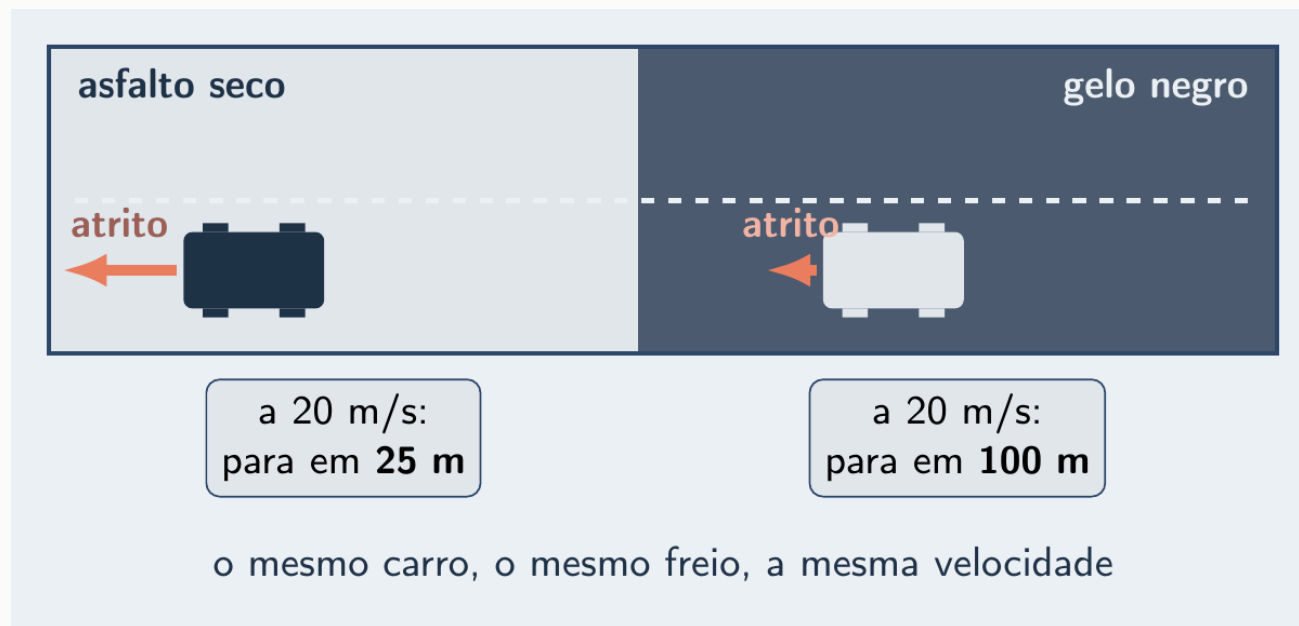


Mecânica I · Episódio 12

Sem atrito você não anda

Forças de contato e plano inclinado

0 caso

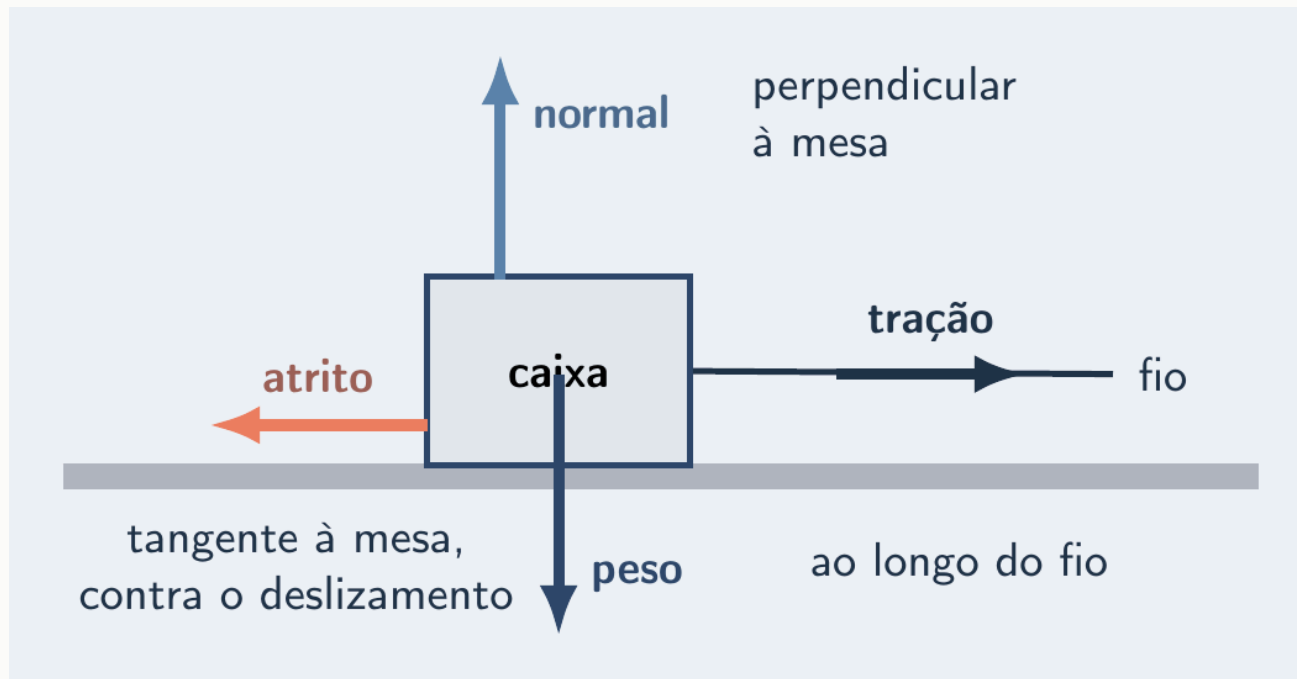


- $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$, madrugada fria
- gelo negro: película fina e transparente
- μ : 0,8 no seco $\rightarrow$ 0,2 no gelo
- parada: 25 m $\rightarrow$ 100 m

Pergunta do episódio

Quem freia o carro: o freio ou o chão?

Conceito 1 – As três forças de contato



- **normal**: $\perp$ à superfície, só empurra
- **tração**: ao longo do fio, só puxa
- **atrito**: tangente, contra o deslizar (ou a tendência)

Exemplo resolvido – o fio que segura

Vaso de 2 kg pendurado num fio, em repouso, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Fórmula:

$$T = P = m g$$

Substituição:

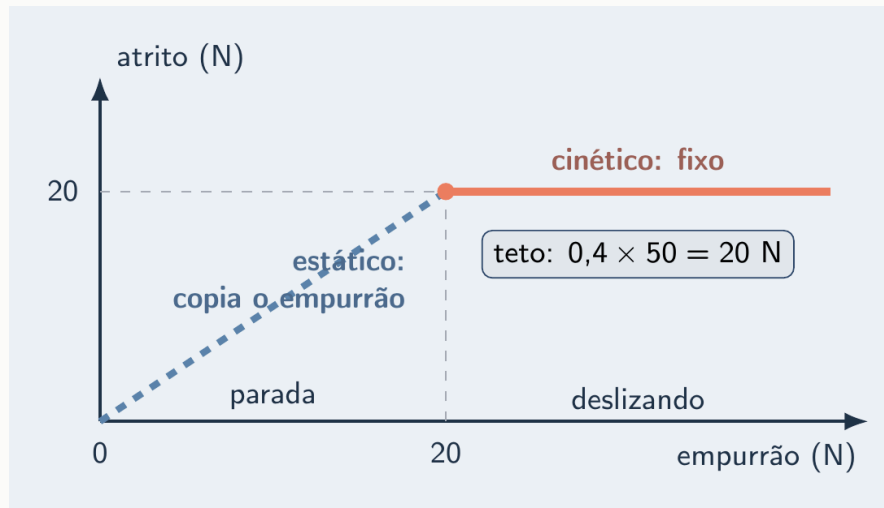
$$T = 2 \cdot 10$$

Resultado:

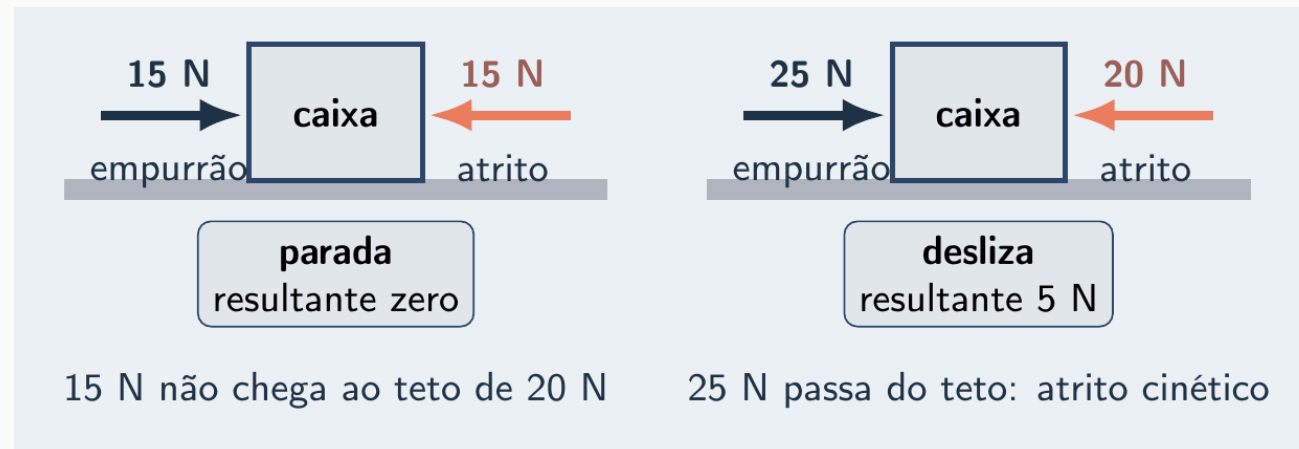
$$T = \mathbf{20 \text{ N}}$$

- para cima, ao longo do fio

Conceito 2 – Estático × cinético



- estático: **copiar** a força, até $\mu_e N$
- cinético: fixo, $\mu_c N$
- μ multiplica a **normal**, não o peso



Exemplo resolvido – fica ou vai

Empurrões de 15 N e de 25 N.

- $N = 50 \text{ N}$
- $\mu = 0,4$

Fórmula:

$$f_{\max} = \mu N$$

Substituição:

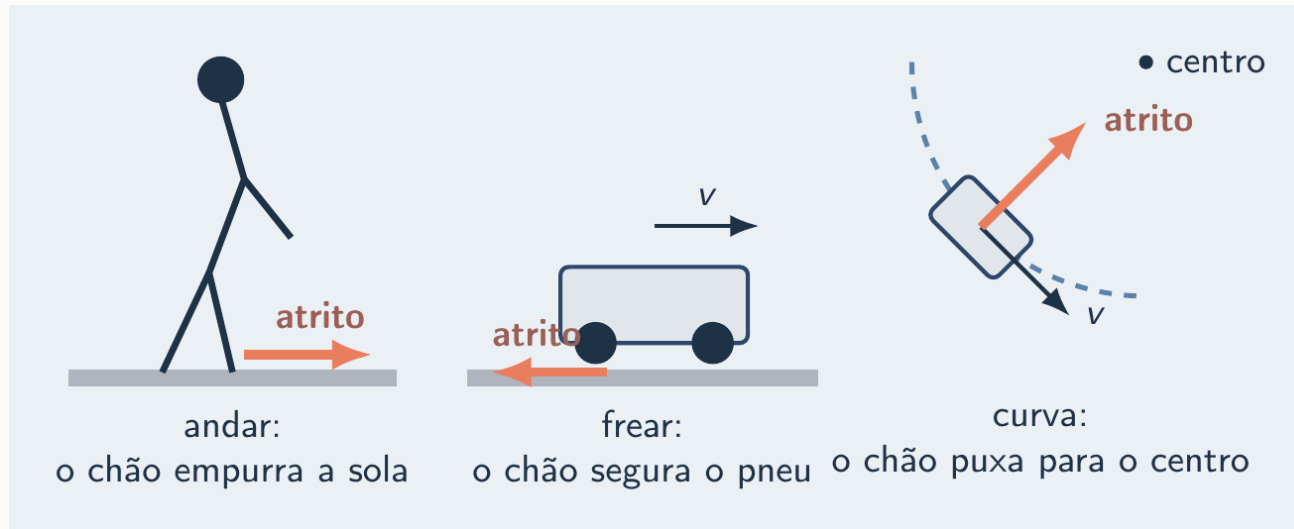
$$f_{\max} = 0,4 \cdot 50$$

Resultado:

$$f_{\max} = \mathbf{20 \text{ N}}$$

- 15 N, abaixo do máximo: fica parado, $f = 15 \text{ N}$
- 25 N, acima do máximo: desliza, $f = 20 \text{ N}$, sobram 5 N

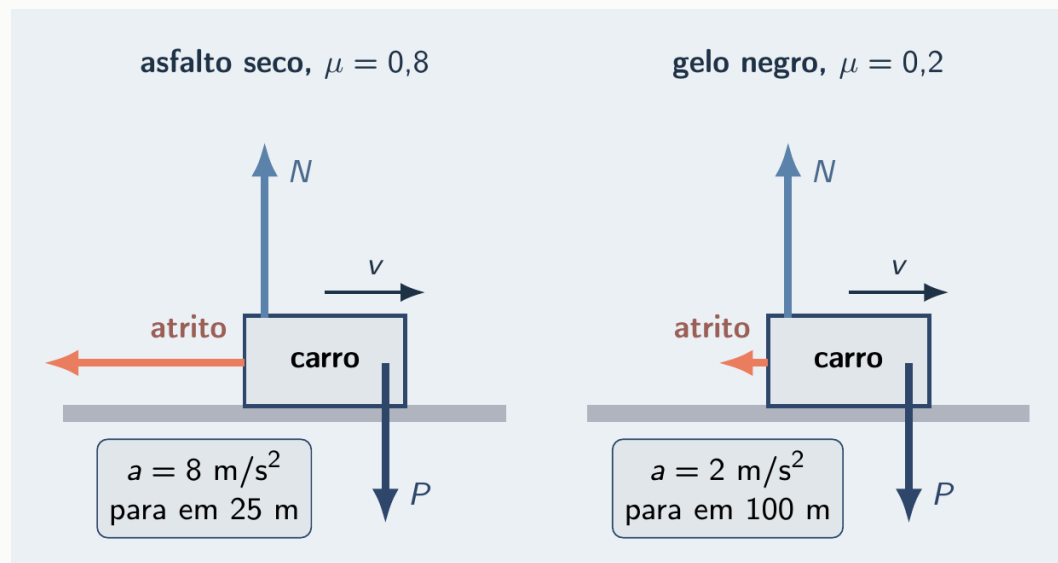
Conceito 3 – Atrito é amigo



- andar: atrito **estático** na sola
- frear e virar: o chão segura o pneu
- chão plano, sem massa:

$$a = \mu g$$

Exemplo resolvido – o gelo negro



Carro a 20 m/s freando.

- seco: $\mu = 0,8$
- gelo: $\mu = 0,2$

Fórmula:

$$a = \mu g$$

$$d = \frac{v^2}{2a}$$

Substituição:

$$d_{\text{seco}} = \frac{400}{2 \cdot 8}$$

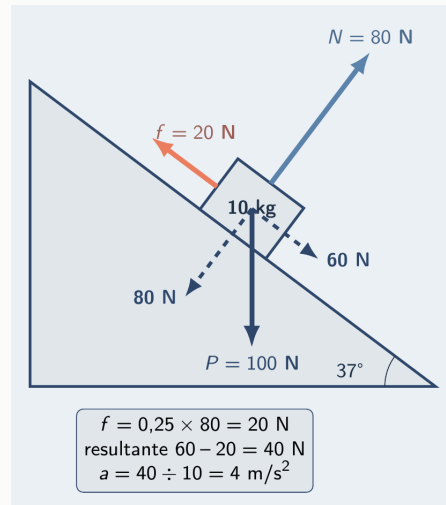
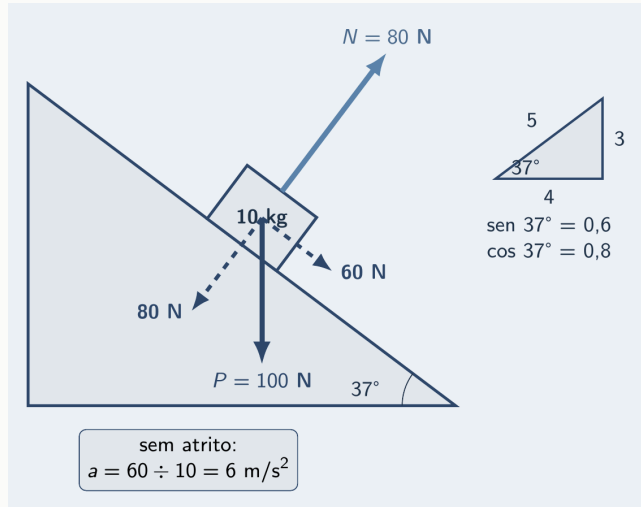
$$d_{\text{gelo}} = \frac{400}{2 \cdot 2}$$

Resultado:

$$d_{\text{seco}} = \mathbf{25 \text{ m}}$$

$$d_{\text{gelo}} = \mathbf{100 \text{ m}}$$

Conceito 4 – Plano inclinado



- ao longo e contra a rampa:

$$P_x = P \sin \theta$$

$$N = P \cos \theta$$

- N é sempre menor que P

- sem atrito:

$$a = g \sin \theta$$

- qualquer massa

Exemplo resolvido – rampa lisa de 37°

Caixa de 10 kg.

- $\sin 37^\circ = 0,6$
- $\cos 37^\circ = 0,8$

Fórmula:

$$P_x = P \sin \theta$$

$$N = P \cos \theta$$

$$a = \frac{P_x}{m}$$

Substituição:

$$P_x = 100 \cdot 0,6$$

$$N = 100 \cdot 0,8$$

$$a = \frac{60}{10}$$

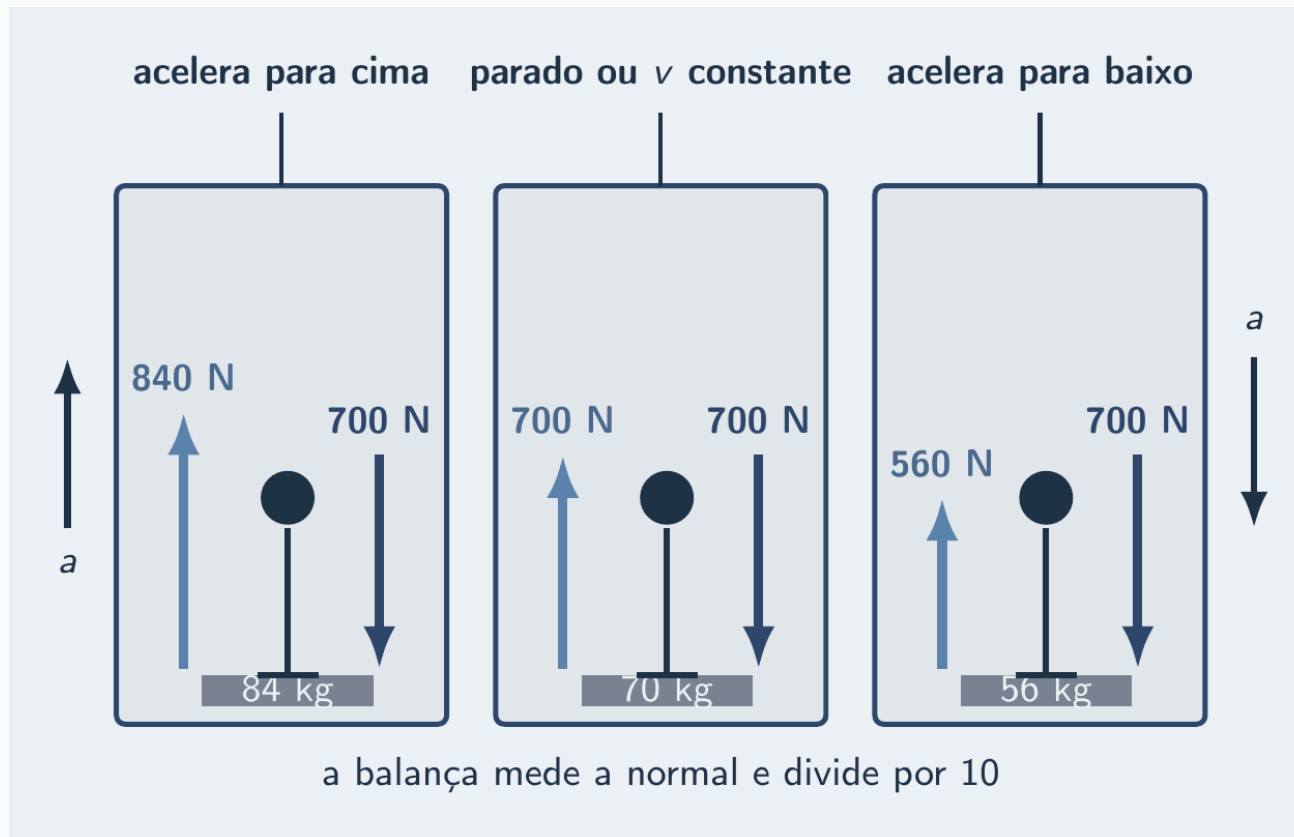
Resultado:

$$P_x = \mathbf{60 \text{ N}}$$

$$N = \mathbf{80 \text{ N}}$$

$$a = \mathbf{6 \text{ m/s}^2}$$

Conceito 5 – Balança no elevador



- a balança lê a **normal**, conforme o sentido da aceleração:
$$N_{\uparrow} = m(g + a)$$
$$N_{\downarrow} = m(g - a)$$
- vale o sentido da **aceleração**, não da velocidade

Exemplo resolvido – subindo e descendo

Pessoa de 70 kg, elevador com 2 m/s^2 para cima, depois para baixo.

Fórmula:

$$N = m(g \pm a)$$

Substituição:

$$N_{\uparrow} = 70 \cdot 12$$

$$N_{\downarrow} = 70 \cdot 8$$

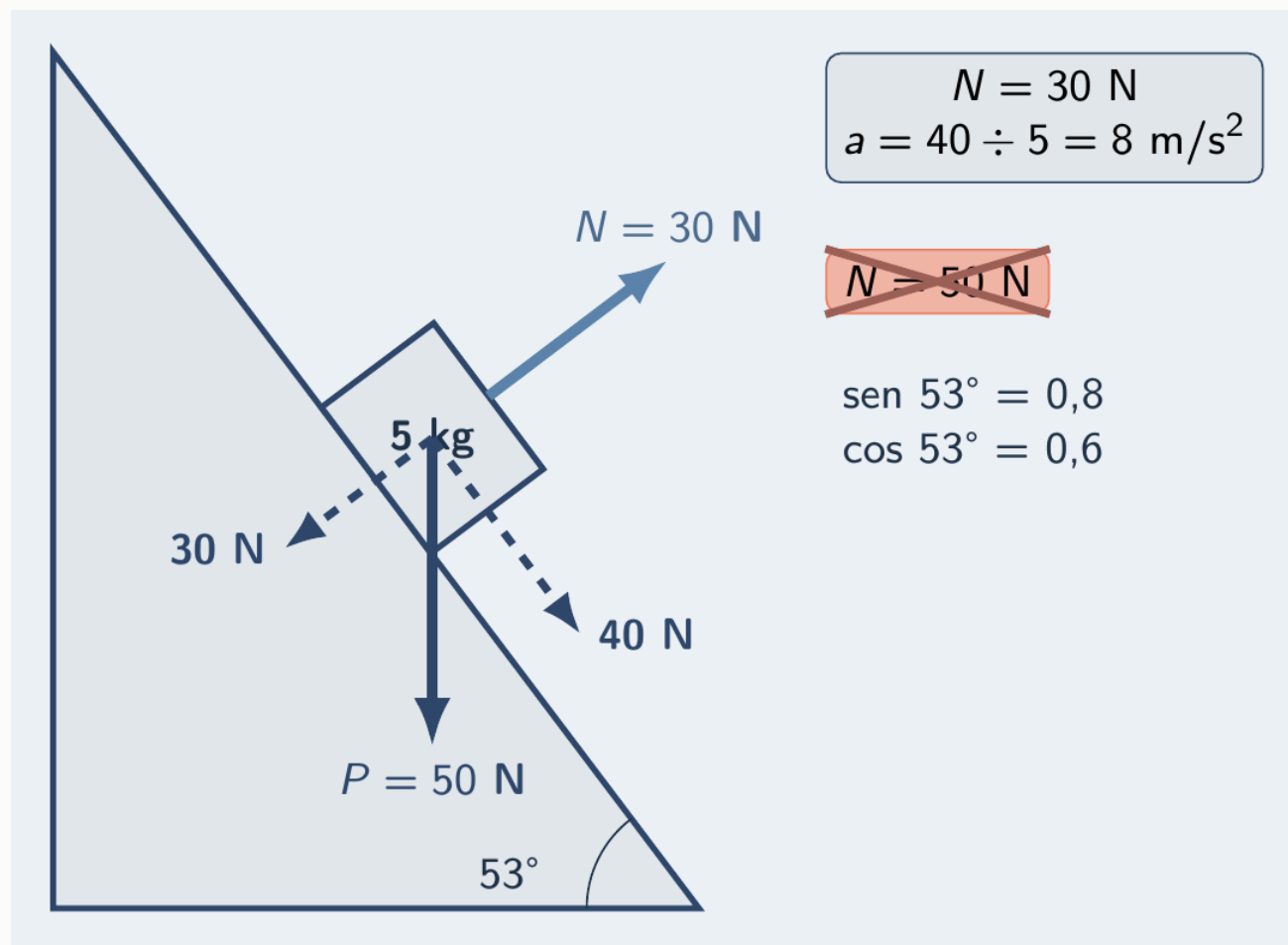
Resultado:

$$N_{\uparrow} = \mathbf{840 \text{ N}}$$

$$N_{\downarrow} = \mathbf{560 \text{ N}}$$

- marca: 84 kg (subindo) · 56 kg (descendo)

Radar ENEM



- ✗ μN para corpo parado
- ✗ $N = P$ na rampa
- ✗ seno $\leftrightarrow$ cosseno $\cdot 53^\circ$: 0,8 e 0,6
- ✗ olhar a velocidade do elevador
- ✓ diagrama, eixos, depois conta

Resumo em cinco peças

1 normal $\perp$ superfície;
tração no fio;
atrito tangente

2 estático: até μN ;
cinético: μN

3 rampa: $P \text{ sen desce}$;
 $N = P \cos$

4 elevador:
 $N = m(g \pm a)$

5 sem atrito
não se anda

1. normal $\perp$, tração no fio
2. estático copia, até μN
3. rampa: seno desce, cosseno aperta
4. balança mede a normal
5. sem atrito, sem passo

Treine no jogo



QR do jogo → <https://professorcanario.com.br/m1/c12/lista>

Canarinho · lista do Episódio 12

Depois da aula: o combo deste episódio

[Abrir arena](#)

Vídeo em capítulos



Vá direto ao trecho que precisa.

<https://professorcanario.com.br/m1/c12/video>

Lista no app



As questões deste episódio,
para treinar.

<https://professorcanario.com.br/m1/c12/lista>

Livro da minissérie



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

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