



Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Ciências

Departamento de Física

FÍSICA - I: (*Cursos de Licenciatura em Engenharia Mecânica, Eléctrica, Electrónica, Química, Ambiente, Civil e Informática*)

Regente: Luís Consolo Chea

Assistentes: Marcelino Macome; Bartolomeu Ubisse; Belarmino Matsinhe; Graça Massimbe & Valdemiro Sultane

2021-AP # 04-Dinâmica de uma partícula. Trabalho e Energia

PARTE-I: Dinâmica de uma partícula

1. Uma partícula de massa igual a 10 g, move-se no plano XOY, segundo a equação: $\frac{(x-2)^2}{9} + \frac{(y-3)^2}{9} = 1$. Achar a sua velocidade, a aceleração, a força exercida pela superfície como função do tempo e no instante $t = \pi$ s.
2. Um ponto material move-se no plano XOY, sob acção de uma força constante cujas componentes são $F_x = 6$ N e $F_y = -7$ N, quando $t = 0$ m, $x = 0$ m, $y = 0$ m, $v_x = -2$ m/s e $v_y = 0$ m/s. Calcule a posição e a velocidade do ponto no instante $t = 2$ s (considere a massa da partícula igual a 16 kg).
3. Dois blocos (Fig.1) de massas $m_1 = 8,0$ kg e $m_2 = 2,0$ kg estão encostados um ao outro e podem deslizar sem atrito sobre um superfície horizontal.

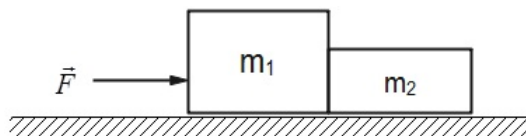


Figura 1:

- (a) Aplicando ao bloco m_1 uma força F de intensidade 20 N, quais são as intensidades das forças que actuam entre os blocos m_1 e m_2 ?
 - (b) Quais são as intensidades das forças entre os blocos se sobre m_2 é aplicada uma força $F = -20$ N, em conjugação com a força que actua sobre m_1 ?
4. Um automóvel cuja massa é 1000 kg sobe uma avenida com 20° de inclinação. Determine a força F que o motor deve exercer para que o carro se mova:

- (a) Com MRU;
- (b) Com aceleração $a = 0,2 m/s^2$;
- (c) Determine também, para cada caso, a força que a pista exerce no automóvel.

5. Um estudante do primeiro ano da Faculdade de Engenharia pretende determinar os coeficientes de atrito (estático e cinético) entre uma prancha e uma caixa. Para tal, o estudante coloca a caixa sobre a prancha e gradualmente levanta a prancha. Quando o ângulo de inclinação da prancha em relação à horizontal atinge 28° , a caixa começa a deslizar e percorre 150cm ao longo da prancha durante $3,0\text{s}$. Determine os coeficientes de atrito que serão obtidos pelo estudantes nessas condições.

6. Três corpos de massas $m_1 = 4\text{ kg}$, $m_2 = 3\text{ kg}$ e $m_3 = 5\text{ kg}$, (veja a Fig.2). Os corpos m_1 e m_2 são da mesma substância. O atrito cinético entre as suas superfícies e a mesa é $\mu_c = 0,10$. Determine a aceleração com que se movem os corpos e a reacção do corpo m_2 sobre m_1 . (use $g = 10\text{ N/kg}$).

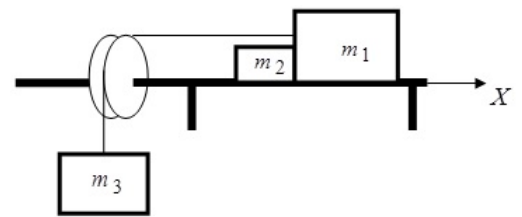


Figura 2:

7. Três blocos de massas m_1 , m_2 e m_3 são associados como se ilustra na Fig.3. Desprezando-se o atrito entre as superfícies em contacto, determine a aceleração com que se move o bloco de massa m_1 .

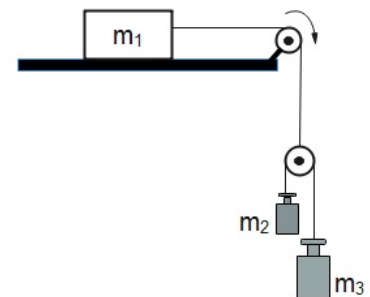


Figura 3:

8. No pêndulo cônico representado na Fig.4, a velocidade angular constante tem o valor de $4,0\text{ rad/s}$. O comprimento do pêndulo é de $1,16\text{ m}$. Determine o módulo da força de tensão na corda e o ângulo que ela faz com a vertical, para uma bola de massa igual a 12 g .

