



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ

PROVA OBJETIVA - 16 de setembro de 2018

# FÍSICA

Nome do Candidato: \_\_\_\_\_

Nº de Inscrição: \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

## PROVA 2 – COR AZUL

**A COR DA CAPA DO SEU BOLETIM DE QUESTÕES É AZUL.  
MARQUE A COR EM SEU CARTÃO RESPOSTA.**

### INSTRUÇÕES AO CANDIDATO

1. Confira se a prova que você recebeu corresponde ao cargo ao qual você está inscrito, conforme consta no seu cartão de inscrição e no cartão resposta. Caso contrário, comunique imediatamente ao fiscal de sala.
2. Confira se, além deste BOLETIM DE QUESTÕES, você recebeu o CARTÃO RESPOSTA, destinado à marcação das respostas às questões objetivas.
3. Este BOLETIM DE QUESTÕES contém a prova com 60 (sessenta) questões objetivas, com 15 questões de Conhecimentos Básicos (05 - Língua Portuguesa e 10 – Legislação) e 45 questões de Conhecimentos Específicos. Caso exista alguma falha de impressão, comunique imediatamente ao fiscal de sala. Na prova há espaço reservado para rascunho. Esta prova terá duração de 04 (quatro) horas, tendo seu início às 09:00h e término às 13:00h (horário local).
4. Para cada questão objetiva, são apresentadas 05 (cinco) opções de resposta, identificadas com as letras (A), (B), (C), (D), (E). Apenas uma responde corretamente à questão, considerando a numeração de 01 a 60.
5. Confira se seu nome, número de inscrição, cargo e data de nascimento, constam na parte superior do CARTÃO RESPOSTA que você recebeu. Caso exista algum erro de impressão, comunique imediatamente ao fiscal de sala, a fim de que este registre a correção na Ata de Sala.
6. O candidato deverá permanecer obrigatoriamente na sala de realização da sua prova por, no mínimo, 01 (uma) hora após o início das provas. A inobservância acarretará a eliminação do candidato.
7. É obrigatório que o candidato assine a LISTA DE PRESENÇA e o CARTÃO RESPOSTA, do mesmo modo como está assinado no seu documento de identificação.
8. A marcação do CARTÃO RESPOSTA deve ser feita somente com caneta esferográfica de tinta preta ou azul, pois lápis não será considerado.
9. A maneira correta de marcar as respostas no CARTÃO RESPOSTA é cobrir totalmente o espaço correspondente à letra a ser assinalada, conforme o exemplo que consta no CARTÃO RESPOSTA.
10. Em hipótese alguma haverá substituição do CARTÃO RESPOSTA por erro do candidato. A substituição só será autorizada se for constatada falha de impressão.
11. O CARTÃO RESPOSTA É O ÚNICO DOCUMENTO VÁLIDO PARA O PROCESSAMENTO DE SUAS RESPOSTAS, POIS A MARCAÇÃO INCORRETA NO CARTÃO RESPOSTA DA COR DA CAPA DA SUA PROVA É DE SUA INTEIRA RESPONSABILIDADE.
12. Não será permitida, durante a realização da sua prova, comunicação entre os candidatos, nem utilização de máquinas calculadoras ou similares, de livros, de notas, de impressos ou consulta a qualquer material. Assim como, de aparelhos eletrônicos (*bip*, telefone celular, relógio do tipo *databank*, agenda eletrônica, etc....) e acessórios de chapelaria. O candidato receberá do fiscal de sala saco plástico para guarda do material, que deverão, obrigatoriamente, ser colocados embaixo de sua carteira, junto com os acessórios de chapelaria – itens 10.15 e 10.16 do edital de abertura do concurso. O descumprimento dos itens anteriormente citados e outros definidos no Edital nº 008/2018-REI/IFPA, implicará a eliminação do candidato, constituindo tentativa de fraude.

BOA PROVA!!



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ

## CONHECIMENTOS BÁSICOS

### LÍNGUA PORTUGUESA

Leia atentamente o texto a seguir para responder às questões de 1 a 5.

#### **NAVEGUE NAS REDES SOCIAIS SEM BOTAR A SAÚDE EM RISCO**

Cada vez mais conectados, encurtamos distâncias, ganhamos tempo e fazemos amigos.  
Mas, sem bom senso, já tem gente pagando um preço: o bem-estar

André Bernardo

[...]

- 1 O uso obsessivo de mídias sociais começa a ser associado a males físicos, como ganho  
2 de peso e problemas de coluna, e transtornos mentais, caso de ansiedade e depressão.  
3 Uma pesquisa da Universidade de Ulster, na Irlanda do Norte, indica que a overdose de  
4 Twitter, Instagram e Snapchat, entre outras, patrocina uma vida sedentária. Dos 353 estudantes  
5 que responderam a um questionário on-line sobre o tempo gasto nas redes e em exercícios  
6 físicos, 65% admitiram que não praticam tanto esporte quanto gostariam. “Se você está boa  
7 parte do dia nas mídias sociais, pode ter certeza de que outras atividades serão negligenciadas.  
8 No futuro, o preço a pagar será alto: obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares”, avisa a  
9 psicóloga e coordenadora do trabalho Wendy Cousins.  
10 Os prejuízos de levar uma rotina exageradamente on-line são até mais imediatos na  
11 saúde mental. Quanto mais tempo ficamos conectados, maior o risco de desenvolver sintomas  
12 de depressão, constata um experimento da Universidade de Pittsburgh, nos Estados Unidos.  
13 Para chegar a tal conclusão, a equipe do médico Brian Primack monitorou a vida digital de  
14 1.800 internautas, entre homens e mulheres de 19 a 32 anos.  
15 Em média, os voluntários gastavam 61 minutos por dia e acessavam as redes 30 vezes  
16 por semana. Entre o grupo que apresentou maior quantidade de acessos semanais, a  
17 probabilidade de sentir-se deprimido era três vezes maior. “As pessoas que passam muito  
18 tempo nas mídias sociais tendem a ser mais ansiosas e depressivas. Por ora não dá para  
19 estabelecer uma relação de causa e efeito, mas é preciso refletir: é o internauta quem usa as  
20 redes sociais ou são as redes sociais que usam os internautas?”, provoca Primack.  
21 Quando a moderação sai de cena e as plataformas digitais são mal usadas, a vida  
22 escolar (e, mais tarde, a profissional) paga o pato. Jovens de 12 a 15 anos estão penando com  
23 o cansaço em sala de aula, de acordo com um estudo britânico com 900 estudantes. A  
24 investigação descobriu que um em cada cinco acorda durante a noite para checar e responder  
25 mensagens. No dia seguinte, adeus foco e atenção à lousa e aos livros. “Ainda não sabemos se  
26 os adolescentes acessam as redes sociais porque estão sem sono ou se perdem o sono por  
27 causa delas. Na dúvida, recomendo aos pais que, na hora de dormir, retirem tablets e  
28 smartphones de seus quartos”, diz a educadora Sally Power, da Universidade de Cardiff, no  
29 País de Gales.  
30 A psicóloga Ana Luiza Mano, professora da Pontifícia Universidade Católica de São  
31 Paulo, explica que não existe idade ideal para os pais comprarem celular para os filhos ou  
32 liberarem seu acesso a algumas redes. Mas ressalva que as crianças tendem a seguir o modelo  
33 que têm em casa. “Cabe aos pais orientá-las sobre a melhor maneira e a frequência certa de  
34 utilização das mídias sociais”, propõe.

[...]

