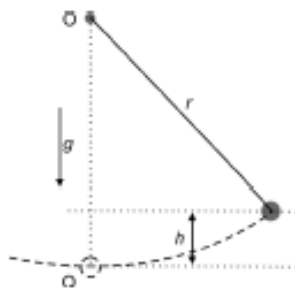


Complementos de Mecânica – Exercícios em Classe, 15/8/2016
 Parte 1: Problemas das provas de transferência da FUVEST

2013

Uma esfera de massa m é presa ao ponto fixo O por um fio inextensível, de modo que a distância entre O e seu centro é r . Com o fio esticado, levanta-se a esfera a uma altura h em relação ao ponto Q , o mais baixo da trajetória, de onde é abandonada a partir do repouso, para que o sistema pendule. O módulo da força do fio sobre a esfera, quando ela está no ponto Q , é

- a) $mg \left(1 + 2 \frac{h}{r}\right)$
- b) $mg \left(1 + \frac{h}{r}\right)$
- c) mg
- d) $mg \left(1 - \frac{h}{r}\right)$
- e) $mg \left(1 - 2 \frac{h}{r}\right)$



LEVE EM CONTA

A aceleração local da gravidade é g . Ignore a dimensão da esfera bem como a massa do fio e as forças de atrito.

Enunciado para as questões 74 e 75.

Uma atleta de massa $m = 50$ kg, praticante de esportes radicais, salta de um viaduto, a partir do repouso, presa a uma faixa elástica de constante de força $k = 100$ N/m, comprimento natural $l = 20$ m e massa desprezível. A força da faixa elástica sobre a atleta é proporcional ao aumento de tamanho, em relação ao comprimento natural, e os efeitos dissipativos são desprezíveis. Adote $g = 10$ m/s² para a aceleração da gravidade na superfície da Terra.

74 A velocidade da atleta no instante em que a faixa está esticada, com seu comprimento natural, é de, aproximadamente,

- a) 0 m/s.
- b) 5 m/s.
- c) 10 m/s.
- d) 15 m/s.
- e) 20 m/s.

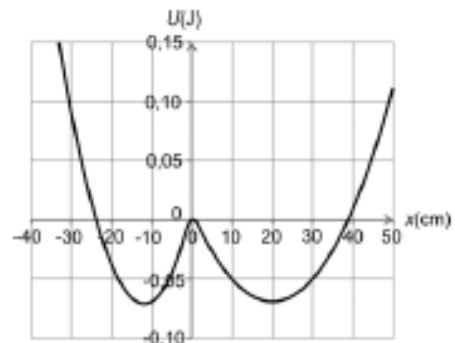
75 A queda máxima da atleta, medida do ponto de onde saltou, é de, aproximadamente,

- a) 30 m.
- b) 35 m.
- c) 40 m.
- d) 45 m.
- e) 50 m.

2011

Enunciado para as questões de 71 a 73.

Um controlador mecânico sofisticado atua sobre uma pequena esfera de massa $m = 0,20$ kg, cujo movimento está limitado ao eixo Ox , com uma força F , que é igual à força resultante. A energia potencial U do sistema, em função da posição x da esfera, tem o gráfico da figura abaixo. Despreze qualquer efeito devido ao tamanho da esfera.



71 O conjunto completo dos pontos de equilíbrio do sistema, na região exibida no gráfico, corretamente qualificados como estáveis ou instáveis, é:

- a) $x = -24$ cm, $x = 0$ cm e $x = 38$ cm são pontos de equilíbrio estável.
- b) $x = -24$ cm e $x = 38$ cm são pontos de equilíbrio instável e $x = 0$ cm é de equilíbrio estável.
- c) $x = -24$ cm e $x = 38$ cm são pontos de equilíbrio estável e $x = 0$ cm é de equilíbrio instável.
- d) $x = -12$ cm e $x = 20$ cm são pontos de equilíbrio instável e $x = 0$ cm é de equilíbrio estável.
- e) $x = -12$ cm e $x = 20$ cm são pontos de equilíbrio estável e $x = 0$ cm é de equilíbrio instável.

72 O sentido da força F e o valor aproximado do seu módulo, quando a esfera está na posição $x = 30$ cm, são:

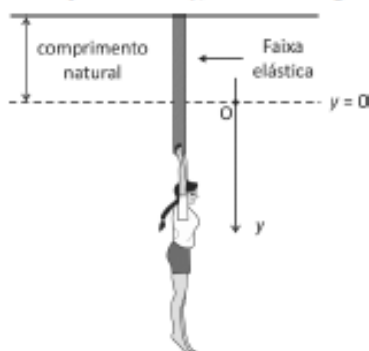
- a) Sentido oposto ao do eixo Ox e módulo 0,017 N.
- b) Sentido oposto ao do eixo Ox e módulo 0,4 N.
- c) Sentido do eixo Ox e módulo 0,4 N.
- d) Sentido oposto ao do eixo Ox e módulo 1,7 N.
- e) Sentido do eixo Ox e módulo 1,7 N.

73 Se a esfera está se movendo da esquerda para a direita e tem 0,03 J de energia cinética quando está em $x = 0$ cm, sua velocidade em $x = 20$ cm será de, aproximadamente,

- a) 0,17 m/s.
- b) 0,26 m/s.
- c) 1,0 m/s.
- d) 1,7 m/s.
- e) 2,6 m/s.

ENUNCIADO PARA AS QUESTÕES 73 E 74

Uma faixa elástica de constante $k = 2000 \text{ N/m}$ está suspensa verticalmente. Uma menina de massa 50 kg se pendura, com velocidade inicial nula, na extremidade da faixa que está em seu comprimento natural e começa a mover-se na direção do eixo Oy , conforme a figura.



Leve em conta:

A aceleração local da gravidade é $g = 10 \text{ m/s}^2$.

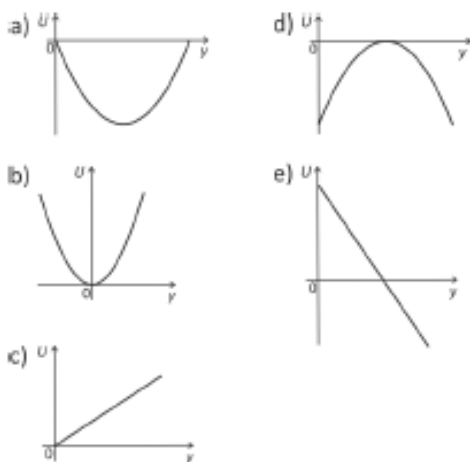
A massa da faixa e efeitos dissipativos não influem nas respostas.

A força da faixa sobre a menina varia linearmente com sua alongação, y .

O centro de massa da menina não se move em relação à extremidade superior da faixa.

73

O gráfico que melhor representa a energia potencial total U do conjunto em função de y , com origem $y = 0$ no comprimento natural da faixa, é



74

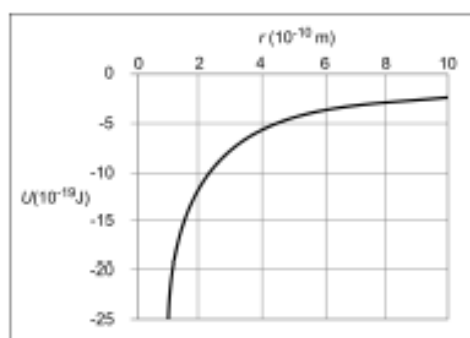
Na situação em que a faixa está com seu maior comprimento, o valor de y é, aproximadamente,

- 0,3 m
- 0,5 m
- 0,7 m
- 0,9 m
- 1,1 m

70 Uma criança deixa cair, a partir do repouso, uma bola de peso P presa a um elástico cuja massa e comprimento natural são desprezíveis. A força sobre a bola pode ser calculada como $F = -ky$, em que y é o comprimento do elástico medido a partir da mão da criança. Enquanto ela sustenta a mão na mesma posição, o elástico se estica, na vertical, até o momento em que a bola inverte o movimento e começa a retornar à sua mão; nesse ponto de retorno, o comprimento do elástico é ℓ . Considerando que os trabalhos da força elástica e do peso, do início da queda até o ponto de retorno, têm mesmo módulo, o peso da bola é melhor aproximado por

- $k \frac{\ell}{4}$
- $k \frac{\ell}{2}$
- $2k \frac{\ell}{3}$
- $k\ell$
- $3k \frac{\ell}{2}$

77 A energia potencial elétrica $U(r)$ de um elétron e de um próton, a uma distância r um do outro, está representada na figura abaixo.



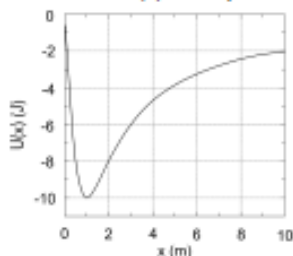
Inicialmente, o elétron está a uma distância igual a $2 \times 10^{-10} \text{ m}$ do próton com energia cinética igual a $6 \times 10^{-19} \text{ J}$, quando ganha uma energia igual a $4 \times 10^{-19} \text{ J}$ e afasta-se do próton. A energia cinética do elétron, quando está a uma distância igual a $8 \times 10^{-10} \text{ m}$ do próton, é aproximadamente igual a

- $1 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- $4 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- $6 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- $10 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- $12 \times 10^{-19} \text{ J}$.

