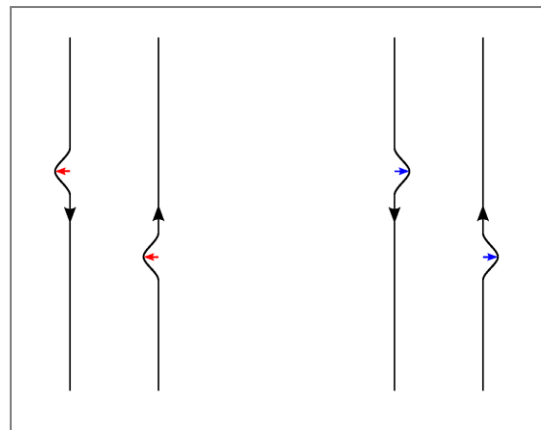


◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

## A hullámok visszaverődése

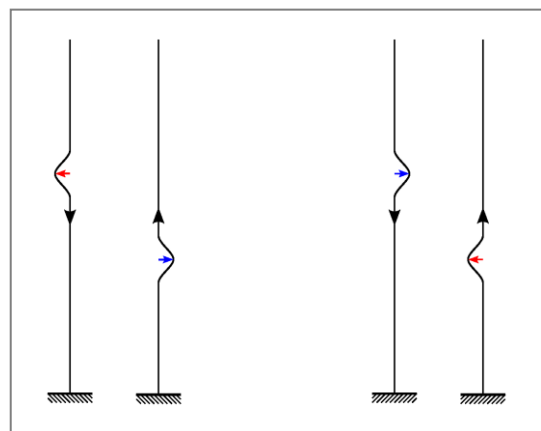
Ha egy gumikötél végét rögzítjük, és a kötélen hullámokat hozunk létre, akkor a hullámok a kötél rögzített végéhez érve *visszaverődnek*. Ugyanígy visszaverődnek a kád vizén haladó felületi hullámok a kád faláról. A hanghullámok is visszaverődnek a különböző szilárd felületekről, például falakról, hegyoldalakról. A hanghullámok visszaverődésével magyarázható a visszhang létrejötte is.

Ha egy függőleges helyzetű gumikötél felső végének mozgatásával hozunk létre hullámokat, akkor a kötél alsó, nem rögzített végéről a hullámhegy hullámhegyként, a hullámvölgy hullámvölgyként verődik vissza. A csavarrugón létrehozott longitudinális hullámok is fázisváltozás nélkül verődnek vissza a rugó szabad végéről. Fázisváltozás



nélkül verődnek vissza a víz felszínén terjedő felületi hullámok is, mivel a víz nincs rögzítve az edény falához. Ugyanígy nem tapasztalható fázisváltozás a térbeli hullámok szabad végről történő visszaverődésekor. *A szabad végről visszaverődött hullámok fázisa megegyezik a beérkezett hullámok fázisával.*

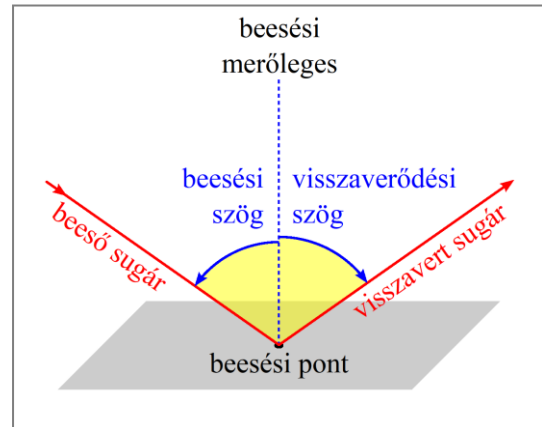
Ha egy gumikötél egyik végét rögzítjük, és a másik végének mozgatásával egy hullámhegyet hozunk létre, akkor azt tapasztaljuk, hogy visszaverődés után hullámvölgy lesz belőle, míg ha a kötél rögzített végéhez hullámvölgy érkezik, akkor a visszaverődést követően hullámhegy alakul ki. Laza csavarrugón haladó longitudinális hullámoknál megfigyelhetjük,



hogy a rugó rögzített végén a sűrűsödések ritkulásként, a ritkulások sűrűsödésként verődnek vissza. Hasonló a helyzet a felületi és térbeli hullámok rögzített végről történő

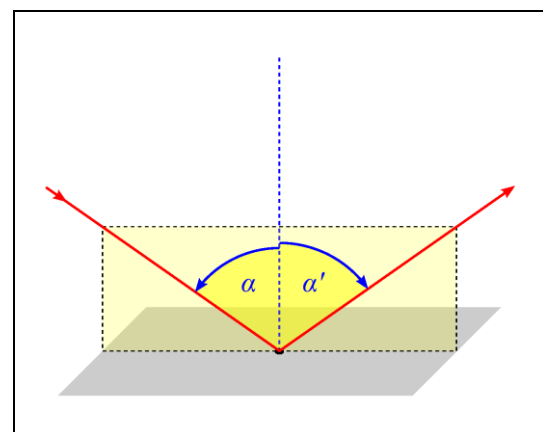
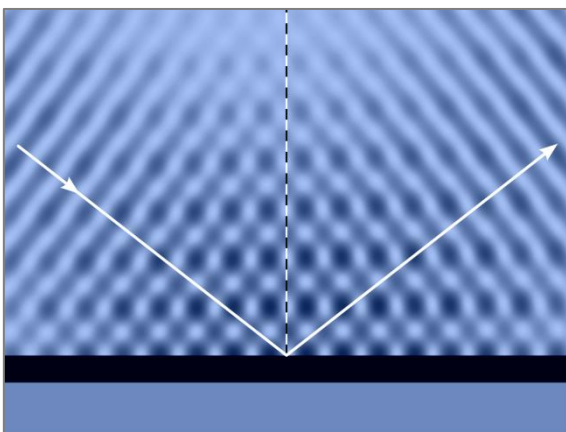
visszaverődésekor is. *A rögzített végről visszaverődött hullámok fázisa ellentétes a beérkezett hullámok fázisával.*

A visszaverődéskor a hullámok terjedési irányát jellemző sugarak iránya megváltozik. E jelenség vizsgálata előtt néhány elnevezéssel meg kell ismerkedni. *Beesési pont*nak a közeg határfelületének azt a pontját nevezzük, ahol a beeső (beérkező) hullám sugara eléri a határfelületet. *Beesési merőleges*nek nevezzük a beesési ponton átmenő, a közeg határfelületére merőleges egyenest. *Beesési szög*nek nevezzük a beeső (beérkező) sugár és a beesési merőleges által bezárt szöget. *Visszaverődési szög*nek hívjuk a visszavert hullám sugara és a beesési merőleges közti szöget.



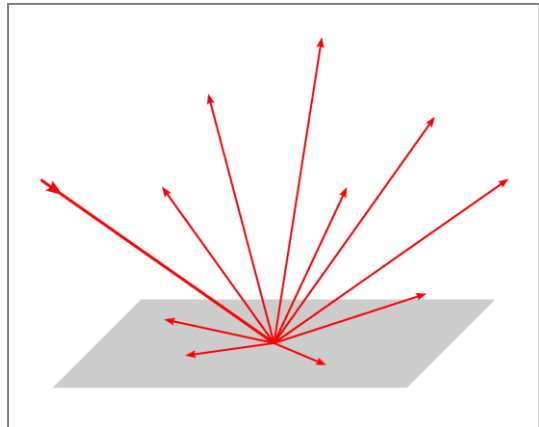
A gumikötélen végzett kísérleteknél megfigyelhető, hogy *a vonal menti hullámok visszaverődésekor a visszavert hullám terjedési iránya ellentétes a beeső hullám terjedési irányával.* (Mivel itt a közeg határfelülete egyetlen pontból áll, a beesési merőleges fogalma nem használható.)

Vízhullámokkal végzett kísérletekkel a felületi hullámok visszaverődését tanulmányozhatjuk. Ezekkel igazolható, hogy *a felületi hullámok visszaverődésekor a beesési szög és a visszaverődési szög egyenlő nagyságú.*



A hanghullámokkal a térbeli hullámok visszaverődése vizsgálható. A kísérletek szerint *a térbeli hullámok visszaverődésekor a beeső sugár, a beesési merőleges és a visszavert sugár egy síkban van, továbbá a beesési szög és a visszaverődési szög egyenlő nagyságú.*

A hullámok visszaverődésének most megismert törvényei csak akkor érvényesek, ha a visszaverő felület elég sima. Durva kiemelkedéseket és bemélyedéseket tartalmazó felületen szórt (diffúz) visszaverődés jön létre. A tapasztalatok szerint a hullámok visszaverődése szempontjából a felület akkor tekinthető simának, ha az egyenetlenségek mérete lényegesen kisebb, mint a hullámhossz.



## Kiegészítések

1. Amikor a macska a fülét hegyezi, valójában füleit úgy fordítja, hogy a róla visszavert hanghullámok fülének belsejébe, a dobhártyára jussanak. (Néhány állatnál – például az elefántnál – azonban a nagy fülek a szervezet jobb hőleadását szolgálják.)
2. Visszhang akkor jöhet létre, ha a hanghullámok egy nagyméretű, többé-kevésbé sík felületről visszaverődnek. Mivel két hangjelet csak akkor tudunk külön-külön észlelni, ha köztük legalább 0,1 másodpercnyi időkülönbség van, ezért a visszaverő felületnek elég távol kell lennie. Mivel a hang 0,1 másodperc alatt körülbelül 34 méter utat tesz meg a levegőben, ezért a visszaverő felulettől legalább 17 méterre kell lennünk, ha a visszhangot hallani akarjuk.

A legismertebb a tihanyi visszhang, amely az ottani apátság faláról visszaverődve jön létre. Sajnos a beépítések és a magasra nőtt fák miatt ma már alig észlelhető. (A képen Borsos Miklós A tihanyi visszhang című szobra Tihanyban.)



4. A geofizikusok a különféle kőzetrétegek vizsgálatához gyakran használnak mesterségesen, például robbantással vagy „rázógépekkel” keltett hullámokat. A kőzetrétegek határfelületéről visszaverődő hullámokat elemezve meghatározható azok



elhelyezkedése. Ezekből az adatokból azután meg lehet állapítani a különféle ásványok, elsősorban a kőolaj és a földgáz lelőhelyeit. (Az ilyen vizsgálatokhoz használt érzékelőkről és a „rázógép” működéséről készített videó itt érhető el: <https://www.youtube.com/watch?v=LbX3sQf5WRA>.)

3. A hangversenyzongorák teteje felnyitható. A felnyitott és kitámasztott tető helyzete olyan, hogy az a közönség felé verje vissza a zongora hangjait.





## Kísérlet

Töltsünk meg egy nagyobb fazekat vízzel! A vízfelszín középpontjában egy vízcsepp leejtésével hozzunk létre hullámot, és figyeljük meg visszaverődését a fazék oldaláról! Ismételjük meg a kísérletet úgy is, hogy nem a középpontban keltünk hullámokat!

## Képek jegyzéke

	<b>Vonalmenti hullám visszaverődése szabad végről</b> © <a href="http://fizikakonyv.hu/rajzok/0354.svg">http://fizikakonyv.hu/rajzok/0354.svg</a>
	<b>Vonalmenti hullám visszaverődése rögzített végről</b> © <a href="http://fizikakonyv.hu/rajzok/0355.svg">http://fizikakonyv.hu/rajzok/0355.svg</a>
	<b>A hullámok visszaverődéséhez kapcsolódó fogalmak</b> © <a href="http://fizikakonyv.hu/rajzok/0356.svg">http://fizikakonyv.hu/rajzok/0356.svg</a>
	<b>Felületi hullámok visszaverődése</b> © <a href="http://fizikakonyv.hu/fotok/0023.png">http://fizikakonyv.hu/fotok/0023.png</a>
	<b>A térbeli hullámok visszaverődésének törvényei</b> © <a href="http://fizikakonyv.hu/rajzok/0357.svg">http://fizikakonyv.hu/rajzok/0357.svg</a>
	<b>Hullámok diffúz visszaverődése</b> © <a href="http://fizikakonyv.hu/rajzok/0358.svg">http://fizikakonyv.hu/rajzok/0358.svg</a>
	<b>Fülét hegyező macska</b> © <a href="http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0243.jpg">http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0243.jpg</a>
	<b>Borsos Miklós: A tihanyi visszhang című szobra Tihanyban</b> W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Statue_de_%C2%AB_1%E2%80%99%C3%89cho_de_Tihany_%C2%BB_sculpt%C3%A9_par_Mikl%C3%B3s_Borsos.JPG">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Statue_de_%C2%AB_1%E2%80%99%C3%89cho_de_Tihany_%C2%BB_sculpt%C3%A9_par_Mikl%C3%B3s_Borsos.JPG</a>

	<p><b>Geológiai kutatáshoz használt „rázógép”</b>  © <a href="http://fizikakonyv.hu/fotok/0024.png">http://fizikakonyv.hu/fotok/0024.png</a></p>
	<p><b>Hangversenyzongora felnyitott tetővel</b>  © <a href="http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0244.jpg">http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0244.jpg</a></p>

**Jelmagyarázat:**

- © **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.