



FAEF

Departamento de Física

Disciplina de Física

**Aula Prática # 4.0 – Dinâmica de uma Partícula. Força e Movimento.
Trabalho e Energia**

Docente – Fernando Mucomole

Dinâmica de uma partícula: Força e Movimento.

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 e a força exercida pela superfície como função do tempo e no instante $t = \pi\text{ s}$.
2. Um ponto material move-se no plano XOY , sob acção de uma força constante cujas componentes são $F_x = 6\text{ N}$ e $F_y = 7\text{ N}$, quando $t = 0\text{ m}$, $x = 0\text{ m}$, $y = 0\text{ m}$, $v_x = 2\text{ m/s}$ e $v_y = 0\text{ m/s}$. Calcule a posição e a velocidade do ponto no instante $t = 2\text{ s}$ (considere a massa da partícula igual a 16 kg).
3. Dois blocos (Fig.1) de massas $m_1 = 8,0\text{ kg}$ e $m_2 = 2,0\text{ kg}$ estão encostados um ao outro e podem deslizar sem atrito sobre uma superfície horizontal.
 - (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 $F = -20\text{ N}$, em conjugação com a força que actua sobre m_1 ?

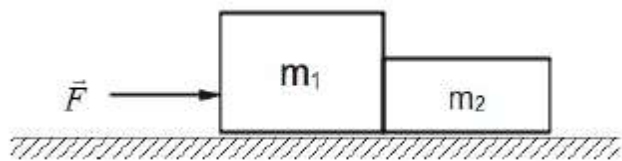


Fig.1

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 $a = 0,2\text{ m/s}^2$;
 - (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 150 cm 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 $m_1 = 4,0\text{ kg}$, $m_2 = 3,0\text{ kg}$ e $m_3 = 5,0\text{ kg}$, (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 $g = 10,0\text{ N/kg}$).

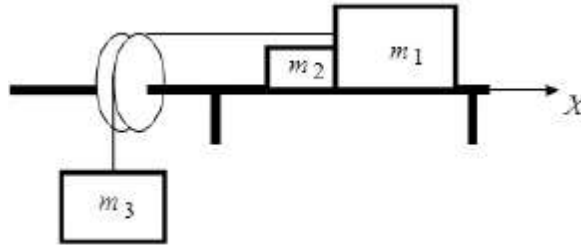


Fig. 2

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 .

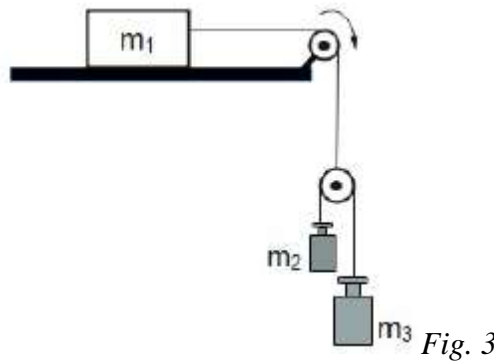


Fig. 3

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 $12,0\text{ g}$.

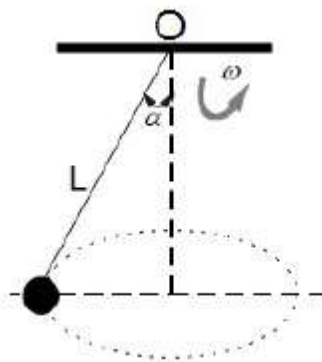


Fig. 4

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 $\alpha = 5,0\text{ rad/s}^2$ 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.

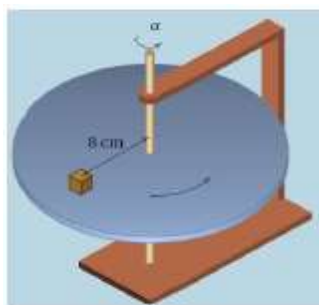


Fig. 5

10. Um corpo é projectado verticalmente para cima em um campo gravitacional constante com uma velocidade inicial v_0 . Mostre que se existir uma força retardadora proporcional ao quadrado da velocidade instantânea, a velocidade do corpo ao retornar à posição inicial será $\frac{v_0 v_t}{\sqrt{v_0^2 + v_t^2}}$, 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.

(a) Determine a velocidade comque a esfera atinge C;

(b) Demostre que, quando a esfera está no ponto C, a velocidade angular é: $\omega = \sqrt{\frac{2g \sin \alpha}{r}}$

(c) Determine a energia mecânica em C.

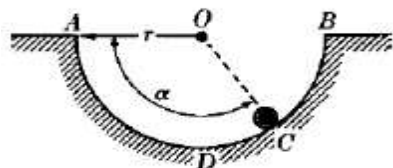


Fig. 6

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 .

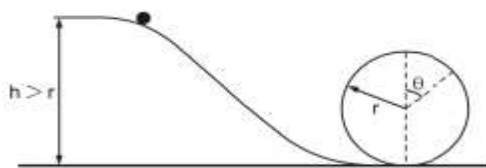


Fig. 7

13. Os vectores posição e velocidade de um corpo com $2,0 \text{ kg}$ 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 $t = 1,0 \text{ s}$.

14. O vector de posição de um corpo com $3,0 \text{ kg}$ 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 $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ e $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$.

Dinâmica de uma partícula: Trabalho e Energia

- Uma partícula desloca-se de um ponto $A(20, 15, 0) \text{ m}$ ao ponto $B(0, 0, 0) \text{ m}$, sob acção das forças que lhe são aplicadas simultaneamente: $\vec{F}_1 = \vec{i} + 2\vec{j} + 3\vec{k} \text{ (N)}$ e $\vec{F}_2 = 4\vec{i} + 5\vec{j} - 2\vec{k} \text{ (N)}$.
 - Qual foi o trabalho realizado sobre a partícula?
 - Qual foi a variação da energia cinética?
 - Determine o ângulo entre \vec{F}_1 e \vec{r} .
- 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:
 - Ao longo do eixo - x $(0; 0)$ à $(2; 0)$ e paralelamente ao eixo - y $(2, 4)$;
 - Ao longo do eixo - y $(0; 0)$ à $(0; 4)$ e paralelamente ao eixo - x $(2, 4)$.
- Um bloco de massa $3,0 \text{ kg}$ desce uma rampa em A (Veja a Fig. 1). 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 $k = 1,5 \times 10^{10} \text{ N/m}$.
 - Indicar as transformações de energia nos percursos AB e BC;
 - São conservativas todas as forças que actuam no bloco?
 - Calcular os trabalhos realizados pelas forças gravíticas, de atrito e elástica da mola;
 - Determinar a compressão máxima da mola;
 - Onde irá parar o bloco após a inversão de sentido do seu movimento?

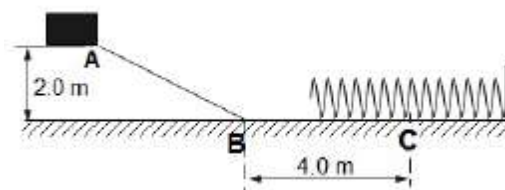


Fig. 1

- 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.
- 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 potência desenvolvido pelo motor;
 - O trabalho realizado em 5,0 s;
 - 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 $F = -\frac{k}{r^2}$ ($k = \text{constante}$). A trajectória é um círculo de raio r . Mostre que a energia total é $E = -\frac{k}{2r}$ 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) A energia potencial gravítica $U(r)$ devida ao corpo de massa M ;
 - (b) 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.

Bom Trabalho