

1. Um vídeo que circulou recentemente na internet mostrava um apresentador no interior de uma sala, realizando experimentos sobre a queda dos corpos.

Em um experimento, uma bola de boliche e uma pena de ave são presas no teto da sala e soltas simultaneamente. No primeiro teste, a sala estava cheia de ar e a bola de boliche chegou ao solo antes da pena de ave. No segundo teste, o ar foi retirado da sala e ambos os objetos chegaram juntos ao solo.

Sobre esse experimento, a hipótese correta é:

- a) com a sala cheia de ar, os objetos chegam ao solo em tempos distintos, pois a força de resistência do ar é a mesma nos objetos.
- b) caso a experiência fosse feita na Lua, com a sala sem ar, a ausência da força da gravidade impediria que os objetos caíssem do teto.
- c) os pesos dos objetos são constantes independentemente da quantidade de ar na sala.
- d) o ar deve ser um elemento que reduz a força da gravidade sobre a pena.

2. Para analisar a queda dos corpos, um estudante abandona, simultaneamente, duas esferas maciças, uma de madeira e outra de aço, de uma mesma altura em relação ao solo horizontal. Se a massa da esfera de aço fosse maior do que a massa da esfera de madeira e não houvesse resistência do ar, nesse experimento

- a) a esfera de madeira chegaria ao solo com menor velocidade do que a de aço.
- b) as duas esferas chegariam ao solo com a mesma energia mecânica.
- c) a esfera de madeira cairia com aceleração escalar menor do que a de aço.
- d) a esfera de aço chegaria ao solo com mais energia cinética do que a de madeira.
- e) a esfera de aço chegaria primeiro ao solo.

3. No seu estudo sobre a queda dos corpos, Aristóteles afirmava que se abandonarmos corpos leves e pesados de uma mesma altura, o mais pesado chegaria mais rápido ao solo. Essa ideia está apoiada em algo que é difícil de refutar, a observação direta da realidade baseada no senso comum. Após uma aula de física, dois colegas estavam discutindo sobre a queda dos corpos, e um tentava convencer o outro de que tinha razão:

Colega A: "O corpo mais pesado cai mais rápido que um menos pesado, quando largado de uma mesma altura. Eu provo, largando uma pedra e uma rolha. A pedra chega antes. Pronto! Tá provado!"

Colega B: Eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como isso é possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!"

HÜLSENDEGER, M. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, n. 3, dez. 2004 (adaptado).

O aspecto físico comum que explica a diferença de comportamento dos corpos em queda nessa discussão é o(a)

- a) peso dos corpos.
- b) resistência do ar.
- c) massa dos corpos.
- d) densidade dos corpos.
- e) aceleração da gravidade.

4. Uma pessoa está segurando um livro no interior de um elevador em movimento vertical, uniforme e descendente. Em determinado instante, rompe-se o cabo de sustentação do elevador e ele passa a cair em queda livre. De susto, a pessoa solta o livro. A ação dissipativa do ar ou de outro tipo de atrito é desprezível.

A partir do momento em que é abandonado, e enquanto o elevador não tocar o chão, o livro

- a) cairá, atingindo o piso rapidamente, com aceleração maior que a do elevador, para um observador em referencial não inercial, dentro do elevador.
- b) manterá um movimento uniforme de queda em relação à pessoa, que está em referencial não inercial, podendo até atingir seu piso.
- c) cairá em queda livre também, com aceleração igual à do elevador, e não irá atingir seu piso, para qualquer observador em referencial inercial.

**NÃO SE ESQUEÇA
DE NOS SEGUIR**



WWW.PROFCATALDO.COM.BR



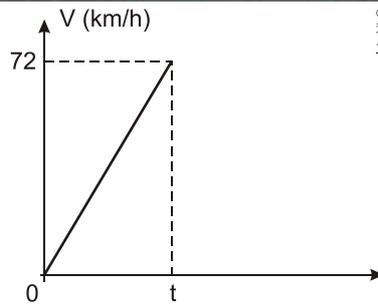
- d) deverá subir em relação aos olhos da pessoa, que está em um referencial não inercial, pois sua aceleração será menor que a do elevador.
- e) manterá um movimento uniforme de subida em relação aos olhos da pessoa, que está em referencial não inercial, podendo até atingir seu teto.
5. Considere um movimento de queda livre em que duas partículas, 1 e 2, têm massas $m_1 = 1 \text{ kg}$ e $m_2 = 2 \text{ kg}$ e estão localizadas a uma mesma altura acima do solo. As duas partículas são abandonadas simultaneamente. Para a partícula 1 observa-se que, no intervalo de tempo $\Delta t = 2 \text{ s}$, se desloca verticalmente $\Delta y = 20 \text{ m}$. Para o mesmo intervalo de tempo $\Delta t = 2 \text{ s}$, o deslocamento vertical da partícula 2, em m, será
(Utilize $g = 10 \text{ m/s}^2$)
- a) 40.
b) 10.
c) 20.
d) 5.
e) 50.
6. Um atleta pratica salto ornamental, fazendo uso de uma plataforma situada a 5m do nível da água da piscina. Se o atleta saltar desta plataforma, a partir do repouso, com que velocidade se chocará com a água?
Obs.: despreze a resistência do ar e considere o módulo da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- a) 10 m/s.
b) 20 m/s.
c) 30 m/s.
d) 50 m/s.
7. Uma ave marinha costuma mergulhar de uma altura de 20 m para buscar alimento no mar. Suponha que um desses mergulhos tenha sido feito em sentido vertical, a partir do repouso e exclusivamente sob ação da força da gravidade.
Desprezando-se as forças de atrito e de resistência do ar, a ave chegará à superfície do mar a uma velocidade, em m/s, aproximadamente igual a:
- a) 20
b) 40
c) 60
d) 80
8. Um corpo de massa m é largado de certa altura. Considerando que $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando o atrito do ar, podemos afirmar que após um tempo de 2,5 segundos a distância percorrida pelo corpo e a sua velocidade são iguais, respectivamente, a
- a) 12,5 m; 12,5 m/s
b) 31,25 m; 12,5 m/s
c) 125 m; 12,5 m/s
d) 6,25 m; 2,5 m/s
e) 31,25 m; 25 m/s

9. Analise a situação a seguir.

Um jovem, desejando estimar a altura do terraço onde se encontrava, deixou cair várias esferas de aço e, munido de um cronômetro, anotou o tempo de queda de todas. Após alguns cálculos, elaborou o gráfico abaixo com o tempo médio "t" gasto pelas esferas na queda.

**NÃO SE ESQUEÇA
DE NOS SEGUIR**

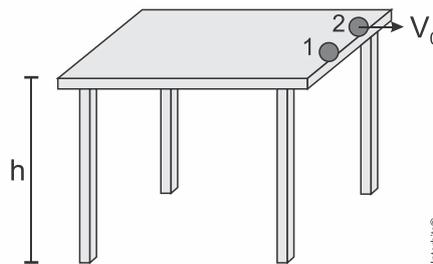




Considere que, para facilitar os cálculos, o jovem desprezou a resistência do ar e adotou $g = 10 \text{ m/s}^2$. Pode-se afirmar que: o valor encontrado para o tempo médio (t) e a altura do terraço foram, respectivamente:

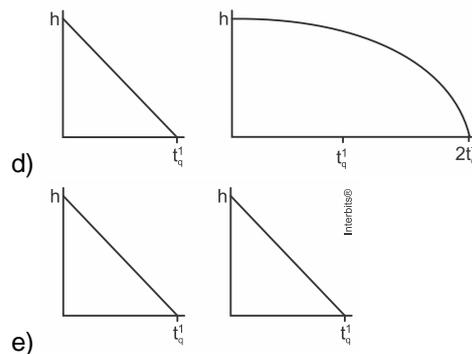
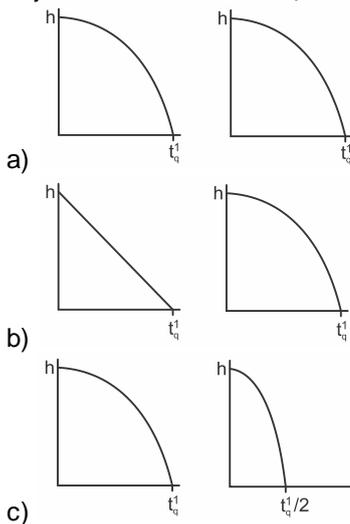
- a) 1,0s e 10m
- b) 1,2s e 12m
- c) 2,0s e 20m
- d) 2,5s e 25m
- e) 3,0s e 30m

10. Dois objetos de massas m_1 e $m_2 (= 2m_1)$ encontram-se na borda de uma mesa de altura h em relação ao solo, conforme representa a figura abaixo.



O objeto 1 é lentamente deslocado até começar a cair verticalmente. No instante em que o objeto 1 começa a cair, o objeto 2 é lançado horizontalmente com velocidade V_0 . A resistência do ar é desprezível.

Assinale a alternativa que melhor representa os gráficos de posição vertical dos objetos 1 e 2, em função do tempo. Nos gráficos, t_q^1 representa o tempo de queda do objeto 1. Em cada alternativa, o gráfico da esquerda representa o objeto 1 e o da direita representa o objeto 2.



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Lucy caiu da árvore

Conta a lenda que, na noite de 24 de novembro de 1974, as estrelas brilhavam na beira do rio Awash, no interior da Etiópia. Um gravador K7 repetia a música dos Beatles "Lucy in the Sky with Diamonds". Inspirados, os paleontólogos decidiram que a fêmea AL 288-1, cujo esqueleto havia sido escavado naquela tarde, seria apelidada carinhosamente de Lucy.

Lucy tinha 1,10 m e pesava 30 kg. Altura e peso de um chimpanzé. ¹Mas não se iluda, Lucy não pertence à linhagem que deu origem aos macacos modernos. Ela já andava ereta sobre os membros inferiores. Lucy pertence à linhagem que deu origem ao animal que escreve esta crônica e ao animal que a está lendo, eu e você.

Os ossos foram datados. Lucy morreu 3,2 milhões de anos atrás. Ela viveu 2 milhões de anos antes do aparecimento dos primeiros animais do nosso gênero, o *Homo habilis*. A enormidade de 3 milhões de anos separa Lucy dos mais antigos esqueletos de nossa espécie, o *Homo sapiens*, que surgiu no planeta faz meros 200 mil anos. Lucy, da espécie *Australopithecus afarensis*, é uma representante das muitas espécies que existiram na época em

que a linhagem que deu origem aos homens modernos se separou da que deu origem aos macacos modernos. ²Lucy já foi chamada de elo perdido, o ponto de bifurcação que nos separou dos nossos parentes mais próximos.

Uma das principais dúvidas sobre a vida de Lucy é a seguinte: ela já era um animal terrestre, como nós, ou ainda subia em árvores?

³Muitos ossos de Lucy foram encontrados quebrados, seus fragmentos espalhados pelo chão. Até agora, se acreditava que isso se devia ao processo de fossilização e às diversas forças às quais esses ossos haviam sido submetidos. Mas os cientistas resolveram estudar em detalhes as fraturas.

As fraturas, principalmente no braço, são de compressão, aquela que ocorre quando caímos de um local alto e apoiamos os membros para amortecer a queda. Nesse caso, a força é exercida ao longo do eixo maior do osso, causando um tipo de fratura que é exatamente o encontrado em Lucy. Usando raciocínios como esse, os cientistas foram capazes de explicar todas as fraturas a partir da hipótese de que Lucy caiu do alto de uma árvore de pé, se inclinou para frente e amortizou a queda com o braço.

⁴Uma queda de 20 a 30 metros e Lucy atingiria o solo a 60 km/h, o suficiente para matar uma pessoa e causar esse tipo de fratura. Como existiam árvores dessa altura onde Lucy vivia e muitos chimpanzés sobem até 150 metros para comer, uma queda como essa é fácil de imaginar.

A conclusão é que Lucy morreu ao cair da árvore. E se caiu era porque estava lá em cima. E se estava lá em cima era porque sabia subir. Enfim, sugere que Lucy habitava árvores.

Mas na minha mente ficou uma dúvida. Quando criança, eu subia em árvores. E era por não sermos grandes escaladores de árvores que eu e meus amigos vivíamos caindo, alguns quebrando braços e pernas. Será que Lucy morreu exatamente por tentar fazer algo que já não era natural para sua espécie?

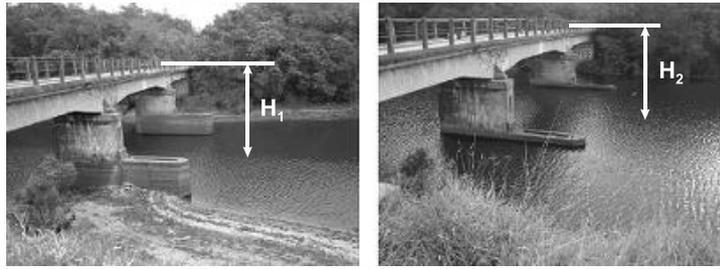
Fernando Reinach
adaptado de *O Estado de S. Paulo*, 24/09/2016.

11. Considere que Lucy tenha caído de uma altura igual a 20 m, com aceleração constante, atingindo o solo com a velocidade de 60 km/h.

Nessas condições, o valor da aceleração, em m/s^2 , corresponde aproximadamente a:

- a) 3
- b) 7
- c) 11
- d) 15

12. No período de estiagem, uma pequena pedra foi abandonada, a partir do repouso, do alto de uma ponte sobre uma represa e verificou-se que demorou 2,0 s para atingir a superfície da água. Após um período de chuvas, outra pedra idêntica foi abandonada do mesmo local, também a partir do repouso e, desta vez, a pedra demorou 1,6 s para atingir a superfície da água.



(www.folharibeiraopires.com.br. Adaptado.)

Considerando a aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 e desprezando a existência de correntes de ar e a sua resistência, é correto afirmar que, entre as duas medidas, o nível da água da represa elevou-se

- a) 5,4 m.
- b) 7,2 m.
- c) 1,2 m.
- d) 0,8 m.
- e) 4,6 m.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Recentemente, uma equipe de astrônomos afirmou ter identificado uma estrela com dimensões comparáveis às da Terra, composta predominantemente de diamante. Por ser muito frio, o astro, possivelmente uma estrela anã branca, teria tido o carbono de sua composição cristalizado em forma de um diamante praticamente do tamanho da Terra.

13. Considerando que a massa e as dimensões dessa estrela são comparáveis às da Terra, espera-se que a aceleração da gravidade que atua em corpos próximos à superfície de ambos os astros seja constante e de valor não muito diferente. Suponha que um corpo abandonado, a partir do repouso, de uma altura $h = 54 \text{ m}$ da superfície da estrela, apresente um tempo de queda $t = 3,0 \text{ s}$. Desta forma, pode-se afirmar que a aceleração da gravidade na estrela é de

- a) $8,0 \text{ m/s}^2$.
- b) 10 m/s^2 .
- c) 12 m/s^2 .
- d) 18 m/s^2 .

14. Luiza, uma estudante do Ensino Médio, depois de ouvir as explicações de seu professor de Física sobre a queda dos corpos, resolve fazer alguns testes soltando um mesmo objeto de diferentes andares de seu prédio. Em seus experimentos, Luiza abandona o objeto da sacada de um andar que está a 20 metros do solo e logo depois abandona o mesmo objeto de uma sacada que está a 60 metros do solo. Desprezando a resistência do ar e considerado a aceleração gravitacional 10 m/s^2 , Luiza obtém uma diferença de tempo entre a queda do objeto do primeiro para o segundo experimento, em segundos, aproximadamente, de:

- a) 2,8
- b) 3,5
- c) 0,8
- d) 1,5
- e) 0,3

15. Um vaso de cerâmica cai da janela de um prédio, a qual está a uma distância de 31 m do solo. Sobre esse solo, está um colchão de 1 m de altura. Após atingir o colchão, o vaso penetra 0,5 m nesse objeto. Nessas condições e desprezando a resistência do ar durante a queda livre, a desaceleração do vaso, em m/s^2 , depois de atingir o colchão é de, aproximadamente

(Adote: $g = 10\text{m/s}^2$)

- a) 600
- b) 300
- c) 15
- d) 150
- e) 30

Gabarito:

Resposta da questão 1:

[C]

A expressão da força peso é $P = mg$.

A massa do corpo não se altera e, num mesmo local, a gravidade é constante. Assim a intensidade da força peso é constante, independentemente da quantidade de ar na sala.

Resposta da questão 2:

[D]

Como existe diferença de massa, existe também, diferença de energia mecânica entre as esferas. A esfera com maior massa tem maior energia potencial gravitacional no início do movimento e maior energia cinética ao fim do trajeto, apesar de terem as mesmas alturas em relação ao solo. Ambas chegam ao solo ao mesmo tempo com a mesma velocidade e possuem a mesma aceleração.

Resposta da questão 3:

[B]

O aspecto comum que explica a diferença nos tempos de queda dos corpos é a força de resistência do ar, que depende principalmente do próprio ar e da forma geométrica (aerodinâmica) de cada corpo.

Resposta da questão 4:

[C]

Após o rompimento do cabo, tanto o elevador quanto o livro iniciarão uma queda livre, ambos com a mesma aceleração (da gravidade). E como estavam em repouso em relação ao outro, não há porque se concluir que o livro percorreria um espaço maior, atingindo assim o piso do elevador.

Resposta da questão 5:

[C]

Na queda livre, todos os corpos caem com aceleração igual à da gravidade, independente da massa. Assim, o deslocamento vertical, num mesmo local, também é o mesmo para todos os corpos. Portanto, 20 m para as duas partículas.

Resposta da questão 6:

[A]

Aplicando a equação de Torricelli, obtemos:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$

$$v^2 = 0 + 2 \cdot 10 \cdot 5$$

$$v^2 = 100$$

$$\therefore v = 10 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 7:

[A]

Usando a equação de Torricelli com $a = g = 10 \text{ m/s}^2$ e $\Delta S = h = 20 \text{ m}$.

$$v^2 = v_0^2 + 2g h \Rightarrow v^2 = 0 + 2 \cdot 10 \cdot 20 = 400 \Rightarrow$$

$$v = 20 \text{ m/s.}$$

Resposta da questão 8:

[E]

A distância percorrida em queda livre é dada por:

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Logo,

$$h = \frac{10 \text{ m/s}^2 \cdot (2,5 \text{ s})^2}{2} \therefore h = 31,25 \text{ m}$$

Já a velocidade é dada por:

$$v = v_0 + g \cdot t$$

$$v = 0 + 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2,5 \text{ s} \therefore v = 25 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 9:

[C]

Dados: $v_0 = 0$; $v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Aplicando as equações da queda livre:

$$\begin{cases} v = g t \Rightarrow 20 = 10 t \Rightarrow t = 2 \text{ s.} \\ h = \frac{g}{2} t^2 \Rightarrow h = 5(2)^2 \Rightarrow h = 20 \text{ m.} \end{cases}$$

Resposta da questão 10:

[A]

As posições verticais em relação ao tempo são as mesmas para os dois lançamentos, pois a gravidade atua

**NÃO SE ESQUEÇA
DE NOS SEGUIR**



igualmente nos dois casos. No caso 1, temos um movimento de queda livre e no caso 2, temos um lançamento horizontal, cuja diferença está na posição horizontal devido a velocidade inicial de lançamento em relação ao caso 1. Logo, a alternativa que apresenta a opção correta é da letra [A].

Resposta da questão 11:

[B]

O cálculo da aceleração da gravidade conhecendo a velocidade final e a altura é obtido através da equação:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

Substituindo os valores e ajustando as unidades:

$$\left(\frac{60 \text{ km/h}}{3,6 \frac{\text{km/h}}{\text{m/s}}} \right)^2 = 0^2 + 2 \cdot g \cdot 20 \text{ m} \Rightarrow g = \frac{277,77 \text{ (m/s)}^2}{40 \text{ m}} \therefore g = 6,94 \text{ m/s}^2 \approx 7 \text{ m/s}^2$$

Resposta da questão 12:

[B]

Da equação da altura percorrida na queda livre, temos:

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$h_1 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 \Rightarrow h_1 = 20 \text{ m}$$

$$h_2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1,6^2 \Rightarrow h_2 = 12,8 \text{ m}$$

Portanto, o nível da água elevou-se em:

$$\Delta h = 20 - 12,8$$

$$\therefore \Delta h = 7,2 \text{ m}$$

Resposta da questão 13:

[C]

$$h = \frac{g}{2} t^2 \Rightarrow g = \frac{2h}{t^2} = \frac{2 \cdot 54}{3^2} \Rightarrow \boxed{g = 12 \text{ m/s}^2}$$

Resposta da questão 14:

[D]

O tempo de queda de um corpo é dado por:

$$h = \frac{1}{2} g t_q^2 \Rightarrow t_q = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Sendo assim, a diferença de tempo pedida vale:

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2 \cdot 60}{10}} - \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} = 2\sqrt{3} - 2$$

$$\therefore \Delta t \cong 1,5 \text{ s}$$

Resposta da questão 15:

[A]

**NÃO SE ESQUEÇA
DE NOS SEGUIR**





Usando duas vezes a equação de Torricelli:

$$v_1^2 = v_0^2 + 2gh = 0 + 2 \cdot 10 \cdot (31 - 1) \Rightarrow v_1^2 = 600.$$

$$v_2^2 = v_1^2 - 2a\Delta S \Rightarrow 0 = 600 - 2 \cdot a \cdot 0,5 \Rightarrow \boxed{a = 600 \text{ m/s}^2}.$$

**NÃO SE ESQUEÇA
DE NOS SEGUIR**



WWW.PROFCATALDO.COM.BR

