

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

A história do pensamento científico, especificamente da física, remonta aos antigos gregos, sobretudo à física e à cosmologia aristotélicas, que podem ser consideradas precursoras da cosmologia antiga. Com base no pensamento e na física aristotélicas, julgue os itens seguintes.

- 51 Todo movimento requer um motor interno ou externo, o qual pode ser identificado com a sua causa.
- 52 Todo movimento necessita de um meio, no interior do qual qualquer corpo possa se deslocar.
- 53 Há duas espécies de movimentos: o movimento natural e o movimento forçado ou violento.
- 54 Os movimentos circulares e retilíneos são considerados movimentos naturais e perfeitos.

A revolução científica dos séculos XVI e XVII, configurada por Copérnico, Brahe, Kepler e Galileu, e da qual as teorias de Isaac Newton derivaram, delineou uma nova visão do universo e de suas leis, dando origem a uma nova física. Com relação a esse assunto, julgue os itens a seguir.

- 55 De acordo com as teorias de Galileu, havia relação direta entre o movimento e as mudanças que afetavam o corpo, portanto a concepção aristotélica de que o movimento necessitaria de um motor para produzi-lo e conservá-lo manteve-se inalterada.
- 56 Quando Copérnico propôs, no século XVI, seu sistema heliocêntrico, a ideia de que a Terra se movia, embora aceitável do ponto de vista físico, era inaceitável do ponto de vista astronômico-matemático.
- 57 Newton foi capaz de explicar o movimento de queda dos corpos na superfície da Terra, assim como explicar porque os planetas descreviam movimentos que atendiam às leis de Kepler.

A teoria da relatividade e a teoria quântica revolucionaram a física no início do século XX. Com relação a essas teorias, julgue os itens que se seguem.

- 58 Albert Einstein contribuiu na teoria quântica ao aplicar, com sucesso, a ideia de quanta de luz para a explicação de leis empíricas do efeito fotoelétrico.
- 59 De acordo com a teoria da relatividade especial, concebe-se espaço e tempo como dependentes do sistema de referência no qual um processo físico particular é medido.
- 60 De acordo com a teoria da relatividade especial, o princípio da relatividade e o princípio da constância da velocidade da luz são irreconciliáveis.
- 61 A partir do desafio de encontrar uma fórmula precisa e bem fundamentada relativa à distribuição espectral da radiação emitida por um corpo negro, Max Planck introduziu a ideia dos quanta de energia, dando origem à teoria quântica.

Considerando os fenômenos térmicos e os conceitos a eles relacionados, julgue os itens subsequentes.

- 62 Quando o vapor de água se condensa, o ar circundante é resfriado.
- 63 A temperatura de uma substância está relacionada ao movimento aleatório dos átomos ou moléculas que a constituem, sendo proporcional à energia cinética média translacional do seu movimento molecular.
- 64 A quantidade de calor trocado no contato entre um material a uma dada temperatura e diferentes materiais a uma mesma temperatura é invariável.

Acerca das propriedades térmicas de um dado sistema, julgue os itens subsequentes.

- 65 De acordo com a primeira lei da termodinâmica, quando flui calor para um sistema ou para fora dele, o sistema ganha ou perde uma quantidade de energia maior ou igual à quantidade de calor transferido.
- 66 Em um sistema que opera segundo o ciclo de Carnot, a razão entre o trabalho realizado e o calor recebido pelo referido sistema depende unicamente das temperaturas dos reservatórios térmicos a que o sistema está ligado.
- 67 As propriedades que são funções do estado de equilíbrio termodinâmico de um dado sistema não dependem da maneira pela qual tal equilíbrio é atingido.

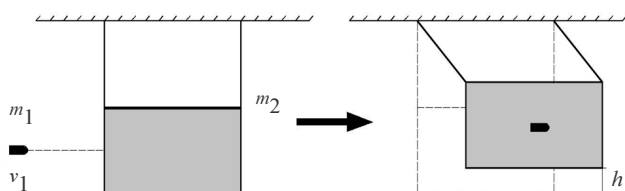
Considere um sistema composto por um fluido confinado em um recipiente cilíndrico, que, inicialmente, esteja em determinado estado de equilíbrio termodinâmico. Considere, ainda, que o fluido sofra um processo termodinâmico e volte ao estado inicial e que o processo cíclico seja tal que, ao voltar ao estado inicial, ele realize certo trabalho  $W > 0$ . A partir dessas informações, julgue os itens que se seguem.

- 68 Em uma máquina térmica real, o calor recebido pelo sistema é menor que o calor cedido ao meio externo.
- 69 Como o fluido volta ao estado inicial, a variação da energia interna é maior que zero.
- 70 Em um diagrama  $P \times V$  (pressão *versus* volume) de determinado processo cíclico termodinâmico, o trabalho corresponde à área da região interna ao ciclo.

RASCUNHO

Considerando que um corpo pontual varie sua posição em um espaço, de acordo com as seguintes relações parametrizadas:  $x(t) = 4 \cos\left(\frac{2\pi}{30}\right)$ ;  $y(t) = 4 \text{sen}\left(\frac{2\pi}{30}\right)$ ;  $z(t) = 0$ ; em que  $t$  representa o tempo em segundos, julgue os itens seguintes.

- 71 O módulo do vetor aceleração é constante, independente do tempo.
- 72 No período de tempo de  $t = 0$  s a  $t = 7,5$  s, enquanto, em módulo, a posição  $x$  diminui, a posição  $y$  aumenta.
- 73 O vetor que determina a taxa de variação espacial no tempo é igual tanto nas coordenadas  $x$  quanto em  $y$ .



Considere a figura acima, que apresenta um pêndulo balístico constituído de um bloco de massa  $m_2$  conhecida, inicialmente parado, unido por hastes ideais, e que um projétil de massa  $m_1$  e velocidade  $v_1$  tenha atingido o bloco, que se elevou a uma altura  $h$ , tão pequena que o problema pode ser considerado uma colisão inelástica unidimensional. Com base nessas informações e na figura acima, julgue os itens que se seguem.

- 74 Caso, após a colisão, o sistema bloco+projétil execute um movimento harmônico simples, o período do sistema será inversamente proporcional à sua massa total, pois quanto maior for a massa, mais rapidamente será repetido o ciclo.
- 75 A velocidade do projétil pode ser determinada, a partir da altura  $h$ , por meio da relação  $v_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \sqrt{2gh}$ .

No que se refere às aplicações das leis de Newton ao movimento dos satélites, julgue os itens subsequentes.

- 76 Sabendo-se que o raio da órbita de um satélite geoestacionário é de 42.000 km, é correto afirmar que a sua aceleração centrípeta é maior que  $0,2 \text{ m.s}^{-2}$ .
- 77 O período de revolução de um satélite artificial independe da massa desse satélite.

