

# Prova de Conhecimentos Específicos

## Física

### Tipo 1 – Branca

#### Informações Gerais

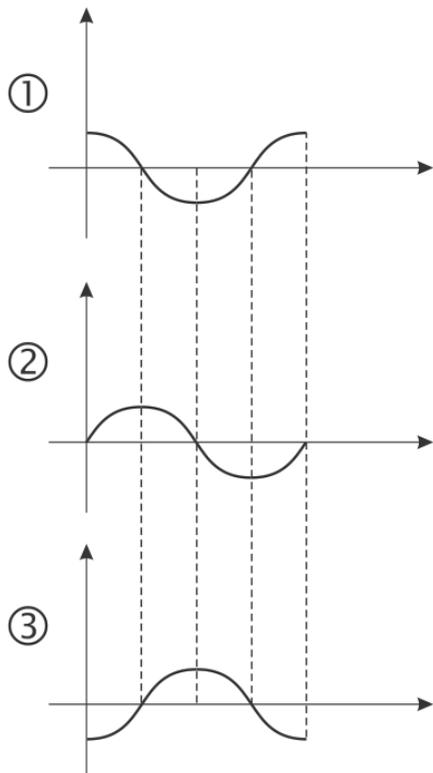
- Você receberá do fiscal de sala:
  - uma folha de respostas destinada à marcação das respostas das questões objetivas;
  - esse caderno de prova contendo **30 (trinta)** questões objetivas, cada qual com cinco alternativas de respostas (A, B, C, D e E).
- Verifique se o caderno está completo, sem repetição de questões ou falhas. Caso contrário, notifique imediatamente o fiscal de sala para que sejam tomadas as devidas providências.
- As questões objetivas são identificadas pelo número situado acima do seu enunciado.
- Ao receber a folha de respostas, você deve:
  - conferir seus dados pessoais, em especial seu nome, número de inscrição e o número do documento de identidade;
  - ler atentamente as instruções para o preenchimento da folha de respostas;
  - marcar na folha de respostas o campo relativo à confirmação do tipo/cor de prova, conforme o caderno que você recebeu;
  - assinar seu nome, apenas nos espaços reservados, com caneta esferográfica de tinta azul ou preta.
- Durante a aplicação da prova não será permitido:
  - qualquer tipo de comunicação entre os candidatos;
  - levantar da cadeira sem a devida autorização do fiscal de sala;
  - portar aparelhos eletrônicos, tais como *bipe*, telefone celular, agenda eletrônica, *notebook*, *palmtop*, receptor, gravador, máquina de calcular, máquina fotográfica digital, controle de alarme de carro etc., bem como relógio de qualquer modelo, óculos escuros ou quaisquer acessórios de chapelaria, tais como chapéu, boné, gorro etc. e, ainda, lápis, lapiseira (grafite), corretor líquido e/ou borracha. **Tal infração poderá acarretar a eliminação sumária do candidato.**
- O preenchimento da folha de respostas, de inteira responsabilidade do candidato, deverá ser feito com caneta esferográfica de tinta indelével de cor preta ou azul. Não será permitida a troca da folha de respostas por erro do candidato.
- O tempo disponível para a realização da prova é de **duas horas**, já incluído o tempo para a marcação da folha de respostas.
- Reserve tempo suficiente para o preenchimento de suas respostas. Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas as marcações realizadas na folha de respostas, não sendo permitido anotar informações relativas às suas respostas em qualquer outro meio que não seja o próprio caderno de prova.
- Os candidatos inscritos para uma disciplina terão **duas horas** para realização da prova e somente poderão se retirar da sala após **60 (sessenta)** minutos de aplicação, contudo **sem levar o caderno de prova**.
  - O candidato poderá levar o caderno de prova somente nos últimos **30 (trinta) minutos** que antecedem o término da aplicação.
- Os candidatos inscritos para duas disciplinas terão **4 (quatro) horas** para realização da prova e somente poderão se retirar da sala após **90 (noventa) minutos** de aplicação, contudo **sem levar o caderno de prova**.
  - O candidato poderá levar o caderno de prova somente nos últimos **60 (sessenta) minutos** que antecedem o término da aplicação.
- Ao terminar a prova, entregue a folha de respostas ao fiscal da sala e deixe o local de prova. **Caso você se negue a entregar, será eliminado do concurso.**
- A FGV realizará a coleta da impressão digital dos candidatos na folha de respostas.
- Os candidatos poderão ser submetidos a sistema de detecção de metais quando do ingresso e da saída de sanitários durante a realização da prova. Ao sair da sala, ao término da prova, o candidato não poderá usar o sanitário.
- Os gabaritos preliminares das provas objetivas serão divulgados no dia **18/11/2013**, no endereço eletrônico [www.fgv.br/fgvprojetos/concursos/pebsp](http://www.fgv.br/fgvprojetos/concursos/pebsp).
- O prazo para interposição de recursos contra os gabaritos preliminares será das 0h00min do dia **19/11/2013** até as 23h59min do dia **20/11/2013**, observado o horário oficial, no endereço [www.fgv.br/fgvprojetos/concursos/pebsp](http://www.fgv.br/fgvprojetos/concursos/pebsp), por meio do Sistema Eletrônico de Interposição de Recurso



