

Hullámtani jelenségek

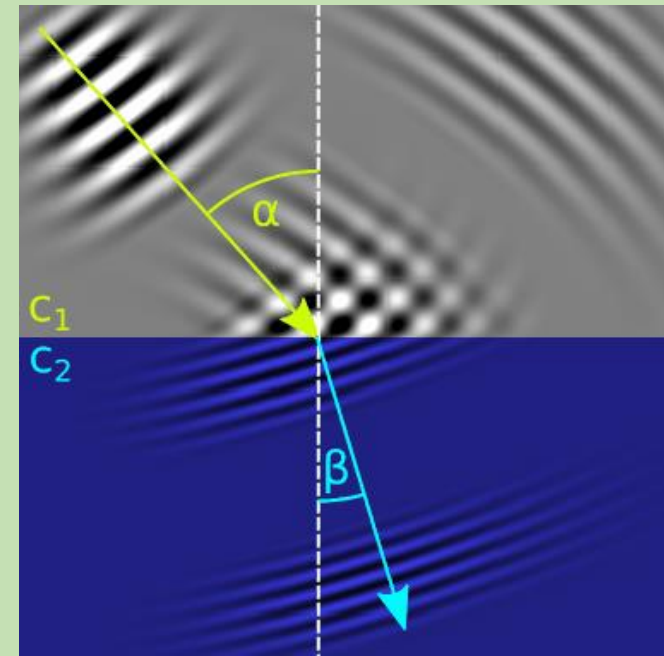
Visszaverődés, törés

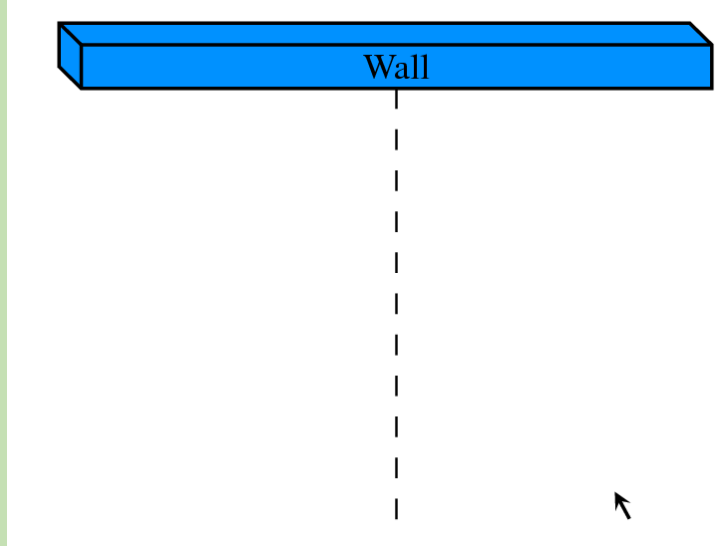


Hullámok viselkedése új közeg határán

Visszaverődés

Törés





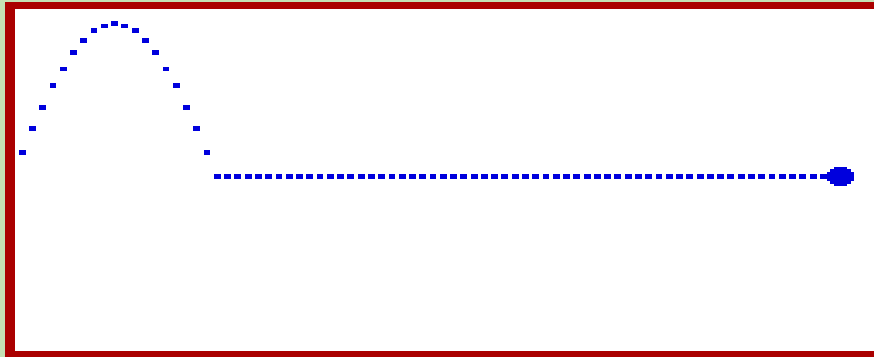
Hullámok visszaverődése



Hullámok visszaverődése

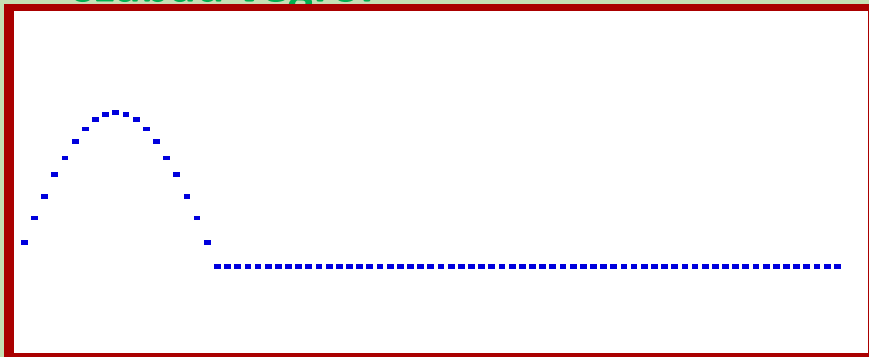
Vonal hullámok visszaverődése rugalmas pontsoron

rögzített végről

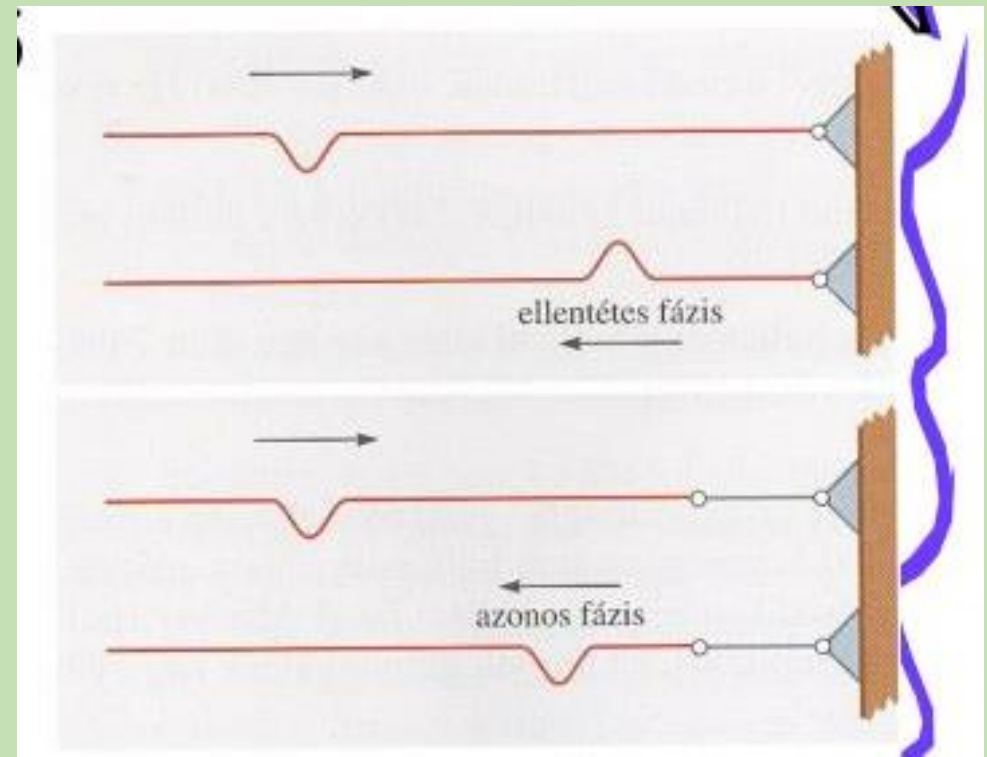


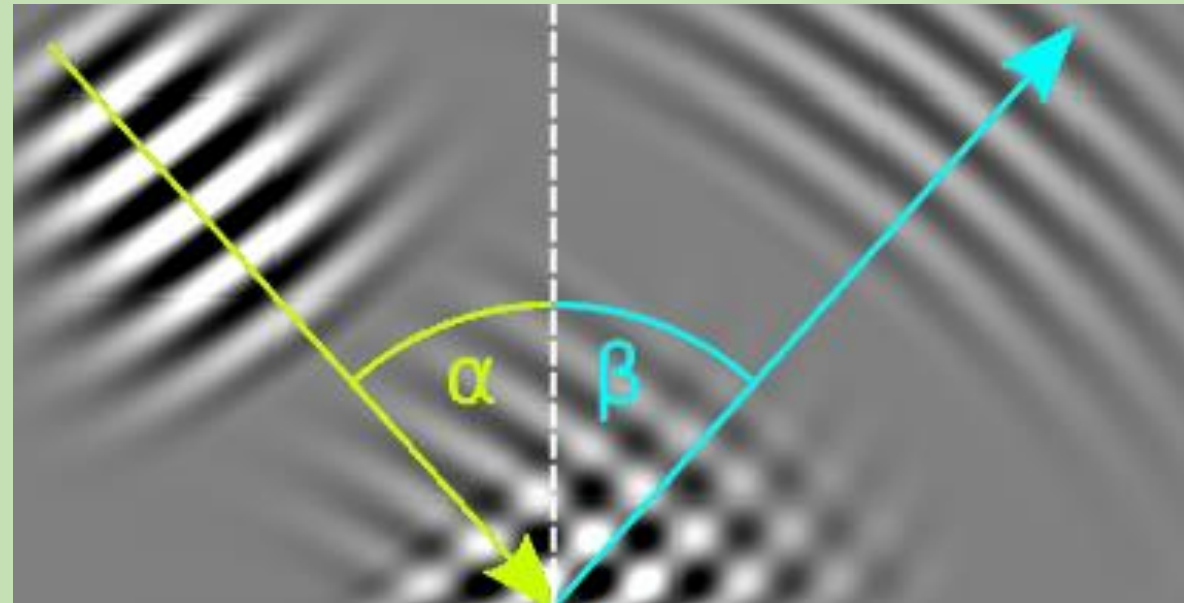
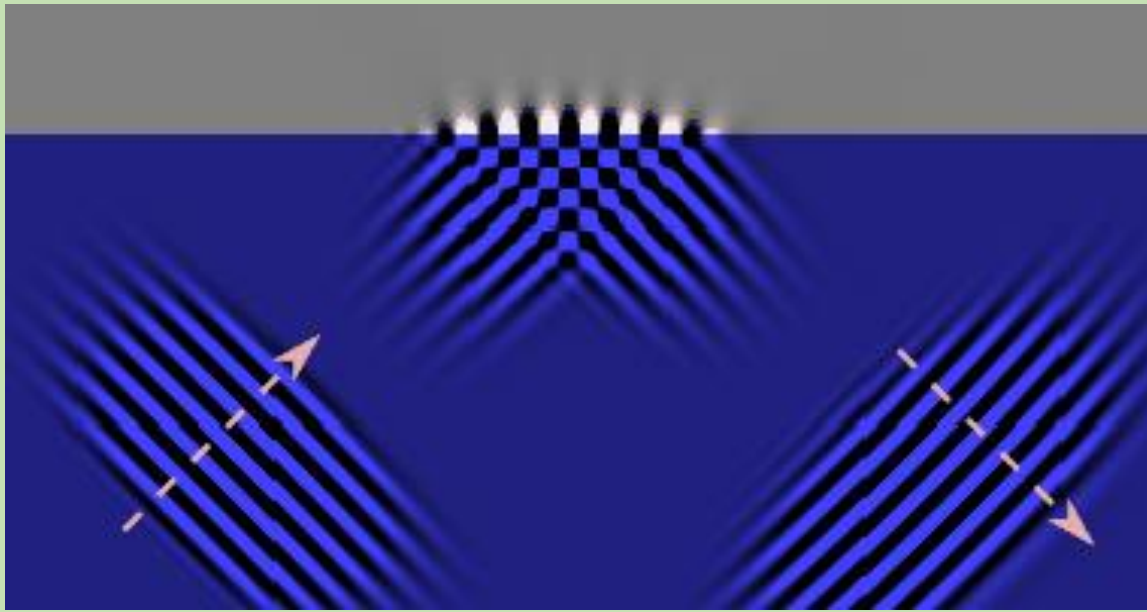
Ellentétes fázisban verődnek vissza.