1 A regência verbal culta **NÃO** foi observada em

- (A) *No futuro, o preço a pagar será alto: obesidade, diabete e doenças cardiovasculares*, avisa a psicóloga e coordenadora do trabalho Wendy Cousins. (linhas 8 e 9)
- (B) *Para chegar a tal conclusão, a equipe do médico Brian Primack monitorou a vida digital de 1.800 internautas, entre homens e mulheres de 19 a 32 anos.* (linhas 13 e 14)
- (C) *Em média, os voluntários gastavam 61 minutos por dia e acessavam as redes 30 vezes por semana.* (linhas 15 e 16)
- (D) *A investigação descobriu que um em cada cinco acorda durante a noite para checar e responder mensagens.* (linhas 23 a 25)
- (E) *Mas ressalva que as crianças tendem a seguir o modelo que têm em casa.* (linhas 32 e 33)

2 Contém expressão própria da linguagem informal o trecho

- (A) *“Se você está boa parte do dia nas mídias sociais, pode ter certeza de que outras atividades serão negligenciadas. No futuro, o preço a pagar será alto: obesidade, diabete e doenças cardiovasculares”.* (linhas 6 a 8)
- (B) *Quanto mais tempo ficamos conectados, maior o risco de desenvolver sintomas de depressão, constata um experimento da Universidade de Pittsburgh, nos Estados Unidos.* (linhas 11 e 12)
- (C) *Quando a moderação sai de cena e as plataformas digitais são mal usadas, a vida escolar (e, mais tarde, a profissional) paga o pato.* (linhas 21 e 22)
- (D) *No dia seguinte, adeus foco e atenção à lousa e aos livros.* (linha 25)
- (E) *Na dúvida, recomendo aos pais que, na hora de dormir, retirem tablets e smartphones do quarto dos filhos”, diz a educadora Sally Power, da Universidade de Cardiff, no País de Gales.* (linhas 27 a 29)

3 O referente do elemento coesivo grifado **NÃO** está corretamente indicado em

- (A) *Uma pesquisa da Universidade de Ulster, na Irlanda do Norte, indica que a overdose de Twitter, Instagram e Snapchat, entre outras, patrocina uma vida sedentária.* (linhas 3 e 4) → mídias sociais
- (B) *“Ainda não sabemos se os adolescentes acessam as redes sociais porque estão sem sono ou se perdem o sono por causa delas.* (linhas 25 a 27) → redes sociais
- (C) *Na dúvida, recomendo aos pais que, na hora de dormir, retirem tablets e smartphones de seus quartos”* (linhas 27 e 28) → adolescentes
- (D) *A psicóloga Ana Luiza Mano, professora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, explica que não existe idade ideal para os pais comprarem celular para os filhos ou liberarem seu acesso a algumas redes.* (linhas 30 a 32) → pais
- (E) *“Cabe aos pais orientá-las sobre a melhor maneira e a frequência certa de utilização das mídias sociais”, propõe.* (linhas 33 e 34) → crianças

4 De acordo com o texto, o equilíbrio no uso das mídias digitais pelos adolescentes depende

- (A) do sono regular.
- (B) da prática de esportes.
- (C) do poder de concentração.
- (D) da saúde mental.
- (E) do exemplo dos pais.

5 Sem alterar o sentido do enunciado, em *Uma pesquisa da Universidade de Ulster, na Irlanda do Norte, indica que a overdose de Twitter, Instagram e Snapchat, entre outras, patrocina uma vida sedentária* (linhas 3 e 4), a forma verbal *patrocina* poderia ser substituída por

- (A) *influencia.*
- (B) *favorece.*
- (C) *permite.*
- (D) *implica.*
- (E) *financia.*

## LEGISLAÇÃO

**6** Nos termos da Lei nº 8.069/1990, que dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente, um dos princípios da formação técnico-profissional é

- (A) garantia de acesso e frequência flexíveis ao ensino regular.
- (B) atividade compatível com as necessidades da tarefa.
- (C) horário especial para o exercício das atividades.
- (D) garantia de bolsa de aprendizagem dos sete aos quatorze anos.
- (E) igualdade de tratamento ao adolescente portador de deficiência.

**7** De acordo com a Lei nº 11.892/2008, uma das finalidades dos Institutos Federais é

- (A) promover a horizontalização da educação básica com a educação profissional e a educação superior, otimizando exclusivamente a infraestrutura física e os quadros de pessoal.
- (B) orientar sua formação em benefício do fortalecimento dos arranjos produtivos, com perspectiva prioritária de lucro para empresas e cooperativas locais.
- (C) constituir-se em centro de excelência na oferta do ensino de ciências, em geral, e de matemática e língua portuguesa, em particular.
- (D) desenvolver programas de pesquisa pura e aplicada, de extensão e de divulgação científica e tecnológica, além de serviços remunerados.
- (E) promover a produção, o desenvolvimento e a transferência de tecnologias sociais, notadamente as voltadas à preservação do meio ambiente.

**8** Com base no Decreto nº 5.626/2005, para garantir o atendimento educacional especializado e o acesso à comunicação, à informação e a outras atividades, as instituições federais de ensino devem promover formação de professores para o (a)

- (A) ensino, a pesquisa e a extensão referentes ao uso da Libras.
- (B) tradução e interpretação de Libras-Língua Portuguesa.
- (C) ensino da Língua Inglesa como segunda língua para pessoas surdas.
- (D) elaboração de projetos de assistência para estudantes surdos.
- (E) mestrado em educação tecnológica para pessoas surdas.

**9** Um dos objetivos do atendimento educacional especializado é

- (A) facilitar o acesso e a aprovação dos estudantes com necessidades especiais.
- (B) garantir a redução do tempo de ensino/aprendizagem no ensino fundamental e médio.
- (C) distribuir gratuitamente recursos didáticos e pedagógicos a estudantes cegos.
- (D) assegurar condições à continuidade de estudos nos demais níveis e modalidades de ensino.
- (E) garantir o acesso de forma complementar e suplementar à educação superior.

**10** Com base na lei nº 10.639/2003, o calendário escolar inclui o “Dia Nacional da Consciência Negra”, que é comemorado em

- (A) 20 de novembro.
- (B) 21 de abril.
- (C) 13 de maio.
- (D) 15 de outubro.
- (E) 25 de setembro.

**11** Segundo o regime jurídico dos servidores públicos civil da União, o servidor nomeado para cargo de provimento efetivo, ao entrar em exercício, ficará sujeito a estágio probatório, quando será observado, entre outros, o seguinte fator:

- (A) Temperança.
- (B) Comunicabilidade.
- (C) Capacidade de iniciativa.
- (D) Resiliência.
- (E) Presteza.

**12** Uma das regras deontológicas do Código de Ética Profissional do Servidor Público Civil do Poder Executivo Federal é a de que

- (A) a moralidade da Administração Pública está limitada à grave distinção entre o bem e o mal, junto à ideia de que o fim é sempre a política pública consolidada.
- (B) exige-se, como contrapartida ao fato de que a remuneração do servidor público é custeada pelos recursos advindos de seu trabalho, que a moralidade administrativa esteja aquém de um mero fator de legalidade.
- (C) a função pública, tida como exercício profissional, não deve estar integrada à vida particular do servidor público, assim como os fatos e atos verificados na conduta do dia-a-dia.
- (D) o atraso na prestação do serviço não caracteriza atitude contra a ética ou ato de desumanidade, mas decorrência de dano institucional que reflete sobre os usuários.
- (E) o trabalho desenvolvido pelo servidor público junto à comunidade deve ser entendido como acréscimo ao seu próprio bem-estar.

**13** De acordo com a Lei nº 12.772/2012, além de outros fatores, a avaliação especial de desempenho do docente em estágio probatório nas Instituições Federais de Ensino deverá considerar a(o)

- (A) adaptação do professor ao trabalho, verificada por meio de provas teóricas e práticas.
- (B) avaliação pelos discentes, conforme normatização própria da instituição.
- (C) cumprimento de horário dentro e fora da repartição para a qual foi designado.
- (D) análise dos relatórios de atividades durante período de licenças e férias.
- (E) desempenho em programas de avaliação de forma física e de saúde funcional.

**14** A atual Constituição Federal prevê o estabelecimento de um plano nacional de educação, cujas ações integradas devem conduzir à

- (A) diminuição do analfabetismo total e funcional.
- (B) ampliação gradativa da escolarização profissional.
- (C) aplicação de recursos como proporção da receita de impostos.
- (D) promoção humanística, científica e tecnológica do País.
- (E) formação para o trabalho infantil e adulto.