### Física

01

Sobre uma partícula animada por um movimento harmônico simples, são dados três gráficos cartesianos:



Eles representam (durante um período) como variam, em função do tempo, a elongação  $x$  (gráfico  $x-t$ ), a velocidade escalar (gráfico  $v-t$ ) e a aceleração escalar (gráfico  $a-t$ ), não necessariamente nessa ordem.

Os gráficos,  $x-t$ ,  $v-t$  e  $a-t$  são, respectivamente,

- (A) 3, 2 e 1
- (B) 2, 1 e 3
- (C) 1, 3 e 2
- (D) 3, 1 e 2
- (E) 1, 2 e 3

02

Em um calorímetro de capacidade térmica desprezível que contém uma pedra de gelo a  $0^\circ\text{C}$ , são injetados 20g de vapor d'água a  $100^\circ\text{C}$ . Considere o calor latente de fusão do gelo  $80\text{cal/g}$ , o calor latente de condensação do vapor d'água  $540\text{cal/g}$  e o calor específico da água (líquida)  $1,0\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C}$ .

Para que, ao se restabelecer o equilíbrio térmico no interior do calorímetro, haja apenas água na fase líquida, a massa da pedra de gelo deve ter um valor dentro de um certo intervalo (entre um valor mínimo e um valor máximo).

O valor mínimo é de

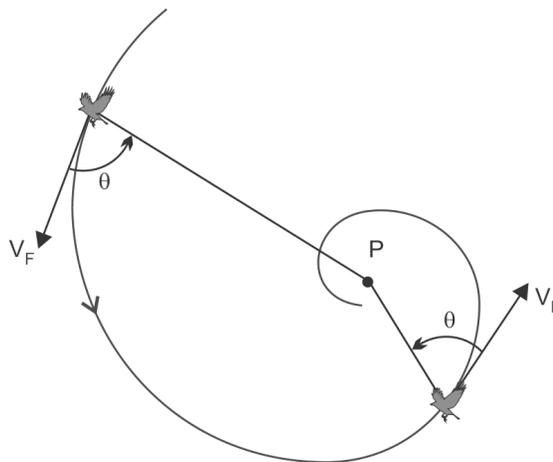
- (A) 160 g.
- (B) 120 g.
- (C) 100 g.
- (D) 80 g.
- (E) 60 g.

03

A espiral logarítmica é uma curva plana com a propriedade de que todas as retas pertencentes ao seu plano e que passam por um certo ponto fixo interceptam essa curva fazendo com ela o mesmo ângulo.

Ela ocorre com muita frequência na natureza, como por exemplo, nos braços de ciclones tropicais, nos braços de galáxias espirais como a própria Via Láctea e em conchas de moluscos. Mas uma de suas ocorrências mais interessantes é na biologia. Falcões peregrinos, ao se aproximarem de suas presas, não seguem o caminho mais curto, a linha reta, mas sim uma espiral logarítmica.

A figura a seguir mostra um falcão peregrino se movendo em uma espiral logarítmica que está no plano horizontal. Note que sua velocidade faz sempre o mesmo ângulo  $\theta$  com a reta que liga o falcão ao ponto P, posição da presa.



Supondo que o módulo da velocidade do falcão ( $V_F$ ) seja constante no trecho de sua trajetória indicado na figura, assinale a afirmativa correta referente a esse trecho (considere o falcão como uma partícula).

- (A) Como o módulo da velocidade do falcão é constante, também sua aceleração tem módulo constante.
- (B) O vetor aceleração do falcão aponta para o ponto P.
- (C) A força resultante sobre o falcão é nula, pois sua velocidade tem módulo constante.
- (D) A força resultante sobre o falcão é vertical e para cima, anulando o seu peso.
- (E) O módulo da aceleração do falcão aumenta pois, embora o módulo de sua velocidade seja constante, o raio de curvatura de sua trajetória diminui.

04

Um lápis é colocado perpendicularmente ao eixo principal de uma lente esférica e delgada, exatamente em seu foco-imagem.

Sendo  $f$  a distância focal da lente, a distância da imagem do lápis à lente é

- (A)  $\infty$  (infinita)
- (B)  $f/4$
- (C)  $f/2$
- (D)  $2f$
- (E)  $4f$

**05**

Dispõem-se de  $n$  resistores de mesma resistência e de uma fonte de tensão capaz de manter em seus terminais uma diferença de potencial constante sob quaisquer condições. Quando os resistores são ligados em série com a fonte de tensão, a potência total consumida por eles é de 25W.

