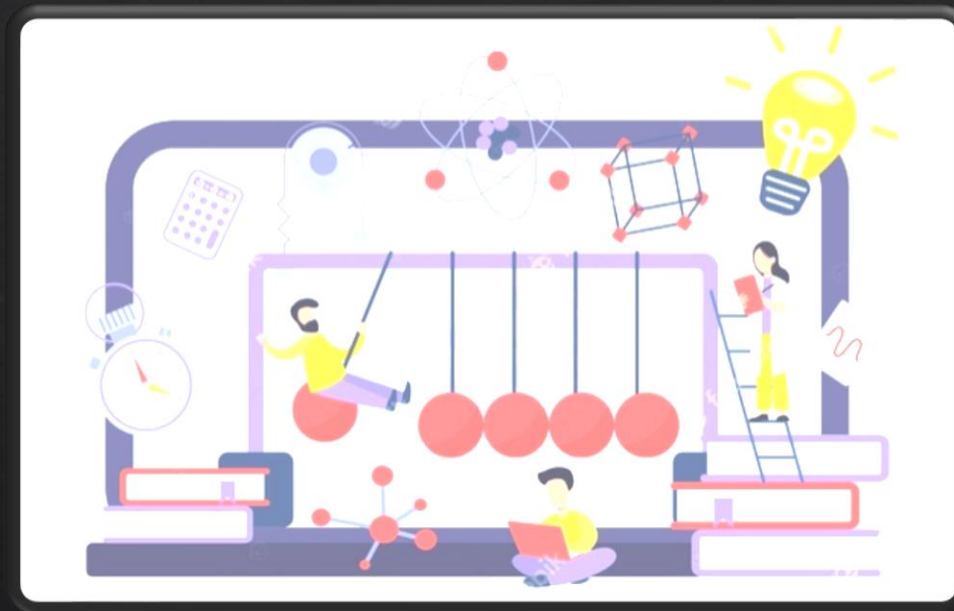


# Hullámok terjedése, osztályozása, leírása



Készítette: Végh Eszter

# *Hullámok a természetben*



Képek forrása: <https://www.sciencefocus.com/planet-earth/how-deep-is-an-ocean-wave/>  
<https://www.origo.hu/tudomany/20190119-a-hang-ugyan-nem-fizikai-objektum-megis-hat-ra-a-gravitacio.html>  
<http://www.strandzaszlo.hu/nemzeti-zaszlo-580>  
<https://top100worldcupmomentsfromtheaussieview.wordpress.com/2014/03/12/93-la-ola-aka-the-mexican-wave-1986/>

## Kísérletek:

- kifeszített gumikötélen keltett zavar végig fut a kötélen

*Szimuláció: hullámzó gyöngyfüzér*

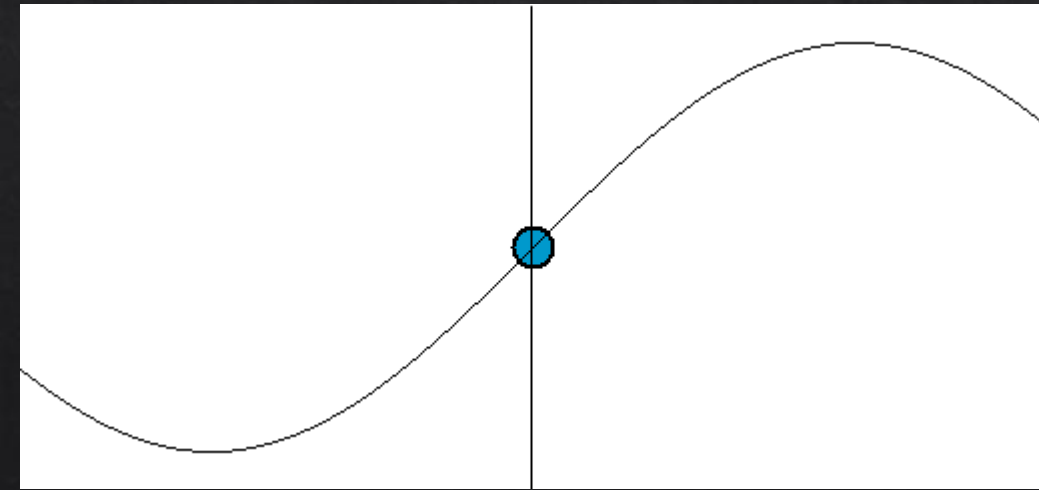
# Hullám:



hullám alakul ki, ha valamilyen zavar keletkezik valamely forrásban (hullámforrás), és ez a zavar térben és időben tovaterjed

- közeg részei rezegnek egyensúlyi helyzetük körül

- ! zavar terjed tovább és nem a részecskék



## Hullámok csoportosítása:

- a terjedő hatás típusa szerint:
  - ◆ **mechanikai hullámok:** Rugalmas közegben, a részecskék rezgésállapota (fázis), energia és impulzus terjed a térben. Pl.: hang
  - ◆ **elektromágneses hullámok:** a változó mágneses- és elektromos tér változása terjed tovább. Közeg sem kell hozzá, vákuumban is terjedhet. Pl.: a fény és az RTG-sugárzás
  - ◆ **gravitációs hullámok**

➤ A közeg dimenziója alapján:

◇ egy dimenziós / vonalmenti hullám

rezgő húr

◇ két dimenziós / felületi hullám



◇ 3D / gömbi hullám

fény, hang

➤ az idő függés szerint:

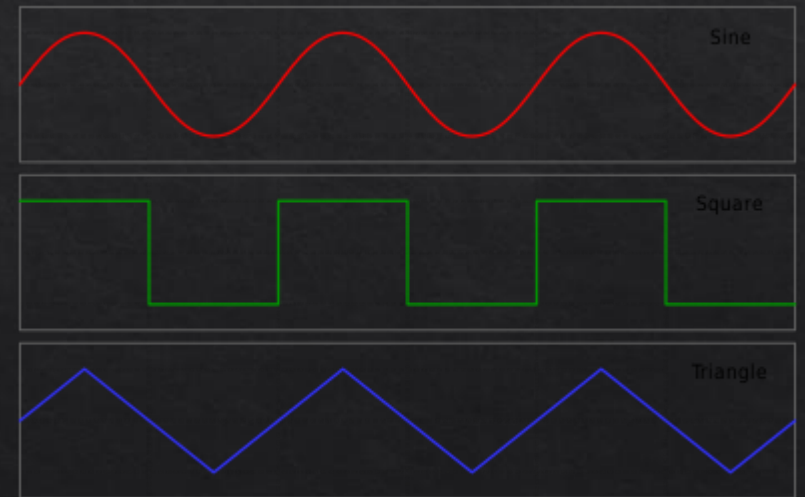
◇ periodikus hullámok: a keltett zavar az időnek periodikus függvénye.

- harmonikus hullámok: a forrás által keltett zavar az időnek szinuszos (harmonikus) függvénye.

- *háromszög, négyszög hullám*

❖ nem periodikus hullám

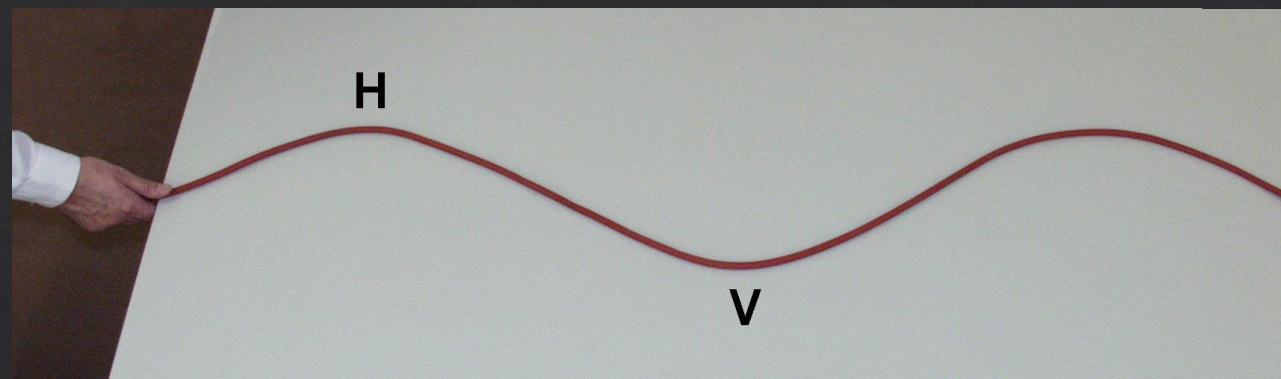
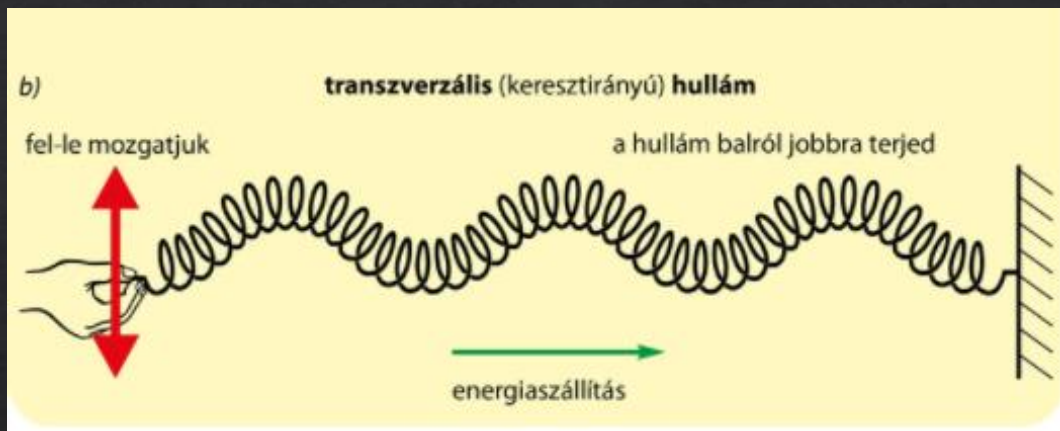
- Pl.: zaj



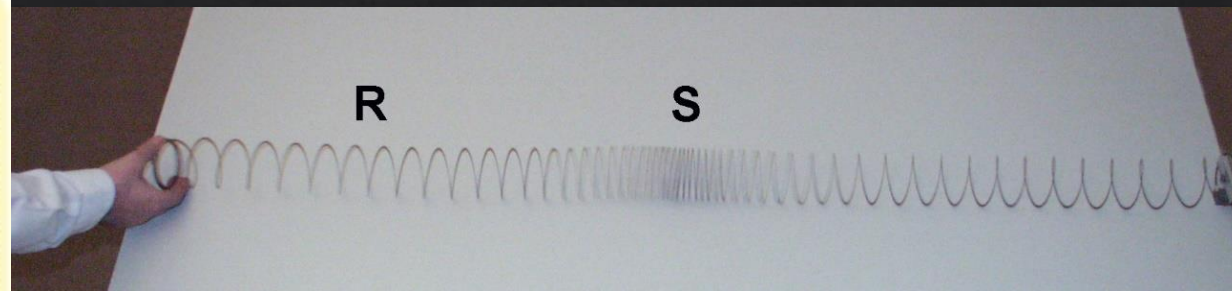
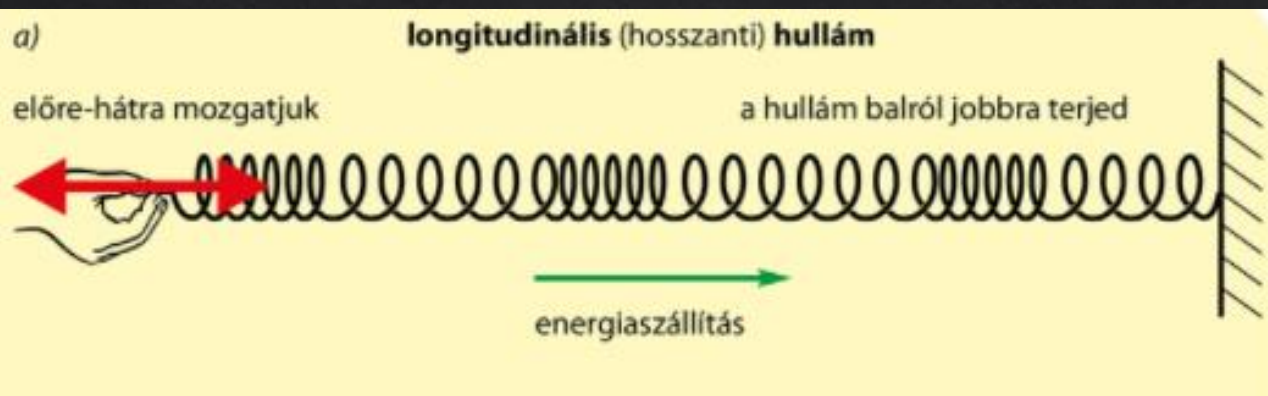


# a rezgés iránya szerint:

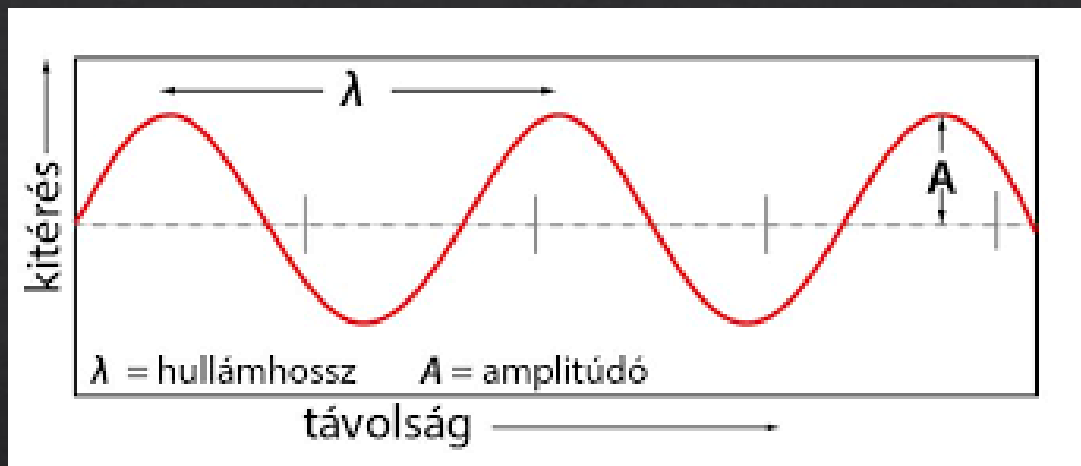
## Transzverzális hullámok:



## Longitudinális hullámok:





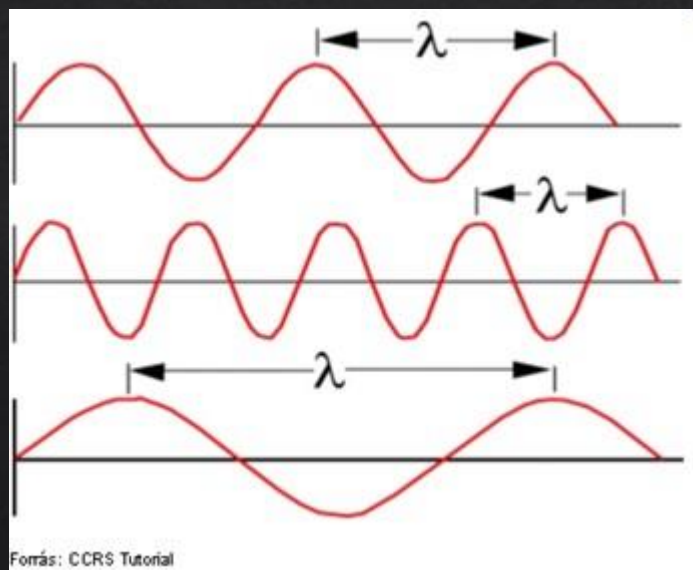


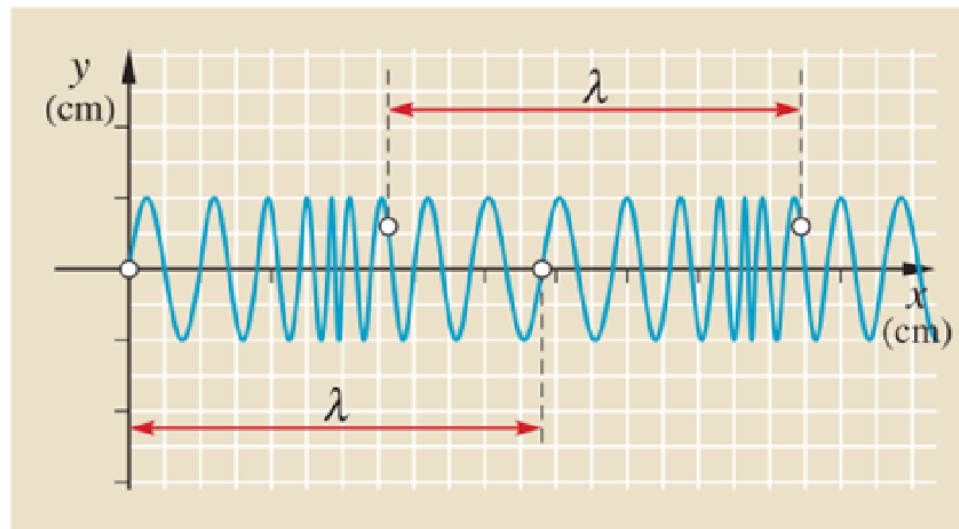
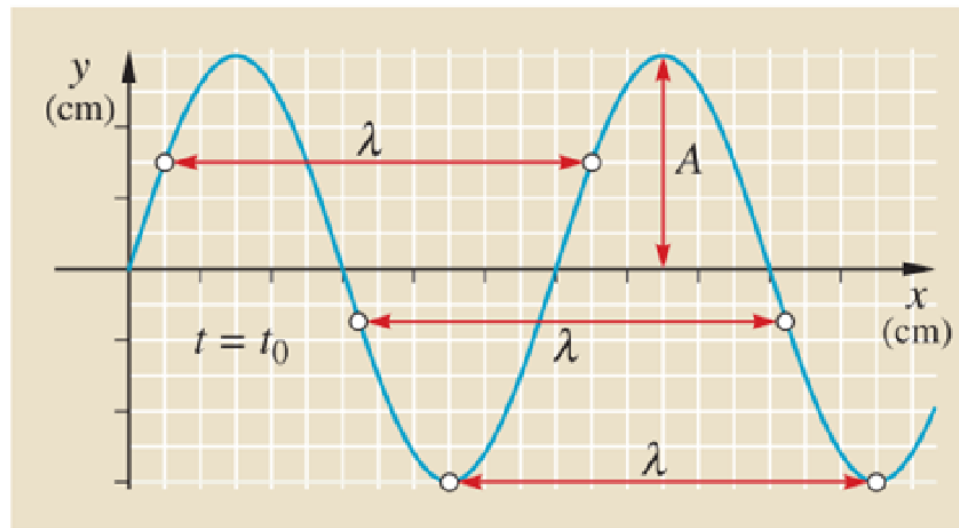
**Amplitúdó: Jele:  $[A] = \text{m}$**

**Hullámhossz:  $[\lambda] = \text{m}$**

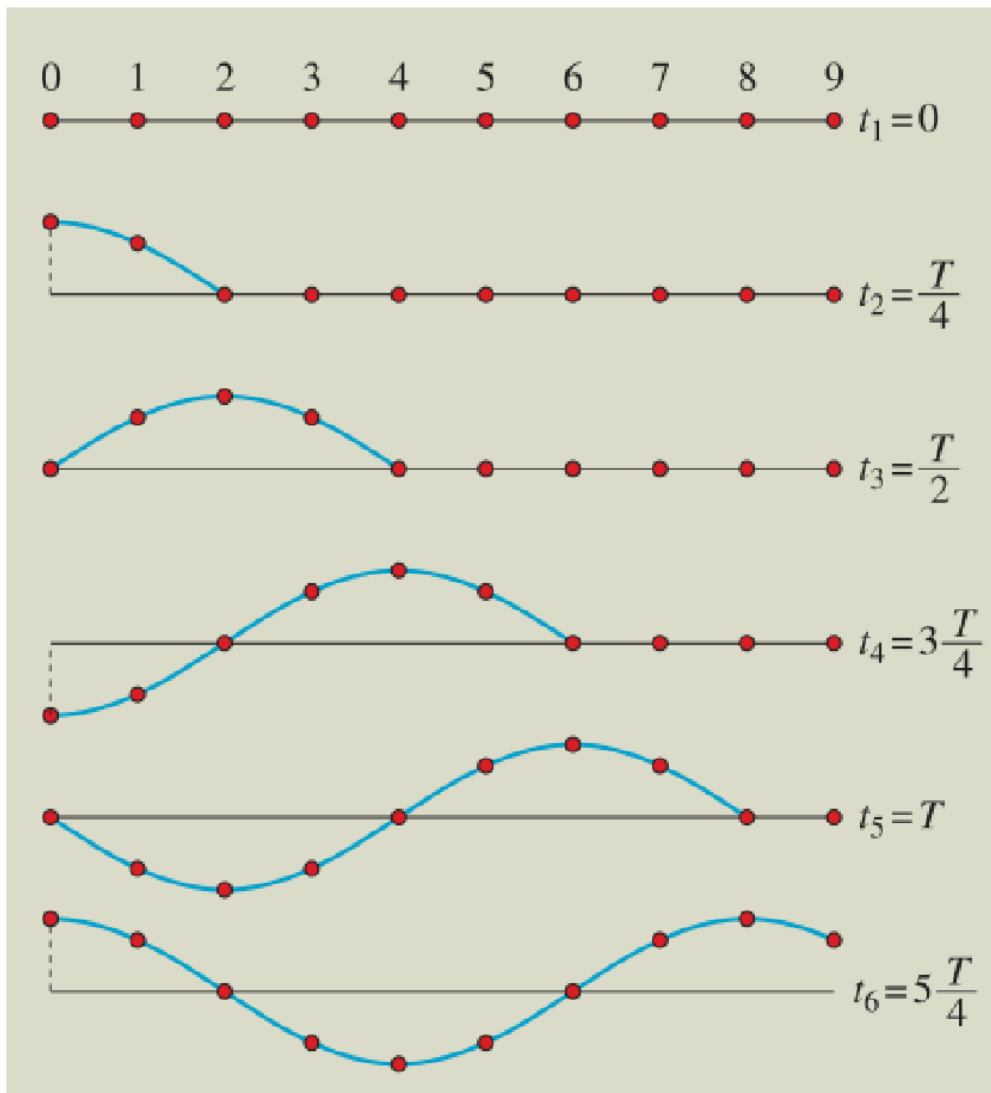
**Periódusidő:  $[T] = \text{s}$**

**Rezgésszám:  $[f] = \left[ \frac{1}{T} \right] = \left[ \frac{1}{\text{s}} \right] = \text{Hz}$**





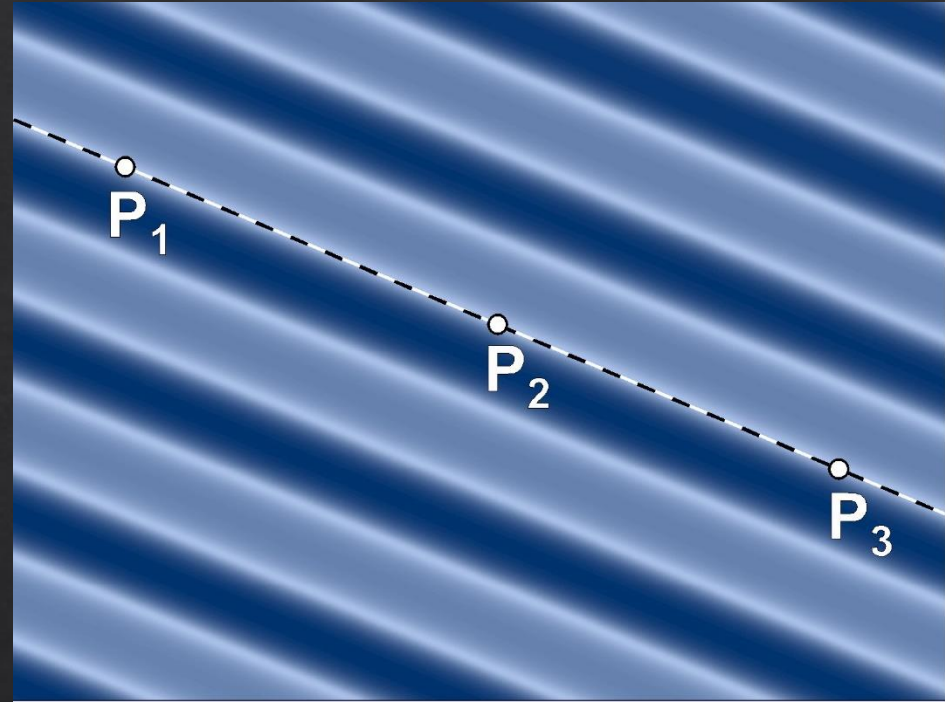
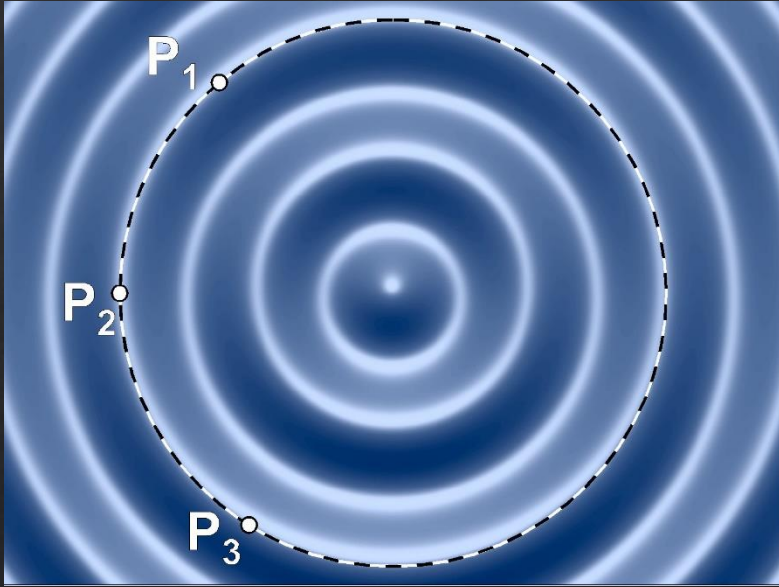
**32.2.** A hullám térbeli periódusa a hullámhossz, amellyel a transzverzális és a longitudinális hullám is jellemezhető



32.1. A hullám terjedéséhez időre van szükség, tehát a hullám terjedésének van sebessége

**Terjedési sebesség/fázissebesség.**  
 Egy kiszemelt fázis sebessége.  
 Jele:  $[c]$

$$c = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = f \cdot \lambda$$

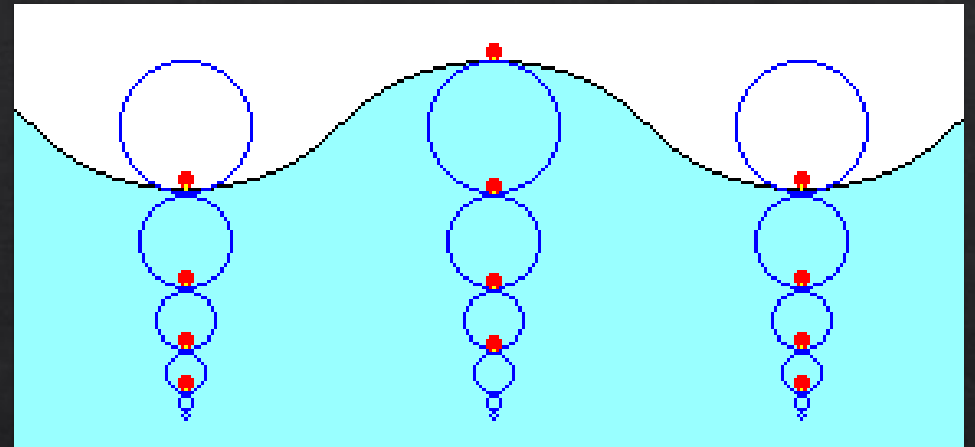


*Azokat a vonalakat, illetve térbeli hullámoknál azokat a felületeket, amelyeken az azonos fázisban rezgő pontok elhelyezkednek, hullámfelületnek nevezzük.*

# Vízhullámok

*Felszín pontjai elliptikus pályát járnak be*

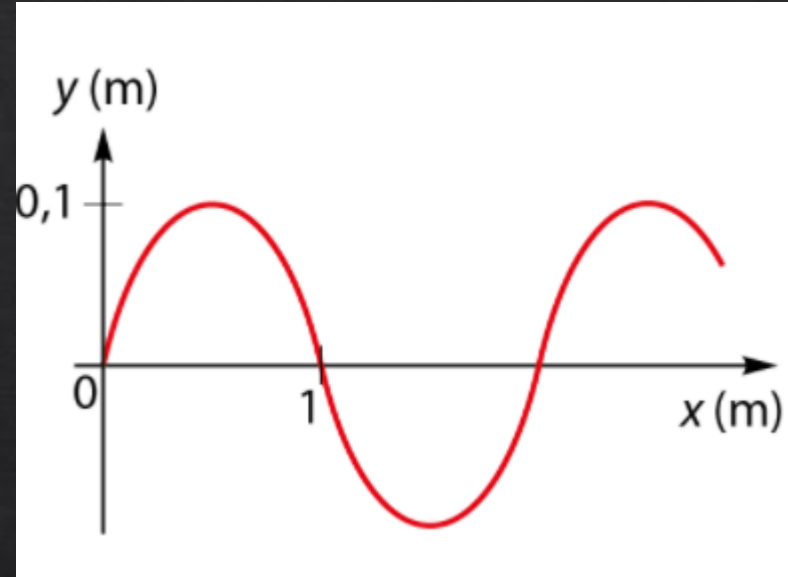
*Akkor keletkezik, ha valami hatás  
kiszorítja a vízmolekulát a helyéről*



**Az ábra egy haladó hullámról készült pillanatfelvétel. A hullámforrás 5 Hz frekvenciájú rezgést végez.**

Mekkora a hullám

- hullámhossza,
- amplitúdója,
- terjedési sebessége?



Rugalmas gumiszálon 0,5 s periódusidejű hullámokat keltünk. A hullámok terjedési sebessége  $6 \frac{m}{s}$ .

Milyen hosszú a gumi, ha rajta egy időben 3 teljes hullámot észlelünk?

# Miért gázokban a legkisebb a mechanikai hullámok terjedési sebessége?

Air (0°C)	331
Air (100°C)	386
Hydrogen (0°C)	1 290
Oxygen (0°C)	317
Helium (0°C)	972
Liquids at 25°C	
Water	1 490
Methyl alcohol	1 140
Sea water	1 530
Solids	
Aluminum	5 100
Copper	3 560
Iron	5 130
Lead	1 320
Vulcanized rubber	54



# Hullámjelenségek



Készítette: Végh Eszter

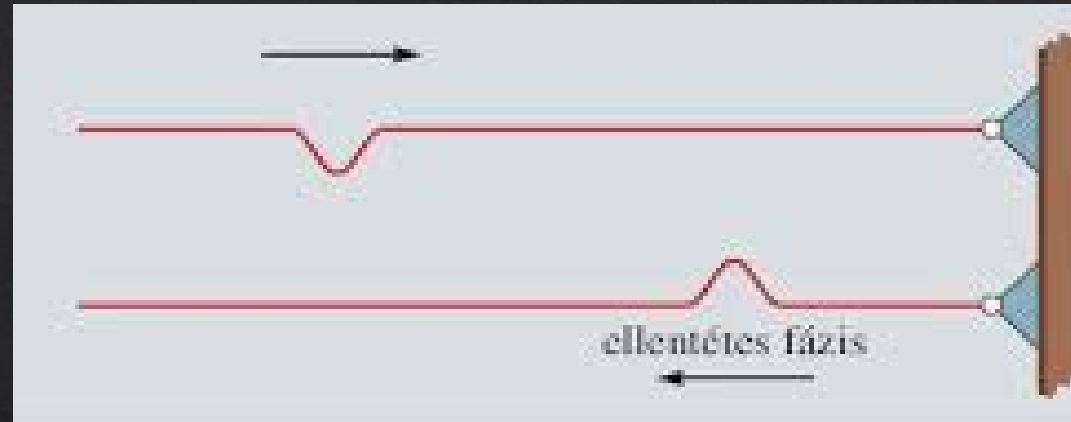
Hullámok új közeg határfelületén

# A. Vonal menti hullámok/rugalmas pontsoron való visszaverődése:

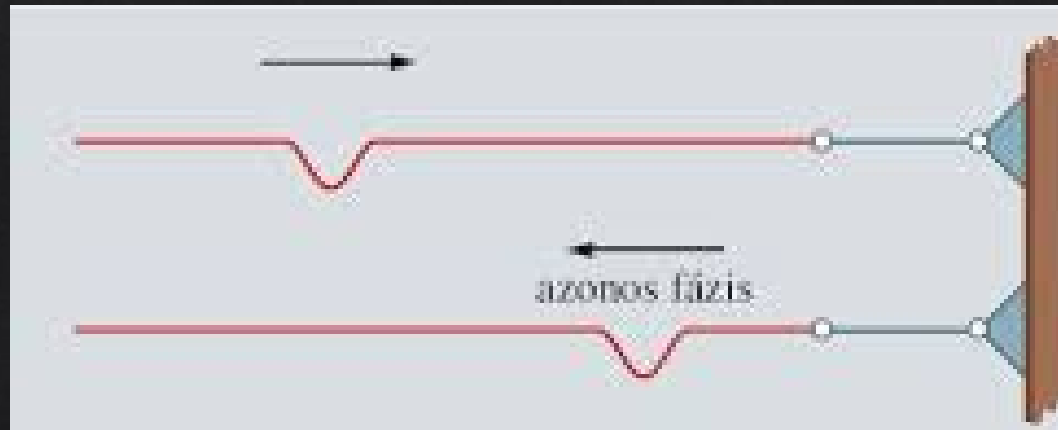
<https://www.youtube.com/watch?v=Ts48zTyE7HE>

<https://phet.colorado.edu/hu/simulations/wave-on-a-string>

- Rögztített vég



- Szabad vég

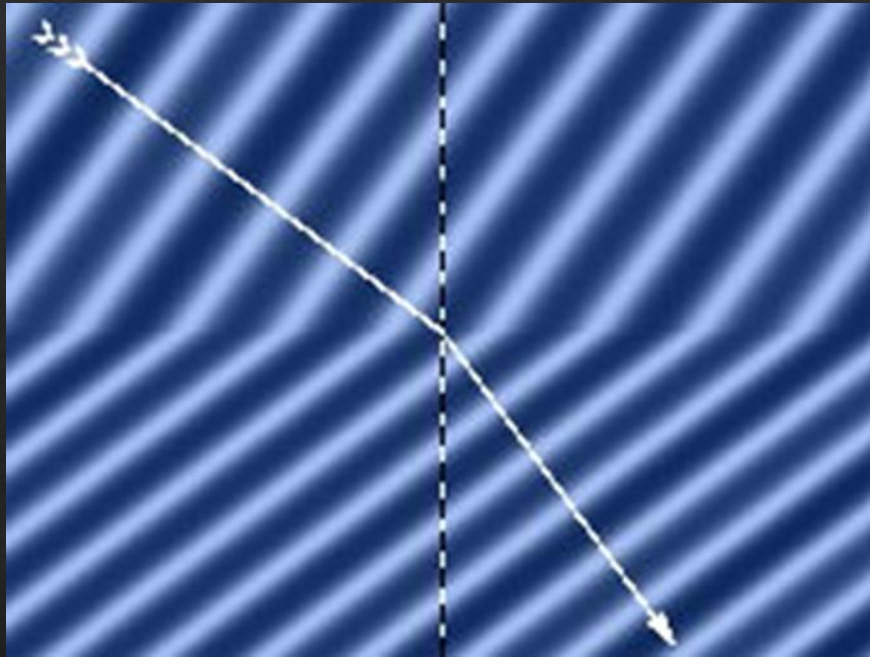


# B. Felületi hullámok

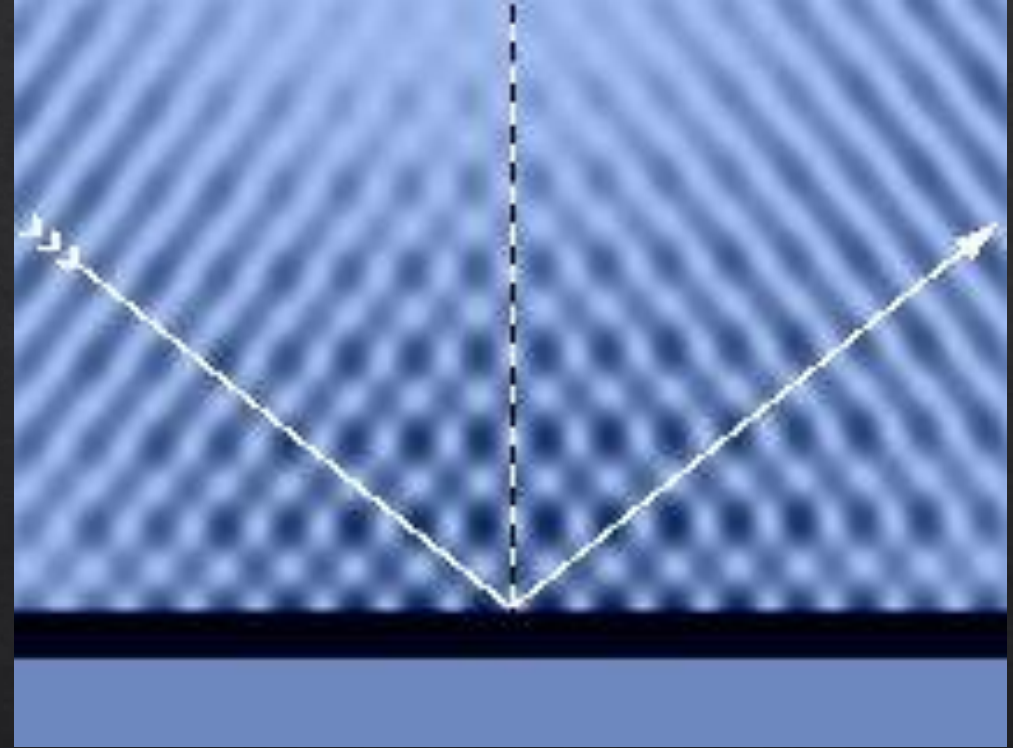
→Kísérletek: hullámkádiban

<https://www.youtube.com/watch?v=rXBcReTkFiQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=paYGIpsNPL8>



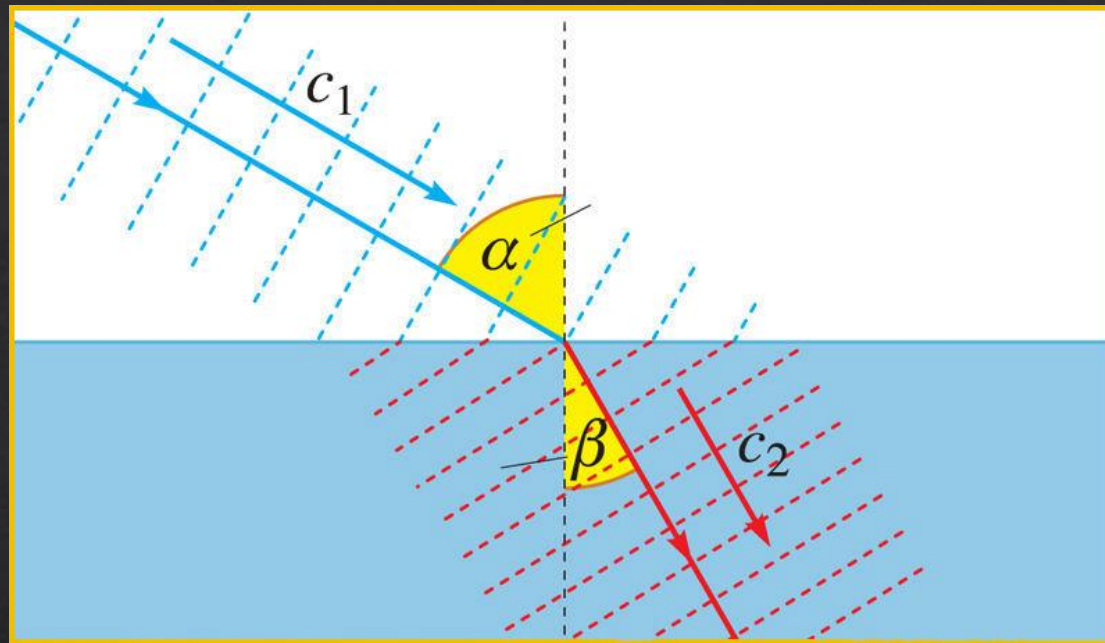
**Törés**



**Visszaverődés**

# Törés szabályai

[https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light\\_hu.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_hu.html)



$\alpha$  = beesési szög

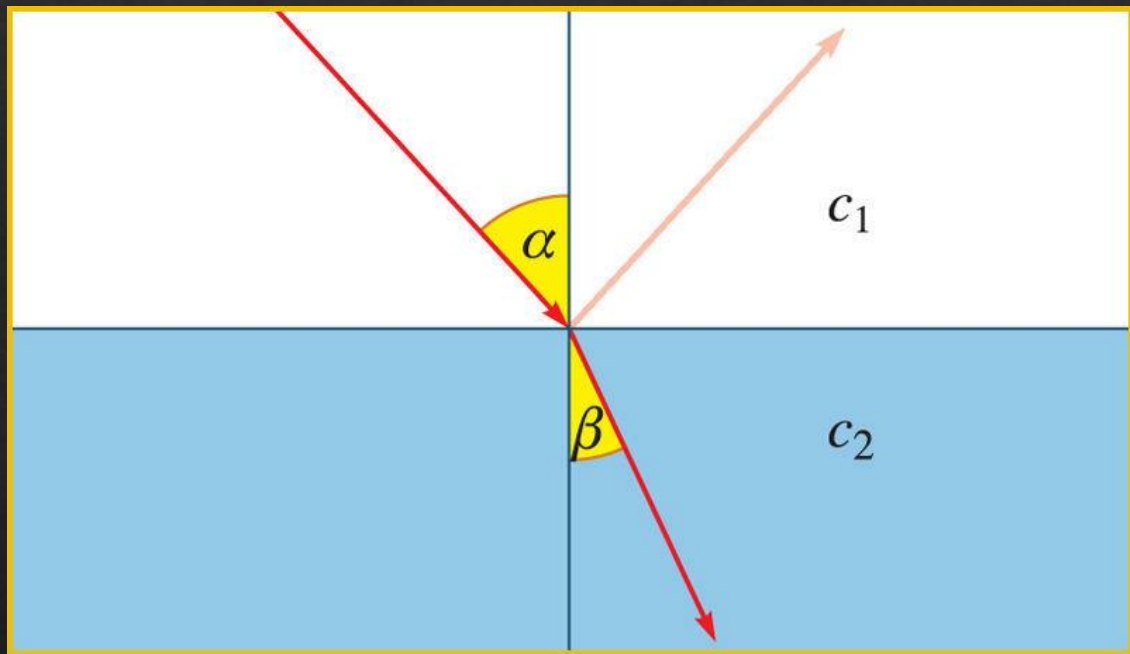
$\beta$  = törési szög

C= sebesség

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$$

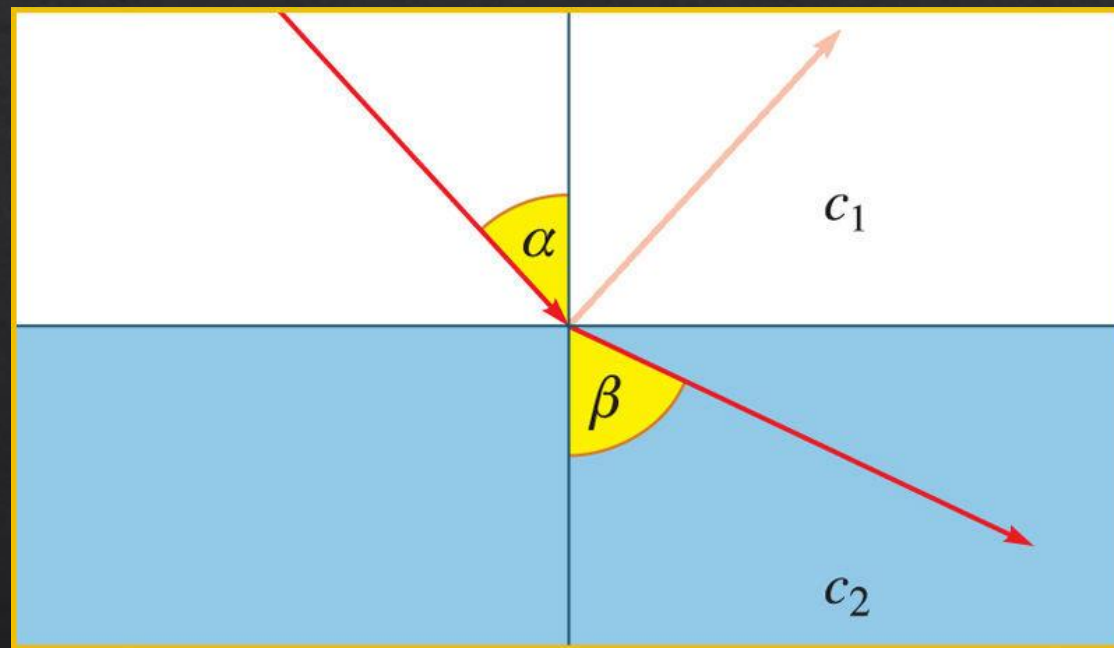
Snellius-Descartes-törvény

Ha  $c_1 > c_2$  akkor  $\alpha > \beta$



a beesési merőlegeshez

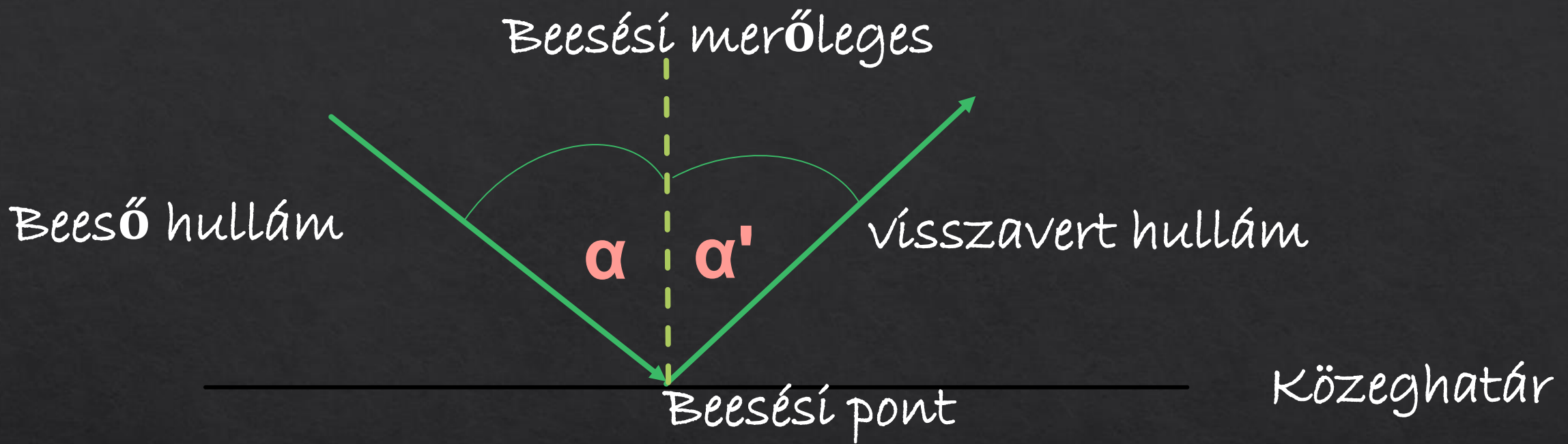
Ha  $c_1 < c_2$  akkor  $\alpha < \beta$



a beesési merőlegestől törés



# Visszaverődés szabályai



**visszaverődés törvényei:**

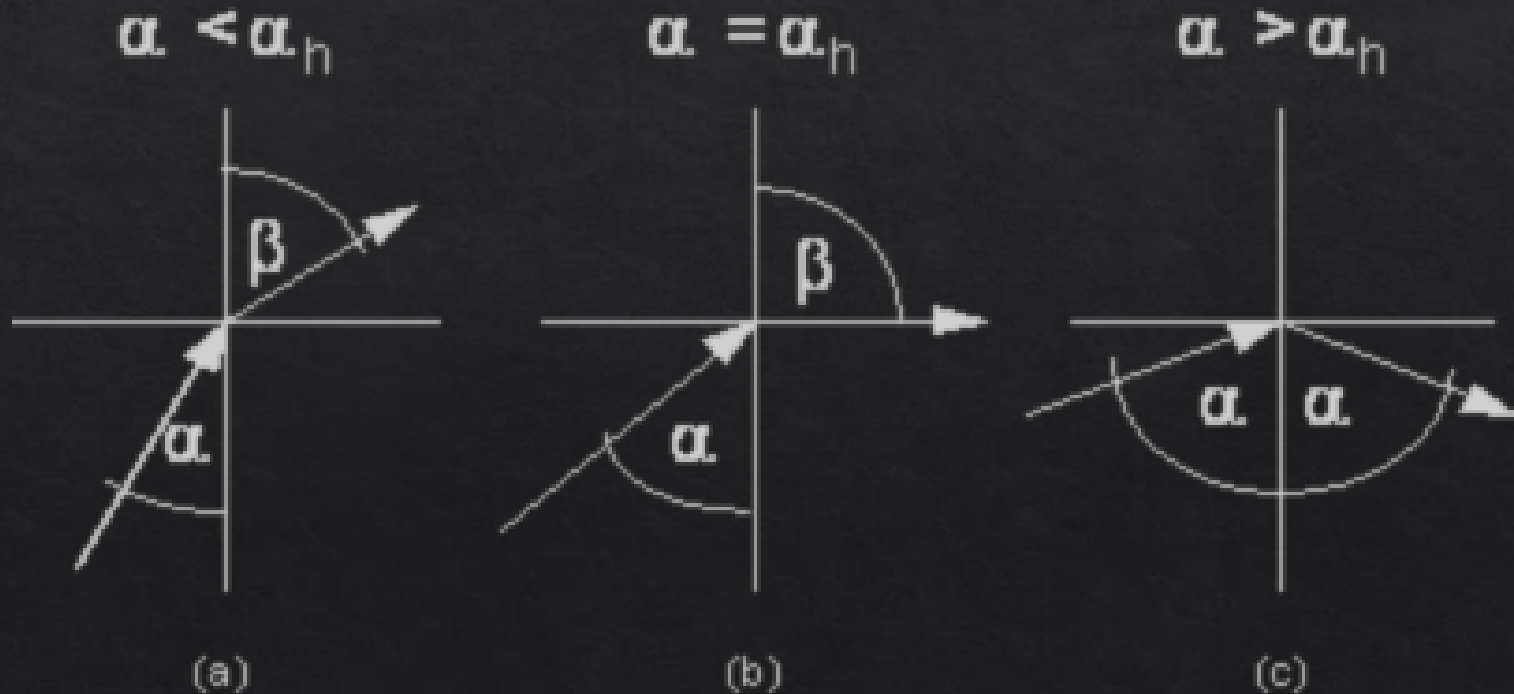
- 1. A beeső hullám terjedési iránya, a beesési merőleges és a visszavert hullám terjedési iránya egy síkban van.**
- 2. A visszaverődési szög egyenlő a beesési szöggel  $\alpha = \alpha'$  (nem változik meg a hullám terjedési sebessége, frekvenciája, hullámhossza)**

Teljes visszaverődés

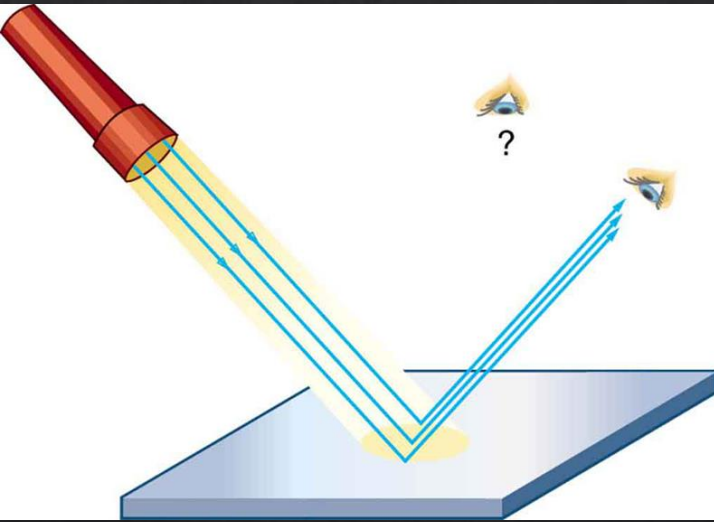
- Ha  $c_2 > c_1$  (a kettes közeg hullámtanilag ritkább) a beesési szöget növelve eljutunk egy olyan szög értékhez ( $\alpha_h$ ), amikor a törési szög  $90^\circ$  lesz

$$\sin \alpha_h = \frac{c_1}{c_2}$$

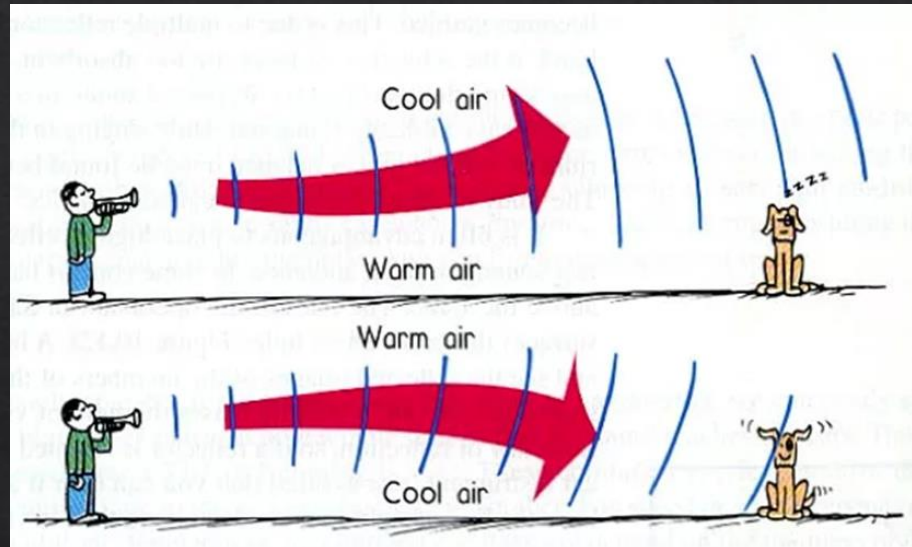
$\alpha_h = \text{határszög}$



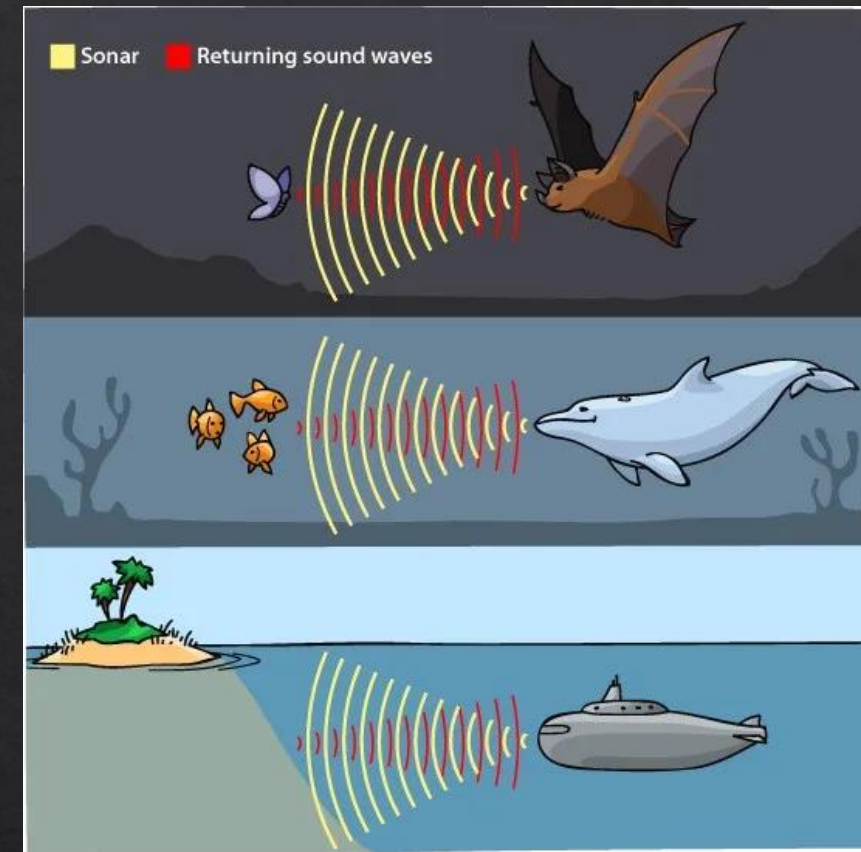
# Hullámok visszaverődése, törése a hétköznapokban



látás



hallás

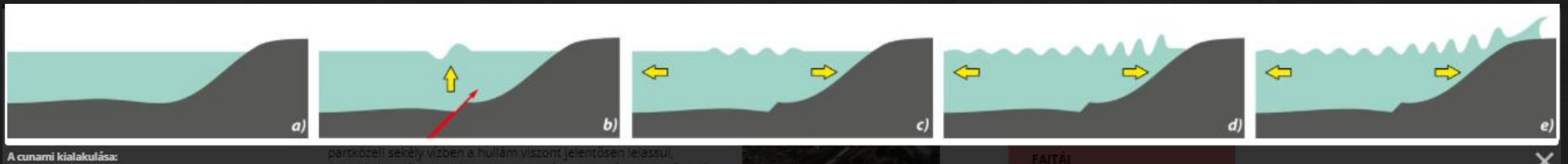
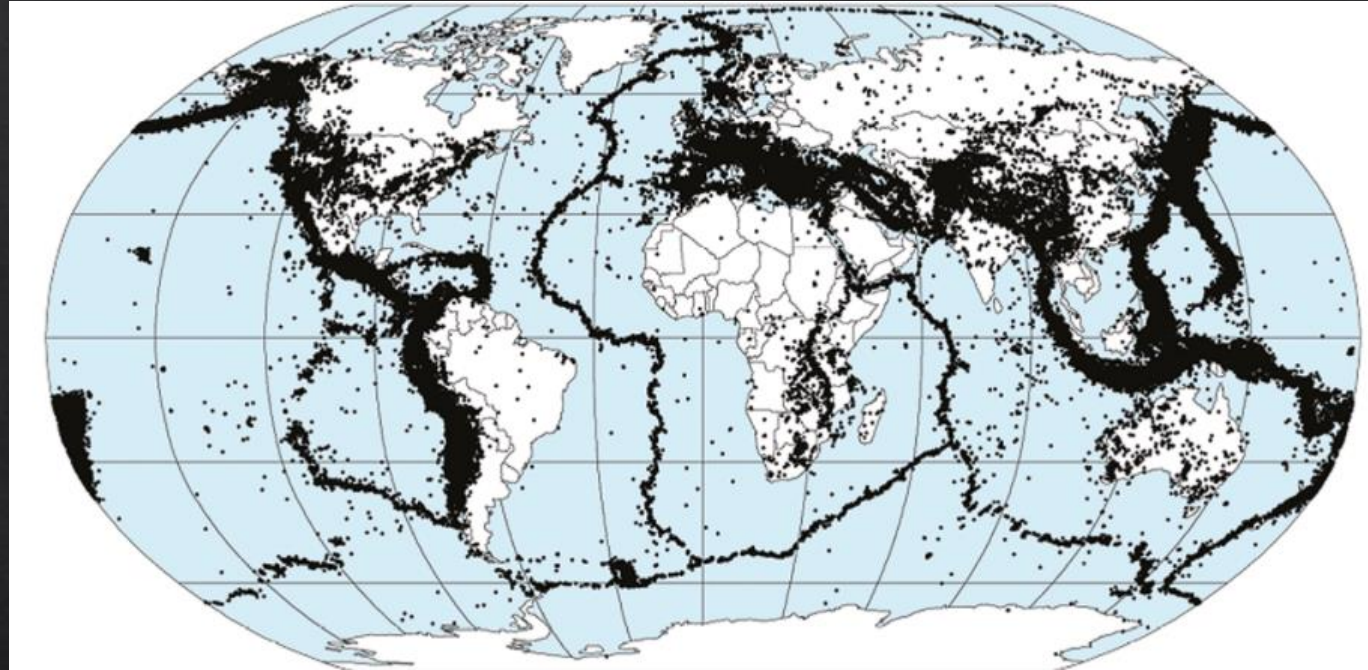


érzékelés



# Földrengések-cunami

[https://www.ted.com/talks/alex\\_gendler\\_how\\_tsunamis\\_work/transcript?language=hu](https://www.ted.com/talks/alex_gendler_how_tsunamis_work/transcript?language=hu)



A cunami kialakulása:

partközeli sekély vízben a hullám vízszint jelentősen lelassul,

FAJTÁI



# Hullámjelenségek 2

elhajlás, polarizáció, interferencia, állóhullám kialakulása

Készítette: Végh Eszter



# Hullámok találkozása



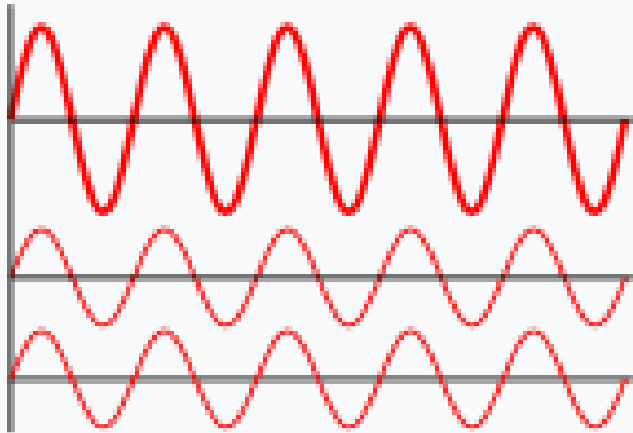
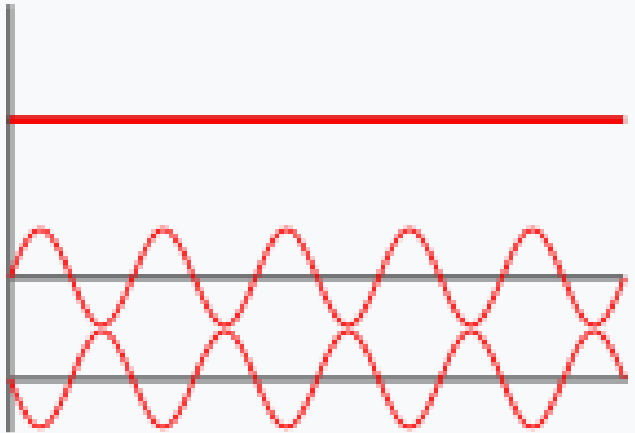
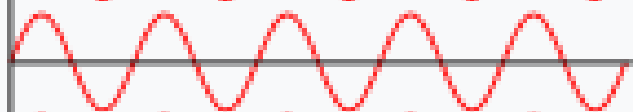
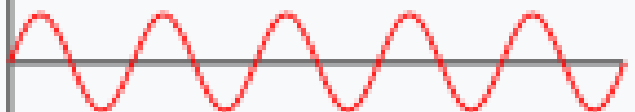
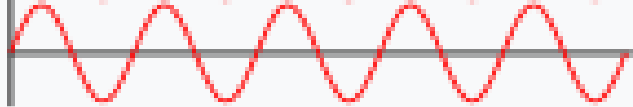
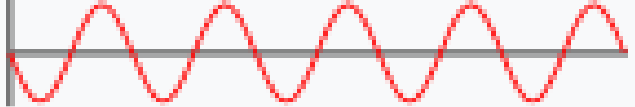
# 1. Vonalmenti hullámok találkozása

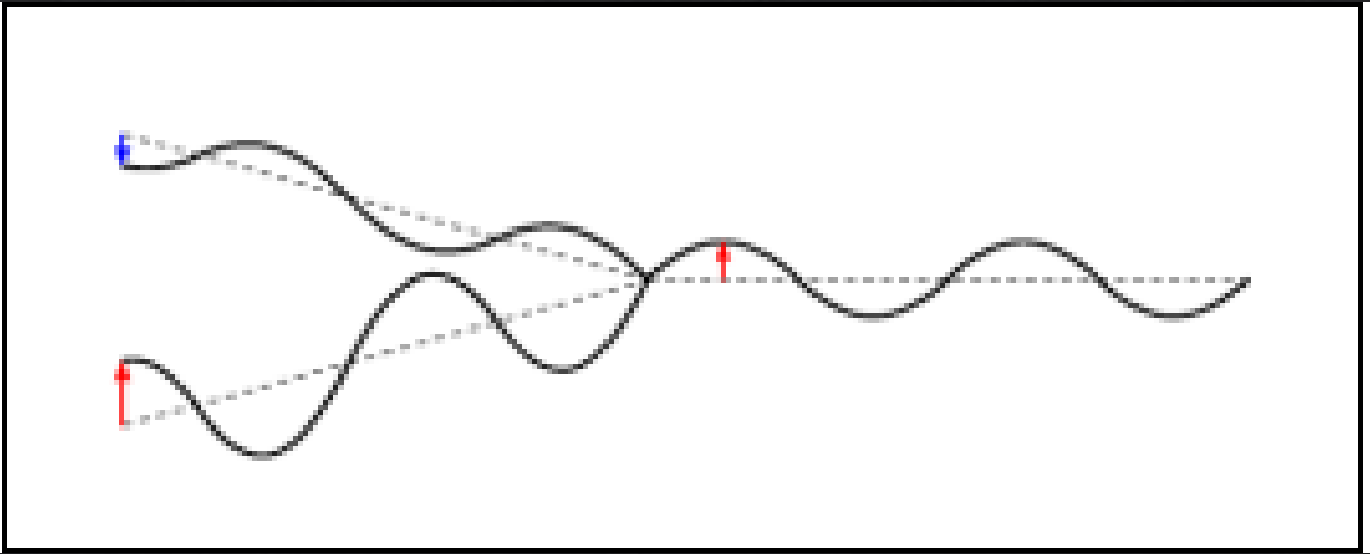
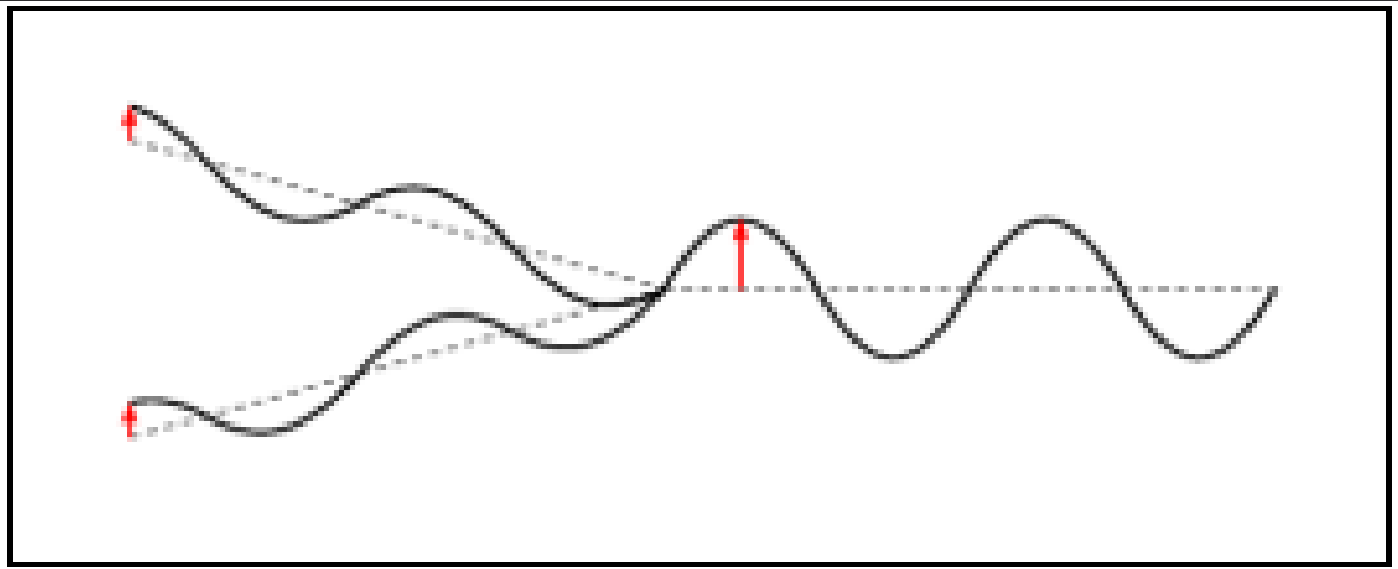
<https://phet.colorado.edu/hu/simulations/wave-on-a-string>

<https://www.youtube.com/watch?v=uKrvTA4SKVU&t=34s>

## ERŐSÍTÉS

## KIOLTÁS

<i>Eredő hullámforma</i>		
<i>1. hullám</i>		
<i>2. hullám</i>		
	<i>Azonos fázisban lévő két hullám</i>	<i>Két hullám fáziskülönbsége 180°, ellenfázisban vannak</i>

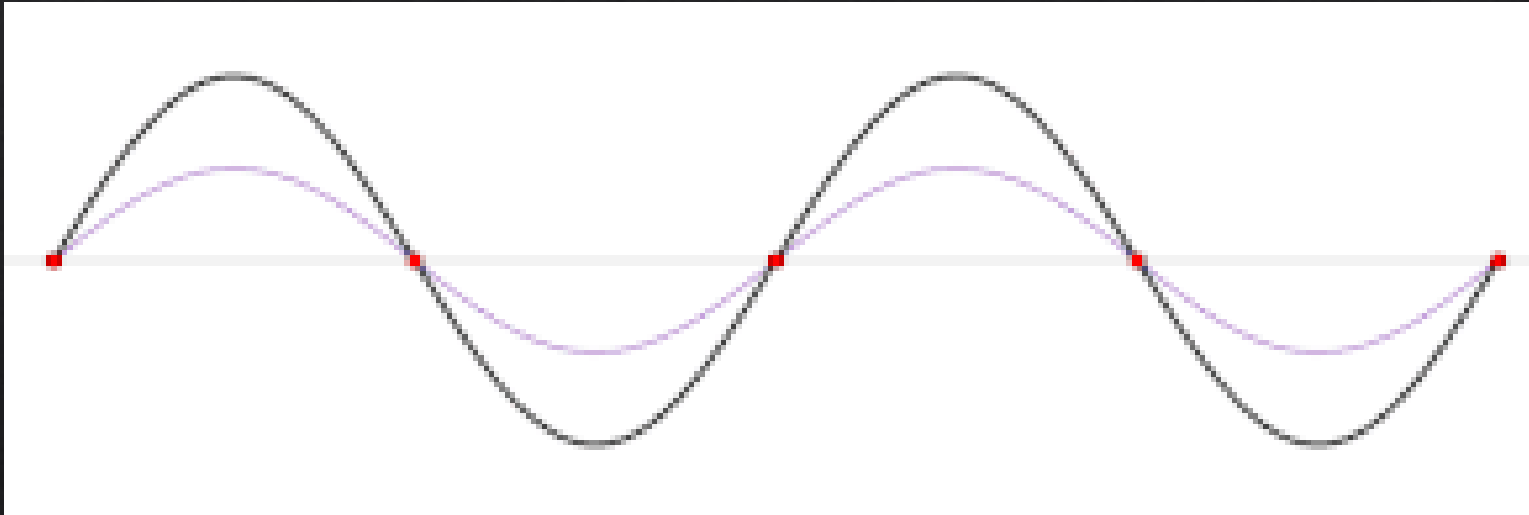


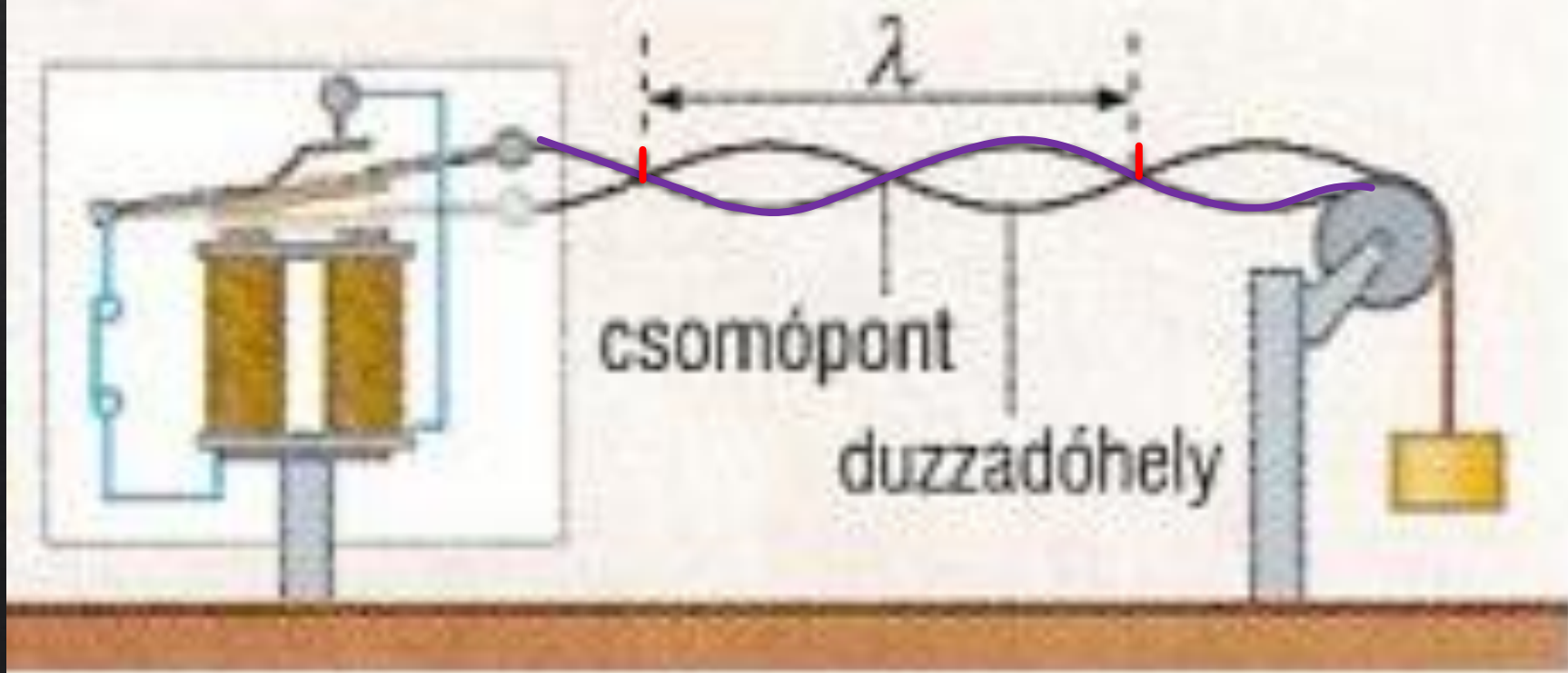
## 2. Állóhullámok

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_V4gRKL-K6Q](https://www.youtube.com/watch?v=_V4gRKL-K6Q)

<https://www.youtube.com/watch?v=GbFGGgAfvIs>

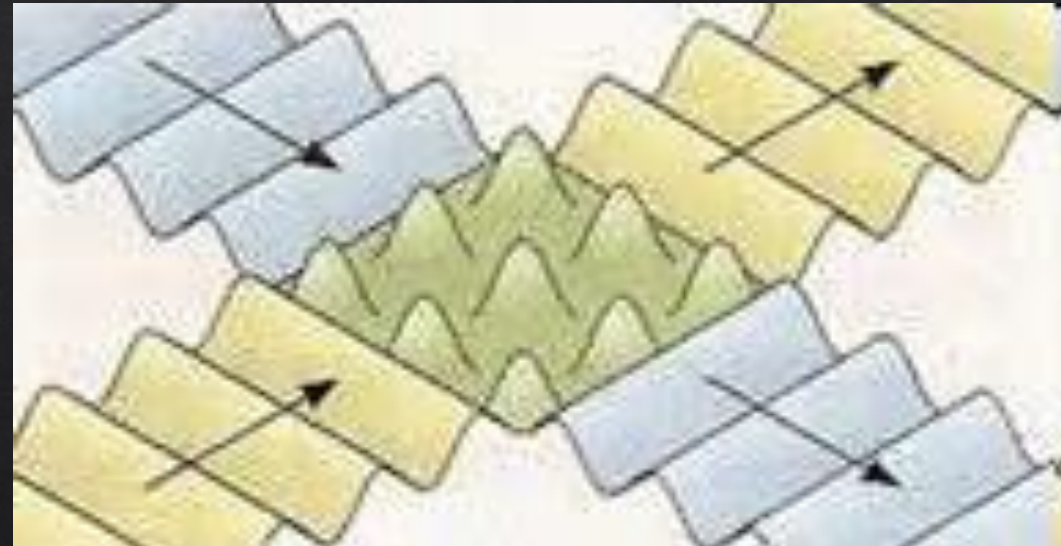
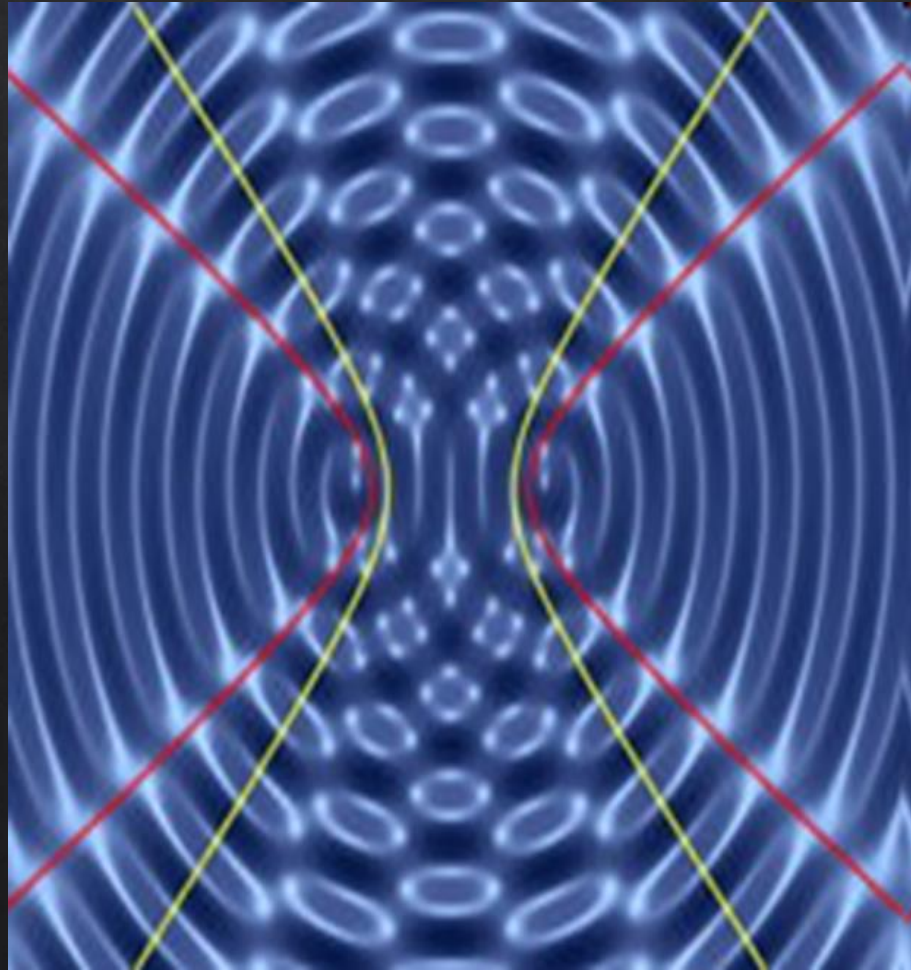
[https://www.walter-fendt.de/html5/phhu/standingwavereflection\\_hu.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phhu/standingwavereflection_hu.htm)





### 3. Felületi hullámok találkozása/interferencia

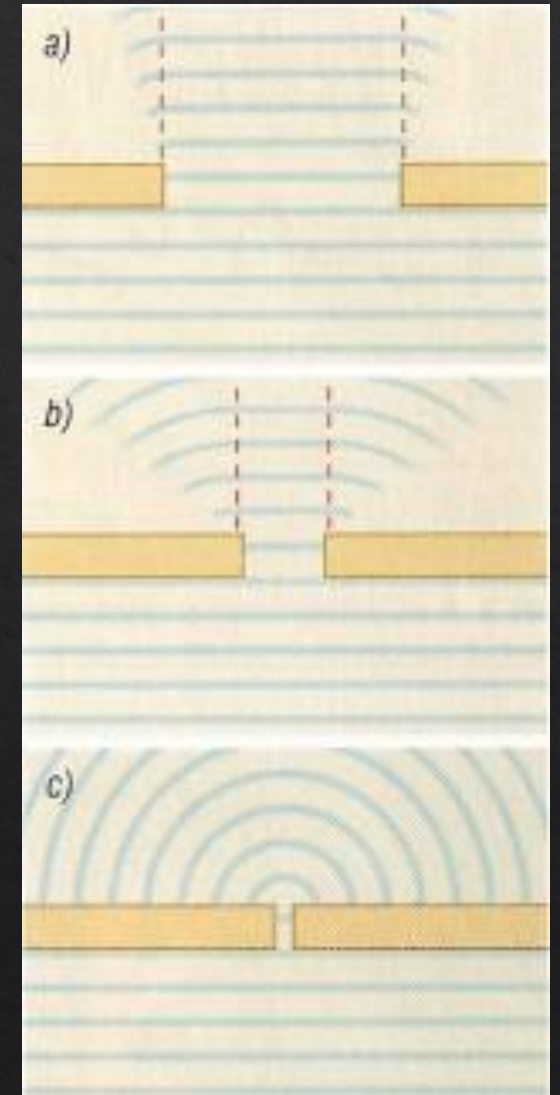
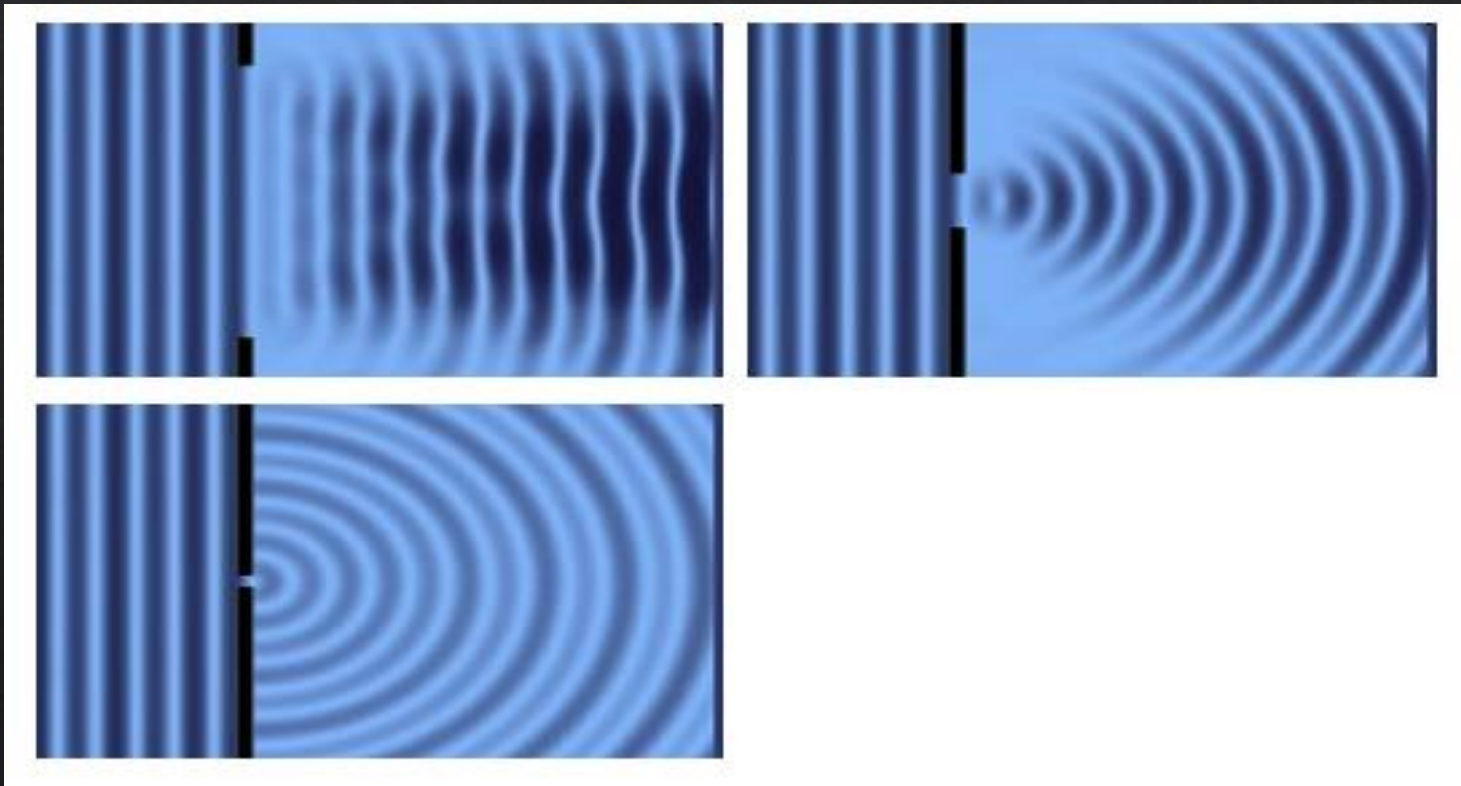
<https://phet.colorado.edu/hu/simulations/wave-interference>





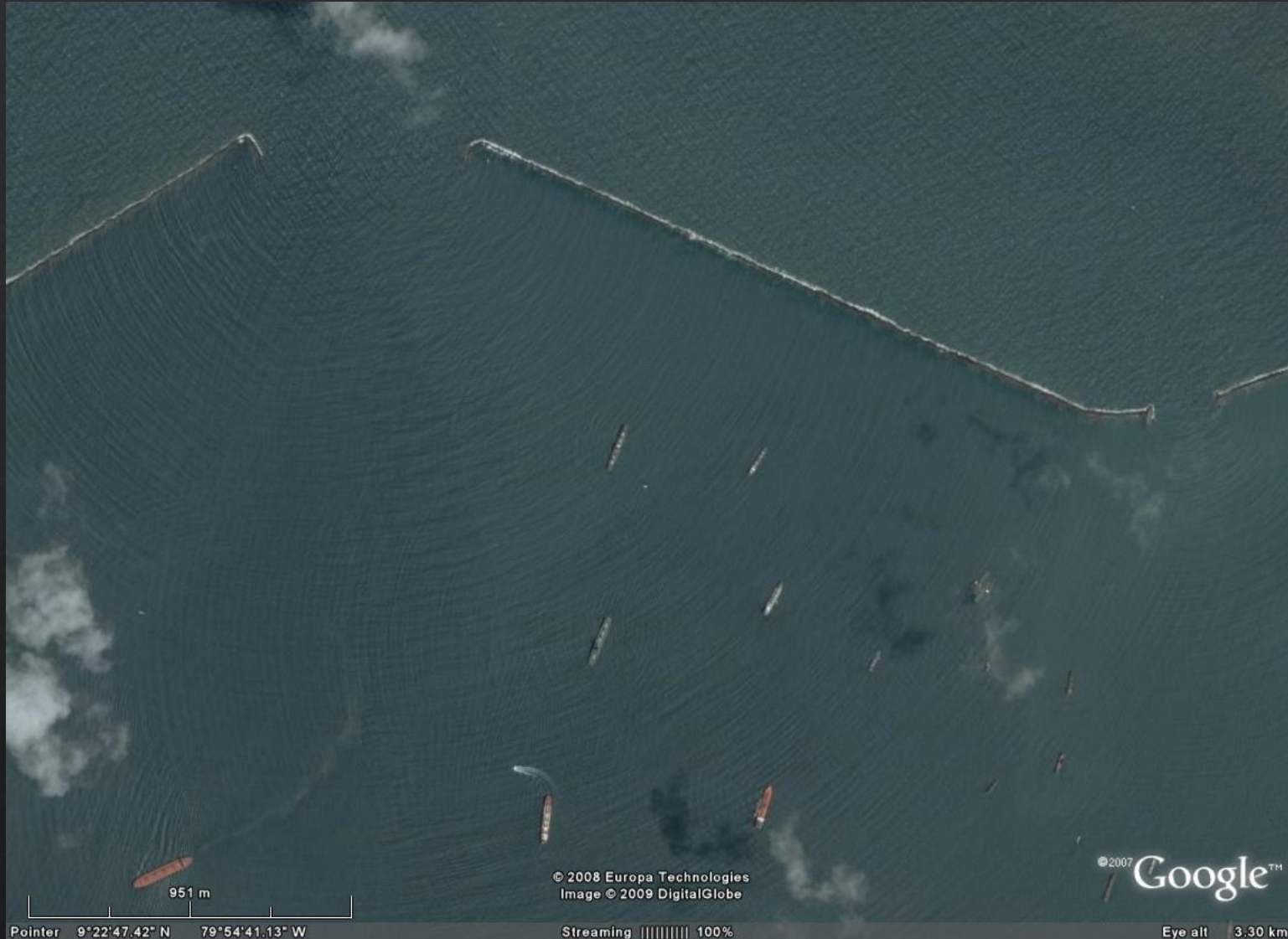
# A hullámok elhajlása

<https://phet.colorado.edu/hu/simulations/wave-interference>



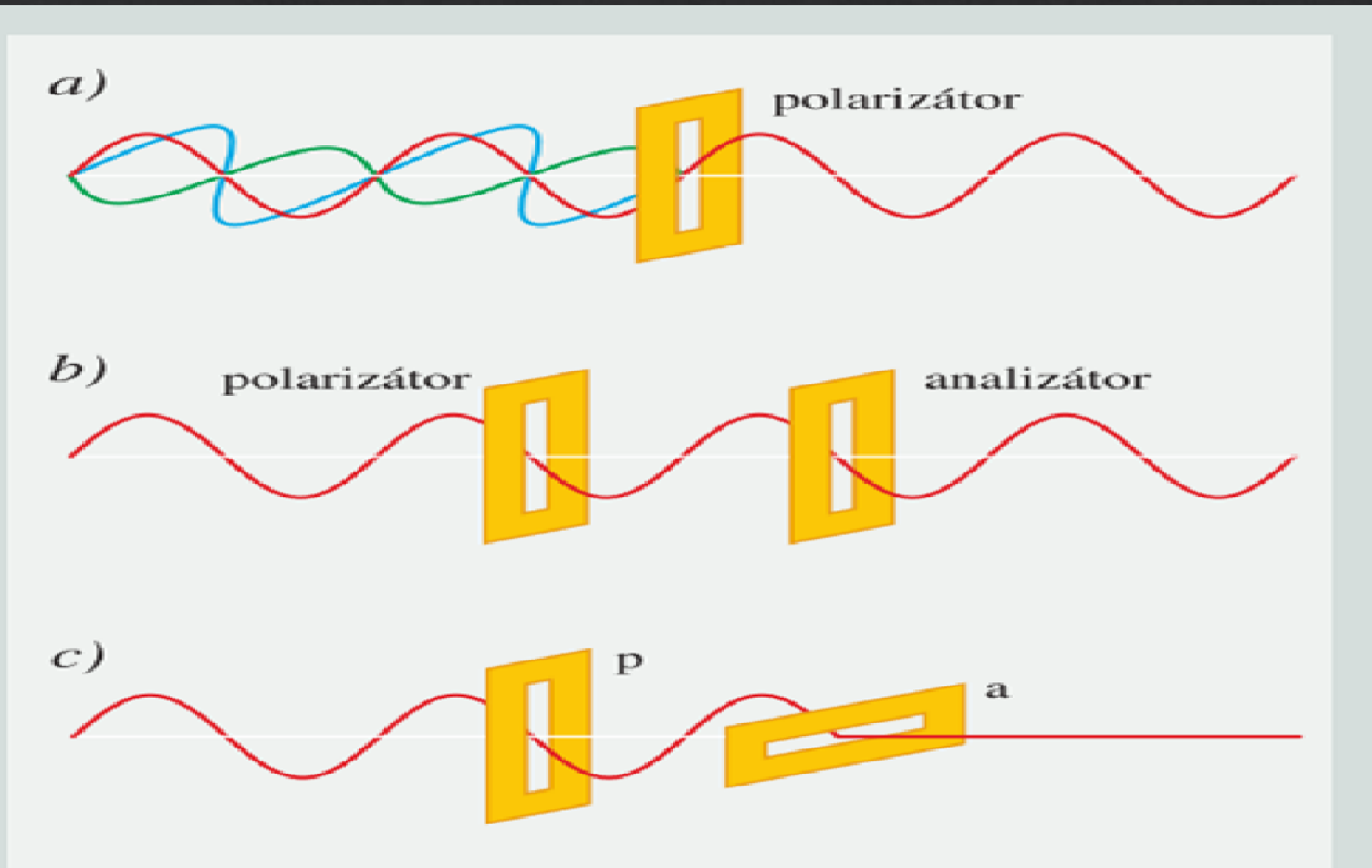


# Hullámok elhajlása a Panamacsatornánál



# Polarizáció

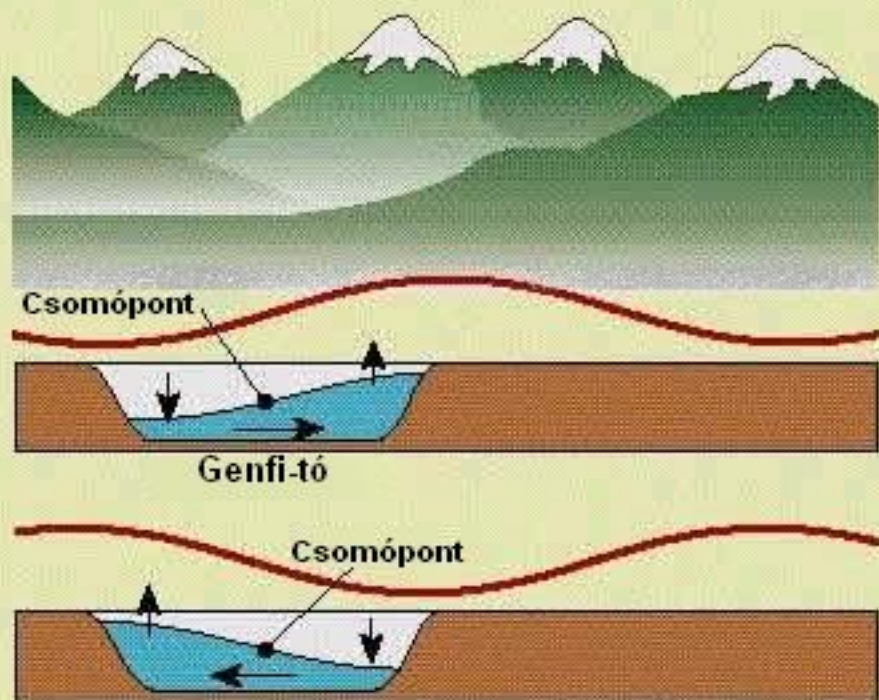
<https://www.youtube.com/watch?v=V4gRKL-K6Q>



33.1. Milyen hullám polarizálható?

# Állóhullámok (seiche-k) / tó lengései

## Seiche a Genfi-tóban (Svájc)



← Egy hullámhossz egyenlő →  
a tó hosszúságának kétszeresével

<https://www.youtube.com/watch?v=UPd3XHhq6Qs>

[https://www.youtube.com/watch?v=5O\\_yAhMe0aY](https://www.youtube.com/watch?v=5O_yAhMe0aY)