

A fény mint elektromágneses hullám és mint fényrészecske

Segítség az 5. tétel (Hogyan alkalmazható a hullám-részecske kettősség gondolata a fénysugárzás esetében?) megértéséhez és megtanulásához, továbbá a „Mikroszkópia II., a „Fényemisszió” és a „Polarimetria” gyakorlatokhoz.

Előző két előadás a fényről: 2 modell

Geometriai optika (modell 1)

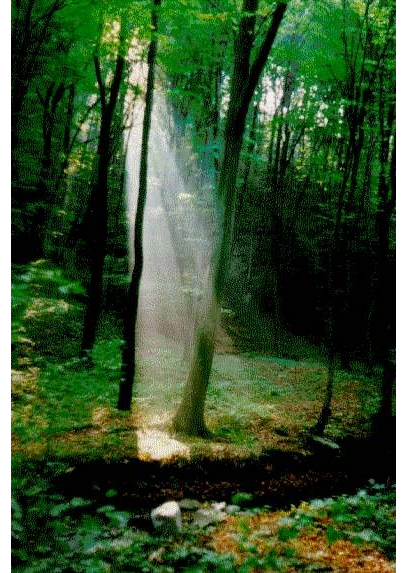
Fénysugár: igen vékony párhuzamos fénynyaláb

1. egyenes vonalú terjedés törvénye

2. visszaverődési törvény

3. törési törvény

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$



Mindez egyetlen elvből következik! **Fermat-elv**

Ezt a modellt használva az optikai jelenségek széles körének magyarázata egyszerű **geometriai problémák** megoldásaként adható meg.

Példa: Lencsetörvény:

$$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

t, k : tárgy- és képtávolság

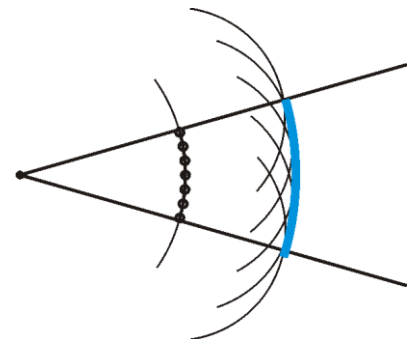
r_1, r_2 : a lencse görbületi sugarai

$n = n_2/n_1$: a lencse relatív törésmutatója

Fizikai vagy hullámoptika (modell 2)

Alapja: **Huygens–Fresnel-elv**

Az előző 3 törvény **ezzel a modellel is leírható.**

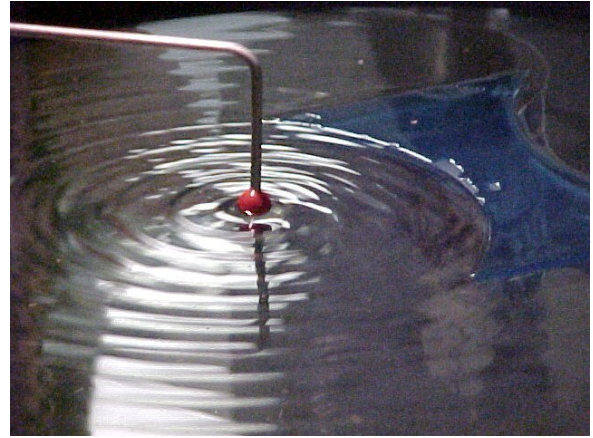


szuperpozíció → interferencia

Interferencia (két vagy több hullám találkozik)

A hullámokkal kapcsolatos legfontosabb jelenség

Inkoherens és koherens hullámok



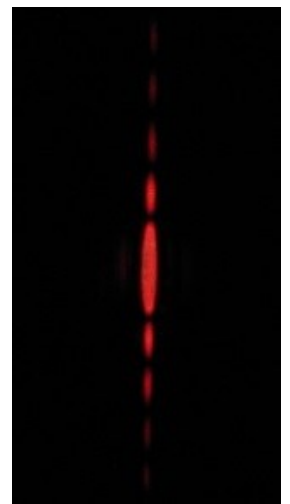
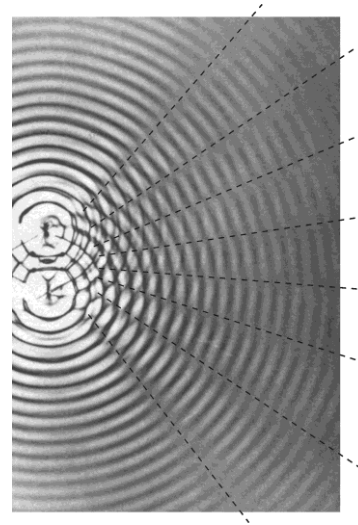
A koherens hullámok térben és időben szabályozottan keltődnek, valamilyen módon szinkronizáltak.

Pl. „vízhullám”: direkt módon megfigyelhető.

Mert elég lassan változik (kis f , kis c) és elég nagy méretű (nagy λ).

A „fényhullám” nem ilyen.

Bizonyos feltételek mellett mintázatok jöhetnek létre, amelyek időben nem változnak, méretük pedig lényegesen nagyobb lehet, mint λ .



Maxwell az elektromágneses (rádió) hullámok tanulmányozása közben:

„Az elektromágneses hullámok terjedési sebesség(c) ... annyira közel esik a fény terjedési sebességéhez, hogy úgy tűnik nyomós okunk van arra következtetni, hogy a fény maga is egy, az elektromágneses törvények szerint az elektromágneses térben hullám alakjában tovaterjedő elektromágneses zavar.”

Mi a fény?

Látható **elektromágneses** sugárzás

Hullámhossza kb. **400 és 800 nm** között van.

