



**OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE FÍSICA 2024**  
**1ª FASE - 14 e 15 DE JUNHO DE 2024**

**NÍVEL III**  
**Ensino Médio**  
**3ª e 4ª séries**

**LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:**

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da **3ª e 4ª séries do nível médio**. Ela contém **20** questões.
2. Cada questão contém cinco alternativas, das quais apenas uma é correta.
3. Você deve submeter (enviar) suas respostas na tarefa **Prova da 1ª Fase** do site de provas da OBF <https://app.graxaim.org/obf/2024>.
4. A prova é individual e sem consultas. Ela deve ser resolvida apenas com folhas de papel em branco para rascunho, caneta, lápis, borracha, régua e compasso.
5. Durante a prova, é permitido o uso do celular ou computador apenas para acessar o site de provas, ou para receber e enviar mensagens para o professor credenciado da OBF em sua escola ou para [equipeobf@graxaim.org](mailto:equipeobf@graxaim.org). O uso dos demais recursos de seu celular ou computador (aplicativos matemáticos, gráficos, de consultas a material bibliográfico e anotações, calculadoras e congêneres) é proibido.
6. As respostas devem ser enviadas das 7:00 de 14/6 às 23:59 de 15/6 (BRT). Dentro deste período,  **você tem 4 horas (tempo de prova) para completar a prova**.
7. O controle de seu tempo de prova é feito a partir do instante em que você acessou o caderno de questões.
8. Todas as questões respondidas após 4 horas do tempo de prova serão anuladas. Isso será feito, posteriormente, no momento da avaliação.
9. **O sistema não informa quando uma questão é respondida atrasada.** Monitore você mesmo o tempo de prova.
10. Envie as respostas no sistema à medida que as questões são resolvidas. Não corra riscos de enviar respostas atrasadas.
11. Este caderno de questões é para seu uso exclusivo. É proibida a divulgação de seu conteúdo, total ou em parte, por quaisquer meios, até 16/6/2024 14:00 BRT. Até essa data e horário, também são proibidos comentários e discussões sobre o conteúdo da prova em redes sociais.

## Constantes

Se necessário e salvo indicação em contrário, use:

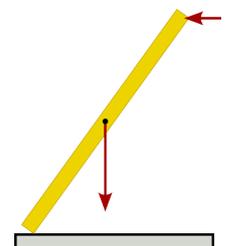
$\sqrt{2} = 1,4$ ;  $\sqrt{3} = 1,7$ ;  $\sqrt{5} = 2,2$ ;  $\sin(30^\circ) = 0,50$ ;  $\cos(30^\circ) = 0,85$ ;  $\sin(45^\circ) = 0,70$ ;  $\pi = 3,1$ ; densidade da água =  $1,0 \text{ g/cm}^3$ ; densidade do gelo =  $0,92 \text{ g/cm}^3$ ;  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ ; calor específico da água líquida =  $1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; calor específico do gelo =  $0,50 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ; calor latente de fusão da água =  $80 \text{ cal/g}$ ; calor latente de vaporização da água =  $540 \text{ cal/g}$ ; velocidade da luz no vácuo =  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ; velocidade do som no ar =  $340 \text{ m/s}$ ; carga elementar =  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ; constante de gravitação universal =  $6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$ ; constante de Planck =  $6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  e aceleração da gravidade =  $10,0 \text{ m/s}^2$ .

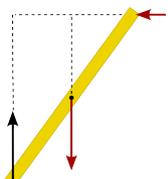
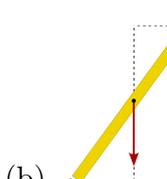
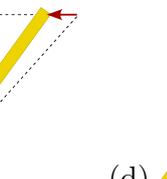
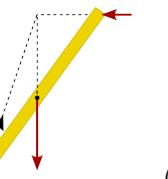
**Questão 1.** Uma corda de violão é afinada girando a correspondente tarraxa localizada na cabeça do violão o que modifica a tensão da corda. Considere que inicialmente a corda de um violão está levemente desafinada e quando tocada seu primeiro harmônico de comprimento de onda  $\lambda_{c,0}$  produz ondas sonoras de comprimento de onda  $\lambda_{s,0}$ . Girando a tarraxa de forma a aumentar a tensão na corda essas grandezas passam a ser:  $\lambda_c$  para a onda na corda e  $\lambda_s$  para a onda sonora produzida. É correto afirmar que:

- (a)  $\lambda_c = \lambda_{c,0}$  e  $\lambda_s > \lambda_{s,0}$ .
- (b)  $\lambda_c = \lambda_{c,0}$  e  $\lambda_s < \lambda_{s,0}$ .
- (c)  $\lambda_c = \lambda_{c,0}$  e  $\lambda_s = \lambda_{s,0}$ .
- (d)  $\lambda_c > \lambda_{c,0}$  e  $\lambda_s = \lambda_{s,0}$ .
- (e)  $\lambda_c < \lambda_{c,0}$  e  $\lambda_s = \lambda_{s,0}$ .

**Questão 2.**

Um lápis está apoiado na superfície rugosa de uma mesa, conforme figura ao lado. A seta vertical representa a força gravitacional aplicada no bari-centro do lápis e a horizontal uma força externa aplicada por uma pessoa na extremidade superior do lápis. As figuras abaixo representam possíveis diagrama de corpo livre (DCL) do lápis, nos quais a seta preta representa a força  $\vec{F}_m$  que a mesa aplica no lápis. A figura que melhor representa  $\vec{F}_m$  quando o lápis se encontra em equilíbrio estático é:

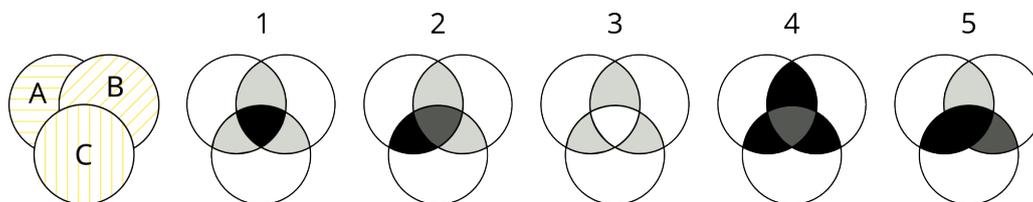


- (a) 
- (b) 
- (c) 
- (d) 
- (e) 

**Questão 3.** Uma pessoa lança uma pedra em uma piscina quadrada de lado  $L = 6,00$  m com água inicialmente tranquila. A pedra cai verticalmente no centro da piscina e provoca uma onda circular que se propaga na superfície da água. A onda atinge os vértices da piscina  $0,5$  s depois de ter atingido os lados. A velocidade da onda, em m/s, é aproximadamente:

- (a) 1,2 (b) 2,0 (c) 2,4 (d) 3,6 (e) 4,8

**Questão 4.** A primeira figura à esquerda representa um conjunto de três placas polarizadoras, nas quais as linhas amarelas indicam a direção de polarização. A placa B (direção de polarização  $45^\circ$  com a horizontal) está posicionada entre as placas A (polarização horizontal) e C (polarização vertical). Considere que um feixe de luz não polarizado incida perpendicularmente no conjunto de placas. Regiões diferentes do conjunto podem transmitir a luz com intensidades  $I$  diferentes que, nas figuras numeradas de 1 a 5, são associadas a diferentes tons de cinza:  $I_{branco} > I_{cinza\ claro} > I_{cinza\ escuro} > I_{preto} = 0$ .



O número da figura que melhor representa o feixe transmitido pelo conjunto de placas polarizadoras é:

- (a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4 (e) 5

**Questão 5.** Processos termodinâmicos adiabáticos, ou seja, aqueles nos quais não há troca de calor com a vizinhança, são de importância fundamental para compreender uma ampla variedade de fenômenos físicos e aplicações práticas como máquinas térmicas e sistemas de refrigeração. Sejam  $T$  e  $S$  a temperatura e a entropia de uma certa quantidade de gás monoatômico ideal. Ao realizar uma expansão adiabática quase estática, é correto afirmar que:

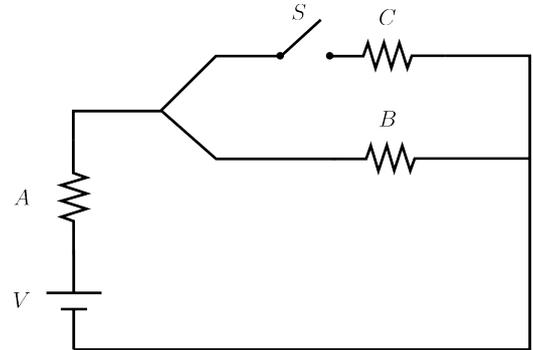
- (a)  $T$  e  $S$  permanecem constantes.  
 (b)  $T$  permanece constante e  $S$  aumenta.  
 (c)  $T$  permanece constante e  $S$  diminui.  
 (d)  $T$  aumenta e  $S$  permanece constante.  
 (e)  $T$  diminui e  $S$  permanece constante.

