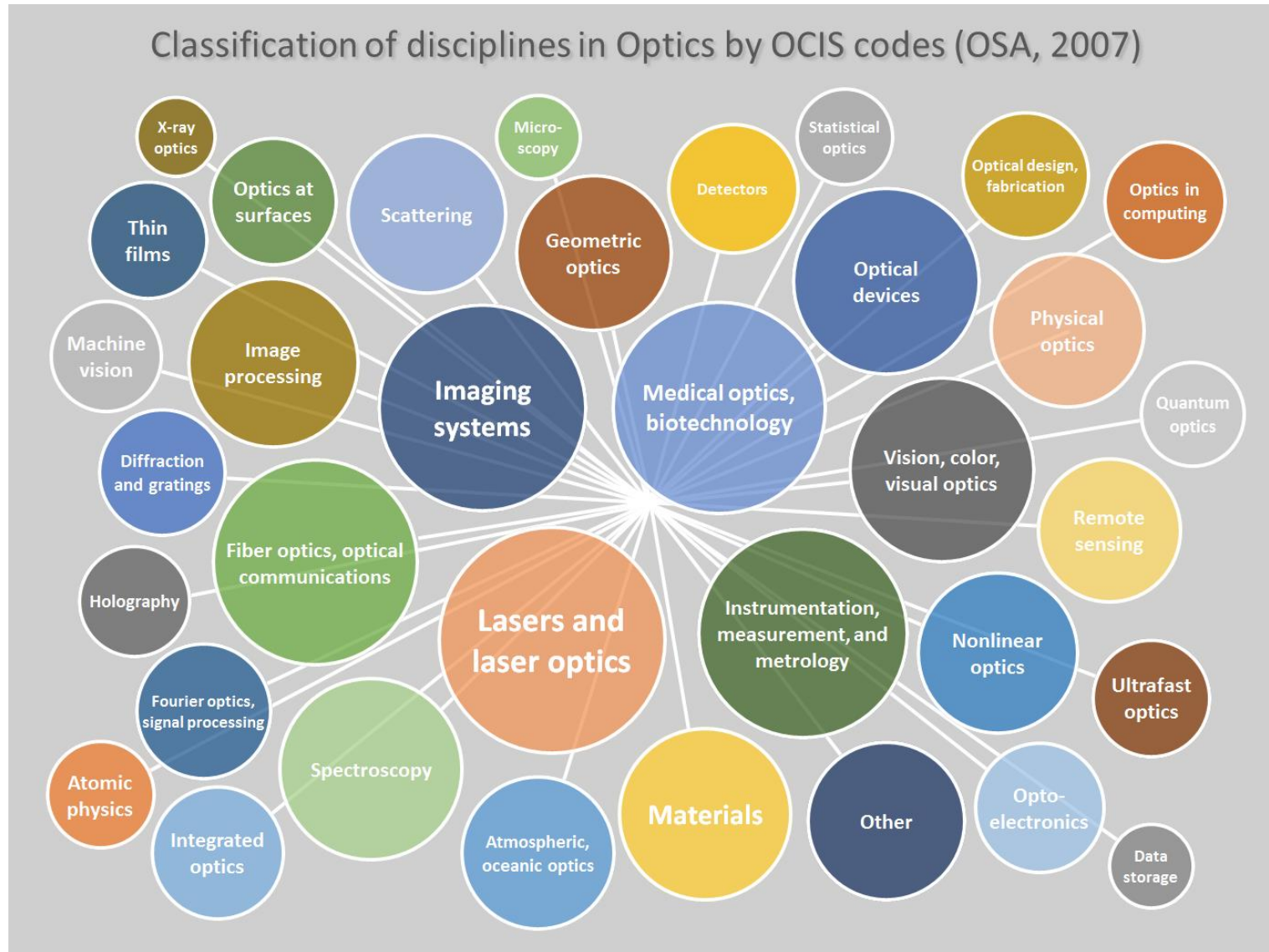


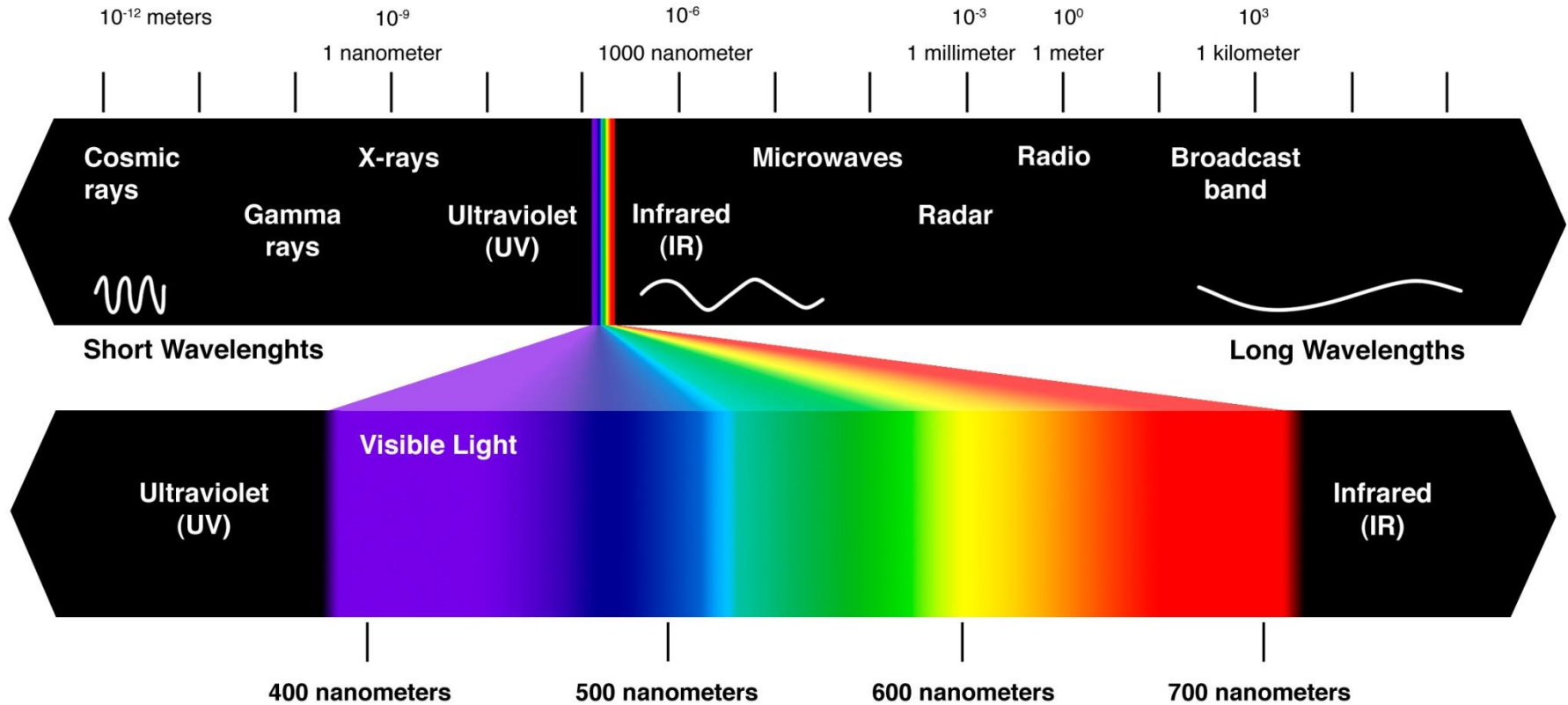


# ▪ Az optika tudományterületei ▪





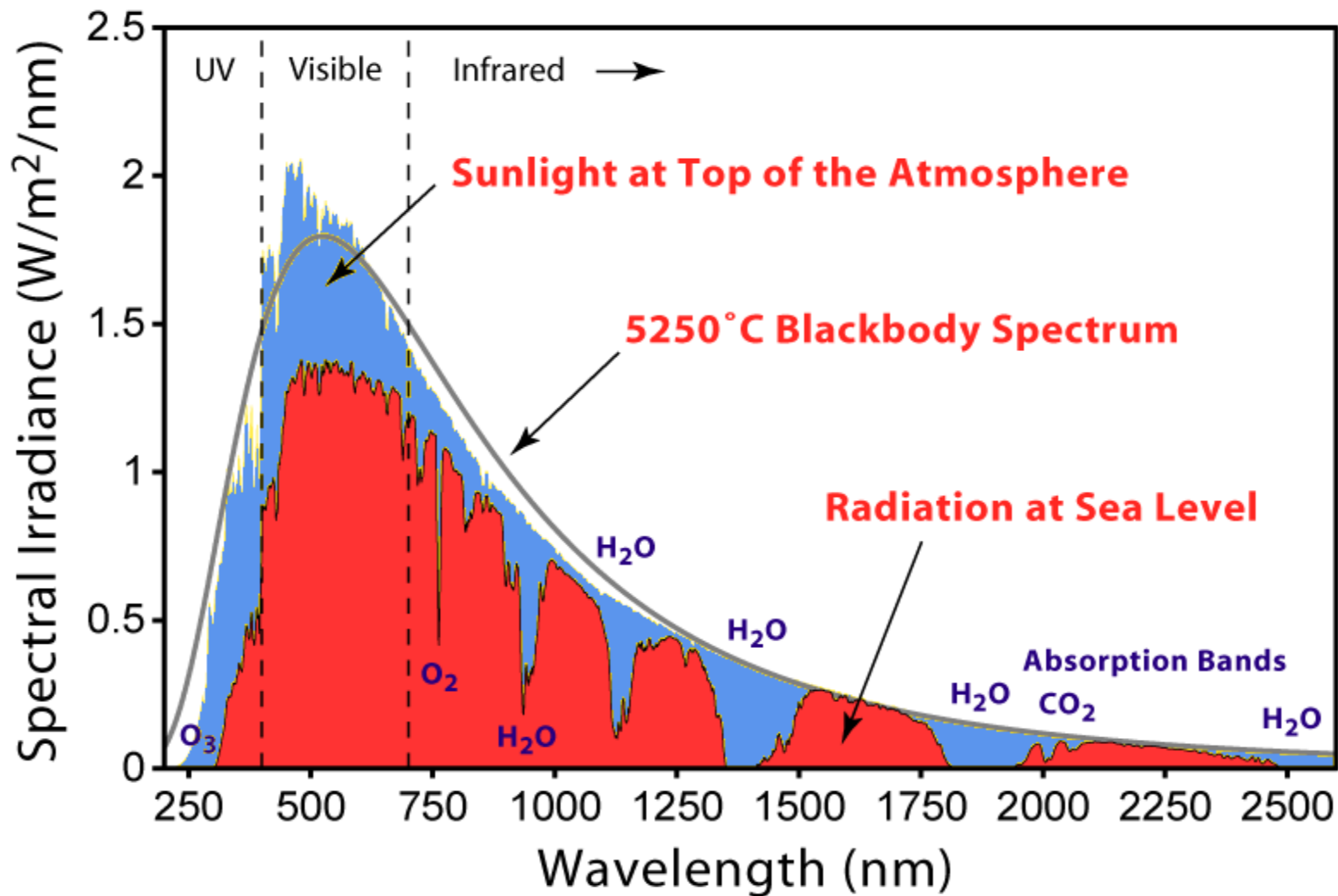
