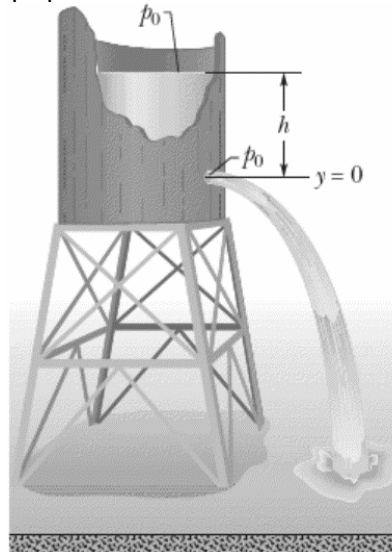


**PADRÃO DE RESPOSTA DAS QUESTÕES CONSTANTES NA PROVA ESCRITA**  
**Área de Conhecimento: Física**

**Questão 1**

Peso: 2,0 pontos

Considere uma caixa d'água sem tampa. Esta possui um furo localizado a uma distância  $h$  da superfície da água, conforme figura abaixo. Qual a velocidade  $v$  da água ao sair da caixa d'água pelo furo? Apresente o desenvolvimento e explique os cálculos realizados.



**Resposta:**

**IDÉIAS-CHAVE**

(1) Esta situação é equivalente à da água descendo com velocidade  $v_0$  por um cano largo (o tanque) de seção reta  $A$  e depois se movendo (horizontalmente) com velocidade  $v$  em um cano estreito (o furo) de seção reta  $a$ . (2) Como toda água que passa pelo cano largo passa também pelo cano estreito, a vazão  $R_V$  deve ser a mesma nos dois “canos”. (3) Podemos também relacionar  $v$  a  $v_0$  (e a  $h$ ) através da equação de Bernoulli (Eq. 14-28).

**Cálculos:** De acordo com a Eq. 14-24,

$$R_V = av = Av_0$$

e portanto

$$v_0 = \frac{a}{A} v.$$

Como  $a \ll A$ , vemos que  $v_0 \ll v$ . Para aplicar a equação de Bernoulli tomamos o nível do furo como nosso nível de referência para a medida de altura (e, portanto, da energia potencial gravitacional). Notando que a pressão no alto da caixa d'água no local do furo é a pressão atmosférica  $p_0$  (pois os dois locais estão expostos à atmosfera), escrevemos a Eq. 14-28 como

$$p_0 + \frac{1}{2} \rho v_0^2 + \rho gh = p_0 + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g(0). \quad (14-39)$$

(O alto do tanque é representado pelo lado esquerdo da equação, e o furo pelo lado direito. O zero do lado direito indica que o furo está no nível de referência.) Antes de explicitar  $v$  na Eq. 14-39, podemos usar nosso resultado de que  $v_0 \ll v$  para simplificá-la: supomos que  $v_0^2$ , e portanto o termo  $\frac{1}{2} \rho v_0^2$  na Eq. 14-39 é desprezível em comparação com os outros termos, e o abandonamos. Explicitando  $v$  na equação restante, obtemos

$$v = \sqrt{2gh}. \quad (\text{Resposta})$$

Fonte:

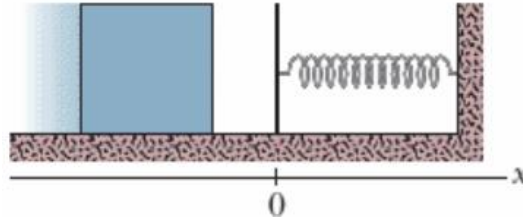
**Exemplo 14-8**

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física 2. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 1 recurso on-line. v. 2. ISBN 9788521618362 (eletrônico). Disponível em: <http://site.ebrary.com/lib/bibliotecaudesc/Doc?id=10707150>.

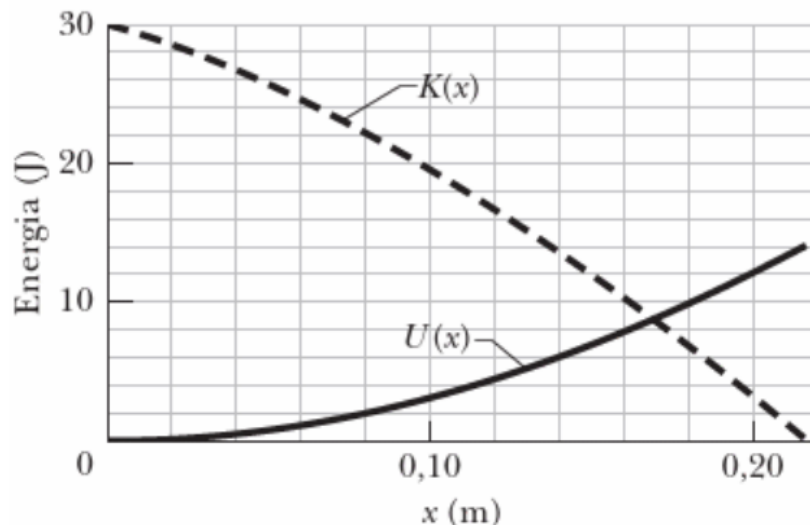
### Questão 2

Peso: 2,0 pontos

Na Figura abaixo, um bloco de 20 kg está prestes a colidir com uma mola no estado relaxado. Quando o bloco comprime a mola uma força de atrito cinético entre o bloco e o piso age sobre o bloco.



O gráfico abaixo mostra a energia cinética do bloco,  $K(x)$ , e a energia potencial da mola,  $U(x)$ , em função da posição  $x$  do bloco, enquanto a mola é comprimida. Qual é o coeficiente de atrito cinético,  $\mu_k$ , entre o bloco e o piso? Apresente o desenvolvimento e explique os cálculos realizados.



**Resposta:**

#### IDÉIAS-CHAVE

(1) A energia mecânica  $E_{\text{mec}} (= K + U)$  não é conservada durante a compressão porque a força de atrito, uma força dissipativa, age sobre o bloco, convertendo uma quantidade de energia  $\Delta E_t$  em energia térmica do bloco e do piso. (2) A energia  $\Delta E_t$  está relacionada ao módulo da força de atrito cinético e à distância percorrida pelo bloco através da Eq. 8-31 ( $\Delta E_t = f_k d$ ). (3) A energia mecânica  $E_{\text{mec},2}$  em qualquer ponto durante a compressão está relacionada à energia mecânica inicial  $E_{\text{mec},1}$  e a  $E_t$  através da Eq. 8-37, que pode ser escrita na forma  $E_{\text{mec},2} = E_{\text{mec},1} - \Delta E_t$ .

**Determinação de  $\Delta E_t$ :** De acordo com a Fig. 8-20b, quando o bloco está em  $x = 0$ , prestes a comprimir a mola, sua energia cinética é  $K = 30 \text{ J}$  e a energia potencial da mola é  $U = 0$ . Assim, a soma de  $K$  e  $U$  é

$$E_{\text{mec},1} = 30 \text{ J.}$$

A mola atinge a máxima compressão quando o bloco pára, ou seja, quando a energia cinética se anula. De acordo com a figura, isso acontece para  $x \approx 0,215 \text{ m}$ , posição na qual  $K = 0$  e  $U = 14 \text{ J}$ . Assim, no ponto de parada a soma de  $K$  e  $U$  é

$$E_{\text{mec},2} = 14 \text{ J.}$$

Para determinar a quantidade de energia convertida em energia térmica escrevemos  $E_{\text{mec},2} = E_{\text{mec},1} - \Delta E_t$  como

$$14 \text{ J} = 30 \text{ J} - \Delta E_t$$

ou  $\Delta E_t = 16 \text{ J.}$

**Determinação de  $\mu_k$ :** De acordo com a Eq. 6-2, a força de atrito cinético é dada por  $f_k = \mu_k F_N$ , onde a força normal é dada pela Eq. 5-14 ( $F_N = mg$ ). Em nosso caso, a força de atrito  $f_k$  converte 16 J em energia térmica em uma distância  $d = 0,215 \text{ m}$ , de acordo com a equação  $\Delta E_t = f_k d$ . Combinando várias expressões, obtemos

$$\Delta E_t = f_k d = \mu_k F_N d = \mu_k mgd$$

e substituímos os valores conhecidos  $\Delta E_t = 16 \text{ J}$ ,  $m = 20 \text{ kg}$ ,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  e  $d = 0,215$  para obter

$$\mu_k = 0,38. \quad \text{(Resposta)}$$

Fonte:

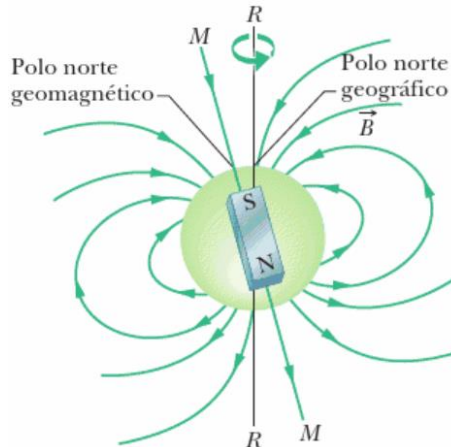
**Exemplo 8-9**

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física 1. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 1 recurso on-line. v. 1. ISBN 9788521616054. Disponível em: <http://site.ebrary.com/lib/bibliotecaudesc/Doc?id=10707127>.

### Questão 3

Peso: 2,0 pontos

As equações de Maxwell podem ser utilizadas para explicar uma grande variedade de fenômenos, constituindo a base para o funcionamento de dispositivos eletromagnéticos, como motores elétricos, transmissores e receptores de televisão, telefones, aparelhos de radar e fornos microondas. Tendo isso em mente, e considerando a Terra como um grande ímã, discuta sobre o magnetismo da Terra, abordando pontos como a declinação e a inclinação do campo magnético da Terra.



### Solução:

A Terra é um grande ímã: em pontos próximos da superfície terrestre, o campo magnético se assemelha ao campo produzido por um gigantesco ímã em forma de barra (um dipolo magnético) que atravessa o centro do planeta. A Fig. 32-8 é uma representação idealizada desse campo dipolar, sem a distorção causada pelo vento solar.

Como o campo magnético da Terra é o campo de um dipolo magnético, existe um momento dipolar magnético  $\vec{\mu}$  associado ao campo. No caso do campo idealizado da Fig. 32-8, o módulo de  $\vec{\mu}$  é  $8,0 \times 10^{22}$  J/T e a direção de  $\vec{\mu}$  faz um ângulo de  $11,5^\circ$  com o eixo de rotação da Terra. O eixo do dipolo (MM na Fig. 32-8) tem a mesma direção que  $\vec{\mu}$  e intercepta a superfície da Terra no polo norte geomagnético, situado no noroeste da Groenlândia, e no polo sul geomagnético, situado na Antártica. As linhas do campo magnético  $\vec{B}$  emergem no Hemisfério Sul e penetram na Terra no Hemisfério Norte. Assim, o polo magnético que está situado no Hemisfério Norte e é chamado de “polo norte magnético” é na verdade o polo sul do dipolo magnético da Terra.

A orientação do campo magnético em um ponto qualquer da superfície da Terra é normalmente especificada através de dois ângulos. A **declinação do campo** é o ângulo (à esquerda ou à direita) entre o norte geográfico (isto é, a direção da latitude  $90^\circ$ ) e a componente horizontal do campo. A **inclinação do campo** é o ângulo (para cima ou para baixo) entre um plano horizontal e a direção do campo.

Instrumentos chamados de *magnetômetros* são usados para medir esses ângulos e determinar o módulo do campo com alta precisão. Entretanto, é possível descobrir qual é a orientação local do campo magnético terrestre usando dois instrumentos simples, a *bússola* e a *bússola de inclinação*. A bússola é simplesmente um ímã em forma de agulha que é montado de modo a poder girar livremente em torno de um eixo vertical. Quando a bússola é mantida em um plano horizontal, o polo norte da agulha aponta para o polo norte geomagnético (que, como vimos, é na verdade o polo sul magnético). O ângulo entre a agulha e o norte geográfico é a declinação do campo. A bússola de inclinação é um dispositivo semelhante no qual a agulha pode girar livremente em torno de um eixo horizontal. Quando o plano vertical de rotação está alinhado com a direção da bússola, o ângulo entre a agulha do instrumento e a horizontal é a inclinação do campo.

Em um ponto real da superfície da Terra, o campo magnético medido pode diferir apreciavelmente, tanto em módulo como em orientação, do campo dipolar ideal da Fig. 32-8. Na verdade, o ponto do Hemisfério Norte no qual o campo é perpendicular à superfície da Terra não é o polo norte geomagnético na costa da Groenlândia, como seria de se esperar; o chamado *polo norte de inclinação* está situado nas ilhas Queen Elizabeth, no norte do Canadá, a uma grande distância da Groenlândia.

Fonte:

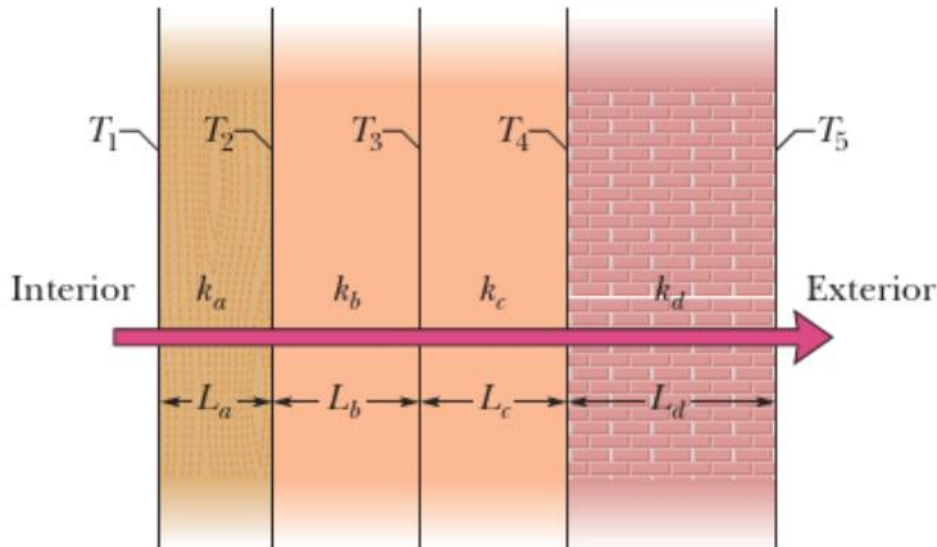
**Item 32-6**

WALKER, Jearl. Halliday & Resnick fundamentos de física 3. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 1 recurso on-line. v. 3. ISBN 9788521621393 (eletrônico). Disponível em: <http://site.ebrary.com/lib/bibliotecaudesc/Doc?id=10839642>.

**Questão 4**

Peso: 2,0 pontos

A figura abaixo mostra a seção reta de uma parede feita com uma camada interna de madeira, de espessura  $L_a$ , uma camada externa de tijolos, de espessura  $L_d$  (igual ao dobro da espessura de madeira), e duas camadas externas de espessura e composição desconhecidas. A condutividade térmica da madeira é  $k_a$  e a dos tijolos é  $k_d$  (5 vezes maior que a condutividade térmica da madeira). A área  $A$  da parede também é desconhecida. A condução térmica através da parede atingiu o regime estacionário; as únicas temperaturas conhecidas são  $T_1 = 25^\circ\text{C}$ ,  $T_2 = 20^\circ\text{C}$  e  $T_5 = -10^\circ\text{C}$ . Qual é a temperatura  $T_4$ ? Apresente o desenvolvimento e explique os cálculos realizados.



**Resposta:**

**IDÉIAS-CHAVE**

(1) A temperatura  $T_4$  aparece na equação da taxa  $P_d$  com a qual a energia térmica atravessa os tijolos (Eq. 18-32). Entretanto, não temos dados suficientes para calcular o valor de  $T_4$  usando apenas a Eq. 18-32. (2) Como o regime é estacionário, a taxa de condução  $P_d$  através dos tijolos é igual à taxa de condução  $P_a$  através da madeira.

**Cálculos:** De acordo com a Eq. 18-32 e a Fig. 18-22, podemos escrever

$$P_a = k_a A \frac{T_1 - T_2}{L_a} \quad \text{e} \quad P_d = k_d A \frac{T_4 - T_5}{L_d}.$$

Fazendo  $P_a = P_d$  e explicitando  $T_4$ , obtemos

$$T_4 = \frac{k_a L_d}{k_d L_a} (T_1 - T_2) + T_5.$$

Fazendo  $L_d = 2,0L_a$ ,  $k_d = 5,0k_a$  e substituindo  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_5$  por seus valores, obtemos

$$\begin{aligned} T_4 &= \frac{k_a (2,0L_a)}{(5,0k_a)L_a} (25^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) + (-10^\circ\text{C}) \\ &= -8,0^\circ\text{C}. \end{aligned} \quad \text{(Resposta)}$$

Fonte:

**Exemplo 18-6**

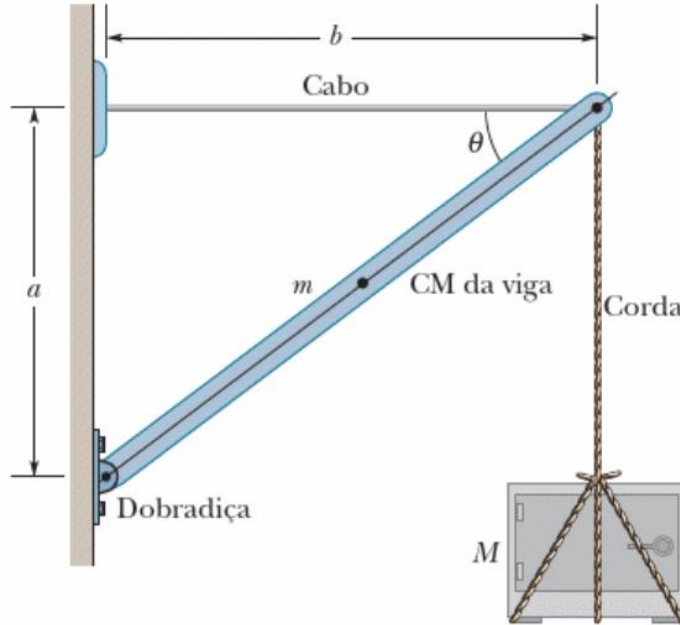
HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física 2. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 1 recurso on-line. v. 2. ISBN 9788521618362 (eletrônico). Disponível em: <http://site.ebrary.com/lib/bibliotecaudesc/Doc?id=10707150>.



**Questão 5:**

Peso: 2,0 pontos

A figura abaixo mostra um cofre, de massa  $M$ , pendurado por uma corda presa a uma lança de guindaste de dimensões  $a$  e  $b$ . A lança é composta por uma viga articulada e um cabo horizontal. A viga é feita de material uniforme, tendo uma massa  $m$ . As massas do cabo e da corda são desprezíveis. Determine o módulo da força exercida pelo cabo sobre a viga. Determine também as componentes horizontal e vertical da força exercida pela dobradiça sobre a viga. Apresente o desenvolvimento e explique os cálculos realizados.