szabad végről



Azonos fázisban verődnek vissza.



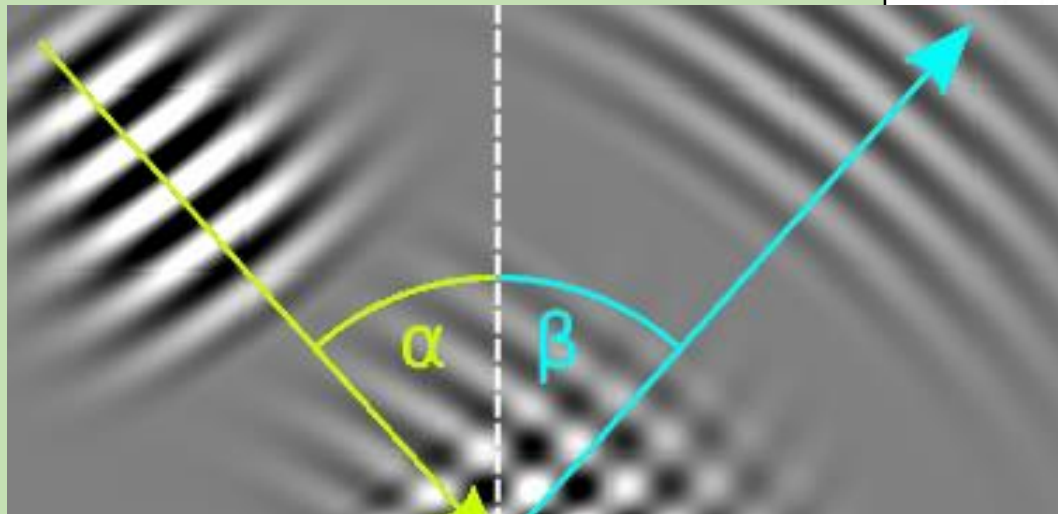
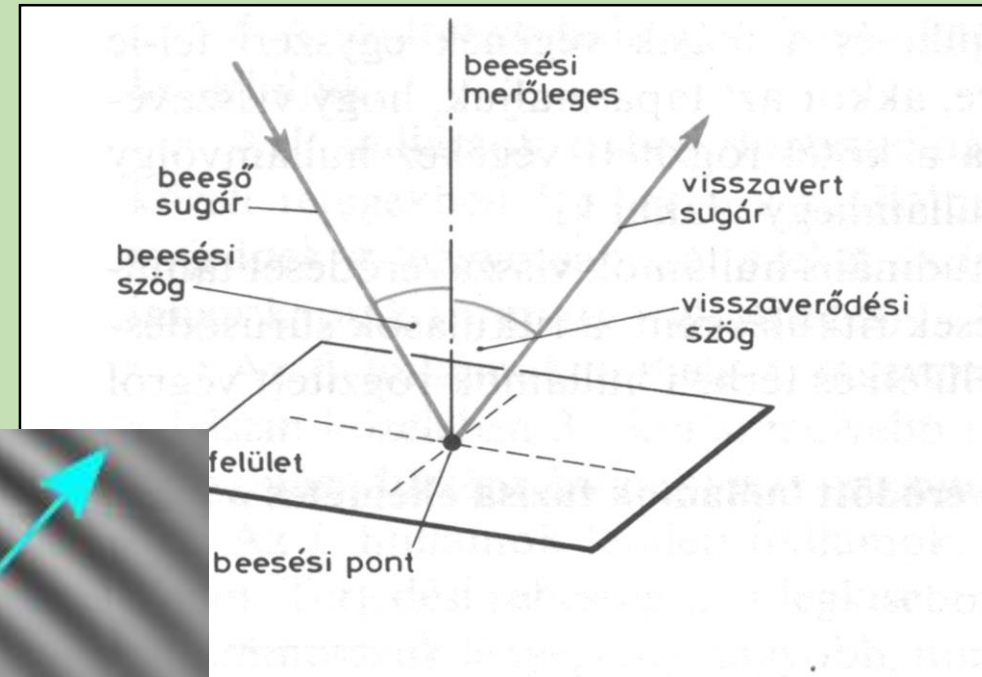


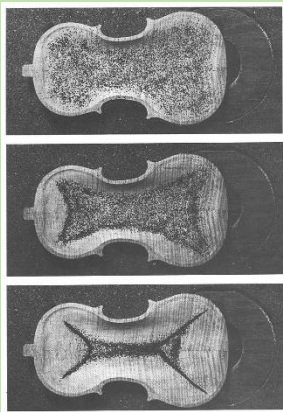
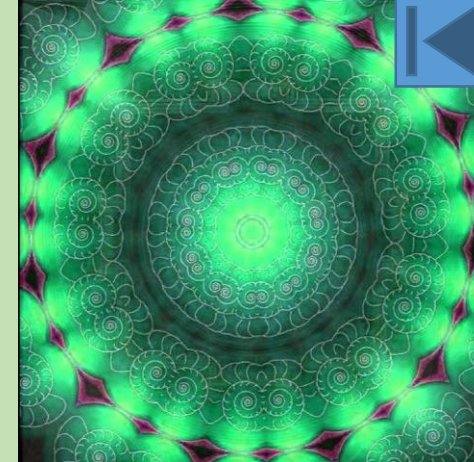
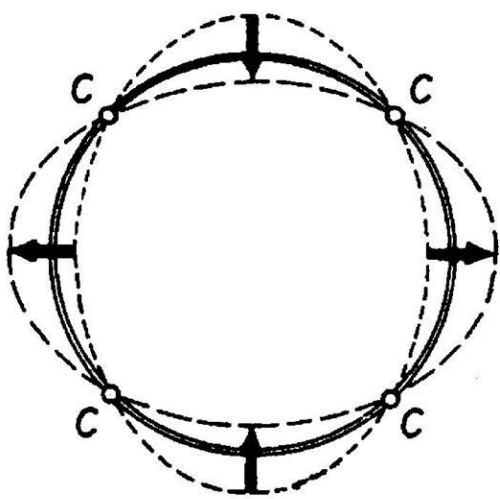
Hullámok visszaverődése



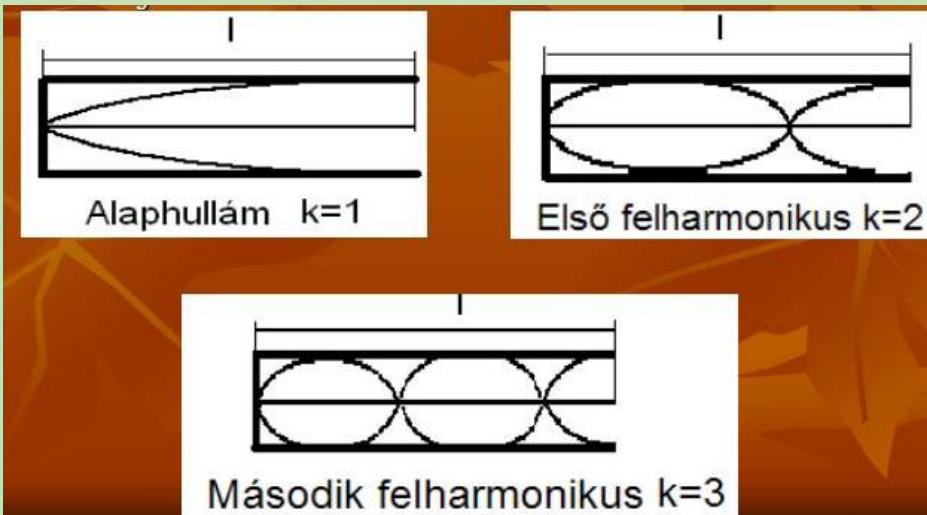
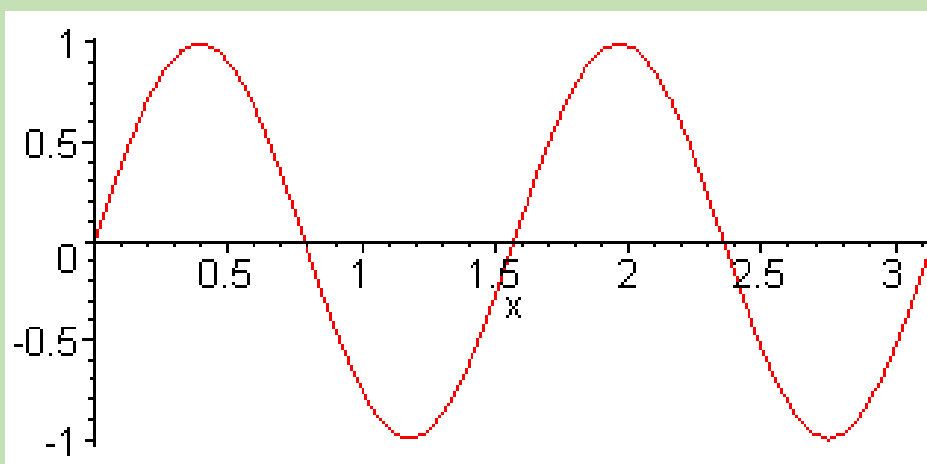
Visszaverődés törvényei:

1. Térbeli hullámok esetén a beeső sugár, a beesési merőleges és a visszavert sugár egy síkban van.
2. A beesési szög és a visszaverődési szög egyenlő nagyságú.

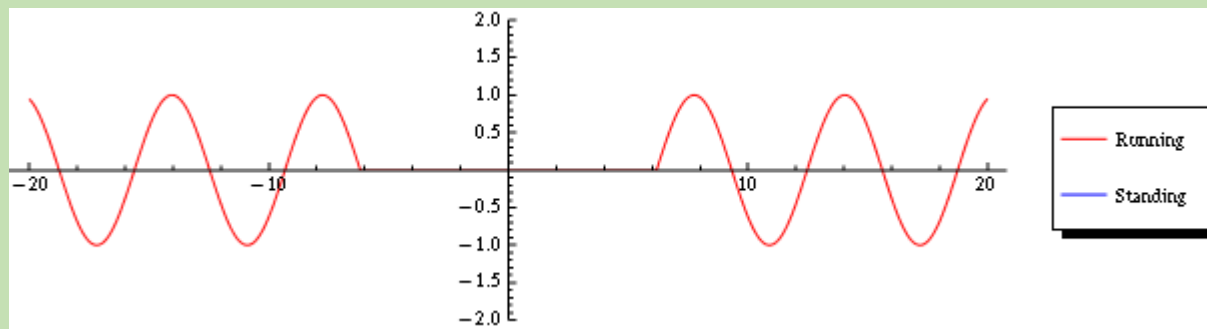
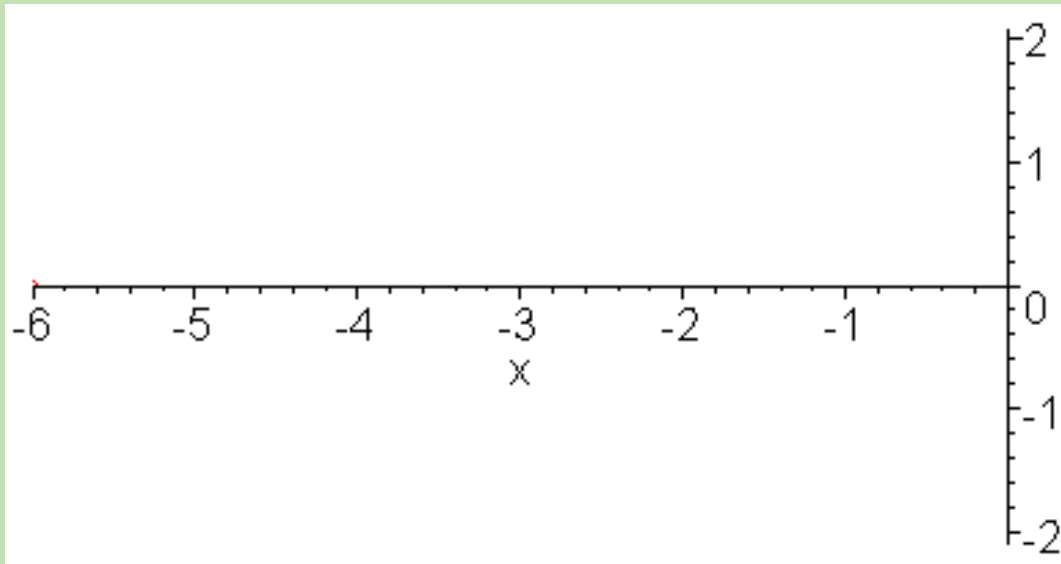




Állóhullámok

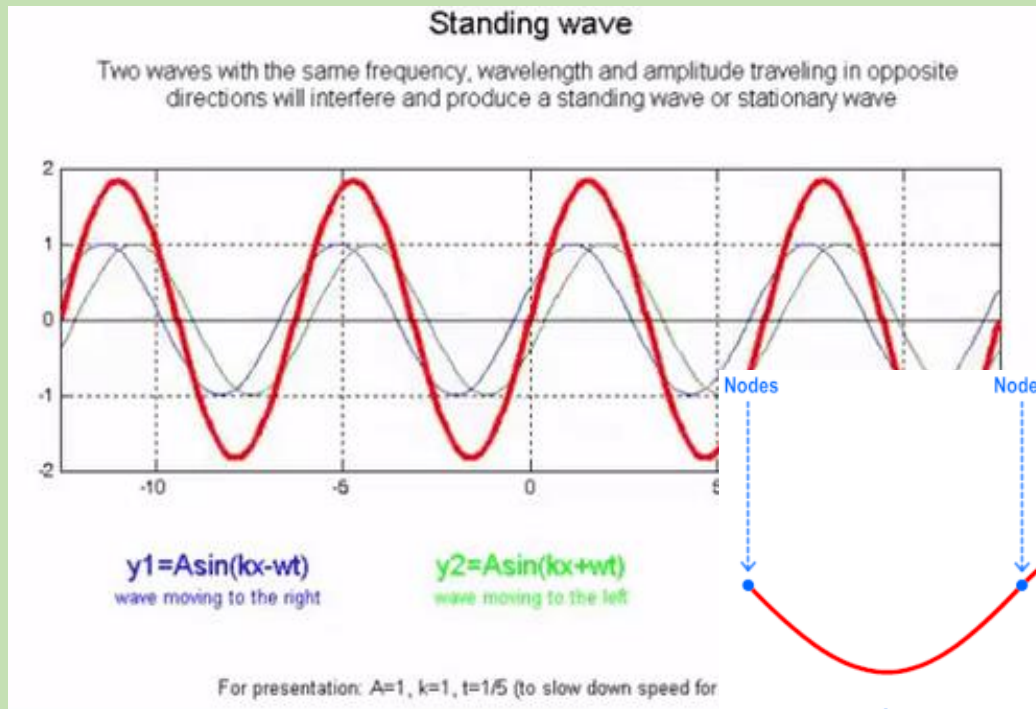


Állóhullámok keletkezése (animáció)

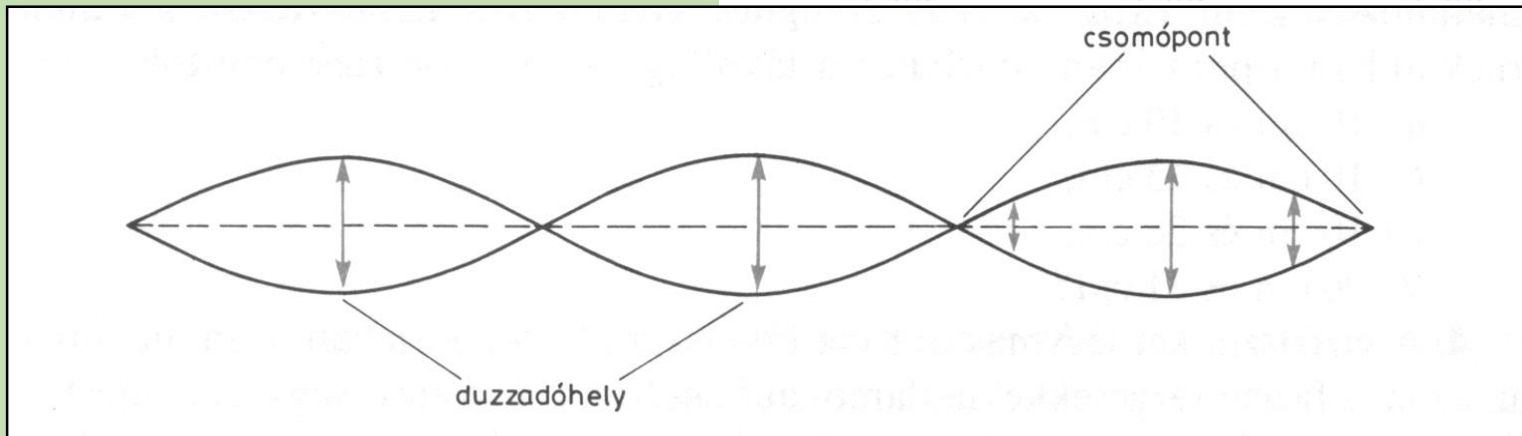
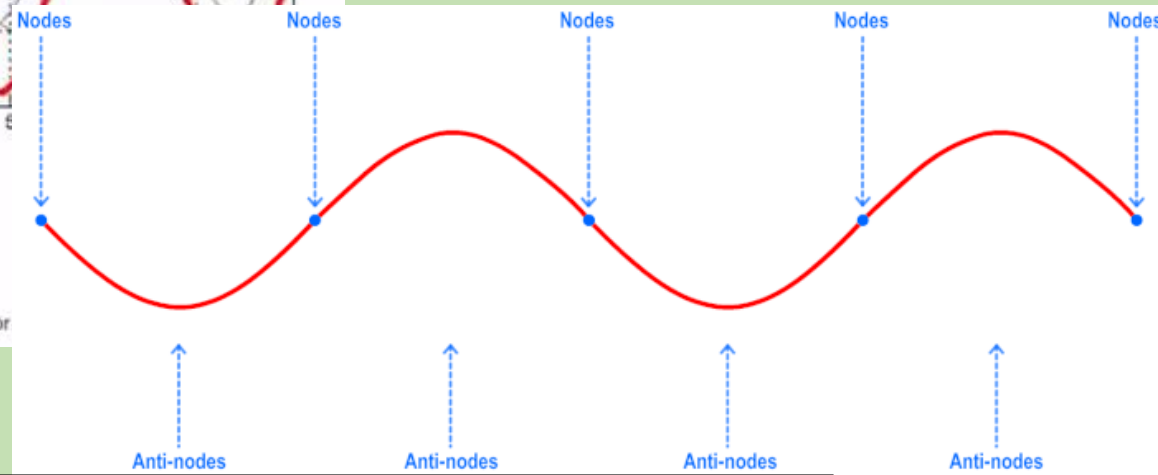


- Az **állóhullámok** az egymással szemben terjedő *hullámok* interferenciája képpen jönnek létre (pl. a gitár húrján, amelynek hullámai visszaverődnek a két húrvégről).
- Az *animáció* az állóhullámok kialakulását mutatja be.
- Az állóhullámokban a **valamely két ponton mért elmozdulások aránya változatlan marad.**

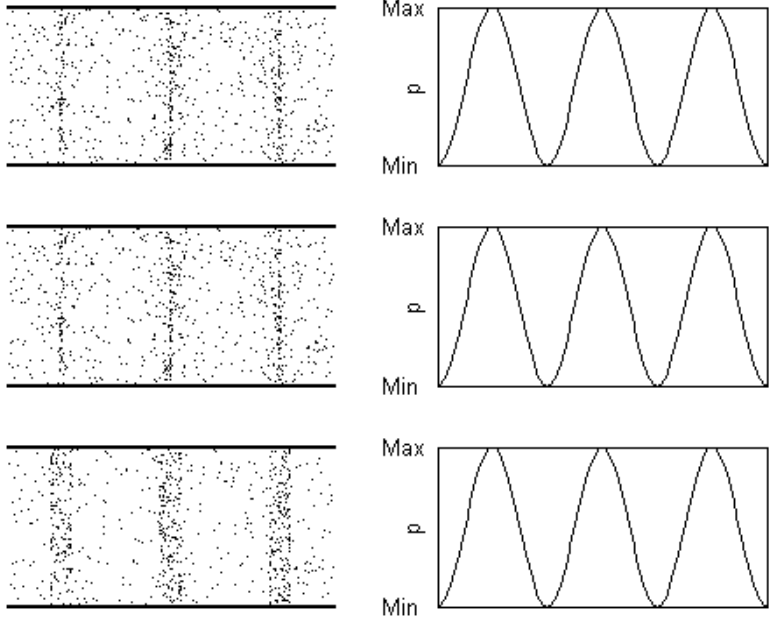
Csomópontok és duzzadóhelyek váltakozása



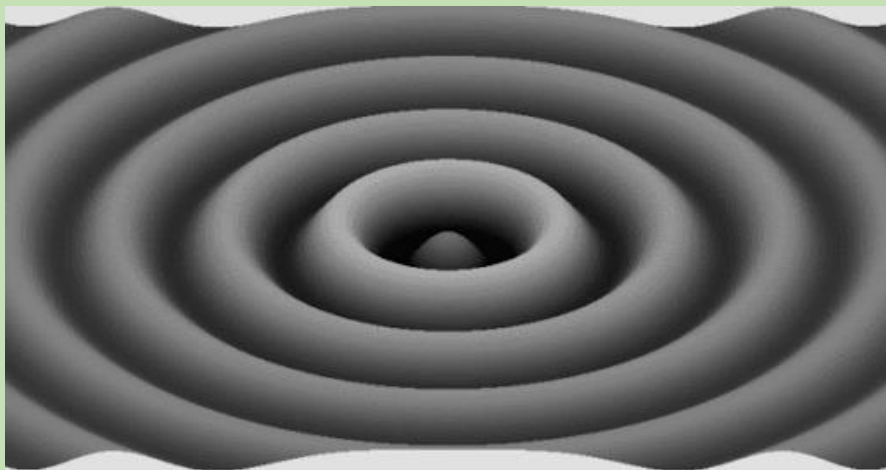
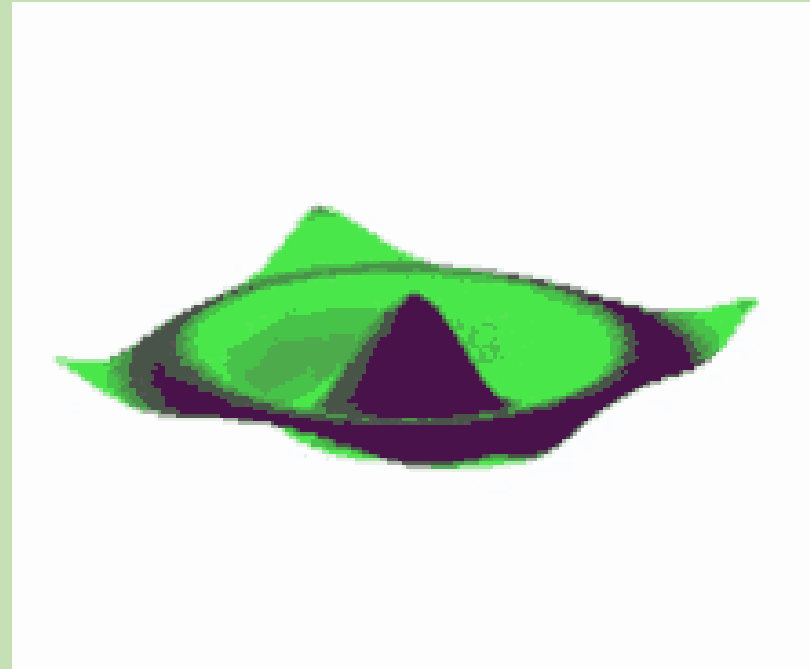
Csomópontok: kitérés nulla
Duzzadóhelyek: kitérés maximális



Superposition of Plane Waves to Create Standing Wave



@ Ralph Muehleisen, 2006



The goal was to obtain a $\pi / 2$ phase offset at the center.

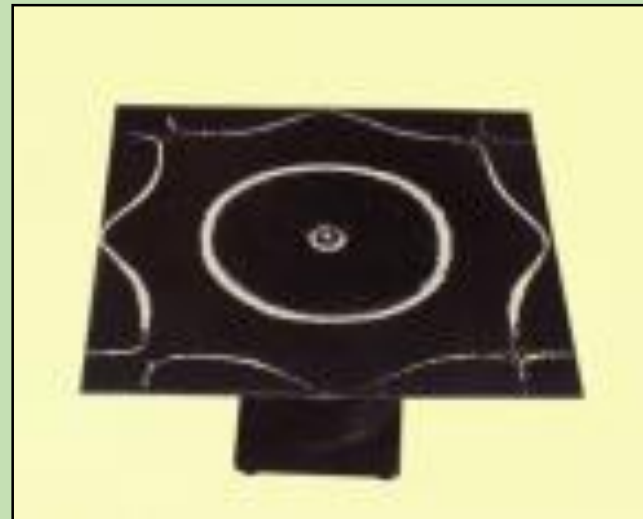
$t = 2 * \pi = 1 / 64$

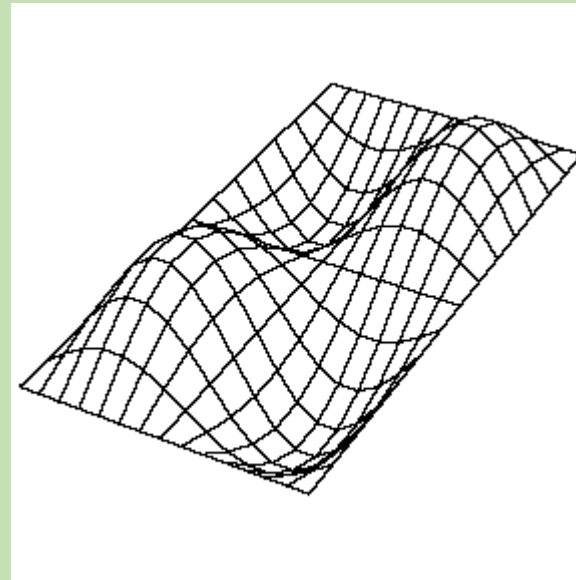
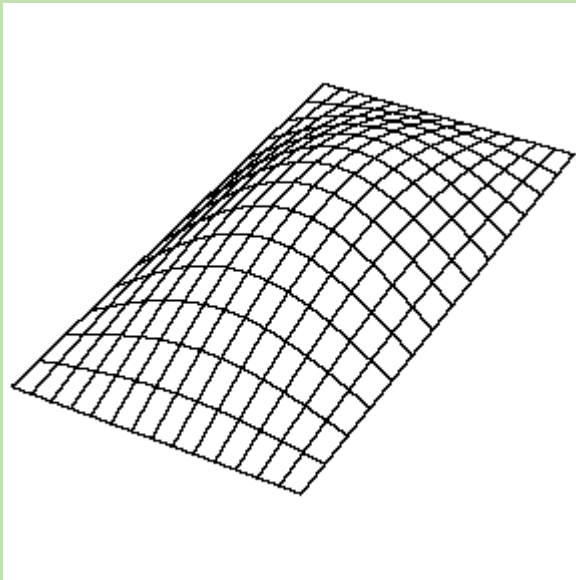
$y = \sin(x - t) / x$
 $x = 2 * \pi = \text{distance} / \text{lambda}$
 Phase correction for $x < \pi$:
 $x = x + (\pi/2) * (1-x/\pi)^2$

Press Esc to quit.
 Pause: click or press P.
 Gabriel LaFreniere

Oct. 3, 2007.
glafreniere.com

The source code (freebasic.net) may be freely distributed, copied or modified.





Mode (1,1)



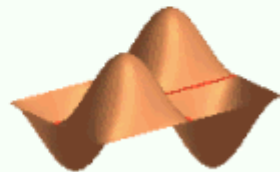
Mode (1,2)



Mode (2,1)



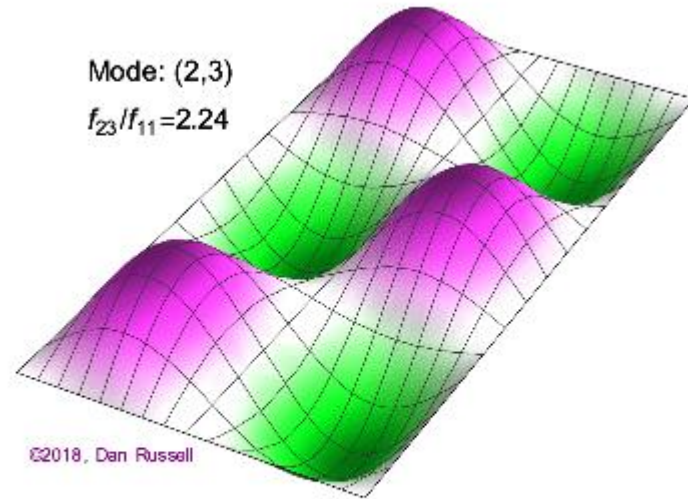
Mode (2,2)



isvr

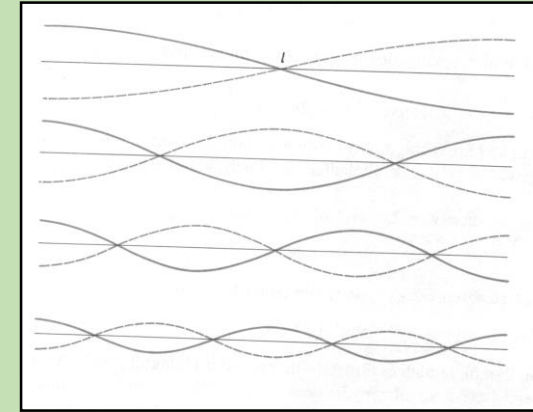
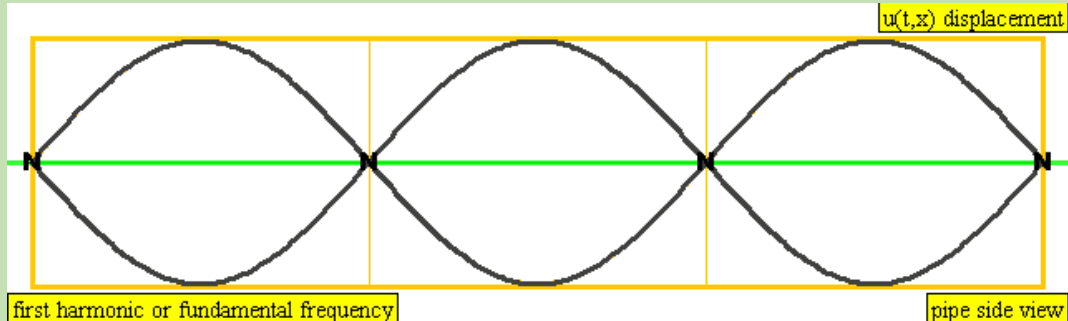
Mode: (2,3)

$f_{23}/f_{11}=2.24$

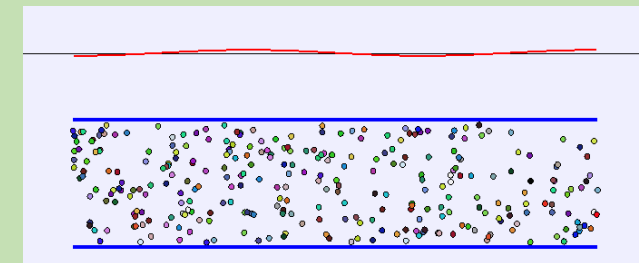


©2018, Dan Russell

Állóhullámok keletkezésének feltételei



Rögzített végnél csak csomópont, szabad végnél pedig csak duzzadóhely lehet.

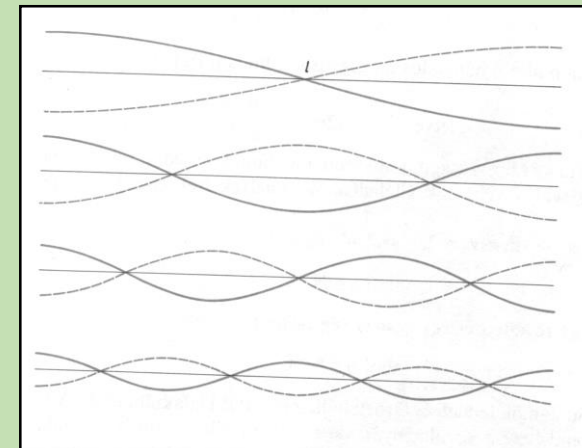
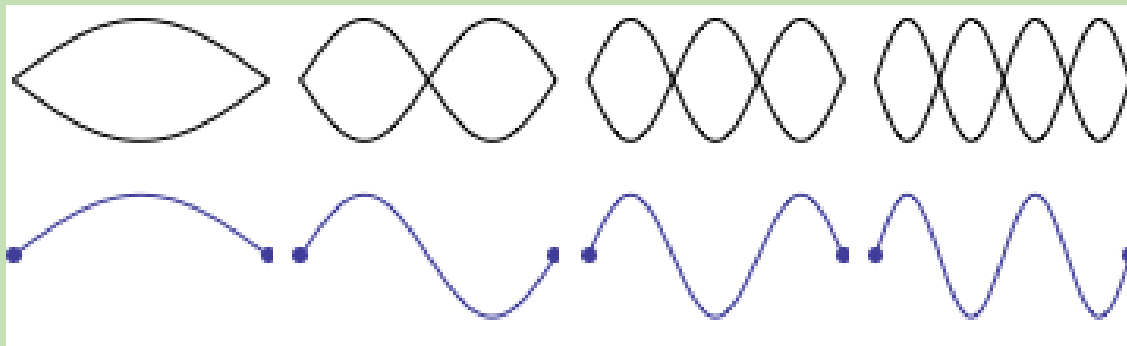




Mindkét végén rögzített vagy mindkét végén szabad közegben keletkező állóhullámok

Feltétel: A félhullámhossz $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ egész számszor (n) férjen fel az l hosszúságú húrra vagy levegőoszlopra.

$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$$



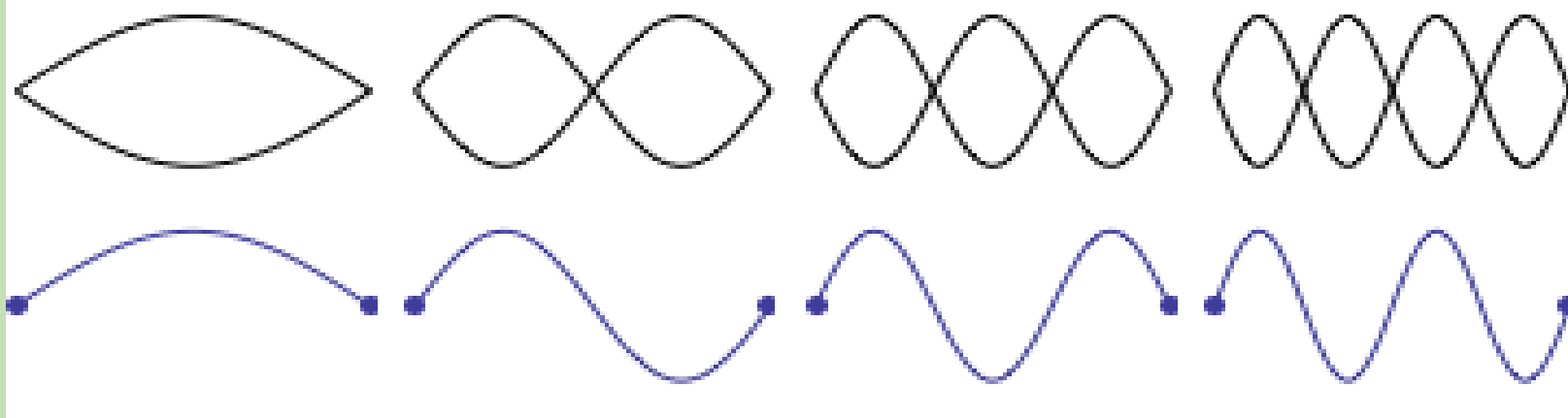
Alapfrekvencia(f_0), felharmonikusok(f_n)

$$l = \frac{\lambda}{2}$$

$$l = 2 \cdot \frac{\lambda}{2} = \lambda$$

$$l = 3 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$l = 4 \cdot \frac{\lambda}{2}$$



$$f_0 = \frac{c}{2 \cdot l}$$

$$f_1 = 2 \cdot \frac{c}{2 \cdot l}$$

$$f_2 = 3 \cdot \frac{c}{2 \cdot l}$$

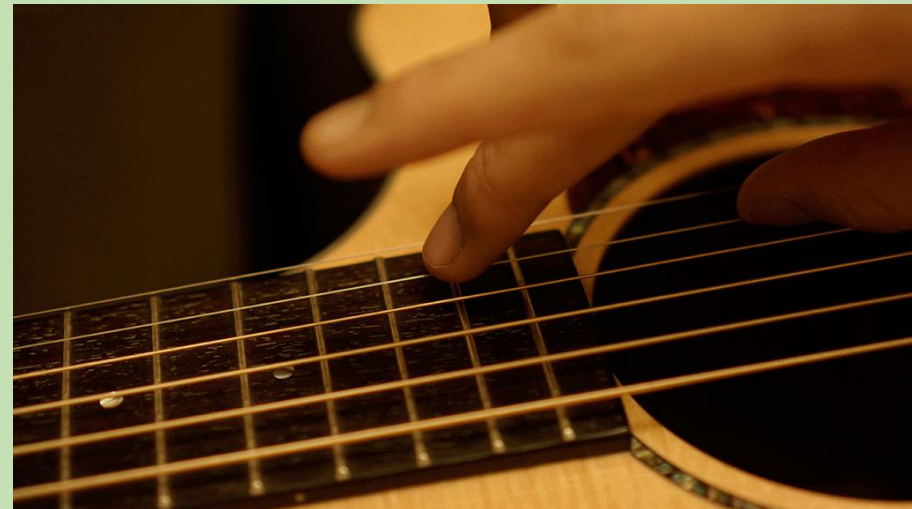
$$f_3 = 4 \cdot \frac{c}{2 \cdot l}$$

Adott l hosszúságú húr esetén csak meghatározott frekvenciájú hullámok jöhetnek létre.

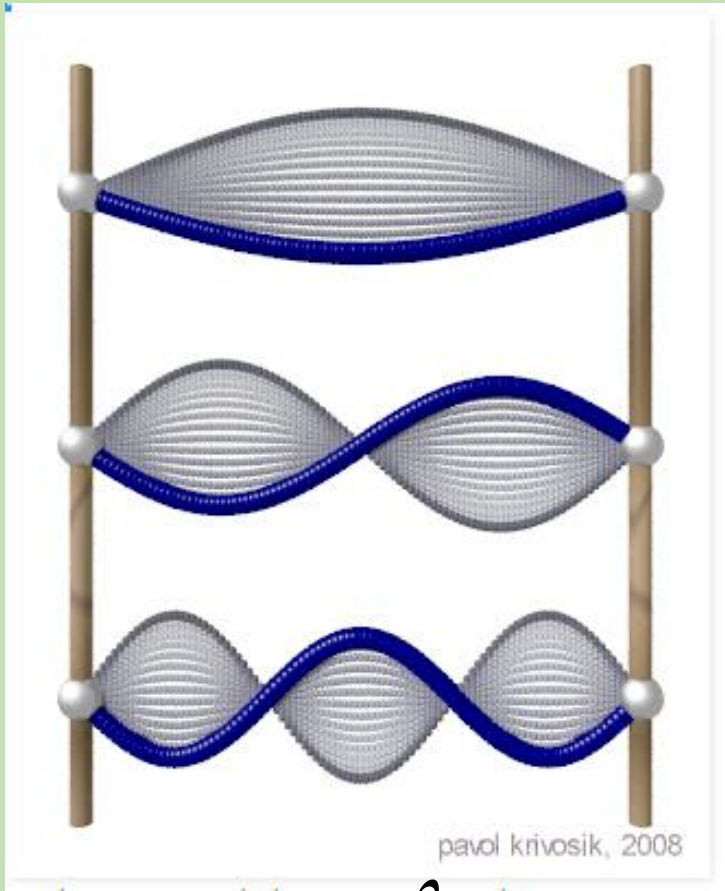
$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2}, c = f \cdot \lambda \text{ ismeretében}$$

$$\text{általában: } f_n = (n + 1) \cdot \frac{c}{2 \cdot l} = (n + 1)f_0$$

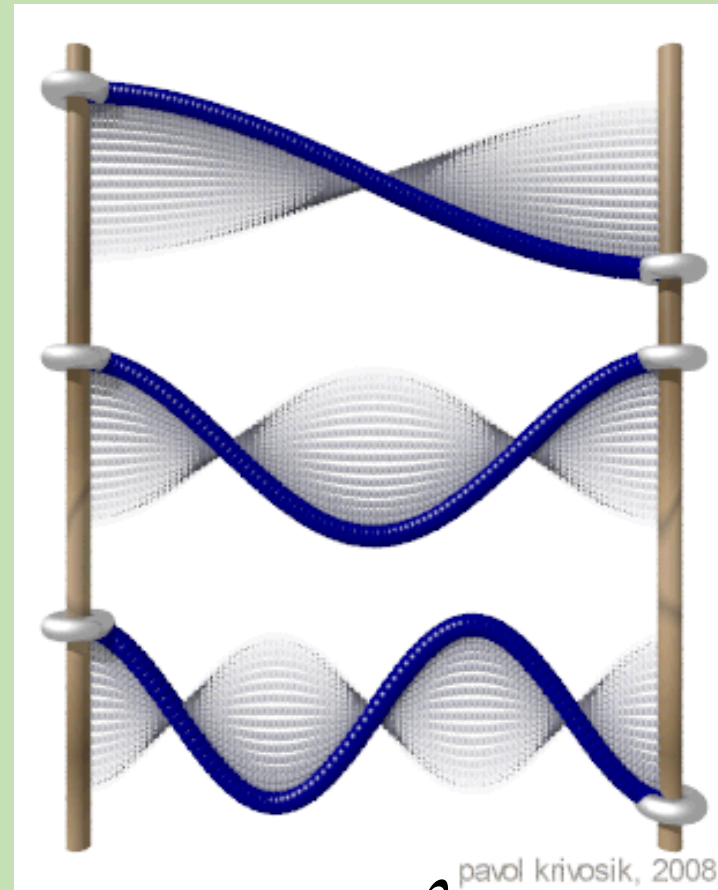
Állóhullámok gitárhúrban



Mindkét végén rögzített vagy mindkét végén szabad közegben keletkező állóhullámok

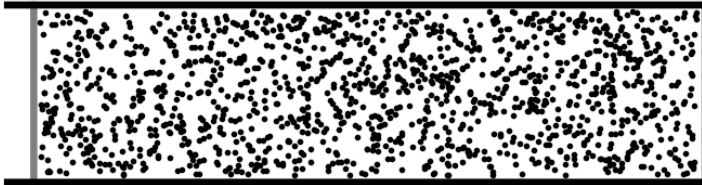


$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$$



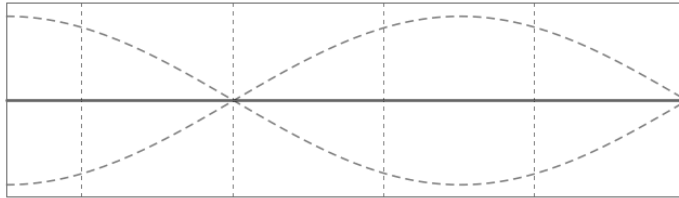
$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$$

Egyik végén nyitott sípok

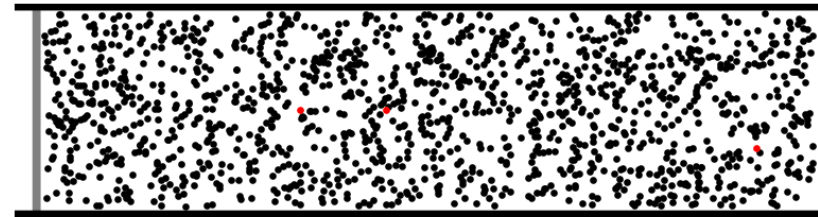
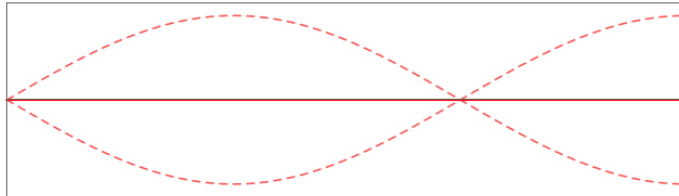


©2020, Dan Russell

Longitudinal Displacement

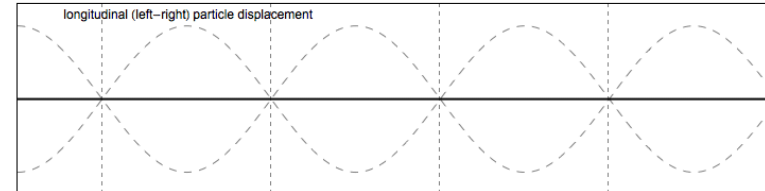


Pressure

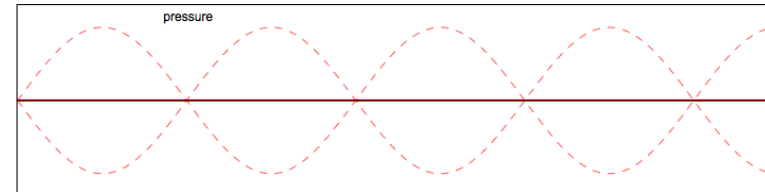


©2012, Dan Russell

longitudinal (left-right) particle displacement

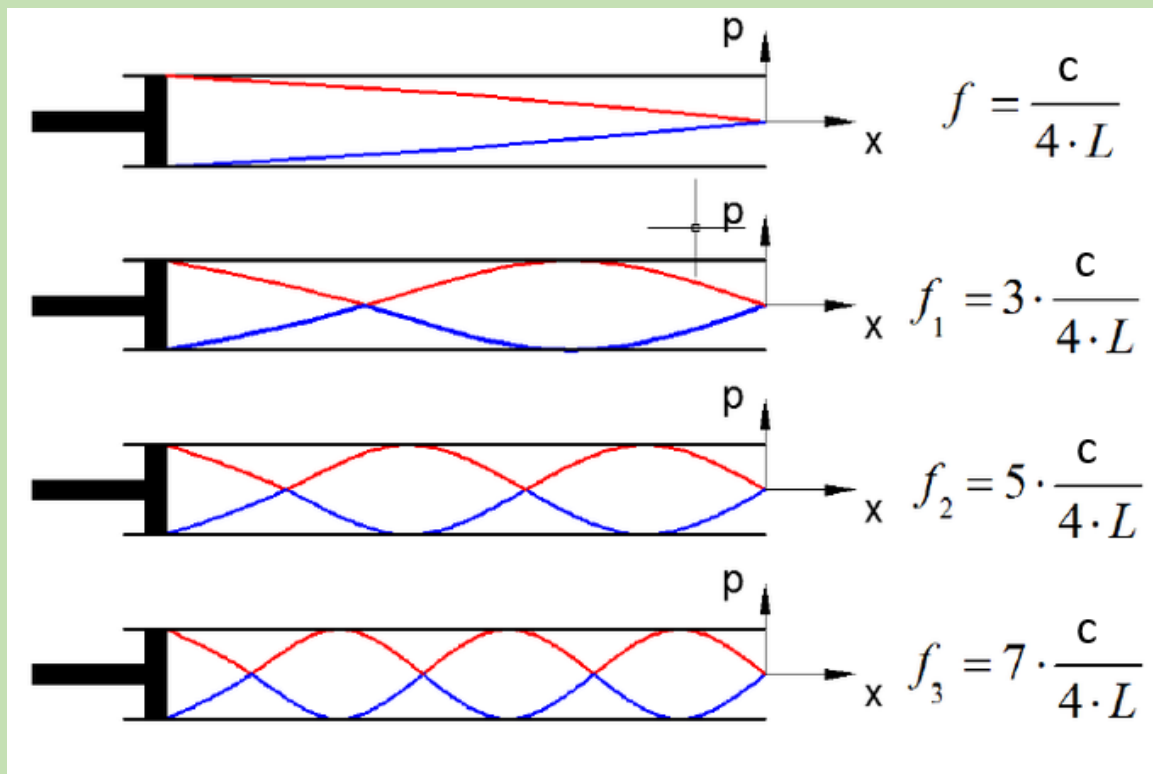


pressure



Egyik végén rögzített mások végén szabad közegben keletkező állóhullámok

Ha az egyik vég rögzített, a másik szabad, akkor a $\frac{\lambda}{4}$ páratlan számszorosa mérhető fel: $l = (n - 1) \cdot \frac{\lambda}{4}$



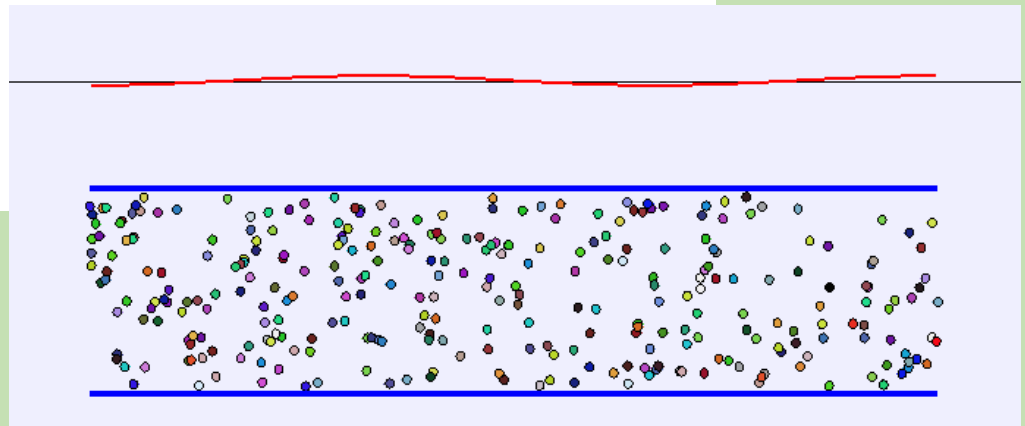
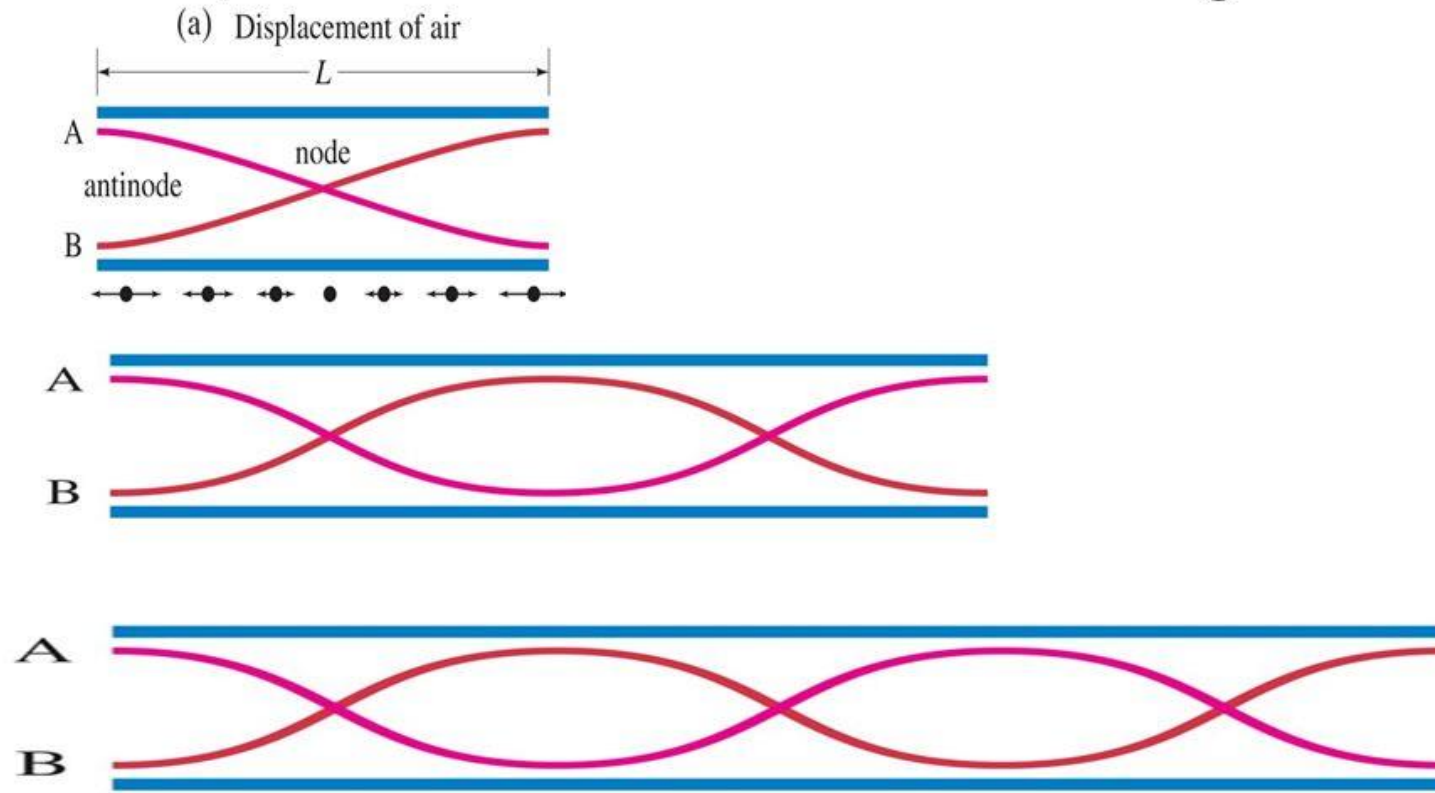
Egy rögzített és egy szabad vég esetén az alapfrekvencia:

$$f_0 = \frac{c}{4 \cdot l}$$

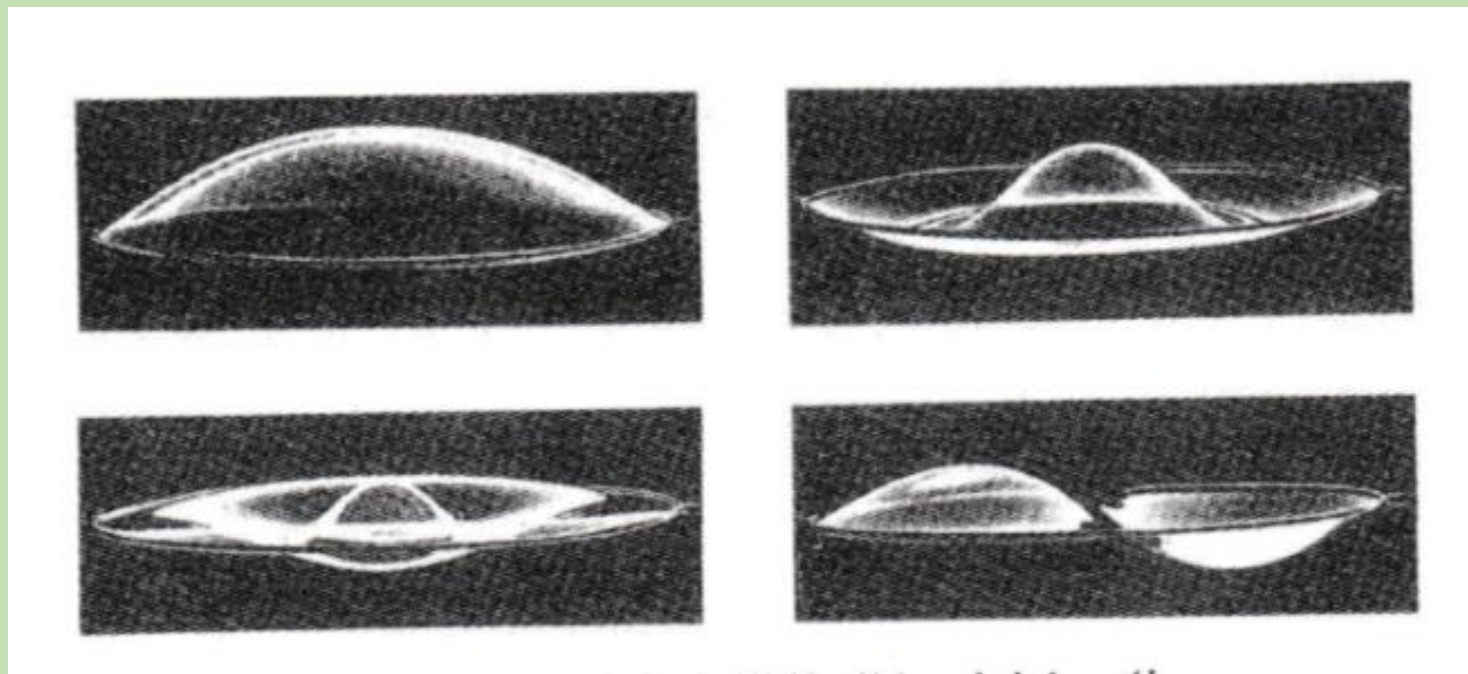
Felharmonikusok:

$$f = (2n - 1) \frac{c}{4 \cdot l}$$

Open Tube: Resonant Lengths

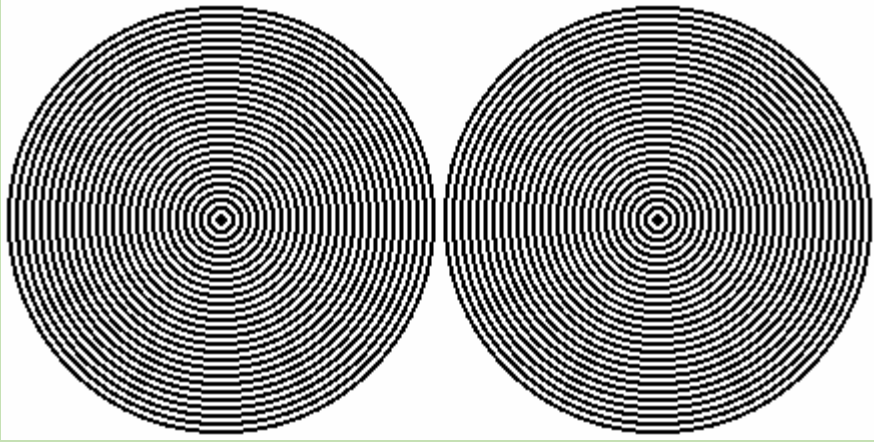


Felületi állóhullámok



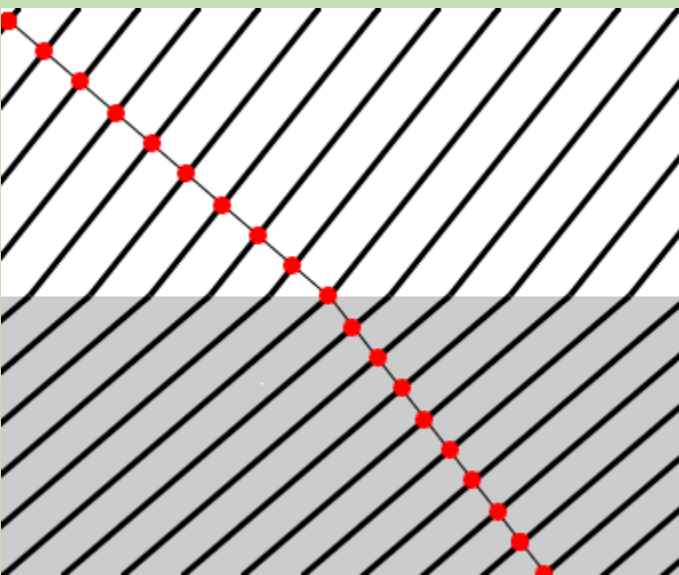
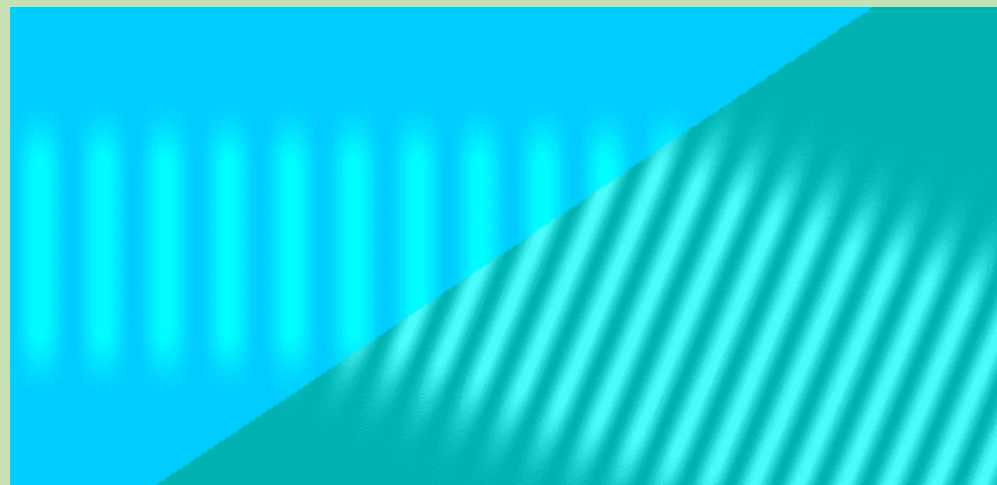
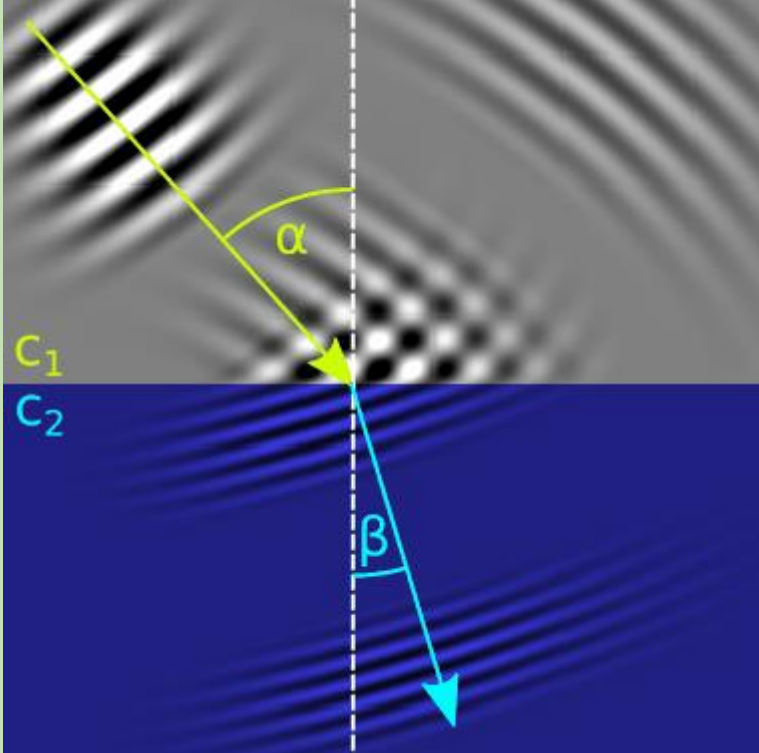
Állóhullámok nem csak rugalmas pontsoron, hanem rugalmas felületen is létrejöhetnek.

Az ábrán felületi állóhullámok keletkeztek hártyákon. Jól láthatók a kioltások és a duzzadóhelyek.



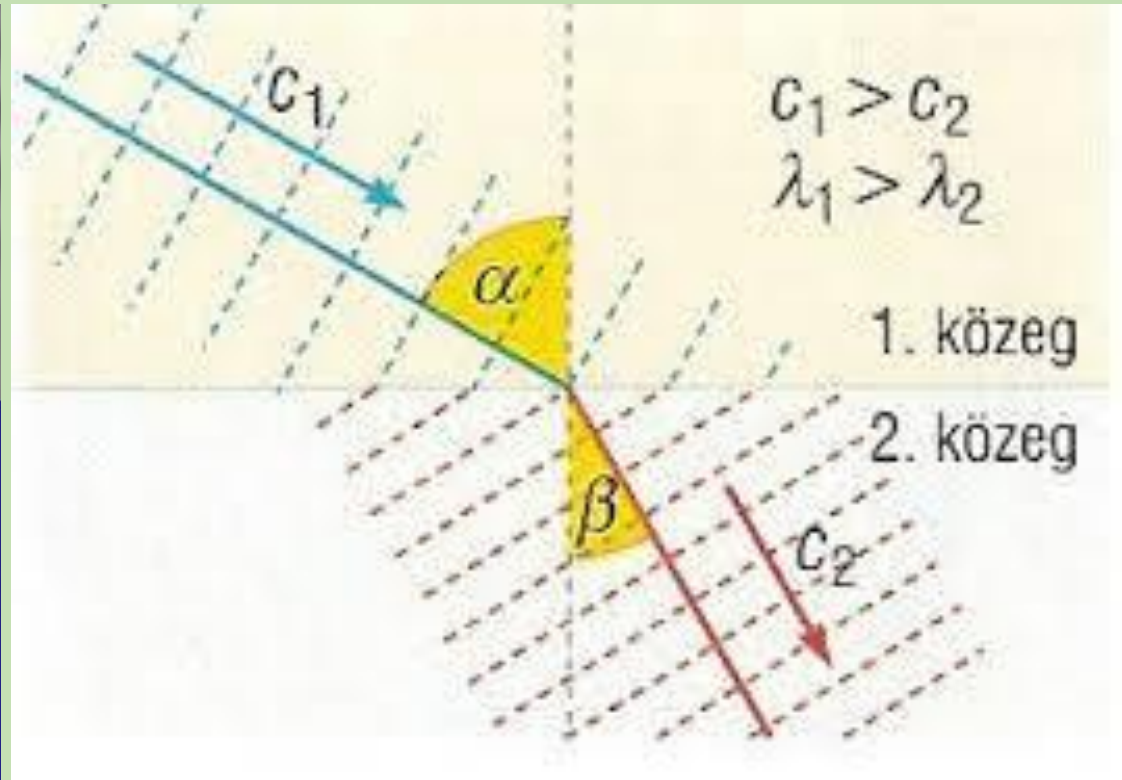
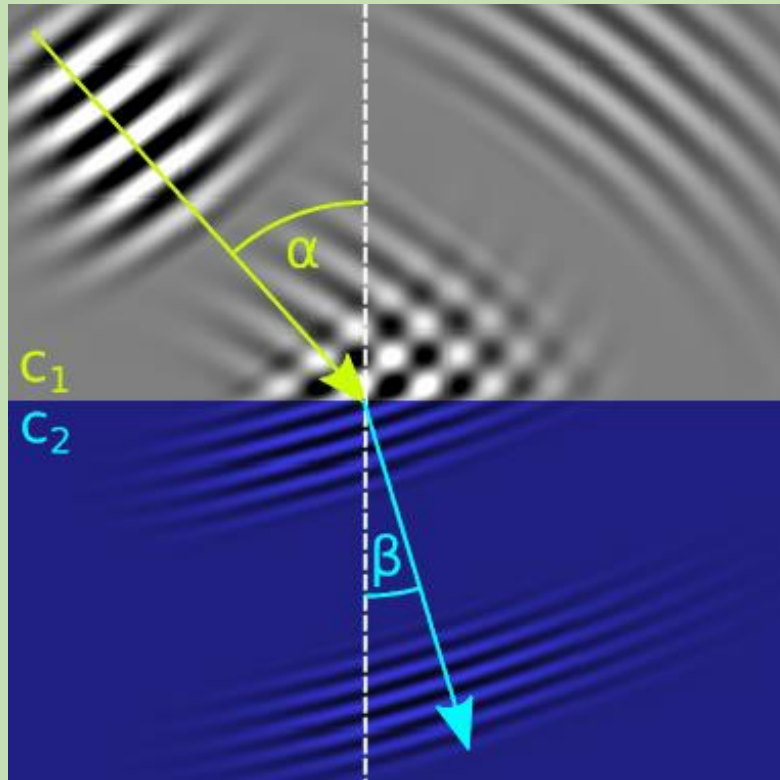
Hullámtani jelenségek

Törés



Hullámok törése

Hullámtörés



Hullámtörés: Különböző közegek közös határfelületére (nem merőlegesen) érkező és azon áthaladó hullám **terjedési iránya és sebessége is megváltozik.**

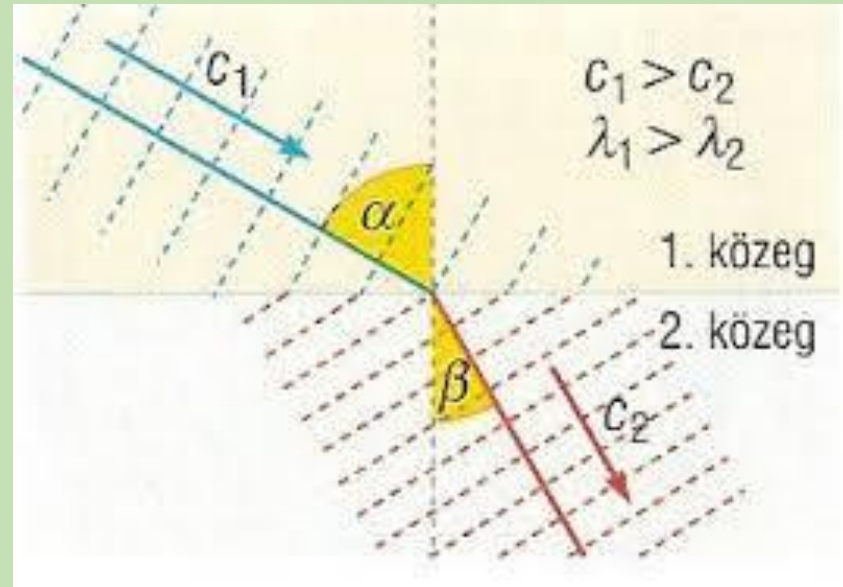
Hullámtani szempontból két közeg **akkor különböző**, ha bennük ugyanannak a hullámnak különböző a terjedési sebessége.

Hullámtörés törvényei



Hullámtörés törvényei:

1. Térbeli hullámok esetén a beeső sugár, a beesési merőleges és a megtört sugár egy síkban van.
2. A beesési szög és a törési szögszínuszának hányadosa állandó.



$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = n_{2,1}$$

c_1 és c_2 a hullám sebessége az egyes közegekben, $n_{2,1}$ a 2-es közegnek 1-es közegre vonatkozó **törésmutatója**.