**Questão 6.** Qual das seguintes afirmações sobre a velocidade de propagação da luz no vácuo é correta?

- (a) Depende do comprimento de onda da luz.  
 (b) Depende da intensidade da fonte luminosa.  
 (c) Diminui se o observador e a fonte de luz estão se aproximando.  
 (d) Aumenta se o observador e a fonte de luz estão se afastando.  
 (e) É independente da velocidade relativa entre o observador e a fonte de luz.

### Questão 7.

Os três resistores,  $A$ ,  $B$  e  $C$ , do circuito mostrado na figura possuem a mesma resistência. Sejam  $P_A$  e  $P_B$ , respectivamente, as potências dissipadas nos resistores  $A$  e  $B$ . Ao fechar a chave  $S$ , é correto afirmar que:



- (a)  $P_A$  diminui,  $P_B$  diminui.
- (b)  $P_A$  aumenta,  $P_B$  aumenta.
- (c)  $P_A$  aumenta,  $P_B$  diminui e  $P_A + P_B$  diminui.
- (d)  $P_A$  aumenta,  $P_B$  diminui e  $P_A + P_B$  aumenta.
- (e)  $P_A$  diminui,  $P_B$  aumenta e  $P_A + P_B$  permanece constante.

**Questão 8.** Em um experimento de física, um grupo de estudantes mostrou que a equação horária de uma partícula em movimento retilíneo uniformemente variado pode ser escrita na forma  $x(t) = 10(3t - 5)(2t - 1)$ , com  $x$  em cm e  $t$  em s. Os valores da velocidade inicial  $v_0$  e da aceleração  $a$  da partícula são:

- (a)  $v_0 = -130$  cm/s e  $a = 60$  cm/s<sup>2</sup>.
- (b)  $v_0 = -130$  cm/s e  $a = 120$  cm/s<sup>2</sup>.
- (c)  $v_0 = 10$  cm/s e  $a = 6$  cm/s<sup>2</sup>.
- (d)  $v_0 = 50$  cm/s e  $a = 60$  cm/s<sup>2</sup>.
- (e)  $v_0 = 50$  cm/s e  $a = 120$  cm/s<sup>2</sup>.

**Questão 9.** Quando uma corrente contínua percorre uma mola helicoidal, o campo magnético gerado em uma espira interage com as correntes presentes nas espiras vizinhas. O efeito preponderante combinado dessas interações entre as espiras produz:

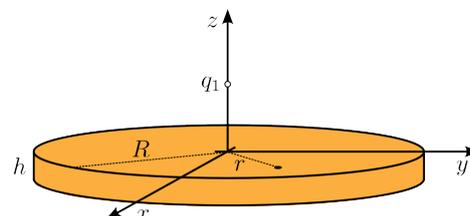
- (a) contração da mola.
- (b) alongamento da mola.
- (c) aquecimento da mola.
- (d) rotação da mola no sentido da helicoidal.
- (e) rotação da mola no sentido oposto ao da helicoidal.

**Questão 10.** Um lancha parte de um atracadouro e navega 2 km para leste, depois 4 km para o norte, depois 5 km para o oeste. A que distância, em km, aproximadamente, ela está do atracadouro?

- (a) 3   (b) 4   (c) 5   (d) 7   (e) 11

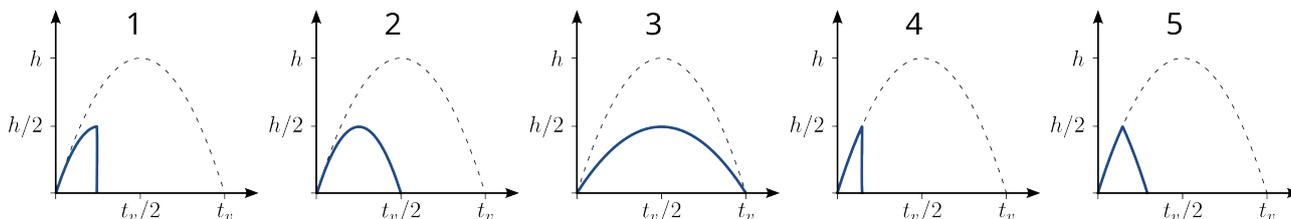
### Questão 11.

A figura, fora de escala, mostra um cilindro metálico de raio  $R$  e espessura  $h < R$  inicialmente descarregado. Note que o plano  $xy$  do sistema de coordenadas adotado contém a superfície  $S$  do topo do cilindro e o eixo  $z$  coincide com o eixo do cilindro. Considere que uma carga puntiforme negativa  $q_1 < 0$  é fixada em um ponto sobre o eixo  $z$  próximo à  $S$ . Seja  $\sigma = \sigma(r)$  a densidade superficial de carga induzida (carga induzida por unidade de área) em  $S$ . Sobre a função  $\sigma(r)$  é correto afirmar que:



- (a)  $\sigma(r) = 0$ . Não há carga induzida em  $S$ .
- (b)  $\sigma(r) = -|q_i|/(\pi R^2)$ . A carga total induzida negativa  $-|q_i|$  se distribui uniformemente em  $S$ .
- (c)  $\sigma(r) = +|q_i|/(\pi R^2)$ . A carga total induzida positiva  $+|q_i|$  se distribui uniformemente em  $S$ .
- (d)  $\sigma(r)$  é uma função positiva e decrescente de  $r$ . A carga total induzida positiva  $+|q_i|$  se distribui de maneira não uniforme em  $S$ . Está mais concentrada na região central do que na periférica.
- (e)  $\sigma(r \approx 0) > 0$  e  $\sigma(r \approx R) < 0$ . A carga total induzida em  $S$  é nula e  $\sigma(r)$  é uma função não uniforme que troca de sinal. Na região central há indução de carga positiva  $|q_i|$  e na região periférica de carga negativa  $-|q_i|$ .

**Questão 12.** Uma pessoa lança uma bolinha de borracha verticalmente para cima em uma região em que há um pergolado (cobertura decorativa vazada exceto pela presença de caibros horizontais). Os lançamentos são feitos com as mesmas altura e velocidade iniciais, mas a partir de posições horizontais diferentes. Logo, ao subir, a bolinha pode ou não colidir com um caibro do pergolado. Quando não colide, o movimento é idêntico ao de um lançamento vertical e a bola atinge uma altura máxima  $h$  que é o dobro da altura do pergolado. Quando colide, a bola mantém a rapidez e inverte o sentido de movimento (a velocidade troca de sinal). As figuras abaixo são de gráficos da posição vertical da bolinha em função do tempo. A curva tracejada em cada figura corresponde ao caso em que não há colisão.

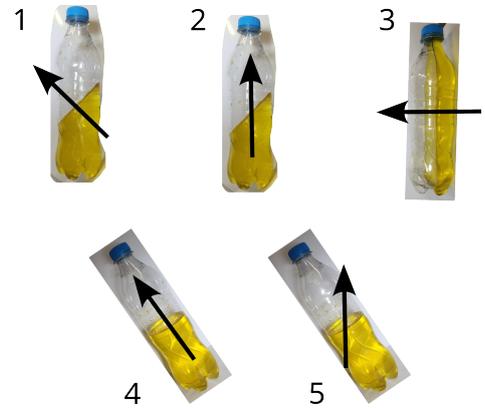


Qual o número da figura que apresenta, em linha sólida, corretamente o gráfico do movimento da bola que colide com o caibro?

- (a) 1   (b) 2   (c) 3   (d) 4   (e) 5

**Questão 13.**

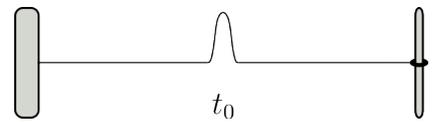
Uma garrafa parcialmente cheia com água e corante pode ser usada como um prumo rudimentar. Observando o nível d'água, com a garrafa em repouso, pode-se determinar a direção vertical. As figuras ao lado apresentam fotos que foram tiradas da garrafa em repouso em diferentes posições. Sobre as fotos foram sobrepostas setas. Quais das setas indicam, aproximadamente, a direção vertical e para cima do ambiente no qual as fotos foram tiradas?



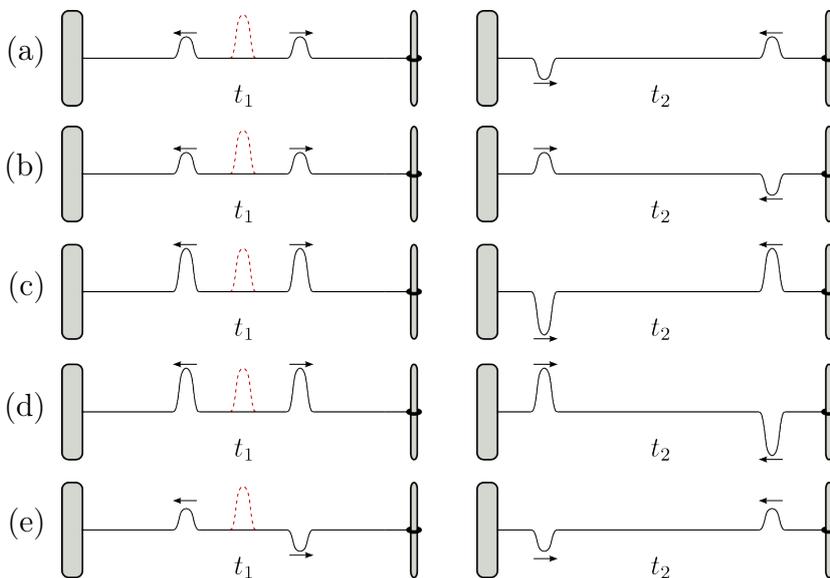
- (a) apenas 2 e 4.
- (b) apenas 2 e 5.
- (c) apenas 3 e 4.
- (d) apenas 1 2 e 3.
- (e) apenas 1, 3 e 4.

**Questão 14.**

Um fio ideal está tensionado horizontalmente entre uma parede e um eixo vertical. Uma de suas extremidades está fixada na parede e a outra está presa a um anel que pode se mover ao longo do eixo vertical. No instante  $t_0$  perturba-se o fio deformando sua região central conforme mostra a figura fora de escala. Sejam, respectivamente,  $t_1 > t_0$  e  $t_2 > t_1$  os instantes antes e imediatamente depois das primeiras reflexões dos pulsos formados.



Qual a alternativa representa corretamente o fio nos instantes  $t_1$  e  $t_2$ ? (A linha pontilhada vermelha na primeira figura de cada alternativa mostra a perturbação inicial.)



**Questão 15.** Um ambiente de uma casa pode ser aquecido por um ar-condicionado no ciclo quente ou uma estufa elétrica. O princípio de funcionamento da estufa é o efeito Joule presente nos resistores elétricos e que transformam energia elétrica em calor. O ar-condicionado no ciclo quente é um tipo de máquina térmica. Considere o coeficiente de performance  $C = Q/E$ , onde  $Q$  é o calor que aquece o ambiente e  $E$  a energia consumida pelo dispositivo. Sejam,  $C_e$  e  $C_{ac}$ , respectivamente, seus valores para a estufa elétrica e o ar-condicionado no ciclo quente. Considerando que os dispositivos operam idealmente, é correto afirmar que:

- (a)  $C_e = C_{ac} = 1$ .
- (b)  $C_e = C_{ac} \approx 4,2$ .
- (c)  $C_e = 1$  e  $C_{ac} < 1$ .
- (d)  $C_e = 1$  e  $C_{ac} > 1$ .
- (e)  $C_e < 1$  e  $C_{ac} < 1$ .

**Questão 16.**

Em um laboratório de física há 4 peças metálicas, sendo uma peça curva no formato de uma letra C e três peças retas. As peças são colocadas sobre uma base horizontal de cerâmica na configuração mostrada na figura. O conjunto é cuidadosamente levado a um forno e aquecido de  $300^\circ\text{C}$ .



Considerando que a dilatação da cerâmica é desprezível comparada à do metal, é correto afirmar sobre a variação das distâncias  $d_1$  e  $d_2$ :

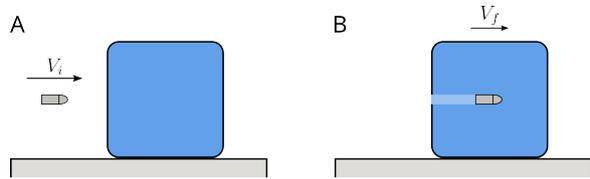
- (a) ambas aumentam.
- (b) ambas diminuem.
- (c) ambas permanecem constantes.
- (d)  $d_1$  aumenta e  $d_2$  diminui.
- (e)  $d_1$  diminui e  $d_2$  aumenta.

