

Física 1 – Ciências Moleculares

Caetano R. Miranda **AULA 11 – 19/09/2023**

crmiranda@usp.br



sampa



Central de ajuda

- Missão Sirius (local, horários ida & volta, almoço, ...)
- 2ª Lista de Exercícios
- Projeto do curso
- Aula amanhã (21/09)

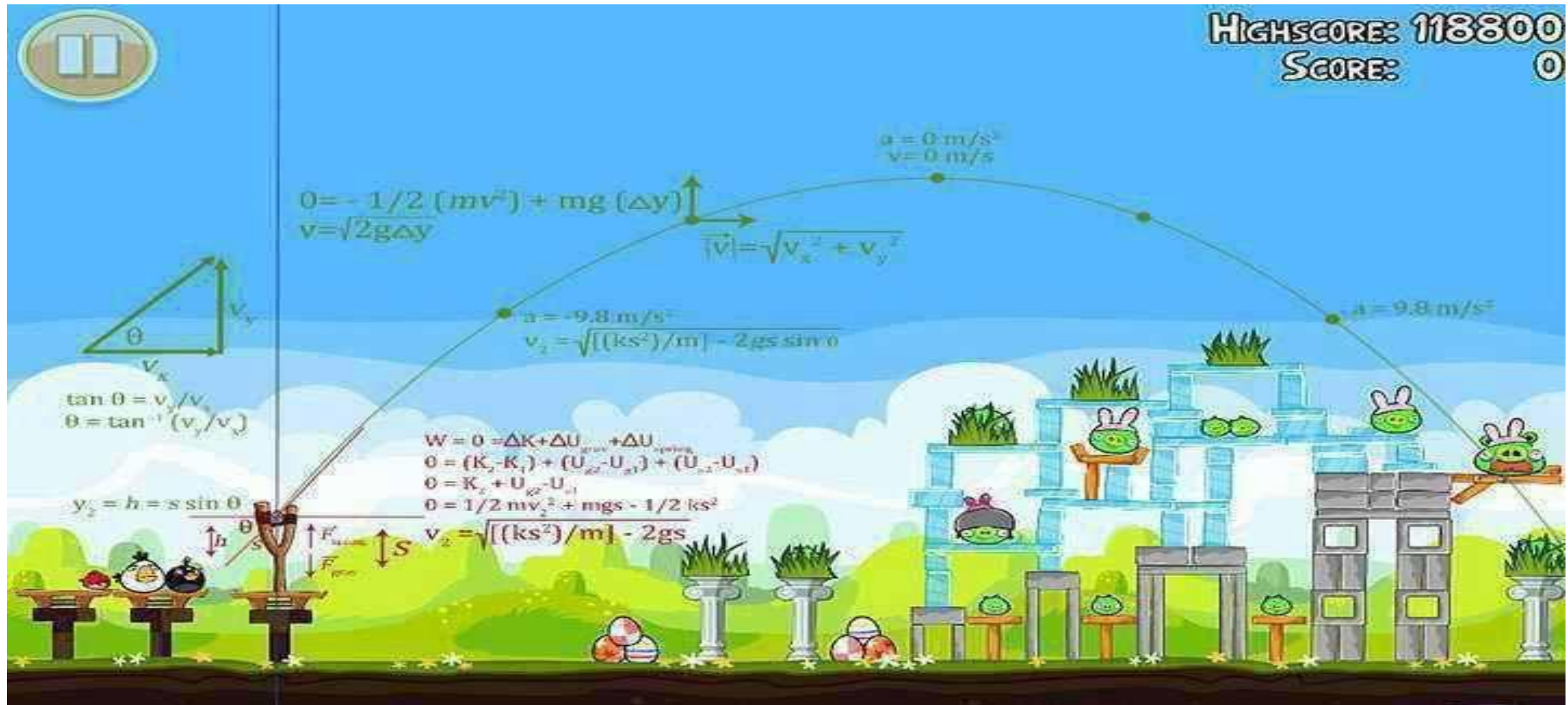
Cronograma

| 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 | 12 | Experimentação 4a - Dinâmica | |
| 25/09 | 13 | Experimentação 4b - Principia | 27/09 | 14 | Princípios da Dinâmica - Leis de Newton | 28/09 | 15 | Revisão - P1 - Check point - Projeto | |
| 02/10 | | PROVA I | 04/10 | 16 | Experimentação 5 - Energia e Trabalho | 05/10 | 17 | Energia e Trabalho | |
| 09/10 | 18 | Energia e Trabalho | 11/10 | 19 | Energia e Trabalho | 12/10 | | FERIADO - N. S. Aparecida | |
| 16/10 | 20 | Experimentação 6 - Física dos Desenhos Animados | 18/10 | 21 | Simetria e Conservação | 19/10 | 22 | Simetria e Conservação | ENTREGA 2 |
| 23/10 | 23 | Experimentação 7 - Colisões | 25/10 | 24 | Colisões | 26/10 | 25 | Colisões | |
| 30/10 | 26 | Experimentação 8 - VR / Sonificação | 01/11 | 27 | Forças de Interação - Sala Invertida | 02/11 | | FERIADO - FINADOS | |
| 06/11 | 28 | Forças de Interação | 08/11 | 28 | Revisão - P2 - Check point - Projeto | 09/11 | | PROVA II | |
| 13/11 | | | 15/11 | | | 16/11 | | SEMANA TRABALHO | |
| 20/11 | | FERIADO - Consciência Negra | 22/11 | 30 | Experimentação 9 - Aprendizado de Máquina | 23/11 | 31 | Rotação e Momento Angular | ENTREGA 3 |
| 27/11 | 32 | Física dos Esportes e Parques de Diversão | 29/11 | 33 | Rotação e Momento Angular | 30/11 | 34 | Experimentação 10 - Dança e Robótica | |
| 04/12 | 35 | Forças Inerciais | 06/12 | 36 | Forças Inerciais | 07/12 | 37 | Check point - Projeto | |
| 11/12 | | PROJETOS | 13/12 | | PROJETOS | 14/12 | | VISTA | ENTREGA 4 |
| 18/12 | | PROVA - SUB - VISTA | 20/12 | | VISTA | 21/12 | | | |

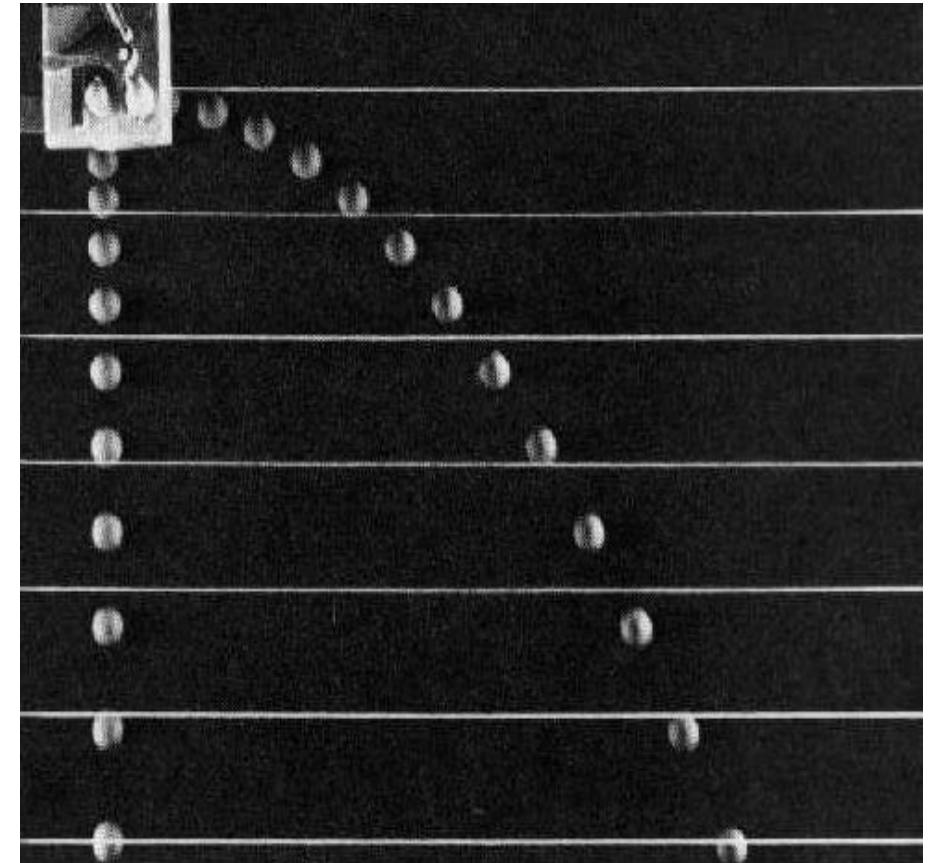
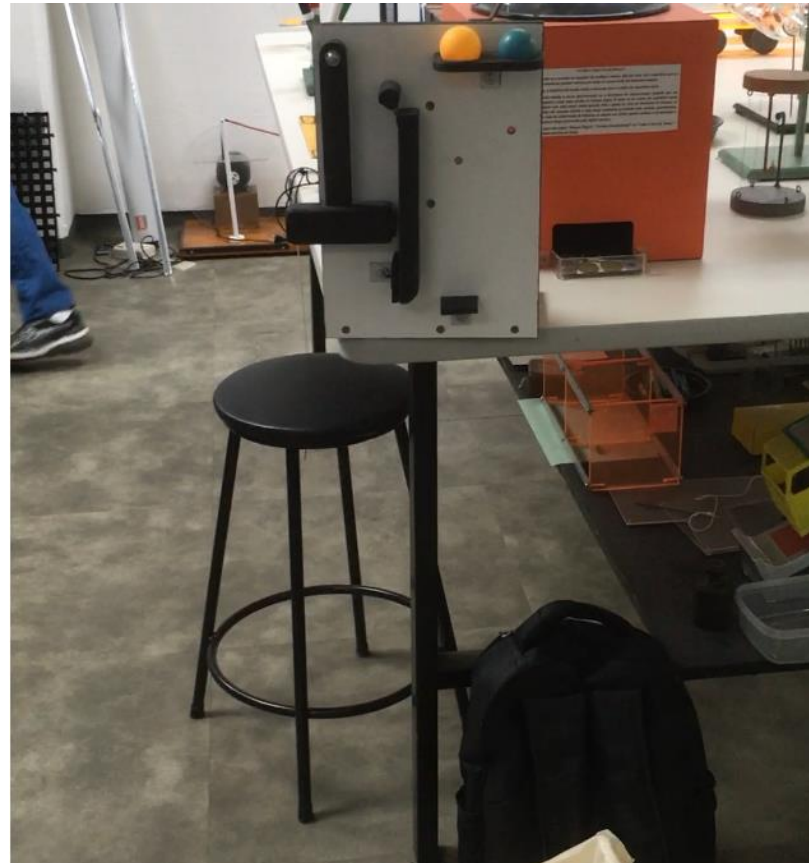
MOVIMENTO 2D & 3D

