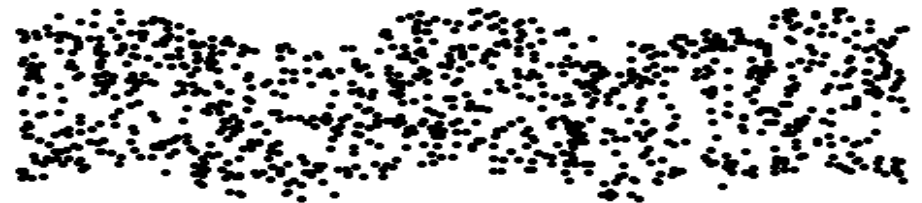
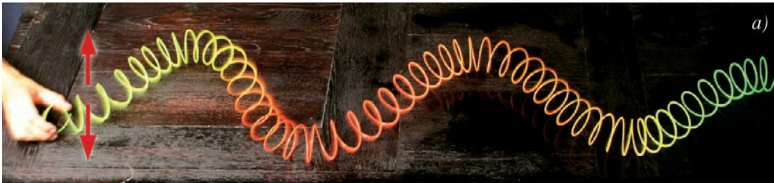


# Hullámok

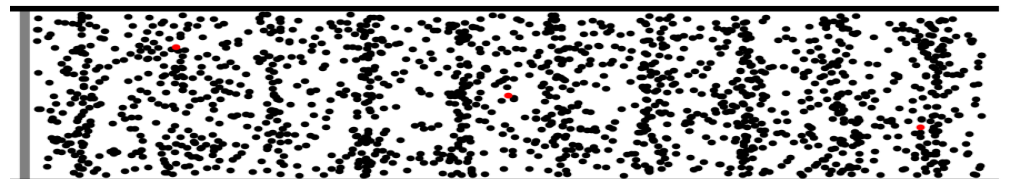
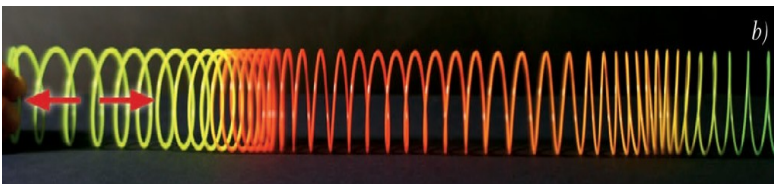
**Hullám**nak nevezzük, ha egy anyagban az anyag részecskéinek rezgésállapota továbbterjed. A mechanikai hullám terjedéséhez tehát szükség van valamilyen anyagra (légüres térben nem terjed).

Két fajta terjedési módot különböztetünk meg:

1. Az anyag részecskéinek **rezgése merőleges a hullám terjedésének irányára (transzverzális hullám)**. Hullámhegyek és hullámvölgyek alakulnak ki.



2. Az anyag részecskéinek **rezgése párhuzamos a hullám terjedési irányával (longitudinális hullám)**. Sűrűsödések és ritkulások alakulnak ki az anyagban.



## A hullám másfajta csoportosítása:

**Lökéshullám:** 1 hullámalak halad tovább pl. cunami, földrengés, puska hangja

**Folyamatos hullám:** több hullámalak halad tovább pl. hajó mellett kialakuló hullám, folyamatos hang

## A hullámra jellemző mennyiségek:

**Hullámhossz:** két azonos rezgési fázisban levő pont távolsága,  
Másképp: egy hullámalak hossza

jele:  $\lambda$  (lambda) SI mértékegysége: m

**Periódusidő:** az az időtartam, amely alatt az anyagban terjedő hullám egy hullámhossznyi utat tesz meg.

jele: T SI mértékegysége: s (sec)

**Frekvencia:** Az anyag egy pontján 1 s alatt áthaladt hullámok száma, amely egyenlő az anyag részecskéinek az 1 s alatti rezgéseinek számával

jele: f SI mértékegysége: 1/s (Hz, Hertz)

**Terjedési sebesség:** a hullám által 1 s alatt megtett út

jele: c vagy v SI mértékegysége: m/s

A hullám terjedési sebessége különböző anyagokban különböző.

## Összefüggések a mennyiségek között

$$f = \frac{1}{T}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

A hullám haladására is igaz, ami más mozgó tárgyak sebességére:

megtett út

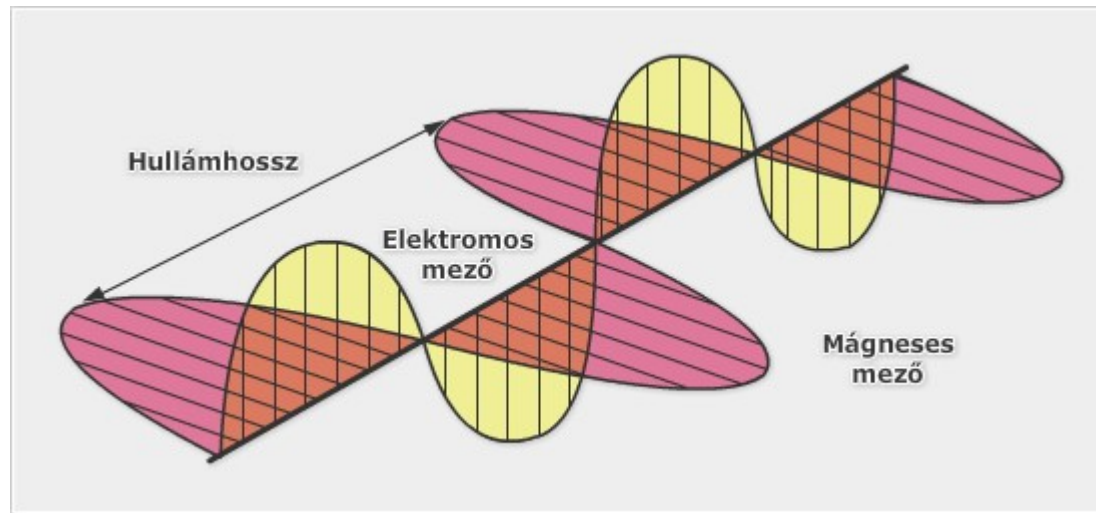
A hullám terjedési sebessége = -----

idő

Jelekkel:  $v = s / t$

## Elektromágneses hullámok (EM hullám)

A térben haladó változó elektromos és mágneses mezőt **elektromágneses hullámnak** nevezzük.



Az EM hullám légtüres térben is terjed. Sebessége vákuumban:  
 $300\,000\text{ km/s} = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$  Neve: **fénysebesség**

A levegő az EM hullám számára ritka, ezért a levegőben is ekkora a sebessége. Optikailag sűrűbb anyagokban (pl. üveg, víz) a sebessége kisebb. A fénysebességnél nagyobb sebesség nem létezik. (Einstein megállapítása)

- **Elektromágneses (EM) színekép, az EM hullám fajtái**

A különböző EM hullámok sebessége (  $c$  ) azonos anyagban azonos, a hullámhosszuk (  $\lambda$  ) és frekvenciájuk (  $f$  ) más.

A különböző frekvenciájú és hullámhosszú hullámok tulajdonsága más, ezért különbözőképpen nevezzük őket. Az EM hullámok fajtáinak hullámhossz szerinti skálán való elhelyezését **elektromágneses színeképnek**, vagy **elektromágneses spektrumnak** nevezzük.

$$c = \lambda \cdot f$$

A nagyobb hullámhosszú elektromágneses hullám frekvenciája kisebb, a kisebb hullámhosszú elektromágneses hullám frekvenciája nagyobb. A nagyobb frekvenciájú elektromágneses hullámnak nagyobb az energiája.

Az elektromágneses hullámok fajtáinak sorrendje a frekvenciájuk és így az energiájuk sorrendjében (kisebb frekvenciától és energiától a nagyobb felé):

**rádióhullámok (legkisebb energiájú), mikrohullámok, infravörös sugárzás, látható fény, ultraibolya sugárzás, röntgensugárzás, radioaktív gamma sugárzás (legnagyobb energiájú)**

- **Rádióhullámok**

fajtái:

hosszúhullám (hullámhossza > km), középhullám (100 – 1000 m), rövidhullám (10 m – 100 m), ultrarövidhullám URH (néhány m)  
Elektromos jelek továbbítására alkalmas (rádió, TV, ...). Adó-antennával sugározzák ki és vevőantenna képes visszaalakítani elektromos jellé. Ma már a rádiózáshoz, TV-hez nem ezt, hanem a mikrohullámot használják, mert nagyobb az energiája.

- **Mikrohullámok** (hullámhossza: mm, cm, dm)

A rádióhullámokhoz hasonlóan elektromos jelek továbbítására alkalmas, de mivel nagyobb energiájú, erősebb és zavarmentesebb adást lehet továbbítani. A TV és a mobiltelefon jeleit is mikrohullám továbbítja. A GPS műholdas rendszer is mikrohullámokat sugároz és a GPS vevő méri, hogy a műholdról mennyi idő alatt ért oda, így mérhető a műhold távolsága, és ez alapján a vevő helye. A mikrohullám a fémről visszaverődik, ezért használható radarnak, vagy fémdetektornak is.

**A mikrohullám felhasználása:** távolság és iránymérés, rádió, TV, mobiltelefon, GPS, radar, rádiócsillagászat, melegítésre is használható (mikrosütő, gyógyászat)




- **Infravörös (infrared, IR) sugárzás (hősugárzás)** (800 nm – mm)  
A Nap és csillagok bocsátanak ki IR sugárzást, de ezen kívül, minden tárgy, élőlény is ad ki magából infravörös sugárzást. A melegebb tárgy, élőlény erősebbet. Ezért lehet használni infravörös fényképezésre, tárgyak, élőlények által kibocsátott hősugárzást lehet érzékelni, hőfényképet készíteni. A Napból érkező IR sugárzás (hősugárzás) melegíti a Földet és az élőlényeket (napozás).