**Questão 17.** Um motorista está dirigindo em um trecho retilíneo de uma estrada. De repente, quando o carro está com velocidade escalar (rapidez) de  $20\text{ m/s}$ , ele percebe que a estrada está completamente bloqueada por uma árvore caída e aciona os freios com o carro  $30\text{ m}$  à frente dela. Considere que a frenagem produz uma aceleração de intensidade constante de  $5\text{ m/s}^2$ . Em relação ao instante do início da frenagem é correto afirmar, aproximadamente, que:

- (a) depois de  $1,5\text{ s}$  o carro para.
- (b) depois de  $2,0\text{ s}$  o carro para encostando na árvore.
- (c) depois de  $2,0\text{ s}$  o carro, com velocidade de  $10\text{ m/s}$ , colide com a árvore.
- (d) depois de  $4,0\text{ s}$  o carro para.
- (e) depois de  $6,0\text{ s}$  o carro para.

**Questão 18.**

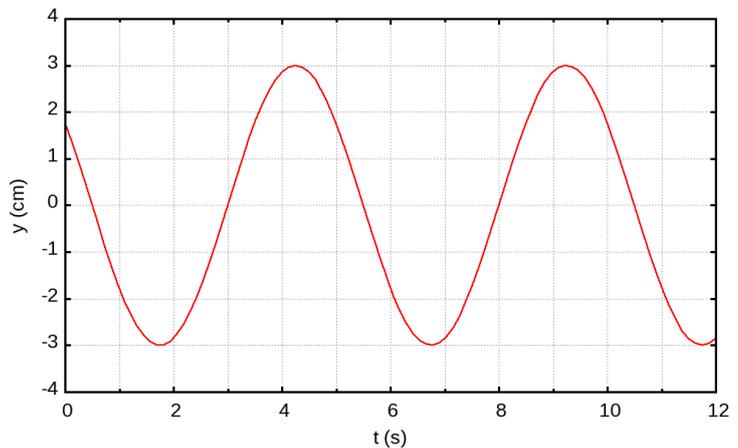
Um projétil de massa  $m$  é disparado contra um bloco de massa  $M$  que está em repouso apoiado em uma superfície horizontal sem atrito. A figura A mostra o projétil com velocidade de intensidade  $V_i$  pouco antes de atingir o bloco. Após uma colisão instantânea, o projétil fica alojado no bloco, conforme a figura B. A velocidade  $V_f$  do conjunto imediatamente após colisão é:



- (a)  $\frac{m}{M} V_f$    (b)  $\frac{m}{M+m} V_f$    (c)  $\sqrt{\frac{m}{M}} V_f$    (d)  $\sqrt{\frac{m}{M+m}} V_f$    (e)  $\sqrt{\frac{M+m}{M}} V_f$

**Questão 19.**

Um corpo suspenso inicialmente em equilíbrio estático é posto para oscilar em movimento harmônico simples no instante  $t = 0$ . A figura mostra o gráfico de seu deslocamento vertical  $y$  em relação à posição de equilíbrio inicial em função do tempo  $t$ .

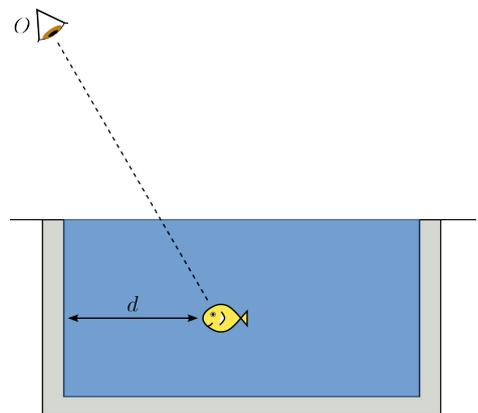


Sobre o movimento do corpo é correto afirmar que

- (a) a fase inicial é nula.  
 (b) o período é de aproximadamente 5 s.  
 (c) a frequência é de aproximadamente 0,4 s.  
 (d) a amplitude é de aproximadamente 2 cm.  
 (e) a amplitude é de aproximadamente 6 cm.

**Questão 20.**

Uma pessoa de pé na beirada de uma piscina em um dia ensolarado observa um peixe. O ponto  $O$  da figura indica a posição de observação (olhos) da pessoa e a **imagem** do peixe é vista a uma distância horizontal  $d$  da beirada. Seja  $d_o$  a distância horizontal real do peixe até a beirada, é correto afirmar que:



- (a)  $d_o > d$ , devido à refração da luz vinda do peixe.  
 (b)  $d_o < d$ , devido à refração da luz vinda do peixe.  
 (c)  $d_o < d$ , devido à refração da luz vinda do sol.  
 (d)  $d_o > d$ , devido à refração da luz vinda do sol.  
 (e)  $d_o = d$ , pois a refração afeta apenas a distância vertical (profundidade aparente).