# 14. Optika

A fény azon elektromágneses hullámok összessége, amelyeket az emberi szem észlelni képes. A hullámhossz tartomány 380-720 nm.

A fény a megfigyeléstől függően részecskeként, vagy hullámként viselkedik.

A fény egyenes vonalú terjedése és az árnyékjelenségek a részecske természettel, a fény elhajlása és interferenciája a hullámtermészettel magyarázható.

## A fény mint elektromágneses hullám

A hullám valamilyen zavar közegben való terjedése.

A fény elektromágneses hullám: az elektromos és a mágneses térerősség egymásra merőleges rezgése. A 14.1.1. ábrán a villamos térerősség és a mágneses indukció vektorok egyik pillanatnyi állapotát mutatjuk meg x irányú terjedés esetében..

E

x

B

A

14.1.1. ábra A fény, mint a villamos térerősség és mágneses indukció vektorok pillanatképe

Ha a hullám x irányban halad, akkor az A pontban a fenti ábrán megfigyelt állapot (villamos térerősség mérővel mérve) az idő függvényében a 14.2.2. ábrán látható módon változik.

t

T

E

14.1.2. A villamos térerősség abszolút értékének változása az előző ábra A pontjában az idő függvényében

A hullámban a legkisebb ismétlődő szakasz a hullámhossz, jele: λ (lambda).

Egy pontban a villamos térerősség időfüggvényében, illetve a mágneses indukcióéban az időben legközelebb levő két azonos fázisú távolsága az időben a periódusidő: T.

A frekvencia a periódusidő reciproka, jele: ***v*** (néha f) (nű), mértékegysége: [Hz].

.

###### Mivel az A ponton T idő alatt halad végig a teljes hullámhossz, ezért a terjedési sebesség (c):

. (14.1.1)

Az elektromágneses hullám terjedési sebessége vákuumban. Más közegben jelentősen különbözhet az értéke.

A hullám terjedés leírására általánosságban alkalmazott paramétert (ami a legjellemzőbb a hullámterjedésre, illetve a hullám tulajdonságaira) Ψ (pszí) –vel jelöljük.

Legyen Ψ – a forrástól x távolságban t idő múlva a hullám állapota, és Ψ0 a hullám amplitúdója. A részletesebb vizsgálatok azt mutatják, hogy

, (14.1.2.)

ahol  az úgynevezett kezdőfázis.

A részletesebb vizsgálatok azt mutatják, hogy a fény tulajdonságait elsősorban a térerősség vektor () határozza meg, ezért a fény hullámokat leíró egyenlet az alábbi alakot ölti:

. (14.1.3.)

A hullámok leírására nagyon jól használható fogalom a hullámfelület és a hullám sugara. Ezek a következők:

**Hullámfelület** (vagy sokszor: hullámfront): **az azonos fázisú pontok összessége**.

A **hullám sugara**i: a **hullámfelületre merőleges egyenes**ek, a hullám sugárirányban terjed, a hullám energiája a sugarak irányában halad.

**Gömbhullámok:**

A hullámfelületek gömbök. Ilyen hullámokat bocsátanak ki a pontszerű fényforrások (14.1.3. ábra).

A hullám sugarai

Hullámfelületek

Pontszerű fényforrás

14.1.3. ábra Pontszerű fényforrás hullámfelületei és sugarai

Legyen  a fényforrás által kibocsátott, egységnyi felületen időegység alatt áthaladó energia, vagy teljesítmény sűrűség.

Pontszerű fényforrás estében  azaz a teljesítmény sűrűség a hullámforrástól távolodva a távolság (r) négyzetével csökken, mivel ugyanaz az energia egy a sugár növekedésével négyzetesen növekvő gömb felületen oszlik meg.

,

ahol  az arányosság jele.

**Síkhullámok:**

**A hullámfelületek egymással párhuzamos síkok, azaz a hullám sugarai párhuzamosak (**14.1.**4. ábra), azaz  a távolságtól független, azaz az egységnyi felületre jutó energia állandó. Ez a sugár energiatovábbításra alkalmas. Ilyen hullámforrás pl. a lézer.**

Hullámfelületek

Sugarak

14.1.4. ábra Síkhullám sugarai és hullámfelületei

Ha a fényt részecskének tekintjük, akkor a részecske neve foton, sebessége a fénysebesség, tömege zérus, impulzusa véges érték.

