

Hullámtani jelenségek

Interferencia

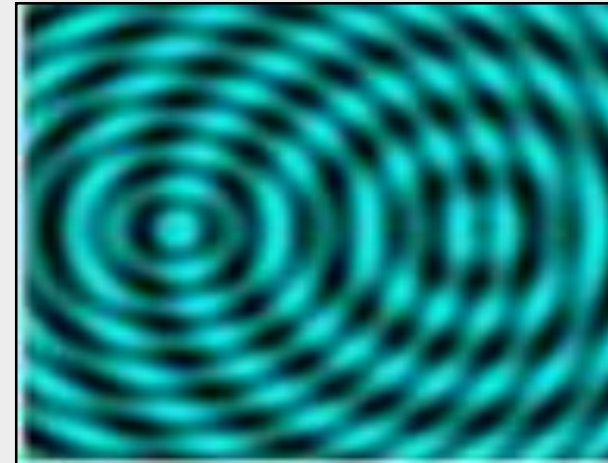
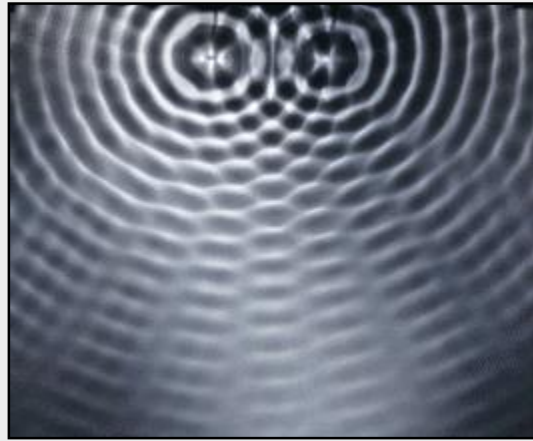


Hullámok találkozása, interferencia



Hullámok interferenciája

Hullámtalálkozásakor a közeg pontjai **több hullám hatása miatt** jönnek rezgésbe.



A tartósan megmaradó mintázatú hullámszuperpozíciót (összegződést) **interferenciának** nevezzük.

Interferencia során létrejöhethet:

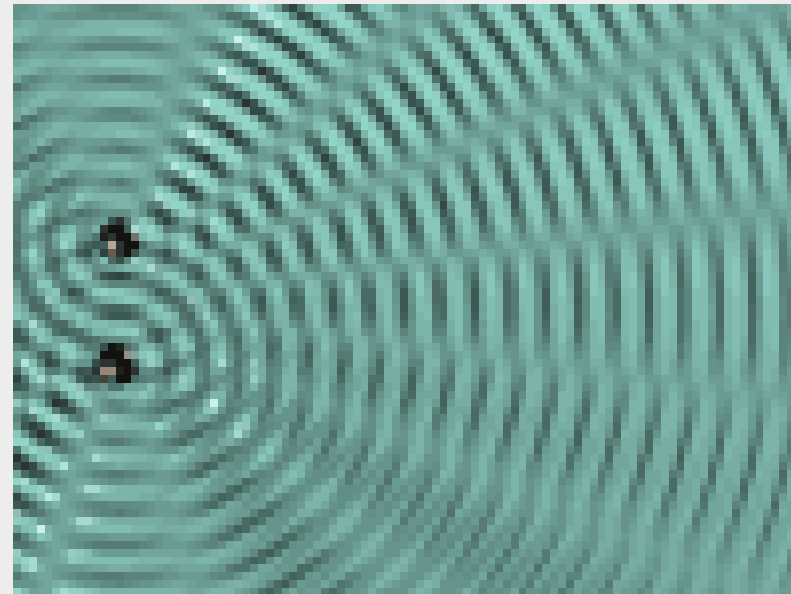
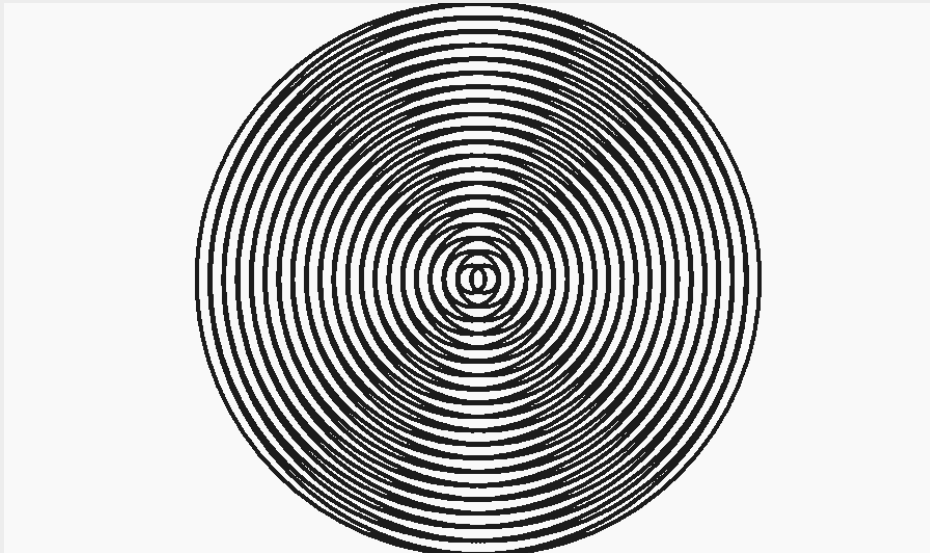
- Erősítés
- Gyengítés
- Kioltás

Interferencia, akár transzverzális, akár longitudinális hullámok esetében létrejöhethet.



Interferencia szemléltetése 1.

Két pontszerű hullámforrásról érkező köralakú hullámok interferenciája.



A tér egyes pontjaiban találkozó hullámok fáziskülönbsége állandó, koherensek. (Pl.: amikor két egymáshoz rögzített tűvel rezgetjük a víz felületét.)

Interferencia (erősítés)



Ha két koherens (a frekvenciák megegyeznek és a fáziskésés időben állandó) hullám találkozik, akkor az eredő kitérések a két hullám által okozott kitérések összegzésével számíthatók ki.

Fontos esetek:

- a frekvenciák és a fázisok egyenlők: maximális erősítés
- a frekvenciák egyenlők, a fázisok eltérése π többszöröse: maximális gyengítés, esetleg kioltás

A fázisok akkor lesznek egyenlők, ha az azonos kezdőfázisú hullámok a találkozásig

- egyenlő hosszúságú utakat tettek meg
- eltérő hosszúságú utakat tettek meg, de az útkülönbség a hullámhossz többszöröse ill. a félhullámhossz páros számú többszöröse.

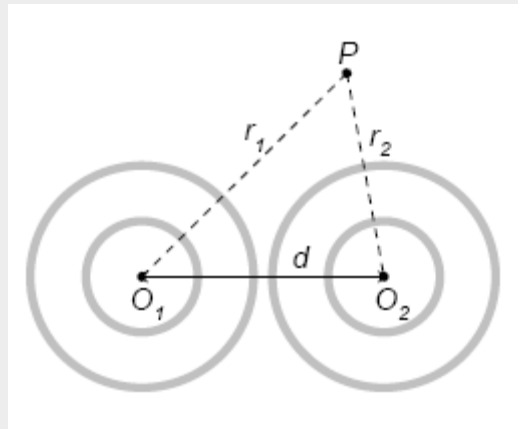
$$\Delta s = k\lambda = 2k \frac{\lambda}{2}$$



Interferencia (gyengítés, kioltás)

A fázisok akkor lesznek ellentétesek, ha az azonos kezdőfázisú hullámok a találkozásig eltérő hosszúságú utakat tettek meg, és az útkülönbség a fél hullámhossz páratlan számú többszöröse:

$$\Delta s = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$



Ebben az esetben a hullámok gyengítik egymást.
Ha az amplitúdók egyenlők, akkor következik be a kioltás.



