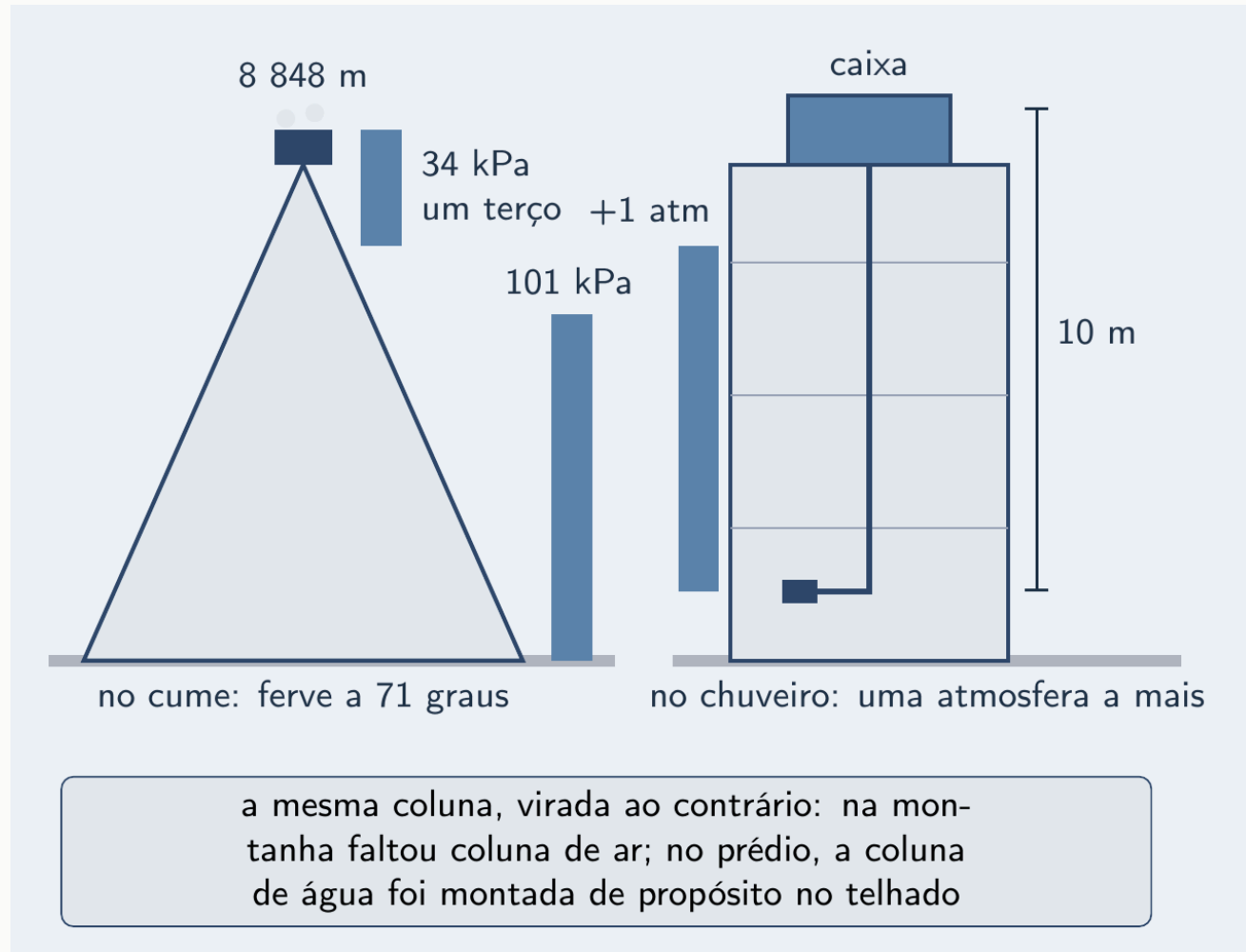


Mecânica IV · Episódio 10

A água que ferve a setenta e um graus

Vasos comunicantes, manômetro e a coluna d'água

O caso

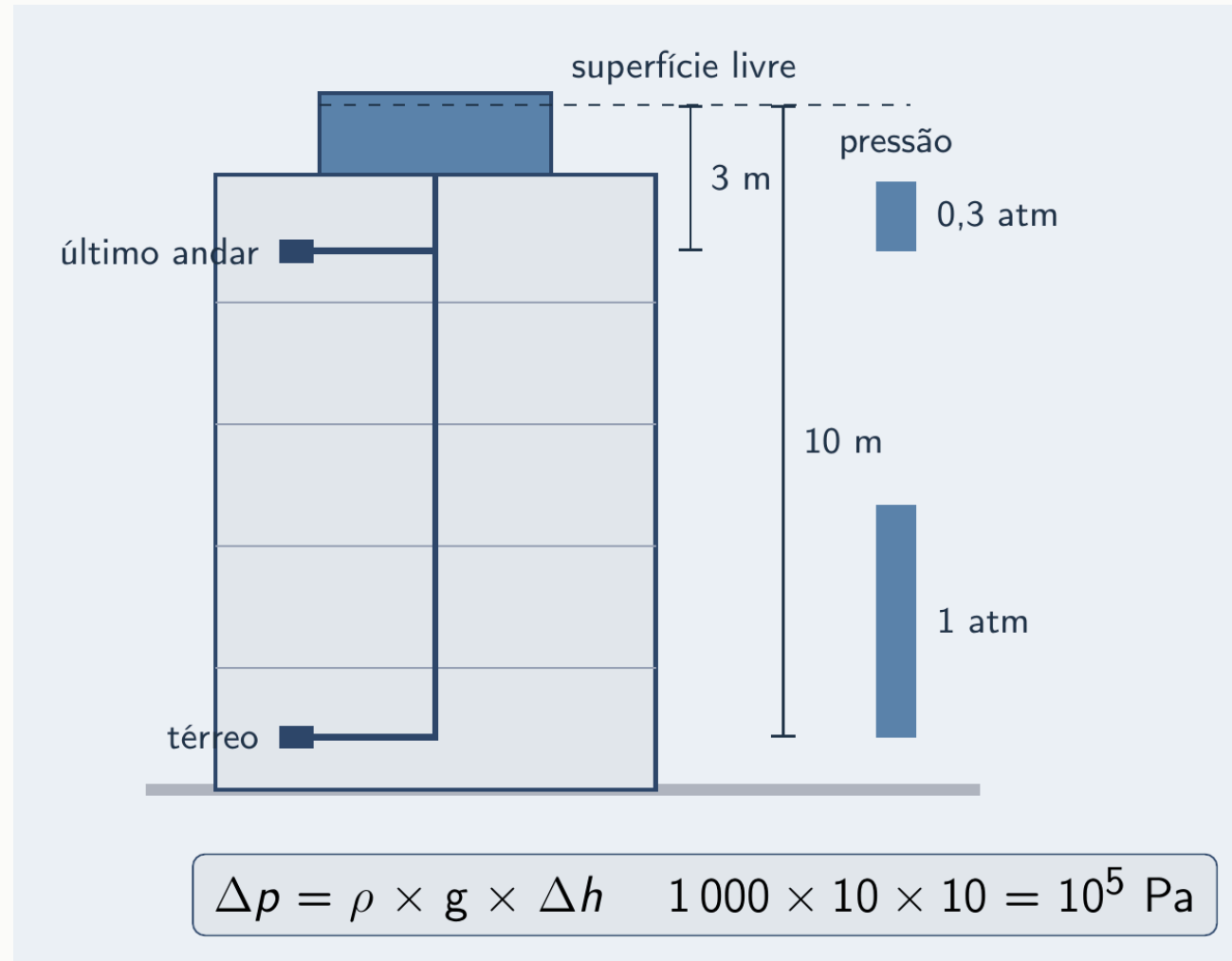


- Everest, 8 848 m: ar a cerca de 34 kPa, um terço do mar
- água borbulhando a só 71 °C . feijão não amolece
- prédio: caixa 10 m acima do chuveiro do térreo → mais 1 atm
- último andar, 3 m abaixo da caixa → só 0,3 atm

Pergunta do episódio

Por que só a altura da coluna decide a pressão — no chuveiro e na panela?

Conceito 1 – A coluna do prédio



$$\Delta p = \rho g \Delta h$$

- Δh : desnível vertical
- água: 1 m $\leftrightarrow$ 10^4 Pa · 10 m $\leftrightarrow$ 1 atm
- volume da caixa e bitola do cano: fora da conta

Exemplo resolvido – chuveiro do térreo

Caixa com a superfície 10 m acima do chuveiro (água, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Fórmula:

$$\Delta p = \rho g \Delta h$$

Substituição:

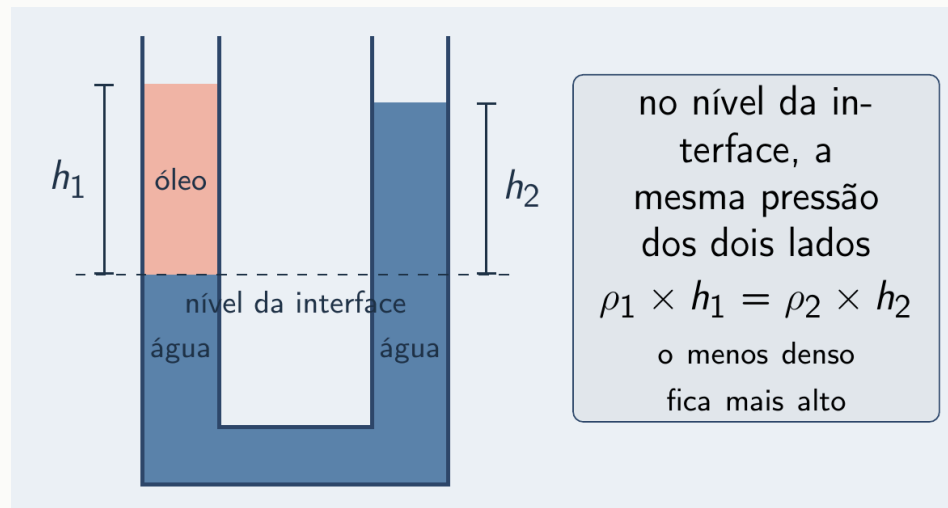
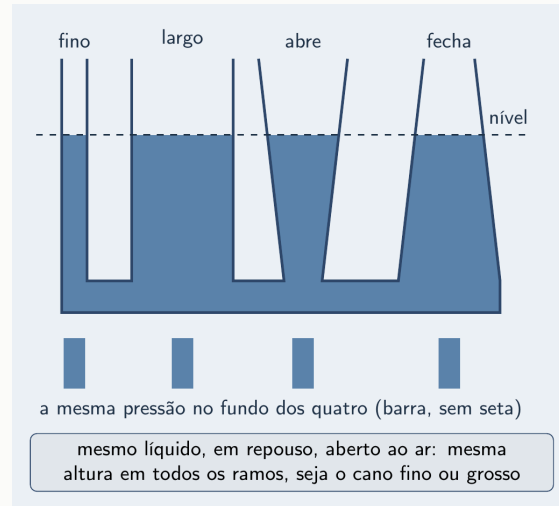
$$\Delta p = 1\,000 \cdot 10 \cdot 10$$

Resultado:

$$\Delta p = \mathbf{10^5 \text{ Pa}}$$

- uma atmosfera extra

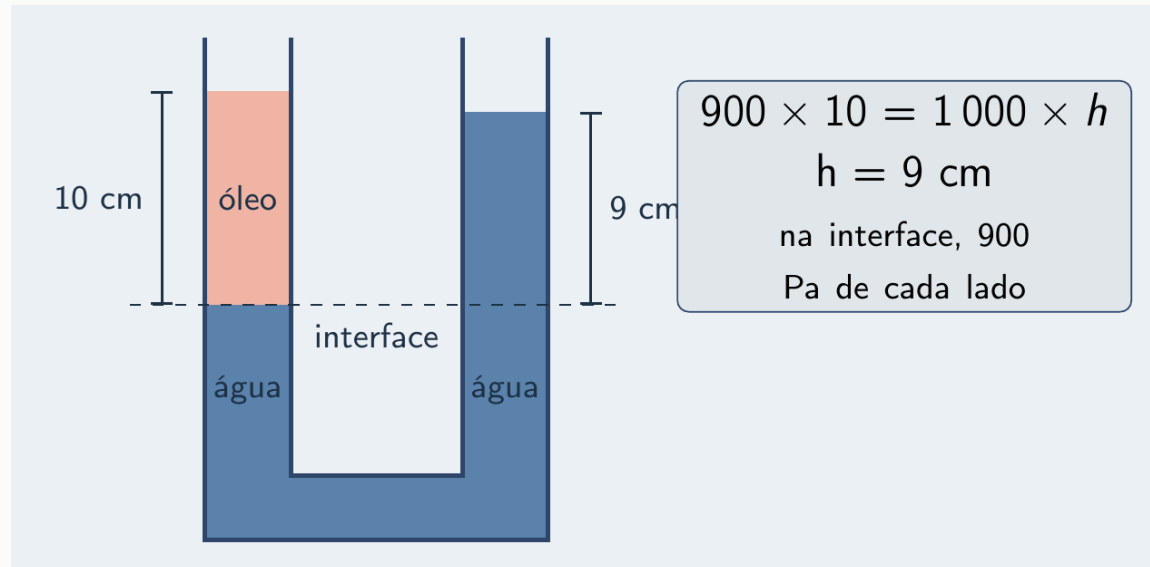
Conceito 2 – Vasos comunicantes



- um líquido, em repouso, aberto: **nível único**
- largura e formato dos ramos: irrelevantes
- dois líquidos, a contar da interface:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

Exemplo resolvido – óleo e água no U



10 cm de óleo (900 kg/m^3) acima da interface; quanto de água do outro lado?

Fórmula:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

Substituição:

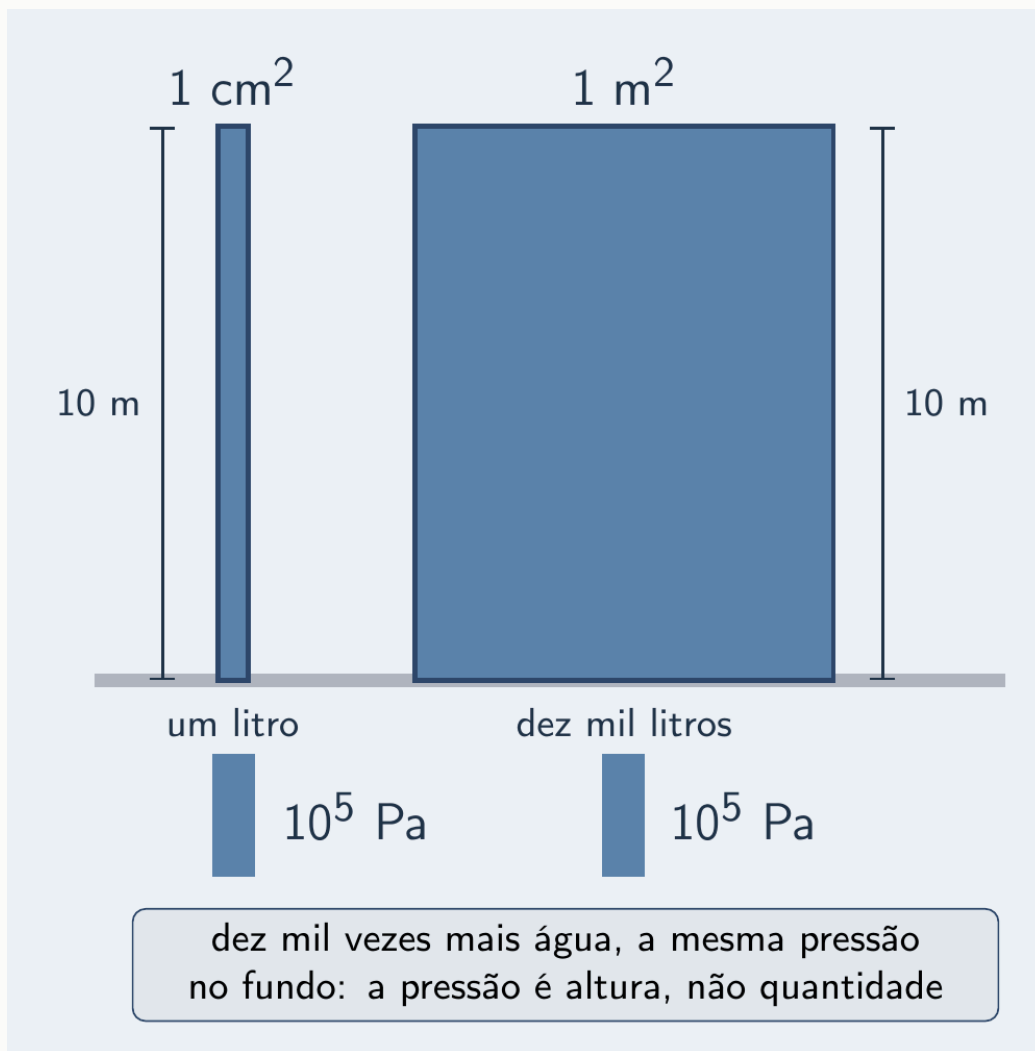
$$900 \cdot 0,10 = 1000 h_2$$

Resultado:

$$h_2 = 0,09 \text{ m} = \mathbf{9 \text{ cm}}$$

- 900 Pa em cada lado

Conceito 3 – Paradoxo hidrostático



- 10 m: 1 L no tubo, 10 000 L no tanque, mesma pressão
- pressão: só altura · força:
$$F = p A$$
- barril de Pascal: história lendária, física correta

Exemplo resolvido – tubo na tampa

Tubo fino com 5 m de água sobre tampa de $0,1 \text{ m}^2$ (exercício nosso)

Fórmula:

$$\Delta p = \rho g h$$

$$F = \Delta p A$$

Substituição:

$$\Delta p = 1\,000 \cdot 10 \cdot 5$$

$$F = 5 \times 10^4 \cdot 0,1$$

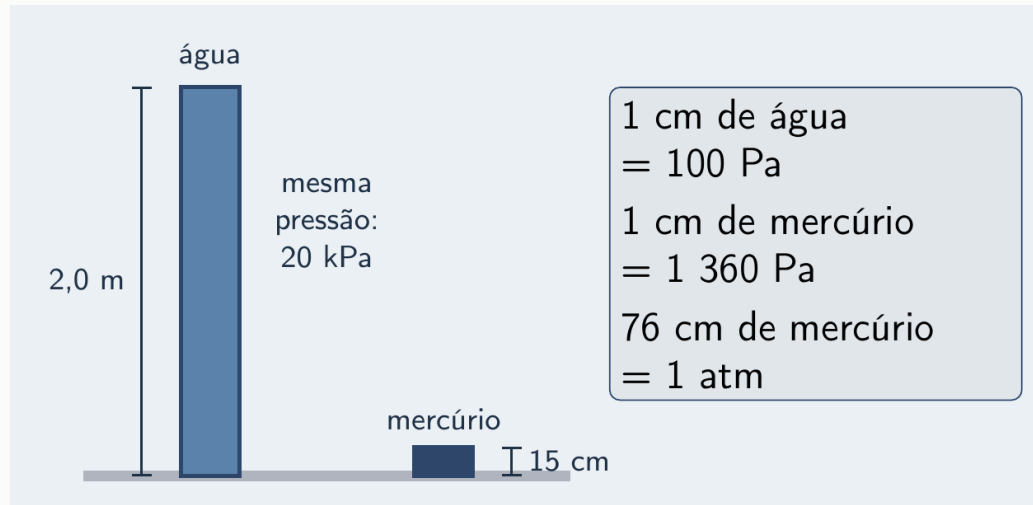
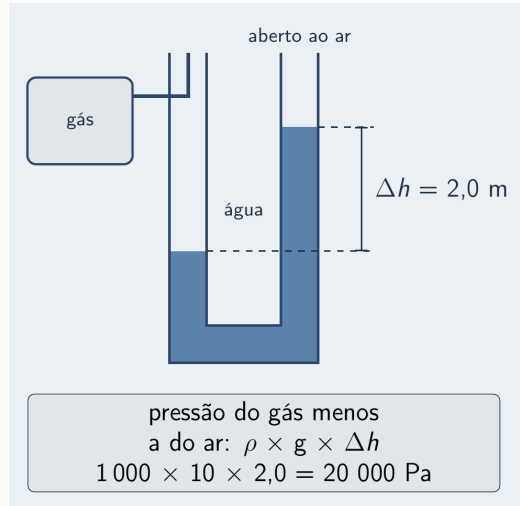
Resultado:

$$\Delta p = \mathbf{5 \times 10^4 \text{ Pa}}$$

$$F = \mathbf{5 \times 10^3 \text{ N}}$$

- peso de meia tonelada

Conceito 4 – Manômetro em U



- leitura entre as duas superfícies:
$$\Delta p = \rho g \Delta h$$
- dá a manométrica · absoluta: soma a atmosfera
- mercúrio: 13,6 vezes mais denso → coluna 13,6 vezes menor

Exemplo resolvido – 20 kPa no U

Gás 20 kPa acima do ar: desnível com água e com mercúrio?

Fórmula:

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{\rho g}$$

Substituição:

$$\Delta h_{\text{água}} = \frac{20\,000}{1\,000 \cdot 10}$$

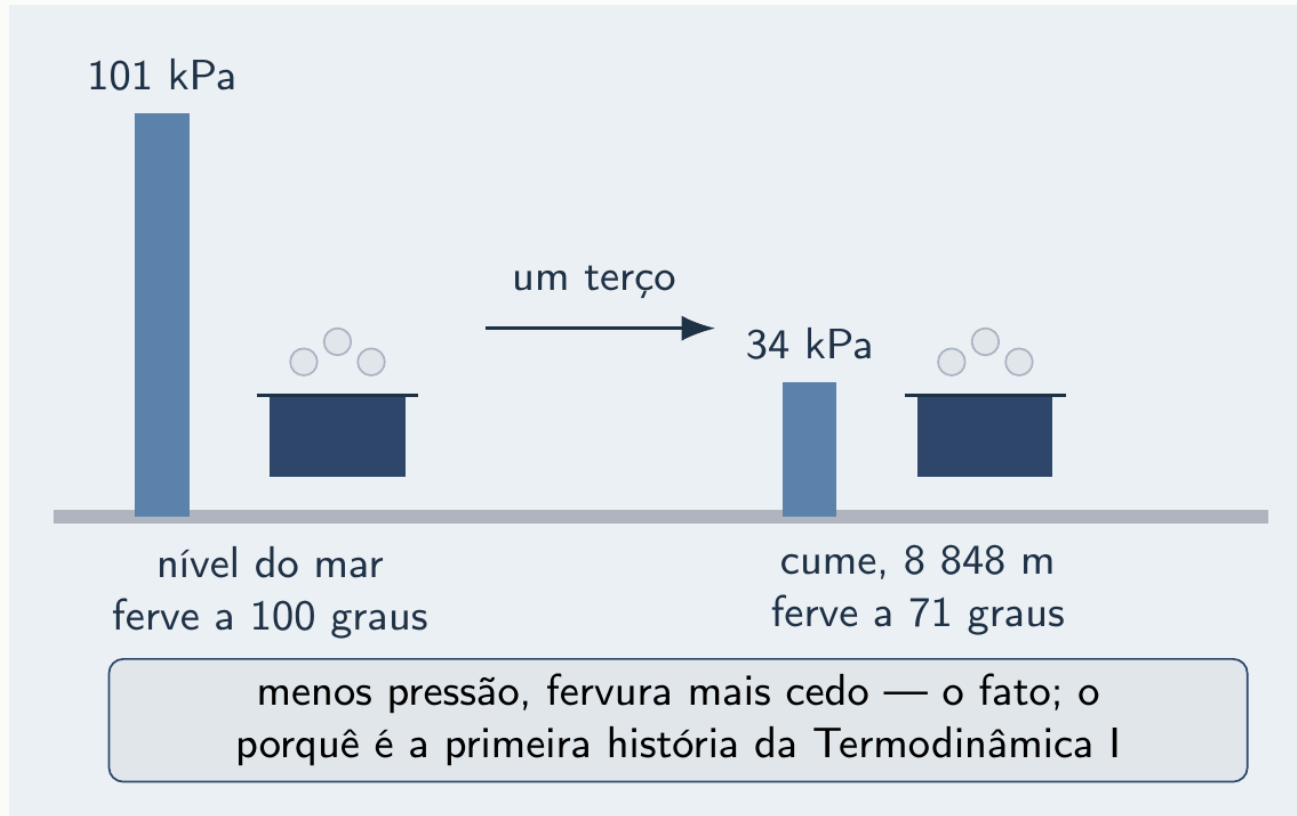
$$\Delta h_{\text{Hg}} = \frac{20\,000}{13\,600 \cdot 10}$$

Resultado:

$$\Delta h_{\text{água}} = \mathbf{2,0\,m}$$

$$\Delta h_{\text{Hg}} \approx \mathbf{15\,cm}$$

Conceito 5 – O topo da montanha



- pressão menor → ebulição em temperatura menor
- 71 °C é teto: cozimento mais lento
- o porquê: próxima série (Termodinâmica I)

Exemplo resolvido – o ar do cume

34 kPa lá em cima, 101 kPa no mar: fração e coluna d'água equivalente

Fórmula:

$$f = \frac{p_1}{p_0}$$

$$h = \frac{p}{\rho g}$$

Substituição:

$$f = \frac{34}{101}$$

$$h = \frac{34\,000}{1\,000 \cdot 10}$$

Resultado:

$$f \approx \mathbf{0,34}$$

$$h = \mathbf{3,4\,m}$$

- um terço da atmosfera do mar

Radar ENEM

$$\Delta p = \rho \times g \times \Delta h \quad (\Delta h: \text{ desnível vertical})$$

caixa-d'água

a pressão é a altura da caixa
acima da torneira,
não o tamanho

vasos comunicantes

um líquido: mesmo nível
em todos os ramos

dois líquidos

$$\rho_1 \times h_1 = \rho_2 \times h_2$$

a partir da interface

manômetro em U

a leitura é o desnível;
a absoluta soma
a atmosfera

~~a caixa grande faz mais pressão~~

na montanha a água ferve abaixo de 100 graus
porque a pressão é menor — não por causa do frio

- ✗ caixa maior, mais pressão
- ✗ desnível pelo cano
- ✗ alturas do U do fundo
- ✗ manométrica lida como absoluta
- ✗ ferve cedo "pelo frio"
- ✓ desnível vertical certo

Resumo em cinco peças

1

$\Delta p = \rho \times g \times \Delta h$
dez metros de água
são uma atmosfera;
cada metro,
um décimo

2 vasos

comunicantes:
mesmo líquido,
mesmo nível;
o formato
não importa

3 o tubo fino faz
a mesma pressão
que o tanque:
paradoxo
hidrostático

4 o manômetro

em U
lê pressão em altura:
20 kPa são 2
m de água
ou 15 cm
de mercúrio

5 a um terço de
atmosfera a água
ferve a 71 graus;
o porquê é a
próxima série

1. $\Delta p = \rho g \Delta h \cdot 10 \text{ m}, 1 \text{ atm}$

2. ligados: mesmo nível

3. tubo fino iguala tanque

4. manômetro: pressão vira
altura

5. um terço de atm: 71 °C

Treine no jogo



QR do jogo → <https://professorcanario.com.br/m4/c10/lista>

Canarinho · lista do Episódio 10

Depois da aula: o combo deste episódio

[Abrir arena](#)

Vídeo em capítulos



Vá direto ao trecho que precisa.

<https://professorcanario.com.br/m4/c10/video>

Lista no app



As questões deste episódio,
para treinar.

<https://professorcanario.com.br/m4/c10/lista>

Livro da minissérie



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

<https://professorcanario.com.br/mecanica4/livro/>