**15** No que tange à organização da educação nacional, é correto afirmar que

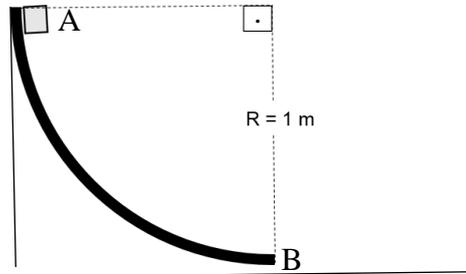
- (A) o sistema federal de ensino compreende as instituições de educação superior criadas e mantidas pela iniciativa privada.
- (B) os sistemas de ensino dos Estados compreendem as instituições de educação superior mantidas pelo Poder Público Estadual.
- (C) as instituições de educação superior, criadas e mantidas pela iniciativa privada, integram o sistema de ensino do Distrito Federal.
- (D) os sistemas municipais de ensino compreendem todas as instituições da educação básica existentes no município.
- (E) as instituições de ensino dos diferentes níveis classificam-se em públicas, privadas e associadas.

RASCUNHO

**CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS**

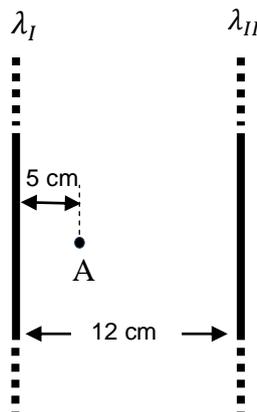
16 Um bloco de massa 1 kg desliza em um trilho curvo com o formato de um arco de circunferência de raio 1 m, mostrado na figura a seguir. Considere que o bloco parte do repouso na posição A e que chega à posição B com velocidade de 2 m/s e a aceleração da gravidade é aproximadamente  $10\text{m/s}^2$ . O trabalho realizado pela força de atrito sobre o bloco é, aproximadamente,

- (A) -8 J.
- (B) -4 J.
- (C) 4 J.
- (D) 8 J.
- (E) 10 J.



17 A figura a seguir mostra duas hastes paralelas, I e II, infinitamente longas, separadas uma da outra por 12 cm e com densidades lineares de carga  $\lambda_I$  e  $\lambda_{II}$ , respectivamente. Se o campo elétrico no ponto A, distante 5 cm da haste I, é nulo, a razão  $\lambda_{II}/\lambda_I$  é de, aproximadamente,

- (A) 0,5.
- (B) 0,7.
- (C) 1,4.
- (D) 1,9.
- (E) 2,4.



18 Um cilindro com um pistão móvel contém 1 kg de gás nitrogênio a pressão de 1 atm. Em um processo isobárico, uma quantidade de calor igual a 25 kcal é adicionada ao gás e sua energia interna aumenta de 8 kcal. A variação de volume do gás nesse processo é de, aproximadamente,

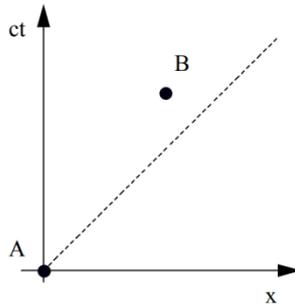
- (A)  $0,2\text{ m}^3$ .
- (B)  $0,4\text{ m}^3$ .
- (C)  $0,7\text{ m}^3$ .
- (D)  $1,2\text{ m}^3$ .
- (E)  $1,4\text{ m}^3$ .

Dados:  
 $1\text{ cal} \cong 4,18\text{ J}$   
 $1\text{ atm} \cong 1,01 \times 10^5\text{ Pa}$

19 Um projétil metálico, de massa  $m$  e calor específico  $c$ , acerta uma placa metálica com velocidade  $v$ . Durante o impacto, 50% da energia cinética do projétil é convertida em calor absorvido pelo projétil. O aumento de temperatura do projétil é

- (A)  $v^2 / (2c)$ .
- (B)  $v^2 / (4c)$ .
- (C)  $v / (4c)$ .
- (D)  $v / (2c)$ .
- (E)  $v^2 / c$ .

**20** O diagrama de espaço-tempo a seguir mostra dois eventos A e B. O evento A ocorre em  $x = 0$ ,  $t = 0$  e o evento B ocorre no local e instante mostrado no diagrama em um referencial inercial. Sobre a separação espaço-temporal desses dois eventos é correto afirmar que



- (A) o intervalo no espaço-tempo entre A e B é do tipo temporal.
- (B) o intervalo no espaço-tempo entre A e B é do tipo espacial.
- (C) o intervalo no espaço-tempo entre A e B é do tipo luminoso.
- (D) existe um sistema de referência inercial em que A e B são simultâneos.
- (E) não existe sistema de referência inercial em que A e B ocorrem na mesma posição.

**21** Se um determinado metal em uma fotocélula emite elétrons quando luz azul incide nele, também deve emitir elétrons quando é atingido por radiação na faixa do espectro identificada como

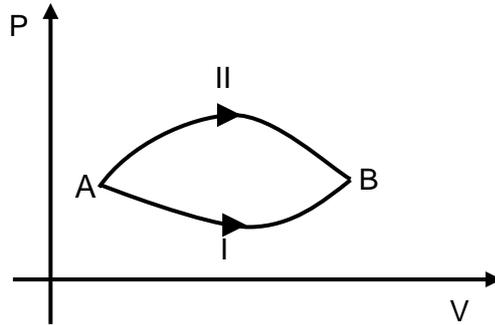
- (A) vermelha.
- (B) ultravioleta.
- (C) infravermelha.
- (D) micro-ondas.
- (E) ondas de rádio.

**22** Uma lâmpada incandescente consiste de um filamento no vácuo. Em condições normais de funcionamento o filamento tem uma temperatura de 1600 K. Outra lâmpada com um filamento similar, que está em um bulbo preenchido com gás, tem o filamento com temperatura de 3200 K. Considere que ambos os filamentos, neste processo, se comportam como corpos negros. Analisando-se os espectros das radiações emitidas pelo filamento no vácuo e pelo filamento no ar, respectivamente, verifica-se que a razão entre os comprimentos de onda nos quais as intensidades das radiações são máximas é de

- (A) 1:2.
- (B) 1:1.
- (C) 2:1.
- (D) 8:1.
- (E) 16:1.

RASCUNHO

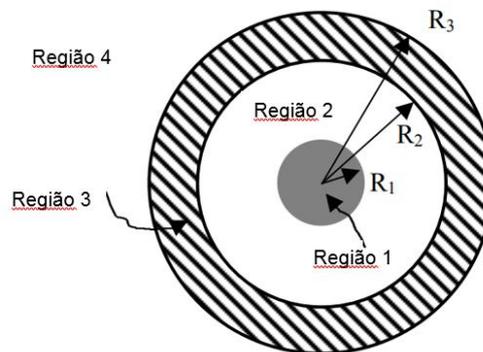
**23** Um sistema termodinâmico pode passar do estado A ao estado B através de dois processos I e II mostrados no diagrama PV a seguir.



Se  $\Delta U_I$ ,  $\Delta U_{II}$  são as variações de energia interna e  $\Delta W_I$ ,  $\Delta W_{II}$  são os trabalhos realizados pelo sistema nos processos I e II, respectivamente,

- (A)  $\Delta U_I = \Delta U_{II}$  e  $\Delta W_I = \Delta W_{II}$ .
- (B)  $\Delta U_I = \Delta U_{II}$  e  $\Delta W_I < \Delta W_{II}$ .
- (C)  $\Delta U_I < \Delta U_{II}$  e  $\Delta W_I = \Delta W_{II}$ .
- (D)  $\Delta U_I > \Delta U_{II}$  e  $\Delta W_I > \Delta W_{II}$ .
- (E)  $\Delta U_I + \Delta U_{II} = 0$  e  $\Delta W_I + \Delta W_{II} > 0$ .

**24** Considere o sistema de esferas concêntricas mostrado na figura abaixo. A esfera mais interna é feita de um material isolante, com uma densidade de carga  $\rho$  (região 1). As regiões 2 e 4 estão vazias. A região 3 é uma casca esférica condutora com carga Q. Q e  $\rho$  são positivos.