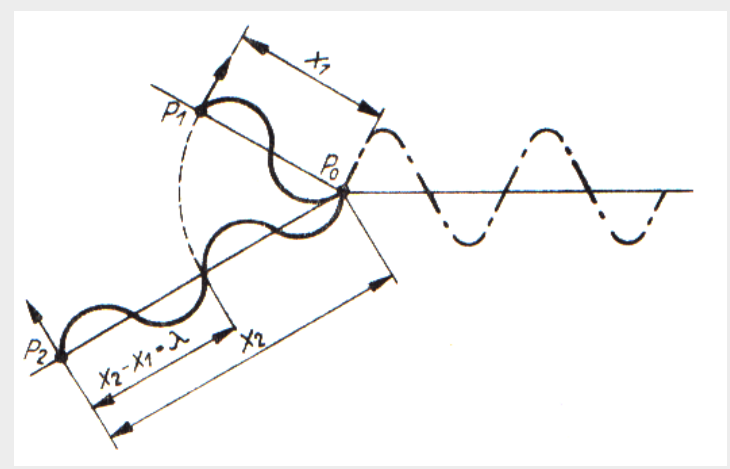
Interferencia vonal menti hullámok esetén

Az interferencia függ a két hullám által megtett út hosszától is. Vizsgáljuk az azonos fázisban induló, de különböző úthosszal rendelkező koherens ((a frekvenciák megegyeznek és a fáziskülönbség időben állandó))hullámokat:

1) Ha a két hullám úthossz-különbsége a hullámhossz felének **páros számú többszöröse**:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 2k \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

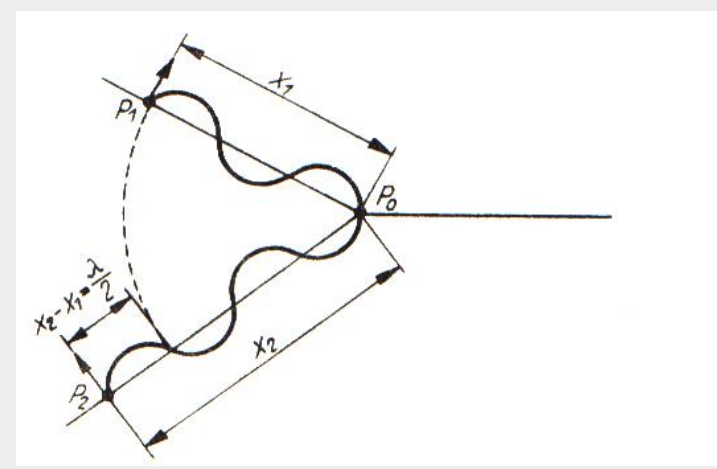
⇒ a két hullám maximálisan erősíti egymást

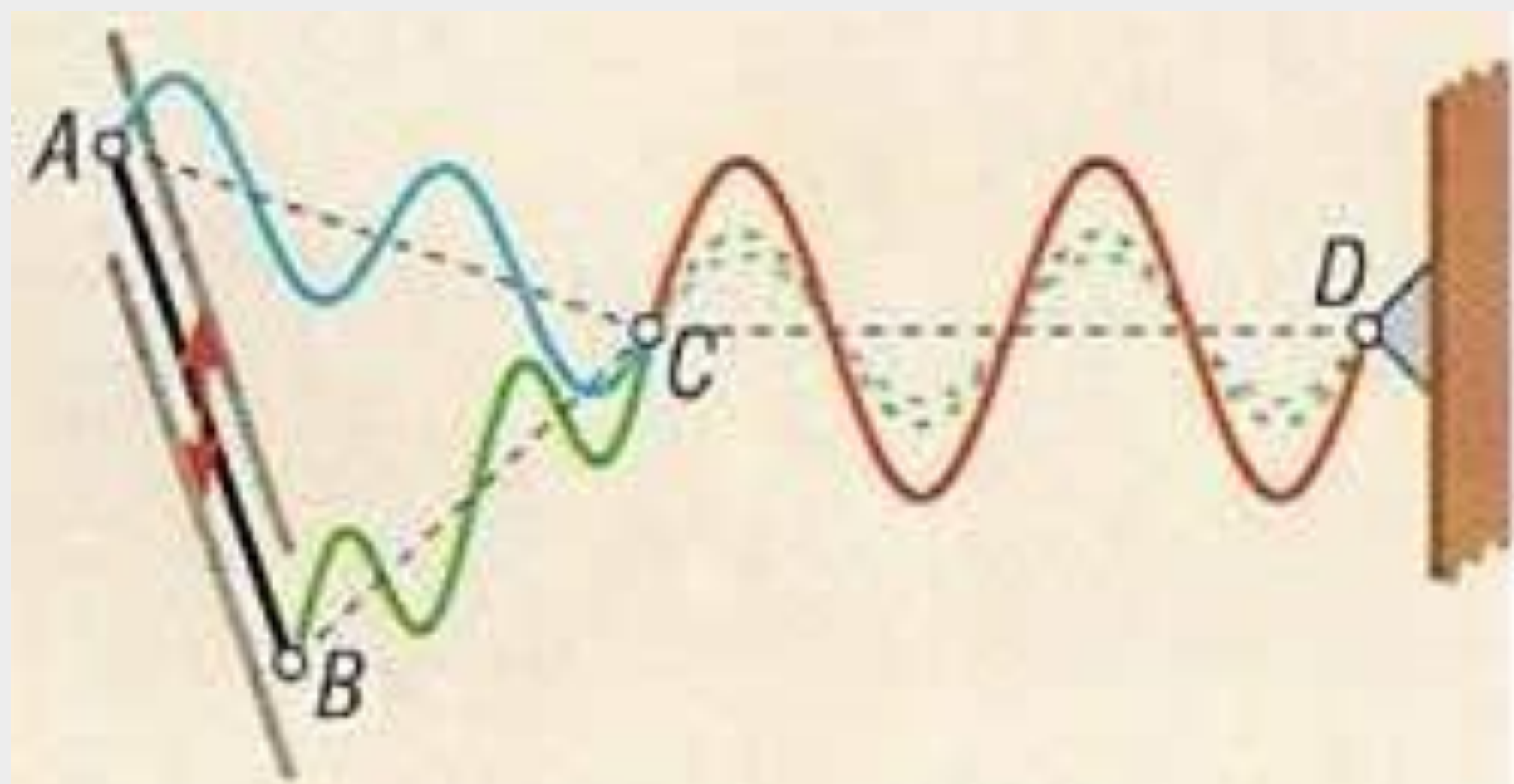


2) Ha a két hullám úthossz-különbsége a hullámhossz felének **páratlan számú többszöröse**:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = (2k - 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k = 1, 2, \dots)$$

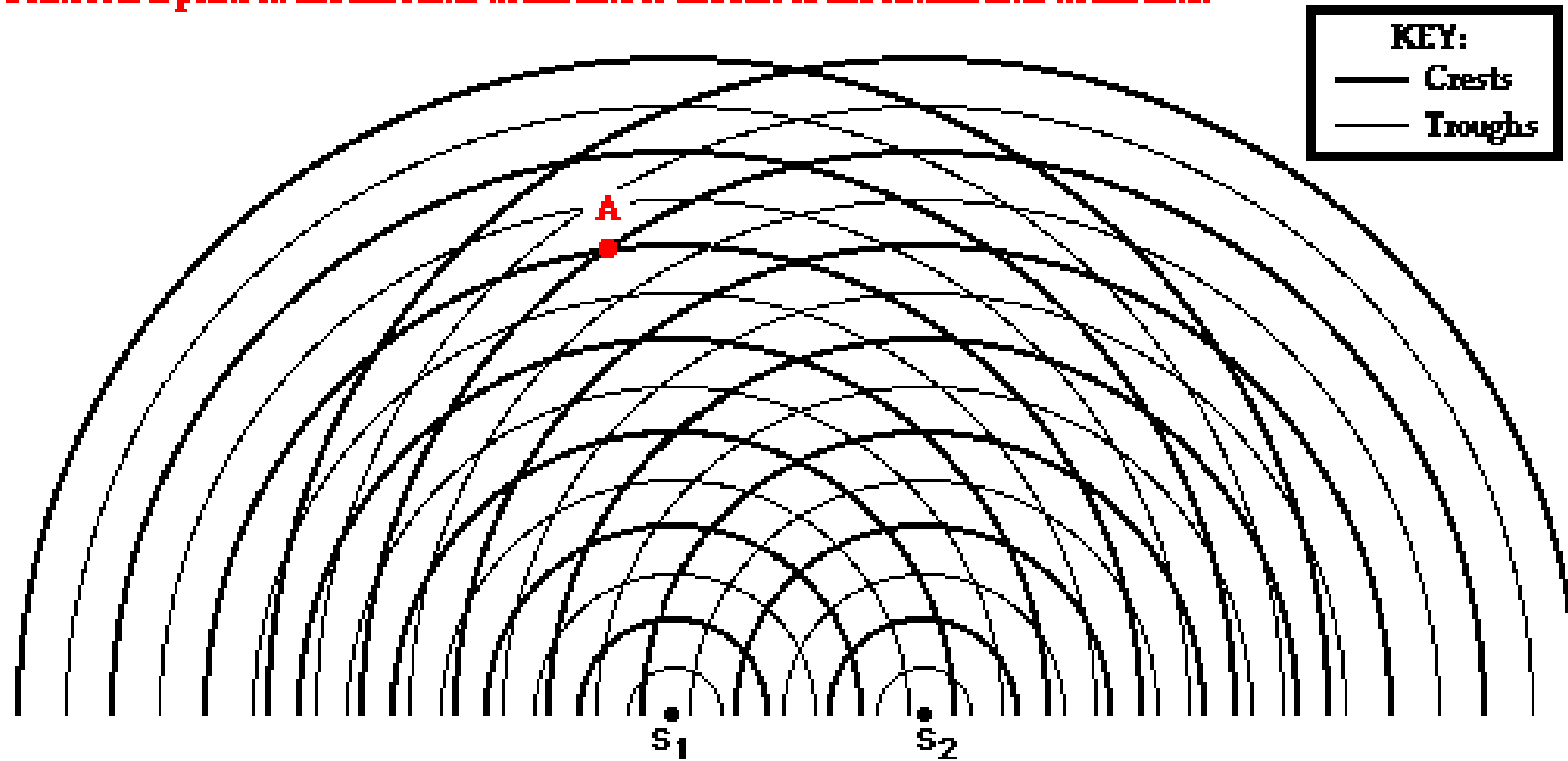
⇒ a két hullám maximálisan gyengíti/kioltja egymást

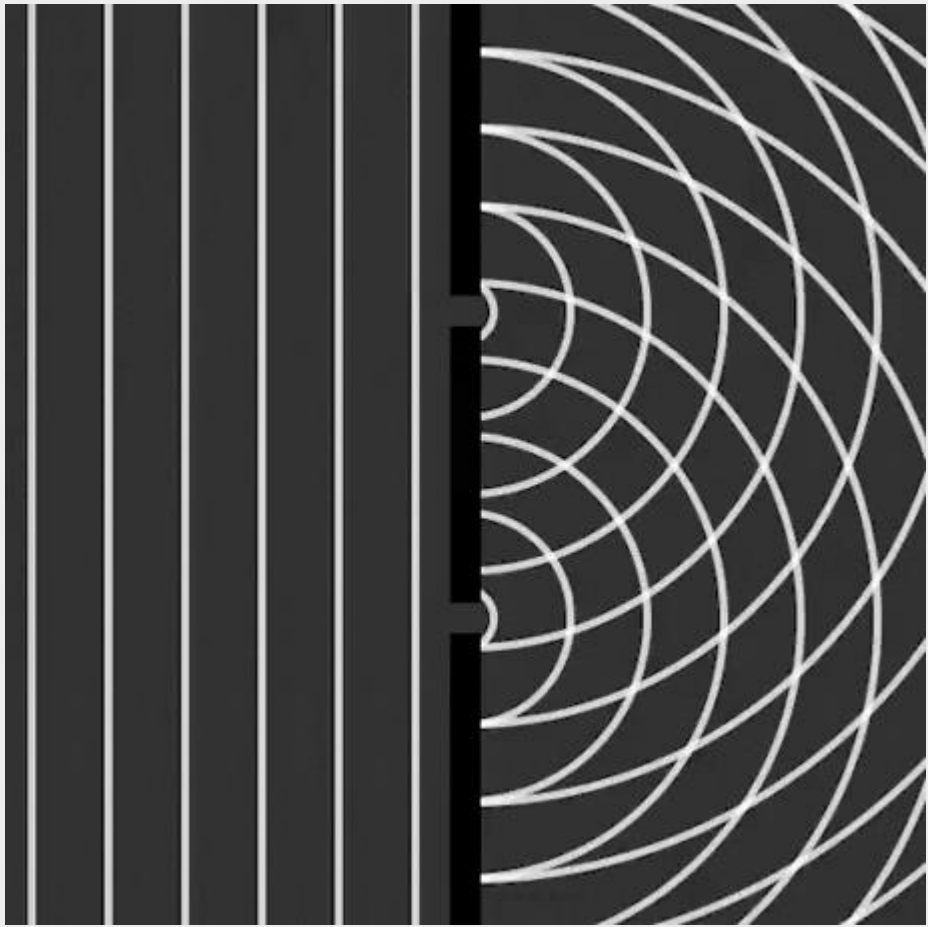




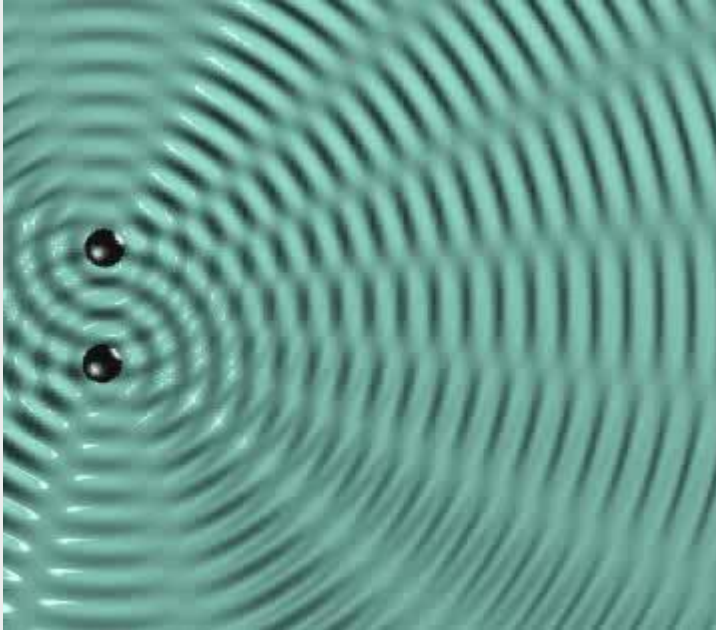
In this animation, we will compare the distances from the sources (S_1 and S_2) to Point A.

Point A is a point on the first anti-nodal line to the left of the central anti-nodal line.





Interferencia felületi és térbeli hullámok esetén 1.



A minta állandóságához három feltételnek kell teljesülnie:

- A két hullámforrás helyzete egymáshoz képest ne változzon
- A két hullámforrás frekvenciája legyen azonos
- A rezgés huzamosabb ideig tartson

Kimerevített **interferenciakép** (nincs minden kioltás és erősítés ábrázolva).

Két forrás (S_1, S_2) azonos fázisú koherens hullámzást kelt.

Hullámhegy* (vagy **sűrűsödés***)

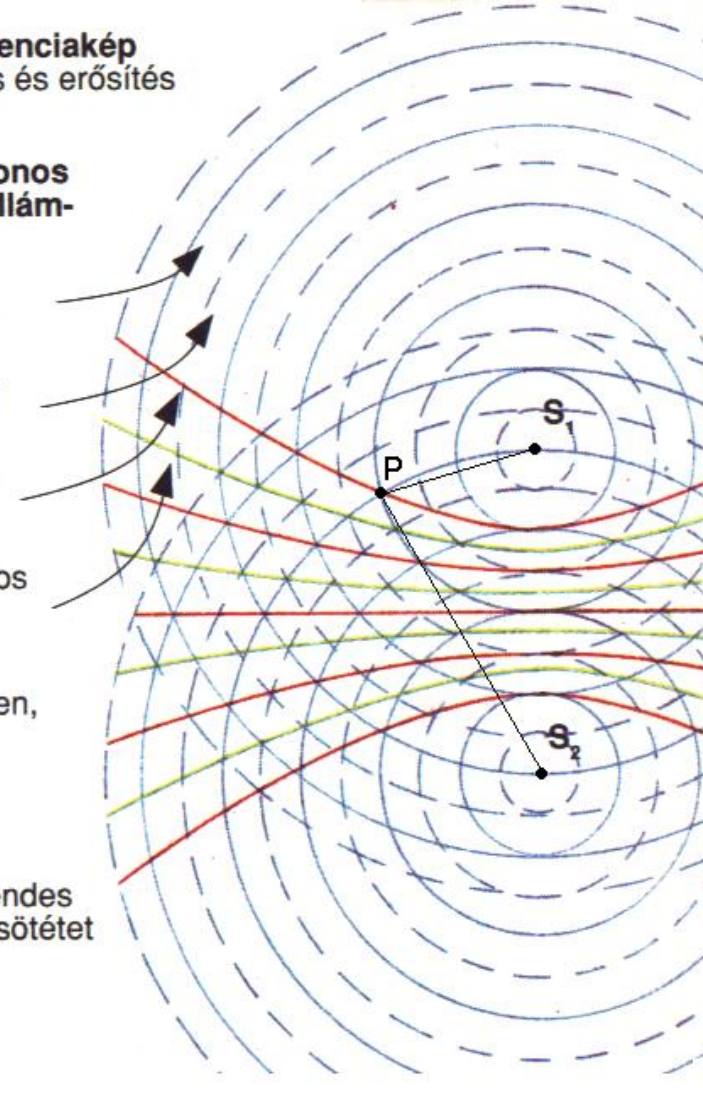
Hullámvölgy* (vagy **ritkulás***)

Interferencia révén erősítés

Csomóvonal. Azonos amplitúdók esetén nincs rezgés.

A hullámoktól függően, az erősítési helyek hullámzó vizet, erős hangot vagy fényt jelentenek.

A kioltási helyek csendes vizet, csöndöt vagy sötétet jelentenek.



Interferencia felületi és térbeli hullámok esetén 2.

Itt szintén az úthosszkülönbségből adódó fázisviszonyok határozzák meg az erősítések/gyengítések helyét. ($|PS_1| = x_1$, $|PS_2| = x_2$)

1) Ha $\Delta x = x_2 - x_1 = 2k \frac{\lambda}{2} \Rightarrow$

erősítik egymást.

2) Ha $\Delta x = x_2 - x_1 = (2k - 1) \frac{\lambda}{2} \Rightarrow$

gyengítik/kioltják egymást.

Kimerevített **interferenciakép**
(nincs minden kioltás és erősítés ábrázolva).

Két forrás (S_1, S_2) azonos fázisú koherens hullámzást kelt.

Hullámhegy* (vagy sűrűsödés*)

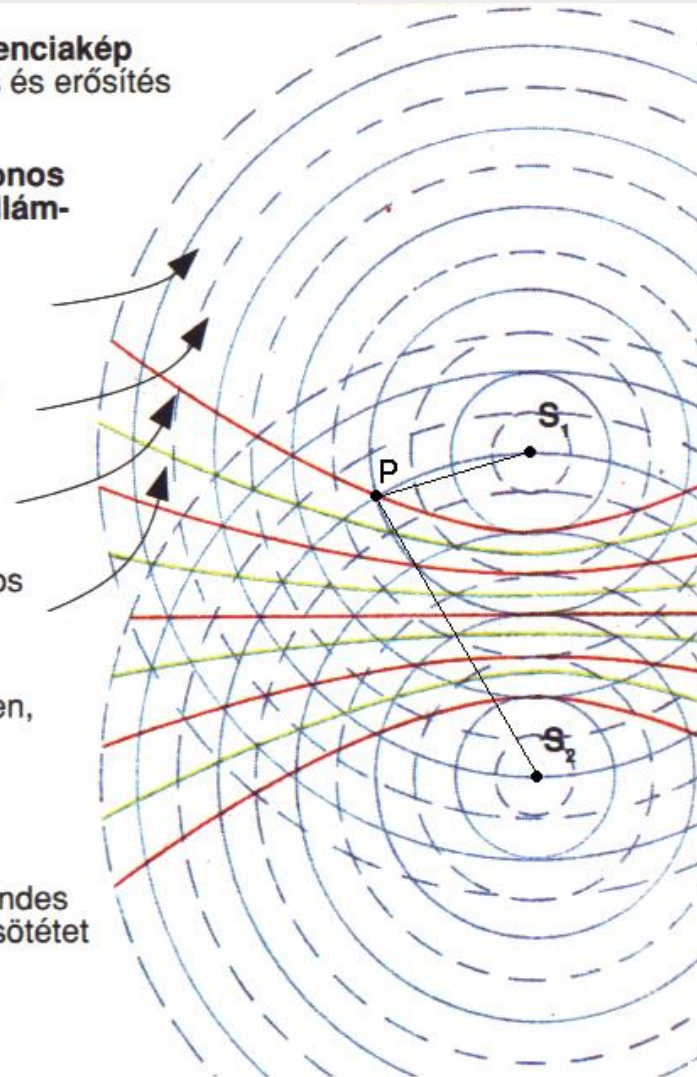
Hullámvölgy* (vagy ritkulás*)

Interferencia révén erősítés

Csomóvonal. Azonos amplitúdók esetén nincs rezgés.

A hullámoktól függően, az erősítési helyek hullámzó vizet, erős hangot vagy fényt jelentenek.

A kioltási helyek csendes vizet, csöndöt vagy sötétet jelentenek.



Interferencia felületi és térbeli hullámok esetén 3.



- **Rezgési csomópontok:** azok a pontok, ahol az interferencia révén folyamatos kioltást kapunk. (pl. hullámhegy találkozik hullámvölgyel) /a csomóvonal csomópontok összessége/
- **Duzzadóhelyek:** Azok a pontok, ahol az interferencia révén erősítést kapunk. (pl. két hullámhegy/hullámvölgy találkozása)