A Física do Angry birds

Tudo que você precisa saber para arrasar no jogo



Observações



Observações

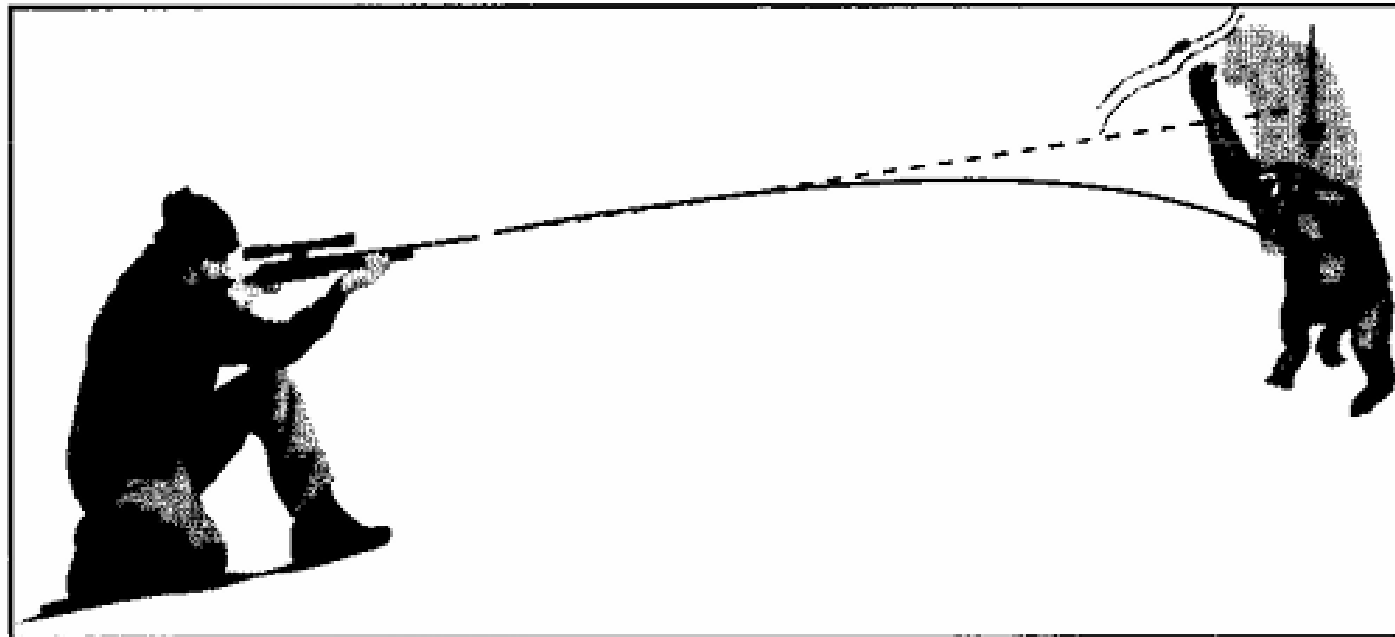
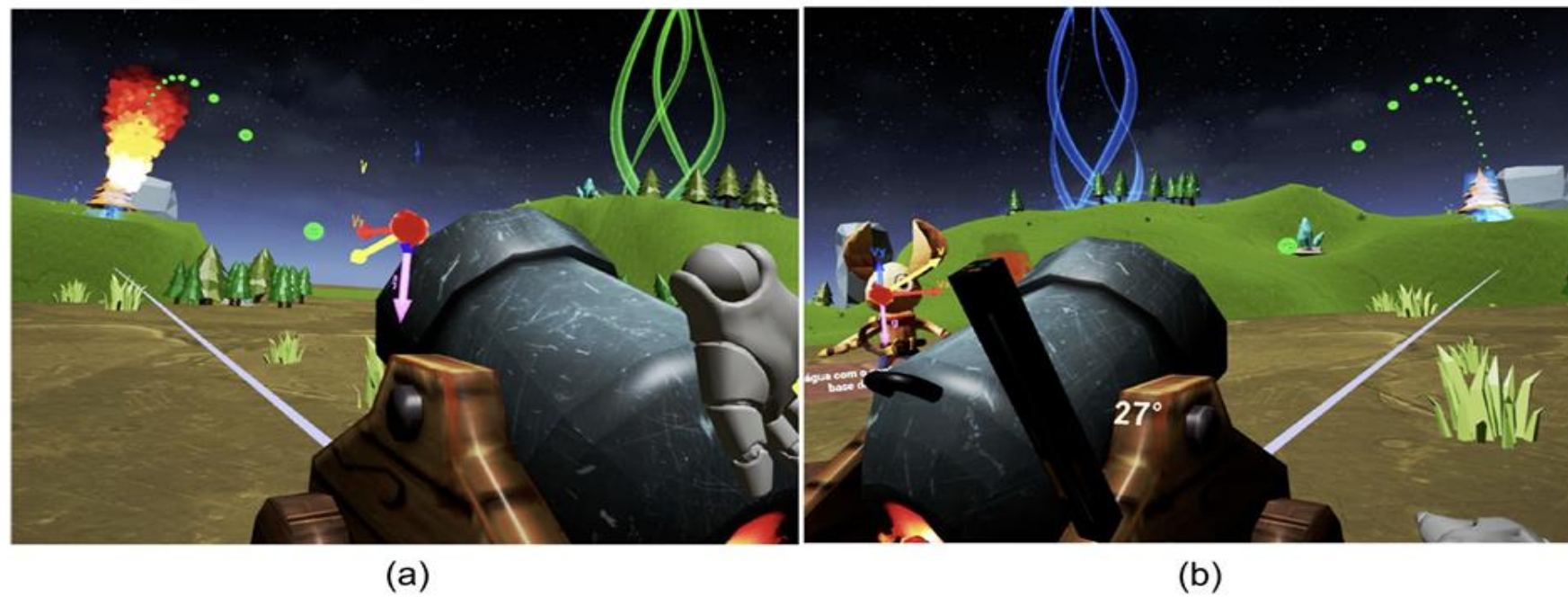
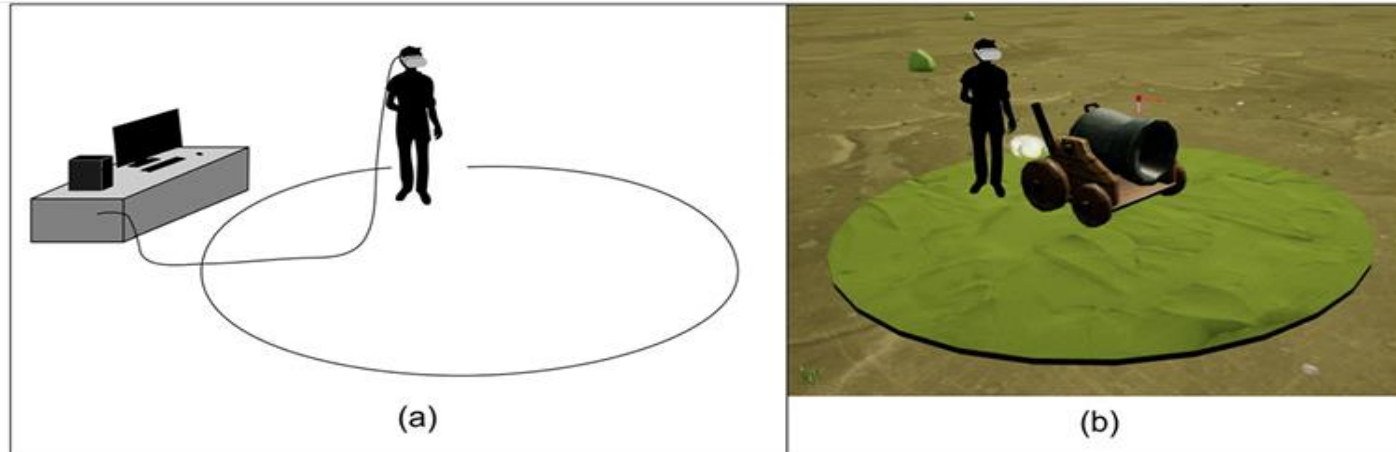