Az IR sugárzás felhasználása: vadállatok, vagy emberek, katonák megtalálása hőfénykép alapján, házak hőszigetelés vizsgálata, katonai felhasználás pl. hőkövető rakéta (a repülő vagy helikopter motorjának hősugárzását követi). Gyógyászatban: hőfénykép alapján gyulladt, beteg belső testrészek megtalálása, vagy melegítéssel gyógyítás (pl. infralámpa), a távirányító sugara is IR sugárzás

- **Látható fény** (400 nm – 800 nm) (ibolyakék – vörös)  
A látható fehér fény a különböző hullámhosszú színes fénysugarak keveréke.

A szemünk a különböző hullámhosszú EM sugarakat más színűnek látja.

(A látható fényt és tulajdonságait később részletesen fogjuk tanulni.)

SZÍN	SPEKTRUM	HULLÁMHOSSZ
ibolya		400 – 420 nm
kék		420 – 500 nm
zöld		500 – 570 nm
sárga		570 – 590 nm
narancs		590 – 600 nm
vörös		600 – 800 nm

- **Ultraibolya (ultraviolet, UV) sugárzás** (1 nm – 400 nm)

Fajtái: UV-A, UV-B, UV-C

UV-A sugárzás a legkisebb energiájú UV sugárzás. Nem káros.

Hatására néhány anyag fluoreszkál.

Felhasználása: szórakozóhelyeken a fehér anyag fluoreszkál,  
pénzvizsgálás UV átvilágítással

### UV-B sugárzás

A Napból érkező UV-B sugarakat a légkör ózon rétege szűri. Élettani hatása: D-vitamin képzést, barnulást okoz (napozás, szolárium). Nagy mennyiségben káros, leégést, bőrrákot okoz. A bőrnél tovább nem halad. A szembe jutva szemkárosodást okoz.

Védekezés ellene: napszemüveg, hegesztő szemüveg (hegesztéskor is keletkezik UV-B sug.), napolaj, naptej (elnyeli az UV-B egy részét).

Az UV-C sugárzás a legnagyobb energiájú UV sugárzás. Káros lenne, de a Föld levegőrétege megszűri, nem jut a Föld felszínére.

Űrhajósoknak kell védekezni ellene védőruhával.

- **Röntgensugárzás** (0,01 nm – nm)

Nagy energiájú sugárzás, áthatol a testen, különböző anyagokon nagyobb vagy kisebb mértékben hatol át. Ezért röntgen-fényképezésre használható. Nagy mértékben használva az élő szöveteket, sejteket károsítja.



Védekezés ellene: ólommellény, ólomfal (elnyeli a röntgensugárzás nagy részét)

Használják átvilágításra: orvosi röntgenkép  
anyagvizsgálat,  
repülőtéri csomagvizsgálat

- **Rádioaktív gamma sugárzás** ( $< 0,01$  nm)

A legnagyobb energiájú sugárzás. Atommag átalakulásakor jön létre (atombomba, atomreaktor, csillagok). Az élő szövetekre, sejtekre káros hatása van: - sejtroncsoló hatás, ionizáló hatás (kémiai átalakulásokat okoz a szervezetben), a DNS sejteket is roncsolja, így az élőlény utódjainak is lehetnek születési rendellenességeik

Rákos megbetegedést, vagy nagy mennyiségben (pl. atombomba) gyors halált okoz.

Védekezés ellene: Vastag ólom, vagy betonfal a sugárzás nagy részét elnyeli.

Felhasználása: Daganatos sejtek pusztítására használják a gyógyászatban (sugárkezelés).

## Orvosi vizsgálati módszerek:

- **CT (computer tomograph) vizsgálat:** különböző síkokban készítenek röntgenfelvételt, és ezekből lehet összeállítani térbeli képet a vizsgált szervekről, szövetekről  
**Nagy mennyiségben használva káros** (sejtroncsoló) hatása van a röntgensugárzásnak.
- **MR (mágneses rezonancia) vizsgálat:** Mágneses tér változtatásával a szervezetben levő atomok mágneses rezgésbe jönnek és rezgésük függ a tulajdonságaitól. A mágneses rezgések mérésével képet lehet alkotni a belső szervekről. **Nem káros.**
- **Ultrahang vizsgálat:** 20000 Hz-nél nagyobb frekvenciájú hanghullámmal sugározzák a testet. A hanghullámok a különböző sűrűségű részekről különböző erősséggel verődnek vissza, így a visszavert hangokat érzékelve térbeli képet kaphatunk a szervekről.  
**Nem káros.**
- **Hőfénykép:** az ember által kibocsátott hőt lehet hőkamerával lefényképezni. A melegebb helyek erősebben sugároznak, a beteg részek melegebbek, így megállapíthatóak a beteg részek a testben.  
**Nem káros**