

Lista 5 - FCM0221

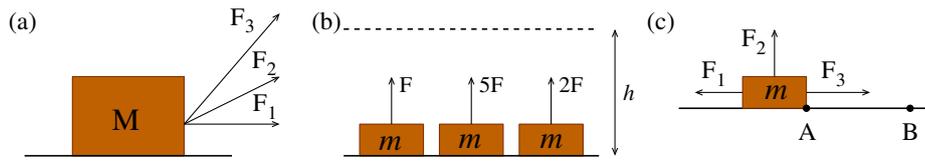


Figura 1: Blocos e forças.

1. Responda justificando suas respostas:

- (a) Um objeto se propaga sobre uma superfície horizontal quando passa pelo ponto A com velocidade \mathbf{v} . Mas adiante o objeto encontra um plano inclinado onde sobe até o ponto B (que está a uma altura h em relação ao plano horizontal) e retorna em seguida ao ponto A onde pára. Qual a relação entre a energia cinética no ponto A e a energia perdida por fricção?
- (b) Na Fig. 1(a), um bloco muito pesado (de tal maneira que as forças não conseguem levá-lo) encontra-se sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa. Qual a relação entre o trabalho das forças \mathbf{F}_1 , \mathbf{F}_2 e \mathbf{F}_3 durante um período de tempo Δt ?
- (c) Na Fig. 1(b), 3 forças diferentes levantam blocos idênticos até uma altura h . Qual o trabalho realizado por essas forças e o trabalho da força peso em cada um dos casos?
- (d) Na Fig. 1(c), o bloco se propaga em linha reta de A para B. Diga se o trabalho de cada uma das forças é positivo, negativo, ou nulo.

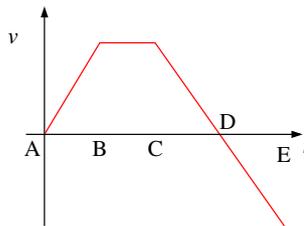


Figura 2: Velocidade em função do tempo.

2. A Fig. 2 mostra um gráfico de velocidade por tempo de uma partícula (inicialmente em repouso) que sofre a ação de uma única força. Determine o sinal (positivo ou negativo ou nulo) do trabalho realizado pela força sobre a partícula nos intervalos AB, BC, CD e DE.
3. Em um referencial inercial, nota-se que uma partícula se desloca do ponto $A = (0, 0, 0)$ até o ponto $B = (1, 1, 1)$ por um caminho que é composto por 3 segmentos de reta. O primeiro segmento de reta conecta o ponto A ao ponto $C = (1, 0, 0)$ e o segundo conecta o ponto C ao ponto $D = (1, 1, 0)$. Uma outra partícula também se desloca de A para B mas por um único segmento que reta conectando esses pontos.
 - (a) Faça o gráfico das duas trajetórias das partículas.
 - (b) Sendo a força $\mathbf{F}_1 = -k(x\hat{x} + y\hat{y} + z\hat{z})$, calcule o trabalho da mesma ao longo das duas trajetórias.
 - (c) Sendo a força $\mathbf{F}_2 = -k(x\hat{x} + x\hat{y} + x\hat{z})$, calcule o trabalho da mesma ao longo das duas trajetórias.
 - (d) As forças \mathbf{F}_1 e \mathbf{F}_2 são conservativas? Em caso afirmativo, qual é a energia potencial associada?
4. Um bloco de 1 kg está sobre uma superfície horizontal onde os coeficiente de atrito estático e dinâmico entre eles são 0,4 e 0,3, respectivamente. Uma força horizontal de direção constante é então aplicada sobre o bloco. A magnitude dessa força varia no tempo da seguinte maneira: (i) entre 0 e 2 s, ela é igual a 3 N, (ii) entre 2 e 5 s, ela é igual a 5 N, (iii) entre 5 e 10 s, ela decresce linearmente de 5 para 3 N, (iv) entre 10 e 13 s, ela se mantém constante em 3 N, e a partir de então (v) (para $t > 13$ s) ela diminui para 2N e se mantém constante. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, responda.

- (a) Faça o gráfico da magnitude da força em função do tempo descrita no enunciado.
- (b) Faça o gráfico da velocidade do bloco em função do tempo sendo que o bloco estava inicialmente parado.
- (c) Faça o gráfico da posição do bloco em função do tempo adotando como origem a posição inicial do bloco.
- (d) Faça um gráfico da força como função da posição.
- (e) Calcule o trabalho dessa força e da força de atrito em cada um dos 5 trechos descritos, e compare com a variação da energia cinética correspondente.
5. Um bloco tem velocidade de 10 m/s quando começa a subir um plano de inclinação 45° com a horizontal. Verifica-se que esse bloco sobe até uma elevação de 2 m com relação ao plano horizontal. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule o coeficiente de atrito entre o plano inclinado e o bloco. Considerando que os coeficientes de atrito estático e dinâmico são aproximadamente iguais, o bloco desliza de volta para baixo ou permanece parado?
6. Uma partícula está confinada a se mover em uma linha reta sob a ação de uma força resultante não constante. Nota-se que ao longo do movimento a energia cinética da partícula varia linearmente de 0 a 20 J quando a partícula se move a origem até a posição 5 m. Em seguida a partícula continua seu movimento para a direita onde sua energia cinética muda linearmente de 20 a 30 J quando a partícula sai da posição 5 m para a posição 10 m. Finalmente, a partícula vai da posição 10 m para a posição 15 m com sua energia cinética variando linearmente de 30 a 0 J.
- (a) Faça o gráfico da energia cinética como função da posição da partícula.
- (b) Faça o gráfico correspondente da força resultante sobre a partícula.
7. Uma partícula está confinada a mover-se em apenas uma dimensão espacial. No instante $t = 0$, nota-se que ela está parada mas sua aceleração é constante e igual a a entre os instantes $t = 0$ e $t = \tau$. Entre os instantes $t = \tau$ e $t = 2\tau$, verifica-se que sua aceleração cresce linearmente de a para $2a$.
- (a) Faça o gráfico a aceleração em função do tempo.
- (b) Sendo que a energia cinética da partícula no instante $t = \tau$ é E , calcule a energia cinética da partícula no instante $t = 2\tau$.
8. No problema 10 da lista 4, qual deve ser a altura h para que a esfera complete o loop sem que ela caia? (Despreze quaisquer forças dissipativas.) Quanto vale a força normal ao longo do loop? Após a esfera deixar o loop, ela encontra uma parede que está ligada a uma mola de constante k . Qual a máxima deformação da mola?
9. Uma partícula de massa m está presa por um fio de massa desprezível e comprimento R . Considerando que a outra extremidade do fio está fixa, que a partícula descreve uma trajetória circular vertical cuja energia mecânica total é igual a E , e que a aceleração da gravidade é g , calcule a diferença entre a tensão no fio no fundo da trajetória e a tensão no fio no topo da trajetória?

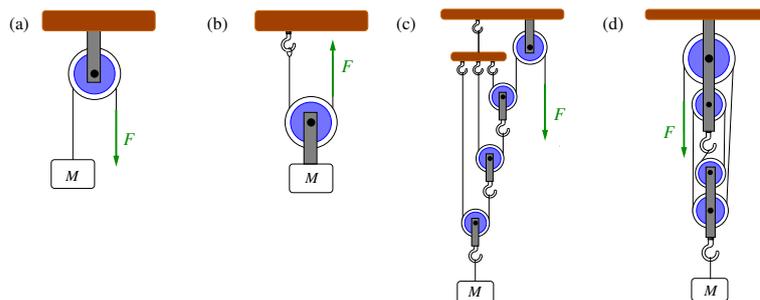


Figura 3: Diagrama esquemático de arranjos de polias: (a) polia simples fixa, (b) polia simples móvel, (c) talha exponencial, e (d) talha simples (ou motiã ou cardenal).

10. Considere os arranjos de polias descritos na Fig. 3 e responda as perguntas a seguir para os 4 casos. (Considere que as cordas e demais componentes suportem mais tensão que as plataformas e que a aceleração da gravidade é g . Despreze as forças de atrito e quaisquer massas frente a massa M do bloco.)
- (a) Calcule a força F necessária para manter o bloco de massa M parado.

- (b) Calcule a tensão total suportada pelas plataformas superiores.
 (c) Deseja-se levantar o bloco de uma altura H . Quanta corda deve ser puxada para que tal tarefa seja realizada.
 (d) Qual o trabalho realizado pela força F ? Compare com a diferença de energia potencial.
 (e) As plataformas suportam uma tensão máxima igual a T , calcule qual é o valor máximo de M que pode ser levantado sem que o sistema colapse.

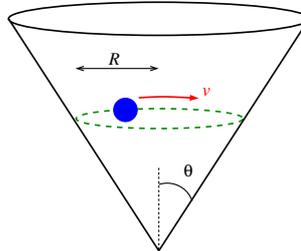


Figura 4: Esfera deslizando em um cone sem atrito.

11. Uma partícula de massa 100 g, sujeita à ação da gravidade g , desliza sem atrito sobre a superfície interna de um cone de abertura θ como ilustra a Fig. 4. Sendo que a partícula descreve um movimento circular uniforme com velocidade v constante, (a) calcule o raio R da trajetória. (b) Quanto vale a magnitude da força que o cone exerce sobre a partícula (use que $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $\theta = \pi/6$)? Qual o trabalho realizado por essa força em um ciclo?
12. Quando um ônibus espacial (massa de 79 ton) retorna à Terra, ele entra na atmosfera a uma altitude de 100 milhas e a uma velocidade de 18.000 mi/h a qual é gradualmente reduzida até uma velocidade de pouso de 220 mi/h. Encontre:
- (a) A energia total na entrada na atmosfera.
 (b) A energia total no pouso.
 (c) O que acontece à energia “perdida”?
13. Uma corda uniforme, de comprimento L e massa m , está inicialmente em equilíbrio sobre uma pequena polia de massa desprezível, com a metade da corda pendente de cada lado da polia. Devido a um pequeno desequilíbrio a corda começa a deslizar para uma de suas extremidades, com atrito desprezível. Com que velocidade a corda está se movendo quando a sua outra extremidade deixa a polia?
14. Uma caixa de massa M cai gentilmente (de uma altura muito pequena) em cima de uma esteira de massa desprezível que é mantida a uma velocidade v constante por um motor. Sendo μ o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e a esteira, responda:
- (a) Descreva qualitativamente o movimento subsequente da caixa.
 (b) Faça um gráfico da velocidade da caixa em função do tempo. (Indique a velocidade final da caixa e o tempo necessário para atingi-la).
 (c) Quanto vale a força de atrito após a caixa atingir essa velocidade final?
 (d) Qual foi o trabalho total da força de atrito W_{fat} ?
 (e) Qual foi o trabalho total realizado pelo motor W_{motor} ?
 (f) Qual foi a variação da energia cinética ΔE_c da caixa?
 (g) Como interpretar os valores de W_{fat} , W_{motor} e ΔE_c em relação ao princípio de conservação de energia?
15. Um carro em movimento sofre uma força de arraste igual à $\mathbf{D} = -\frac{1}{2}\rho AC_d v \mathbf{v}$, onde $\rho \approx 1.2 \text{ kg/m}^3$ é a densidade do ar, A é a área transversal do carro na direção do movimento, C_d é chamado coeficiente de arraste adimensional (que depende, principalmente, da geometria do carro), e \mathbf{v} é o vetor velocidade cujo módulo é v .
- (a) Qual é a energia por unidade de tempo (potência) que é dissipada pelo arraste quando um carro se move com velocidade constante de 100 km/h em uma rodovia? (Considere $A = 2 \text{ m}^2$ e $C_d = 0.3$.)

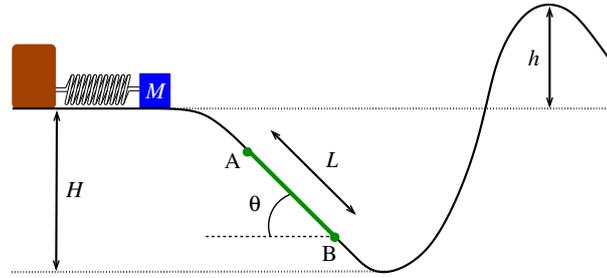


Figura 5: Montanha russa.

- (b) As demais forças de atrito (rolamentos, pneus, etc.) resultam em 100 N contra o movimento do carro. Quanto deve ser a força resultante do motor para manter o veículo nessa velocidade?
16. A Fig. 5 ilustra uma montanha-russa onde se quer usar uma mola de constante elástica k para impulsionar um bloco de massa M além da montanha de altura h .
- (a) Supondo que não haja forças de atrito, de quanto a mola deve ser comprimida para completar essa tarefa?
- (b) Agora suponha que no trecho AB (de comprimento L e inclinação constante θ) o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a montanha seja igual a μ . De quanto a mola deve ser comprimida para se completar a mesma tarefa?
17. Um objeto de massa m cai em queda livre a partir do repouso de uma altura h do solo. Sendo g a aceleração da gravidade e desprezando quaisquer outras forças de atrito, calcule.
- (a) O gráfico da força resultante como função da posição. (Adote como origem a posição inicial do objeto e oriente seu eixo na direção do movimento.)
- (b) O gráfico da energia cinética como função da posição.
- (c) O gráfico da energia cinética como função do tempo.
- (d) O gráfico da taxa de variação temporal da energia cinética como função do tempo. A integral desse gráfico resulta em quanto?
- (e) O gráfico potência da força peso como função do tempo. Qual a relação desse gráfico com aqueles dos itens (c) e (d)?
18. Um objeto densidade uniforme ρ_o tem a forma de um cubo de lado L . Ele é então totalmente imerso em um fluido de densidade ρ_f contido num recipiente. Sendo x a distância do centro do cubo até o fundo do recipiente, g a aceleração da gravidade, e desprezando quaisquer outras forças, responda:
- (a) Calcule a energia potencial gravitacional U do sistema fluido + objeto como função da posição x do objeto. (Dica: determine a posição do centro de massa do objeto e do fluido com funções de x .)
- (b) Determine a força resultante sobre o objeto $F = -\frac{dU}{dx}$. Além da força peso, que outra força há sobre o objeto?

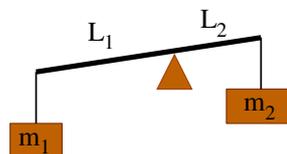


Figura 6: Gangorra.

19. A Fig. 6 ilustra uma gangorra onde uma haste rígida pode girar livremente em relação ao seu ponto de apoio.
- (a) Sendo g a aceleração da gravidade, calcule e grafique a energia potencial gravitacional do sistema U como função do ângulo θ definido como o ângulo formado entre a haste e o plano horizontal.

- (b) Sabe-se que a força sobre uma partícula é dada pela derivada do potencial com relação à posição, i.e., $F = -\frac{dU}{dx}$. Nesse caso, faça a derivada com relação ao ângulo $-\frac{dU}{d\theta}$. Verifique se essa “força” tem dimensão de torque.
- (c) Analisando o gráfico de $U(\theta)$, quais são os possíveis movimentos do sistema? Qual a condição para que o sistema fique estático?

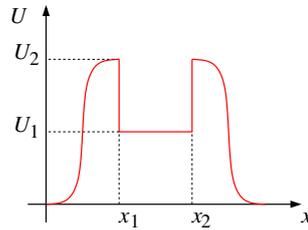


Figura 7: Potencial unidimensional.

20. Uma partícula de massa m move-se em uma dimensão com energia potencial $U(x)$ representada na Fig. 7. Inicialmente, a partícula se encontra dentro do poço de potencial (região entre x_1 e x_2) com energia E tal que $U_1 < E < U_2$. Mostre que o movimento da partícula é periódico e calcule o período de oscilação. Qual a velocidade de escape desse poço de potencial?
21. Calcule a velocidade de escape de um corpo a partir da superfície do Sol.
22. Uma escada rolante liga um andar de uma loja com outro situado a 7,5 m acima. O comprimento dela é de 12 m e se seus degraus se movem a 0,60 m/s. Desprezando quaisquer forças de atrito com relação às engrenagens da escada, responda:
- Qual deve ser a potência mínima do motor para transportar até 100 pessoas por minuto, sendo que a massa média de 70 kg?
 - Um homem de 70 kg sobiu a escada em 10 s. Que trabalho realizou o motor sobre ele?
 - Se o homem, chegando ao meio, põe-se a descer a escada, de tal forma a permanecer sempre no meio dela, isto requer que o motor realize trabalho? Em caso afirmativo, com que potência?