## 

## Geometriai optika

### Alapfogalmak

A geometria optikát alapvetően a fény egyenes vonalú terjedésével jellemezhetjük az alábbi tulajdonságokkal:

1. A fény terjedésének irányát, vagy a fény részecskéinek, a fotonoknak a pályáját a sugarak adják.

2. Érvényes a Fermat-elv: A fény úgy terjed, hogy két pont közötti távolság megtételéhez szükséges idő az összes lehetséges pályák között minimális (14.1.5. ábra).

Elképzelt utak

A megvalósuló fényút, mivel ennek megtételéhez kell a legrövidebb idő

Síktükör

14.1.5. ábra A Fermat-elv különböző, elképzelt, útjai síktükör esetében

3. Az optikában minden tárgy minden pontja minden irányban haladó elemi fénysugarak kiinduló pontjának tekinthető, vagy azért, mert önmaga is fényt bocsát ki, vagy azért, mert fény esik rá, s azután visszaverődik.

4. Képalkotás, egy pont, vagy tárgy képének megjelenése:

Legyen egy tárgy, és annak egy pontja, amelyből két fénysugár indul ki. Ezek kétféleképpen hozhatnak létre képet.

**Valódi kép** (14.1.6. ábra):

Ebben az esetben az adott P pontból kiinduló két fénysugár különböző utakon halad, de végül egy pontban találkoznak. Ez a pont a képpont P’, az ide helyezett fénymérő mér fényerősséget, a kép ernyőn fényképező lemezen, digitális kamera pixeljén felfogható, rögzíthető. Ezért ez valódi kép.

P

P’

P’ a P valódi képe, mert a fénysugarak metszik egymást, illetve fel lehet fogni a képet egy ernyőn, fénymérővel mérni lehet az intenzitást.

14.1.7. ábra Valódi kép keletkezése

**Virtuális, vagy látszólagos kép** (6.2.3. ábra):

Ebben az esetben a P pontból kiinduló két fénysugár útja annyira különböző, hogy a vizsgálatot végző szemébe széttartóan érkeznek, a valóságban nem metszik egymást. Az emberi szem nem tudja kivenni a beérkező fény előtörténetét, ezért (az aggyal együtt természetesen) úgy látja, mintha a meghosszabbításuk metszéspontjából (P’) érkeztek volna. Ez egy képpont, de mivel csak az agyban keletkezik, ernyőn nem fogható fel, ezért látszólagos, vagy virtuális képnek nevezzük.

P

P’

P’ P virtuális, vagy látszólagos képe, mert nem metszik egymást a fénysugarak, csak a szemünk hiszi azt, hogy egy pontból érkeztek, P’-ből

14.1.7. ábra Virtuális kép keletkezése

### A síktükör

Ha a fény egy azt tökéletesen visszaverő felületre érkezik, (beesik), akkor úgy verődik vissza, hogy a beeső sugár, a visszavert sugár, valamint a beesési merőleges egy síkban vannak, s a beesési szög megegyezik a visszaverődési szöggel (14.1.8. ábra).

Beesési pont

Visszaverődési szög

Beeső sugár

Síktükör

Beesési merőleges





Visszavert sugár

Beesési szög

14.1.8. ábra A síktükörrel kapcsolatos fogalmak

Ha egy síktükör elé, attól t távolságra egy tárgyat helyezünk, akkor a 14.1.9. ábra szerint szerkeszthetjük meg a képet, ami a tükör mögött –k távolságra van. A k a képtávolság, mely mivel a kép virtuális, negatív érték és abszolút értéke megegyezik a tárgytávolsággal.

A síktükör egyenes állású, azonos méretű, látszólagos képet ad a tárgyról a tükör mögött. A kép jobb és baloldala fel van cserélve.

P’

tükör

k

t

P

14.1.9. ábra Síktükör képalkotása