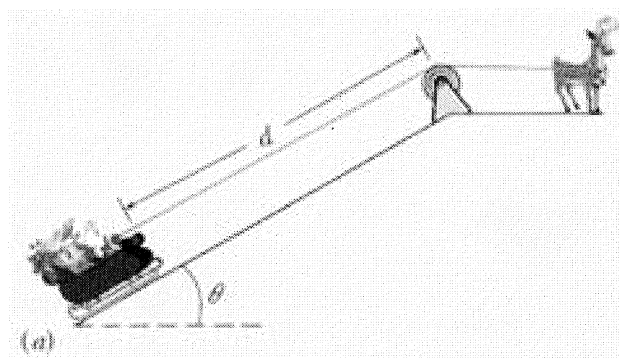


PADRÃO DE RESPOSTA DAS QUESTÕES CONSTANTES NA PROVA ESCRITA
Área de Conhecimento: Engenharia de Produção

Questão 1

Peso: 2,0 pontos

Um objeto é puxado em uma rampa, mas o objeto está em repouso nos instantes inicial e final e, portanto, sua energia cinética não varia (o que é uma informação importante). A situação é mostrada na Figura. Uma corda puxa para cima um trenó de 200 kg em uma encosta com um ângulo $\theta = 30^\circ$, por uma distância $d = 20$ m. A massa total do trenó e da carga é 200 kg. A encosta nevada é tão escorregadia que o atrito entre o trenó e a encosta pode ser desprezado. Qual é o trabalho realizado pelas forças que agem sobre o trenó?



Resposta:

Exemplo 7.04 Trabalho realizado para puxar um trenó em uma encosta nevada

Neste exemplo, um objeto é puxado em uma rampa, mas o objeto está em repouso nos instantes inicial e final e, portanto, sua energia cinética não varia (o que é uma informação importante). A situação é mostrada na Fig. 7-8a. Uma corda puxa para cima um trenó de 200 kg (que você deve ter reconhecido) em uma encosta com um ângulo $\theta = 30^\circ$, por uma distância $d = 20$ m. A massa total do trenó e da carga é 200 kg. A encosta nevada é tão escorregadia que o atrito entre o trenó e a encosta pode ser desprezado. Qual é o trabalho realizado pelas forças que agem sobre o trenó?

IDEIAS-CHAVE

(1) Como, durante o movimento, as forças são constantes em módulo e orientação, podemos calcular o trabalho realizado usando a Eq. 7-7 ($W = Fd \cos \phi$), em que ϕ é o ângulo entre a força e o deslocamento. Chegamos ao mesmo resultado usando a Eq. 7-8 ($W = \vec{F} \cdot \vec{d}$), em que calculamos o produto escalar do vetor força pelo vetor deslocamento. (2) Podemos relacionar o trabalho realizado pelas forças à variação de energia cinética (ou, neste caso, à falta de variação) usando o teorema do trabalho e energia cinética da Eq. 7-10 ($\Delta K = W$).

Cálculos: A primeira coisa a fazer na maioria dos problemas de física que envolvem forças é desenhar um diagrama de corpo livre para organizar as ideias. No caso do trenó, o diagrama de corpo livre é o da Fig. 7-8b, que mostra a força gravitacional \vec{F}_g , a força de tração \vec{T} exercida pela corda e a força normal \vec{F}_n exercida pela encosta.

Trabalho W_N da força normal. Vamos começar com um cálculo fácil. A força normal é perpendicular à encosta e, portanto, ao deslocamento do trenó. Assim, o trabalho realizado pela força normal é zero. Se quisermos ser mais formais, podemos usar a Eq. 7-7 para escrever

$$W_N = F_N d \cos 90^\circ = 0. \quad (\text{Resposta})$$

Trabalho W_g da força gravitacional. Podemos calcular o trabalho realizado pela força gravitacional de duas formas (a escolha fica por conta do leitor). De acordo com nossa discussão anterior a respeito das rampas (Exemplo 5.04 e Fig. 5-15), o módulo da componente do campo gravitacional paralela à rampa é $mg \sin \theta$. Assim, temos:

$$F_{gx} = mg \sin \theta = (200 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2) \sin 30^\circ \\ = 980 \text{ N.}$$

Como o ângulo ϕ entre o deslocamento e essa componente da força é 180° , a Eq. 7-7 nos dá

$$W_g = F_{gx} d \cos 180^\circ = (980 \text{ N})(20 \text{ m})(-1)$$

$$= -1,96 \times 10^4 \text{ J.} \quad (\text{Resposta})$$

O resultado negativo significa que o campo gravitacional remove energia do trenó.

A segunda forma de obter esse resultado é usar toda a força gravitacional \vec{F}_g , em vez de usar apenas uma componente. Como o ângulo entre \vec{F}_g e \vec{d} é 120° ($30^\circ + 90^\circ$), a Eq. 7-7 nos dá

$$\begin{aligned} W_g &= F_g d \cos 120^\circ = mgd \cos 120^\circ \\ &= (200 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2)(20 \text{ m}) \cos 120^\circ \\ &= -1,96 \times 10^4 \text{ J.} \end{aligned} \quad (\text{Resposta})$$

Trabalho W_T da força de tração da corda. Podemos calcular esse trabalho de duas formas. A mais simples é usar o teorema do trabalho e energia da Eq. 7-10 ($\Delta K = W$), em que $\Delta K = 0$ porque a energia cinética final é igual à energia cinética inicial (zero) e $W = W_N + W_g + W_T$ é o trabalho total realizado pelas forças. Assim, a Eq. 7-10 nos dá

$$\begin{aligned} 0 &= W_N + W_g + W_T = 0 - 1,96 \times 10^4 \text{ J} + W_T \\ \text{e} \quad W_T &= 1,96 \times 10^4 \text{ J.} \end{aligned} \quad (\text{Resposta})$$

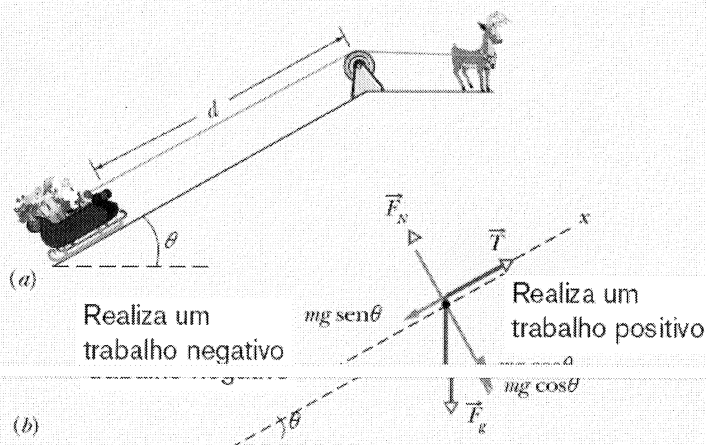


Figura 7-8 (a) Um trenó é puxado por uma corda em uma rampa nevada. (b) Diagrama de corpo livre do trenó.

Em vez disso, podemos aplicar a segunda lei de Newton ao movimento ao longo de um eixo x paralelo à rampa para calcular o módulo F_T da força de tração da corda. Supondo que a aceleração na direção do eixo x é zero (exceto por breves períodos de tempo, quando o trenó inicia e termina a subida), podemos escrever

$$\begin{aligned} F_{\text{res } x} &= ma_x \\ F_T - mg \sin 30^\circ &= m(0), \end{aligned}$$

o que nos dá $F_T = mg \sin 30^\circ$

Como a força de tração da corda e o deslocamento do trenó têm a mesma direção e o mesmo sentido, o ângulo entre os dois vetores é zero. Logo, de acordo com a Eq. 7-7, temos:

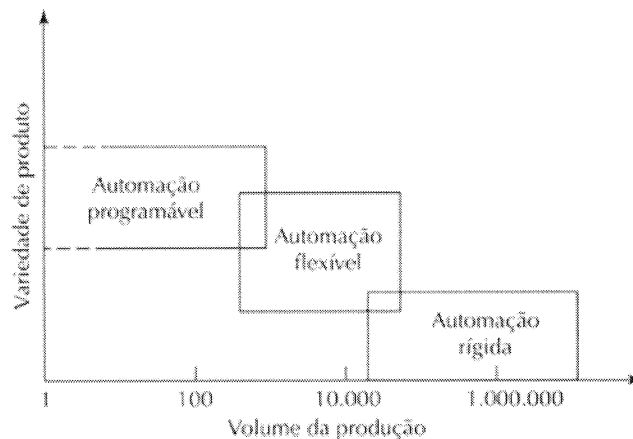
$$\begin{aligned} W_T &= F_T d \cos 0^\circ = (mg \sin 30^\circ) d \cos 0^\circ \\ &= (200 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2)(\sin 30^\circ)(20 \text{ m}) \cos 0^\circ \\ &= 1,96 \times 10^4 \text{ J.} \end{aligned} \quad (\text{Resposta})$$

Fonte:
HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

Questão 2

Peso: 2,0 pontos

Os sistemas automatizados de produção podem ser classificados em três tipos básicos: automação rígida, automação programável e automação flexível. Discorra sobre cada um deles e correlacione à figura sobre seu entendimento.



Resposta:

1.2.1 Sistemas de produção automatizados

Os sistemas de produção automatizados operam na fábrica sobre o produto físico. Eles executam operações tais como processamento, montagem, inspeção e gerenciamento de materiais e, algumas vezes, várias dessas tarefas são realizadas pelo mesmo sistema. São denominados automatizados porque executam suas operações com um nível reduzido de participação humana se comparado ao processo manual equivalente. Em alguns sistemas altamente automatizados, quase não existe participação humana. Exemplos de sistemas de produção automatizados incluem:

- Máquinas-ferramenta automatizadas que processam peças.
- Linhas de transferência que executam uma série de operações de usinagem.

- Sistemas de montagem automatizados.
- Sistemas de produção que utilizam robôs industriais para executar operações de processamento ou montagem.
- Sistemas para tratamento e armazenamento automáticos de materiais que integram operações de produção.
- Sistemas de inspeção automática para controle de qualidade.

Os sistemas automatizados de produção podem ser classificados em três tipos básicos: (1) automação rígida; (2) automação programável; (3) automação flexível. Eles costumam operar como sistemas totalmente automatizados, embora os sistemas semiautomatizados sejam comuns na automação programável. A posição relativa dos três tipos de automação para os diferentes volumes e variedades dos produtos é mostrada na Figura 1.5.

Automação rígida. Sistema no qual a sequência das operações de processamento (ou montagem) é definida pela configuração do equipamento. Normalmente, cada operação na sequência é simples e talvez envolva um movimento linear plano ou rotacional, ou uma combinação simples dos dois, tal como a alimentação de um carretel em rotação. A integração e a coordenação de muitas dessas operações em um único equipamento é o que torna o sistema complexo. Algumas características da automação rígida são: (1) alto investimento inicial em equipamentos com engenharia personalizada; (2) altas taxas de produção; (3) inflexibilidade relativa do equipamento na acomodação da variedade de produção.

A justificativa econômica da automação rígida está nos produtos que são fabricados em grandes quantidades e nas altas taxas de produção. O alto custo inicial do equipamento pode ser diluído na grande quantidade de unidades, o que torna o custo unitário mais atrativo se comparado a métodos alternativos de produção. Exemplos de automação rígida incluem a linha transfer de montagem e as máquinas de montagem automatizadas.

Automação programável. Nesse tipo de automação, o equipamento de produção é projetado com a capacidade de modificar a sequência de operações de modo a acomodar diferentes configurações de produtos. A sequência de operações é controlada por um *programa*, um conjunto de instruções codificado de maneira que possa ser lido e interpretado pelo sistema. Novos programas podem ser preparados e inseridos nos equipamentos para fabricarem novos produtos. Algumas das características da automação programável incluem: (1) alto investimento em equipamentos de propósito geral; (2) baixas taxas de produção se comparada à automação rígida; (3) flexibilidade para lidar com variações e alterações na configuração do produto; (4) alta adaptabilidade para a produção em lote.

Os sistemas de produção automatizados programáveis são utilizados em produção de baixo e médio volumes. As peças ou produtos são normalmente produzidos em lotes e, a cada novo lote de um produto diferente, o sistema deve ser reprogramado com o conjunto de instruções de máquina correspondentes a ele. A configuração física da máquina também deve ser alterada: ferramentas devem ser carregadas, acessórios devem ser fixados à mesa da máquina e as configurações necessárias devem ser carregadas. Esse procedimento de alterações toma tempo. Consequentemente, o ciclo típico para determinado produto inclui um período durante o qual a configuração e a reprogramação acontecem, seguido de outro período no qual as peças no lote são produzidas. Exemplos de automação programável incluem máquinas-ferramenta numericamente controladas (CN), robôs industriais e controladores lógicos programáveis.

Automação flexível. É uma extensão da automação programável. Um sistema automatizado flexível é capaz de produzir uma variedade de peças (ou produtos), quase sem perda de tempo e com modificações de um modelo de peça para outro. Não existe perda de tempo de produção enquanto são reajustados o sistema e as configurações físicas (ferramentas, acessórios e configurações de máquina). Assim, o sistema pode produzir diferentes variações e planos de peças e produtos sem exigir que eles sejam produzidos em lotes. O que viabiliza a automação flexível é que a diferença entre as peças processadas pelo sistema não são significativas e, portanto, o volume de alterações exigidas entre os modelos é mínimo. Dentre as características da automação flexível estão: (1) alto investimento em um sistema com engenharia personalizada; (2) produção contínua de um conjunto variado de produtos; (3) taxas médias de produção; (4) flexibilidade para lidar com variações no

Fonte:

GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. 3ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2014.

Questão 3

Peso: 2,0 pontos

Uma fábrica de cerâmica fabrica tijolos de acordo com a norma do cliente. A norma estabelece que os tijolos devem suportar no mínimo uma força de compressão média de 10 kg/cm^2 e que o desvio padrão não deve ser superior a 5% da média. Num ensaio realizado em um lote de tijolos pelo Engenheiro da Qualidade do cliente, foram registrados os seguintes dados de uma amostra de 6 tijolos, para sua resistência à compressão em kg/cm^2 :

12 11 10 9 8,5 11,5

Nestas condições, o Engenheiro da Qualidade aprovará ou reprovará o lote de tijolos?

Solução:

$$\text{Média} = \frac{12 + 11 + 10 + 9 + 8,5 + 11,5}{6} = 10,33 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Desvio} = \sqrt{\frac{(12 - 10,33)^2 + (11 - 10,33)^2 + (10 - 10,33)^2 + (9 - 10,33)^2 + (8,5 - 10,33)^2 + (11,5 - 10,33)^2}{6 - 1}}$$

$$\text{Desvio} = 1,40 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore 10,33 \times 0,05 = 0,5165$$

Resposta:

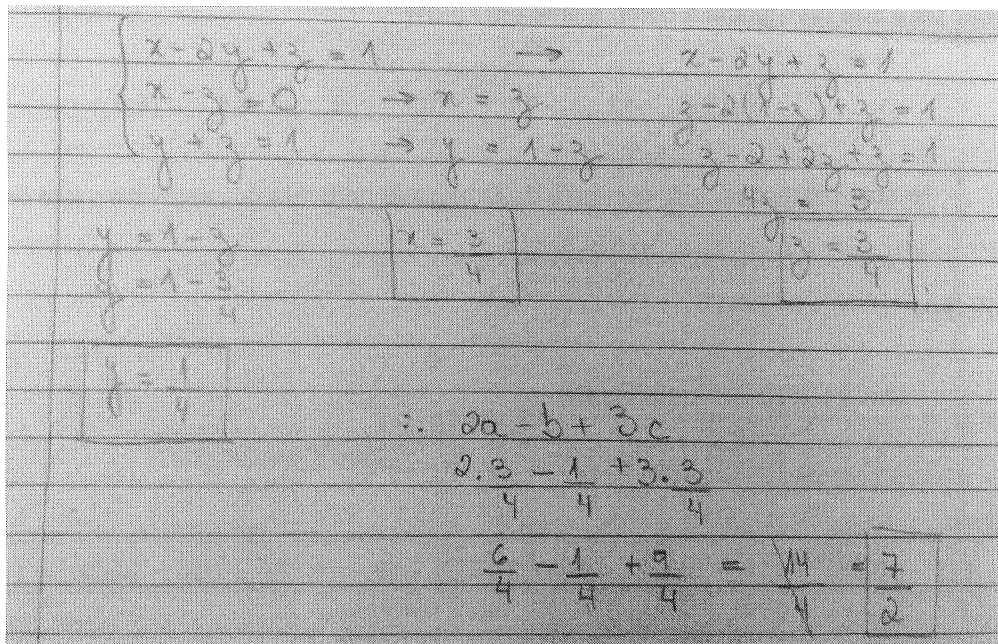
O desvio padrão encontrado é maior que de 5% da média calculada, nessas condições o engenheiro de qualidade deverá reprovar o lote.

Questão 4

Peso: 2,0 pontos

Seja $x = a$, $y = b$, $z = c$ a solução do sistema $\begin{cases} x - 2y + z = 1 \\ x - z = 0 \\ y + z = 1 \end{cases}$, então calcule $2a - b + 3c$.

Solução:



$$\begin{cases} x - 2y + z = 1 \\ x - z = 0 \\ y + z = 1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x - 2y + z = 1 \\ z - 2(1-z) + z = 1 \\ z - 2 + 2z + z = 1 \\ 4z = 3 \\ z = \frac{3}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = 1 - z \\ z = \frac{3}{4} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} y = 1 - \frac{3}{4} \\ z = \frac{3}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = z \\ z = \frac{3}{4} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = \frac{3}{4} \\ z = \frac{3}{4} \end{cases}$$

$$\therefore 2a - b + 3c = \frac{2 \cdot 3}{4} - \frac{1}{4} + \frac{3 \cdot 3}{4} = \frac{6}{4} - \frac{1}{4} + \frac{9}{4} = \frac{14}{4} = \frac{7}{2}$$

Questão 5:

Peso: 2,0 pontos

Dentro dos conceitos de Ecologia Industrial, do que trata o Metabolismo Industrial?

Resposta:

O Metabolismo Industrial consiste em processos físicos e químicos que convertem matérias-primas e energia em produtos e resíduos. Assim como nos sistemas biológicos, o metabolismo pode ser estudado em qualquer nível de complexidade, desde as mais simples operações unitárias, na indústria como um todo ou até de forma regional ou global. Ou seja, deve-se definir o tamanho do organismo.

Fonte:
 ALMEIDA, C.M.V.; GIANNETTI, B.F. **Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. p 21-25.