O campo elétrico é nulo

- (A) na região 1.
- (B) na região 2.
- (C) na região 3.
- (D) nas regiões 2 e 4.
- (E) nas regiões 1 e 3.

**25** O número máximo possível de franjas claras no experimento da fenda dupla de Young para distância entre as fendas igual a 2,5 vezes o comprimento de onda da luz incidente é

- (A) 1.
- (B) 3.
- (C) 5.
- (D) 7.
- (E) 9.

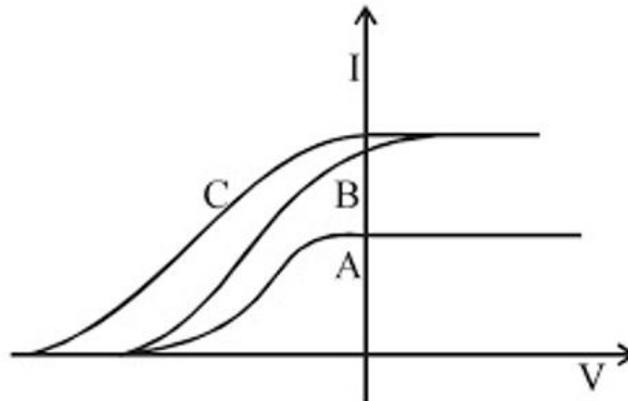
**26** Luz se propagando no ar é refletida por vidro com índice de refração  $n$ . O ângulo de incidência no qual a luz refletida é totalmente polarizada é

- (A)  $\theta = \arcsen(n)$ .
- (B)  $\theta = \arcsen(1/n)$ .
- (C)  $\theta = \arctg(1/n)$ .
- (D)  $\theta = \arctg(n)$ .
- (E)  $\theta = \arccos(n)$ .

**27** Duas estrelas esféricas I e II emitem radiação com espectros de corpo negro. O raio da estrela I é 400 vezes maior que o raio da estrela II e a estrela I emite  $10^4$  vezes a potência emitida por II. Analisando-se os espectros das radiações emitidas pelas estrelas I e II, respectivamente, verifica-se que a razão entre os comprimentos de onda nos quais as intensidades das radiações são máximas é igual a

- (A) 2.
- (B) 3.
- (C) 4.
- (D) 5.
- (E) 6.

**28** Em um experimento de efeito fotoelétrico, mediu-se a corrente na placa coletora de elétrons versus o potencial elétrico da placa coletora em relação à emissora para três diferentes feixes de luz incidente monocromática, A B e C, em que variou a intensidade e/ou frequência da luz incidente. Os dados foram utilizados na construção do gráfico a seguir para as três situações indicadas.



Com base no gráfico, é correto afirmar que os feixes de luz

- (A) A e B têm intensidades diferentes enquanto que B e C têm frequências diferentes.
- (B) B e C têm intensidades diferentes enquanto que A e C têm frequências iguais.
- (C) A e B têm intensidades diferentes enquanto que A e C têm frequências iguais.
- (D) B e C têm intensidades iguais enquanto que A e B têm frequências diferentes.
- (E) A e B têm intensidades iguais enquanto que B e C têm frequências diferentes.

RASCUNHO

**29** No espectro do hidrogênio o comprimento de onda da linha  $H_\alpha$  é de 656 nm, enquanto que no espectro de uma galáxia distante o comprimento de onda da linha  $H_\alpha$  é de 706 nm. A velocidade dessa galáxia em relação à Terra é de, aproximadamente,

- (A)  $2 \times 10^4$  m/s.
- (B)  $2 \times 10^5$  m/s.
- (C)  $2 \times 10^6$  m/s.
- (D)  $2 \times 10^7$  m/s.
- (E)  $2 \times 10^8$  m/s.

**30** Um fóton com energia de 10,2 eV colide inelasticamente com um átomo de hidrogênio estacionário que se encontra no estado fundamental. Depois de um intervalo de tempo da ordem de microssegundos, outro fóton com energia de 15 eV colide inelasticamente com o mesmo átomo de hidrogênio. Instrumentos são utilizados para observar o resultado dessas interações. Em um detector será observado

Dado: Níveis de energia do átomo de hidrogênio,  $E_n = -13,6 \text{ eV}/n^2$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$

- (A) um fóton com energia de 10,2 eV e um elétron com energia cinética de 1,4 eV.
- (B) um fóton com energia de 15 eV e um elétron com energia cinética de 1,8 eV.
- (C) um fóton com energia de 10,2 eV e outro fóton com energia de 1,4 eV.
- (D) dois fótons com energias de 1,4 eV.
- (E) dois fótons com energias de 10,2 eV.

**31** Uma onda plana de luz monocromática incide ortogonalmente a um filme fino e uniforme de óleo que se forma sobre um prato de vidro. O comprimento de onda da fonte pode ser variado continuamente. Interferência totalmente destrutiva é observada na luz refletida para comprimentos de onda de 7000 Å e 5000 Å e para nenhum outro comprimento de onda entre esses dois. Se o índice de refração do óleo é 1,40 e do vidro é 1,50, a espessura do filme de óleo é de

- (A) 3500 Å.
- (B) 4250 Å.
- (C) 6730 Å.
- (D) 6250 Å.
- (E) 7000.

**32** Considere um trem hipotético que se move com velocidade igual a 80% da velocidade da luz. Dois passageiros que são amigos e se encontram em extremidades opostas de um vagão, por coincidência, levantam as mãos simultaneamente ao acenarem um para o outro, conforme nota um observador no mesmo vagão. De acordo com um observador em repouso fora do trem, próximo ao trilho,

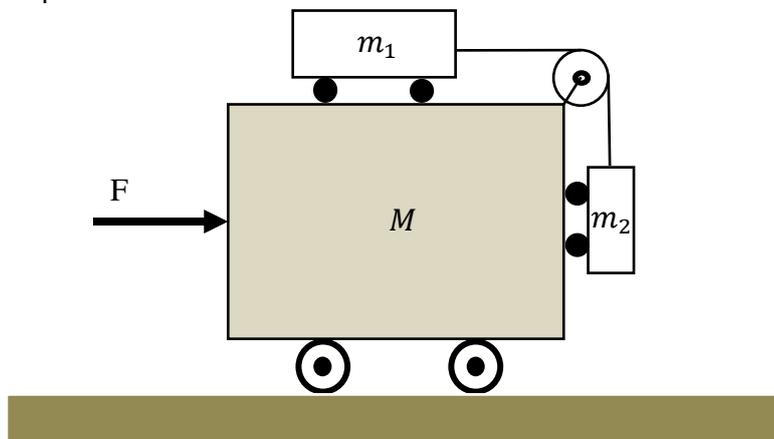
- (A) o passageiro na frente acena antes do passageiro na traseira do vagão e o vagão tem comprimento menor do que quando está parado.
- (B) o passageiro atrás acena antes do passageiro na frente e o vagão tem comprimento menor do que quando está parado.
- (C) o passageiro na frente acena antes do passageiro atrás e o vagão tem comprimento maior do que quando está parado.
- (D) o passageiro atrás acena antes do passageiro na frente e o vagão tem comprimento maior do que quando está parado.
- (E) os dois passageiros acenam ao mesmo tempo e o vagão tem comprimento menor do que quando está parado.

RASCUNHO

**33** Um projétil de 60 g é disparado em direção a uma placa de fibra com espessura de 200 mm. Se o projétil atinge a placa perpendicularmente com uma velocidade de 600 m/s e emerge do outro lado com uma velocidade de 300 m/s, o módulo do valor médio da força de resistência que a placa aplica no projétil é de

- (A)  $2 \times 10^3$  N.
- (B)  $10 \times 10^3$  N.
- (C)  $20,25 \times 10^3$  N.
- (D)  $40,5 \times 10^3$  N.
- (E)  $50 \times 10^3$  N.

**34** Uma massa  $m_1$ , colocada em cima de um carrinho de massa  $M$ , é conectada a outra massa  $m_2$  por meio de um fio ideal que passa por uma polia sem atrito, conforme mostrado na figura. O atrito entre as superfícies é desprezível. Para que  $m_1$  e  $m_2$  não tenham movimento em relação ao carrinho, a força horizontal  $F$  a ser aplicada é



- (A)  $F = \frac{m_1 g (M + m_2)}{m_2}$ .
- (B)  $F = \frac{m_2 g (M + m_1 + m_2)}{m_1}$ .
- (C)  $F = \frac{m_2 g (M + m_1)}{m_1 m_2}$ .
- (D)  $F = \frac{m_1 g (M + m_1 + m_2)}{m_2}$ .
- (E)  $F = \frac{m_2 g (M + m_1)}{m_1}$ .

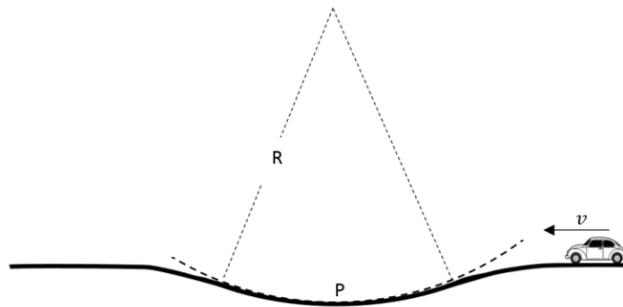
**35** Uma bomba, inicialmente em repouso, em uma região do espaço livre de campos gravitacionais explode, produzindo certa quantidade de pequenos fragmentos. Sobre esse evento é correto afirmar que

- (A) a energia cinética é conservada neste processo.
- (B) todos os fragmentos têm energias cinéticas iguais.
- (C) todos os fragmentos têm momentos lineares iguais.
- (D) a soma das energias cinéticas dos fragmentos é igual a zero.
- (E) a soma vetorial dos momentos lineares de todos os fragmentos é igual a zero.

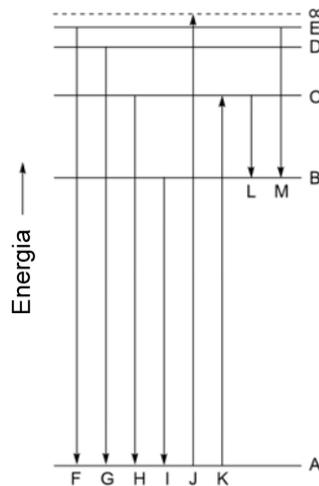
RASCUNHO

**36** Um carro de massa  $m$  em uma estrada retilínea tem velocidade constante  $v$  quando passa por uma região da estrada com uma depressão em forma de um arco de circunferência de raio  $R$ , conforme a figura. Considerando que  $g$  é a aceleração da gravidade, a intensidade da força de reação que a estrada aplica no carro quando ele passa no ponto mais baixo da depressão (P) é

- (A)  $F = mg$ .
- (B)  $F = mv^2/R$ .
- (C)  $F = mv^2/(2gR)$ .
- (D)  $F = m(g + v^2/R)$ .
- (E)  $F = m(g - v^2/R)$ .



**37** A figura a seguir apresenta um diagrama de níveis de energia possíveis de um átomo de hidrogênio (o diagrama não está em escala). Nenhuma das transições para o nível identificado por A gera fótons na parte visível do espectro porque



- (A) nenhuma das transições do átomo de hidrogênio produz luz visível.
- (B) todas as transições para A produzem fótons de comprimentos de onda grandes, na faixa infravermelha do espectro.
- (C) todas as transições para A produzem fótons de comprimento de onda pequeno, na faixa ultravioleta do espectro.
- (D) as transições para A envolvem a absorção de um fóton e não a sua emissão.
- (E) o princípio da exclusão de Pauli impede a ocupação de A por dois elétrons.

**38** Uma partícula está confinada em um poço de potencial infinito unidimensional entre as posições  $x = 0$  e  $x = L$ . A função de onda normalizada da partícula, que se encontra no estado fundamental, é dada por  $\psi(x) = \sqrt{2/L} \text{sen}(\pi x/L)$  para  $0 \leq x \leq L$ . O valor máximo da probabilidade por unidade de comprimento de encontrar a partícula é igual a

- (A)  $1/\sqrt{L}$ .
- (B)  $\sqrt{2/L}$ .
- (C)  $1/L$ .
- (D)  $2/L$ .
- (E)  $4/L$ .

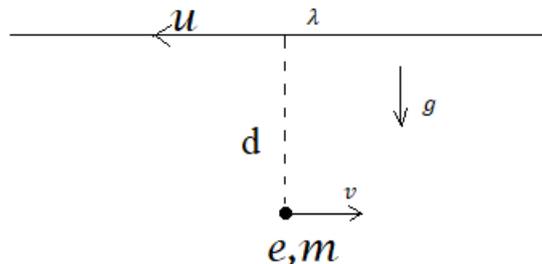
**39** Quando uma fonte pontual de luz monocromática está a uma distância de 0,2 m de uma célula fotoelétrica, o potencial de corte e a corrente de saturação são, respectivamente, 0,6 V e 18,0 mA. Se a mesma fonte for colocada 0,6 m distante da célula fotoelétrica,

- (A) o potencial de corte será 0,06 V.
- (B) o potencial de corte será 0,2 V.
- (C) o potencial de corte será 0,6 V.
- (D) o corrente de saturação será 9,0 mA.
- (E) o corrente de saturação será 18,0 mA.

**40** Considerando-se que a massa do átomo de hidrogênio é  $m$  e que  $c$  é a velocidade da luz, o comprimento de onda da radiação emitida por uma molécula de HCl, nesse modelo, em uma transição de um nível vibracional para outro imediatamente inferior, é

- (A)  $\lambda = \pi c \sqrt{2m/k}$ .
- (B)  $\lambda = \pi c \sqrt{m/2k}$ .
- (C)  $\lambda = 2\pi c \sqrt{2m/k}$ .
- (D)  $\lambda = 2\pi c \sqrt{m/2k}$ .
- (E)  $\lambda = 2\pi c \sqrt{m/k}$ .

**41** Um elétron (massa  $m$ ) no campo gravitacional (aceleração da gravidade  $g$ ) movimenta-se com velocidade  $v$  embaixo de um fio condutor que possui uma densidade linear de carga  $\lambda$  (medida no sistema de referencial do laboratório). As cargas no fio condutor movimentam-se com velocidade  $u$  em direção oposta ao elétron (conforme a figura a seguir). Definindo as constantes  $\beta_u = \frac{u}{c}$  e  $\beta_v = \frac{v}{c}$ , a distância  $d$  do fio em que as forças verticais sobre o elétron se equilibram é



- (A)  $d = \frac{e\lambda}{2\pi\epsilon_0 m g} (1 + \beta_u \beta_v)$ .
- (B)  $d = \frac{e\lambda}{2\pi\epsilon_0 m g} (\beta_u \beta_v)$ .
- (C)  $d = \frac{e\lambda}{2\pi\epsilon_0 m g} (1 - \beta_u \beta_v)$ .
- (D)  $d = \frac{e\lambda}{2\pi\epsilon_0 m g} (\beta_u \beta_v - 1)$ .
- (E)  $d = \frac{e\lambda}{2\pi\epsilon_0 m g} (1 + \beta_u / \beta_v)$ .