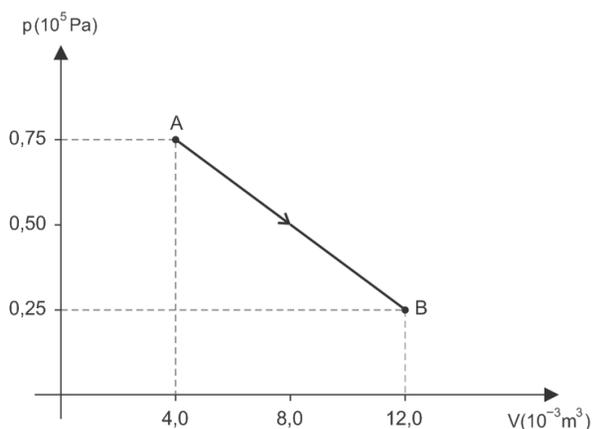
Quando são ligados em paralelo com a fonte de tensão, a potência total consumida por eles é de 900W.

O número  $n$  de resistores utilizados foi

- (A) 5
- (B) 6
- (C) 12
- (D) 24
- (E) 30

**06**

A figura representa, em um gráfico  $p - V$ , um processo através do qual determinada massa de um gás ideal evolui entre dois estados de equilíbrio termodinâmico A e B.



Durante esse processo, o gás recebeu, sob a forma de calor,

- (A) 200 J.
- (B) 300 J.
- (C) 400 J.
- (D) 500 J.
- (E) 700 J.

**07**

Com relação à análise energética, à luz da 1ª Lei da Termodinâmica, nos processos sofridos por um gás ideal, assinale V para a afirmativa verdadeira e F para a falsa.

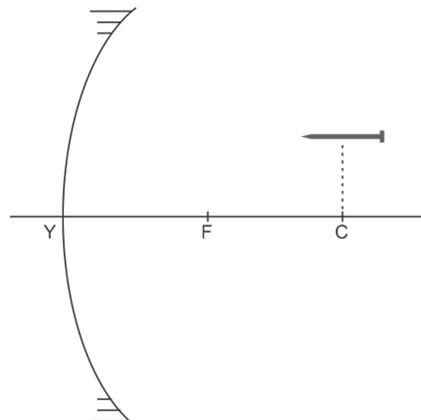
- ( ) Durante um processo isotérmico, para que sua temperatura possa permanecer constante, o gás não pode trocar calor com sua vizinhança.
- ( ) Durante um processo adiabático, a temperatura do gás não varia, uma vez que não ocorrem trocas de calor com sua vizinhança.
- ( ) A menor quantidade de calor necessária para fazer a temperatura de um gás sofrer um determinado acréscimo  $\Delta T$  é a que lhe é cedida no processo isovolumétrico (volume constante).

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) F, V e F
- (B) F, V e V
- (C) F, F e V
- (D) V, V e F
- (E) V, F e F

**08**

Um prego é colocado em frente de um espelho côncavo, paralelamente ao seu eixo principal e com seu ponto médio na mesma vertical que seu centro óptico C, como mostra a figura a seguir.



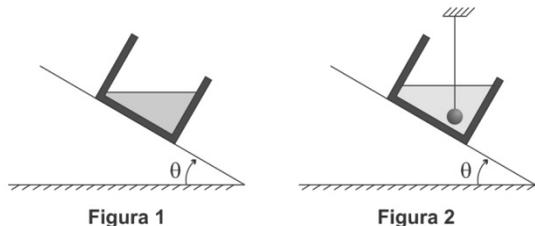
A opção que melhor representa a imagem do prego conjugada pelo espelho é

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

**09**

Um recipiente contendo água está em equilíbrio sobre uma rampa inclinada de um ângulo  $\theta$  em relação a um plano horizontal (Figura 1). Nessa situação, a força de atrito e a normal exercidas pela rampa sobre o recipiente têm módulos, respectivamente,  $F_{at}$  e  $N$ .

Uma esfera metálica maciça, suspensa por um fio ideal preso a um suporte fixo, é introduzida na água de modo que fique totalmente submersa sem tocar nas paredes do recipiente (Figura 2). Restabelecido o equilíbrio hidrostático, os módulos da força de atrito e da normal exercidas sobre o recipiente passam a valer, respectivamente,  $F_{at} + \Delta F_{at}$  e  $N + \Delta N$ .



