

DISCIPLINA – FÍSICA

CURSO – AGROECONOMIA E EXTENSÃO AGRÁRIA

Docente da Disciplina de Física –

1. **Guambe**, Francisco José, PhD;
2. **Mucomole**, Fernando Venâncio, Ms.C;
3. **Mucavele**, Bernardino da Conceição, Bs.C

Tema 1 – DINÂMICA DE SISTEMA DE PARTÍCULAS

Sumário –

- ❖ Relações fundamentais;
- ❖ Movimento do centro de massa de um sistema de partículas;
- ❖ Momento angular de um sistema de partículas;
- ❖ Energia cinética de um sistema de Partículas;
- ❖ Conservação da energia de um sistema de Partículas;
- ❖ Colisões.

NOTA IMPORTANTE

Estas notas teóricas são apenas para o uso na Cadeira de Física, leccionada aos estudantes da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, no 1º Ano, 1º Semestre durante o ano Lectivo de 2021, pelo Grupo da Disciplina de Física mencionado anteriormente. As mesmas poderão ser usado para outros fins mediante a autorização prévia dos autores. (pp. 1 - 10)

email: fernando.mucomole@uem.mz

DINAMICA DE SISTEMA DE PARTICULAS

Dinâmica

É o ramo da mecânica que estuda a relação do movimento executado por um corpo e a sua causa de seguimento.

Força é o agente capaz de causar movimento.

Leis de Newton

Primeira lei de Newton (Lei da inércia)

“Na ausência de forças externas, uma partícula em repouso continua em repouso e uma partícula em movimento, continua em movimento”.

Atrito, ou **força de atrito**, é uma interacção entre um corpo e outro com uma superfície que dificulta o deslizamento.

A **quantidade de movimento** ou **momento cinético** que é o produto entre a massa e a velocidade, é dada como,

$$\vec{P} = m\vec{v}$$

No sistema MKSC, a sua unidade é o $mKgs^{-1}$.

“uma partícula livre, sempre move-se com quantidade de movimento constante”.

Segunda lei de Newton (Lei da Dinâmica)

“Daremos a variação temporal da quantidade de Movimento de uma partícula, o nome de FORÇA” (Segunda lei de Newton)

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$$

Terceira lei de Newton (Lei de acção reacção)

“Quando duas partículas interagem a força sobre uma partícula é igual em módulo, e de sentido contrario, a força sobre o outro”

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Força de atrito (\vec{F}_f)

Atrito de escorregamento, e a perda de quantidade de movimento que indica que uma força se opõe ao movimento da força. E la e devida a interacção entre as moléculas dos dois corpos e por vezes, chama-se coesão ou adesão.

$$\vec{F}_f = \text{atrito de escorregamento} = \mu \vec{N}$$

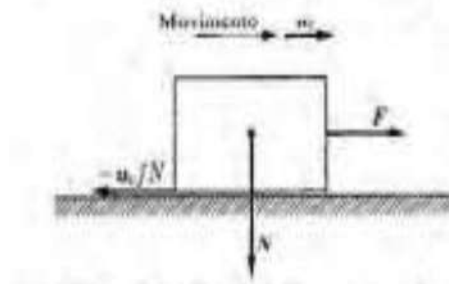


Figura 1 – A força de atrito opõe-se ao movimento e depende da força normal

$$m\vec{a} = \vec{F} - \vec{u}_v \mu N$$

Há dois tipos de atrito, dinâmico (μ_d) e estático (μ_e).

A força de atrito em fluidos e,

$$\vec{F}_f = \text{atrito do fluido} = -K\eta \vec{v}$$

Momento angular

E definido como,

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$$

$$\vec{L} = m\vec{r} \times \vec{v}$$

E perpendicular ao plano determinado por \vec{r}, \vec{v} .

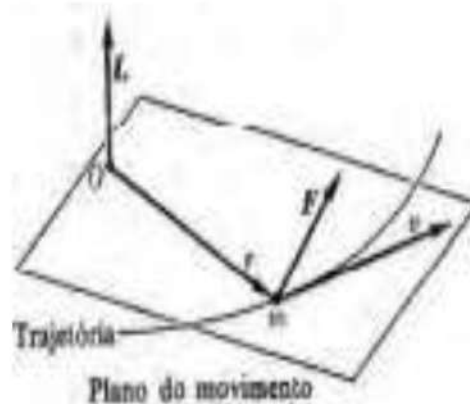


Figura 2 – Momento angular d uma partícula.

$$L = mrv = mr^2\omega$$

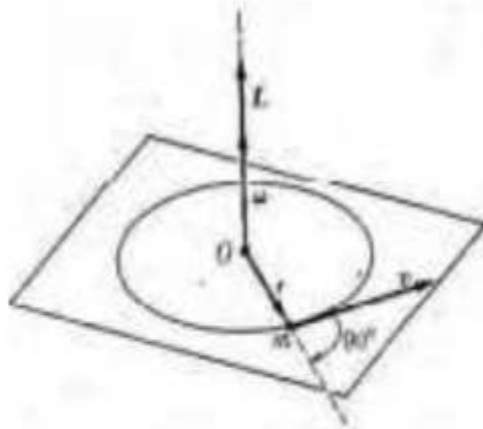


Figura 3 – Relação vectorial entre a velocidade angular e o momento angular no movimento circular.

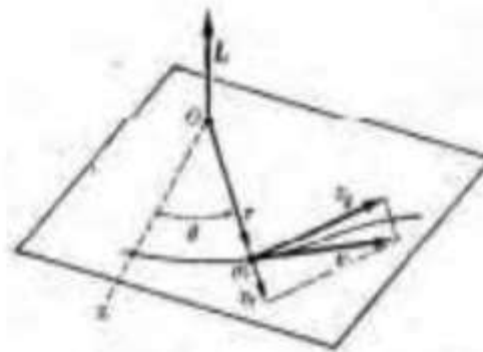


Figura 4 – Relação entre a velocidade angular e a componente transversal da velocidade.

Tal que,

$$L = mr^2 \frac{d\theta}{dt}$$

“A variação temporal do momento angular de uma partícula é igual ao momento da força aplicada na partícula”.

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau}$$

Ou torque

Dinâmica de massas pontuais

Para o problema de sistema de partículas, estabelecemos, as relações fundamentais do movimento do centro de massa de um sistema de partículas, cuja a velocidade do centro de massa é dada por,

$$\vec{v}_{CM} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{M}$$

O vector posição do centro de massa e,

$$\vec{r}_{CM} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{M}$$

Resumidamente,

$$v_{CM} = \frac{1}{M} \sum_i \vec{p}_i \text{ ou } \vec{p} = M \vec{v}_{CM}$$

“O centro de massa de um sistema isolado move-se com velocidade constante em qualquer referencial” (princípio da conservação da quantidade de movimento).

$$\vec{p}_{CM} = \sum_i \vec{p}_i = 0$$

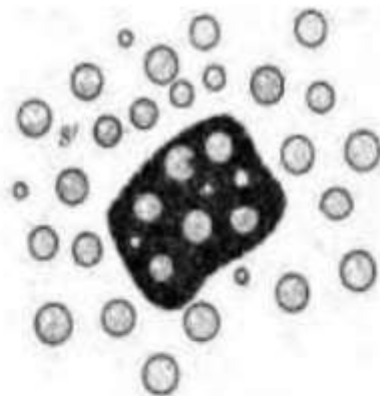


Figura 5 – Interação entre um sistema S e sua vizinhança S'.

“O centro de massa de um sistema de partículas move-se como se fosse uma partícula de massa igual a massa total do sistema e sujeito a força externa aplicada ao sistema”

$$\vec{F}_{ext.} = M \frac{d\vec{v}_{CM}}{dt} = M \vec{a}_{CM}$$

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

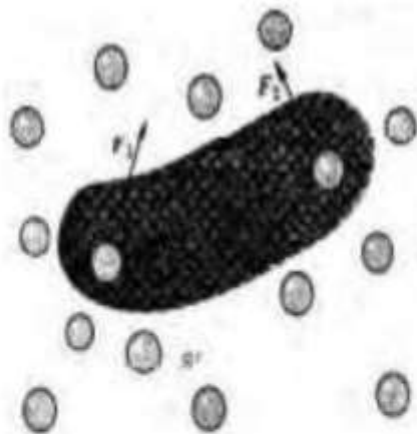


Figura 6 – Forças externas e internas sobre um sistema S .

Para a velocidade relativa $\vec{v}_1 - \vec{v}_2 = \vec{v}_{12}$, definimos,

$$\frac{d}{dt}(\vec{v}_1 - \vec{v}_2) = \frac{dv_{12}}{dt} = \vec{a}_{12}$$

Cuja a massa relativa e,

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

Tal que,

$$\vec{a}_{12} = \frac{\vec{F}_{12}}{\mu} \text{ ou } \vec{F}_{12} = \mu \vec{a}_{12}$$

"o movimento relativo de duas partículas sujeitas apenas as suas interações mutuas e relativamente a um observador inercial, equivalente ao movimento de uma partícula de massa igual a massa sob acção de uma força igual de interação".

Caso $m_1 \ll m_2$, temos

$$\mu = \frac{m_1}{1 + \frac{m_1}{m_2}} \cong m_1 \left(1 - \frac{m_1}{m_2}\right)$$

Se $m_1 = m_2$, então

$$\mu = \frac{1}{2} m_1$$

Momento angular de um sistema de partículas

Na interação de duas partículas, definimos

$$\frac{d}{dt}(\vec{L}_1 + \vec{L}_2) = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2$$

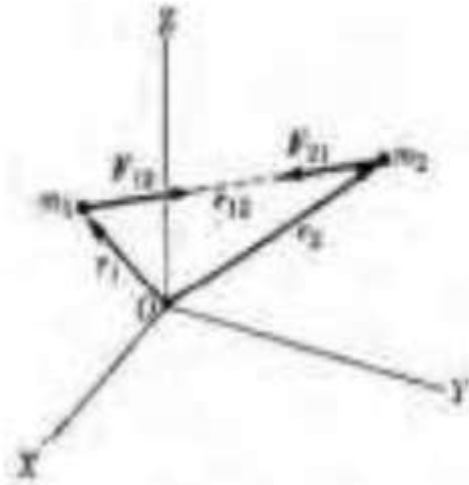


Figura 7 – Forças de interação em uma sistema de partículas.

Para qualquer numero de partículas,

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau}_{ext.}$$

“A razão da variação com o tempo do momento angular de um sistema de partículas, relativamente a um ponto arbitrário é igual ao torque total, relativo ao mesmo das forcas externas que agem sobre o sistema”.

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d\vec{L}}{dt} \left(\sum_i \vec{L}_i \right) = 0$$

$$\vec{L} = \sum_i \vec{L}_i = \vec{L}_1 + \vec{L}_2 + \vec{L}_3 + \dots = const.$$

Que é a lei de conservação do Momento angular –

“O momento angular de um sistema isolado ou de um sistema com torque igual a zero, e constante em modulo, direcção e sentido”.

O torque do cetrio de massa será,

$$\frac{d\vec{L}_{CM}}{dt} = \vec{\tau}_{CM}$$

Energia cinética de um sistema de partículas

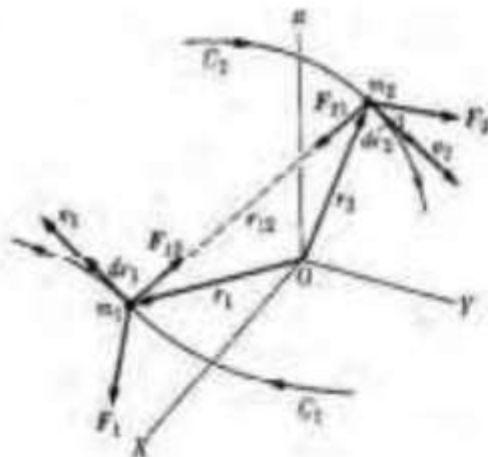


Figura 8 – Energia cinética de um sistema de partículas.

A energia cinética total de um sistema de partículas e,

$$E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

Tal que, o trabalho total $W_{ext.}$ Executado pelas forcas externas durante o mesmo intervalo de tempo e

$$W_{ext.} = \int_A^B (\vec{F}_1 d\vec{r}_1 + \vec{F}_2 d\vec{r}_2)$$

$$W_{ext.} = \int_A^B \vec{F}_{12} d\vec{r}_{12}$$

A subtração permite,

$$\vec{E}_k - \vec{E}_{k,0} = \vec{W}_{ext.} + \vec{W}_{int.}$$

“a variação da energia cinética de um sistema de partículas e igual ao trabalho realizado sobre o sistema pelas forcas externas e internas”.

Conservação da energia de um sistema de partículas

$$U - U_0 = \vec{W}_{ext.}$$

“a variação da energia própria de um sistema de partículas e igual ao trabalho feito sobre o sistema pelas forcas externas” (lei d conservação de energia).

$$U - U_0 = 0$$

“A energia própria de um sistema isolado permanece constante”

Tabela 1 – Relações cinemáticas, dinâmicas e definições de energia

Relação
Relações cinemáticas
$\vec{P} = M\vec{v}_{CM}$
$\vec{L} = \vec{L}_{CM} + M\vec{r}_{CM} \times \vec{v}_{CM}$
$\vec{\tau}_{ext.} = \vec{\tau}_{CM} + \vec{r}_{CM} \times \vec{F}_{ext.}$
$\vec{E}_{\vec{k}} = \vec{E}_{\vec{k},CM} + \frac{1}{2}Mv_{CM}^2$
Relações dinâmicas
$\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}_{ext.}$
Ou $M\vec{a}_{CM} = \vec{F}_{ext.}$
$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau}_{ext.}$
Ou
$\frac{d\vec{L}_{CM}}{dt} = \vec{\tau}_{CM.}$
$\vec{E}_{\vec{k}} - \vec{E}_{\vec{k},0} = \vec{W}_{ext.} + \vec{W}_{int.}$
$U - U_0 = \vec{W}_{ext.}$
Definições de energia
Energia Própria, $U = E_{\vec{k}} + E_{p,int.}$
Energia interna, $U_{int.} = E_{\vec{k}} + E_{p,int.}$
Energia total, $E = E_{\vec{k}} + E_{p,int.} + E_{p,ext.}$

Colisões

Colisão é o efeito que se verifica quando duas ou partículas aproximam-se tal que a interacção mutua altera o seu movimento produzindo, em consequência uma troca de quantidade de movimento e energia.

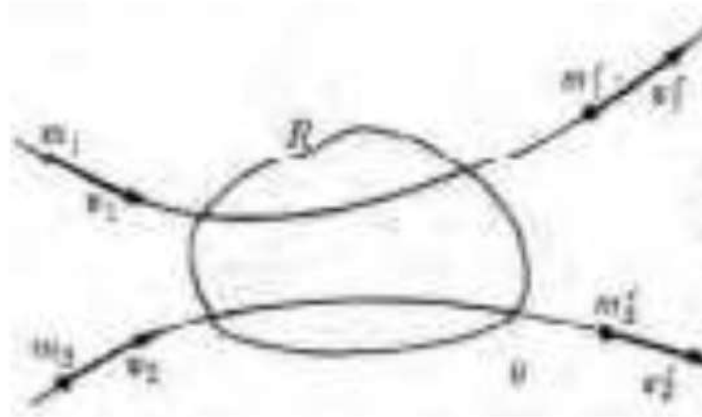


Figura 9 – Conservação da energia e quantidade de movimento numa colisão.

Quando $Q = 0$ não há variação da energia cinética e a colisão é chamada elástica. Caso contrário será inelástica, quando $Q < 0$ há decréscimo da energia cinética com crescimento da energia potencial interna; a colisão é inelástica de primeira espécie e (ou endoérgica). Quando $Q > 0$, há um acréscimo na energia cinética às custas da energia potencial interna e temos então uma colisão inelástica de segunda espécie (ou exoérgica).

$$\frac{P_1'^2}{2m_1'} + \frac{P_2'^2}{2m_2'} = \frac{P_1^2}{2m_1} + \frac{P_2^2}{2m_2} + Q$$