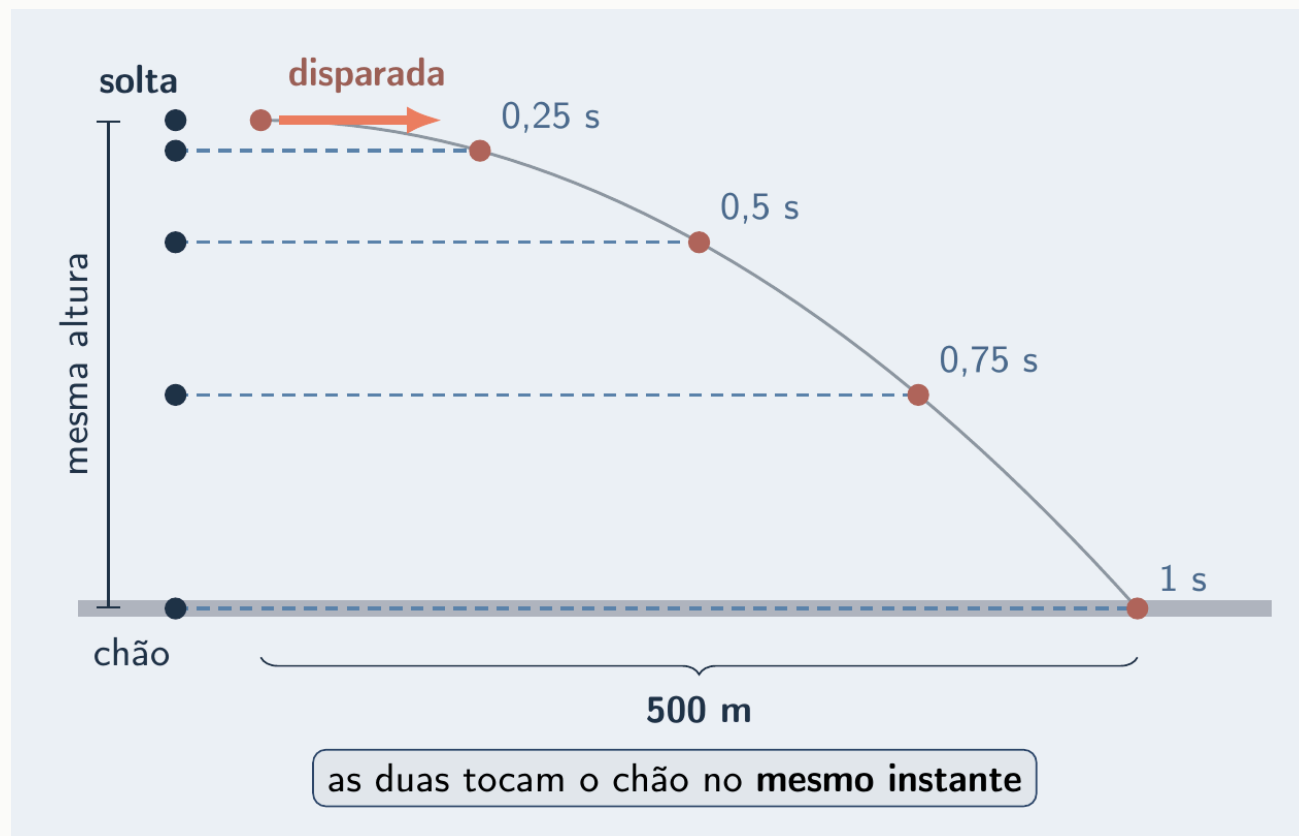


Mecânica I · Episódio 7

As duas balas que tocam o chão juntas

Lançamento horizontal e oblíquo

0 caso



- mesma altura, mesmo instante
- bala 1: disparada na horizontal · voa 500 m
- bala 2: apenas solta · cai no lugar
- no chão: **um único toque**

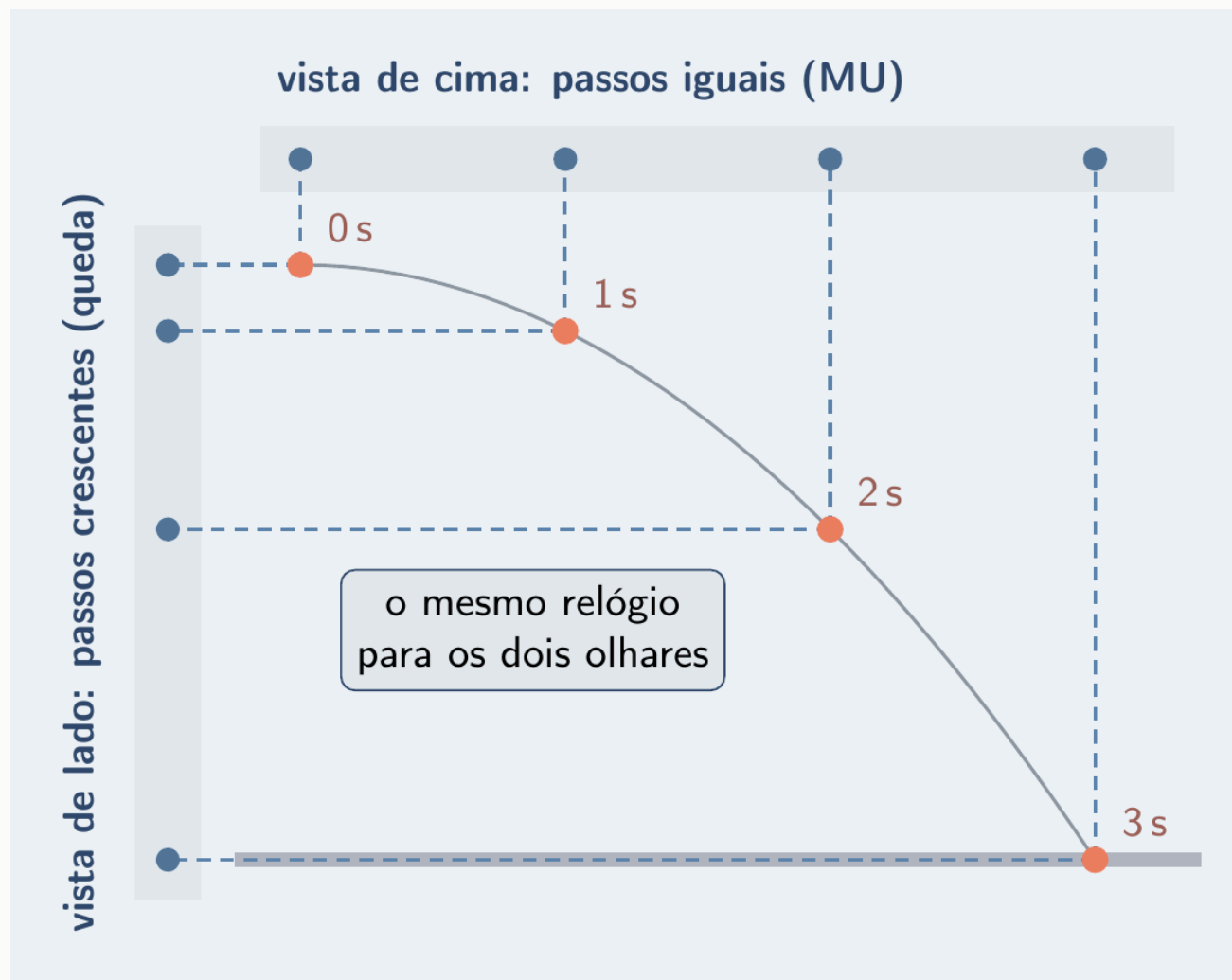
O pacote do avião

- avião a 100 m/s , a 500 m de altura
- pacote sai com a velocidade do avião
- queda: mesmo tempo que com o avião parado
- solta a cerca de **1 km antes** do alvo

Pergunta do episódio

Como avançar não atrasa nem adianta a queda?

Conceito 1 – Independência dos movimentos



- horizontal: **MU** (sem aceleração)
- vertical: **queda livre**, para baixo, com
 $g = 10\text{ m/s}^2$
- um só relógio · eixos não se misturam

Exemplo resolvido – as duas balas

De 5 m: uma disparada a 500 m/s, outra solta.

Fórmula:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$A = v_0 t$$

Substituição:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}} = \sqrt{1}$$

$$A_1 = 500 \cdot 1$$

$$A_2 = 0 \cdot 1$$

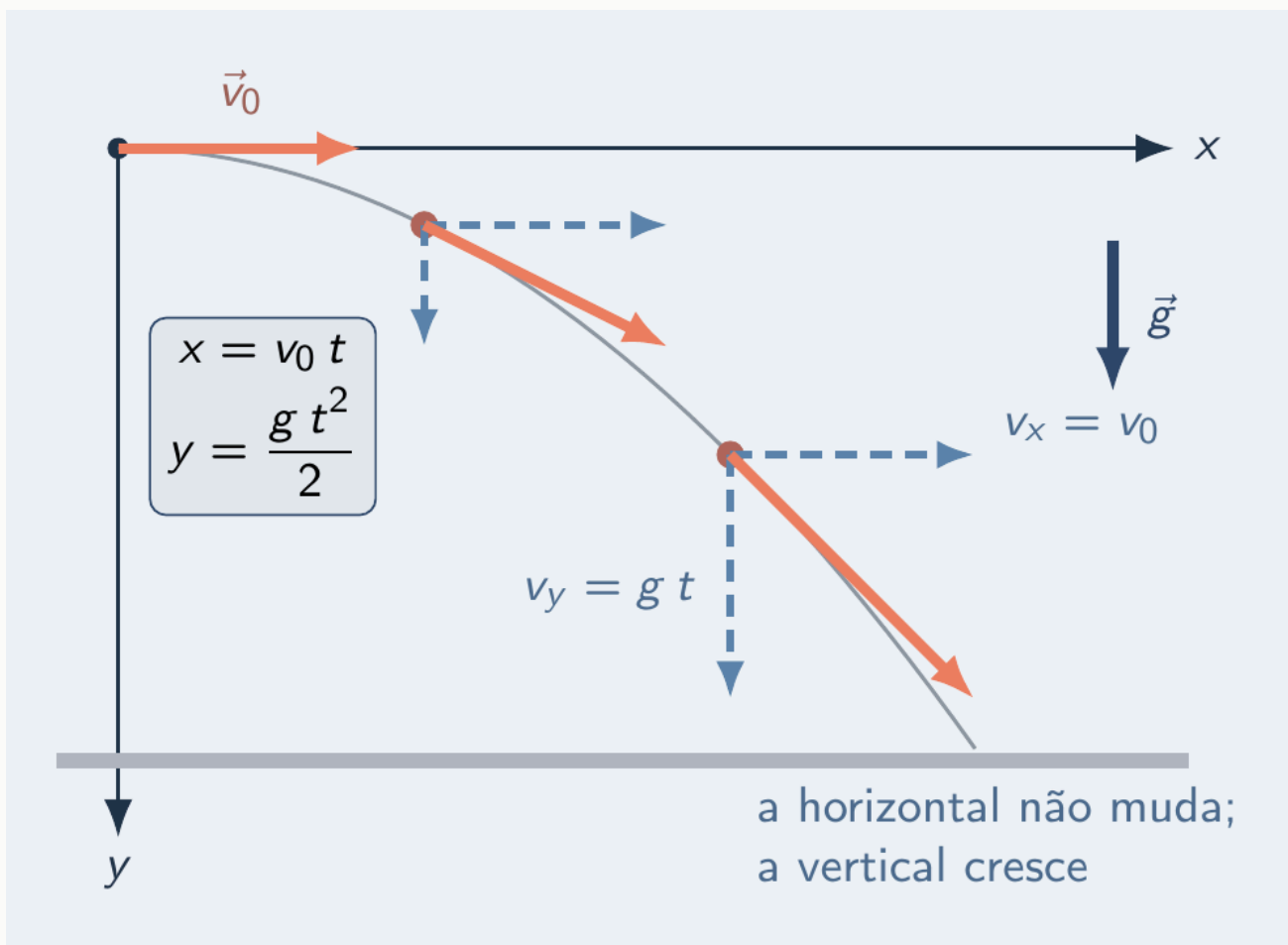
Resultado:

$$t = \mathbf{1 \text{ s}}$$

$$A_1 = \mathbf{500 \text{ m}}$$

$$A_2 = \mathbf{0 \text{ m}}$$

Conceito 2 – Lançamento horizontal



- posição (y para baixo):

$$x = v_0 t$$

$$y = \frac{g t^2}{2}$$

- tempo de queda, **sem** v_0 :

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

- 5 m $\rightarrow$ 1 s $\cdot$ 20 m $\rightarrow$ 2 s $\cdot$ 45 m
 $\rightarrow$ 3 s $\cdot$ 80 m $\rightarrow$ 4 s

Exemplo resolvido – chegada ao chão

Bola sai de uma mesa de 20 m a 15 m/s na horizontal. Rapidez no chão?

Fórmula:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v_y = g t$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2}$$

Substituição:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}} = 2 \text{ s}$$

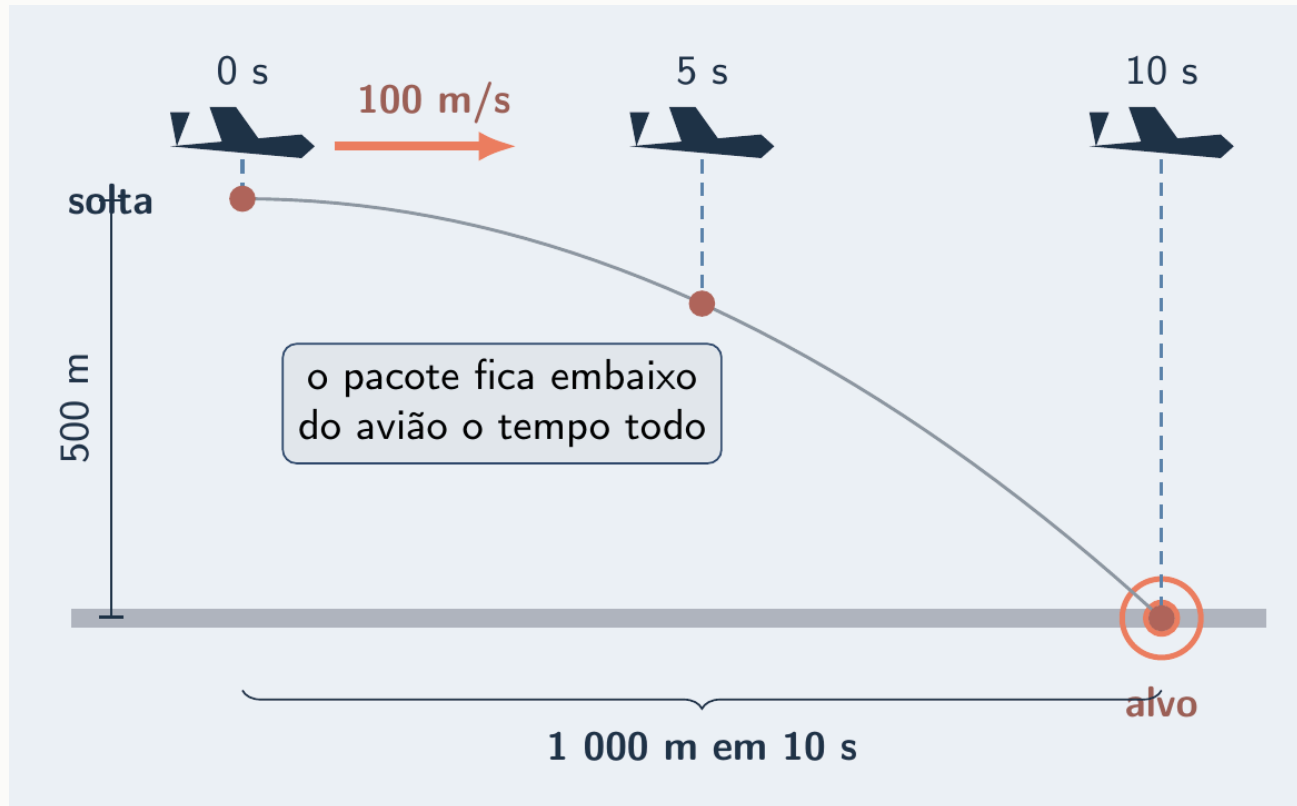
$$v_y = 10 \cdot 2 = 20 \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{225 + 400} = \sqrt{625}$$

Resultado:

$$v = \mathbf{25 \text{ m/s}}$$

Conceito 3 – Alcance



- alcance (t : tempo de queda):
$$A = v_0 t$$
- altura $\rightarrow$ tempo $\cdot$ tempo $\rightarrow$ distância
- sem ar: pacote fica **embaixo do avião**

Exemplo resolvido – o pacote

Avião a 100 m/s, a 500 m de altura.

Fórmula:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$A = v_0 t$$

Substituição:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 500}{10}} = \sqrt{100}$$

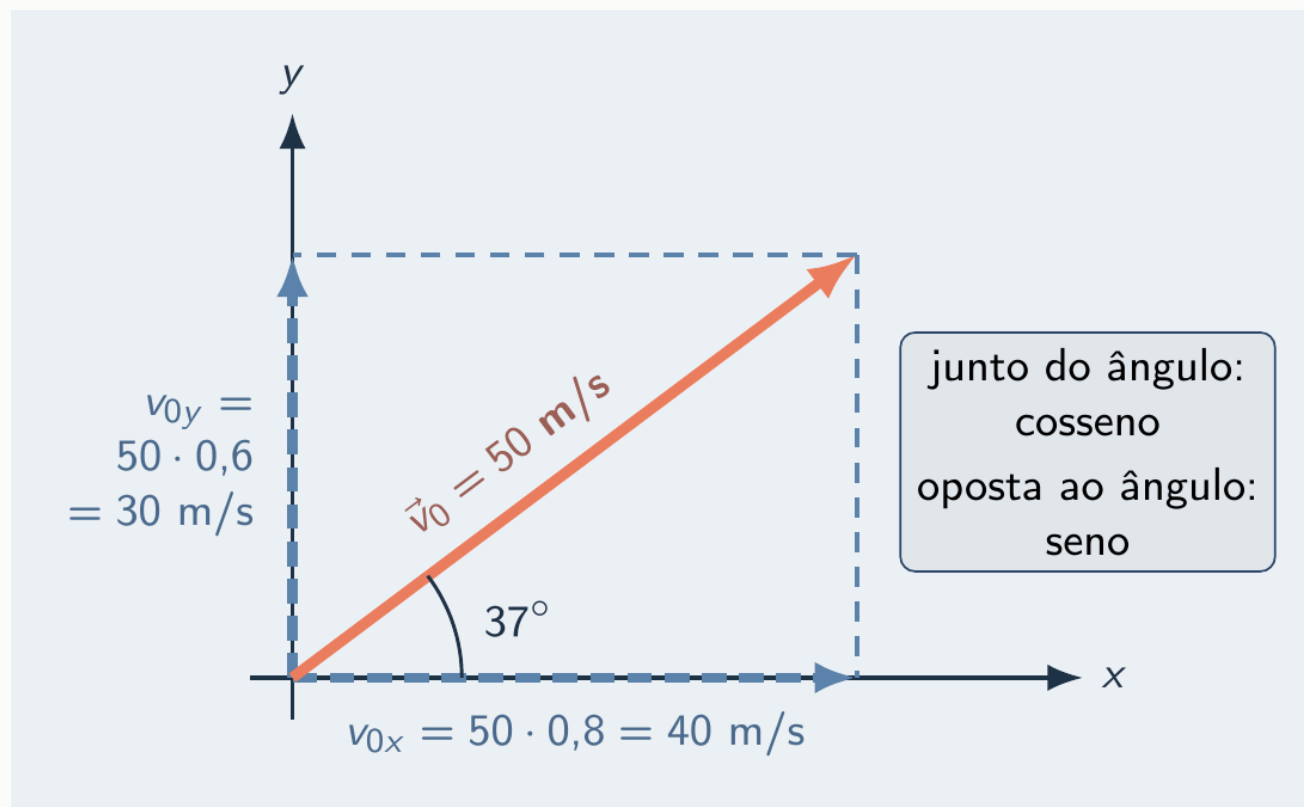
$$A = 100 \cdot 10$$

Resultado:

$$t = \mathbf{10\ s}$$

$$A = \mathbf{1\ 000\ m}$$

Conceito 4 – Lançamento oblíquo



- componentes da velocidade inicial:

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

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

- em 37° (em 53° , invertem):

$$\cos 37^\circ = 0,8$$

$$\sin 37^\circ = 0,6$$

- y para cima $\rightarrow$ aceleração **-g**

Exemplo resolvido – decompor 50 m/s

50 m/s a 37° com a horizontal.

Fórmula:

$$v_{0x} = v_0 \cos 37^\circ$$

$$v_{0y} = v_0 \sin 37^\circ$$

Substituição:

$$v_{0x} = 50 \cdot 0,8$$

$$v_{0y} = 50 \cdot 0,6$$

Resultado:

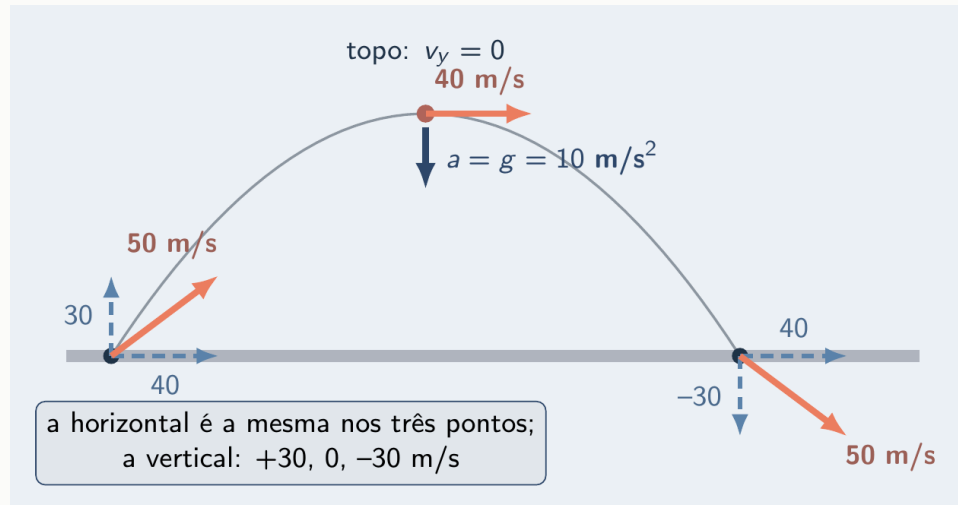
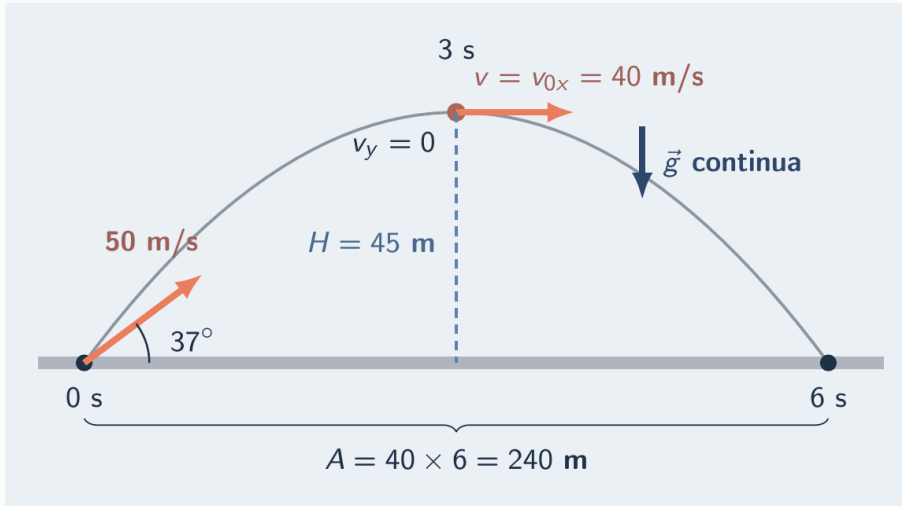
$$v_{0x} = \mathbf{40 \text{ m/s}}$$

$$v_{0y} = \mathbf{30 \text{ m/s}}$$

- conferência:

$$40^2 + 30^2 = 50^2$$

Conceito 5 – Subida, altura máxima, alcance



$$t_{\text{sub}} = \frac{v_{0y}}{g}$$

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

$$t_{\text{total}} = 2 t_{\text{sub}}$$

$$A = v_{0x} t_{\text{total}}$$

- no topo, a vertical zera e sobra a horizontal; a aceleração continua g

Exemplo resolvido – o arco de 37°

Mesmo disparo: 40 m/s na horizontal, 30 m/s na vertical.

Fórmula:

$$t_{\text{sub}} = \frac{v_{0y}}{g}$$

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

$$A = v_{0x} \cdot 2 t_{\text{sub}}$$

Substituição:

$$t_{\text{sub}} = \frac{30}{10}$$

$$H = \frac{900}{20}$$

$$A = 40 \cdot 6$$

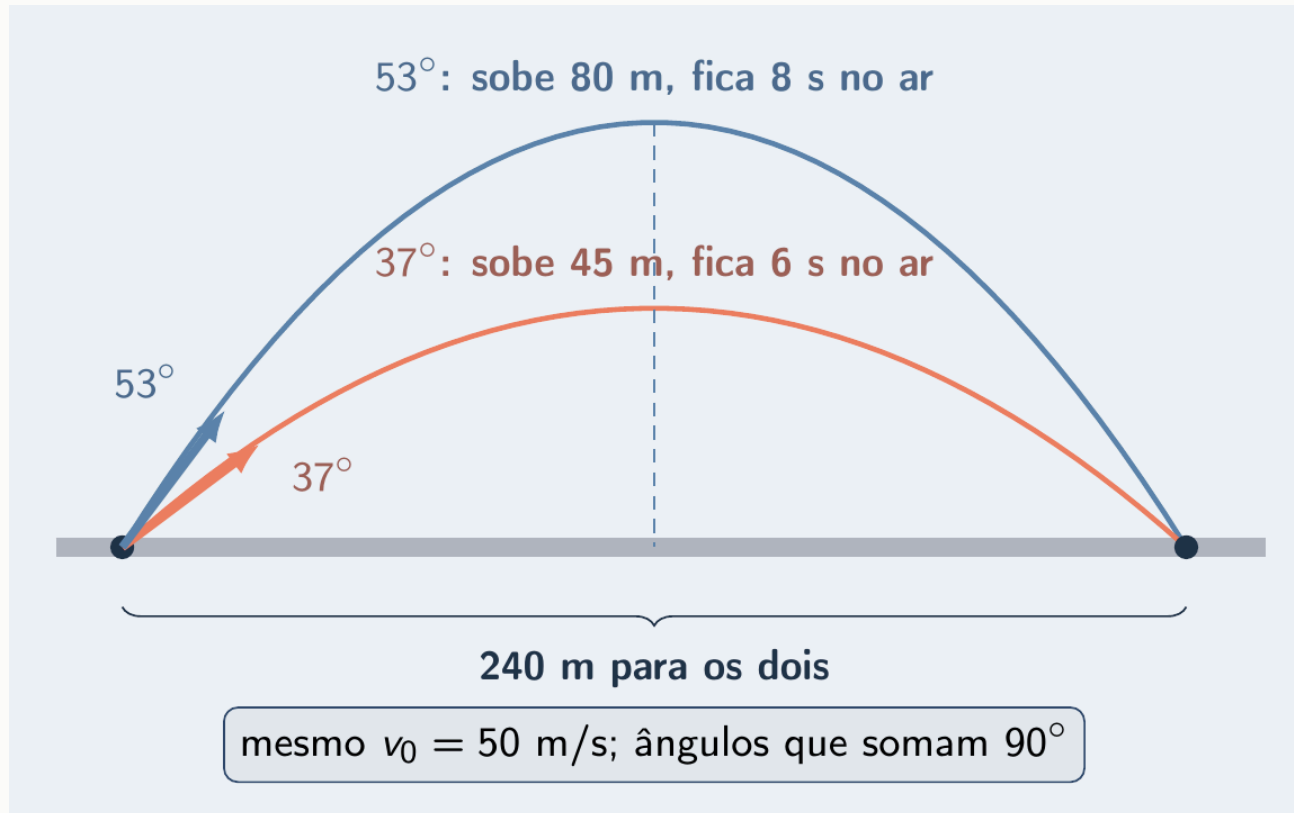
Resultado:

$$t_{\text{sub}} = \mathbf{3 \text{ s}}$$

$$H = \mathbf{45 \text{ m}}$$

$$A = \mathbf{240 \text{ m}}$$

Conceito 6 – Ângulos complementares



- complementares, seno e cosseno trocam:
$$37^\circ + 53^\circ = 90^\circ$$
- mesmo $v_0 \rightarrow$ **mesmo alcance**
- maior ângulo: mais alto, mais tempo · 45°: alcance máximo

Exemplo resolvido – a 53°

50 m/s a 53°: 30 m/s na horizontal, 40 m/s na vertical.

Fórmula:

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

$$t = \frac{2 v_{0y}}{g}$$

$$A = v_{0x} t$$

Substituição:

$$H = \frac{1\,600}{20}$$

$$t = \frac{2 \cdot 40}{10}$$

$$A = 30 \cdot 8$$

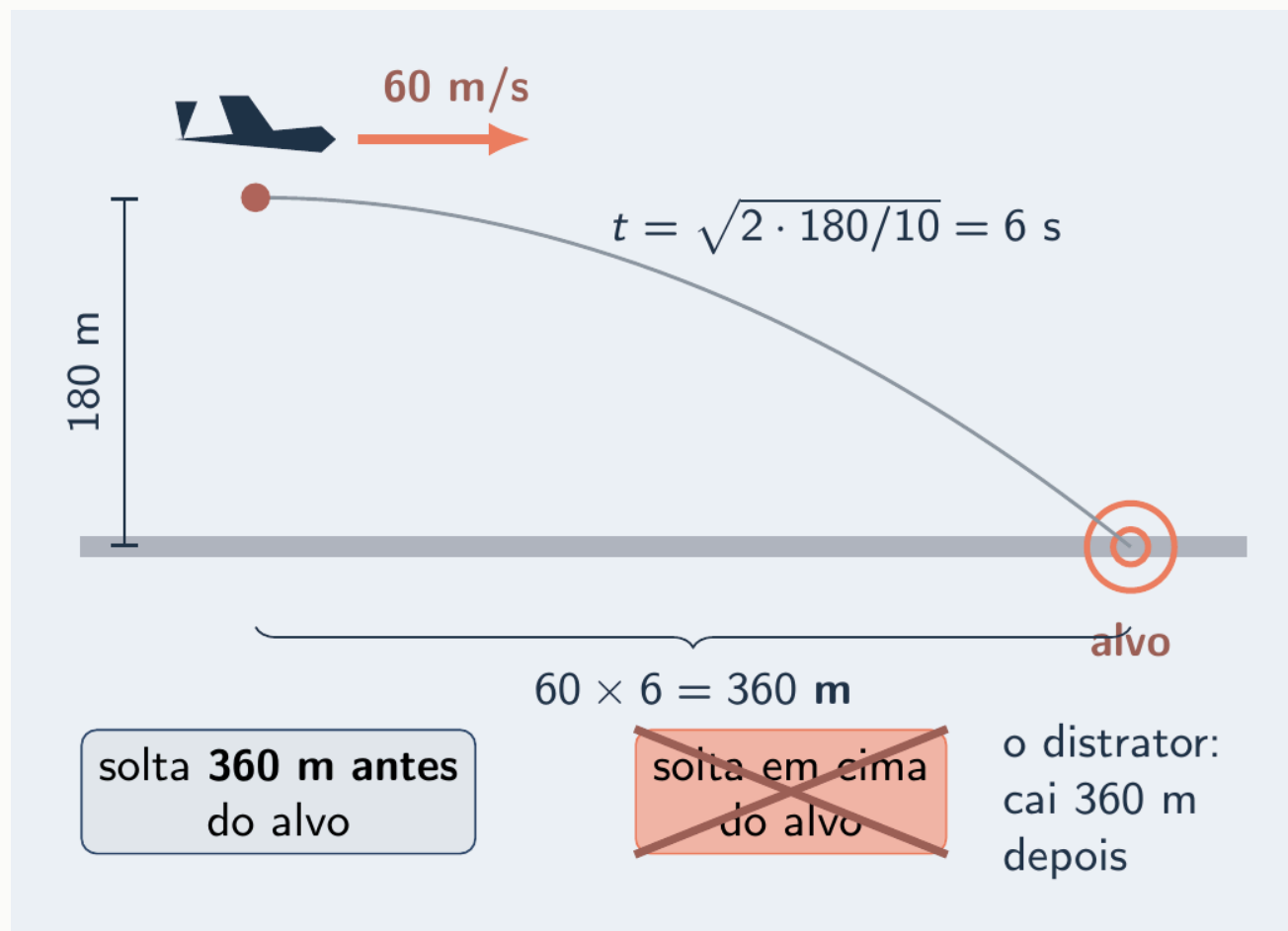
Resultado:

$$H = \mathbf{80\,m}$$

$$t = \mathbf{8\,s}$$

$$A = \mathbf{240\,m}$$

Radar ENEM



- ✗ v_0 no tempo de queda
- ✗ mais rápido cai antes
- ✗ topo com aceleração zero
- ✗ seno e cosseno trocados
- ✗ alcance com v_0 em vez de v_{0x}
- ✓ 60 m/s, 180 m: 6 s → soltar **360 m antes**

Resumo em cinco peças

1 horizontal é MU,
vertical é queda:
ao mesmo tempo

2 tempo de queda
depende só da altura

3 alcance:
 $A = v_{0x} \cdot t$

4 oblíquo: decompõe
 v_0 (0,6 e 0,8)

5 37° e 53° :
mesmo alcance

1. MU na horizontal, queda na vertical
2. tempo de queda: só a altura
3. alcance: $A = v_{0x} t$
4. decompor: $\cos \theta$ e $\sin \theta$
5. 37° e 53° : mesmo alcance

Treine no jogo



QR do jogo → <https://professorcanario.com.br/m1/c7/lista>

Canarinho · lista do Episódio 7

Depois da aula: o combo deste episódio

[Abrir arena](#)

Vídeo em capítulos



Vá direto ao trecho que precisa.

<https://professorcanario.com.br/m1/c7/video>

Lista no app



As questões deste episódio,
para treinar.

<https://professorcanario.com.br/m1/c7/lista>

Livro da minissérie



Com QR em cada capítulo, que
leva ao vídeo e à lista daquele
tema.

<https://professorcanario.com.br/mecanica1/livro/>