**Resposta:**

**IDÉIAS-CHAVE**

O sistema neste caso é apenas a viga, e as forças sobre ele estão mostradas no diagrama de corpo livre da Fig. 12-7b. A força exercida pelo cabo é  $\vec{T}_{cabo}$ . A força gravitacional a que a viga está submetida está aplicada ao centro de massa (situado no centro da viga), e foi representada pela força equivalente  $m\vec{g}$ . A componente vertical da força que a dobradiça exerce sobre a viga é  $\vec{F}_v$ , e a componente horizontal é  $\vec{F}_h$ . A força exercida pela corda que sustenta o cofre é  $\vec{T}_{corda}$ . Como a viga, a corda e o cofre estão em repouso, o módulo de  $\vec{T}_{corda}$  é igual ao peso do cofre:  $T_c = Mg$ . Posicionamos a origem  $O$  de um sistema de coordenadas  $xy$  na dobradiça. Como o sistema está em equilíbrio estático, as equações de equilíbrio podem ser usadas.

**Cálculos:** Vamos começar com a Eq. 12-9 ( $\tau_{\text{res},z} = 0$ ). Note que o enunciado pede o módulo da força  $\vec{T}_{\text{cabo}}$ , mas não pede os módulos das forças  $\vec{F}_h$  e  $\vec{F}_v$  que agem sobre a dobradiça no ponto  $O$ . Para eliminar  $\vec{F}_h$  e  $\vec{F}_v$  do cálculo do torque, basta calcularmos os torques em relação a um eixo perpendicular ao papel passando pelo ponto  $O$ . Nesse caso,  $\vec{F}_h$  e  $\vec{F}_v$  têm braços de alavanca nulos. As linhas de ação de  $\vec{T}_{\text{cabo}}$ ,  $\vec{T}_{\text{corda}}$  e  $m\vec{g}$  estão indicadas por retas tracejadas na Fig. 12-7b. Os braços de alavanca correspondentes são  $a$ ,  $b$  e  $b/2$ .

Escrevendo os torques na forma  $r_{\perp}F$  e usando nossa regra para os sinais dos torques, a equação de equilíbrio  $\tau_{\text{res},z} = 0$  se torna

$$(a)(T_{\text{cabo}}) - (b)(T_{\text{corda}}) - (\frac{1}{2}b)(mg) = 0.$$

Substituindo  $T_{\text{corda}}$  por  $Mg$  e explicitando  $T_{\text{cabo}}$ , obtemos

$$T_{\text{cabo}} = \frac{gb(M + \frac{1}{2}m)}{a}$$

**Cálculos:** No caso do equilíbrio na horizontal, escrevemos  $F_{\text{res},x} = 0$  como

$$F_h - T_{\text{cabo}} = 0,$$

e portanto

$$F_h = T_{\text{cabo}}$$

No caso do equilíbrio na vertical, escrevemos  $F_{\text{res},y} = 0$  como

$$F_v - mg - T_{\text{corda}} = 0.$$

Substituindo  $T_{\text{corda}}$  por  $Mg$  e explicitando  $F_v$ , obtemos

$$F_v = (m + M)g$$

Fonte:

**Exemplo 12-3**

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física 2. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 1 recurso on-line. v. 2. ISBN 9788521618362 (eletrônico). Disponível em: <http://site.ebrary.com/lib/bibliotecaudesc/Doc?id=10707150>.



## Assinaturas do documento



Código para verificação: **9JAT67X2**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:



**CARLOS VINICIOS OPELT** em 24/06/2024 às 11:40:26

Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2023 - 17:56:02 e válido até 30/03/2123 - 17:56:02.

(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwMjYwMzFfMjYwNjhfMjYwNF85SkFUNjdYMG==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00026031/2024** e o código **9JAT67X2** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.