Mecânica para Licenciatura em Matemática-4310232. Outubro de 2013

Quinta lista de exercícios

Trabalho de força constante

1. **a)** Calcule o trabalho realizado pela força que um levantador de pesos faz ao erguer, com velocidade praticamente nula, uma massa de 100 kg a 2,0 m de altura. **b)** Compare o resultado da parte a) com o trabalho realizado pela componente vertical da força realizada por uma pessoa subindo, a velocidade constante, quatro lances de escada (12 m de altura).

2. (RHK11.P.2) Uma corda é usada para baixar um bloco de massa M verticalmente por uma distância d, com uma aceleração de g/4, constante e para baixo. **a)** Encontre o trabalho realizado pela corda no bloco. **b)** Encontre o trabalho realizado pela força da gravidade.

3. (RHK11.E.1) Para empurrar um engradado de 52 kg sobre um assoalho, um trabalhador aplica uma força de 190 N, inclinada em 22° para baixo da horizontal. Quando o engradado percorrer 3,3 m, quanto trabalho terá sido realizado sobre o engradado **a)** pelo trabalhador, **b)** pela força da gravidade e **c)** pela força normal do assoalho sobre o engradado.

4. (RHK11.E.2) Um objeto com 106 kg está inicialmente se movendo em linha reta com velocidade igual a 51,3 m/s. **a)** Se ele for levado ao repouso por uma desaceleração de 1,97 m/s^2, qual será a força necessária, qual será a distância que o objeto percorre e quanto trabalho é realizado pela força? **b)** Responda às mesmas perguntas se a desaceleração do objeto for igual a 4,82 m/s^2.

5. (Probl. resolvido. 11.2 RHK) Um garoto puxa um trenó de 5 kg por 10 m ao longo de uma superfície horizontal com velocidade constante. Que trabalho ele realiza sobre o trenó, sendo o coeficiente de atrito cinético entre o trenó e a neve $\mu_c = 0,2$ e o ângulo formado entre a corda e a horizontal igual a 45^0?

6. (RHK11.E.4) Um trabalhador empurrou um bloco de 26,6 kg por uma distância de 9,54 m ao longo de um assoalho horizontal, com velocidade constante, aplicando-lhe uma força inclinada em $32,0^o$ para baixo da horizontal. O coeficiente de atrito cinético é 0,21. Qual o trabalho realizado pelo homem?

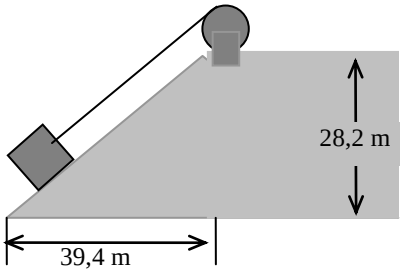
Potência

7. Uma mulher de 57 kg sobe um lance de escadas, elevando-se de 4,5 m em 3,5 s. Qual é a potência média que ela deve desenvolver?

8. Como ainda não estamos livres dos apagões, é bom saber como subir escadas longas. Determine a velocidade adequada para subir uma escada com muitos degraus, considerando que um ser humano consegue desenvolver no máximo 100 W de energia mecânica com as pernas por um tempo longo. Dê a velocidade em degraus/segundo e determine o tempo para subir ao 10° andar, usando valores razoáveis para a massa da pessoa e as alturas de um degrau e um andar.

9. Alega-se que até 900 kg de água podem ser evaporados diariamente pelas grandes árvores. A evaporação ocorre nas folhas e, para chegar lá, a água tem que ser elevada desde as raízes da árvore. **a)** Suponha que, em média, a água seja elevada a 9,20 m acima do solo; quanta energia deve ser fornecida? **b)** Qual a potência média envolvida, se admitirmos que a evaporação ocorra durante 12 horas?

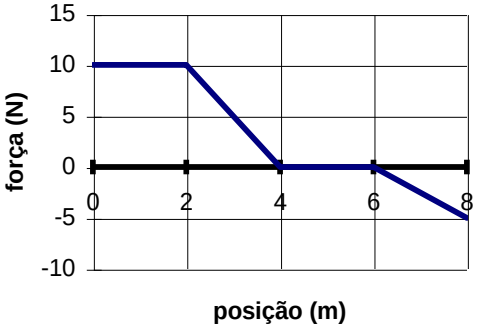
10. Um guincho arrasta um bloco de granito com 1380 kg a uma velocidade constante igual a 1,34 m/s sobre um plano inclinado (veja figura ao lado). O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o plano inclinado é 0,41. Qual é a potência que precisa ser fornecida pelo guincho?



Trabalho de força variável

11. (RHK11.E.24) Uma mola tem constante elástica igual a 15,0 N/cm. a) Qual o trabalho necessário para alongar a mola em 7,60 mm a partir de sua posição de repouso? b) Qual o trabalho necessário para alongar a mola em 7,60 mm adicionais?

12. A força aplicada em um objeto tem módulo igual a $F = F_o\left(\frac{x}{x_o} - 1\right)$, sentido e direção constantes ao longo do eixo x, com F_o e x_o constantes positivas. Encontre o trabalho realizado ao mover-se o objeto desde $x = 0$ até $x = 3x_o$.



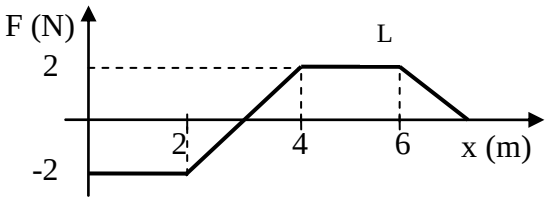
13. (RHK11.E.22). Um bloco de 5,0 kg se move em linha reta sobre uma superfície horizontal sem atrito sob influência de uma força que varia com a posição, como mostra a figura ao lado. Qual é o trabalho realizado pela força quando o bloco se move desde a origem até x = 8,0 m?

Teorema do Trabalho-Energia

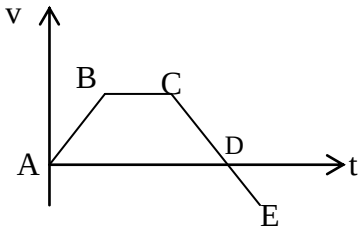
14. Uma partícula de massa m = 2 kg desloca-se ao longo de uma reta. Entre x = 0 e x = 7 m, ela está sujeita a uma força F(x) representada no gráfico.

a) Calcule a velocidade da partícula depois de percorrer 2, 3, 4, 6 e 7 m, sabendo que sua velocidade em x= 0 m é de 3 m/s.

b) Se no ponto x = 0 m sua velocidade fosse 2 m/s, ela poderia chegar até o ponto x = 7 m? Justifique.

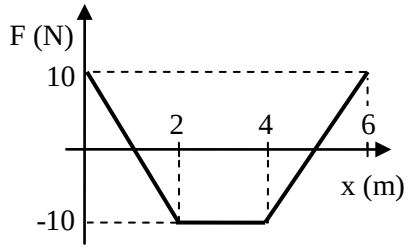


15. (RHK11.E.30) Uma única força atua em uma partícula em movimento retilíneo. Um gráfico da velocidade da partícula como função do tempo é mostrado na figura ao lado. Determine o sinal (positivo ou negativo) do trabalho realizado pela força sobre a partícula em cada um dos intervalos AB, BC, CD e DE.



16. De que altura um automóvel de 1270 kg teria que cair para ganhar a energia cinética equivalente à que ele teria ao viajar a 88,5 km/h? A resposta depende do peso do carro?

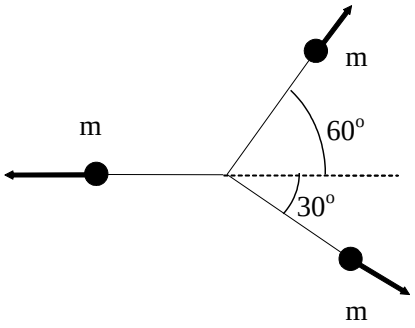
17. Um corpo de massa m = 2 kg se desloca ao longo de uma reta (eixo x), sob a ação de uma única força, cuja componente x é ilustrada na figura. **a)** Se o corpo for lançado da origem com uma velocidade v_x = 5 m/s, com que velocidade atingirá o ponto x = 5 m? **b)** Se o corpo for abandonado em x = 2 m, qual será a sua velocidade após percorrer 2 m? Em que sentido será o movimento?



Energia cinética em colisões

18. Uma bola perde 20 % de sua energia cinética quando é rebatida por um piso de concreto. Com que velocidade você deve jogá-la contra esse piso, verticalmente para baixo, a partir de uma altura de 10 m para tê-la rebatida até a mesma altura? Ignore a resistência do ar e use g = 10 m/s^2 .

19. Uma mina explode em três fragmentos, de 100 g cada um, que se deslocam em um plano horizontal conforme mostrado na figura ao lado. A energia cinética total liberada pela explosão é 100 kJ. Encontre as velocidades iniciais dos três fragmentos.



20. Durante a madrugada, um carro de luxo, com massa total igual a 2400 kg, bate na traseira de um carro de massa total 1200 kg, que estava parado em um sinal vermelho. O motorista do carro de luxo alega que o outro estava com as luzes apagadas e que ele vinha reduzindo a marcha ao aproximar-se do sinal, estando a menos de 10 km/h quando o acidente ocorreu. A perícia constata que o carro de luxo arrastou o outro por uma distância igual a 10,5 m e estima o coeficiente de atrito cinético com a estrada no local do acidente em 0,6. Calcule a velocidade real do carro de luxo, no momento da colisão.

21. (RHK 11.E.41) Um vagão de carga de 35,0 toneladas choca-se com outro vagão que está parado. Eles engatam e 27,0 % da energia cinética inicial é dissipada como calor, som, vibração, deformação, etc. Determine a massa do segundo vagão.

22. Uma partícula A, de massa *m* e velocidade $3v_0\vec{i}$, colide com uma outra partícula B, em repouso, de massa 2 *m*. A primeira partícula é desviada de um ângulo θ_1 (com tan(θ_1) =2) com uma velocidade cuja magnitude é $\sqrt{5}v_0$. Determine:

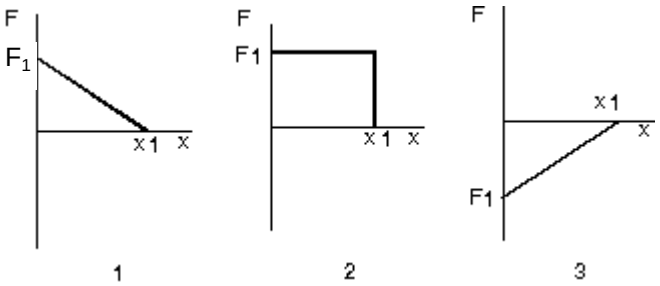
a) a magnitude da velocidade da partícula B depois da colisão; **b)** o ângulo θ_2 em que emerge a partícula B; **c)** o impulso recebido pela partícula A; **d)** o impulso recebido pela partícula B e **e)** se a colisão é elástica.

23. Um núcleo de massa 2 *m* e velocidade $\vec{v}$ colide com um núcleo estacionário de massa 10 *m*. Há variação de energia cinética na colisão e observa-se que o núcleo de massa 2 *m* tem uma velocidade $\vec{v}_1$ cuja direção é perpendicular à que ele tinha antes da colisão e o núcleo de massa 10 *m* tem velocidade $\vec{v}_2$ cuja direção faz um ângulo θ com a direção do núcleo de massa 2 *m* antes da colisão tal que sem θ = 3/5. **a)** Quais as magnitudes de $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$? **b)** Que fração da energia cinética é perdida ou ganha como resultado da interação?

24. Dois objetos A e B se chocam. A massa de A é 2,0 kg e a de B é 3,0 kg. Suas velocidades antes da colisão eram respectivamente $v_{iA} = 15\vec{i} + 30\vec{j}$ e $v_{iB} = -10\vec{i} + 5\vec{j}$. Após a colisão, $v_{fA} = -6\vec{i} + 30\vec{j}$. Todas as velocidades estão em m/s.
a) Qual a velocidade final de B ?
b) Quanta energia cinética foi ganha ou perdida na colisão?

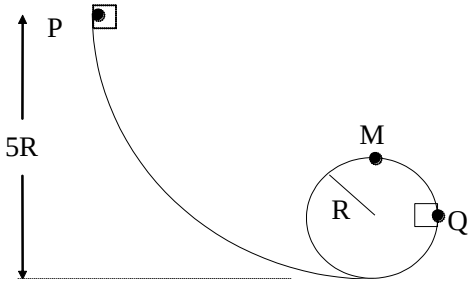
Energia Potencial
25. O cume do Monte Everest encontra-se a 8850 m acima do nível do mar.
a) Qual a energia despendida por um alpinista de 90 kg, a partir do nível do mar e trabalhando contra a gravidade, para alcançar aquela altura?
b) Quantas barras de chocolate de 50 g, cada uma capaz de fornecer 300 kcal, forneceriam energia equivalente a esta? *Sua resposta deve sugerir que o trabalho contra a gravidade é uma parte muito pequena da energia despendida mesmo em situações em que o esforço físico é muito grande, como subir uma montanha.*

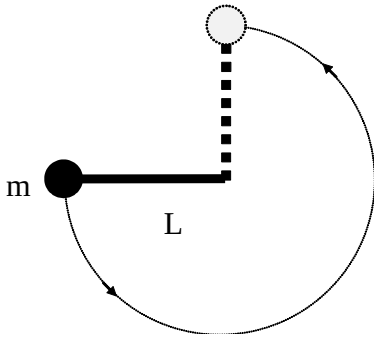
26. Os gráficos ao lado mostram a dependência com a posição de uma força atuando em uma partícula movendo-se ao longo do eixo *x*, no sentido positivo desde a origem até $x = x_1$. A força é paralela ao eixo *x* e é conservativa. A magnitude máxima F_1 tem o mesmo valor em todos os gráficos. Ordene as situações abaixo de acordo com a variação da energia potencial associada à força, da menor (ou mais negativa) para a maior (ou mais positiva).



Conservação da energia mecânica – Energia potencial gravitacional

27. Um pequeno bloco de massa m escorrega ao longo de uma pista sem atrito em forma de aro, como mostra a figura ao lado.
a) SE o bloco parte do repouso no ponto P, qual é a força resultante que atua no bloco em Q?
b) Qual a menor altura do ponto P que permite ao bloco passar pelo ponto M sem descolar da pista?

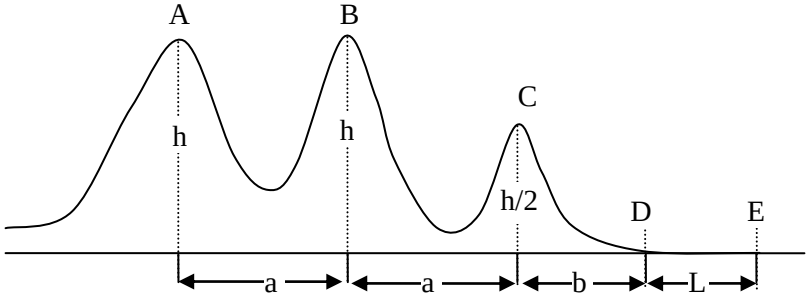




28. (RHK 12-P.2). Uma bola de massa m está amarrada a uma das extremidades de uma haste muito leve de comprimento L. A outra extremidade da haste está apoiada num pino, de modo que a haste pode mover-se num plano vertical. A haste é colocada horizontalmente, conforme a figura ao lado, e empurrada para baixo, de modo que gira em torno do pino e alcança a posição vertical com velocidade zero. Qual a velocidade inicial transmitida à bola?

29. (RHK 12-E.6, ligeiramente modificado) Um homem de 110 kg pula sobre uma rede de salvamento situada 10 m abaixo e a rede estica 1,3 m antes de parar e jogá-lo no ar. Qual a energia potencial da rede esticada, supondo não haver dissipação de energia por forças não-conservativas?

30. (RHK 12-E.9) Um carro de montanha russa, de massa m, inicia seu movimento no ponto A com velocidade v_0, como mostra a figura, movendo-se sem atrito com a pista e com o ar. Suponha que ele possa ser considerado como uma partícula e que ele permaneça sempre sobre o trilho.



a) Qual será a velocidade do carro nos pontos B e C?

b) Que desaceleração constante é necessária para detê-lo no ponto E se começar a ser freado no ponto D?

31. Um pêndulo é formado por um corpo de massa m = 1,0 kg pendurado no teto por um fio de comprimento 1,0 m. O corpo é deslocado da posição de equilíbrio até que o fio fique esticado na direção horizontal. Abandonando o corpo dessa posição, calcule:

a) o trabalho da força que o fio aplica no corpo (tensão);

b) o trabalho da força peso e

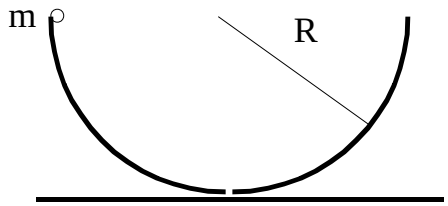
c) de qual posição angular (medida em relação à vertical), o corpo deve ser abandonado de forma de atingir o ponto mais baixo da trajetória com velocidade v = 2,0 m/s?

32. No sistema da figura, m_1 = 10 kg e m_2 = 2,0 kg. As massas da roldana e do fio são desprezíveis. Os blocos partem do repouso e passam a se movimentar, sem atrito. O bloco 1 leva 2,0 segundos para atingir o solo. Determinar para o bloco 1:

a) aceleração;

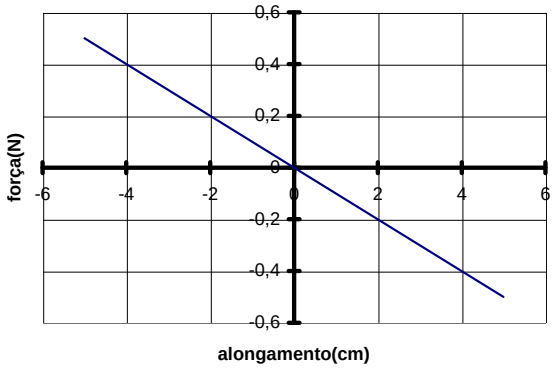
b) a velocidade com que atinge o solo;

c) o trabalho realizado (por quem?) para levar esse bloco de sua posição inicial até o solo.



33. Um pequeno objeto de massa *m* é solto da borda de um recipiente hemisférico de raio R, conforme a figura ao lado. Desprezando atritos, calcule: a) a velocidade do objeto no fundo do recipiente; b) a força do recipiente sobre o objeto (normal), quando ele está no fundo do recipiente; c) a força do recipiente sobre o objeto (normal), quando ele está a uma altura R/2 do fundo do recipiente**.**

Conservação da energia mecânica – Energia potencial elástica

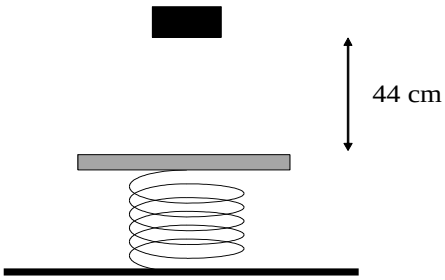


34. (RHK 12-E.10) A figura à esquerda mostra como a força da mola de um revolver de brinquedo varia em função da compressão ou distensão. A mola é comprimida 5,5 cm, lançando uma rolha com 3,8 g.

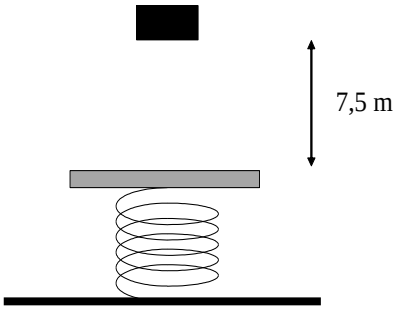
a) Qual a velocidade da rolha, que se solta quando a mola passa pela sua posição de equilíbrio?

b) Suponha agora que a rolha fique agarrada à mola, que se distende 1,5 cm além da sua posição de equilíbrio antes que a rolha se separe dela. Neste caso, qual a velocidade da rolha ao desprender-se?

Conservação da energia mecânica – Combinação das energias potenciais gravitacional e elástica



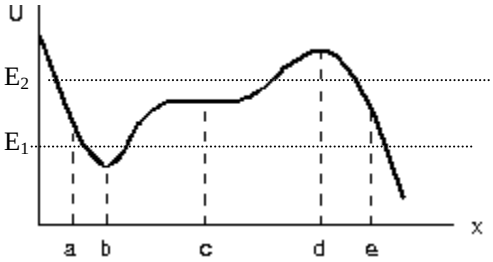
35. (RHK 12-E.18) Um bloco de 2,00 kg cai de 44 cm sobre uma mola de constante elástica k = 200 N/m, conforme figura ao lado. Determine a compressão máxima produzida na mola.



36. Um bloco de massa m = 2,0 kg é largado de uma altura h = 7,5 m, sobre uma mola de constante k = 1600 N/m. Determine:
a) o valor máximo da compressão da mola e
b) a velocidade máxima atingida pelo corpo.

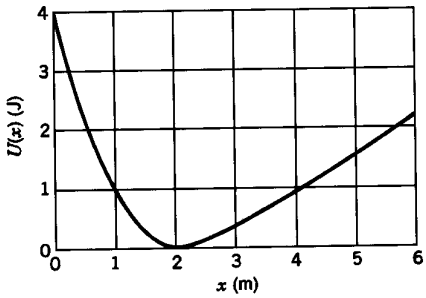
Conservação da energia mecânica – outras formas de energia potencial

37. **(HRK 8.40)** Uma partícula de massa 2,0 kg move-se ao longo do eixo x numa região em que a energia potencial U(x) varia conforme a figura ao lado. Quando a partícula se encontra em x = 2,0 m, sua velocidade é -1,0 m/s.

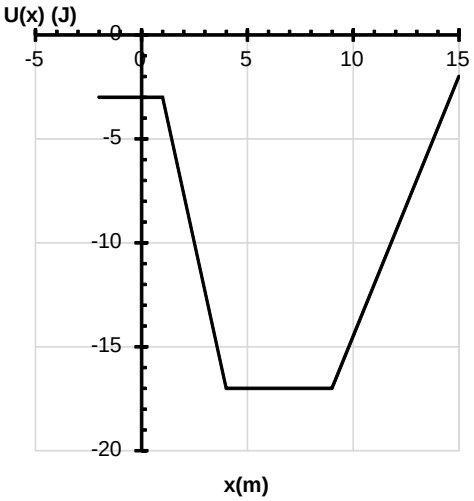


a) Calcule a força atuante na partícula nessa posição.
b) Entre que limites ocorre o movimento da partícula?
c) Qual a velocidade da partícula quando estiver em x = 7,0 m?

38. Uma partícula move-se ao longo do eixo *x* em uma região na qual a energia potencial *U(x)* varia como na figura ao lado.
a) Faça um gráfico quantitativo da força *F(x)* que atua na partícula, como função da distância.
b) Esboce, diretamente sobre a figura, o gráfico de sua energia cinética *K(x)*.

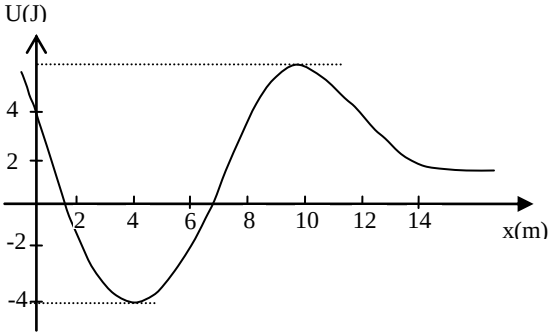


39. O diagrama ao lado mostra a energia potencial de uma partícula movendo-se ao longo do eixo *x*.



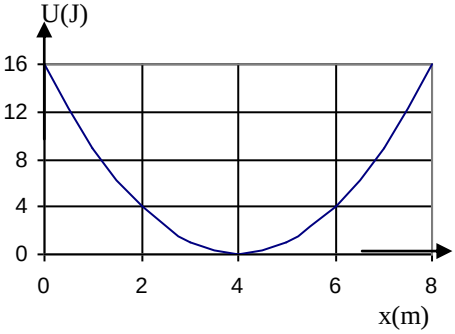
a) Identifique os pontos de equilíbrio e classifique-os (estáveis ou instáveis).
b) Identifique os trechos em que a força *F(x)* tem o sentido positivo e os trechos que a força tem o sentido negativo. **c)** Descreva qualitativamente o movimento da partícula quando a energia mecânica for igual a E_1 e quando for igual a E_2.

40. O gráfico ao lado representa a energia potencial de uma partícula de massa m = 2 kg, sob a ação de uma força conservativa **F(x)** em função de sua posição x.



a) Quais são os pontos de equilíbrio? Classifique segundo sua estabilidade.
b) A energia mecânica total da partícula é 5 J. Determine as regiões permitidas para o movimento ao longo do eixo x.
c) Determine a energia cinética da partícula (E_t = 5 J) em x = 0,4 m e x = 20 m.
d) Determine o trabalho realizado por **F(x)** para deslocar um corpo de x = 1,5 m até x = 20 m.
e) Se a partícula se encontra em x = 1,5 m com energia cinética nula, qual a energia mínima que deve ser fornecida a ela para que possa atingir x = 20 m? Quanto seria sua energia cinética em x = 20 m?

41. Uma partícula move-se ao longo de uma linha em uma região onde a energia potencial varia como na figura ao lado.



a) Esboce o gráfico da força F(x) que atua na partícula. Não esqueça de marcar valores numéricos nas escalas.
b) Se a partícula tem energia total constante de 4 J, esboce o gráfico de sua energia cinética.
c) Descubra uma função matemática que descreva U(x).
d) Determine a força F(x) a partir de U(x) e compare com o resultado obtido em **a)**. Verifique se a aproximação está coerente com o resultado matemático.