A fény **elektromágneses hullám**

transzverzális

ezért **polarizálható**

lineárisan polarizált fény
vagy **síkban** polarizált fény

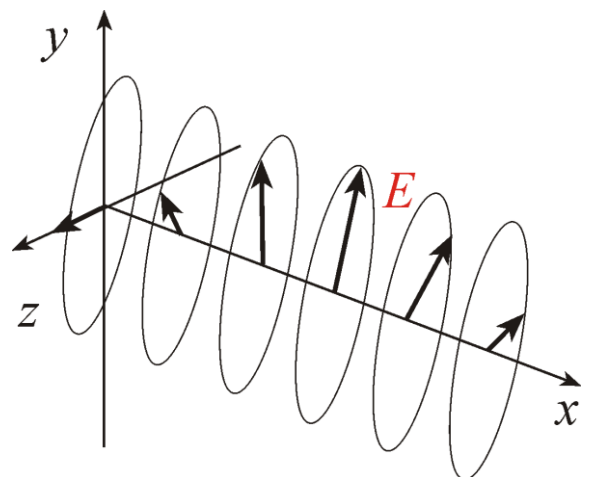


De van **elliptikusan (vagy cirkulárisan)** polarizált fény is.

Optikai anizotropia

Pl. „anizotrop anyagban” a megfelelően módon **lineárisan polarizált fény terjedési sebessége függ a terjedés irányától.**

Ennek oka az anyag struktúrájával kapcsolatos.



Következmények, alkalmazások: kettős törés, polarizációs mikroszkóp, polarimetria.

Hallwachs kísérlet:

ultraibolya sugárzás hatására negatív elektromos töltéshordozók távoznak a megvilágított fém felületéről. Ezt nevezzük **fényelektromos jelenségnek** vagy **fotoeffektusnak**.

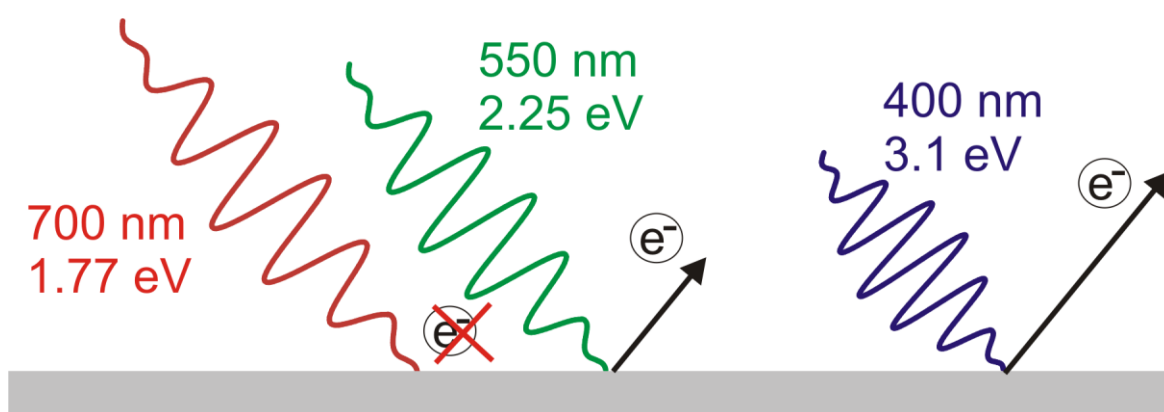
Lénárd alaposabban tanulmányozta a jelenséget és többek között a következő megállapításokra jutott:

- a távozó töltéshordozók **elektronok**,
- a jelenség egy a fém anyagától függő **küszöbfrekvencia** alatt nem jön létre, (hiába növeljük a megvilágító fény intenzitását),
- a **kilépő elektronok maximális sebessége** nem a megvilágító fény intenzitásától, hanem a **színétől**, azaz frekvenciájától **függ**, (növekvő frekvenciával növekszik a sebesség)

Az **elektromágneses hullámok elmélete alapján**, ezeket a tapasztalatokat **nem lehet megmagyarázni**.

Einstein: a fény hf nagyságú energiaadagokból, **fotonokból** áll (ahol h a Planck-állandó, f pedig a fény frekvenciája).

Fényelektromos hatás: a foton akkor képes elektront kiléptetni a fémből, ha ehhez elegendő energiával rendelkezik. Eközben a foton elnyelődik.



$$hf = W + E_{\text{kin}} = W + \frac{1}{2} m_e v^2$$

Jelenség

Hullám tulajdonsággal illetve **részecske** tulajdonsággal magyarázható

	hullám	részecske
Fényvisszaverődés	+	+
Fénytörés	+	+
Interferencia	+	-
Polarizáció	+	-
Fényelektromos hatás	-	+

Már korábban is vita tárgya volt:

Vajon **nem téves-e minden olyan hipotézis**, amely azt tételezi fel, **hogy a fény nyomás vagy mozgás, amely valamely fluidumban terjed?** Vajon **a fénysugarak nem kis testekből** állnak-e, amelyeket a fénylő anyag kibocsát?

Newton (1642-1726): Optics

...ha figyelembe vesszük azt ...**(hogy) a (fény)sugarak egymás akadályozása nélkül áthaladhatnak (egymáson)...****(akkor) ha mi egy fénylő tárgyat látunk, az nem lehet egy anyagáramlás következménye**, amely anyag a tárgyról felénk jön oly módon, **mint ahogy a golyó vagy a nyíl halad a levegőben;**...Így tehát a fény valahogy másként terjed; **ami ennek megértéséhez vezet, az az ismeret, amely a hang(hullám) terjedéséről birtokunkban van.**

Huygens (1629-1695): Traité de la lumière

Elektromágneses spektrum:

