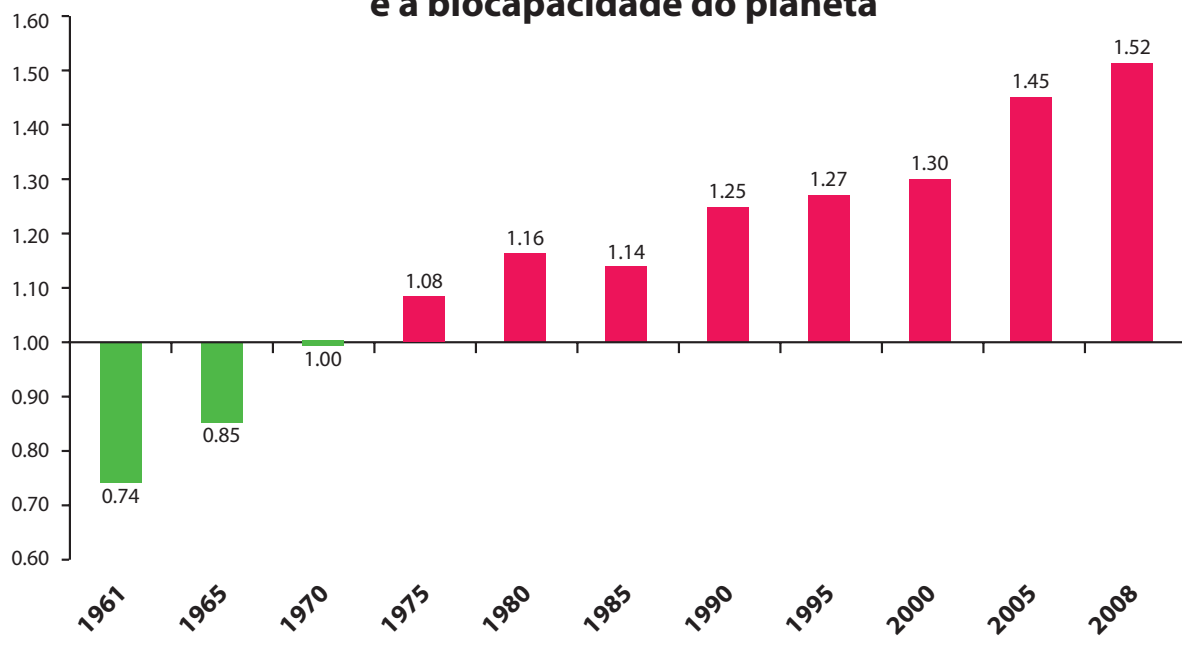
- A** I, apenas.  
**B** II, apenas.  
**C** I e III, apenas.  
**D** II e III, apenas.  
**E** I, II e III.



**QUESTÃO 03**

Pegada ecológica é um indicador que estima a demanda ou a exigência humana sobre o meio ambiente, considerando-se o nível de atividade para atender ao padrão de consumo atual (com a tecnologia atual). É, de certa forma, uma maneira de medir o fluxo de ativos ambientais de que necessitamos para sustentar nosso padrão de consumo. Esse indicador é medido em hectare global, medida de área equivalente a 10 000 m<sup>2</sup>. Na medida hectare global, são consideradas apenas as áreas produtivas do planeta. A biocapacidade do planeta, indicador que reflete a regeneração (natural) do meio ambiente, é medida também em hectare global. Uma razão entre pegada ecológica e biocapacidade do planeta igual a 1 indica que a exigência humana sobre os recursos do meio ambiente é repostada na sua totalidade pelo planeta, devido à capacidade natural de regeneração. Se for maior que 1, a razão indica que a demanda humana é superior à capacidade do planeta de se recuperar e, se for menor que 1, indica que o planeta se recupera mais rapidamente.

**Razão entre a pegada ecológica e a biocapacidade do planeta**



Disponível em: <<http://financasfaceis.wordpress.com>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

O aumento da razão entre pegada ecológica e biocapacidade representado no gráfico evidencia

- A** redução das áreas de plantio do planeta para valores inferiores a 10 000 m<sup>2</sup> devido ao padrão atual de consumo de produtos agrícolas.
- B** aumento gradual da capacidade natural de regeneração do planeta em relação às exigências humanas.
- C** reposição dos recursos naturais pelo planeta em sua totalidade frente às exigências humanas.
- D** incapacidade de regeneração natural do planeta ao longo do período 1961-2008.
- E** tendência a desequilíbrio gradual e contínuo da sustentabilidade do planeta.

## QUESTÃO 04

Importante *website* de relacionamento caminha para 700 milhões de usuários. Outro conhecido servidor de *microblogging* acumula 140 milhões de mensagens ao dia. É como se 75% da população brasileira postasse um comentário a cada 24 horas. Com as redes sociais cada vez mais presentes no dia a dia das pessoas, é inevitável que muita gente encontre nelas uma maneira fácil, rápida e abrangente de se manifestar.

Uma rede social de recrutamento revelou que 92% das empresas americanas já usaram ou planejam usar as redes sociais no processo de contratação. Destas, 60% assumem que bisbilhotam a vida dos candidatos em *websites* de rede social.

Realizada por uma agência de recrutamento, uma pesquisa com 2 500 executivos brasileiros mostrou que 44% desclassificariam, no processo de seleção, um candidato por seu comportamento em uma rede social.

Muitas pessoas já enfrentaram problemas por causa de informações *online*, tanto no campo pessoal quanto no profissional. Algumas empresas e instituições, inclusive, já adotaram cartilhas de conduta em redes sociais.

POLONI, G. O lado perigoso das redes sociais. *Revista INFO*, p. 70 - 75, julho 2011 (adaptado).

De acordo com o texto,

- A** mais da metade das empresas americanas evita acessar *websites* de redes sociais de candidatos a emprego.
- B** empresas e instituições estão atentas ao comportamento de seus funcionários em *websites* de redes sociais.
- C** a complexidade dos procedimentos de rastreio e monitoramento de uma rede social impede que as empresas tenham acesso ao perfil de seus funcionários.
- D** as cartilhas de conduta adotadas nas empresas proíbem o uso de redes sociais pelos funcionários, em vez de recomendar mudanças de comportamento.
- E** a maioria dos executivos brasileiros utilizaria informações obtidas em *websites* de redes sociais, para desclassificar um candidato em processo de seleção.

## QUESTÃO 05

Uma ideia e um aparelho simples devem, em breve, ajudar a salvar vidas de recém-nascidos. Idealizado pelo mecânico argentino Jorge Odón, o dispositivo que leva seu sobrenome desentala um bebê preso no canal vaginal — e, por mais inusitado que pareça, foi criado com base em técnica usada para remover rolhas de dentro de garrafas. O aparelho consiste em uma bolsa plástica inserida em uma proteção feita do mesmo material e que envolve a cabeça da criança. Estando o dispositivo devidamente posicionado, a bolsa é inflada para aderir à cabeça do bebê e ser puxada aos poucos, de forma a não machucá-lo. O método de Odón deve substituir outros já arcaicos, como o de fórceps e o de tubos de sucção, os quais, se usados por mãos maltreinadas, podem comprometer a vida do bebê, o que, segundo especialistas, não deve acontecer com o novo equipamento.

Segundo o *The New York Times*, a ideia recebeu apoio da Organização Mundial de Saúde (OMS) e já foi até licenciada por uma empresa norte-americana de tecnologia médica. Não se sabe quando o equipamento começará a ser produzido nem o preço a ser cobrado, mas presume-se que ele não passará de 50 dólares, com redução do preço em países mais pobres.

GUSMÃO, G. **Aparelho deve facilitar partos em situações de emergência.** Disponível em: <<http://exame.abril.com.br>>. Acesso em: 18 nov. 2013 (adaptado).

Com relação ao texto acima, avalie as afirmações a seguir.

- I. A utilização do método de Odón poderá reduzir a taxa de mortalidade de crianças ao nascer, mesmo em países pobres.
- II. Por ser uma variante dos tubos de sucção, o aparelho desenvolvido por Odón é resultado de aperfeiçoamento de equipamentos de parto.
- III. Por seu uso simples, o dispositivo de Ódon tem grande potencial de ser usado em países onde o parto é usualmente realizado por parteiras.
- IV. A possibilidade de, em países mais pobres, reduzir-se o preço do aparelho idealizado por Odón evidencia preocupação com a responsabilidade social.

É correto apenas o que se afirma em

- A** I e II.
- B** I e IV.
- C** II e III.
- D** I, III e IV.
- E** II, III e IV.



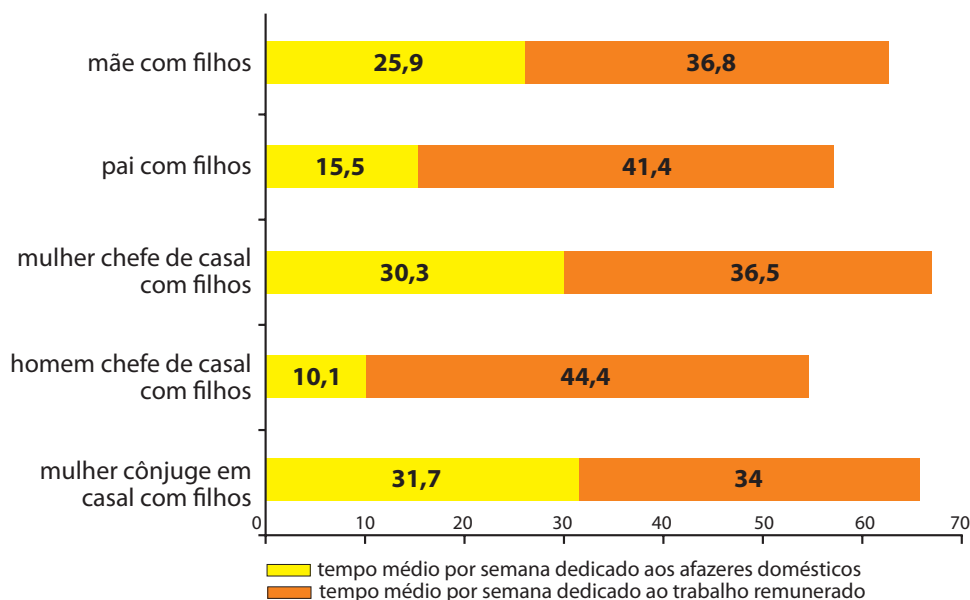
**QUESTÃO 06**

As mulheres frequentam mais os bancos escolares que os homens, dividem seu tempo entre o trabalho e os cuidados com a casa, geram renda familiar, porém continuam ganhando menos e trabalhando mais que os homens.

As políticas de benefícios implementadas por empresas preocupadas em facilitar a vida das funcionárias que têm criança pequena em casa já estão chegando ao Brasil. Acordos de horários flexíveis, programas como auxílio-creche, auxílio-babá e auxílio-amamentação são alguns dos benefícios oferecidos.

Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br>>. Acesso em: 30 jul. 2013 (adaptado).

**JORNADA MÉDIA TOTAL DE TRABALHO POR SEMANA NO BRASIL - (EM HORAS)**



Disponível em: <<http://ipea.gov.br>>. Acesso em: 30 jul. 2013.

Considerando o texto e o gráfico, avalie as afirmações a seguir.

- I. O somatório do tempo dedicado pelas mulheres aos afazeres domésticos e ao trabalho remunerado é superior ao dedicado pelos homens, independentemente do formato da família.
- II. O fragmento de texto e os dados do gráfico apontam para a necessidade de criação de políticas que promovam a igualdade entre os gêneros no que concerne, por exemplo, a tempo médio dedicado ao trabalho e remuneração recebida.
- III. No fragmento de reportagem apresentado, ressalta-se a diferença entre o tempo dedicado por mulheres e homens ao trabalho remunerado, sem alusão aos afazeres domésticos.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.



## QUESTÃO 07

O quadro a seguir apresenta a proporção (%) de trabalhadores por faixa de tempo gasto no deslocamento casa-trabalho, no Brasil e em três cidades brasileiras.

Tempo de deslocamento	Brasil	Rio de Janeiro	São Paulo	Curitiba
Até cinco minutos	12,70	5,80	5,10	7,80
De seis minutos até meia hora	52,20	32,10	31,60	45,80
Mais de meia hora até uma hora	23,60	33,50	34,60	32,40
Mais de uma hora até duas horas	9,80	23,20	23,30	12,90
Mais de duas horas	1,80	5,50	5,30	1,20

CENSO 2010/IBGE (adaptado).

Com base nos dados apresentados e considerando a distribuição da população trabalhadora nas cidades e as políticas públicas direcionadas à mobilidade urbana, avalie as afirmações a seguir.

- I. A distribuição das pessoas por faixa de tempo de deslocamento casa-trabalho na região metropolitana do Rio de Janeiro é próxima à que se verifica em São Paulo, mas não em Curitiba e na média brasileira.
- II. Nas metrópoles, em geral, a maioria dos postos de trabalho está localizada nas áreas urbanas centrais, e as residências da população de baixa renda estão concentradas em áreas irregulares ou na periferia, o que aumenta o tempo gasto por esta população no deslocamento casa-trabalho e o custo do transporte.
- III. As políticas públicas referentes a transportes urbanos, como, por exemplo, Bilhete Único e Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), ao serem implementadas, contribuem para redução do tempo gasto no deslocamento casa-trabalho e do custo do transporte.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

## QUESTÃO 08

Constantes transformações ocorreram nos meios rural e urbano, a partir do século XX. Com o advento da industrialização, houve mudanças importantes no modo de vida das pessoas, em seus padrões culturais, valores e tradições. O conjunto de acontecimentos provocou, tanto na zona urbana quanto na rural, problemas como explosão demográfica, prejuízo nas atividades agrícolas e violência.

Iniciaram-se inúmeras transformações na natureza, criando-se técnicas para objetos até então sem utilidade para o homem. Isso só foi possível em decorrência dos recursos naturais existentes, que propiciaram estrutura de crescimento e busca de prosperidade, o que faz da experimentação um método de transformar os recursos em benefício próprio.

SANTOS, M. *Metamorfoses do espaço habitado*.  
São Paulo: Hucitec, 1988 (adaptado).

A partir das ideias expressas no texto acima, conclui-se que, no Brasil do século XX,

- A** a industrialização ocorreu independentemente do êxodo rural e dos recursos naturais disponíveis.
- B** o êxodo rural para as cidades não prejudicou as atividades agrícolas nem o meio rural porque novas tecnologias haviam sido introduzidas no campo.
- C** homens e mulheres advindos do campo deixaram sua cultura e se adaptaram a outra, cidadina, totalmente diferente e oposta aos seus valores.
- D** tanto o espaço urbano quanto o rural sofreram transformações decorrentes da aplicação de novas tecnologias às atividades industriais e agrícolas.
- E** os migrantes chegaram às grandes cidades trazendo consigo valores e tradições, que lhes possibilitaram manter intacta sua cultura, tal como se manifestava nas pequenas cidades e no meio rural.

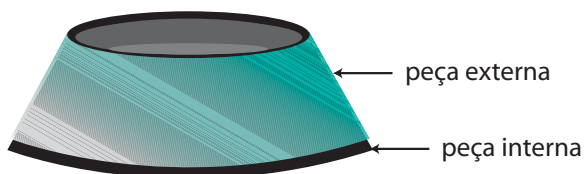




QUESTÃO DISCURSIVA 3

O volume específico de um material é função da sua temperatura. Mantida constante a pressão, define-se o coeficiente de dilatação térmica volumétrica como o produto do inverso do volume específico pela derivada parcial do volume específico em relação à temperatura, de acordo com a equação  $\gamma = \frac{1}{v} \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_P$ .

Considere duas peças (trancos de cone ocios de materiais diferentes) rigidamente presas uma dentro da outra, conforme ilustra a figura abaixo.



Nesse contexto, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Explique uma forma de separar essas duas peças metálicas utilizando o conceito de dilatação volumétrica. (valor: 5,0 pontos)
- b) Indique ao menos duas variáveis (ou condições) das quais o seu método poderá depender. (valor: 5,0 pontos)

RASCUNHO	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

## QUESTÃO DISCURSIVA 4

---

O acidente radiológico de Goiânia, amplamente conhecido como acidente com o Césio-137, foi um grave episódio de contaminação por radiatividade ocorrido no Brasil. A contaminação teve início em 13 de setembro de 1987, quando um aparelho utilizado em radioterapias foi encontrado dentro de uma clínica abandonada, no centro de Goiânia. O instrumento foi encontrado por catadores de um ferro velho do local, que entenderam tratar-se de sucata. Foi desmontado e repassado para terceiros, gerando um rastro de contaminação, o qual afetou seriamente a saúde de centenas de pessoas. O acidente com o Césio-137 foi o maior acidente radiativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido fora das usinas nucleares.

No interior da cápsula do aparelho de radioterapia, havia Cloreto de Césio na forma de um pó. Cerca de 19,26 g desse pó se espalhou, foi manipulado e até ingerido por diversas pessoas. A população de Goiânia foi examinada e, de 112 800 pessoas, cerca de 249 foram contaminadas pelo Césio.

Por precaução, foram coletadas toneladas de material que poderiam ter sido contaminadas pelo pó de Césio. Esse material foi separado em dois contêineres, o primeiro, de baixa concentração de material radiativo, que pode ser considerado lixo comum, e o segundo, que armazena os materiais efetivamente radiativos. Este segundo contêiner é revestido de uma camada de chumbo de aproximadamente 10 cm.

Com base nessa situação, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Explique a diferença entre contaminação e irradiação. (valor: 4,0 pontos)
- Sabe-se que a lei de decaimento radiativo estabelece que  $N = N_0 e^{-t/\tau}$ , em que  $\tau$  é a vida média. Considerando que o Césio tem uma vida média de 30 anos, aproximadamente, e decai emitindo partículas *beta* e *gamma*, estime quantos gramas de Césio-137 do acidente de Goiânia seriam radiativos ainda hoje. (valor: 3,0 pontos)
- Sabe-se que as partículas *gamma* emitidas pelo Césio podem ser absorvidas pela parede de chumbo e que o número de partículas *gamma* absorvidas depende da espessura da camada de chumbo, de acordo com a seguinte equação:  $N = N_0 e^{-x/l_0}$ , em que  $x$  é a espessura da camada de chumbo e  $l_0 = 1 \text{ cm}$  é um fator associado à absorção. Com base nessas informações, explique se a espessura da parede do contêiner onde foi armazenado o material efetivamente radiativo é suficiente para conter a radiação *gamma* dos rejeitos. Para isso, considere que  $e^{-10}$  é aproximadamente igual a  $0,4^{10}$ . (valor: 3,0 pontos)

RASCUNHO	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	



## QUESTÃO DISCURSIVA 5

Um experimento que utiliza o circuito elétrico da figura 1 abaixo, é composto por uma fonte ajustável de tensão  $V$ , um amperímetro ideal  $A$ , uma resistência  $R$  (fixa e pequena) e um dispositivo de teste. Foi levantada a curva de corrente elétrica  $I$  versus tensão da fonte  $V$  para três diferentes tipos de materiais ( $i$ ,  $ii$  e  $iii$ ) por troca do dispositivo de teste.

O resultado do experimento é mostrado no gráfico da figura 2.

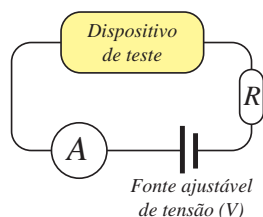


Figura 1

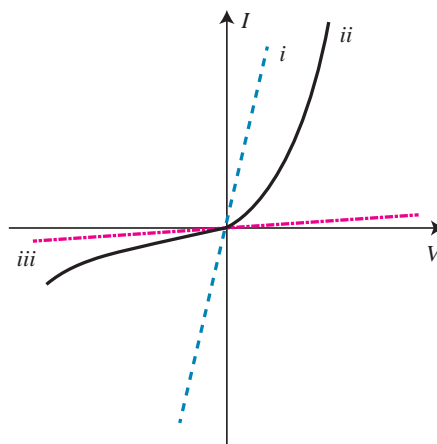


Figura 2

Com base nos dados obtidos no experimento, discuta a natureza física dos materiais  $i$ ,  $ii$  e  $iii$ , dê exemplos de materiais com essas propriedades e cite suas aplicações nas construções de dispositivos elétricos. (valor: 10,0 pontos).

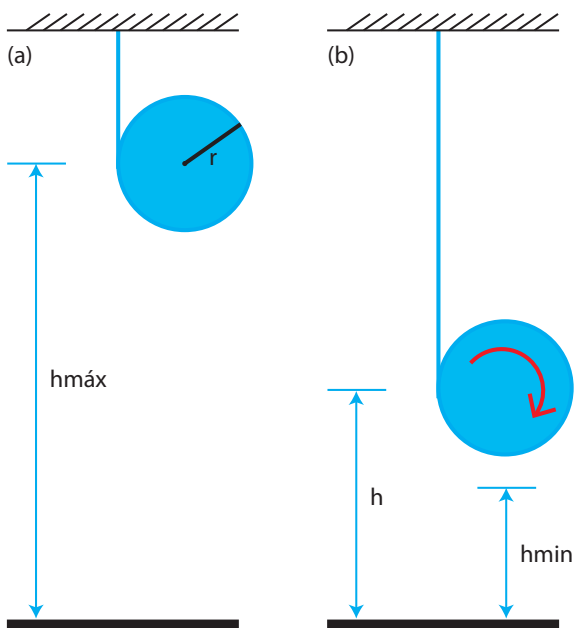
### RASCUNHO

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

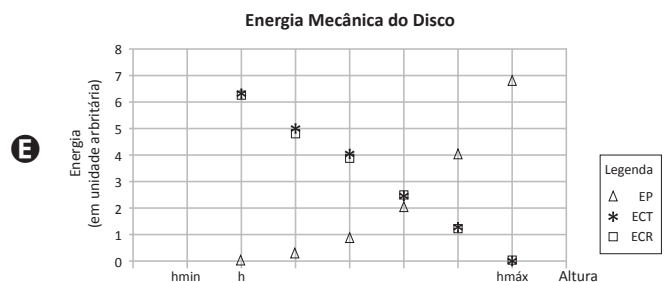
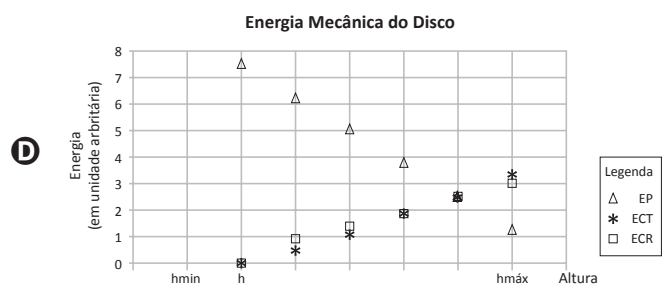
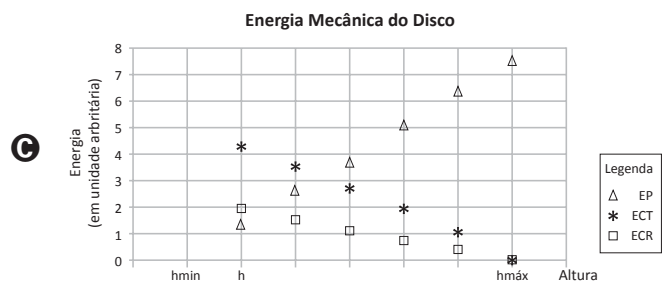
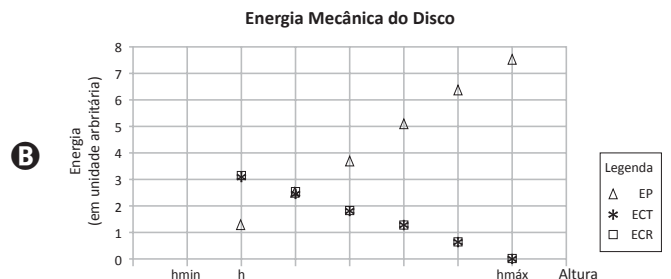
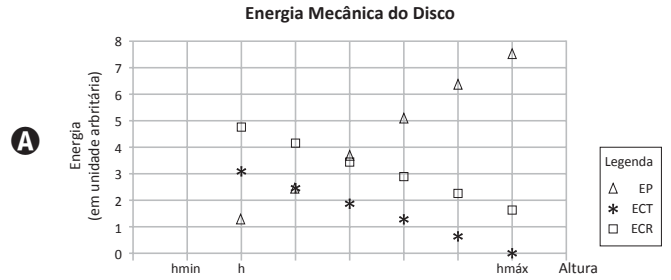


## QUESTÃO 09

A figura abaixo apresenta esquematicamente dois momentos do movimento de um corpo rígido na forma de um disco, com massa  $m$  e raio,  $r$ , denominado ioiô. Um fio, preso ao teto em uma extremidade, é enrolado na borda lateral do disco. A outra extremidade do fio está presa na borda lateral do disco, de modo que este não pode girar em falso. Na situação (a), o corpo está em repouso em sua altura máxima ( $h_{\text{máx}}$ ), com o fio enrolado em sua borda, e, na situação (b), o corpo está a uma altura  $h$ , tal que  $h_{\text{máx}} > h > h_{\text{mín}}$ , em que  $h_{\text{mín}}$  é a altura na qual o fio estaria completamente desenrolado. Considere o momento de inércia do corpo (em relação a um eixo perpendicular ao plano da figura e que passa pelo seu centro massa) igual a  $mr^2/2$ .



Medidas da energia potencial (EP), energia cinética rotacional (ECR) e energia cinética translacional (ECT) foram realizadas e graficadas (em unidades arbitrárias) ao longo do movimento de descida do ioiô, desde a altura máxima até uma altura  $h$ . Considerando que houve conservação da energia mecânica total, conclui-se que são consistentes com os resultados esperados teoricamente aqueles apresentados no gráfico



## QUESTÃO 10

A interação entre dois corpos foi historicamente concebida como uma ação instantânea a distância. Por outro lado, ela pode ser pensada como uma ação intermediada por um campo.

Considerando que a noção de força está associada à concepção de ação instantânea, avalie as afirmações a seguir.

- I. A existência de ondas eletromagnéticas pode ser definida a partir das concepções de campo eletromagnético e de ação instantânea a distância.
- II. O campo eletromagnético e a força eletromagnética não necessitam de meios materiais entre cargas de uma distribuição para existir.
- III. O campo elétrico depende da posição, enquanto a força eletrostática depende da distância entre a carga-fonte e a carga-teste.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

ÁREA LIVRE

## QUESTÃO 11

A norma reguladora 15 (NR-15), que dispõe sobre atividades e operações insalubres, indica que o limite do nível de intensidade sonora para um trabalhador não deve ultrapassar 120 dB. Suponha que, em uma fábrica, uma máquina (que pode ser considerada uma fonte esférica) emite um som uniforme e isotrópico. A 100 metros da fonte, o nível de intensidade sonora é de 80 decibéis.

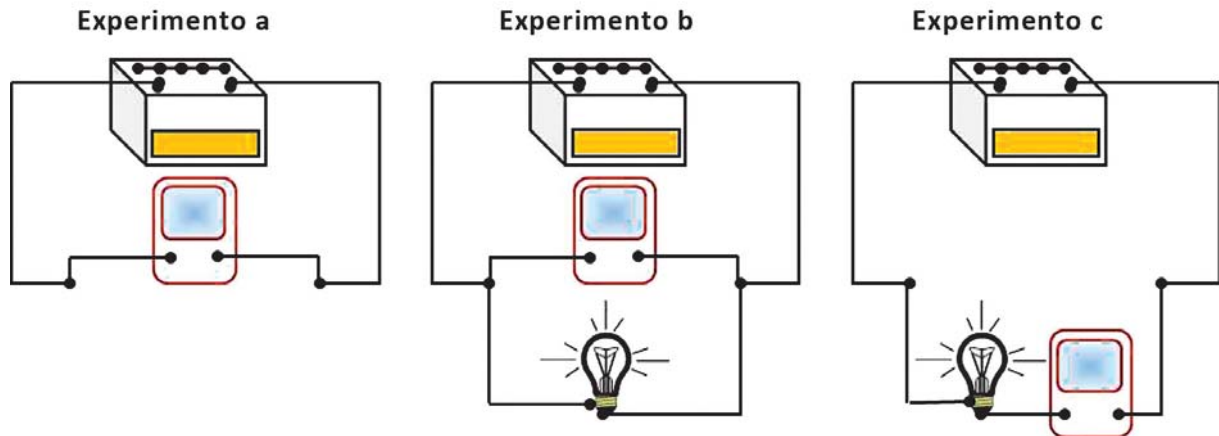
Até que distância um trabalhador pode se aproximar dessa máquina sem ultrapassar o limite do nível de intensidade sonora estabelecido pela NR-15?

- A** 81,6 m
- B** 66,7 m
- C** 44,4 m
- D** 1,00 m
- E** 0,78 m

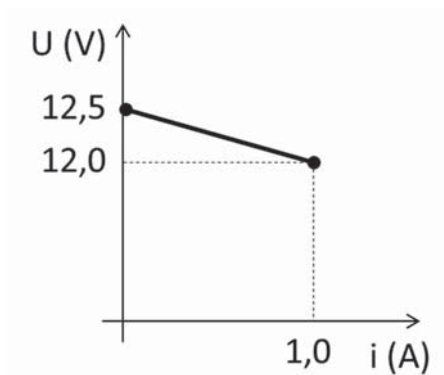
ÁREA LIVRE

**QUESTÃO 12**

Com o objetivo de estudar algumas características de uma bateria, realizaram-se alguns experimentos (a, b e c) de medidas de variáveis elétricas, utilizando-se uma lâmpada e um multímetro digital, no modo amperímetro ou no modo voltímetro.



Ao utilizar o multímetro no modo adequado para cada experimento, foi possível construir, com as suas indicações, o seguinte gráfico de voltagem ( $V$ ) versus intensidade de corrente elétrica ( $i$ ) para a bateria em questão.



Com base nos experimentos descritos e usando as informações do gráfico, avalie as afirmações a seguir.

- I. A resistência interna da bateria é de  $0,5 \Omega$ .
- II. A bateria pode fornecer uma potência máxima de  $10 \text{ W}$ .
- III. Nos experimentos A e C, o multímetro foi utilizado no modo voltímetro.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** II, apenas.
- C** I e III, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.





**QUESTÃO 13**

A equação de Schrödinger, quando resolvida para o problema quântico de uma partícula confinada em uma caixa unidimensional de tamanho  $a$ , tem como resultado para as funções de onda  $\psi_n$  dadas como:

$$\psi(x, t) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{a}} \cos\left(\frac{n\pi x}{a}\right) e^{-\frac{iE_n t}{\hbar}}, & \text{para } |x| \leq \frac{a}{2} \text{ e } n \text{ ímpar,} \\ \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right) e^{-\frac{iE_n t}{\hbar}}, & \text{para } |x| \leq \frac{a}{2} \text{ e } n \text{ par,} \\ 0, & \text{para } |x| > \frac{a}{2}, \end{cases}$$

em que  $E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2ma^2} n^2$  são os autovalores da energia. As funções  $\psi_n$  podem ser usadas para se calcular os valores esperados  $\langle x^2 \rangle$  e  $\langle p^2 \rangle$ , em que  $x$  e  $p$  são os operadores posição e momento linear da partícula, respectivamente. Desse modo, tem-se

$$\langle x^2 \rangle = \frac{a^2 \pi^2 - 6}{\pi^2} \quad \text{e} \quad \langle p^2 \rangle = \frac{\hbar^2 \pi^2}{a^2}$$

Com base nesses resultados e no princípio da incerteza de Heisenberg, avalie as afirmações a seguir.

- I. A energia mínima da partícula na caixa, estimada por meio do princípio da incerteza, é  $E_{min} = \frac{\hbar^2}{8ma^2}$ .
- II. A razão entre  $E_{min}$  e o menor autovalor de energia é igual a  $\frac{1}{\pi^2}$ .
- III. Há inconsistência entre o princípio da incerteza de Heisenberg e os resultados apresentados acima, porque eles não expressam a igualdade  $E_{min} = E_1$ .
- IV. O valor de  $\Delta x \Delta p = \sqrt{\frac{\pi^2 - 6}{12}} \hbar$ , calculado pelo resultado do problema, é consistente com o princípio da incerteza de Heisenberg.

É correto apenas o que se afirma em

- A** I.
- B** III.
- C** I e IV.
- D** II e III.
- E** II e IV.

**ÁREA LIVRE**

**QUESTÃO 14**

Embora a radiação eletromagnética proveniente do Sol seja importante para a vida humana em vários aspectos, a exposição exagerada à radiação eletromagnética pode ser danosa, especialmente na faixa da radiação ultravioleta (UV), pois o bombardeamento da pele pelos fótons provenientes dessa radiação pode gerar lesões de intensidades variáveis. Nesse contexto, conclui-se que

- A** a exposição aos raios ultravioleta (UV) vai gradativamente cedendo energia para os tecidos, gerando aquecimento, queimaduras de pele e, até mesmo, câncer.
- B** o UV, absorvido pelas moléculas do tecido, gera excitação eletrônica, provocando mudanças na configuração das moléculas, causando sua quebra ou gerando novas ligações moleculares.
- C** o UV tem energia para gerar vibrações moleculares, que são as responsáveis pela agitação térmica, causando queimaduras e outros danos aos tecidos, inclusive, câncer de pele.
- D** o bombardeamento fotônico de UV pode provocar a fissão dos núcleos atômicos nas moléculas do tecido, alterando a sua configuração e gerando o câncer de pele.
- E** os raios UV são potencialmente danosos por possuírem alto poder de polarização eletrônica (PE), gerando desde vermelhidões na pele (baixa PE) até câncer de pele (alta PE).

**ÁREA LIVRE****QUESTÃO 15**

A descoberta da energia nuclear foi de crucial importância para países em que o potencial hidrelétrico ou termelétrico não acompanhou as demandas crescentes por energia, muito embora a problemática do lixo nuclear e a possibilidade de desastres ainda sejam os principais fatores para a mobilização mundial contra o uso dessa forma de energia. Por outro lado, não é de conhecimento do público geral os mecanismos que geram a alta periculosidade por trás da utilização e descarte do material radiativo usado nas usinas nucleares. A respeito dos riscos do uso e do descarte desse material radiativo, é correto afirmar que

- A** os riscos provenientes do uso da energia nuclear e a presença de seus dejetos decorre da incapacidade de frear um processo de reação em cadeia.
- B** a fusão nuclear proveniente de uma usina nuclear pode ser minimizada com a utilização de placas de grafite e seus dejetos podem ser controlados com o uso de reservatórios subterrâneos.
- C** os dejetos radiativos provenientes da produção de energia nuclear podem continuar a emitir raios ultravioletas com alto poder de penetração e precisa ser isolado em reservatório subterrâneo.
- D** os dejetos radiativos contaminantes são mais bem isolados quando armazenados em recipientes de chumbo e alocados em altas profundidades devido ao poder de frenagem da água.
- E** os dejetos radiativos não apresentam risco de gerar reação em cadeia, porém podem continuar a emitir alta taxa de partículas radiativas por décadas ou até mesmo séculos, razão pela qual precisam ser isolados adequadamente.

**ÁREA LIVRE**

**QUESTÃO 16**

Após uma maré alta que atingiu vários carros parados nas proximidades de uma praia, um grupo de estudantes procurou estudar o fenômeno com o objetivo de estabelecer algumas previsões. Cientes de que o fenômeno é causado pelas forças de atração gravitacionais diferenciais da Lua sobre a Terra, os estudantes acompanharam as variações da altura da maré em determinado ponto apenas nos dias de passagem de fase da Lua. A tabela a seguir mostra os valores máximos e mínimos obtidos.

Dia 03		Dia 10		Dia 17		Dia 25	
Lua Crescente		Lua Cheia		Lua Minguante		Lua Nova	
02h22min	0,72 m	01h29min	1,26 m	02h22min	0,62 m	02h56min	1,23 m
07h05min	0,96 m	08h21min	0,37 m	07h18min	1,09 m	09h12min	0,21 m
14h05min	0,34 m	14h44min	1,37 m	14h13min	0,45 m	15h17min	1,42 m
19h56min	1,03 m	20h58min	0,44 m	21h15min	1,07 m	22h11min	0,5 m

Ao pesquisar sobre o tema, os estudantes concluíram que a força diferencial gravitacional, obtida pela derivada da equação da força da gravitação universal, é diretamente proporcional à massa do corpo que provoca a maré e inversamente proporcional ao cubo da distância entre os corpos. Eles utilizaram os seguintes dados referentes às massas e às distâncias envolvidas: distância Terra-Lua =  $3,8 \times 10^5$  km, distância Sol-Terra =  $1,5 \times 10^8$  km, massa do Sol =  $2,0 \times 10^{30}$  kg e massa da Lua =  $7,3 \times 10^{22}$  kg.

Nesse contexto, avalie as seguintes afirmações feitas pelos estudantes.

- I. As marés altas de maior amplitude ocorrem nas proximidades das luas cheia e nova, constatação que evidencia a não dependência da atração gravitacional do Sol na ocorrência do fenômeno.
- II. Embora a massa do Sol seja muito maior que a massa da Lua, o fato de ele estar muito mais distante da Terra do que a Lua faz com que a maré provocada por ele tenha  $1/10$  da maré provocada pela Lua.
- III. Durante o intervalo de tempo de um dia, ocorrem, em um mesmo local, duas marés altas e duas marés baixas, de forma que, quando ocorre maré alta em dado lugar da Terra, simultaneamente ocorre maré alta no lado da Terra diametralmente oposto.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.  
**B** III, apenas.  
**C** I e II, apenas.  
**D** II e III, apenas.  
**E** I, II e III.

**ÁREA LIVRE**

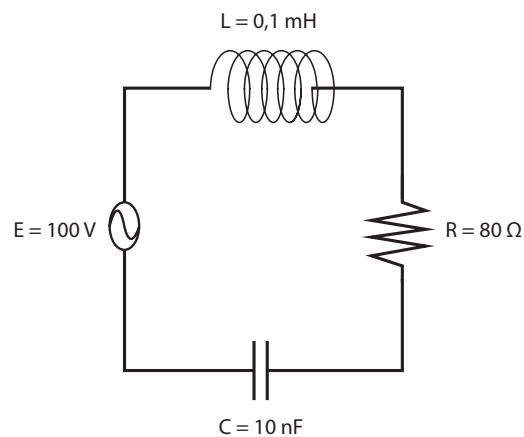
**QUESTÃO 17**

Pelas leis de Faraday e Ampère, combinadas, é possível transmitir e captar informações entre duas espiras. Um circuito RLC, constituído por uma fonte, um resistor, um solenoide e um capacitor, têm em seu funcionamento os aspectos fundamentais do processo de captação desses sinais.

Esse sistema, circuito RLC, é um oscilador elétrico onde ora a energia magnética armazenada no campo magnético do solenoide é convertida em energia elétrica armazenada no campo elétrico do capacitor, ora ocorre o inverso, com uma frequência natural de oscilação.

Quando o circuito é forçado a oscilar com essa frequência, a resposta acontece em fase com a excitação, como ocorre em qualquer oscilador forçado. Nessas condições, o sistema encontra-se em ressonância.

Observe o circuito representado na figura abaixo.



Considerando que o circuito da figura encontra-se em ressonância, avalie as afirmações a seguir.

- I. A frequência da fonte de 100 V é de 1 000 KHz.
- II. Quanto menor o valor da resistência R, maior a resposta do circuito em termos de corrente elétrica, que, nesse caso, tem amplitude igual a 1,25 A.
- III. De acordo com a lei de Ampère, quando o capacitor se descarrega, surge uma força contra-eletromotriz nos terminais do solenoide, que tende a se contrapor à variação da corrente, e a corrente passa a fluir no sentido contrário, de modo a carregar novamente o capacitor.

É correto o que se afirma em

- A** II, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** I e III, apenas.
- E** I, II e III.

**ÁREA LIVRE**

**QUESTÃO 18**

Varia-se a tensão  $V$  aplicada aos terminais de um resistor para se conhecer o comportamento de sua resistência. Simultaneamente à variação da tensão  $V$ , mede-se a corrente  $i$  que flui através do resistor. Com os valores obtidos, plota-se o gráfico  $V \times i$ , cujo resultado é uma curva que se aproxima da função

$V(i) = C \frac{i}{(i+1)^2}$ , para valores positivos de  $i$ , em que  $C$  é uma constante em unidades adequadas.

Acerca desse resultado, avalie as afirmações a seguir.

- I. A resistência não obedece à lei de Ohm, mas seu valor pode ser conhecido para cada par  $(V, i)$ .
- II. Qualquer resistor utilizado em um experimento desse tipo sempre apresentará o comportamento descrito.
- III. Variações de tensão induzem um comportamento não linear em resistores.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

**ÁREA LIVRE****QUESTÃO 19**

No Brasil, as microcentrais hidrelétricas podem ser uma alternativa viável para comunidades isoladas, onde o denominado Sistema Interligado Nacional (SIN) ainda não atende de forma eficaz à demanda por energia elétrica. Essas centrais de pequeno porte trazem benefícios como a diminuição de perdas de transmissão, redução de investimentos para construção de novas linhas e maior confiabilidade ao sistema. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), uma microcentral hidrelétrica possui potência instalada de até 100 kW e eficiência global da ordem de 50 %.

Suponha que esse limite de potência se encaixe na geração de energia elétrica em um curso d'água situado em um pequeno povoado de 150 habitantes. O curso d'água possui um desnível de 9 m de altura e vazão média de 600 litros/s, estimada pelo método experimental do flutuador, que utiliza flutuadores (garrafa plástica, boia etc.) para determinar a velocidade superficial do escoamento e, a partir do produto dessa velocidade pela área da seção transversal por onde ocorre o escoamento, determina-se a vazão.

Considerando as informações acima, a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e a densidade da água igual a  $1\,000 \text{ kg/m}^3$ , avalie as afirmações a seguir.

- I. A potência elétrica média gerada pela usina será inferior a 30 kW.
- II. Se a tensão na linha de transmissão for de 69 kV, a energia seria transmitida por essa linha em corrente elétrica de magnitude inferior a 2 A.
- III. Para um consumo *per capita* mensal igual a 120 kWh, seria possível atender com essa geração de energia todo o povoado.

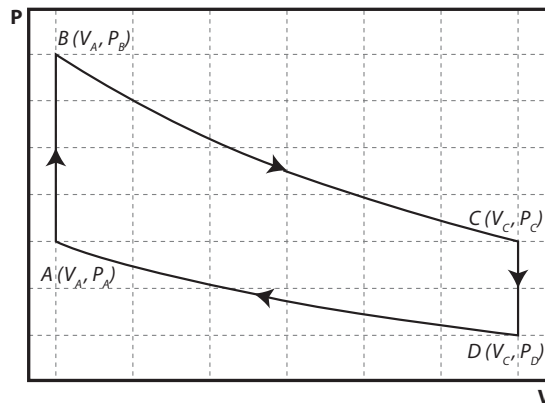
É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.



**QUESTÃO 20**

O gráfico a seguir apresenta o diagrama  $PV$  (pressão-volume) de uma máquina térmica que opera com um gás ideal monoatômico. Os trechos  $BC$  e  $DA$  representam processos adiabáticos.



Com base no diagrama  $PV$  e nas leis da termodinâmica, avalie as afirmações a seguir.

- I. A variação de energia interna no trecho  $AB$  é dada por  $\Delta E_{int AB} = \frac{3}{2}nRT_A \left( \frac{P_B}{P_A} - 1 \right)$ , em que  $n$  é o número de moles do gás,  $R$  é a constante dos gases ideais e  $T_A$  é a temperatura no ponto  $A$ .
- II. No trecho  $BC$ , a variação da energia interna é dada por  $\Delta E_{int BC} = -W_{BC}$ , em que  $W_{BC}$  é o trabalho executado pela expansão do gás.
- III. No trecho  $DA$ , o trabalho é executado pelo gás, o que produz a variação da energia interna.
- IV. No trecho  $CD$ , há aumento de energia interna do gás.
- V. O ciclo  $ABCD$  tem variação de energia interna nula.

É correto apenas o que se afirma em

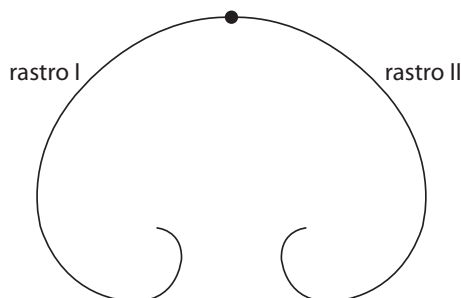
- A** I, II e III.
- B** I, II e V.
- C** I, IV e V.
- D** II, III e IV.
- E** III, IV e V.

**ÁREA LIVRE**

## QUESTÃO 21

Para auxiliar seus alunos a reconhecer os padrões que são encontrados na Física de Partículas, um professor lhes apresenta uma imagem que mostra as trajetórias das partículas em uma câmara de bolhas durante o decaimento de um nêutron ( $E_0 = 939,6$  MeV) livre através da produção de um próton ( $E_0 = 938,3$  MeV), um elétron ( $E_0 = 0,511$  MeV) e um antineutrino ( $E_0 = 1 \times 10^{-7}$  MeV), de acordo com a reação  $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$ .

Na câmara de bolhas, existe um campo magnético uniforme de intensidade  $5 \times 10^{-2}$  T, perpendicular ao plano do papel e no sentido de fora para dentro deste.



O professor comenta que a imagem revela um nêutron inicialmente em repouso e a ausência de rastros deixados pelo antineutrino na câmara de bolhas. Por fim, solicitando que seus alunos considerem, por simplificação, que o nêutron livre decai produzindo um próton e um elétron, apenas, o professor lhes pediu que fizessem inferências qualitativas e quantitativas a respeito do fenômeno. Considerando que a energia total relativística é dada por  $E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$ , em que  $p$  é o momento linear,  $c$  é a velocidade da luz,

$m$  é a massa, e que  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ , em que  $v$  é a velocidade da partícula, conclui-se que

- A** o módulo da velocidade do próton gerado no decaimento que, inicialmente, é da ordem de  $1,27 \times 10^{-3} c$ , diminui ao longo da sua trajetória.
- B** o momento linear do elétron gerado no decaimento, cuja trajetória é representada pelo rastro II, é da ordem de  $0,897$  MeV/c.
- C** o raio inicial da trajetória curvilínea do próton gerado no decaimento, que ocorre no sentido anti-horário, é inferior a  $5$  cm.
- D** ambas as partículas, elétron e próton, geradas no decaimento, têm velocidades relativísticas.
- E** a energia cinética do elétron gerado no decaimento é inferior a  $0,5$  MeV.

## ÁREA LIVRE





**QUESTÃO 22**

A teoria da relatividade foi apresentada por Albert Einstein, em 1905, na sua forma restrita, aplicada apenas a movimentos não acelerados. Essa teoria propôs mudanças radicais nos conceitos de espaço e tempo e postulou que a velocidade da luz no vácuo seria o limite para todas as velocidades. Alguns anos depois, em 1915, Einstein generalizou sua teoria para incluir os movimentos acelerados. Como consequência, desenvolveu-se uma nova teoria da gravitação, que implicaria a reformulação das ideias sobre gravitação universal estabelecidas por Isaac Newton ao final do século XVII.

A partir do contexto histórico apresentado acima, avalie as afirmações a seguir sobre a Relatividade Geral de Einstein.

- I. A Teoria elucidou fenômenos que a teoria da gravitação newtoniana não explicava, como, por exemplo, os desvios observados na órbita do planeta Mercúrio.
- II. A Teoria previu o desvio na trajetória dos raios luminosos quando esses passassem perto de grandes massas, como o Sol, que era incompatível com a previsão da gravitação Newtoniana.
- III. A Teoria afirmou que o tipo de curvatura do espaço-tempo é determinado pela distribuição de massas e que espaço e tempo eram facetas de uma única grandeza.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** II, apenas.
- C** I e III apenas.
- D** II e III apenas.
- E** I, II e III.

**QUESTÃO 23**

Considere que, em uma aula experimental de Física, uma fonte sonora, emitindo um som de frequência igual a 220 Hz, foi colocada perto de uma guitarra de 6 cordas, todas com 60 cm de comprimento. Após desligar a fonte, foi possível perceber que uma das cordas continuava a vibrar no harmônico fundamental.

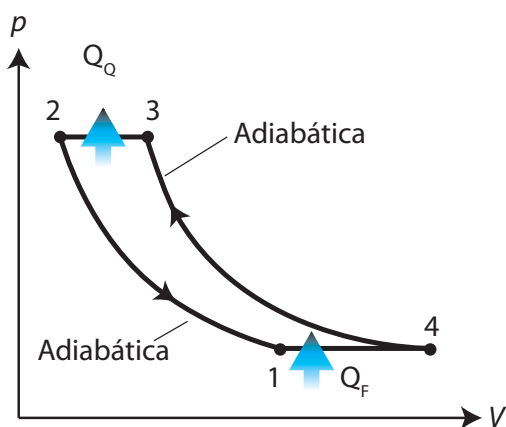
Na situação descrita, estima-se que a velocidade da onda transversal na corda é de

- A** 66 m/s.
- B** 132 m/s.
- C** 264 m/s.
- D** 792 m/s.
- E** 1 584 m/s.

**ÁREA LIVRE**

## QUESTÃO 24

O cotidiano é repleto de máquinas térmicas: automóveis com motor de combustão interna, aparelhos de ar condicionado e refrigeradores. A figura abaixo representa o diagrama  $pV$  de uma máquina térmica que opera segundo o ciclo de Brayton.



KNIGHT, R. D. Física 2: uma abordagem estratégica. Porto Alegre: Bookman, 2009. p. 580

Considerando o diagrama  $pV$  representado na figura, avalie as afirmações a seguir.

- I. A área da região delimitada pela curva da figura é igual ao trabalho realizado sobre o gás para extrair calor ( $Q_F$ ) de um reservatório frio e rejeitar uma quantidade maior de calor ( $Q_Q$ ) para o reservatório quente.
- II. O gás deve sofrer uma expansão adiabática no processo de 2 para 1 para que sua temperatura fique abaixo da temperatura do reservatório frio.
- III. O gás deve sofrer uma compressão adiabática no processo de 4 para 3 para que sua temperatura fique acima da temperatura do reservatório quente.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** II, apenas.
- C** I e III, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

## QUESTÃO 25

Em geral, o efeito estufa é entendido como o processo pelo qual parte da energia infravermelha — emitida pela superfície do planeta e absorvida por determinados gases atmosféricos — é irradiada de volta, o que torna a temperatura da superfície da Terra mais elevada do que seria sem a presença da atmosfera. Porém, para a termodinâmica, a transferência de calor via condução e convecção é mais efetiva para o aquecimento da atmosfera e, portanto, a radiação infravermelha emitida pela superfície é capaz de aquecer apenas uma fração dos gases atmosféricos radiativamente ativos.

Considerando os aspectos termodinâmicos, avalie as afirmações a seguir.

- I. A radiação térmica da atmosfera é resultado da sua temperatura e não a causa.
- II. Uma quantidade de radiação superior à energia solar absorvida pela superfície do planeta causa aquecimento adicional da Terra.
- III. A radiação infravermelha resultante da temperatura da superfície do planeta não pode induzir aquecimento adicional sobre a sua fonte.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** II, apenas.
- C** I e III, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

## ÁREA LIVRE



**QUESTÃO 26**

Os estados de um sistema mecânico podem ser representados no espaço de fase em termos de coordenadas e velocidades generalizadas. O espaço de fase possibilita entender, de modo qualitativo, os possíveis movimentos de um sistema. Exemplo disso é um pêndulo simples, ilustrado na figura 1 o qual é um sistema constituído por um corpo de massa  $m$  e uma haste rígida de comprimento  $L$  de massa desprezível. As coordenadas do espaço de fase são o ângulo  $\theta$  entre a barra e o eixo vertical e a velocidade angular  $\omega$ . As trajetórias nesse espaço correspondem aos estados que o sistema assume em sua evolução temporal e permitem identificar as principais características das possíveis soluções.

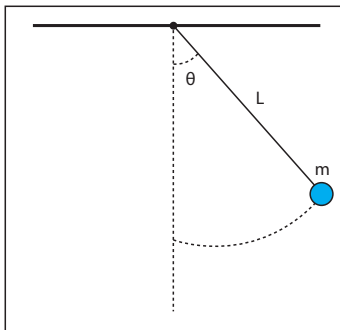


Figura 1

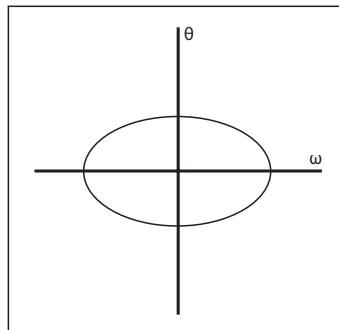


Figura 2

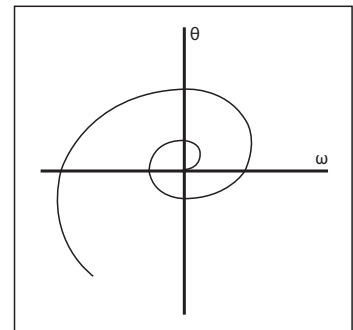


Figura 3

Com relação ao espaço de fase do pêndulo simples, avalie as afirmações a seguir.

- I. O espaço de fase que forma um circuito fechado, como na figura 2, caracteriza a oscilação de um pêndulo com amplitude limitada.
- II. O espaço de fase ilustrado na figura 3 representa a oscilação amortecida do pêndulo devido a forças dissipativas.
- III. A equação da energia mecânica  $E = \frac{mL^2}{2}\omega^2 + mgL(1 - \cos \theta) - \alpha\omega$ , em que  $\alpha$  é uma constante e  $g$  é a aceleração da gravidade, possibilita a construção do espaço de fase para a oscilação amortecida do pêndulo devido a forças dissipativas.

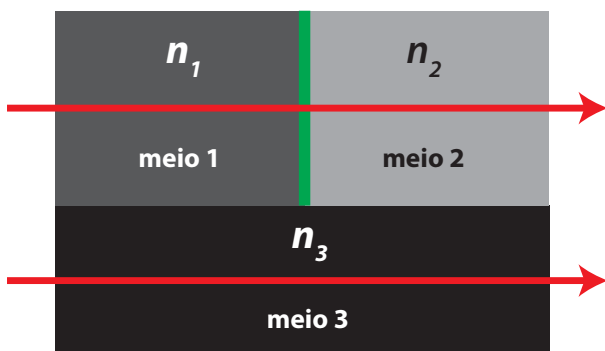
É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

**ÁREA LIVRE**

## QUESTÃO 27

A figura a seguir ilustra um dispositivo óptico constituído de três meios por onde passam duas ondas luminosas de mesmo comprimento de onda ( $\lambda = 600 \text{ nm}$ ) e que, inicialmente, encontram-se no ar e em fase. Os meios 1 e 2 têm a mesma extensão e possuem índices de refração iguais a 1,8 e 1,3, respectivamente. O meio 3, de  $4 \mu\text{m}$  de comprimento, tem índice de refração igual a 1,4.



Considerando que as ondas da figura acima atravessam os meios 1, 2, 3 e são superpostas em uma tela com a mesma amplitude, avalie as afirmações a seguir.

- I. O fenômeno em questão é de interferência luminosa, pois as ondas atravessam meios de diferentes índices de refração e depois são superpostas.
- II. As ondas produzirão interferência destrutiva, pois a diferença de fase corresponde a um número semi-inteiro de comprimento de onda.
- III. Ocorrerá interferência construtiva, pois a diferença de fase em termos de comprimento de onda corresponde a um comprimento de onda.

É correto o que se afirma em

- A II, apenas.
- B III, apenas.
- C I e II, apenas.
- D I e III, apenas.
- E I, II e III.

## QUESTÃO 28

Suponha que uma partícula se move no plano de coordenadas  $xy$ , segundo uma trajetória dada pela função  $y(x) = 15 + 2 \sin(x) - 3x$ . O gráfico dessa função assemelha-se ao da curva que representa uma vista lateral de uma rampa de um escorregador ondulado. Usando a equação de Lagrange,  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) - \left( \frac{\partial L}{\partial x} \right) = 0$ , e supondo a ausência de atrito, conclui-se que o termo referente à aceleração na equação de movimento do corpo de massa  $m$  que escorra pela rampa é igual a

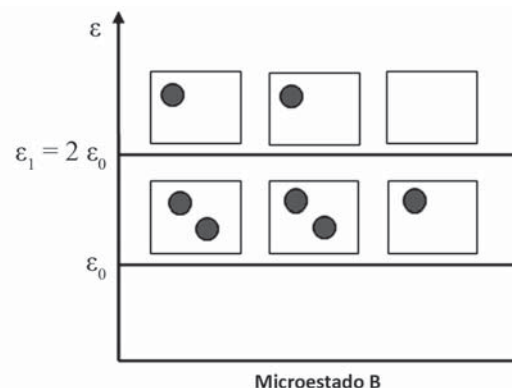
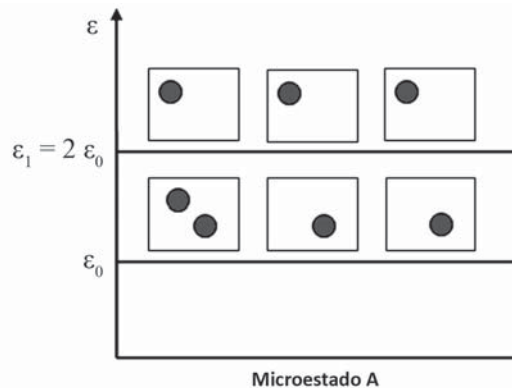
- A  $m\ddot{x} (4 \cos^2 x - 12 \cos x + 10)$ .
- B  $m\ddot{x} (-12 \cos x - 8 \cos x \sin x)$ .
- C  $m\ddot{y} (6 \sin x - \cos x \sin x)$ .
- D  $m\ddot{x} (2 \cos x - 2)$ .
- E  $m\ddot{y} (2 \cos x - 3)$ .

## ÁREA LIVRE



**QUESTÃO 29**

A figura abaixo mostra a representação esquemática de dois microestados de um sistema de dois níveis de energia. Os círculos representam partículas e os quadrados estados possíveis de energia dessas partículas. Um macroestado de um sistema é caracterizado por um conjunto de microestados, todos compatíveis com as propriedades macroscópicas.



Sobre a situação descrita, avalie as afirmações a seguir.

- I. Os microestados A e B pertencem a um mesmo macroestado.
- II. Os microestados A e B têm as mesmas energias totais.
- III. Os microestados A e B têm os níveis de energia com as mesmas degenerescências.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

**QUESTÃO 30**

A Lei de Dulong e Petit oferece uma boa previsão para o calor específico de muitos sólidos com estrutura cristalina relativamente simples. Essa lei estabelece que o calor específico (a volume constante) de todos os sólidos,  $C_v$ , é igual a  $6 \text{ cal/mol } ^\circ\text{C}$  ou, simplesmente,  $C_v = 3R$ , em que  $R$  é a constante universal dos gases. Contudo, foram descobertas exceções a essa lei. Além disso, experiências mostram que o calor específico varia ao se reduzir a temperatura, tendendo a zero quando a temperatura tende a  $0 \text{ K}$ .

Nesse contexto, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

- I. Albert Einstein introduziu um modelo para descrever o calor específico dos sólidos, o qual foi bem-sucedido quando comparado com os dados experimentais para qualquer valor de temperatura, tanto qualitativamente quanto quantitativamente.

**PORQUE**

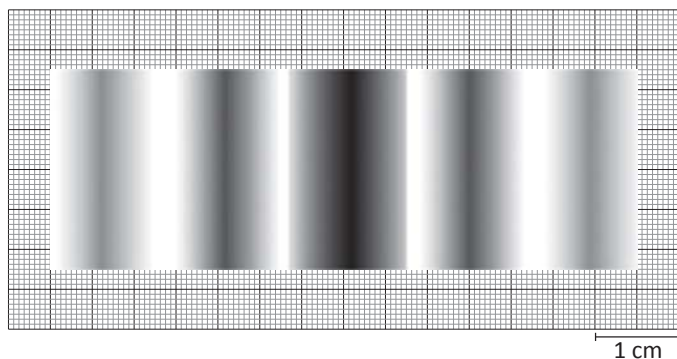
- II. Para dar conta das propriedades térmicas de sólidos cristalinos, o modelo de Einstein considerou o sólido formado por uma rede de osciladores em que todos os átomos da rede vibram em torno de suas posições de equilíbrio com a mesma frequência de forma quantizada.

A respeito das asserções, assinale a opção correta.

- A** As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
- B** As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
- C** A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- D** A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- E** As asserções I e II são proposições falsas.

## QUESTÃO 31

Em um laboratório didático de Física, foi realizado um experimento de fenda dupla de Young, utilizando luz monocromática. Uma tela foi colocada a 0,137 m de uma placa, onde foram cortadas duas fendas separadas por 0,0960 cm. As franjas de interferência observadas na tela são mostradas na figura abaixo, na qual as regiões escuras correspondem aos picos (interferência construtiva).



Com base nas informações acima e considerando que  $d \sin \theta = m \lambda$ , em que  $d$  é a distância entre as fendas,  $m$  é um valor inteiro correspondente ao primeiro máximo, conclui-se que o valor do comprimento de onda  $\lambda$  da luz monocromática utilizada é igual a

- A** 0,105 mm.
- B** 0,210 mm.
- C** 2,14 mm.
- D** 1,05 cm.
- E** 2,10 cm.

## ÁREA LIVRE

## QUESTÃO 32

Em física quântica, o comportamento de partículas subatômicas é descrito pela equação de onda  $\psi$ , que deve obedecer a equação de Schrödinger. Para estados estacionários, a equação de Schrödinger tem a sua forma geral dada por

$$\hat{H}\psi(x) = E\psi(x)$$

em que  $\hat{H}$  é o operador Hamiltoniano

$$\hat{H} = \frac{\hbar}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \hat{V}$$

em que  $\hat{V}$  é o operador potencial que modela as características do meio no qual a partícula está inserida.

Considere um elétron em uma rede cristalina unidimensional que será modelada por um potencial periódico dado por  $\hat{V}(x) = \hat{V}(x + a)$ , em que  $a$  é a periodicidade da rede cristalina.

A partir da equação de Schrödinger, avalie as afirmações a seguir.

- I. O operador de translação  $\hat{T}$  na rede cristalina, definido como  $\hat{T}\psi(x) = \psi(x + a)$ , comuta com o hamiltoniano  $\hat{H}$  da rede.
- II. A função de onda  $\psi(x)$  satisfaz a condição  $\psi(x) = \psi(x + a)$ .
- III. Para escrever  $\psi(x) = e^{(ikx)}\phi(x)$ , deve-se fazer  $\phi(x) = \phi(x + a)$  e  $k \in \mathfrak{R}$  com  $k = n\pi/a$ ,  $n \in \mathbb{N}$ .

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.



**QUESTÃO 33**

Os múons são partículas subatômicas instáveis que podem decair com tempos de vida média de, aproximadamente,  $2,2 \mu s$ , medidos em laboratórios. Devido à alta incidência de energia solar sobre a atmosfera terrestre, há grande produção de múons a alturas de, aproximadamente, 10 km. Após suas formações, essas partículas podem ter velocidades de  $0,999c$ , isto é,  $\gamma = 22,4$ , em que  $c$  é a velocidade da luz no vácuo e  $\gamma$  é o fator de Lorentz.

Considerando o ponto de vista de um observador em repouso na superfície da Terra, avalie as afirmações a seguir.

- I. O observador não consegue medir a incidência de múons na superfície da Terra.
- II. Um múon teria condições de viajar somente  $660 m$  na atmosfera terrestre.
- III. Com os dados fornecidos, o tempo de vida média do múon, medido pelo observador, seria de  $49,28 \mu m$ .

É correto o que se afirma em

- A** II, apenas.  
**B** III, apenas.  
**C** I e II, apenas.  
**D** I e III, apenas.  
**E** I, II e III.

**ÁREA LIVRE****QUESTÃO 34**

A iluminação de um ambiente deve favorecer as atividades que nele serão realizadas. Uma sala de cirurgias, por exemplo, deve ser mais iluminada que um ambiente para leitura, como uma biblioteca. Por outro lado, em alguns ambientes, como salas de repouso, é interessante que a iluminação seja minimizada.

Suponha que um físico tenha sido consultado acerca da instalação de uma abertura no telhado de um ambiente de forma que a transmissão da radiação solar para esse local tenha intensidade de, no máximo,  $240 W/m^2$ . Para isso, a esquadria da abertura deve contar com um conjunto de 2 filtros polarizadores.

Considerando que a intensidade máxima da radiação solar nesse local seja de  $1080 W/m^2$ , a consulta deve indicar que, para o efeito desejado, as direções de polarização dos dois filtros devem ser dispostas formando um ângulo  $\theta$ , com  $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ , tal que

- A**  $\theta \geq \arccos(2/3)$ .  
**B**  $\theta \geq \arcsen(2/3)$ .  
**C**  $\theta \geq \arcsen(4/9)$ .  
**D**  $\theta \geq \arccos(\sqrt{2}/3)$ .  
**E**  $\theta \geq \arcsen(\sqrt{2}/3)$ .

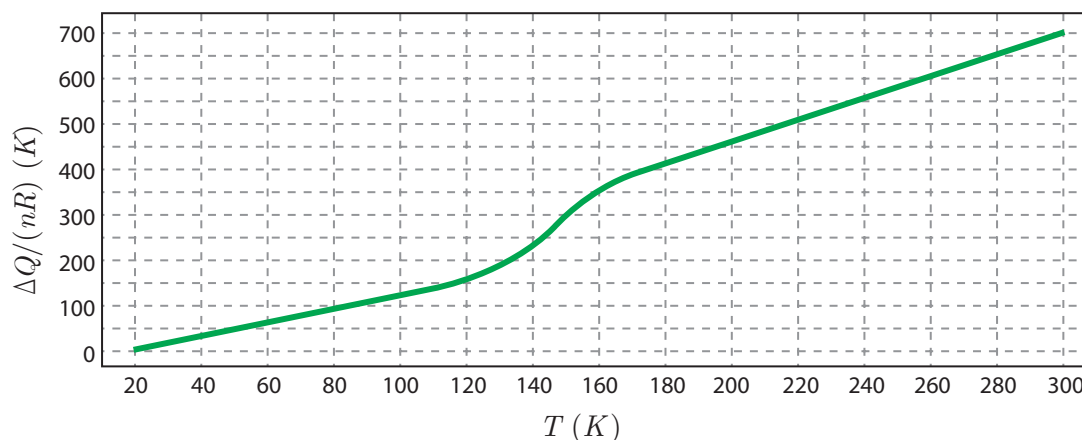
**ÁREA LIVRE**



**QUESTÃO 35**

Um estudante realiza um experimento com um gás rarefeito, que consiste em colocar o gás em um forno a volume constante e à temperatura inicial de  $20\text{ K}$ . Em seguida, ele mede o calor fornecido ao gás em função de sua temperatura.

O resultado do experimento está representado na figura abaixo, que ilustra o gráfico da energia absorvida,  $\Delta Q$ , pelo número de mols do gás,  $n$ , e pela constante universal dos gases,  $R$ , versus a temperatura absoluta,  $T$ , em kelvins.



A partir das informações acima, avalie as afirmações a seguir feitas pelo estudante em seu relatório.

- I. O gás é diatômico, com três graus de liberdade de translação e dois graus de liberdade rotacionais.
- II. O gás apresenta, nos intervalos aproximados de temperatura de  $20\text{ K}$  a  $120\text{ K}$  e de  $180\text{ K}$  a  $300\text{ K}$ , valores de calor específico a volume constante iguais  $1,5 R$  e  $2,5 R$ , respectivamente.
- III. No intervalo de temperatura de  $120\text{ K}$  a  $180\text{ K}$ , há ganho significativo de energia cinética rotacional nas moléculas do gás, que origina a mudança de calor específico a volume constante.

É correto o que se afirma em

- A** I, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** II e III, apenas.
- E** I, II e III.

**ÁREA LIVRE**

**QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO DA PROVA**

As questões abaixo visam levantar sua opinião sobre a qualidade e a adequação da prova que você acabou de realizar.

Assinale as alternativas correspondentes à sua opinião nos espaços apropriados do Caderno de Respostas.

**QUESTÃO 1** —————

Qual o grau de dificuldade desta prova na parte de Formação Geral?

- A** Muito fácil.
- B** Fácil.
- C** Médio.
- D** Difícil.
- E** Muito difícil.

**QUESTÃO 2** —————

Qual o grau de dificuldade desta prova na parte de Componente Específico?

- A** Muito fácil.
- B** Fácil.
- C** Médio.
- D** Difícil.
- E** Muito difícil.

**QUESTÃO 3** —————

Considerando a extensão da prova, em relação ao tempo total, você considera que a prova foi

- A** muito longa.
- B** longa.
- C** adequada.
- D** curta.
- E** muito curta.

**QUESTÃO 4** —————

Os enunciados das questões da prova na parte de Formação Geral estavam claros e objetivos?

- A** Sim, todos.
- B** Sim, a maioria.
- C** Apenas cerca da metade.
- D** Poucos.
- E** Não, nenhum.

**QUESTÃO 5** —————

Os enunciados das questões da prova na parte de Componente Específico estavam claros e objetivos?

- A** Sim, todos.
- B** Sim, a maioria.
- C** Apenas cerca da metade.
- D** Poucos.
- E** Não, nenhum.

**QUESTÃO 6** —————

As informações/instruções fornecidas para a resolução das questões foram suficientes para resolvê-las?

- A** Sim, até excessivas.
- B** Sim, em todas elas.
- C** Sim, na maioria delas.
- D** Sim, somente em algumas.
- E** Não, em nenhuma delas.

**QUESTÃO 7** —————

Você se deparou com alguma dificuldade ao responder à prova. Qual?

- A** Desconhecimento do conteúdo.
- B** Forma diferente de abordagem do conteúdo.
- C** Espaço insuficiente para responder às questões.
- D** Falta de motivação para fazer a prova.
- E** Não tive qualquer tipo de dificuldade para responder à prova.

**QUESTÃO 8** —————

Considerando apenas as questões objetivas da prova, você percebeu que

- A** não estudou ainda a maioria desses conteúdos.
- B** estudou alguns desses conteúdos, mas não os aprendeu.
- C** estudou a maioria desses conteúdos, mas não os aprendeu.
- D** estudou e aprendeu muitos desses conteúdos.
- E** estudou e aprendeu todos esses conteúdos.

**QUESTÃO 9** —————

Qual foi o tempo gasto por você para concluir a prova?

- A** Menos de uma hora.
- B** Entre uma e duas horas.
- C** Entre duas e três horas.
- D** Entre três e quatro horas.
- E** Quatro horas, e não consegui terminar.





# ENADE 2014

EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

**INEP**

**Ministério  
da Educação**



\* R 2 3 2 0 1 4 3 2 \*