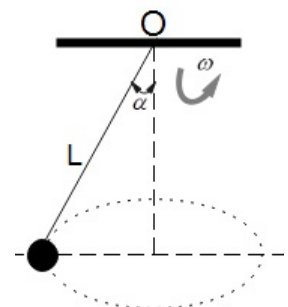


Figura 4:

9. Para medir o coeficiente de atrito estático entre um bloco e um disco, fez-se rodar o disco (Fig.5) com uma aceleração angular $\alpha = 5 \text{ rad/s}^2$ constante. O disco parte do repouso em $t = 0.0\text{s}$ e no instante $t = 0.82\text{s}$ o bloco começa a derrapar sobre o disco. Determine o valor do coeficiente de atrito estático.

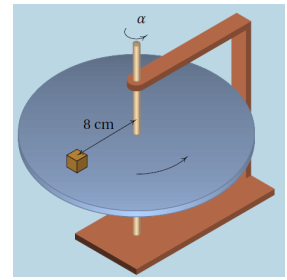


Figura 5:

10. Um corpo é projectado verticalmente para cima em um campo gravitacional constante com uma velocidade inicial v_o . Mostre que se existir uma força retardadora proporcional ao quadrado da velocidade instantânea, a velocidade do corpo ao retornar à posição inicial será $\frac{v_o v_t}{\sqrt{v_o^2 + v_t^2}}$, onde v_t é a velocidade terminal.

11. Uma pequena esfera de massa m , inicialmente em A , desliza sobre uma superfície circular ADB , sem atrito conforme se ilustra na Fig.6.

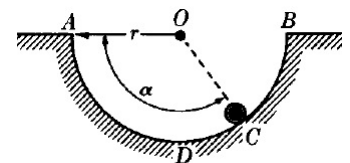


Figura 6:

- (a) Determine a velocidade com que a esfera atinge C ;
- (b) Demostre que, quando a esfera está no ponto C , a velocidade angular é: $\omega = \sqrt{\frac{2gsen\alpha}{r}}$
- (c) Determine a energia mecânica em C .
12. Uma massa é liberada a partir do repouso de uma altura h acima do nível do solo e desliza sem atrito em uma pista que termina em um “loop” de raio r , conforme indicado na Fig.7. Determine o ângulo θ relativo à vertical e ao ponto em que a massa perde o contacto com a pista. Expresse sua resposta como função da altura h , do raio r e de aceleração de gravidade g .



Figura 7:

13. Os vectores posição e velocidade de um corpo com 2 kg de massa são dados respectivamente, por $\vec{r} = 5t\vec{i} + (10/3)t^3\vec{j}$ (m) e $\vec{v} = 5\vec{i} + 10t^2\vec{j}$ (m/s). Determine o momento de força (torque) em relação à origem do referencial no instante $t = 1,0$ s.
14. O vector de posição de um corpo com 3 kg é dado em metros, por $\vec{r} = (3t^2 - 6t)\vec{i} - 4t^3\vec{j} + (3t + 2)\vec{k}$. Determine:
- (a) A força que actua na partícula;
- (b) O momento da força relativo a origem;
- (c) A quantidade de movimento e o momento angular da partícula relativo a origem;
- (d) Verifique que $\vec{F} = d\vec{P}/dt$ e $\vec{\tau} = d\vec{L}/dt$.

PARTE-II: Trabalho e Energia

1. Uma partícula desloca-se de um ponto A(20,15,0) m ao ponto B(0,0,0) m, sob acção das forças que lhe são aplicadas simultaneamente: $\vec{F}_1 = \vec{i} + 2\vec{j} + 3\vec{k}$ (N) e $\vec{F}_2 = 4\vec{i} + 5\vec{j} - 2\vec{k}$ (N).

- (a) Qual foi o trabalho realizado sobre a partícula?
- (b) Qual foi a variação da energia cinética?
- (c) Determine o ângulo entre \vec{F}_1 e \vec{r} .

2. Uma partícula está submetida a uma força $\vec{F} = (y^2 - x^2)\vec{i} + 3xy\vec{j}$ (em Newton). Determine o trabalho realizado por esta força quando a partícula se desloca de $(x_0; y_0) = (0;0)$ para $(x;y) = (2;4)$, ao longo dos seguintes caminhos:

- (a) Ao longo do eixo - x (0;0) à (2;0) e paralelamente ao eixo-y (2,4);
- (b) Ao longo do eixo - y (0;0) à (0;4) e paralelamente ao eixo-x (2,4);

3. Um bloco de massa 3,0 kg desce uma rampa em A (Veja a Fig.8). De A até B o atrito é desprezível. De B até C o coeficiente de atrito cinético é 0,25. O bloco colide com a mola, comprime-se e vai parar instantaneamente na posição C, invertendo, a seguir, o sentido do seu movimento. A constante elástica da mola é $k = 1,5 \times 10^{10}$ N/m.

