

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

VESTIBULAR 2017



PROVA DE FÍSICA

INSTRUÇÕES

1. Esta prova tem duração de **quatro horas**.
2. Não é permitido deixar o local de exame antes de decorridas **duas horas** do inicio da prova.
3. Você poderá usar **apenas** lápis (ou lapiseira), caneta preta de material transparente, borracha e régua. **É proibido portar qualquer outro material escolar**.
4. Esta prova é composta de **20 questões de múltipla escolha** (numeradas de 01 a 20) e de **10 questões dissertativas** (numeradas de 21 a 30).
5. As 20 questões de múltipla escolha correspondem a 50% do valor da prova e as questões dissertativas, aos 50% restantes.
6. Você recebeu este **caderno de questões e um caderno de soluções com duas folhas de rascunho**. Verifique se o caderno de questões está completo.
7. Numere sequencialmente de 21 a 30, a partir do verso da capa, cada página do caderno de soluções. O número atribuído a cada página corresponde ao da questão a ser resolvida. **Não escreva no verso da parte superior da capa (região sombreada) do caderno de soluções. As folhas centrais coloridas deverão ser utilizadas apenas como rascunho e, portanto, não devem ser numeradas e nem destacadas pelo candidato.**
8. Cada questão de múltipla escolha admite **uma única resposta**.
9. As resoluções das questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, podem ser feitas a lápis e devem ser apresentadas de forma clara, concisa e completa. Respeite a ordem e o espaço disponível no caderno de soluções. Sempre que possível, use desenhos e gráficos.
10. Antes do final da prova, você receberá uma **folha de leitura óptica, destinada à transcrição das questões numeradas de 1 a 20**. Usando **caneta preta de material transparente**, assinale a opção correspondente à resposta de cada uma das questões de múltipla escolha. Você deve preencher todo o campo disponível para a resposta, sem extrapolar-lhe os limites, conforme instruções na folha de leitura óptica.
11. Cuidado para não errar no preenchimento da folha de leitura óptica. Se isso ocorrer, avise o fiscal, que lhe fornecerá uma folha extra, com o cabeçalho devidamente preenchido.
12. **Não haverá tempo suplementar para o preenchimento da folha de leitura óptica.**
13. Na última página do caderno de soluções, existe uma reprodução da folha de leitura óptica, que deverá ser preenchida com um simples traço a lápis durante a realização da prova.
14. A **não devolução** do caderno de soluções, do caderno de questões e/ou da folha de leitura óptica implicará a **desclassificação do candidato**.
15. No dia 20/12/2016, a partir das 10:00 horas, o gabarito da parte objetiva desta prova estará disponibilizado no **site** do ITA (www.vestibular.ita.br).
16. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.**

Quando precisar use os seguintes valores para constantes: Aceleração da gravidade: 10 m/s^2 . Calor específico da água: $1,0 \text{ cal/g.K}$. Conversão de unidade: $1,0 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$. Massa específica da água: 1 g/cm^3 . Massa da Terra: $6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$. Raio da Terra: $6,4 \times 10^6 \text{ m}$. Constante de Boltzman: $k_B = 1,4 \times 10^{-23} \text{ J/K}$. Constante dos gases: $R = 8,3 \text{ J/mol.K}$. Massa atômica de alguns elementos químicos: $M_C = 12 \text{ u}$, $M_O = 16 \text{ u}$, $M_N = 14 \text{ u}$, $M_{Ar} = 40 \text{ u}$, $M_{Ne} = 20 \text{ u}$, $M_{He} = 4 \text{ u}$. Velocidade do som no ar: 340 m/s . Massa específica do mercúrio: $13,6 \text{ g/cm}^3$. Permeabilidade magnética do vácuo: $4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$. Constante de Gravitação universal $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg.s}^2$.

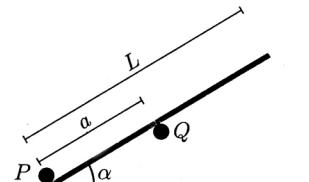
Questão 1. Ondas gravitacionais foram previstas por Einstein em 1916 e diretamente detectadas pela primeira vez em 2015. Sob determinadas condições, um sistema girando com velocidade angular w irradia tais ondas com potência proporcional a $Gc^\beta Q^\gamma w^\delta$, em que G é a constante de gravitação universal; c , a velocidade da luz e Q , uma grandeza que tem unidade em kg.m^2 . Assinale a opção correta.

- A () $\beta = -5$, $\gamma = 2$, e $\delta = 6$
 B () $\beta = -3/5$, $\gamma = 4/3$, e $\delta = 4$
 C () $\beta = -10/3$, $\gamma = 5/3$, e $\delta = 5$

- D () $\beta = 0$, $\gamma = 1$, e $\delta = 3$
 E () $\beta = -10$, $\gamma = 3$, e $\delta = 9$

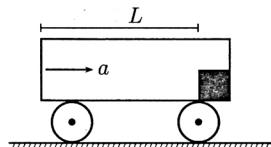
Questão 2. Um bastão rígido e uniforme, de comprimento L , toca os pinos P e Q fixados numa parede vertical, interdistantes de a , conforme a figura. O coeficiente de atrito entre cada pino e o bastão é μ , e o ângulo deste com a horizontal é α . Assinale a condição em que se torna possível o equilíbrio estático do bastão.

- A () $L \geq a(1 + \tan \alpha/\mu)$
 B () $L \geq a(-1 + \tan \alpha/\mu)$
 C () $L \geq a(1 + \tan \alpha/2\mu)$
 D () $L \geq a(-1 + \tan \alpha/2\mu)$
 E () $L \geq a(1 + \tan \alpha/\mu)/2$



Questão 3. Na figura, o vagão move-se a partir do repouso sob a ação de uma aceleração a constante. Em decorrência, desliza para trás o pequeno bloco apoiado em seu piso de coeficiente de atrito μ . No instante em que o bloco percorrer a distância L , a velocidade do bloco, em relação a um referencial externo, será igual a

- A () $g\sqrt{L}/\sqrt{a - \mu g}$
 B () $g\sqrt{L}/\sqrt{a + \mu g}$
 C () $\mu g\sqrt{L}/\sqrt{a - \mu g}$
 D () $\mu g\sqrt{2L}/\sqrt{a - \mu g}$
 E () $\mu g\sqrt{2L}/\sqrt{a + \mu g}$



Questão 4. Carregada com um potencial de 100 V , flutua no ar uma bolha de sabão condutora de eletricidade, de 10 cm de raio e $3,3 \times 10^{-6} \text{ cm}$ de espessura. Sendo a capacidade de uma esfera condutora proporcional ao seu raio, assinale o potencial elétrico da gota esférica formada após a bolha estourar.

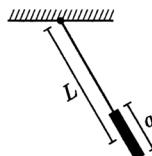
- A () 6 kV B () 7 kV C () 8 kV D () 9 kV E () 10 kV

Questão 5. Considere um automóvel com tração dianteira movendo-se aceleradamente para a frente. As rodas dianteiras e traseiras sofrem forças de atrito respectivamente para:

- A () frente e frente. C () trás e frente. E () frente e não sofrem atrito.
 B () frente e trás. D () trás e trás.

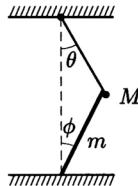
Questão 6. Na figura, um tubo fino e muito leve, de área de seção reta S e comprimento a , encontra-se inicialmente cheio de água de massa M e massa específica ρ . Graças a uma haste fina e de peso desprezível, o conjunto forma um pêndulo simples de comprimento L medido entre o ponto de suspensão da haste e o centro de massa inicial da água. Posto a oscilar, no instante inicial começa a pingar água pela base do tubo a uma taxa constante $r = -\Delta M/\Delta t$. Assinale a expressão da variação temporal do período do pêndulo.

- A () $2\pi\sqrt{L}/\sqrt{g}$
 B () $2\pi\sqrt{\rho LS - rt}/\sqrt{\rho Sg}$
 C () $2\pi\sqrt{\rho LS + rt}/\sqrt{\rho Sg}$
 D () $2\pi\sqrt{2\rho LS - rt}/\sqrt{2\rho Sg}$
 E () $2\pi\sqrt{2\rho LS + rt}/\sqrt{2\rho Sg}$



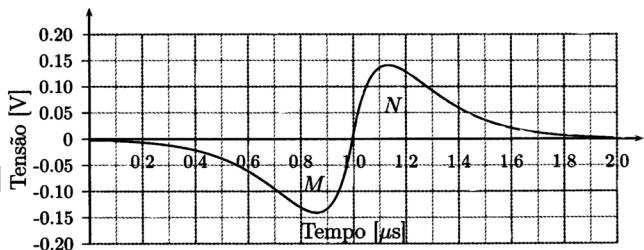
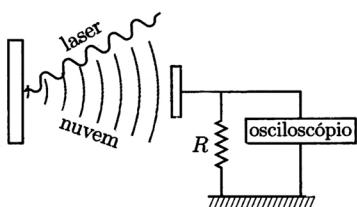
Questão 7. Na figura, a extremidade de uma haste delgada livre, de massa m uniformemente distribuída, apoia-se sem atrito sobre a massa M do pêndulo simples. Considerando o atrito entre a haste e o piso, assinale a razão M/m para que o conjunto permaneça em equilíbrio estático.

- A () $\tan \phi/2 \tan \theta$
 B () $(1 - \tan \phi)/4 \sin \theta \cos \phi$
 C () $(\sin 2\phi \cot \theta - 2 \sin^2 \theta)/4$
 D () $(\sin \phi \cot \theta - 2 \sin^2 \theta)/4$
 E () $(\sin 2\phi \cot \theta - \sin^2 \theta)/4$



Questão 8. Em um experimento no vácuo, um pulso intenso de laser incide na superfície de um alvo sólido, gerando uma nuvem de cargas positivas, elétrons e átomos neutros. Uma placa metálica, ligada ao terra por um resistor R de 50Ω , é colocada a 10 cm do alvo e intercepta parte da nuvem, sendo observado no osciloscópio o gráfico da variação temporal da tensão sobre o resistor. Considere as seguintes afirmativas:

- I. A área indicada por M no gráfico é proporcional à carga coletada de elétrons, e a indicada por N é proporcional à de cargas positivas coletadas.
 II. A carga total de elétrons coletados que atinge a placa é aproximadamente do mesmo valor (em módulo) que a carga total de cargas positivas coletadas, e mede aproximadamente 1 nC .
 III. Em qualquer instante a densidade de cargas positivas que atinge a placa é igual à de elétrons.



Esta(s) correta(as) apenas

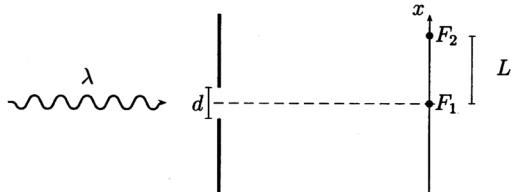
- A () I.
 B () II.
 C () III.
 D () I e II.
 E () II e III.

Questão 9. Uma placa é feita de um metal cuja função trabalho W é menor que $h\nu$, sendo ν uma frequência no intervalo do espectro eletromagnético visível e h a constante de Planck. Deixada exposta, a placa interage com a radiação eletromagnética proveniente do Sol absorvendo uma potência P . Sobre a ejeção de elétrons da placa metálica nesta situação é correto afirmar que os elétrons

- A () não são ejetados instantaneamente, já que precisam de um tempo mínimo para acúmulo de energia.
 B () podem ser ejetados instantaneamente com uma mesma energia cinética para qualquer elétron.
 C () não podem ser ejetados pois a placa metálica apenas reflete toda a radiação.
 D () podem ser ejetados instantaneamente, com energia que depende da frequência da radiação absorvida e da energia do elétron no metal.
 E () não podem ser ejetados instantaneamente e a energia cinética após a ejeção depende da frequência da radiação absorvida e da energia do elétron no metal.

Questão 10. A figura mostra dois anteparos opacos à radiação, sendo um com fenda de tamanho variável d , com centro na posição $x = 0$, e o outro com dois fotodetectores de intensidade da radiação, tal que F_1 se situa em $x = 0$ e F_2 , em $x = L > 4d$. No sistema incide radiação eletromagnética de comprimento de onda λ constante. Num primeiro experimento, a relação entre d e λ é tal que $d \gg \lambda$, e são feitas as seguintes afirmativas: **I.** Só F_1 detecta radiação. **II.** F_1 e F_2 detectam radiação. **III.** F_1 não detecta e F_2 detecta radiação. Num segundo experimento, d é reduzido até à ordem do comprimento de λ e, neste caso, são feitas estas afirmativas: **IV.** F_2 detecta radiação de menor intensidade que a detectada em F_1 . **V.** Só F_1 detecta radiação. **VI.** Só F_2 detecta radiação. Assinale as afirmativas possíveis para a detecção da radiação em ambos os experimentos.

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



Questão 11. Um sistema é constituído por uma sequência vertical de N molas ideais interligadas, de mesmo comprimento natural ℓ e constante elástica k , cada qual acoplada a uma partícula de massa m . Sendo o sistema suspenso a partir da mola 1 e estando em equilíbrio estático, pode-se afirmar que o comprimento da

- A () mola 1 é igual a $\ell + (N - 1)mg/k$.
 B () mola 2 é igual a $\ell + Nmg/k$.
 C () mola 3 é igual a $\ell + (N - 2)mg/k$.
 D () mola $N - 1$ é igual a $\ell + mg/k$.
 E () mola N é igual a ℓ .

Questão 12. Elétrons com energia cinética inicial de 2 MeV são injetados em um dispositivo (bétatron) que os acelera em uma trajetória circular perpendicular a um campo magnético cujo fluxo varia a uma taxa de 1 000 Wb/s. Assinale a energia cinética final alcançada pelos elétrons após 500 000 revoluções.

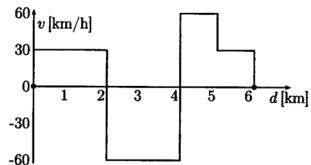
- | | |
|---------------|---------------|
| A () 498 MeV | D () 504 MeV |
| B () 500 MeV | E () 506 MeV |
| C () 502 MeV | |

Questão 13. Uma carga q de massa m é solta do repouso num campo gravitacional g onde também atua um campo de indução magnética uniforme de intensidade B na horizontal. Assinale a opção que fornece a altura percorrida pela massa desde o repouso até o ponto mais baixo de sua trajetória, onde ela fica sujeita a uma aceleração igual e oposta à que tinha no início.

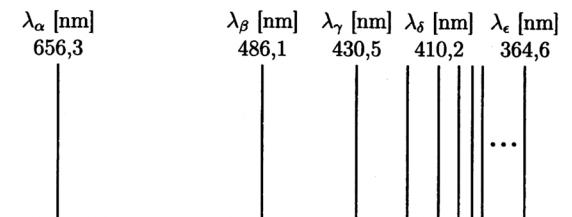
- A () $g(m/qB)^2$ C () $2g(m/qB)^2$ E () $g(m/qB)^2/2$
 B () $g(qB/m)^2$ D () $2g(qB/m)^2$

Questão 14. Um automóvel percorre um trecho retilíneo de uma rodovia. A figura mostra a velocidade do carro em função da distância percorrida, em km, indicada no odômetro. Sabendo que a velocidade escalar média no percurso é de 36 km/h, assinale respectivamente o tempo total dispendido e a distância entre os pontos inicial e final do percurso.

- A () 9 min e 2 km.
 B () 10 min e 2 km.
 C () 15 min e 2 km.
 D () 15 min e 3 km.
 E () 20 min e 2 km.



Questão 15. Num experimento que mede o espectro de emissão do átomo de hidrogênio, a radiação eletromagnética emitida pelo gás hidrogênio é colimada por uma fenda, passando a seguir por uma rede de difração. O espectro obtido é registrado em chapa fotográfica, cuja parte visível é mostrada na figura.



Pode-se afirmar que

- A () O modelo de Bohr explica satisfatoriamente as linhas do espectro visível do átomo de Hidrogênio.
 B () Da esquerda para a direita as linhas correspondem a comprimentos de onda do violeta ao vermelho.
 C () O espaçamento entre as linhas adjacentes decresce para um limite próximo ao infravermelho.
 D () As linhas do espectro encontrado são explicadas pelo modelo de Rutherford.
 E () Balmer obteve em 1885 a fórmula empírica para o comprimento de onda: $\lambda = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$, em que $n = 3, 4, \dots$ e R é a constante de Rydberg.

Questão 16. Com os motores desligados, uma nave executa uma trajetória circular com período de 5 400 s próxima à superfície do planeta em que orbita. Assinale a massa específica média desse planeta.

- A () $1,0 \text{ g/cm}^3$
 B () $1,8 \text{ g/cm}^3$
 C () $2,4 \text{ g/cm}^3$
 D () $4,8 \text{ g/cm}^3$
 E () $20,0 \text{ g/cm}^3$

Questão 17. Um emissor E_1 de ondas sonoras situa-se na origem de um sistema de coordenadas e um emissor E_2 , num ponto do seu eixo y , emitindo ambos o mesmo sinal de áudio senoidal de comprimento de onda λ , na frequência de 34 kHz. Mediante um receptor R situado num ponto do eixo x a 40 cm de E_1 , observa-se a interferência construtiva resultante da superposição das ondas produzidas por E_1 e E_2 . É igual a λ a diferença entre as respectivas distâncias de E_2 e E_1 até R . Variando a posição de E_2 ao longo de y , essa diferença chega a 10λ . As distâncias (em centímetros) entre E_1 e E_2 nos dois casos são

A () 9 e 30.

C () 12,8 e 26,4.

E () 12,8 e 128

B () 1 e 10.

D () 39 e 30.

Questão 18. Uma transformação cíclica $XYZX$ de um gás ideal indicada no gráfico $P \times V$ opera entre dois extremos de temperatura, em que YZ é um processo de expansão adiabática reversível. Considere $R = 2,0 \text{ cal/mol.K} = 0,082 \text{ atm}\cdot\ell/\text{mol.K}$, $P_Y = 20 \text{ atm}$, $V_Z = 4,0 \ell$, $V_Y = 2,0 \ell$ e a razão entre as capacidades térmicas molar, a pressão e a volume constante, dada por $C_P/C_V = 2,0$. Assinale a razão entre o rendimento deste ciclo e o de uma máquina térmica ideal operando entre os mesmos extremos de temperatura.

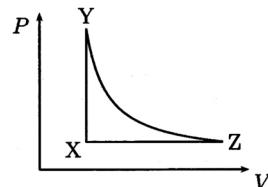
A () 0,38

B () 0,44

C () 0,55

D () 0,75

E () 2,25



Questão 19. Uma onda harmônica propaga-se para a direita com velocidade constante em uma corda de densidade linear $\mu = 0,4 \text{ g/cm}$. A figura mostra duas fotos da corda, uma num instante $t = 0 \text{ s}$ e a outra no instante $t = 0,5 \text{ s}$. Considere as seguintes afirmativas:

I. A velocidade mínima do ponto P da corda é de 3 m/s.

II. O ponto P realiza um movimento oscilatório com período de 0,4 s.

III. A corda está submetida a uma tensão de 0,36 N.

Assinale a(s) afirmativa(s) possível(possíveis) para o movimento da onda na corda

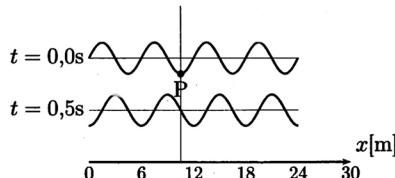
A () I.

B () II.

C () III.

D () I e II.

E () II e III.



Questão 20. Água de um reservatório é usada para girar um moinho de raio R com velocidade angular w constante graças ao jato que flui do orifício de área S situado a uma profundidade h do seu nível. Com o jato incidindo perpendicularmente em cada pá, com choque totalmente inelástico, calcule o torque das forças de atrito no eixo do moinho, sendo ρ e g , respectivamente, a massa específica da água e a aceleração da gravidade.

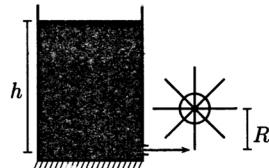
A () $2\rho ghRS$

B () $\rho R^2 S w \sqrt{2gh}$

C () $2\rho ghRS(1 - \sqrt{2gh}/wR)$

D () $2\rho ghRS(1 - wR/\sqrt{2gh})$

E () $\rho R^2 S w \sqrt{2gh}(1 - wR/\sqrt{2gh})$



As Questões de 21 a 30 devem ser resolvidas no caderno de soluções

Questão 21. Em queda livre a partir do repouso, um imã atravessa longitudinalmente o interior de um tubo de plástico, sem tocar-lhe as paredes, durante um intervalo de tempo Δt . Caso este tubo fosse de metal, o tempo para essa travessia seria maior, igual ou menor que Δt ? Justifique sua resposta.

Questão 22. Suponha que a atmosfera de Vênus seja composta dos gases CO₂, N₂, Ar, Ne e He, em equilíbrio térmico a uma temperatura $T = 735$ K. a) Determine a razão entre a velocidade quadrática média das moléculas de cada gás e a velocidade de escape nesse planeta. b) Que conclusão pode ser obtida sobre a provável concentração desses gases nessa atmosfera? Obs.: Considere Vênus com o raio igual ao da Terra e a massa igual a 0,810 vezes a desta.

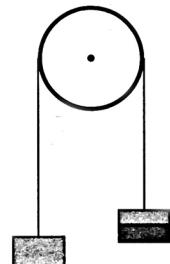
Questão 23. De uma planície horizontal, duas partículas são lançadas de posições opostas perfazendo trajetórias num mesmo plano vertical e se chocando elasticamente no ponto de sua altitude máxima – a mesma para ambas. A primeira partícula é lançada a 30° e aterriza a 90°, também em relação ao solo, a uma distância L de seu lançamento. A segunda é lançada a 60° em relação ao solo. Desprezando a resistência do ar, determine: a) a relação entre as massas das partículas, b) a distância entre os pontos de lançamento e c) a distância horizontal percorrida pela segunda partícula.

Questão 24. Duas cordas de mesmo comprimento, de densidades lineares μ_1 e μ_2 , tendo a primeira o dobro da massa da outra, são interconectadas formando uma corda única afixada em anteparos interdistantes de ℓ . Dois pulsos propagam-se ao mesmo tempo em sentidos opostos nessa corda. Determine o instante e a posição em que os pulsos se encontram sabendo que a corda está submetida a uma tensão T .

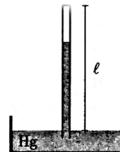
Questão 25. Dispondo de até 5 resistências R , monte um circuito no interior da caixa da figura, tal que a) com uma bateria de tensão V entre os terminais AB, um voltímetro entre os terminais CD mede uma diferença de potencial $V/2$, e b) com essa bateria entre os terminais CD, um amperímetro entre os terminais AB mede uma corrente igual a $V/3R$.



Questão 26. Mediante um fio inextensível e de peso desprezível, a polia da figura suporta à esquerda uma massa de 60 kg, e à direita, uma massa de 55 kg tendo em cima outra de 5 kg, de formato anelar, estando este conjunto a 1 m acima da massa da esquerda. Num dado instante, por um dispositivo interno, a massa de 5 kg é lançada para cima com velocidade $v = 10$ m/s, após o que, cai e se choca inelasticamente com a de 55 kg. Determine a altura entre a posição do centro de massa de todo o sistema antes do lançamento e a deste centro logo após o choque.



Questão 27. Em equilíbrio, o tubo emborcado da figura contém mercúrio e ar aprisionado. Com a pressão atmosférica de 760 mm de Hg a uma temperatura de 27°C, a altura da coluna de mercúrio é de 750 mm. Se a pressão atmosférica cai a 740 mm de Hg a uma temperatura de 2°C, a coluna de mercúrio é de 735 mm. Determine o comprimento ℓ aparente do tubo.



Questão 28. Deseja-se aquecer uma sala usando uma máquina térmica de potência P operando conforme o ciclo de Carnot, tendo como fonte de calor o ambiente externo à temperatura T_1 . A troca de calor através das paredes se dá a uma taxa $\kappa(T_2 - T_1)$, em que T_2 é a temperatura da sala num dado instante e κ , uma constante com unidade em J/s.K. Pedem-se: a) A temperatura final de equilíbrio da sala. b) A nova temperatura de equilíbrio caso se troque a máquina térmica por um resistor dissipando a mesma potência P . c) Entre tais equipamentos, indique qual o mais adequado em termos de consumo de energia. Justifique.

Questão 29. Num ponto de coordenadas $(0,0,0)$ atua na direção x um campo de indução magnética com $2 \times 10^{-5} \text{ T}$ de intensidade. No espaço em torno deste ponto coloca-se um fio retilíneo, onde flui uma corrente de 5 A, acarretando nesse ponto um campo de indução magnética resultante de $2\sqrt{3} \times 10^{-5} \text{ T}$ na direção y . Determine o lugar geométrico dos pontos de intersecção do fio com o plano xy .

Questão 30. A figura mostra uma lente semiesférica no ar de raio $R = \sqrt{3}/2 \text{ m}$ com índice de refração $n = \sqrt{3}$. Um feixe de luz paralelo incide na superfície plana, formando um ângulo de 60° em relação a x . a) Indique se há raio refratado saindo da lente paralelamente aos incidentes. b) Se houver, ele incide a que distância do centro da lente? c) Para quais ângulos θ será iluminado o anteparo esférico de raio $2R$ de mesmo centro da lente?

