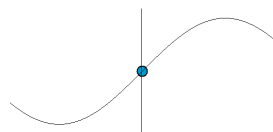
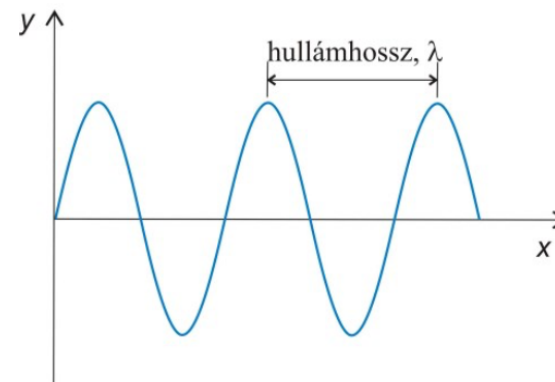


## Hullámok



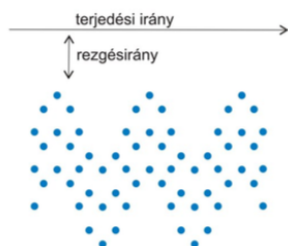
1



$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \frac{1}{T} = \lambda \cdot f$$

2

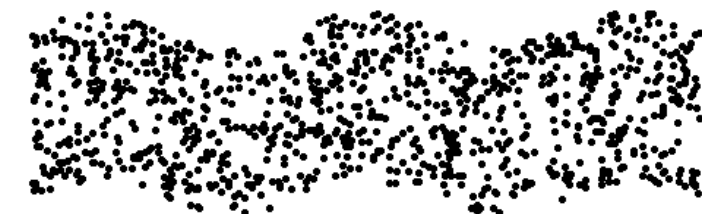
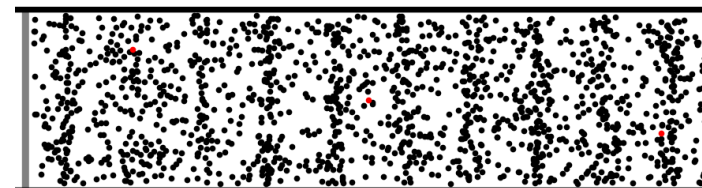
Transzverzális hullám:



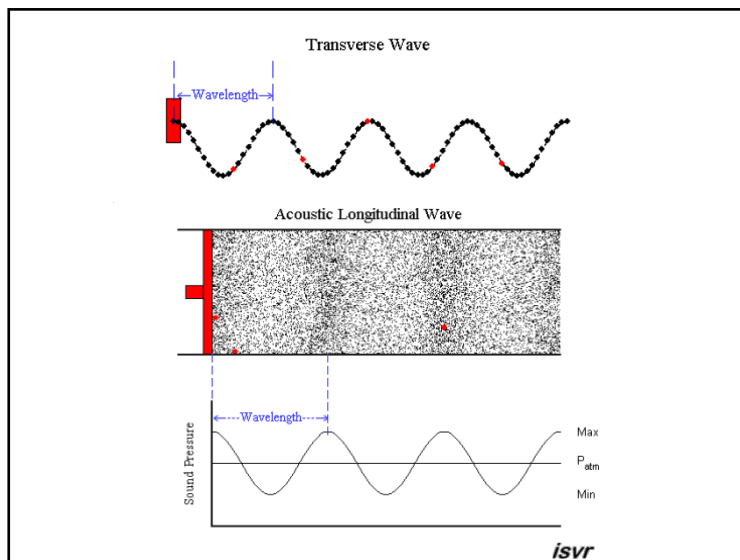
Longitudinális hullám:



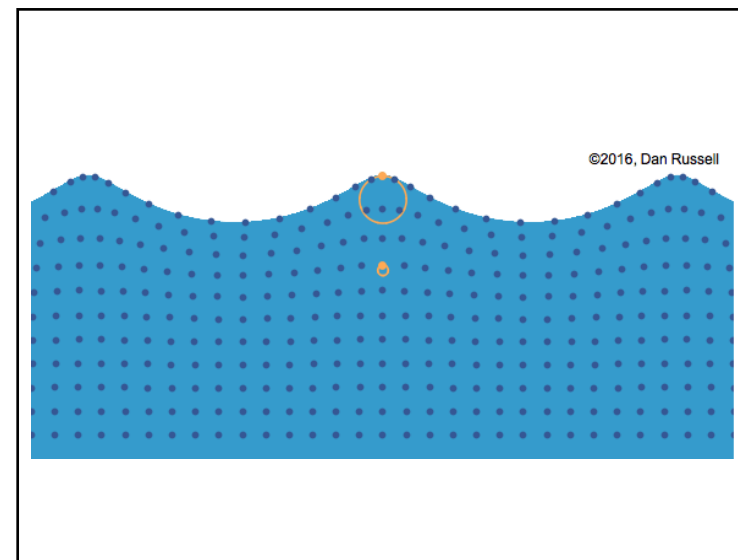
3



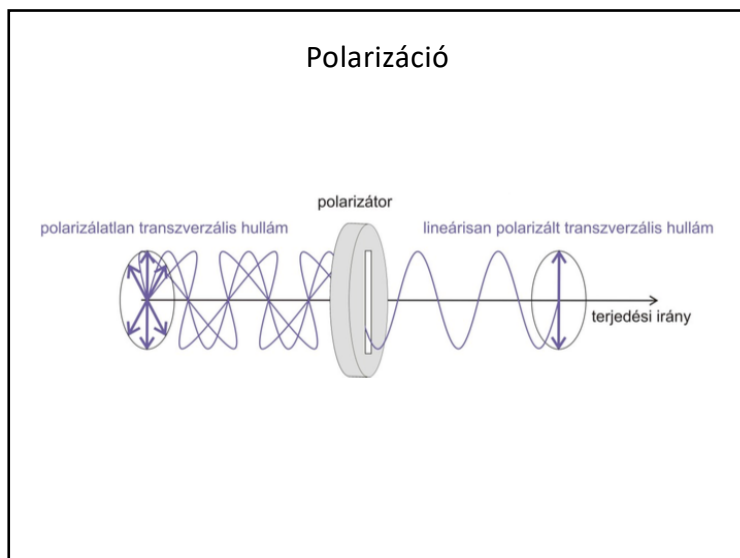
4



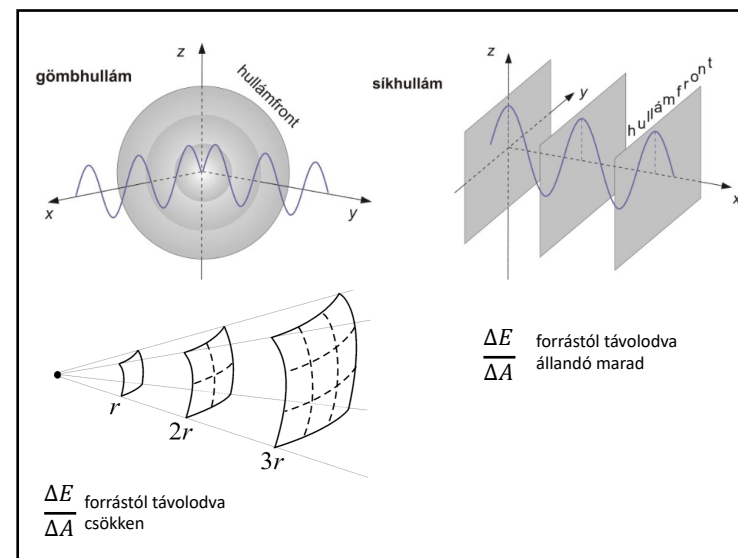
5



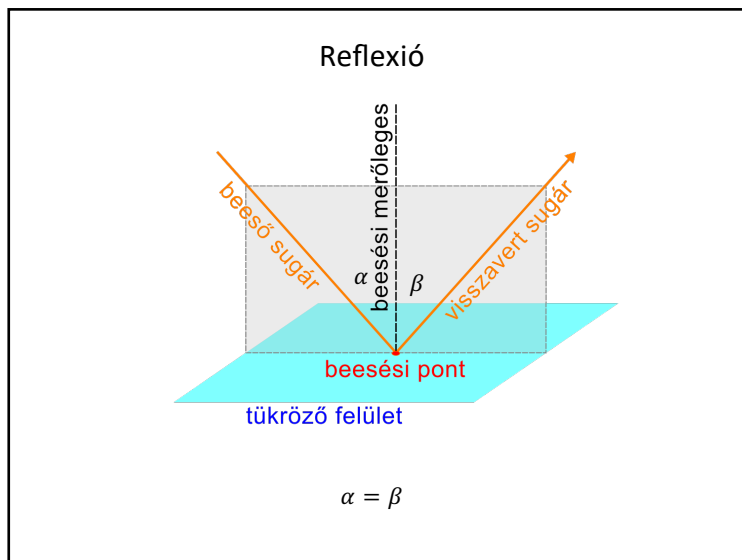
6



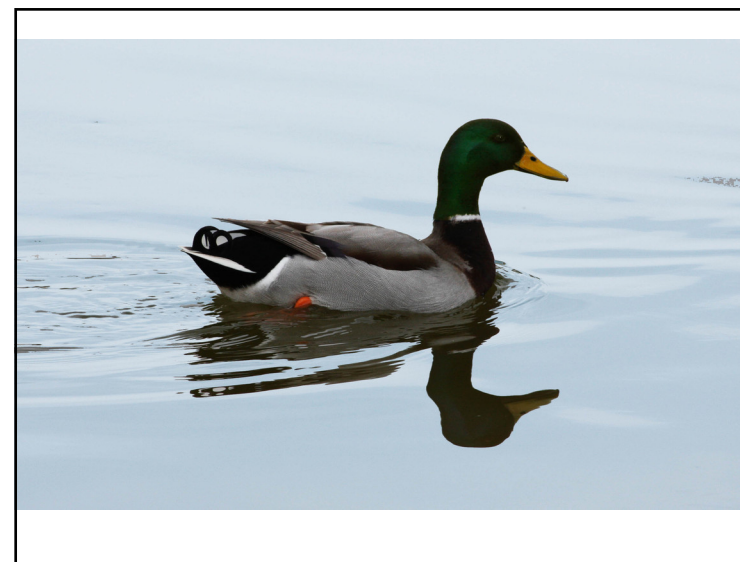
7



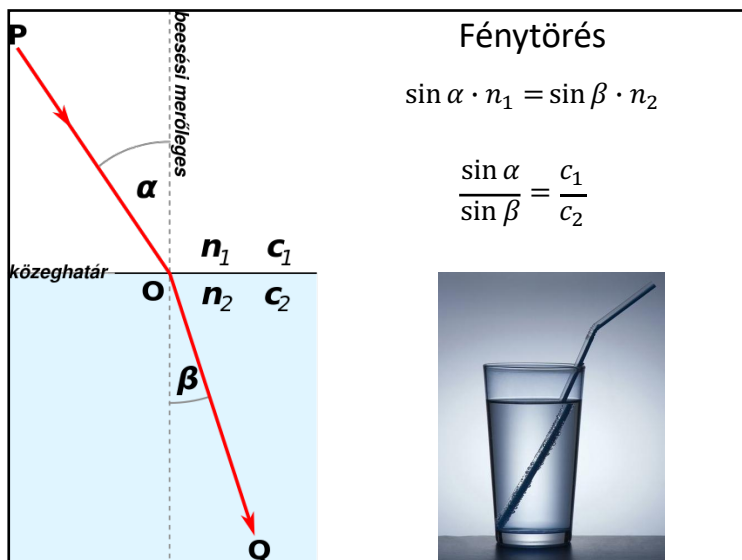
8



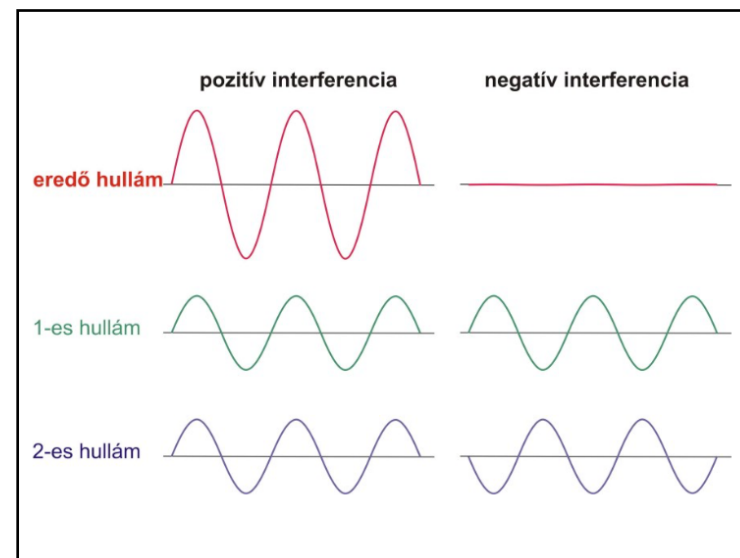
9



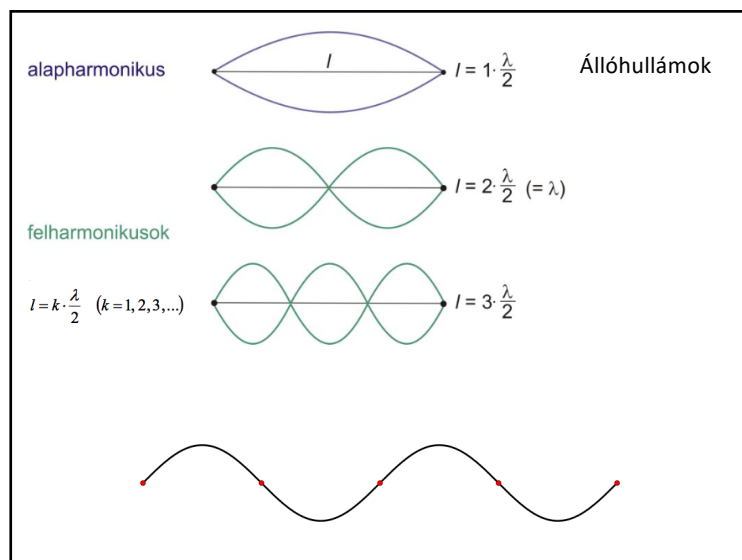
10



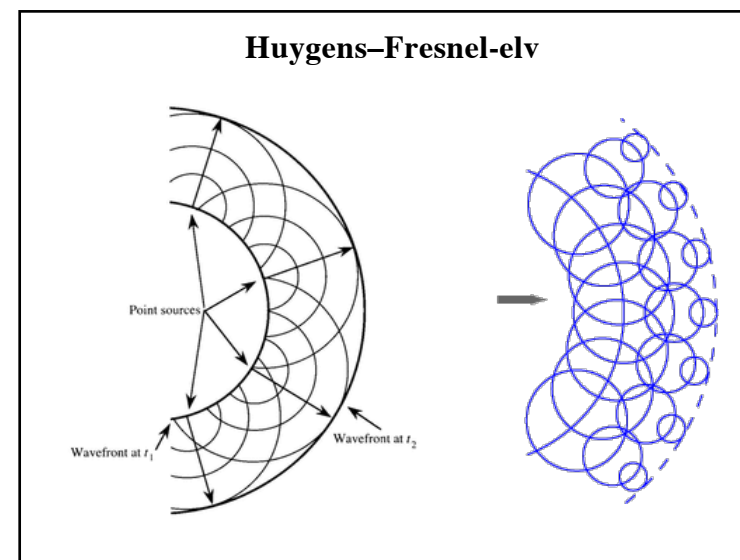
11



12




13



14

### Hanghullámok



#### Hangtartományok

Hangtartományok	infrahang	hallható hang	ultrahang	hiperhang
frekvenciaértékek (Hz)	< 20	20–20 000	20 000–10 <sup>9</sup>	10 <sup>9</sup> <

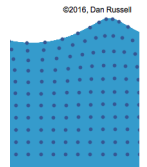
#### Hang terjedési sebessége néhány közegben

közeg	$c_{\text{hang}} \text{ (m/s)}$
levegő (0°C, 101 kPa)	330
hélium gáz (0°C, 101 kPa)	965
víz (20°C)	1483
zsírszövet	1470
izomszövet	1568
csontszövet (kompakt)	3600
vas	5950

15

### Feladatok: 8/4 és 8/10

4. Víz hullámok futnak 1,5 m/s sebességgel a part felé. Hat méter két hullámhegy távolsága. Távolabb a parttól egy fadarab úszik a víz felszínén. Hány másodpercenként látja felbukkanni a fát a parton álló megfigyelő?



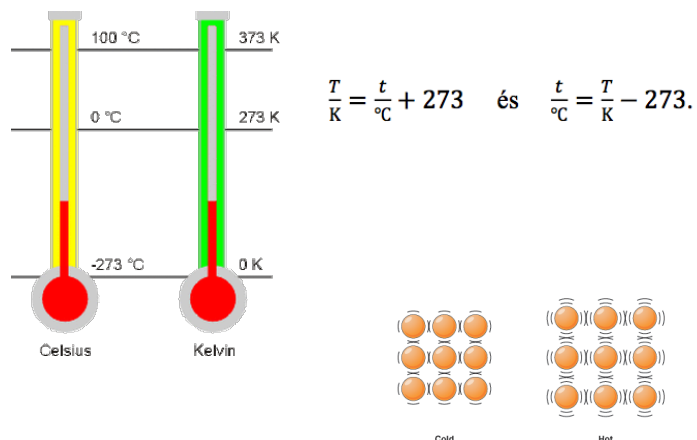
10. Hanghullám érkezik levegőből (0°C) egy vízfelületre (20°C). Beesési szöge 10°. Mekkora a törési szög?

#### Hang terjedési sebessége néhány közegben

közeg	$c_{\text{hang}} \text{ (m/s)}$
levegő (0°C, 101 kPa)	330
hélium gáz (0°C, 101 kPa)	965
víz (20°C)	1483
zsírszövet	1470
izomszövet	1568
csontszövet (kompakt)	3600
vas	5950

16

## Hőtan (Termodinamika)



17

## Hőkapacitás (C) és fajlagos hőkapacitás (c)

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \left[ \frac{J}{K} \right]$$

$$c = \frac{C}{m} = \left[ \frac{J}{\text{kg} \cdot K} \right]$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Néhány anyag fajlagos hőkapacitása

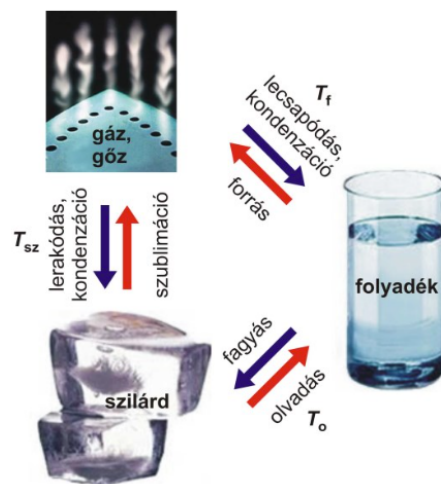
anyag	c (J/(kg·K))
ezüst	234
üveg	840
víz	4180
testszövet (átlagérték)	3500

18

## Halmazállapot változások

Fázisátalakulási hő

$$L = \frac{Q}{m} = \left[ \frac{J}{\text{kg}} \right]$$



19

## Gáztörvények

Boyle-Mariotte tv.

$$pV = \text{konstans}_I$$

Gay-Lussac I tv.

$$\frac{V}{T} = \text{konstans}_{II}$$

Gay-Lussac II tv.

$$\frac{p}{T} = \text{konstans}_{III}$$

Avogadro tétel

$$\frac{V}{N} = \text{konstans}_{IV}$$

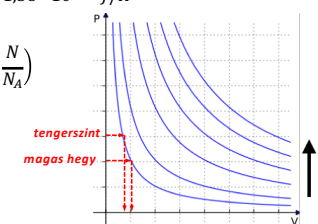
$$\frac{p}{T} \cdot \frac{V}{N} = k_{III} \cdot k_{IV}$$

$$k_{III} \cdot k_{IV} = k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$pV = Nk_B T$$

$$(k_B \cdot N_A = R) \quad \left( v = \frac{N}{N_A} \right)$$

$$pV = \nu RT$$



20

**izobár** folyamat – állandó **nyomáson** zajlik

**izoterm** folyamat – állandó **hőmérsékleten** zajlik

**izochor** folyamat – állandó **térfogaton** zajlik

21

### Feladatok: 9/7 és 9/12

**7.** Egy pohár (2 dl) meleg (30 °C) vízbe dobunk egy 20 g-os 0 °C hőmérsékletű jégkockát. Mi lesz a végső hőmérséklet a jég elolvadása után?

**12.** Egy fémpalack a tűző napon fekszik. A benne lévő ideális gáz nyomása kezdetben 50 bar. A napsütés hatására hőmérséklete 12°C-ról 72°C-ra emelkedik. Mekkora a növekszik benne a nyomás?

Néhány anyag fajlagos hőkapacitása

anyag	$c$ (J/(kg·K))
ezüst	234
üveg	840
víz	4180
testszövet (átlagérték)	3500

Néhány anyag átalakuláshője

anyag	$q$ (kJ/kg)
arany — <i>olvadáshő</i>	67
alumínium — <i>olvadáshő</i>	396
só (NaCl) — <i>olvadáshő</i>	517
jég — <i>olvadáshő</i>	334,4
víz — <i>párolgáshő (30°C és 101 kPa mellett)</i>	2400
víz — <i>forráshő (100°C és 101 kPa mellett)</i>	2257

22