RASCUNHO

**42** Considere uma onda eletromagnética se propagando em um meio material, sendo  $v = c/n$  a sua velocidade de fase e  $v_g = \frac{d\omega}{dk}$  a sua velocidade de grupo no meio. A velocidade de grupo pode ser escrita, em função do índice de refração do meio, da seguinte forma:

(A)  $v_g = \frac{c}{n + \omega \left( \frac{dn}{d\omega} \right)}$

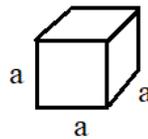
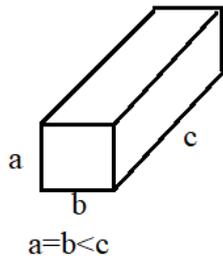
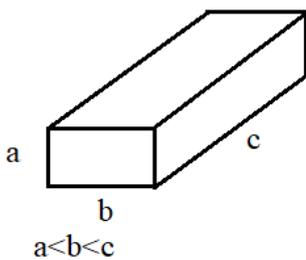
(B)  $v_g = \frac{v}{n + \omega \left( \frac{dn}{d\omega} \right)}$

(C)  $v_g = \frac{v}{n + c \left( \frac{dn}{d\omega} \right)}$

(D)  $v_g = \frac{c}{1 + n \left( \frac{dn}{d\omega} \right)}$

(E)  $v_g = \frac{v}{1 + cn \left( \frac{dn}{d\omega} \right)}$

**43** A degenerescência é um conceito importante na física atômica e molecular e pode ser entendida mesmo classicamente. Considere três paralelepípedos retos de seis faces. Considerando a energia potencial ( $V=mgh$ ), onde  $m$  é a massa do corpo e  $h$  é a altura do centro de massa em relação superfície sobre a qual uma das faces do corpo está apoiada, analise as afirmações a seguir



I. Para o paralelepípedo de lados ( $a = b < c$ ), o nível mais baixo de energia potencial possui degenerescência igual a -1.

II. Para o paralelepípedo de lados ( $a < b < c$ ), existem três níveis diferentes de energia, cada um com degenerescência igual a 2.

III. Para o paralelepípedo com lados ( $a = b = c$ ), temos o menor valor de degenerescência.

IV. No que se refere a estes três corpos, podemos concluir corretamente que quanto maior o grau de simetria do sistema maior é a degenerescência.

Está correto o que se afirma em

(A) I e II.

(B) II e III.

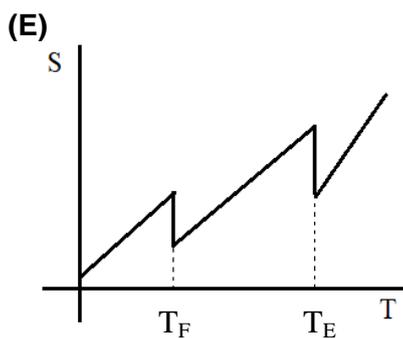
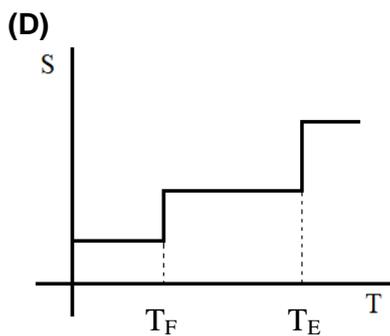
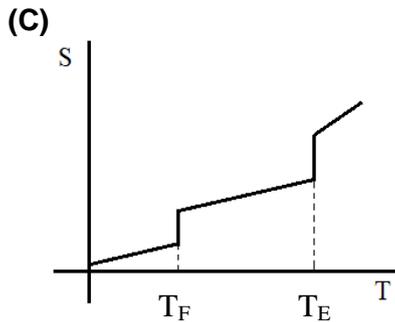
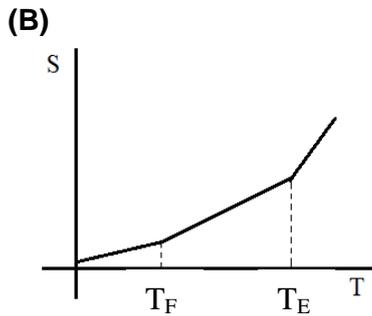
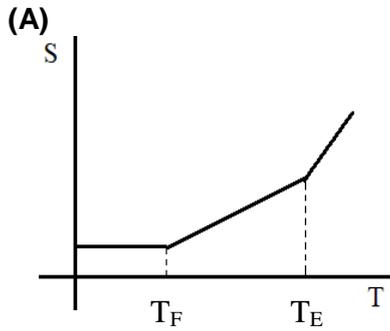
(C) I e III.

(D) II e IV.

(E) I, III e IV.

RASCUNHO

44 Uma quantidade de gelo é aquecida do ponto de fusão ( $T_F$ ) até uma temperatura acima do ponto de ebulição da água ( $T_E$ ). O gráfico que melhor expressa a entropia  $S$  em função da temperatura  $T$  nesse processo é



**45** Uma barra metálica gira com velocidade angular constante  $\omega$  sobre um de seus extremos que permanece fixo. A barra está no campo magnético da Terra. A rotação ocorre em uma região onde a componente do campo magnético da Terra é perpendicular ao plano de rotação da barra e seu módulo é de  $5 \times 10^{-5}$  T. Se a barra possui 1,0 m de comprimento e sua velocidade angular é de  $4\pi$  rad/s, é correto afirmar que a diferença de potencial entre os extremos da barra é aproximadamente:

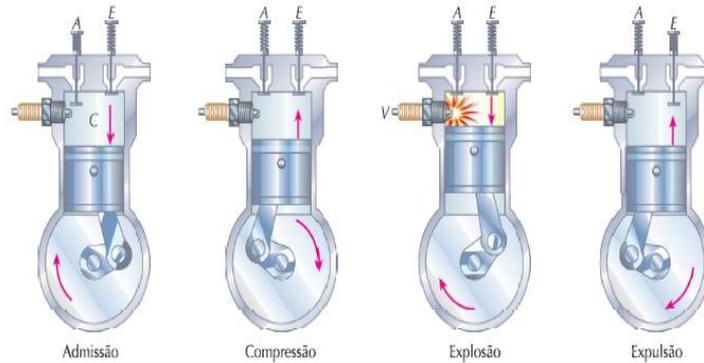
- (A)  $2,2 \times 10^{-5}$  V.
- (B)  $4,1 \times 10^{-4}$  V.
- (C)  $1,2 \times 10^{-3}$  V.
- (D)  $5,2 \times 10^{-4}$  V.
- (E)  $3,1 \times 10^{-4}$  V.

**46** Um recipiente adiabático de volume  $V$  é dividido em dois volumes iguais  $V_1$  e  $V_2$ . Inicialmente, um gás ideal é confinado no volume  $V_1$ . O volume  $V_2$  é evacuado. A partição que separa os dois volumes é então removida e o gás que estava no volume  $V_1$  passa a ocupar os dois volumes  $V = V_1 + V_2$ . Se a temperatura inicial do gás era  $T_0$ , podemos afirmar que

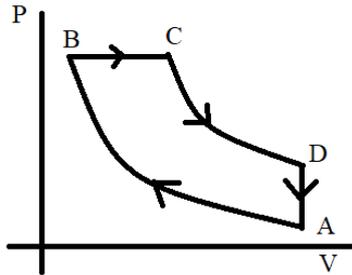
- (A) a energia interna total  $E$  não muda e a temperatura final  $T_f$  diminui ( $T_f < T_0$ ).
- (B) a temperatura final não muda  $T_f = T_0$  e a energia interna  $E$  diminui.
- (C) a temperatura final diminui  $T_f < T_0$  e a energia interna  $E$  diminui.
- (D) a temperatura final não muda  $T_f = T_0$  e a energia interna  $E$  é a mesma.
- (E) a temperatura final passa a ser a metade  $T_f = T_0/2$  e a energia interna  $E$  diminui.

RASCUNHO

47 Um automóvel tem motor a explosão de quatro tempos (admissão, compressão, explosão, expulsão), conforme ilustrado na figura a seguir. Sobre este tema analise as afirmações abaixo:



- I. O rendimento de uma máquina térmica ideal de Carnot depende do combustível utilizado.
- II. O rendimento de uma máquina térmica ideal de Carnot será maior quando o quociente entre a temperatura da fonte fria e da fonte quente em Kelvin for menor.
- III. O motor a explosão é capaz de transformar toda a energia produzida na combustão em trabalho útil.
- IV. Considere um motor a explosão cujo ciclo a quatro tempos pode ser assim idealizado: O ciclo inicia em A e a mistura ar-combustível (admissão) é comprimida adiabaticamente até o ponto B (compressão). Em seguida, a mistura é aquecida isobaricamente até o ponto C e expandida adiabaticamente até o ponto D (explosão). Os gases gerados são então resfriados isocoricamente até A (expulsão). O digrama  $p \times v$  (pressão x volume) que representa este ciclo é



Está correto o que se afirma em

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

RASCUNHO

**48** Uma partícula de massa  $m$  se encontra num potencial do tipo

$$V(x) = -\frac{1}{2}\mu x^2 + \frac{1}{4}\lambda x^4 .$$

A constante  $\mu$  é um número positivo. Determine os pontos de estabilidade para o movimento da partícula. Para pequenas oscilações em torno dos pontos de equilíbrio estável a frequência angular de oscilação é

(A)  $\omega = 2\pi\sqrt{\frac{\mu}{m}}$  .

