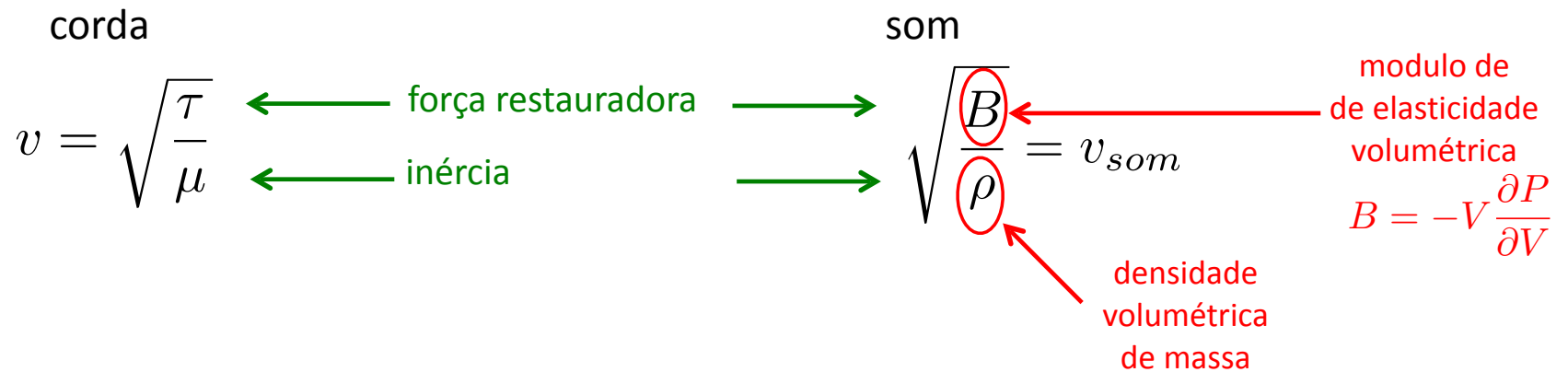


Aula 5b -Ondas

- A velocidade de propagação do som

VELOCIDADE DAS ONDAS SONORAS

Velocidade do som e analogia com a velocidade da onda na corda



Observando as unidades vemos como elas combinam para gerar a velocidade

$$[\tau] = N = kg * \frac{m}{s^2}$$

$$[\mu] = \frac{kg}{m}$$

$$[B] = \frac{N}{m^2} = \frac{kg}{m s^2}$$

$$[\rho] = \frac{kg}{m^3}$$

EXERCÍCIO: Usando termodinâmica para prever a velocidade do som

Qual o módulo de elasticidade do gás ideal numa transformação adiabática? Calcule disto a velocidade do som no ar às CNTPs. ($P = 1\text{atm}$ $T = 0^\circ\text{C}$)

EXERCÍCIO: Usando termodinâmica para prever a velocidade do som

Qual o módulo de elasticidade do gás ideal numa transformação adiabática? Calcule disto a velocidade do som no ar às CNTPs. ($P = 1 \text{ atm}$ $T = 0^\circ \text{C}$)

O módulo de elasticidade é $B = -V \frac{\partial P}{\partial V}$

O processo adiabático é governado por $PV^\gamma = cte$

Se derivamos em relação a V

$$\frac{\partial}{\partial V} PV^\gamma = 0 \quad \frac{\partial P}{\partial V} V^\gamma + \gamma PV^{\gamma-1} = 0 \quad \frac{\partial P}{\partial V} = -\gamma \frac{P}{V} \quad \text{logo} \quad B = \gamma P$$

Usando que $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$ e substituindo os valores $\rho_{ar} = 1,2754 \text{ kg/m}^3$ $P_{atm} = 101,3 \text{ kPa}$

$$v_{ar} = \sqrt{\frac{7/5 * 101,3 * 1000}{1,2754}} \quad v_{ar} = 333,5 \text{ m/s}$$

Considerando o ar diatômico $\gamma = 7/5$

EXERCÍCIO: Usando termodinâmica para prever **erroneamente** a velocidade do som
E se a transformação fosse considerada isotérmica?
Tudo seria muito parecido mas sem o γ

$$B = -V \frac{\partial P}{\partial V} \quad \text{isoterma} \quad PV = cte$$

$$\frac{\partial P}{\partial V} V + P = 0 \quad \longrightarrow \quad B = P$$

EXERCÍCIO: Usando termodinâmica para prever **erroneamente** a velocidade do som
E se a transformação fosse considerada isotérmica?
Tudo seria muito parecido mas sem o γ

$$B = -V \frac{\partial P}{\partial V} \quad \text{isoterma} \quad PV = cte$$

$$\frac{\partial P}{\partial V} V + P = 0 \quad \longrightarrow \quad B = P$$

Substituindo valores

$$\rho_{ar} = 1,2754 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{atm} = 101,3 \text{ kPa}$$

$$v_{ar}^{iso} = \sqrt{\frac{101,3 * 1000}{1,2754}}$$

$$v_{ar}^{iso} = 281,8 \text{ m/s}$$

  resultado ruim, 10% menor do que o observado

ONDAS SONORAS

Alguns valores para velocidade do som em alguns meios

The Speed of Sound^a

Medium	Speed (m/s)
<i>Gases</i>	
Air (0°C)	331
Air (20°C)	343
Helium	965
Hydrogen	1284
<i>Liquids</i>	
Water (0°C)	1402
Water (20°C)	1482
Seawater ^b	1522
<i>Solids</i>	
Aluminum	6420
Steel	5941
Granite	6000

← parecido com o valor deduzido da adiabatica

^aAt 0°C and 1 atm pressure, except where noted.

^bAt 20°C and 3.5% salinity.