

Física 1 – Ciências Moleculares

Caetano R. Miranda **AULA 26 – 07/12/2023**

crmiranda@usp.br

Conservação do Momento
Colisões



Sugestão a ser implementada

DATA	aula n°	Segundas (14:00h - 15:45h) - Sala Turma 33	DATA	aula n°	Quartas (14:00h - 15:45h) - Sala Turma 33	DATA	aula n°	Quintas (14:00h - 15:45h) - Sala Turma 33	
21/08	1	Apresentação do Curso	23/08	2	Experimentação 1 - Escalas	24/08	3	Escalas	
28/08	4	Experimentação 2 - Mov. em 1 D	30/08	5	Mov. em 1D	31/08	6	Mov. em 1D	
04/09			06/08			07/09		SEMANA TRABALHO	
11/09	7	Mov. em 1D	13/09	8	Mov. em 1D	14/09	9	Experimentação 3 - VR & Projéteis	ENTREGA 1
18/09	10	Mov. em 2D e 3D	20/09	11	Mov. em 2D e 3D	21/09		Paralisação	
25/09		Paralisação	27/09		Paralisação	28/09		Paralisação	
02/10		Paralisação	04/10		Paralisação	05/10		Paralisação	
09/10		Paralisação	11/10		Paralisação	12/10		FERIADO - N. S. Aparecida	
16/10		Paralisação	18/10		Paralisação	19/10		Paralisação	
23/10	12	Discussao - revisao	25/10	13	Mov. em 2D e 3D	26/10	14	Experimentação 4a - Dinâmica & Principia	
30/10	15	Principios da Dinâmica - Leis de Newton	01/11	16	Experimentação 5 - Energia e Trabalho	02/11		FERIADO - FINADOS	
06/11	17	PROVA I	08/11	18	Simetria e Conservação	09/11	19	Simetria e Conservação	ENTREGA 2
13/11	20	Resolução - P1	15/11		FERIADO - Republica	16/11	21	Energia e Trabalho	
20/11		FERIADO - Consciência Negra	22/11	22	Energia e Trabalho II	23/11	23	Energia e Trabalho III	
27/11	24	Resolução - Problemas	29/11	25	Revisão - P2	30/11	26	PROVA II	ENTREGA 3
04/12	27	Resolução P2	06/12	28	Conservação do Movimento	07/12	29	Experimentação 7 - Colisões	
11/12	30	Rotação e Momento Angular	13/12	31	Dinâmica de corpos rígidos (Demo)	14/12	32	Dinâmica de corpos rígidos	
18/12	33	Experimentação 9 - Aprendizado de Máquina	20/12	34	PROVA SUB	21/12		ENTREGA - FINAL - VISTA SUB	ENTREGA 4
		Forças de Interação - Sala Invertida							

Movimento no CM

Pode-se decompor o movimento de um corpo como:

Movimento do CM

+

Movimento individual das partículas constituintes em relação ao CM

$$\vec{r}_{cm} = \frac{1}{M} \left(\sum_i m_i \vec{r}_i \right)$$

Derivando:

$$\vec{v}_{cm} = \frac{d\vec{r}_{cm}}{dt} = \frac{1}{M} \left(\sum_i m_i \frac{d\vec{r}_i}{dt} \right) \quad \longrightarrow \quad \vec{v}_{cm} = \frac{1}{M} \left(\sum_i m_i \vec{v}_i \right)$$

$$\vec{a}_{cm} = \frac{d\vec{v}_{cm}}{dt} = \frac{1}{M} \left(\sum_i m_i \frac{d\vec{v}_i}{dt} \right) \quad \longrightarrow \quad \vec{a}_{cm} = \frac{1}{M} \left(\sum_i m_i \vec{a}_i \right)$$

Movimento no CM

$$\vec{a}_{cm} = \frac{1}{M} \left(\sum_i m_i \vec{a}_i \right) \quad \Rightarrow \quad \vec{a}_{cm} = \frac{1}{M} \left(\sum_i \vec{F}_i \right)$$

$$\vec{a}_{cm} = \frac{1}{M} \left(\sum_i \vec{F}_{i_{int}} + \sum_i \vec{F}_{i_{ext}} \right)$$

3a Lei de Newton: as forças internas aparecem aos pares e se cancelam:

$$\vec{a}_{cm} = \frac{1}{M} \sum_i \vec{F}_{i_{ext}} = \frac{1}{M} \vec{F}_{R_{ext}}$$

O Centro de Massa de um sistema se move como uma partícula pontual com a massa total do sistema, sob a influência da força externa resultante que atua sobre o sistema.

Colisões

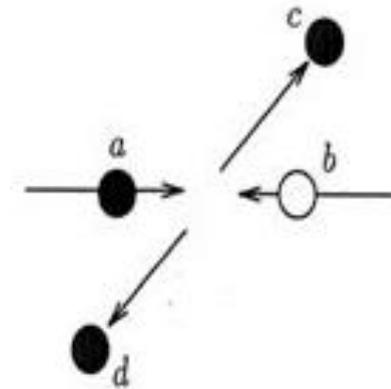
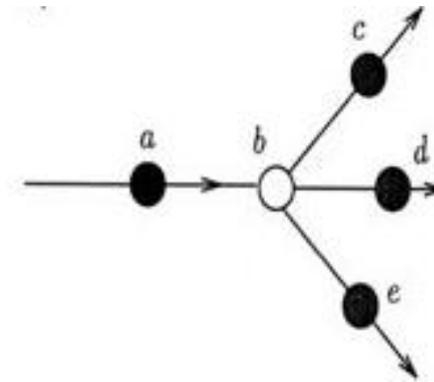
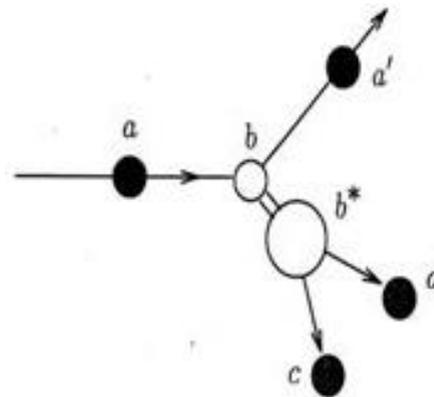
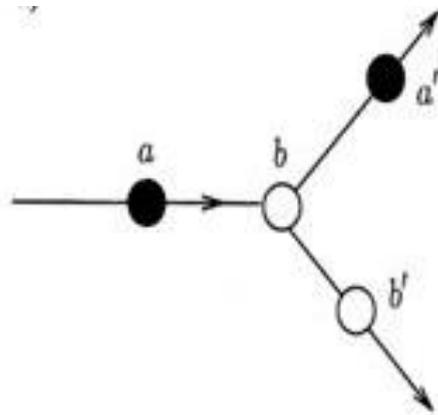
❑ Colisão entre duas partículas: processo em que uma é lançada contra a outra podendo trocar energia e momento em consequencia da interação.

❑ corpos macroscópicos ou atômicos/subatômicos.

❑ Resultado da colisão:

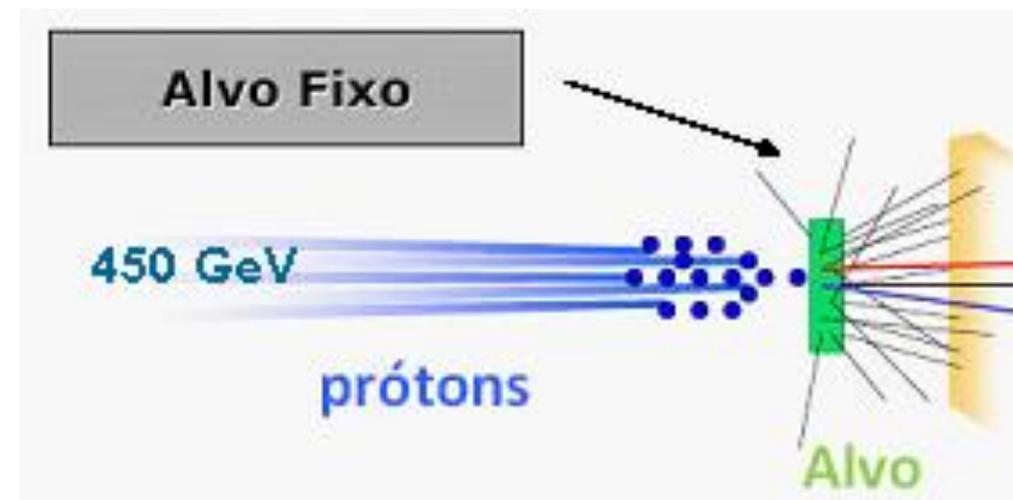
1. Espalhamento: emergem as mesmas duas partículas

2. Reações: emerge um sistema diferente (apenas uma partícula, duas partículas distintas das iniciais ou mais de duas partículas)



❑ Estudo dos parâmetros que caracterizam os produtos da colisão (energia e momento) = informações importantes sobre a natureza das interações.

❑ Experimentalmente:

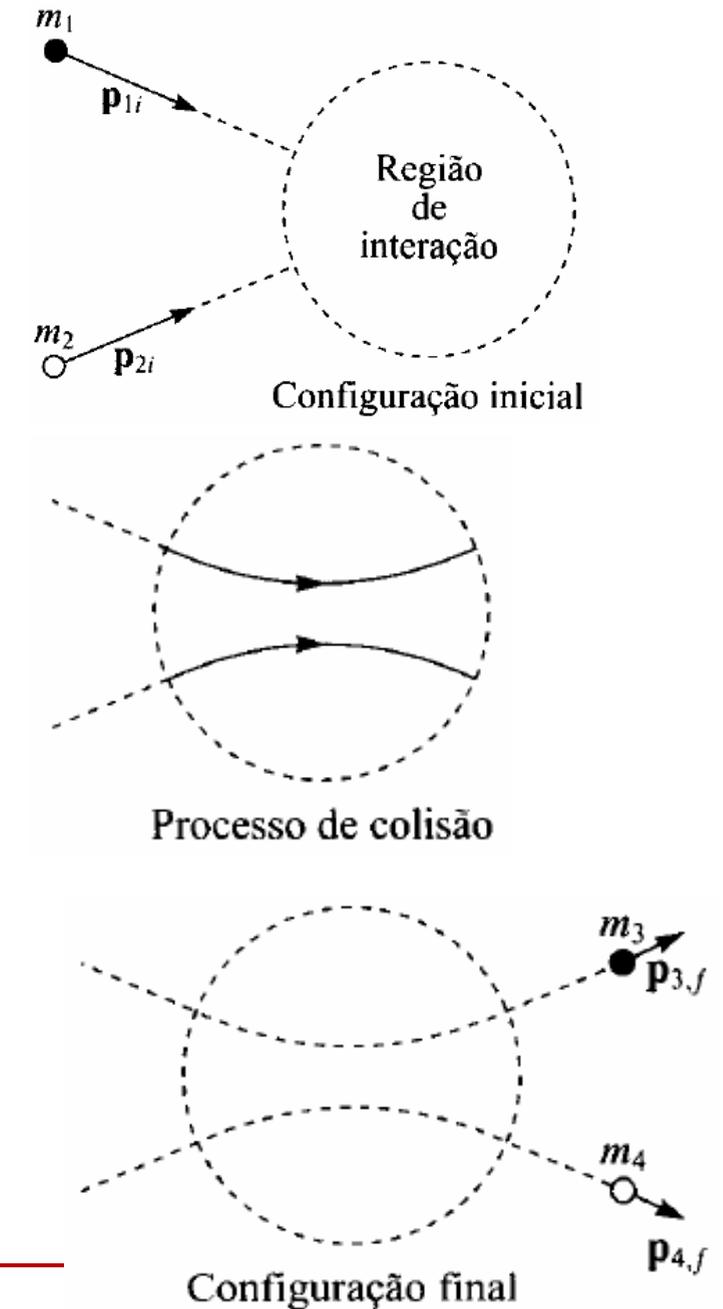


O que caracteriza um processo de colisão?

❑ Antes da colisão: configuração inicial (partículas não interagem)

❑ Etapa intermediária: partículas penetram na região de interação

❑ Depois da colisão: configuração final (partículas se afastam da região de colisão)



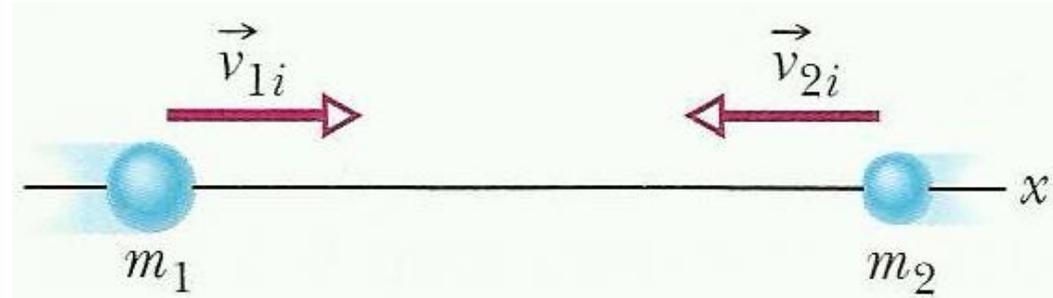
Colisões Elásticas e Inelásticas

- ❑ Energia total do sistema se conserva em uma colisão.
- ❑ O que acontece?
- ❑ Bolas de bilhar colidindo frontalmente com v opostas
 - ❑ Durante a colisão: $T \rightarrow U_{el}$ (deformação da superfície de contato)
 - ❑ Após a colisão: $U_{el} \rightarrow T$ (separando os dois corpos)
- ❑ Caso limite ideal: $T_{final} = T_{inicial} \Rightarrow$ **COLISÃO ELÁSTICA**
- ❑ **COLISÃO INELÁSTICA:** Qualquer outra colisão
 - ❑ $T_{final} > T_{inicial}$ ou $T_{final} < T_{inicial}$



Colisões Elásticas 1D

- ❑ Duas partículas se movem sobre uma linha reta e colidem elasticamente



- ❑ Partículas sujeitas às forças internas de interação que atuam durante a colisão = Momento total do sistema se conserva:

$$P_i = p_{1i} + p_{2i} = p_{1f} + p_{2f} = P_f$$

- ❑ Colisão Elástica: T_{total} se conserva:

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v}$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{p} / m$$



$$T = \frac{1}{2} m v^2$$



$$T = \frac{1}{2} m \frac{\mathbf{p}^2}{m^2}$$

Energia Cinética de uma partícula em função do seu momento e massa

Colisões Elásticas 2D

❑ Colisão com duas bolas de bilhar (alvo em repouso):

❑ Momento na configuração inicial:

$$\mathbf{P}_i = \mathbf{p}_{1i} = m_1 \mathbf{v}_{1i}$$

❑ Parâmetro de impacto (b): distância que a partícula passaria se não houvesse colisão

❑ $b=0 \Rightarrow$ colisão frontal

❑ $b=\text{soma dos raios} \Rightarrow$ não há colisão

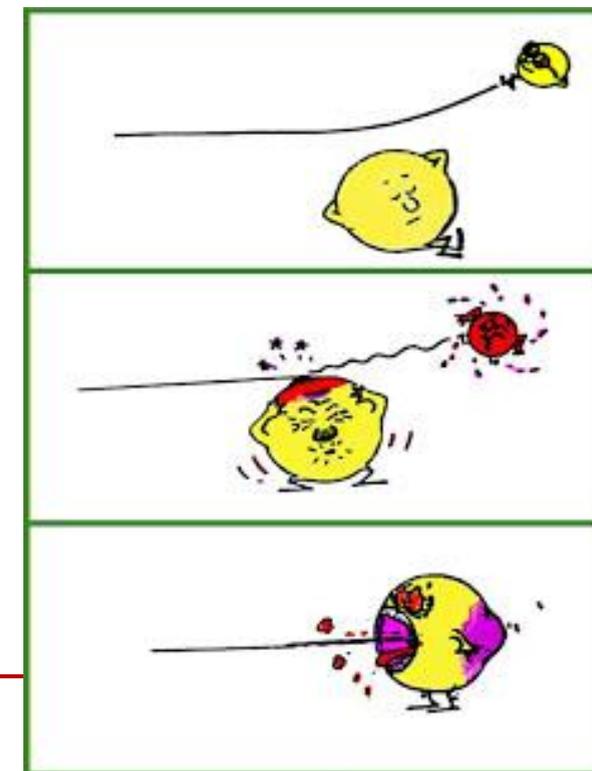
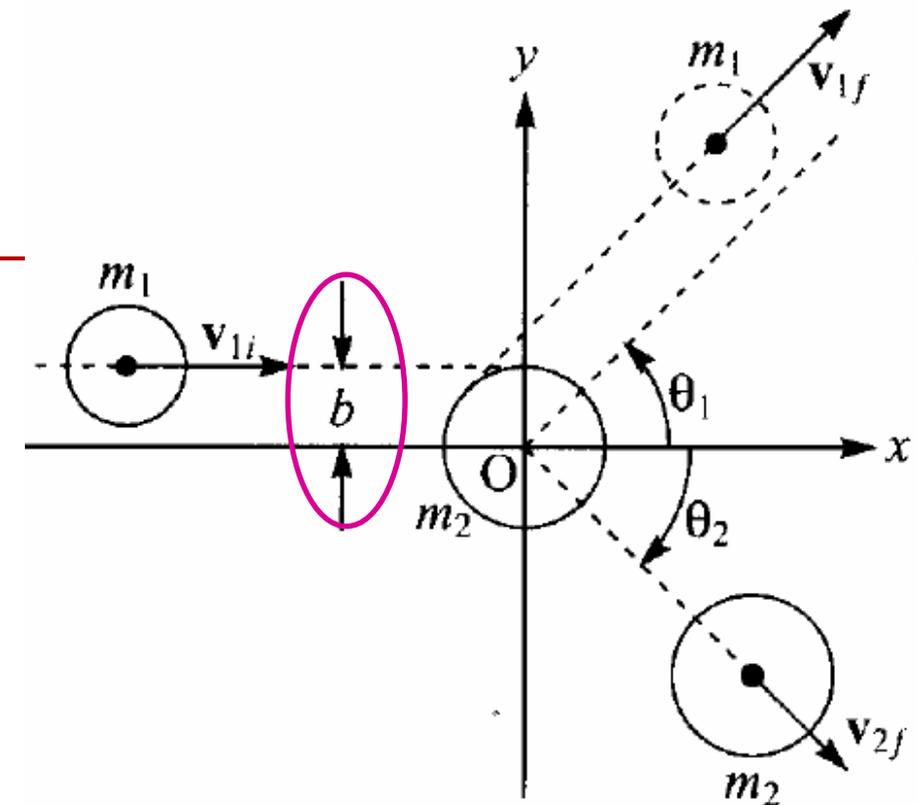
❑ *Resultado varia conforme b*

❑ Momento na configuração final:

$$\mathbf{P}_f = \mathbf{p}_{1f} + \mathbf{p}_{2f}$$

❑ Conservação de Momento: $\mathbf{P}_i = \mathbf{P}_f$

$$\mathbf{p}_{1i} = \mathbf{p}_{1f} + \mathbf{p}_{2f}$$



Videos

[Mastering Pool \(Mika Immonen\) Billiard Training Cue ball control DVD Set - YouTube](#)

[The Science of Snooker! | Stephen Hendry and Liv Boeree - YouTube](#)

Instruções - Documentação

Testar colisões 1D e 2D (massas iguais e distintas)

Ângulos distintos

Regra dos 90°

Efeito de rotação

Aula 07/12/2023 – Física da Sinuca