Figura 3.2 O caçador e o macaco.

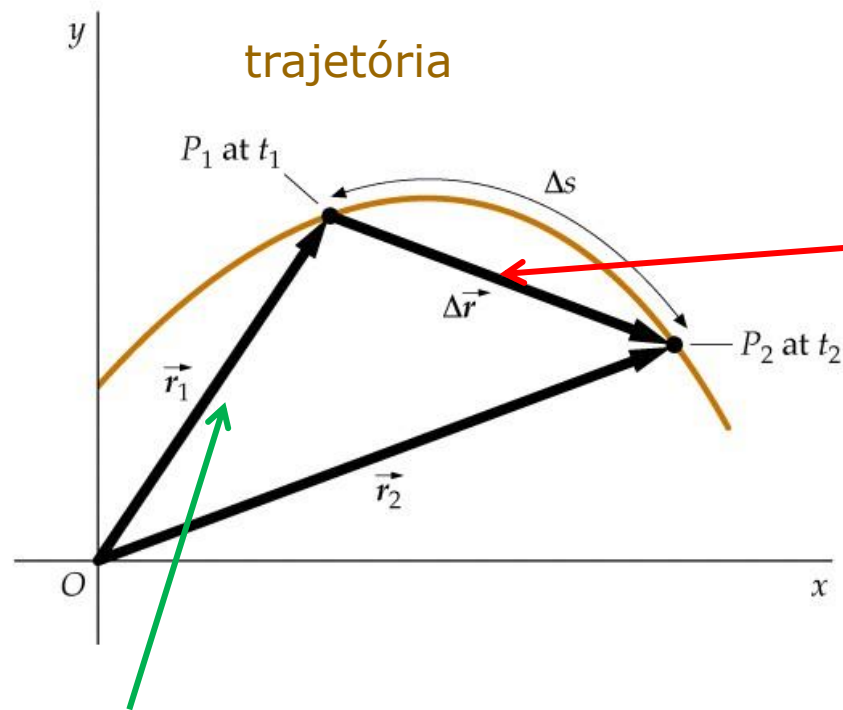


Observações

Fig. 8 Different views of the playing fields. **a** Real and **b** virtual worlds



Vetor Deslocamento



Vetor Posição

$$\vec{r} = r_x \hat{i} + r_y \hat{j} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

$$\vec{r}_1 = x_1 \hat{i} + y_1 \hat{j}$$

$$\vec{r}_2 = x_2 \hat{i} + y_2 \hat{j}$$

Deslocamento

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

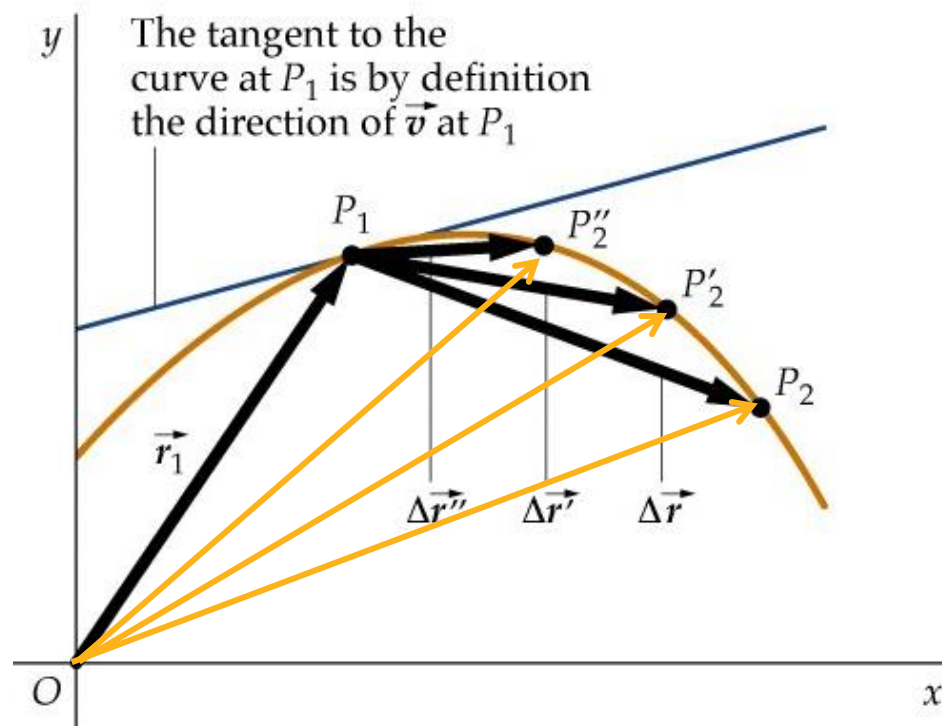
$$\Delta \vec{r} = (x_2 - x_1) \hat{i} + (y_2 - y_1) \hat{j}$$

$$\Delta \vec{r} = \Delta x \hat{i} + \Delta y \hat{j}$$

Módulo do deslocamento

$$\Delta r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

Vetor Velocidade Instantânea



Na medida em que o intervalo de tempo diminui, a direção do vetor deslocamento se aproxima da direção tangente à curva.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

$$\Delta \vec{r} = \Delta x \hat{i} + \Delta y \hat{j}$$

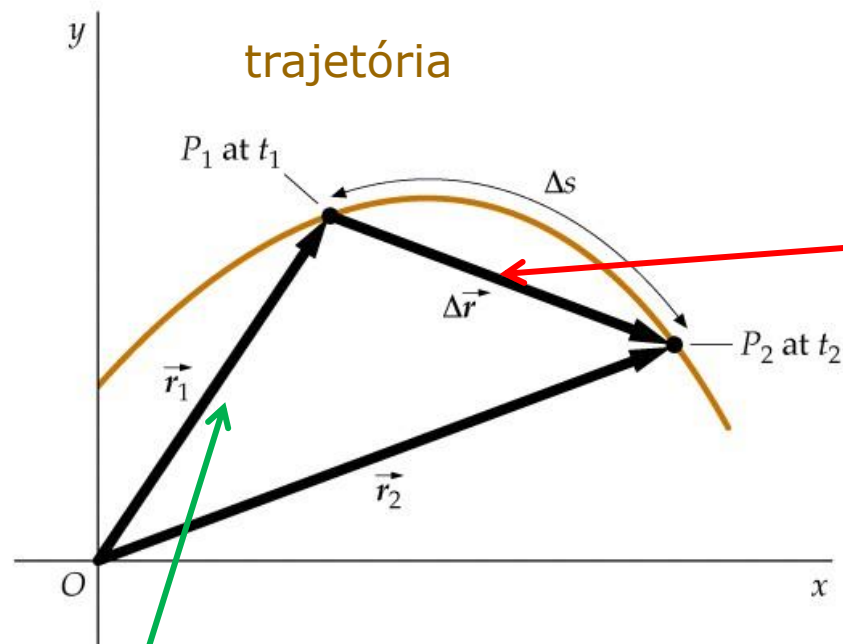
$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x \hat{i} + \Delta y \hat{j}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right) \hat{i} + \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta y}{\Delta t} \right) \hat{j}$$

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt} \hat{i} + \frac{dy}{dt} \hat{j} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$$

Módulo da Velocidade

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Vetor Deslocamento



Vetor Posição

$$\vec{r} = r_x \hat{i} + r_y \hat{j} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

$$\vec{r}_1 = x_1 \hat{i} + y_1 \hat{j}$$

$$\vec{r}_2 = x_2 \hat{i} + y_2 \hat{j}$$

Deslocamento

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

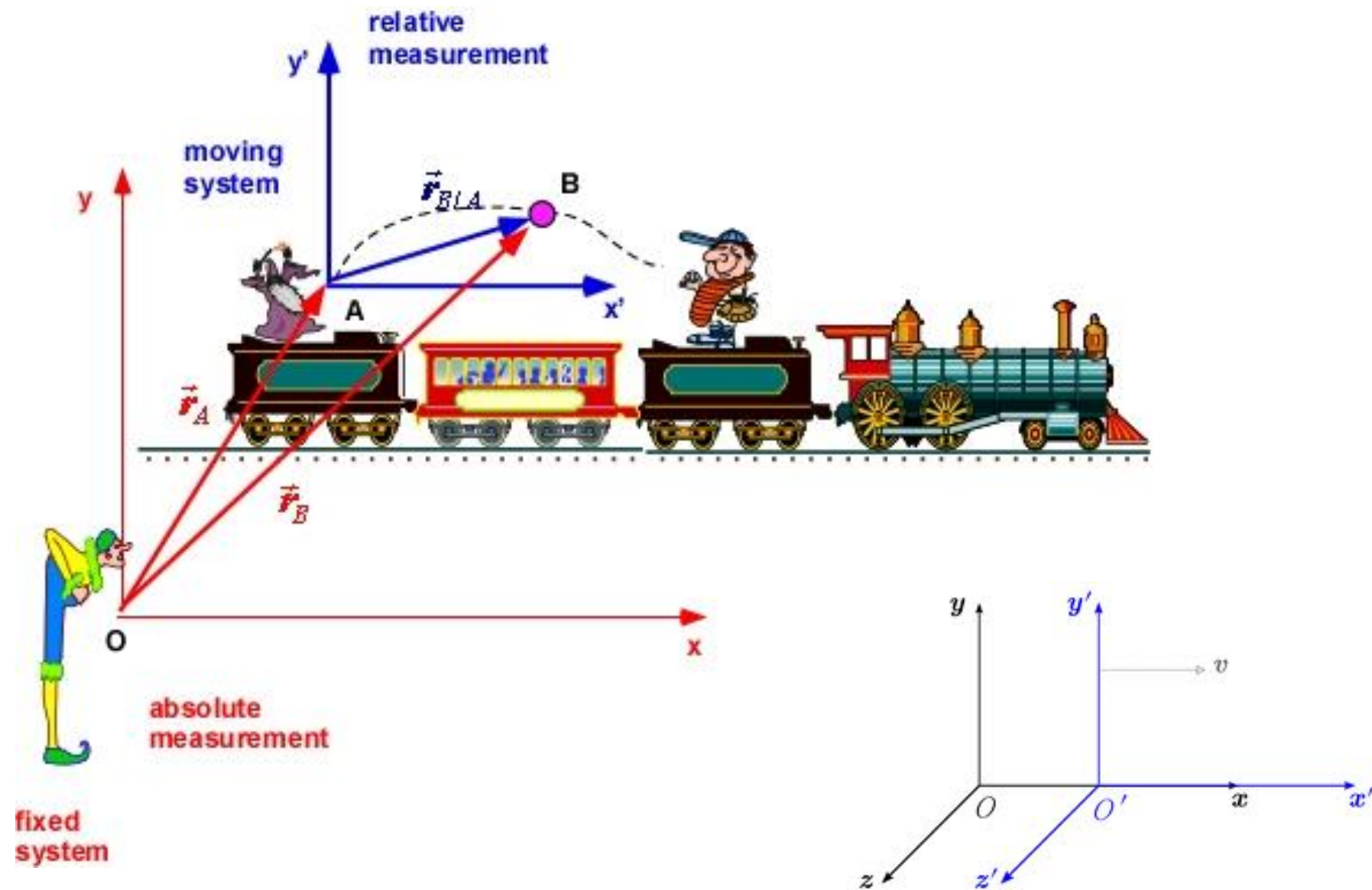
$$\Delta \vec{r} = (x_2 - x_1) \hat{i} + (y_2 - y_1) \hat{j}$$

$$\Delta \vec{r} = \Delta x \hat{i} + \Delta y \hat{j}$$

Módulo do deslocamento

$$\Delta r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

Movimento Relativo







FÍSICA NA LIXA 2013
fisicanalixa.blogspot.pt

Movimento Relativo

Modellus X

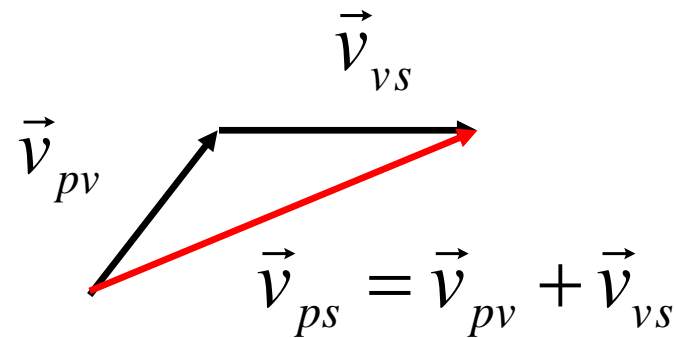
O programa Modellus X pode ser adquirido, gratuitamente, a partir do seguinte endereço da internet:

www.modellus.co

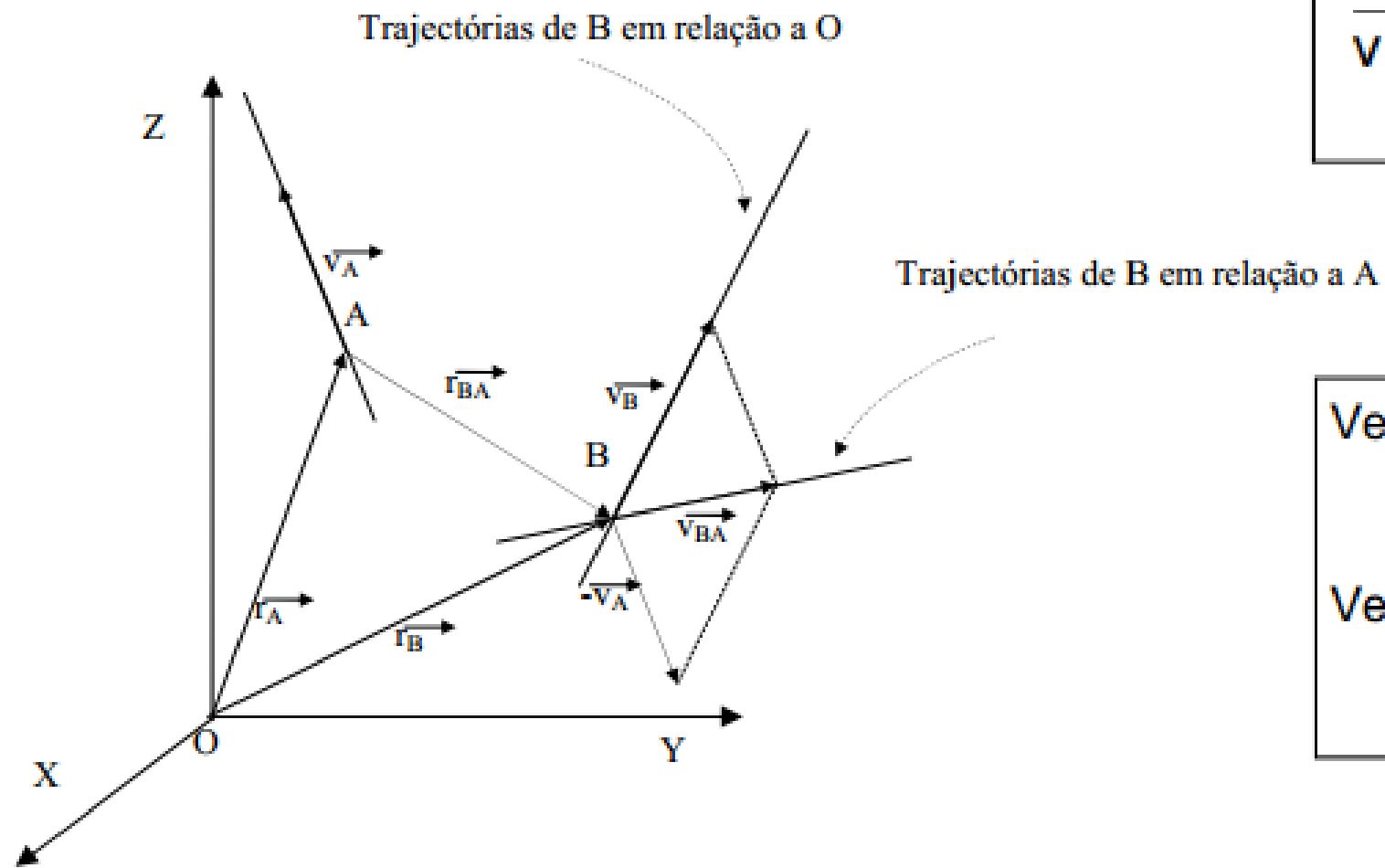
Velocidade Relativa

- As velocidades relativas em duas e três dimensões são combinadas da mesma forma adotada para problemas unidimensionais;

Se uma partícula se move com velocidade \mathbf{v}_{pa} em relação ao sistema de referência A que, por sua vez, se move com velocidade \mathbf{v}_{ab} em relação ao sistema de referência B, a velocidade da partícula relativamente ao sistema B é expressa por



$$\vec{v}_{pB} = \vec{v}_{pA} + \vec{v}_{AB}$$



Velocidades de **A** e **B** medidas pelo observador **O**

$$\vec{v}_A = \frac{d\vec{r}_A}{dt} \quad \vec{v}_B = \frac{d\vec{r}_B}{dt}$$

Vetor posição de **B** relativamente a **A**

$$\vec{r}_{BA} = \vec{AB} = \vec{r}_B - \vec{r}_A$$

Vetor posição de **A** relativamente a **B**

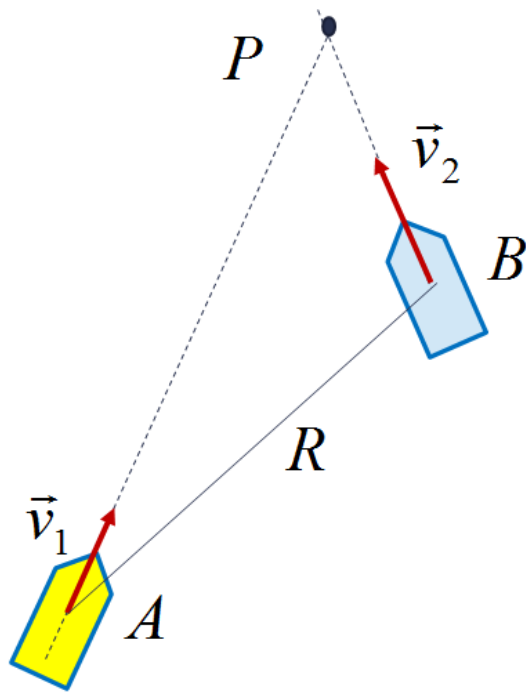
$$\vec{r}_{AB} = \vec{BA} = \vec{r}_A - \vec{r}_B$$

$$\vec{r}_{AB} = -\vec{r}_{BA}$$

Exemplo

Imagine dois navios que em algum instante estão na situação mostrada na figura abaixo. Os vetores \vec{v}_1 e \vec{v}_2 representam as velocidades de cada navio com relação ao mar. Os caminhos dos navios se estendem ao longo das direções de movimento, partindo do pontos iniciais A e B, interceptando-se no ponto P.

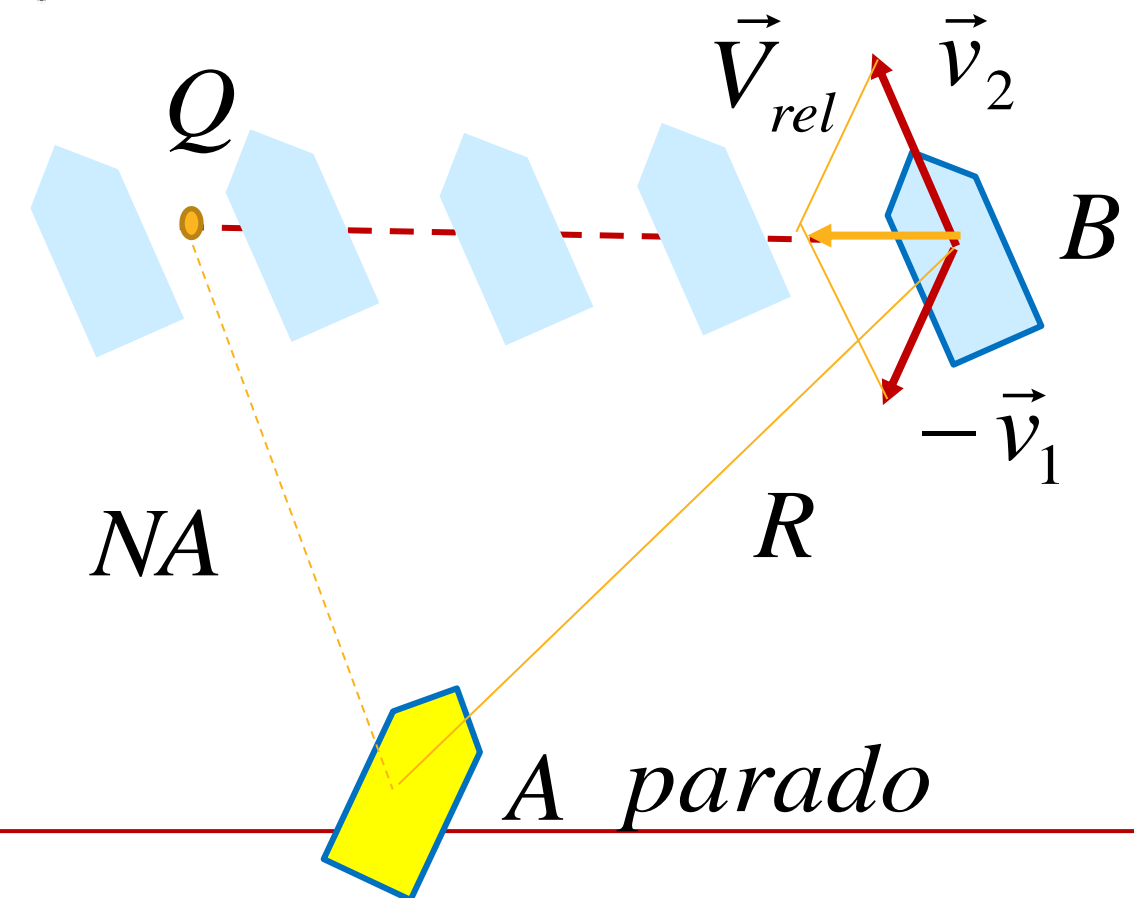
Os navios colidirão ou passarão a uma distância segura um do outro?



- ▶ No referencial do mar a solução do problema não é tão evidente, entretanto olhando do ponto de vista de um dos navios a análise é direta.
- ▶ Imaginando-se no navio que parte do ponto A, a velocidade do navio que parte do ponto B é a soma das velocidades $-v_1$ e v_2
- ▶ Isso representa que o navio A está em repouso, enquanto que a velocidade do navio B relativa a A é a combinação dos vetores \vec{v}_2 e $-\vec{v}_1$.

$$\vec{V}_{rel} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

- ▶ O navio B segue uma linha reta, como mostrado nas sucessivas posições da figura.
- ▶ O navio B não colide com o A por uma distância de NA dividido pela magnitude de \vec{V}_{rel} .



Vetor Aceleração Instantânea

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$$

$$\vec{a} = \frac{dv_x}{dt} \hat{i} + \frac{dv_y}{dt} \hat{j} = \frac{d^2 x}{dt^2} \hat{i} + \frac{d^2 y}{dt^2} \hat{j}$$

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$$

Exercício

Uma bola é lançada e sua posição é dada pelo vetor posição \vec{r} abaixo. Encontre suas velocidades e acelerações como função do tempo. Quais são as posição e velocidade iniciais ?

$$\vec{r} = 1,5 \hat{i} + (12 \hat{i} + 16 \hat{j})t - 4,9 \hat{j} t^2$$

$$\vec{r}_x = (1,5 + 12t) \hat{i} \Rightarrow v_x = \frac{dx}{dt} = 12 \text{ m/s}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0$$

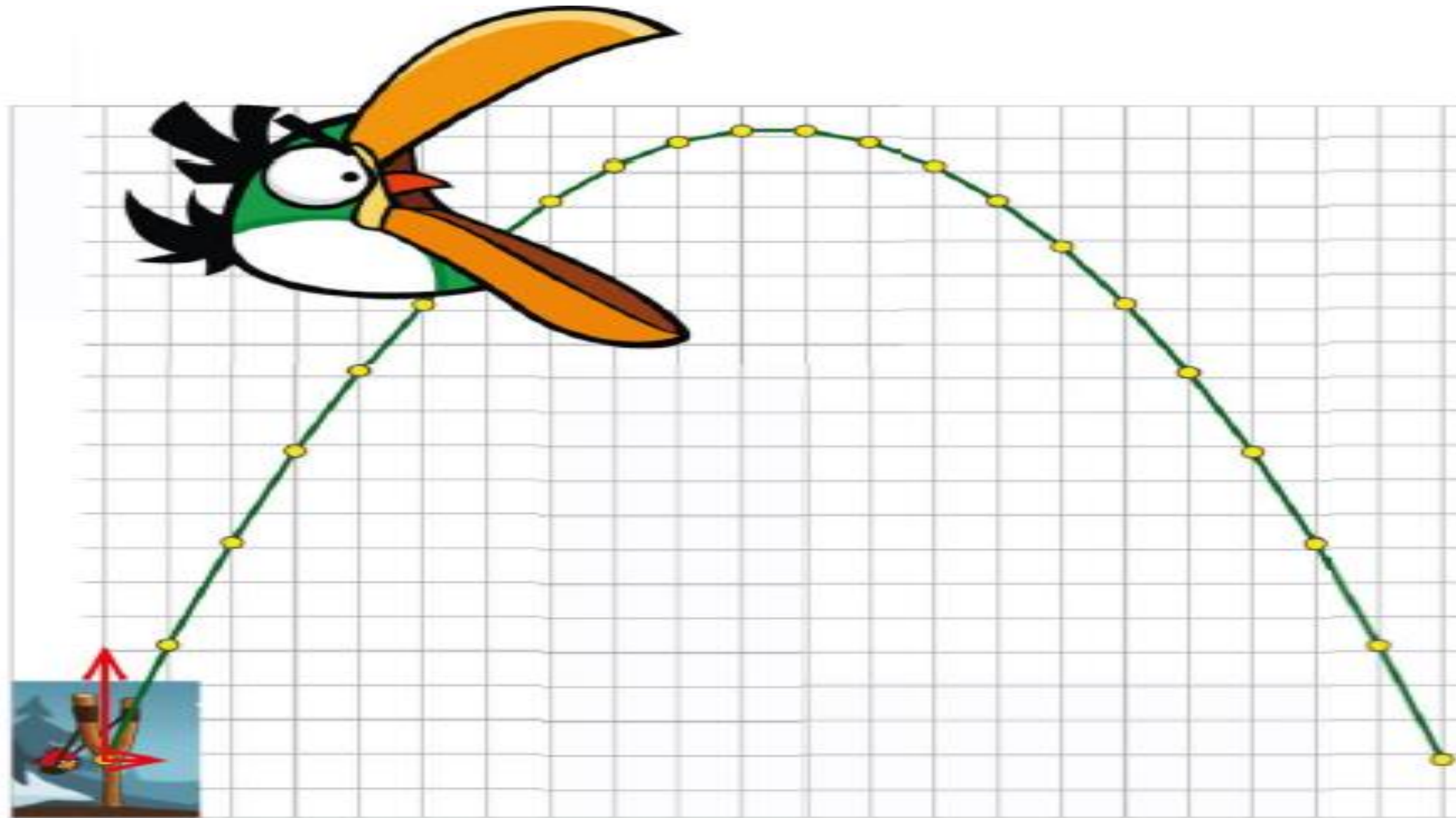
$$\vec{r}_y = (16t - 4,9t^2) \hat{j} \Rightarrow v_y = \frac{dy}{dt} = (16 - 9,8t) \text{ m/s}$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = -9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{v} = 12 \hat{i} + (16 - 9,8t) \hat{j}$$

$$\vec{a} = -9,8 \hat{j}$$

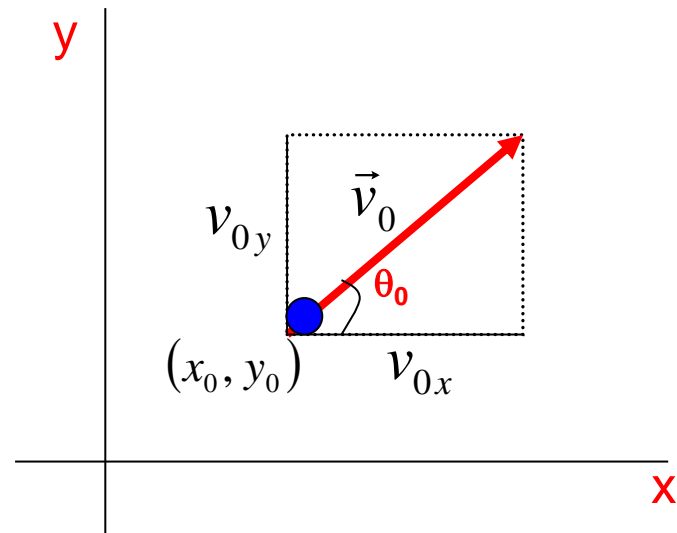
A Física do Angry birds



▲ Figure 1: Parabolic path traced by the red bird at a steep angle

Lançamento Oblíquo

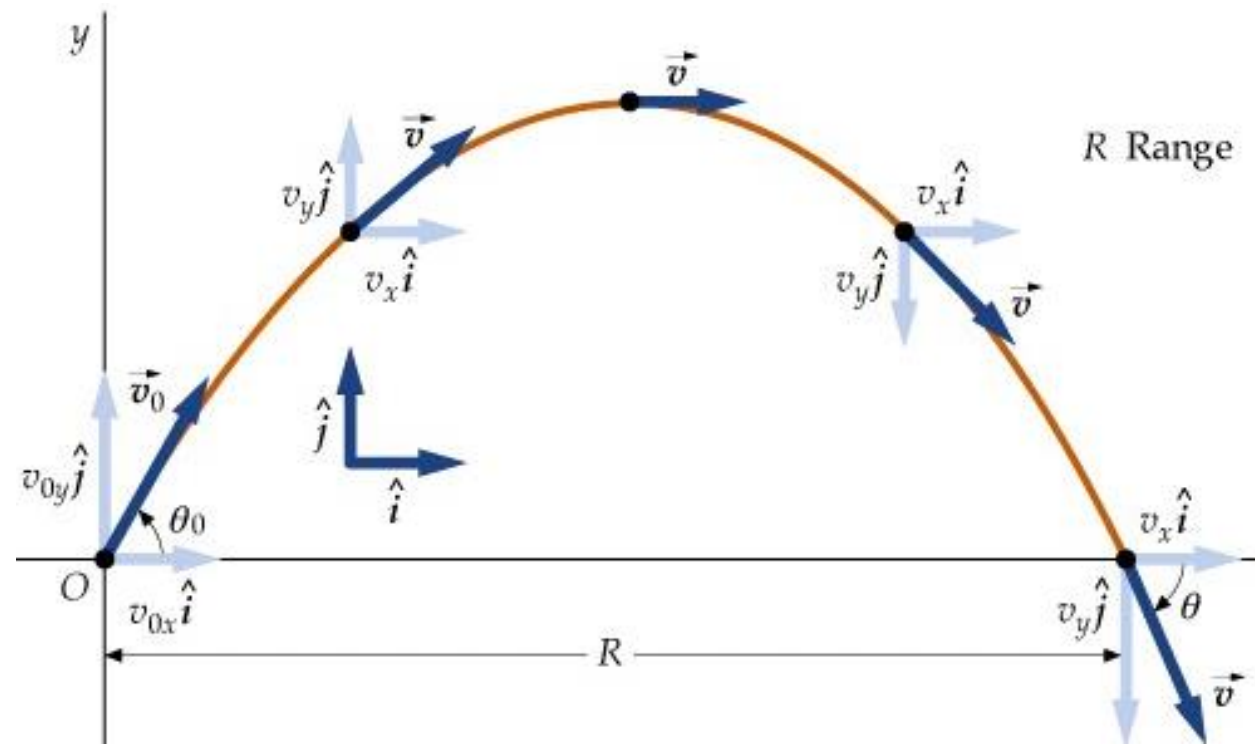
Projétil lançado em uma trajetória bidimensional, a partir da posição inicial (r_0), com uma velocidade inicial (v_0), com um ângulo θ em relação à horizontal, fica submetido à uma aceleração vertical ($-g$).



v_x não depende de v_y e vice-versa

as componentes horizontal e vertical do movimento de um projétil são independentes.

Decomposição do Movimento nas Duas Coordenadas



Equações do movimento

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a}{2}t^2$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{a}{2}t^2$$

$$a_x = 0$$

$$a_y = -g$$

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t - \frac{g}{2}t^2$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta_0$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta_0$$

$$\vec{r}(t) = x(t)\hat{i} + y(t)\hat{j}$$

$$\vec{r}(t) = (x_0 + v_{0x}t)\hat{i} + (y_0 + v_{0y}t - \frac{g}{2}t^2)\hat{j}$$

Decomposição do Movimento nas Duas Coordenadas

- Equações de Movimento para um Projétil:

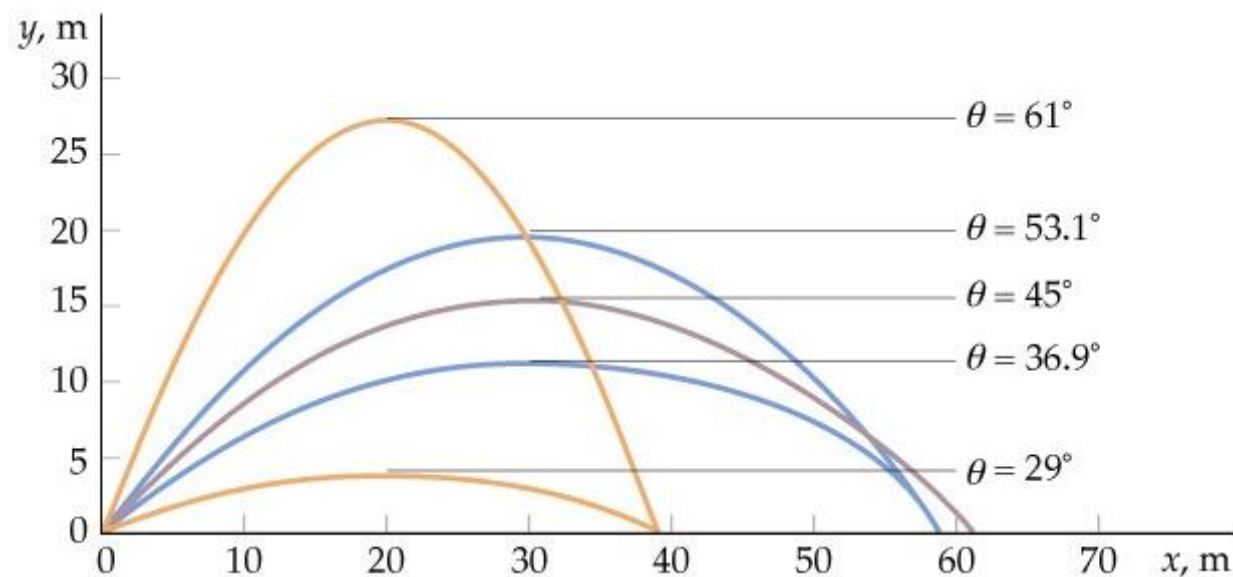
$$x(t) = x_0 + v_{0x}t \quad (1)$$

- Condições Iniciais do Movimento: $x_0 = 0$ e $y_0 = 0$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

- Equação da Trajetória: isola t na equação (1) e substitui na equação (2)

$$y(x) = v_{0y} \left(\frac{x}{v_{0x}} \right) - \frac{1}{2}g \left(\frac{x}{v_{0x}} \right)^2 = \left(\frac{v_{0y}}{v_{0x}} \right)x - \left(\frac{g}{2v_{0x}^2} \right)x^2$$



$$y(x) = (\operatorname{tg}\theta_0)x - \left(\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta_0} \right)x^2$$

trajetória é uma parábola

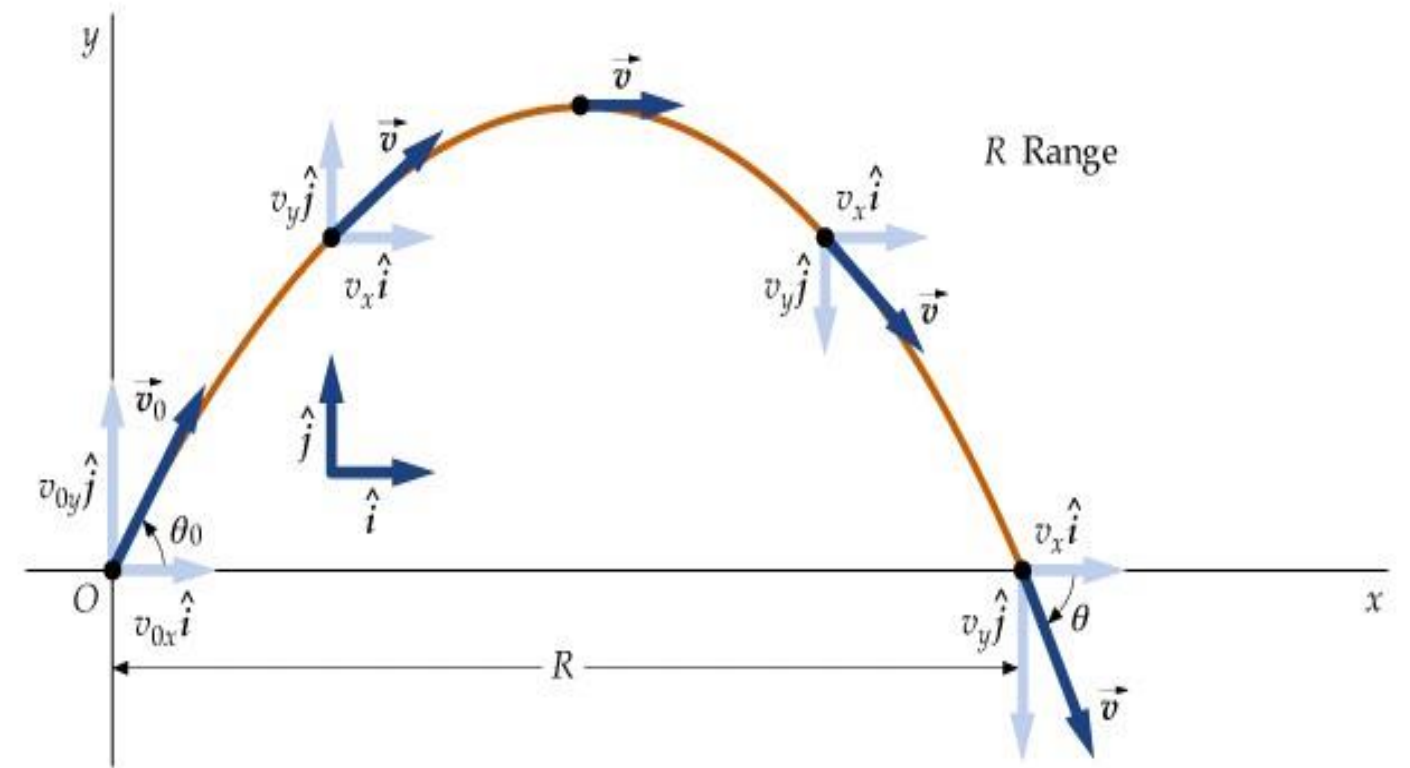
Tempo Total de Vôo

$$x(t) = v_{0x}t$$

$$y(t) = v_{0y}t - \frac{g}{2}t^2$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta_0$$

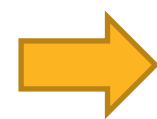
$$v_{0y} = v_0 \sin \theta_0$$



Para $t=T$ (tempo total) $\Rightarrow y=0$

$$0 = v_{0y}T - \frac{g}{2}T^2$$

$$0 = v_{0y} - \frac{g}{2}T$$



$$T = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

Alcance Horizontal Máximo (R)

Alcance máximo ($x=R$) \Rightarrow tempo total ($t=T$)

$$x(t) = v_{0x}t$$

$$y(t) = v_{0y}t - \frac{g}{2}t^2$$

$$T = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0}{g} \sin \theta_0$$

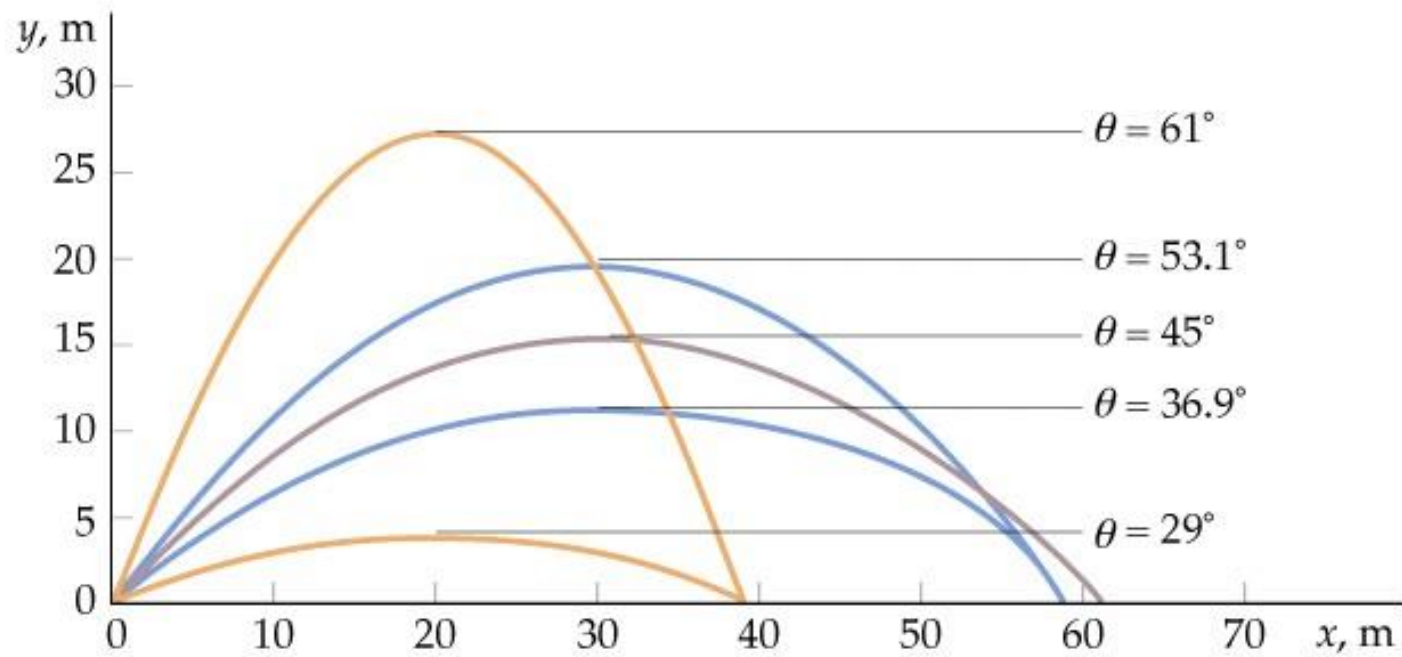
$$x(T) = R$$

$$R = v_{0x}T$$

$$R = v_0 \cos \theta_0 \left(\frac{2v_0}{g} \sin \theta_0 \right)$$

$$R = \frac{2v_0^2}{g} \sin \theta_0 \cos \theta_0$$

$$R = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta_0$$



Para qual ângulo R é máximo ?

Altura Máxima

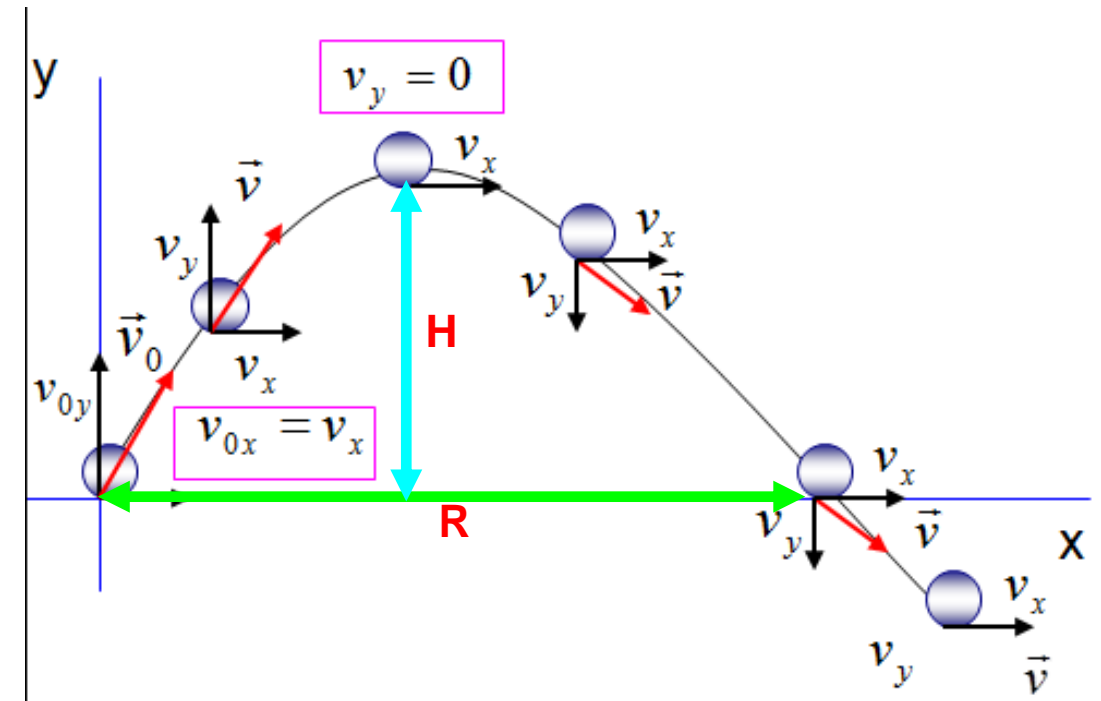
$$y = y_0 + v_0 \operatorname{sen} \theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

$$v_y = v_0 \operatorname{sen} \theta_0 - g t \quad (2)$$

$$\text{Em (1): } y_0 = 0 \text{ e } y = H \Rightarrow H = v_0 \operatorname{sen} \theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (3)$$

$$\text{Em (2): } v_y = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 \operatorname{sen} \theta_0}{g} \quad (4)$$

$$(4) \text{ em (3): } H = v_0 \operatorname{sen} \theta_0 \left(\frac{v_0 \operatorname{sen} \theta_0}{g} \right) - \frac{1}{2} g \left(\frac{v_0 \operatorname{sen} \theta_0}{g} \right)^2$$



$$H = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \theta_0$$

Para qual ângulo, H é máximo ?

Curiosidades olímpicas

| Objeto | peso (homem/mulher) | velocidade | alcance | âng de lançamento |
|---------|---------------------|------------|---------|-------------------|
| Martelo | 7,3 kg / 4,0 kg | 100 km/h | 80 m | 36° a 44° |
| Peso | 7,3 kg / 4,0 kg | 55 km/h | 23 m | 34° a 41° |
| Disco | 2,0 kg / 1,0 kg | 100 km/h | 75 m | 30° a 40° |
| Dardo | 800 g / 600 g | 110 km/h | 100 m | 31° a 38° |



Sumário

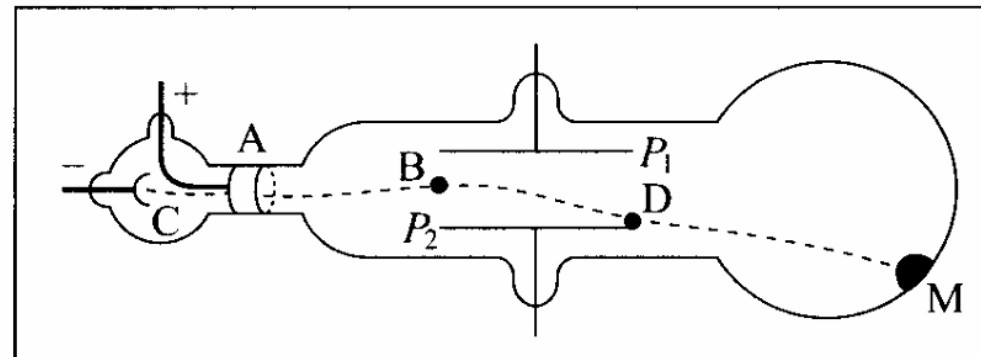
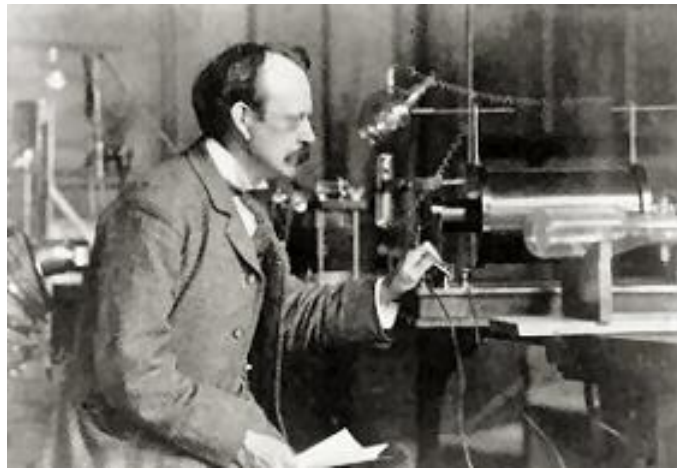
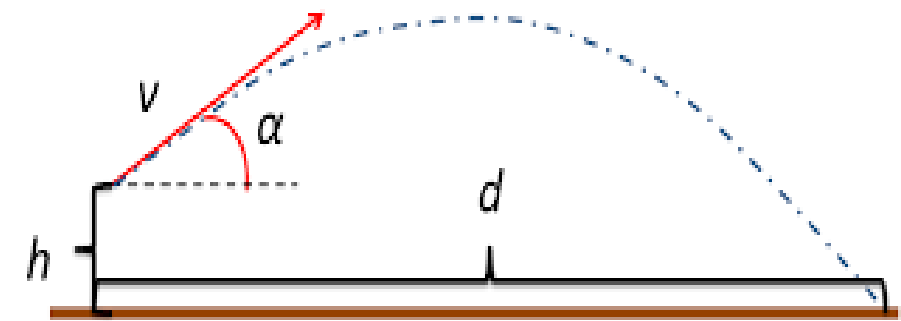


Figura 3.26 Tubo de raios catódicos.



Lançamento do chão

$$d = \frac{v^2 \text{sen}(2\alpha)}{g}$$

Lançamento de uma altura h

$$d = \frac{v^2 \text{sen}(2\alpha)}{2g} \left[1 + \left(1 + \frac{2gh}{v^2 \text{sen}^2(\alpha)} \right)^{1/2} \right]$$



Sumário – 20/09/2023

- Movimento em 2D
- Lançamento de projéteis

Devolutiva:

- Como foi a aula hoje ? (Moodle)

<https://forms.gle/P3Lo4YB7H48NiHDv5>