70 Uma partícula de massa m move-se, sob a ação de uma única força conservativa $F(x)$, ao longo do eixo x , sendo a energia potencial, associada a $F(x)$, dada por

$$U(x) = -\frac{20x}{x^2 + 1}, \text{ com } x$$

em metros e U em Joules. O gráfico de $U(x)$, como função de x , é mostrado na figura.



Considere as seguintes afirmações:

- I) Em $x=0$ m, ocorre um ponto de equilíbrio estável, pois $U(0)=0$ J.
- II) A magnitude da força, que age sobre a partícula em $x=2$ m, é de 2,4 N.
- III) O movimento da partícula será periódico, quando a sua energia mecânica for $E = -4$ J.
- IV) O sentido da força, que age sobre a partícula, para $x>0$, é sempre o mesmo.

Está correto apenas o que se afirma em

- a) I e II
- b) I e III
- c) II e III
- d) II e IV
- e) III e IV

71 Uma partícula move-se sobre o plano xy , sob a ação de uma única força conservativa $\vec{F}(x, y)$, sendo a energia potencial, a ela associada, dada por $U(x, y) = 8x^2y - 10xy$, com $U(x, y)$ medido em Joules e x e y , em metros. Nessas condições, a magnitude da força que atua sobre a partícula no ponto $(1, 1)$, medida em Newtons, é

- a) 0
- b) 4
- c) 6
- d) 8
- e) 10

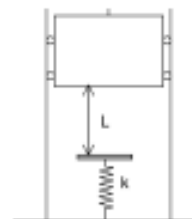
73

Dois pequenas esferas atraem-se com uma força central de módulo $F = K/r^2$ na direção da reta que une seus centros, sendo r a distância entre elas e K uma constante positiva. Uma delas está em repouso e a outra se afasta, de forma que a distância entre elas, inicialmente r_0 , dobra. O trabalho realizado pela força atrativa \vec{F} e a variação da energia potencial U do sistema formado pelas duas esferas ($U_{\text{final}} - U_{\text{inicial}}$), são, respectivamente,

- a) $-K/r_0$ e K/r_0
- b) $-K/2r_0$ e $K/2r_0$
- c) zero e zero
- d) $K/2r_0$ e $K/2r_0$
- e) K/r_0 e K/r_0

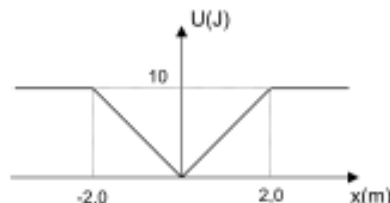
68 Um elevador de massa $M=2,0 \times 10^3$ kg possui um equipamento de segurança que, em caso de emergência, aplica sobre o referido elevador uma força de atrito de magnitude constante $F_a=4,0 \times 10^3$ N, que se opõe ao movimento. No fundo do poço do elevador, há uma mola amortecedora, cuja constante elástica é $k=3,2 \times 10^5$ N/m. Num dado instante de tempo, quando o elevador está parado, com seu piso a uma altura $L=2,0$ m acima da mola amortecedora, o cabo que sustenta o elevador se rompe. Nessas condições, pode-se afirmar que a compressão máxima da mola, medida em metros, é

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



Enunciado para as questões 69 e 70

Uma partícula de massa $m=0,40$ kg realiza um movimento unidimensional sob a ação de uma única força conservativa $F(x)$, na qual x representa a posição da partícula. A energia potencial U , associada a $F(x)$, como função de x , medida em Joules, é mostrada na figura.



A partícula é abandonada na posição $x = -1,0$ m, no instante de tempo $t=0$.

69 A magnitude da velocidade da partícula, ao passar pela origem, medida em m/s, é

- a) 2,2
- b) 3,0
- c) 4,0
- d) 5,0
- e) 5,5

70 O instante de tempo, em que a partícula passa pela segunda vez na origem, medido em segundos, é

- a) 1,2
- b) 1,5
- c) 1,8
- d) 2,0
- e) 2,4

Exercício

Considere uma partícula de massa m que se move em uma região do espaço em que a interação total com ela pode ser descrita pelo potencial

$$U(x) = C \left[2 \left(\frac{x}{x_0} \right)^2 - \left(\frac{x}{x_0} \right)^4 \right]$$

em que C e x_0 são constantes positivas. Determine

- os pontos de equilíbrio e sua classificação.
- a faixa de valores de energia total em que o movimento é periódico.
- o gráfico da função, no intervalo $-1,5 x_0 < x < 1,5 x_0$.
- o período para pequenas oscilações, em todos os casos em que isso possa ocorrer.
- as condições (posição inicial e energia total) em que o movimento é **limitado**, mas não periódico.
- a faixa de energia em que o movimento é necessariamente ilimitado.
- os pontos de retorno, quando a energia total é $E = C/2$
- o período, quando a energia total é $E = \frac{16}{25} C$. Deixe o resultado em função de C , m e x_0 e calcule numericamente a integral.