RASCUNHO

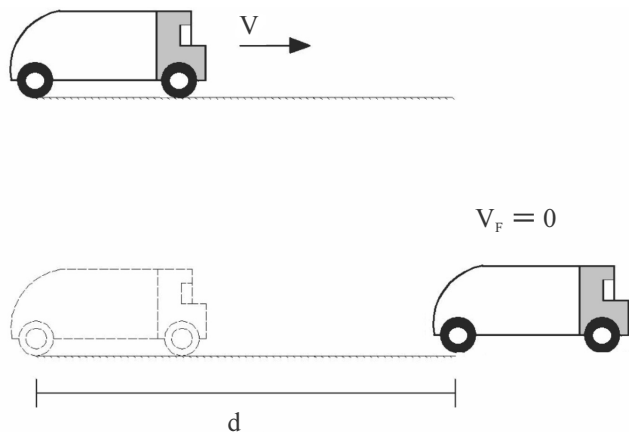


figura I

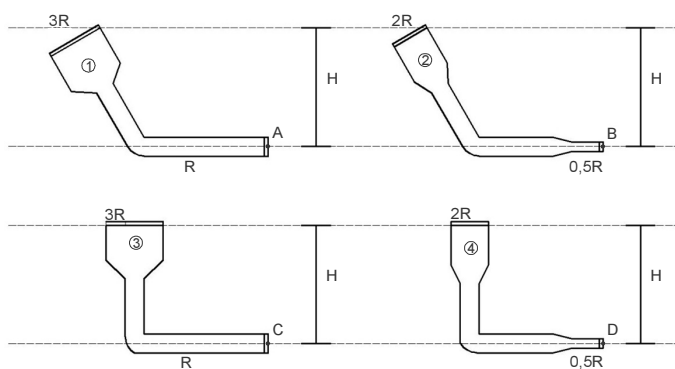


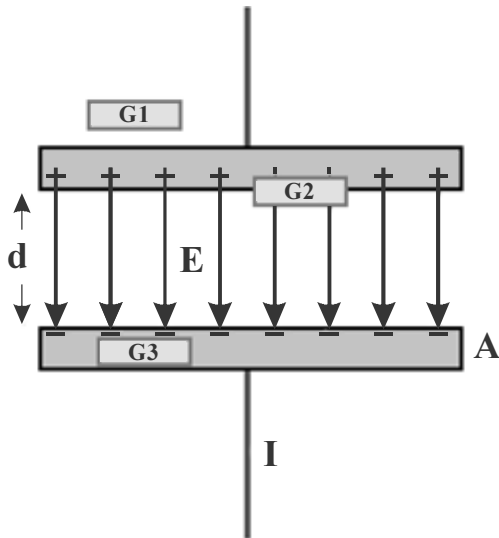
figura II

Um carro de massa  $M$  que se desloca com velocidade original  $v$  sofreu uma frenagem e percorreu uma distância  $d$  até parar, conforme representado na figura I. Para se testar o travamento das rodas desse carro, utilizaram-se os diferentes mecanismos hidráulicos representados na figura II, os quais se constituem de êmbolos com pistões circulares de raios múltiplos de  $R$ , com os condutos preenchidos com um óleo incompressível. O menor êmbolo é pressionado pelo motorista e o óleo confinado atua transmitindo a força para a extremidade de maior área.

Considerando o conjunto de informações acima, julgue os itens a seguir.

- 78 Se a superfície de contato das rodas com a superfície do solo for aumentada, mantendo-se o mesmo peso, a distância de frenagem será menor.
- 79 Para se determinar a velocidade original em função da distância de frenagem, a seguinte relação é válida:  $\sqrt{2g\mu d}$ , em que  $\mu$  é o coeficiente de atrito entre os pneus e o chão.
- 80 Do ponto de vista hidrostático, as pressões, nos pontos A, B, C e D representados na figura II, seguem a seguinte ordem crescente:  $B > D > A > C$ .
- 81 Em uma frenagem, para uma mesma força aplicada, é melhor utilizar o mecanismo hidráulico 4 que o mecanismo hidráulico 3.

RASCUNHO



A figura acima apresenta um capacitor de placas circulares metálicas paralelas de área  $A = \pi r^2$ , em que  $r$  é o raio de cada placa, separadas por uma distância  $d$  e um fio que transporta uma corrente  $I$  responsável pelo carregamento do capacitor. Nessa figura,  $G1$ ,  $G2$  e  $G3$  são superfícies de Gauss, consideradas cilíndricas, de área de base  $\Delta A$ , colocadas em diferentes posições do capacitor.

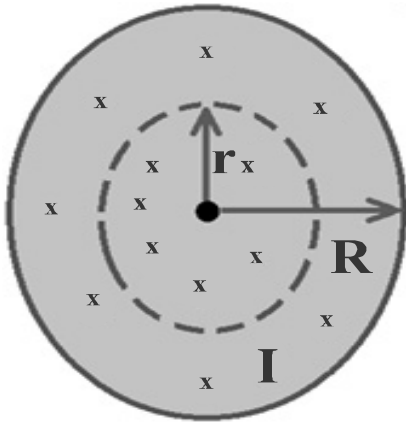
Considerando as informações acima, julgue os itens a seguir.

- 82 A dependência geométrica da diferença de potencial  $V$  entre as placas é dada por  $V \propto \frac{d}{r^2}$ .
- 83 A densidade de corrente de deslocamento  $j_d$  é dada por  $j_d = \frac{I}{\pi r^2}$ .
- 84 Se o capacitor acima for ligado em série a um resistor  $R$  e a uma bateria, ele levará um tempo maior que  $\epsilon_0 R \frac{\pi r^2}{d}$  para carregar 50% da sua carga máxima.
- 85 Os efeitos de borda podem ser desprezados se  $d \geq r$ .
- 86 De acordo com a Lei de Gauss,  $\oint_{G3} \vec{E} \cdot d\vec{A}$  é diferente de zero.

Considere uma onda eletromagnética cujo campo elétrico é descrito por  $\vec{E} = E_0 \sin(kx - \omega t) \hat{j}$ , em que  $\vec{k} = k \hat{i}$ ,  $|\vec{k}| = 6,28 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$  e  $E_0 = 6 \text{ V/m}$  e que  $\hat{i}$  e  $\hat{j}$  sejam vetores unitários nas direções  $x$  e  $y$ , respectivamente. Considere, ainda, que a velocidade da luz seja igual a  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ . Com base nessas informações, julgue os itens que se seguem.

- 87 A intensidade da onda corresponde ao valor médio no tempo do módulo do vetor de Poynting.
- 88 O comprimento dessa onda é menor que  $0,1 \mu\text{m}$ .

RASCUNHO



Considerando a figura acima, na qual é esquematizada a seção transversal de um fio, de raio  $R$ , percorrido uniformemente por uma corrente  $I$ , que está em direção perpendicular à folha de papel e apontando para dentro da folha, julgue os próximos itens.

- 89 O módulo do vetor indução magnética  $B$ , na posição  $r$ , é inversamente proporcional a  $r$ , ou seja,  $B \propto r^{-1}$ .
- 90 A direção do vetor indução magnética  $B$ , a uma distância  $r$ , é tangente ao círculo tracejado, no plano da folha de papel, e aponta no sentido anti-horário.

Considere que um bloco de 0,5 kg oscile ao longo do eixo  $x$  sobre uma superfície sem atrito, preso a uma mola ideal. Considere, ainda, que a equação  $v_x(t) = 4\text{sen}(8\pi t - \pi/2)$  descreva a velocidade do bloco em função do tempo, em que o comprimento é dado em metros e o tempo em segundos. Acerca do movimento desse bloco, julgue os itens seguintes.

- 91 A amplitude da oscilação é igual a 4 m.
- 92 A aceleração máxima do bloco é  $32\pi \text{ m/s}^2$ .
- 93 A constante elástica da mola é igual a  $32\pi^2 \text{ N/m}$ .
- 94 Em  $t = 0,125 \text{ s}$ , a partícula passa pela posição  $x = 4 \text{ m}$ .
- 95 O período de oscilação do bloco é igual a  $\pi/2$  segundos.

Considere que uma onda se propague ao longo de uma corda ideal esticada, de densidade linear igual a  $0,05 \text{ kg/m}$ , obedecendo a função  $y(x,t) = (0,5)\text{sen}[\pi(0,5x + 2,5t)]$ , em que o comprimento é expresso em metros e o tempo em segundos. Com relação a essa onda, julgue os itens que se seguem.

- 96 A onda se propaga na direção  $-x$ .
- 97 A tensão na corda é de 1,25 N.
- 98 A taxa média de energia transportada pela onda ao longo da corda é superior a 1 W.
- 99 Se uma segunda onda descrita pela equação  $y'(x,t) = (0,5)\text{sen}[\pi(0,5x + 2,5t + 0,5)]$  passar e se propagar na corda, na mesma direção e sentido, junto com a primeira, a amplitude da onda resultante será igual a 1 m.
- 100 O comprimento de onda é igual a 0,5 m.
- 101 A velocidade de propagação da onda é igual a  $2,5\pi \text{ m/s}$ .

RASCUNHO

Acerca das propriedades das ondas eletromagnéticas, julgue os itens a seguir.

**102** A taxa, por unidade de área, com a qual uma onda eletromagnética transporta energia é descrita por um vetor,

$$\text{denominado vetor de Poynting, definido como } S = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B},$$

em que  $\mu_0$  é a permeabilidade magnética do vácuo,  $\vec{E}$  o campo elétrico e  $\vec{B}$  o campo magnético.

**103** As ondas eletromagnéticas possuem momento linear, portanto podem exercer pressão sobre um objeto opaco ao iluminá-lo.

**104** As ondas eletromagnéticas, assim como as ondas em uma corda esticada, requerem um meio material de propagação.

**105** Em uma onda eletromagnética, o campo elétrico oscila perpendicularmente à direção do campo magnético e paralelamente à direção de propagação da onda.

As paredes de vidro de um aquário apresentam 2,50 m de espessura e índice de refração igual a 1,550. O aquário está cheio de metanol, cujo índice de refração é de 1,329. Um feixe de luz passa pelo ar e atinge o vidro, formando um ângulo de 41,3 graus com a normal do vidro.

Considerando que o índice de refração do ar seja igual a 1,00, julgue os itens subsequentes, a respeito da propagação da luz nas interfaces ar-vidro, vidro-líquido.

**106** Para se observar o efeito denominado reflexão interna total, na interface vidro-líquido, deve-se utilizar um líquido mais refringente que o vidro.

**107** Suponha que o tanque seja esvaziado e, em seguida, preenchido com um líquido desconhecido. Nessa situação, se a luz incide com o mesmo ângulo de 41,3 graus e se propaga no líquido fazendo um ângulo de 20,2 graus com a normal, é correto afirmar que o índice de refração do líquido desconhecido é igual a  $[(1,00)\text{sen}(41,3^\circ)]/\text{sen}(20,2^\circ)$ .

Quando um feixe de luz monocromático proveniente de uma fonte distante atravessa uma fenda estreita e é interceptado por uma tela de observação, observa-se nessa tela uma figura de difração.

Acerca da figura de difração acima referida, julgue os itens que se seguem.

**108** A presença da figura de difração observada no anteparo não pode ser explicada pela óptica geométrica, visto que se a luz viajasse em linha reta, na forma de raios, o que seria observado na tela seria a imagem da fenda e não uma sequência de regiões claras e escuras.

**109** A figura é composta por um máximo central e uma série de máximos secundários ou laterais, dos dois lados do máximo central, todos de mesma intensidade.

RASCUNHO

Ao se relacionar as coordenadas  $(x,y,z)$  de um objeto puntiforme em relação a um sistema de referências  $S$ , com as coordenadas  $(x',y',z')$  desse objeto em relação a um segundo sistema de referência  $S'$ , que se move em relação ao sistema  $S$  com velocidade  $u$  próxima de zero no sentido positivo do eixo  $x$ , utiliza-se a chamada transformação de coordenadas de Galileu. Considerando essa informação e o caso geral, em que a velocidade  $u$  não é necessariamente próxima de zero, julgue os itens seguintes.

110 Como na transformação de Galileu, o tempo no referencial  $S'$  é idêntico ao tempo no referencial  $S$ .

111 Suponha que Marta esteja no sistema de referências  $S'$  e se mova para a direita (direção  $+x$ ) a uma velocidade  $u=0,6c$ , se afastando de Paulo, que está estacionário em relação ao sistema de referência  $S$ . Se Marta mede a velocidade,  $v'$ , de uma partícula que se afasta em relação à sua direita, isso implica que a velocidade da partícula que Paulo mede, em relação ao sistema de referências  $S$ , é maior que  $0,8c$ , em que  $c$  é a velocidade da luz.

112 Considerando  $c$  a velocidade da luz, no caso mais geral em que a velocidade  $u$  não é necessariamente próxima de zero, é correto afirmar que as coordenadas  $(x,y,z)$  estão relacionadas

às coordenadas  $(x',y',z')$  pelas relações  $x' = \frac{x - ut}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}}$ ,  $y' = y$  e

$z' = z$ , em que se  $t = t' = 0$ , as origens de  $S$  e  $S'$  coincidem.

Um dos trabalhos pioneiros da mecânica quântica foi o de Max Planck, em 1900, que esclareceu a natureza, ao mesmo tempo corpuscular e ondulatória, da radiação eletromagnética. Acerca dessa teoria, julgue os itens que se seguem.

113 O comprimento de onda de um homem de 75 kg que se move com velocidade de 3,6 km/h é muito pequeno para ser detectado experimentalmente, entretanto, no caso de um projétil de 5 g que se move a uma velocidade de 340 m/s, é possível detectar indícios do comportamento ondulatório da matéria.

114 Uma partícula em movimento, como um elétron ou próton, por exemplo, pode ser descrita por uma onda de matéria, cujo comprimento de onda de de Broglie é dado por  $\lambda = \frac{h}{p}$ , em

que  $h$  é a constante de Planck e  $p$  é o momento linear da partícula.

115 A energia cinética de um elétron com comprimento de onda de de Broglie igual a 250 nm é 1.640 vezes maior que a energia de um fóton com o mesmo comprimento de onda.

O estudo das ondas em uma corda de comprimento finito e presa nas extremidades, esticada ao longo do eixo  $x$ , revela que a corda só comporta um número discreto de frequências de oscilação. Um resultado análogo é obtido quando se estuda as ondas de matéria, descritas pela mecânica quântica.

Considerando as informações acima apresentadas e as propriedades da onda de matéria associada a um elétron não relativístico, confinado a uma região do espaço em um poço de potencial unidimensional infinito, descrito pela energia potencial  $U(x)$ , dada por  $U=0$  para  $0 < x < L$  e  $U \rightarrow \infty$ , para  $x < 0$  e  $x > L$ , julgue os itens a seguir.

- 116 Para o elétron confinado no potencial  $U(x)$  passar de um estado de menor energia ( $E_{menor}$ ) para um estado de maior energia ( $E_{maior}$ ), ele deve receber, exatamente, a quantidade de energia  $\Delta E = (E_{maior} - E_{menor})$ .
- 117 Resolvendo a equação de onda para o potencial  $U(x)$ , conclui-se que não é permitido ao elétron possuir qualquer energia, mas apenas um conjunto discreto de energias.
- 118 A menor energia possível de um elétron em um poço de potencial infinito unidimensional é a energia do estado fundamental, a qual pode ser igual a zero.
- 119 No estado fundamental, é provável que o elétron seja encontrado no centro da caixa.
- 120 Para um poço  $U(x)$  de largura  $L$  fixa, a separação entre a energia de dois estados consecutivos é sempre igual.

RASCUNHO



## PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando, caso deseje, o espaço para rascunho indicado no presente caderno. Em seguida, transcreva o texto para a **FOLHA DE TEXTO DEFINITIVO DA PROVA DISCURSIVA**, no local apropriado, pois **não será avaliado fragmento de texto escrito em local indevido**.
- Qualquer fragmento de texto que ultrapassar a extensão máxima de linhas disponibilizadas será desconsiderado.
- Na **folha de texto definitivo**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.
- Ao domínio do conteúdo serão atribuídos até **20,00 pontos**, dos quais até **1,00 ponto** será atribuído ao quesito apresentação (legibilidade, respeito às margens e indicação de parágrafos) e estrutura textual (organização das ideias em texto estruturado).

---

Ao se retirar uma lata ou uma garrafa de refrigerante de um refrigerador comum, sobretudo em dias úmidos, observa-se a formação de gotículas de água na superfície externa da lata ou da garrafa. Do mesmo modo, ao se abrir uma lata ou garrafa de refrigerante — ou qualquer outra bebida gasosa —, pode-se verificar a formação de uma pequena névoa esbranquiçada na boca da lata (ou garrafa). O fenômeno é fugaz, mas nitidamente perceptível em dias úmidos.

---

Tendo o texto acima como referência, redija um texto dissertativo no qual se explique os dois fenômenos físicos acima apresentados, com base nos princípios e nas leis da termodinâmica pertinentes a eles. No seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ condensação; [valor: 5,00 pontos]
  - ▶ pressão atmosférica; [valor: 4,50 pontos]
  - ▶ energia interna de um gás; [valor: 5,00 pontos]
  - ▶ trabalho realizado por um gás em um processo de expansão. [valor: 4,50 pontos]
-

**RASCUNHO**

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	



**cespeUnB**

Centro de Seleção e de Promoção de Eventos