(B)  $\omega = \sqrt{\frac{\mu}{2m}}$  .

(C)  $\omega = \sqrt{\frac{m}{\mu}}$  .

(D)  $\omega = \sqrt{\frac{\mu}{m}}$  .

(E)  $\omega = \sqrt{\frac{2\mu}{m}}$  .

**49** Imagine que o potencial de Coulomb da interação radial entre cargas fosse substituído pelo potencial de Yukawa dado por

$$V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} e^{-\mu r}$$

O módulo da força de interação ( $F_Y$ ) sobre a mesma carga  $Q$  nesse potencial, escrita em função do módulo da força Coulombiana  $F_C$  de interação entre cargas, é dada por

(A)  $F_Y = F_C \mu r e^{-\mu r}$  .

(B)  $F_Y = F_C \left(1 + \frac{\mu}{r}\right) e^{-\mu r}$  .

(C)  $F_Y = F_C \mu e^{-\mu r}$  .

(D)  $F_Y = F_C (1 + \mu r) e^{-\mu r}$  .

(E)  $F_Y = F_C (r + \mu) e^{-\mu r}$  .

RASCUNHO

**50** Um motorista que dirigia em alta velocidade em São Paulo perde a direção ao passar por uma rampa de areia na beira da estrada e fica pendurado na parede de um prédio após a colisão. Considerando que um perito de trânsito mede o grau de inclinação  $\theta$  acima do solo, além de determinar a altura  $H$  em que o centro de massa do carro se encontra acima do solo e a distância horizontal do voo do carro ( $d$ ), a velocidade estimada do carro no acidente pode ser assim determinada:



(A)  $v = \frac{\sqrt{gd}}{2\text{sen}(2\theta)}$ .

(B)  $v = \frac{\sqrt{2gH}}{\text{sen}\theta}$ .

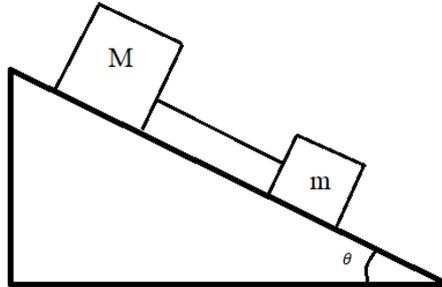
(C)  $v = \frac{d}{\text{cos}\theta} \sqrt{\frac{g}{2(d \text{tg}\theta - H)}}$ .

(D)  $v = \frac{d}{\text{cos}\theta} \sqrt{\frac{g}{8(d \text{cos}\theta - H)}}$ .

(E)  $v = d \sqrt{\frac{g}{2(d \text{sen}\theta - H)}}$ .

RASCUNHO

**51** Dois corpos – um de massa  $M$  e outro de massa  $m$  – descem um plano inclinado atrelados a uma corda inextensível e sem massa, conforme a figura a seguir. Considere que entre o corpo de massa  $m$  o atrito é tão pequeno que pode ser desprezado, enquanto que o corpo de massa  $M$ , mais rugoso, possui um coeficiente de atrito  $\mu$  entre o corpo e o plano inclinado. Dado que a inclinação do plano é  $\theta$ , podemos afirmar que o módulo da tensão na corda entre os corpos é



- (A)  $T = \frac{m(M+m)g\text{sen}\theta - \mu m M g}{M+m}$  .  
 (B)  $T = \frac{\mu m M}{M+m} g$  .  
 (C)  $T = \frac{2m(M+m)g\text{sen}\theta + \mu M m g \text{Cos}\theta}{M+m} g$  .  
 (D)  $T = \frac{\mu m M \text{cos}\theta}{M+m} g$  .  
 (E)  $T = \frac{\mu m M \text{sen}\theta}{M+m} g$  .

**52** Um capacitor de placas paralelas com capacitância  $C$ , tem placas em forma de discos circulares de raio  $a$ . Ele é carregado por uma bateria de diferença de potencial  $\Delta V$  por meio de um fio de resistência  $R$ . O campo magnético no interior do dielétrico varia com a distancia do centro das placas de acordo com a equação

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \Delta V r}{2\pi a} e^{-\frac{t}{RC}} \hat{\phi}.$$

Considerando o sistema de coordenadas cilíndricas em que

$$\nabla \times \vec{A} = \left( \frac{1}{r} \frac{\partial A_z}{\partial \phi} - \frac{\partial A_\phi}{\partial z} \right) \hat{r} + \left( \frac{\partial A_r}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial r} \right) \hat{\phi} + \frac{1}{r} \left( \frac{\partial(r A_\phi)}{\partial r} - \frac{\partial A_r}{\partial \phi} \right) \hat{k},$$

a densidade da corrente de deslocamento é dada por

- (A)  $\vec{J}_d = \frac{\Delta V}{\pi a} e^{-\frac{t}{RC}} \hat{k}$  .  
 (B)  $\vec{J}_d = \frac{\Delta V r}{\pi a^2} e^{-\frac{t}{RC}} \hat{k}$  .  
 (C)  $\vec{J}_d = \frac{\mu_0 r \Delta V}{\pi a} e^{-\frac{t}{RC}} \hat{k}$  .  
 (D)  $\vec{J}_d = \frac{a \Delta V}{r} e^{-\frac{t}{RC}} \hat{k}$  .  
 (E)  $\vec{J}_d = \frac{a^2 \Delta V}{\pi r^2} e^{-\frac{t}{RC}} \hat{k}$  .

53 O campo magnético em uma região vazia do espaço, longe de cargas e correntes, é dado por

$$\vec{B}(t) = B_0 \cos(kz - \omega t) \hat{j}.$$

Sabendo que a componente do campo elétrico  $E_z$  é nula, podemos dizer que a componente do campo elétrico  $E_x$  é

(A)  $E_x = \omega B_0 \sin(kz - \omega t)$  .

(B)  $E_x = \frac{\omega}{k} B_0 \cos(kz - \omega t)$  .

(C)  $E_x = -\omega B_0 \sin(kz - \omega t)$  .

(D)  $E_x = -\frac{\omega}{k} B_0 \sin(kz - \omega t)$  .

(E)  $E_x = \omega B_0 \cos(kz - \omega t)$  .

54 Um objeto de massa  $m$  é largado de uma altura  $H$ , com velocidade inicial igual a zero, em cima de uma piscina. Após o impacto sobre a água, considerando que a força de empuxo contrabalança a força gravitacional e age sobre o objeto apenas uma força de resistência da água dada por  $bv^2$ , a velocidade do objeto dentro da piscina, em função da profundidade  $y$  sob a água, é dada por

(considere as seguintes condições iniciais:  $V_0$  igual à velocidade de impacto do objeto na água em  $y=0$ ).

(A)  $v = \sqrt{2gH} e^{(1-\frac{b}{m}y)}$  .

(B)  $v = \sqrt{2gH} \left(1 - e^{-\frac{b}{m}y}\right)$  .

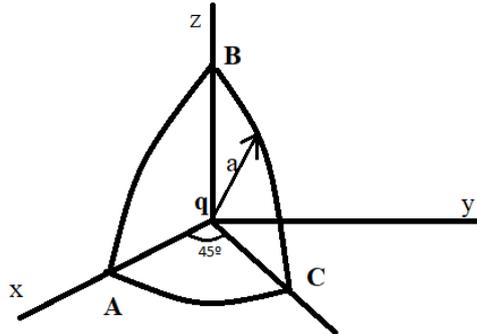
(C)  $v = \sqrt{2gH} e^{-\frac{b}{m}y}$  .

(D)  $v = \sqrt{2gH} \left(1 - e^{-\frac{b}{m}y^2}\right)$  .

(E)  $v = \sqrt{2gH} \left(1 + e^{-\frac{2b}{m}y}\right)$  .

RASCUNHO

**55** Uma carga elétrica pontual  $+q$  é colocada na origem do sistema de coordenadas, conforme a figura a seguir. Considere uma porção de um setor esférico (ABC) de raio  $a$  em relação à carga pontual e que este setor possui um ângulo de abertura de  $45^\circ$  em relação ao plano  $zx$ . O fluxo elétrico através deste setor esférico é dado por



- (A)  $\phi = \frac{\sqrt{2}q}{\epsilon_0}$ .
- (B)  $\phi = \frac{\sqrt{2}q}{8\epsilon_0}$ .
- (C)  $\phi = \frac{\sqrt{2}q}{3\epsilon_0}$ .
- (D)  $\phi = \frac{q}{16\epsilon_0}$ .
- (E)  $\phi = \frac{q}{8\sqrt{2}\epsilon_0}$ .

**56** Considere que duas substâncias, A e B, de massas respectivas  $m_A$  e  $m_B$  e calores específicos  $c_A$  e  $c_B$ , são colocadas em contato térmico sob condições em que a pressão é mantida constante. Considerando que, nesta pressão, os calores específicos e as massas das substâncias obedecem à relação  $m_A c_A = 3 m_B c_B$  e que antes do contato cada substância estava à temperatura  $T_A$  e  $T_B$ , respectivamente, pode-se afirmar que a temperatura final  $T_f$  após o equilíbrio térmico ser alcançado, é

- (A)  $T_f = \frac{T_A + T_B}{2}$ .
- (B)  $T_f = \frac{3T_A + T_B}{4}$ .
- (C)  $T_f = \frac{T_A + 3T_B}{2}$ .
- (D)  $T_f = \frac{T_A + T_B}{4}$ .
- (E)  $T_f = \frac{3T_A + T_B}{3}$ .

RASCUNHO

**57** Um disco sólido uniforme e um aro de mesmo raio  $R$  são colocados lado a lado no topo de um plano inclinado de altura  $H$ . São largados a partir do repouso e descem o plano girando sem deslizar. A razão entre as velocidades do disco sólido  $v_d$  e a velocidade do aro  $v_a$ , quando estes chegam à base do plano inclinado, é dada por

(Dado: Momento de inércia do disco sólido com raio  $R$ :  $I = \frac{1}{2}MR^2$ ; momento de inércia do aro com raio  $R$ :  $I = MR^2$ .)

(A)  $\frac{v_d}{v_a} = \sqrt{\frac{5}{2}}$ .

(B)  $\frac{v_d}{v_a} = \sqrt{\frac{1}{2}}$ .

(C)  $\frac{v_d}{v_a} = \sqrt{\frac{4}{3}}$ .

(D)  $\frac{v_d}{v_a} = 1$ .

(E)  $\frac{v_d}{v_a} = 2$ .

**58** Considere um sistema isolado de estrelas binárias no espaço. Em termos da constante de gravitação  $G$ , da distância entre as estrelas  $L$  e de suas massas  $M_1$  e  $M_2$ , o período  $T$  de rotação das estrelas binárias quando as massas são diferentes ( $M_1 \neq M_2$ ) é dado por

(A)  $T = 2\pi L \sqrt{\frac{GM_1M_2}{L}}$ .

(B)  $T = 2\pi L \sqrt{\frac{G(M_1+M_2)}{L}}$ .

(C)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{GL}{(M_1+M_2)}}$ .

(D)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{GL}{M_1M_2}}$ .

(E)  $T = 2\pi L \sqrt{\frac{L}{G(M_1+M_2)}}$ .

RASCUNHO

**59** Uma das principais técnicas utilizadas para a investigação na área de matéria condensada é a espectroscopia Raman. Uma amostra do material é irradiada por um feixe de laser intenso na região do visível próximo ao UV. A luz é geralmente espalhada numa direção perpendicular ao feixe do laser incidente. Uma explicação clássica para o espalhamento Raman (pois o efeito é quântico) pode ser dada considerando-se um campo elétrico da onda eletromagnética (feixe do laser) oscilando como  $E = E_0 \cos 2\pi\nu_0 t$ , sendo  $E_0$  a amplitude de vibração e  $\nu_0$  a frequência do laser. Considerando-se que a molécula sofre uma polarização dada por  $P = \alpha E$  e que a molécula vibra com uma frequência  $\nu_m$ , o deslocamento molecular será dado por:  $x = x_0 \cos 2\pi\nu_m t$ , onde  $x_0$  é a amplitude de vibração da molécula. Considere que a vibração é pequena de tal forma que a polarizabilidade  $\alpha$  é linear em  $x$  e pode ser expandida até primeira ordem em torno da posição de equilíbrio da molécula ( $\alpha = \alpha_0 + \frac{\partial \alpha}{\partial x} x$ ) (sendo  $\alpha_0$  a polarizabilidade na posição de equilíbrio). A polarização resultante que explica os espectros observados da amostra é dada por

(A)  $P = \alpha_0 E_0 \cos 2\pi\nu_m t + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial \alpha}{\partial x} \right)^2 x_0 E_0 [\cos 2\pi(\nu_m)t + \cos 2\pi(\nu_0)t].$

(B)  $P = \frac{\partial \alpha}{\partial x} x_0 E_0 \cos 2\pi\nu_0 t + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial \alpha}{\partial x} \right)^2 x_0^2 E_0 [\cos 2\pi(\nu_0 + \nu_m)t + \cos 2\pi(\nu_0 - \nu_m)t].$

(C)  $P = \alpha_0 E_0 \cos 2\pi\nu_0 t + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial \alpha}{\partial x} \right) x_0 E_0 [\cos 2\pi(\nu_0 + \nu_m)t + \cos 2\pi(\nu_0 - \nu_m)t].$

(D)  $P = \alpha_0 E_0 \cos 2\pi\nu_0 t + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial \alpha}{\partial x} \right) x_0 E_0 [\cos 2\pi(\nu_m)t + \cos 2\pi(\nu_0)t].$

(E)  $P = \alpha_0 E_0 \cos 2\pi\nu_0 t + \frac{1}{2} \alpha_0 x_0 E_0 [\cos 2\pi(\nu_0 + \nu_m)t + \cos 2\pi(\nu_0 - \nu_m)t].$

**60** Um ponto quântico (*quantum dot*) é uma nanoestrutura (geralmente semicondutora) cujos elétrons têm sua energia quantizada, como num átomo. Estes materiais podem ser utilizados como marcadores luminosos em células. Uma vez fixados na célula e iluminados com luz, esses pontos quânticos agem como fontes de luz fluorescente e suas imagens podem ser vistas usando-se microscópio ótico. Este ponto quântico em uma dimensão pode ser estudado considerando-se um elétron confinado em um poço de potencial. Assim, os níveis de energia podem ser controlados mudando-se a largura  $L$ , a forma e a profundidade do poço de potencial. Considerando um elétron de massa  $m$  em um poço de potencial infinito de largura  $L$ , o comprimento de onda emitida pela transição de um elétron entre dois níveis de energia ( $n+1$ ) e  $n$  é dada por

Obs: ( $c$  é a velocidade da luz no vácuo e  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$  e  $h$  é a constante de Planck).

(A)  $\lambda = \frac{4mc}{(2n+1)\pi\hbar L}.$

(B)  $\lambda = \frac{m c L}{(2n+1)\pi\hbar}.$

(C)  $\lambda = \frac{2m c L^2}{n\pi\hbar}.$

(D)  $\lambda = \frac{4m c L^2}{(2n+1)\pi\hbar}.$

(E)  $\lambda = \frac{4m c L^2}{\pi\hbar} (2n + 1).$

RASCUNHO