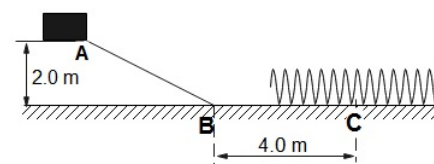


Figura 8:

- (a) Indicar as transformações de energia nos percursos AB e BC;
 - (b) São conservativas todas as forças que actuam no bloco?
 - (c) Calcular os trabalhos realizados pelas forças gravíticas, de atrito e elástica da mola;
 - (d) Determinar a compressão máxima da mola;
 - (e) Onde irá parar o bloco após a inversão de sentido do seu movimento?
4. Um elevador transporta, para cima, 10 passageiros a uma altura de 800 m em 3,0 minutos. Cada passageiro tem 80 kg de massa e o elevador tem uma massa igual a 1000 kg. Calcule a potência do motor do elevador.
5. Um automóvel sobe uma rampa com inclinação de 10%, com velocidade constante de 50 km/h. A massa do automóvel é de 1200 kg. Desprezando o atrito, determinar:
- (a) A potência desenvolvido pelo motor;
 - (b) O trabalho realizado em 5,0 s;
 - (c) A potência desenvolvida pelo motor se, nas mesmas condições, os atritos e a resistência do ar dissipam 20% dessa potência.
6. Quais das forças a seguir são conservativas? No caso de serem conservativas, determine a energia potencial $U(r)$. (a) $F_x = ayz + bx + c$, (b) $F_y = axz + bz$, (c) $F_z = axy + by$; (d) $F_x = -ze^{-x}$, (e) $F_y = \ln z$, (f) $F_z = e^x + y/z$; (g) $\vec{F} = \frac{a}{r}\vec{e}_r$ (a , b e c são constantes)

7. Uma partícula de massa m está sob acção de uma força cuja energia potencial é $U(x) = ax^2 - bx^3$, onde a e b são constantes positivas. Determine a força que actua sobre a partícula e esboce o gráfico de $F(x)$ e de $U(x)$.
8. Uma partícula de massa m move-se sob acção de uma força $F = -k/r^2$ (k =constante). A trajectória é um círculo de raio r . Mostre que a energia total é $E = -k/2r$ e a velocidade é $v = \sqrt{k/mr}$.
9. A lei da gravitação universal estabelece que qualquer corpo celeste de massa M produz uma força atractiva sobre qualquer outro corpo de massa m , dada pela expressão, $\vec{F}_g = -G \frac{Mm}{r^2} \vec{e}_r$, onde G é a constante de gravitação universal, r é a distância entre os dois corpos, \vec{e}_r é o versor radial, que aponta desde o corpo de massa M até o corpo de massa m . Determine:
- A energia potencial gravítica $U(r)$ devida ao corpo de massa M ;
 - Considerando o resultado da alínea anterior e, com recurso à formula de Taylor (expansão em série de Taylor), demonstre que a energia potencial gravítica de uma partícula e/ou objecto na terra pode se determinar pela expressão $U = mgz$, onde z é a distância (vertical) da localização da partícula até à superfície da terra.
10. Mostre que a velocidade v alcançada por um carro de massa m dirigido com uma potência constante P é dada por:

$$v = \sqrt[3]{\frac{3dP}{m}}$$

onde d é a distância percorrida pelo carro a partir do repouso.

11. Um regulador centrífugo consiste em duas esferas de 200g presas mediante hastes leves e rígidas de 10cm a um eixo de rotação vertical. As hastes são articuladas de modo que as esferas se afastem para longe do eixo enquanto giram com ele. Entretanto, quando o ângulo θ é 45° , as esferas encontram a parede do cilindro dentro do qual o regulador está girando (Fig.9). (a) Qual é a velocidade mínima de rotação, em revoluções por minuto (rpm), necessárias para as esferas tocarem na parede? (b) Se o coeficiente de atrito cinético entre as esferas e a parede é 0.35, que potência é dissipada como resultado do atrito das esferas contra a parede quando o mecanismo gira a 300rpm?

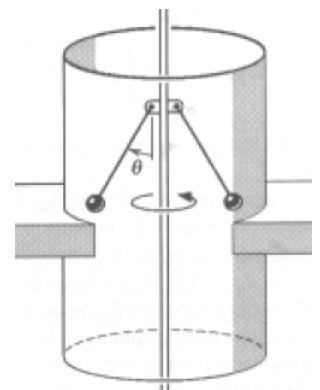


Figura 9: