

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

## VESTIBULAR 2017



## PROVA DE FÍSICA

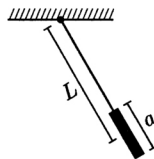
### INSTRUÇÕES

1. Esta prova tem duração de **quatro horas**.
2. Não é permitido deixar o local de exame antes de decorridas **duas horas** do início 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](http://www.vestibular.ita.br)).
16. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.**



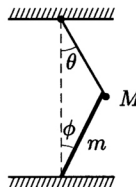
**Questão 6.** Na figura, um tubo fino e muito leve, de área de seção reta  $S$  e comprimento  $a$ , encontra-se inicialmente cheio de água de massa  $M$  e massa específica  $\rho$ . Graças a uma haste fina e de peso desprezível, o conjunto forma um pêndulo simples de comprimento  $L$  medido entre 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 ( )  $2\pi\sqrt{2\rho LS + rt}/\sqrt{2\rho Sg}$



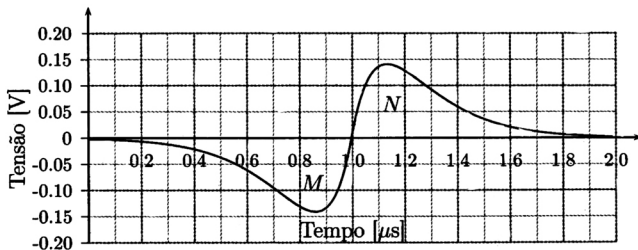
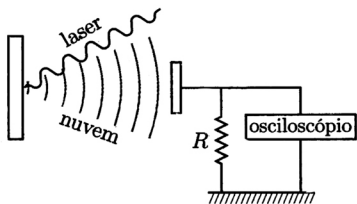
**Questão 7.** Na figura, a extremidade de uma haste delgada livre, de massa  $m$  uniformemente distribuída, apoia-se sem atrito sobre a massa  $M$  do pêndulo simples. Considerando o atrito entre a haste e o piso, assinale a razão  $M/m$  para que o conjunto permaneça em equilíbrio estático.

- 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 ( )  $(\sin \phi \cot \theta - 2 \sin^2 2\theta)/4$   
 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  $50 \Omega$ , 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(ão) correta(as) apenas

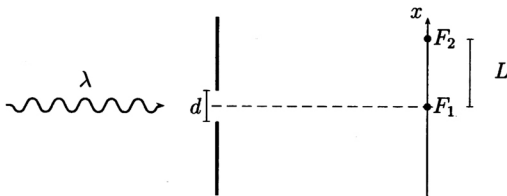
- A ( ) I.  
 B ( ) II.  
 C ( ) III.  
 D ( ) I e II.  
 E ( ) II e III.

**Questão 9.** Uma placa é feita de um metal cuja função trabalho  $W$  é menor que  $h\nu$ , sendo  $\nu$  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  $\lambda$  constante. Num primeiro experimento, a relação entre  $d$  e  $\lambda$  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  $\lambda$  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  $\ell$  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  $\ell$ .

**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 1000 Wb/s. Assinale a energia cinética final alcançada pelos elétrons após 500 000 revoluções.

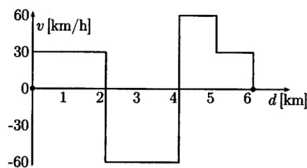
- A ( ) 498 MeV
- B ( ) 500 MeV
- C ( ) 502 MeV
- D ( ) 504 MeV
- E ( ) 506 MeV

**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.

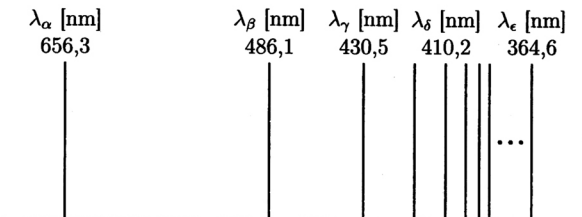
- A ( )  $g(m/qB)^2$                       C ( )  $2g(m/qB)^2$                       E ( )  $g(m/qB)^2/2$   
 B ( )  $g(qB/m)^2$                       D ( )  $2g(qB/m)^2$

**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 g/cm<sup>3</sup>  
 B ( ) 1,8 g/cm<sup>3</sup>  
 C ( ) 2,4 g/cm<sup>3</sup>  
 D ( ) 4,8 g/cm<sup>3</sup>  
 E ( ) 20,0 g/cm<sup>3</sup>

**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  $\lambda$ , 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  $\lambda$  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  $10\lambda$ . 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  $R = 2,0 \text{ cal/mol.K} = 0,082 \text{ atm.l/mol.K}$ ,  $P_Y = 20 \text{ atm}$ ,  $V_Z = 4,0 \text{ l}$ ,  $V_Y = 2,0 \text{ l}$  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.

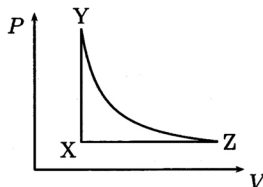
A ( ) 0,38

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

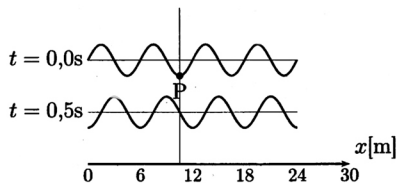
A ( ) I.

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  $\omega$  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  $\rho$  e  $g$ , respectivamente, a massa específica da água e a aceleração da gravidade.

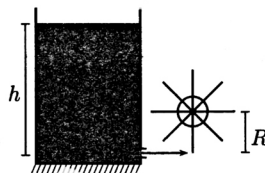
A ( )  $2\rho ghRS$

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

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

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

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



---

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  $\Delta t$ . Caso este tubo fosse de metal, o tempo para essa travessia seria maior, igual ou menor que  $\Delta t$ ? Justifique sua resposta.

**Questão 22.** Suponha que a atmosfera de Vênus seja composta dos gases  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , Ar, Ne e He, em equilíbrio térmico a uma temperatura  $T = 735 \text{ K}$ . **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.

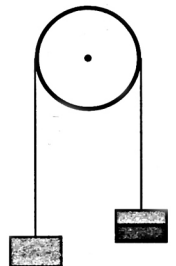
**Questão 23.** De uma planície horizontal, duas partículas são lançadas de posições opostas perfazendo trajetórias num mesmo plano vertical e se chocando elasticamente no ponto de sua altitude máxima – a mesma para ambas. A primeira partícula é lançada a  $30^\circ$  e aterriza a  $90^\circ$ , também em relação ao solo, a uma distância  $L$  de seu lançamento. A segunda é lançada a  $60^\circ$  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  $\mu_1$  e  $\mu_2$ , tendo a primeira o dobro da massa da outra, são interconectadas formando uma corda única afixada em anteparos interdistantes de  $\ell$ . 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  $T$ .

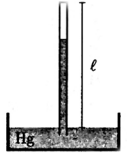
**Questão 25.** Dispondo de até 5 resistências  $R$ , monte um circuito no interior da caixa da figura, tal que **a)** com uma bateria de tensão  $V$  entre os terminais AB, um voltímetro entre os terminais CD mede uma diferença de potencial  $V/2$ , e **b)** com essa bateria entre os terminais CD, um 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  $v = 10 \text{ m/s}$ , 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  $\ell$  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  $\kappa$ , 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  $2 \times 10^{-5}$  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  $2\sqrt{3} \times 10^{-5}$  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  $R = \sqrt{3}/2$  m com índice de refração  $n = \sqrt{3}$ . Um feixe de luz paralelo incide na superfície plana, formando um ângulo de  $60^\circ$  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  $\theta$  será iluminado o anteparo esférico de raio  $2R$  de mesmo centro da lente?