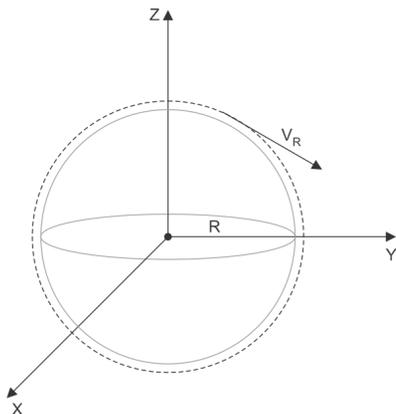
Sabendo que o peso da esfera vale 10N, que a tensão no fio que sustenta a esfera vale 7,4N, que  $\cos\theta = 12/13$  e  $\sin\theta = 5/13$ , é correto afirmar que

- (A)  $\Delta F_{at} = 0$  newton e  $\Delta N = 10$  newtons
- (B)  $\Delta F_{at} = 10$  newtons e  $\Delta N = 0$  newtons
- (C)  $\Delta F_{at} = 8,0$  newtons e  $\Delta N = 2,4$  newtons
- (D)  $\Delta F_{at} = 2,4$  newtons e  $\Delta N = 1,0$  newtons
- (E)  $\Delta F_{at} = 1,0$  newton e  $\Delta N = 2,4$  newtons

**10**

Imagine a existência de um planeta esférico de raio  $R$  e cuja massa esteja uniformemente distribuída em seu volume. Suponha que, nele, não haja atmosfera e que o referencial a ele solidário possa ser considerado um referencial inercial.

Seja  $V_R$  o módulo da velocidade de uma partícula em uma órbita rasante, ou seja, uma órbita cujo raio pode ser considerado como  $R$  (órbita tracejada na figura). Seja  $V_E$  a velocidade de escape desse planeta, isto é, o menor valor para o módulo da velocidade de lançamento vertical de uma partícula da superfície do planeta para que ela não retorne mais ao planeta.

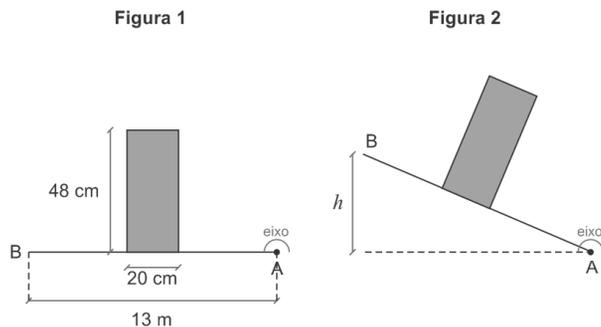


A razão  $V_E / V_R$  é

- (A) 16.
- (B) 4.
- (C) 2.
- (D)  $\sqrt{2}$ .
- (E) 1.

**11**

Um bloco em forma de um paralelepípedo, maciço e homogêneo é colocado sobre uma prancha AB de 13m de comprimento, inicialmente horizontal, como ilustra a Figura 1, mas livre para girar em torno do eixo perpendicular ao plano da figura que contém a extremidade A. Gira-se a prancha lentamente, de modo que ela fique inclinada em relação à horizontal, com o bloco em repouso sobre ela, sem deslizar, mas na iminência de tombar, como ilustra a Figura 2, estando a extremidade de B a uma altura  $h$ .

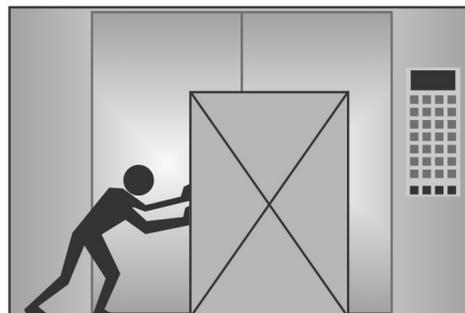


Tendo-se em conta as dimensões do bloco indicadas na figura, a altura  $h$  é igual a:

- (A) 5,4m
- (B) 5,0m
- (C) 4,8m
- (D) 4,2m
- (E) 4,0m

**12**

Um operário empurra um caixote tentando fazê-lo deslizar sobre o piso horizontal de um elevador de carga, como mostra a figura.



Ele percebe que, estando o elevador se movendo verticalmente, foi mais fácil fazê-lo deslizar do que com o elevador em repouso. Para que isso ocorra, com relação ao possível movimento do elevador, é correto afirmar que ele está

- I. descendo com velocidade constante.
- II. subindo em movimento retardado.
- III. descendo em movimento acelerado.

Assinale:

- (A) se somente as afirmativas II e III estiverem corretas.
- (B) se somente a afirmativa II estiver correta.
- (C) se somente as afirmativas I e III estiverem corretas.
- (D) se somente a afirmativa III estiver correta.
- (E) se somente as afirmativas I e II estiverem corretas.

**13**

Sejam  $P_E$  e  $P_S$  as respectivas potências totais irradiadas por uma certa estrela e pelo Sol, cada um deles considerado como um corpo negro. A partir da observação dos espectros de radiação emitidos por essa estrela e pelo Sol, conclui-se que as temperaturas em suas superfícies são, respectivamente, 2900K e 5800K. Considere tanto a estrela quanto o sol como esferas perfeitas de raios  $R_E$  e  $R_S$  respectivamente. Verifica-se, ainda, que  $P_E = 16 P_S$ .

Com essas informações, podemos afirmar que a razão entre o raio da estrela e o raio do Sol,  $R_E / R_S$ , é

- (A) 64.
- (B) 32.
- (C) 16.
- (D) 8.
- (E) 2.

**14**

Elementos radioativos são muito utilizados em medicina nuclear, tanto no diagnóstico quanto no tratamento de diversas doenças. O tecnécio, primeiro elemento a ser sintetizado artificialmente pelo homem, é utilizado, por exemplo, em exames de cintilografia do miocárdio.

Considere nesta questão, um certo isótopo do tecnécio que tem meia vida de 6 horas. Suponha que, em um dado instante  $t_0$ , uma certa amostra contenha  $N_0$  núcleos radioativos desse elemento.

Assinale a alternativa que indica o tempo necessário, a contar do instante  $t_0$ , para que o número de núcleos radioativos na amostra tenha diminuído para apenas 12,5% do valor existente em  $t_0$ .

- (A) 6 horas.
- (B) 8 horas.
- (C) 12 horas.
- (D) 16 horas.
- (E) 18 horas.

**15**

Experimentos de efeito fotoelétrico são realizados com Sódio, Magnésio e Prata, fazendo-se incidir sobre esses elementos uma onda luminosa de comprimento de onda  $\lambda = 400\text{nm}$ .

As respectivas funções-trabalho desses elementos são dadas por: Sódio: 2,3eV; Magnésio: 3,7eV e Prata: 4,7eV.

Considerando  $hc = 1240\text{eV}\cdot\text{nm}$ , a luz incidente é capaz de arrancar elétrons

- (A) somente na Prata.
- (B) somente no Sódio.
- (C) somente no Sódio e no Magnésio.
- (D) somente no Sódio e na Prata.
- (E) em todos eles.

**16**

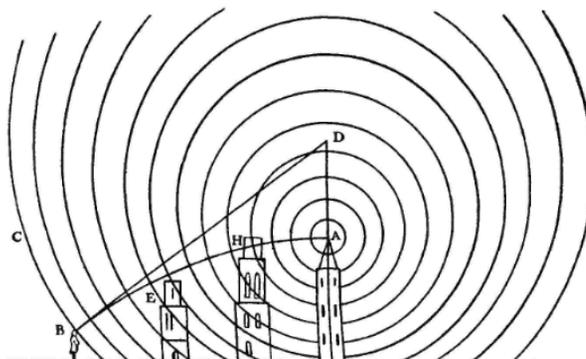
Um átomo de Hidrogênio efetua uma transição de seu primeiro estado excitado para o seu estado fundamental emitindo um fóton. A energia do fóton emitido é

- (A) 13,6 eV.
- (B) 10,2 eV.
- (C) 6,80 eV.
- (D) 3,40 eV.
- (E) 1,51 eV.

**17**

A figura a seguir foi retirada do livro “*Tratado sobre a luz*”, de autoria de um dos maiores gênios do século XVII (chamado muitas vezes de “século de ouro”), o astrônomo, físico e matemático Christiaan Huygens. Nela, Huygens mostra que as ondas luminosas que saem do alto de uma torre (ponto A da figura) e se propagam em uma atmosfera não homogênea até o olho de um observador (ponto B da figura) não descrevem uma linha reta, mas se encurvam como indica a figura.

De acordo com a teoria ondulatória de Huygens para a propagação da luz, o ponto mais alto da torre seria visto pelo observador em uma posição aparente localizada ao longo da reta que liga os pontos B e D da figura.



O fenômeno descrito anteriormente, que também ocorre com as posições das estrelas quando observadas da superfície terrestre, se deve

- (A) à dispersão da luz na atmosfera.
- (B) à reflexão da luz nas camadas de ar da atmosfera.
- (C) à interferência das ondas luminosas na atmosfera.
- (D) à refração da luz na atmosfera.
- (E) à difração da luz na atmosfera.

**18**

Os carros modernos são dotados de freios ABS (popularmente chamados freios inteligentes) nas quatro rodas. Com relação à eficiência obtida com esse avanço tecnológico durante a frenagem, assinale V para a afirmativa verdadeira e F para a afirmativa falsa.

- ( ) Permitem que a distância percorrida durante a frenagem seja sempre a mesma, seja qual for a velocidade do carro no instante em que são aplicados os freios.
- ( ) Fazem com que o tempo de duração da frenagem seja o mesmo independente do número de pessoas dentro do carro.
- ( ) Fazem com que, durante a frenagem, as forças que atuam sobre as rodas sejam dosadas eletronicamente, de modo que elas continuem a rolar sem deslizar sobre a estrada, aumentando a eficiência, pois o valor máximo do módulo da força de atrito estático é maior do que o módulo da força de atrito de deslizamento.

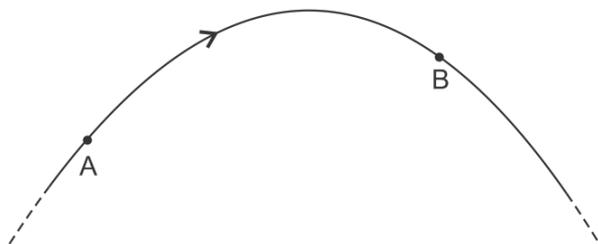
As afirmativas são, respectivamente,

- (A) F, F e V.
- (B) V, V e F.
- (C) F, V e F.
- (D) F, V e V.
- (E) V, F e V.

19

Com a finalidade de ter um “visual” do campo elétrico existente em uma região, o físico inglês Michael Faraday propôs, no século XIX, que se desenhassem linhas imaginárias orientadas, denominadas “linhas de força”, por meio das quais fossem indicados a direção e o sentido do campo elétrico em cada ponto, além de permitir avaliar sua intensidade.

Considere a linha de força de um campo eletrostático desenhada na figura a seguir.



Assinale V para a afirmativa verdadeira e F para a falsa.

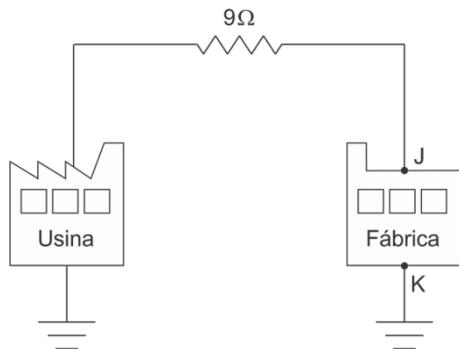
- ( ) O potencial eletrostático no ponto A é maior que o potencial eletrostático no ponto B.
- ( ) Uma carga pontual positiva, abandonada no ponto A, sob a ação exclusiva desse campo, se deslocaria até o ponto B ao longo dessa linha de força.
- ( ) A variação de energia potencial eletrostática de uma carga pontual negativa, ao se deslocar do ponto A até o ponto B, é positiva.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) V, V e V.
- (B) F, V e V.
- (C) V, F e V.
- (D) F, V e F.
- (E) V, F e F.

20

Uma usina alimenta uma fábrica dela distante por meio de uma linha de transmissão de resistência total  $9\Omega$ , como ilustra a figura a seguir.



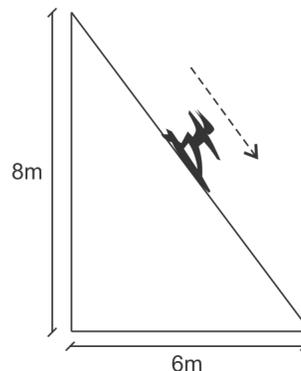
A tensão na entrada da fábrica é  $V_j - V_k = 8,55 \cdot 10^5 V$  e a potência por ela consumida é de  $42,75 \cdot 10^8 W$ .

Nesse caso, da potência disponibilizada pela usina, a porcentagem dissipada na linha de transmissão foi

- (A) 4,64 %.
- (B) 5,00 %.
- (C) 5,26 %.
- (D) 6,72 %.
- (E) 8,00 %.

21

Um garoto de 20kg, de pé em uma prancha, desliza ao longo da reta de maior declive descendo a rampa inclinada representada na figura com uma aceleração constante e de módulo igual a  $5,5m/s^2$ .



Tenha em conta as dimensões da rampa indicadas na figura e considere  $g = 10m/s^2$ .

O módulo da força exercida pela rampa sobre a prancha, durante a descida, é de

- (A) 110 N.
- (B) 120 N.
- (C) 130 N.
- (D) 150 N.
- (E) 160 N.

22

Recentemente, a verificação experimental do chamado bóson de Higgs pôs em evidência as teorias das interações entre as partículas elementares. Acerca dessas teorias, analise as afirmativas a seguir.

- I. As interações fortes entre os prótons e os nêutrons de um núcleo contrabalançam a repulsão coulombiana entre os prótons permitindo que núcleos fiquem coesos. Consequentemente, o alcance da interação forte é bem maior que o da interação eletromagnética.
- II. O processo  $n \rightarrow p^+ + e^-$  (nêutron decaindo em próton mais elétron) pode ocorrer, pois, nele, a carga elétrica se conserva e isso basta para que um processo seja permitido.
- III. Prótons e nêutrons não são partículas elementares, mas sim formados por quarks, considerados atualmente como elementares.

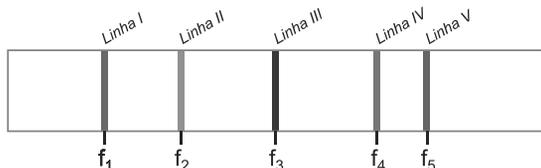
Assinale:

- (A) se apenas a afirmativa I estiver correta.
- (B) se apenas a afirmativa II estiver correta.
- (C) se apenas a afirmativa III estiver correta.
- (D) se apenas as afirmativas I e III estiverem corretas.
- (E) se apenas as afirmativas II e III estiverem corretas.

**23**

Espectroscopia é uma técnica muito utilizada na identificação de quais elementos químicos estão presentes em uma dada amostra.

Suponha que as linhas espectrais emitidas por um certo átomo, designado átomo X, em repouso relativo ao laboratório onde se observam tais linhas, sejam as mostradas na figura a seguir.



Na figura estão marcados os respectivos valores das frequências das linhas espectrais, sendo  $f_1 < f_2 < f_3 < f_4 < f_5$ .

Sabendo que esse átomo está presente em uma estrela que se afasta de qualquer laboratório de nosso planeta, assinale a alternativa que melhor representa as linhas espectrais dos átomos X dessa estrela quando observadas em um laboratório de nosso planeta.

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

**24**

A respeito dos modelos atômicos de Rutherford e de Bohr para o átomo de hidrogênio, analise as afirmativas a seguir.

- I. No modelo de Rutherford, a razão  $E_c / |E_p|$  entre a energia cinética do elétron que se move em torno do próton e o módulo da energia potencial eletrostática do próton com o elétron em qualquer órbita permitida é igual a 1/2.
- II. De acordo com a teoria clássica, o átomo de Rutherford é estável, pois é análogo a um mini sistema planetário.
- III. No modelo de Bohr, as órbitas permitidas para o elétron são aquelas para as quais o momento angular do elétron é  $L_n = n^2 \hbar$ , com  $n = 1, 2, 3, \dots$ .

Assinale:

- (A) se apenas a afirmativa I for verdadeira.
- (B) se apenas a afirmativa II for verdadeira.
- (C) se apenas as afirmativas I e II forem verdadeiras.
- (D) se apenas as afirmativas I e III forem verdadeiras.
- (E) se apenas as afirmativas II e III forem verdadeiras.

**25**

O fenômeno da polarização de ondas eletromagnéticas se manifesta na natureza em várias áreas da Ciência, da Física, da Química e até da Biologia, e possui muitas aplicações tecnológicas.

Em Astronomia, o estudo da polarização da radiação emitida por galáxias distantes fornece importantes informações sobre elas. Em Química, esse fenômeno é fundamental na compreensão da atividade óptica natural de algumas moléculas orgânicas. Em Biologia, muitos animais são capazes de perceber a polarização da luz. E em tecnologia a polarização das ondas eletromagnéticas está presente, por exemplo, na transmissão de ondas de rádio por antenas.

A esse respeito, analise as afirmativas a seguir.

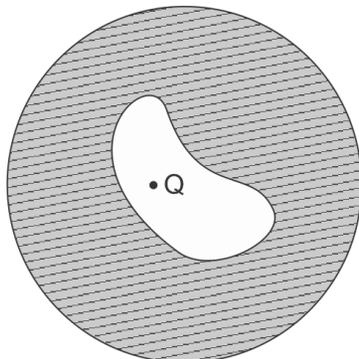
- I. É possível polarizar a luz por meio de absorção, como ocorre nos polaroides.
- II. Em uma região plana e bastante refletora, como por exemplo à volta de um lago, a luz está parcialmente polarizada, com seu campo elétrico preponderantemente na direção horizontal.
- III. A onda resultante da superposição de duas ondas eletromagnéticas planas e harmônicas, de mesma frequência e mesma direção e sentido de propagação pode não estar com polarização linear.

Assinale:

- (A) se apenas a afirmativa I estiver correta.
- (B) se apenas a afirmativa II estiver correta.
- (C) se apenas a afirmativa III estiver correta.
- (D) se apenas as afirmativas I e II estiverem corretas.
- (E) se todas as afirmativas estiverem corretas.

26

A figura a seguir mostra uma esfera condutora neutra que possui uma cavidade em seu interior. Dentro da cavidade há uma carga puntiforme  $Q$  mantida em repouso.



Supondo que o sistema esteja em equilíbrio eletrostático, assinale a afirmativa correta.

- (A) A carga em toda superfície externa da esfera é nula.
- (B) O potencial eletrostático em um ponto da região hachurada é tanto maior quanto mais próximo esse ponto estiver da superfície interna do condutor.
- (C) O campo eletrostático é nulo em qualquer ponto no interior da cavidade.
- (D) A carga em toda superfície externa da esfera vale  $Q$  e não depende da posição da carga puntiforme no interior da cavidade.
- (E) O campo eletrostático no interior do condutor (região hachurada na figura) é o campo criado pela carga  $Q$ .

27

A respeito do conceito de entropia, analise as afirmativas a seguir.

- I. Em uma expansão isotérmica de um gás ideal a variação de entropia do gás é nula, pois nesse processo, a temperatura permanece constante.
- II. Dois corpos isolados do resto do universo, um quente (corpo 1) e outro frio (corpo 2), são colocados em contato térmico até atingirem a mesma temperatura. Nesse processo, a variação de entropia do corpo 1 é negativa, a do corpo 2 é positiva e a do sistema é nula, pois esse processo é reversível.
- III. Em uma expansão adiabática quase-estática de um gás ideal, sua variação de entropia é nula.

Assinale:

- (A) se apenas a afirmativa III estiver correta.
- (B) se apenas as afirmativas I e II estiverem corretas.
- (C) se apenas a afirmativa II estiver correta.
- (D) se apenas as afirmativas II e III estiverem corretas.
- (E) se apenas a afirmativa I estiver correta.

28

Realiza-se um experimento com um pequeno ímã e dois tubos cilíndricos de mesmo comprimento e mesmo raio, um de plástico e outro de cobre.

Inicialmente, abandona-se o ímã na extremidade superior do tubo de plástico, com o tubo mantido na vertical e mede-se o tempo gasto pelo ímã para atingir a extremidade inferior do tubo. Isso é feito sem que o ímã toque na parte interna do tubo.

Repete-se o experimento, mas agora, com o tubo de cobre. Verifica-se, nesse caso, que o tempo gasto pelo ímã é bem maior do que no caso anterior. Isto ocorre porque a variação do fluxo do campo magnético do ímã através da superfície do tubo de cobre, durante a sua queda, gera correntes induzidas nessa superfície, fazendo com que a queda do ímã seja mais lenta do que dentro do tubo de plástico.

O surgimento das correntes induzidas no tubo de cobre é consequência da

- (A) Lei de Gauss.
- (B) Lei de Gauss do magnetismo.
- (C) Lei de Ampère.
- (D) Lei de Faraday.
- (E) Lei de Coulomb.

29

O estudo da estrutura do universo, ramo da física conhecido como cosmologia, tem se desenvolvido muito rapidamente nos últimos anos, devido principalmente aos avanços tecnológicos que têm possibilitado medidas cada vez mais precisas das características de nosso universo. Embora haja muita coisa a ser explicada, já conhecemos um pouco de nosso universo.

A esse respeito, analise as afirmativas a seguir.

- I. Estima-se, atualmente, que a ordem de grandeza da idade do universo, quando expressa em anos, seja de  $10^{10}$ .
- II. Quando reações termonucleares deixam de ocorrer no interior de qualquer estrela, ela colapsa e se torna um buraco negro.
- III. Quanto maior a massa de uma estrela, maior é seu tempo de vida antes de explodir numa supernova.

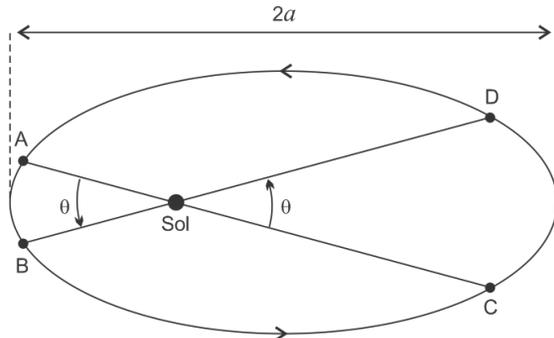
Assinale:

- (A) se apenas a afirmativa I estiver correta.
- (B) se apenas a afirmativa II estiver correta.
- (C) se apenas a afirmativa III estiver correta.
- (D) se apenas as afirmativas I e III estiverem corretas.
- (E) se todas as afirmativas estiverem corretas.

**30**

As leis de Kepler foram fundamentais para os estudos sobre movimentos planetários feitos por Galileu e Newton, entre outros.

A figura a seguir mostra a órbita elíptica de um planeta, de semieixo maior  $a$ , com o Sol em um dos focos da elipse e quatro posições do planeta nessa órbita, representadas pelos pontos A, B, C e D, tais que os ângulos  $A\hat{O}B$  e  $C\hat{O}D$  são iguais.



Considerando o Sol e o planeta como partículas, assinale a afirmativa correta.

- (A) O momento angular do planeta em relação ao Sol não se conserva nessa órbita, pois ela não é circular.
- (B) Como o vetor posição do planeta em relação ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais, o módulo da velocidade do planeta em toda a órbita é constante.
- (C) De acordo com a 2ª Lei de Kepler, a “lei das áreas”, a área varrida pelo vetor posição do planeta em relação ao Sol desde o ponto A até o ponto B é igual à área varrida por seu vetor posição desde o ponto C até o ponto D.
- (D) O intervalo de tempo gasto pelo planeta desde o ponto A até o ponto B é menor do que o gasto desde o ponto C até o ponto D.
- (E) Se o semieixo maior da órbita elíptica do planeta fosse três vezes maior, seu período seria duas vezes maior.



Realização