# ▪ Elektromágneses spektrum ▪



<http://infothread.org/Science/Physics/Electromagnetic%20Spectrum.jpg>



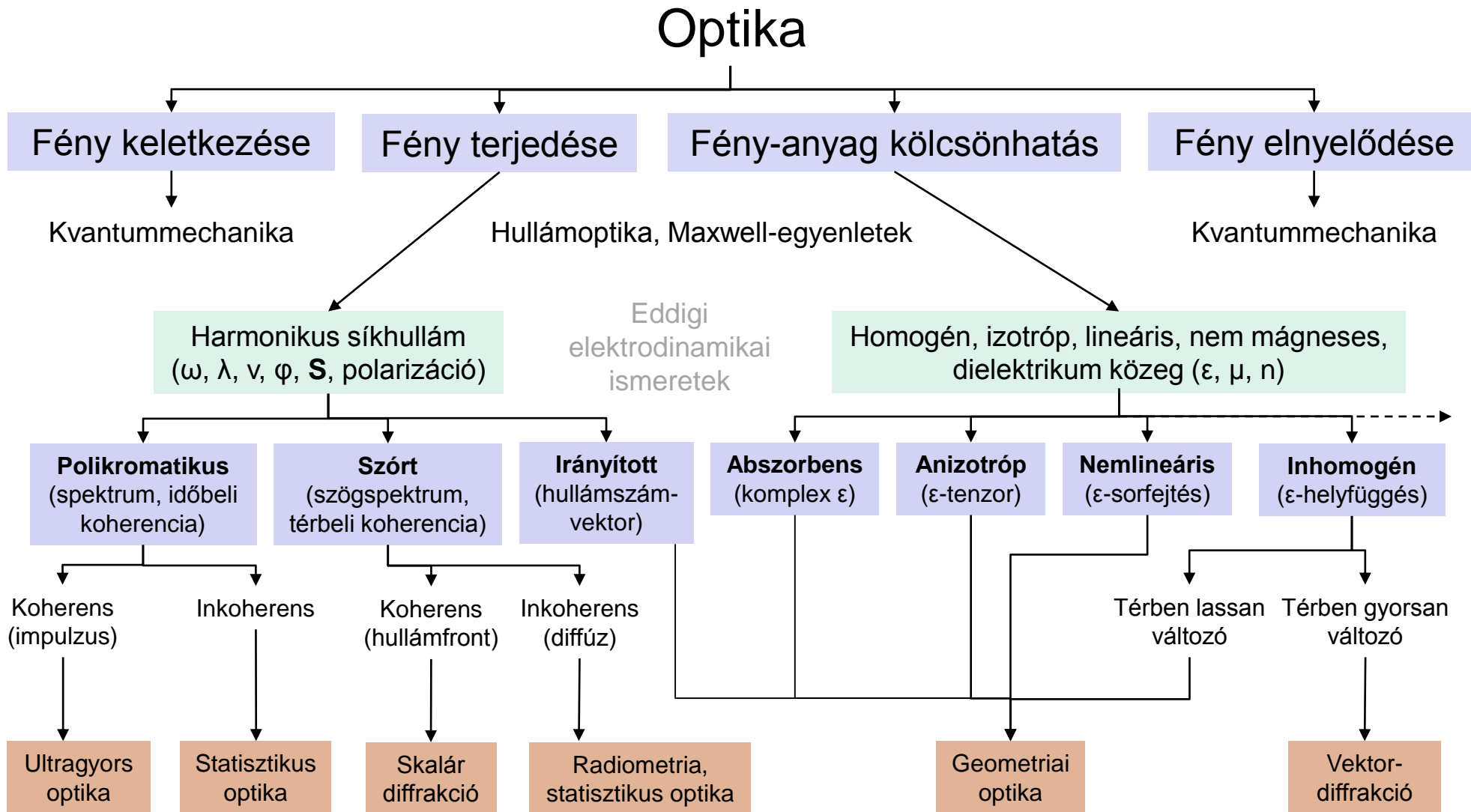
# ▪ Napfény sp. teljesítménysűrűsége ▪



5500 K (5250C) – a földfelszínen a közvetlen napfény, az atmoszférán kívül 5900 K  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar\\_Spectrum.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_Spectrum.png)



# Az optikai modellek áttekintése



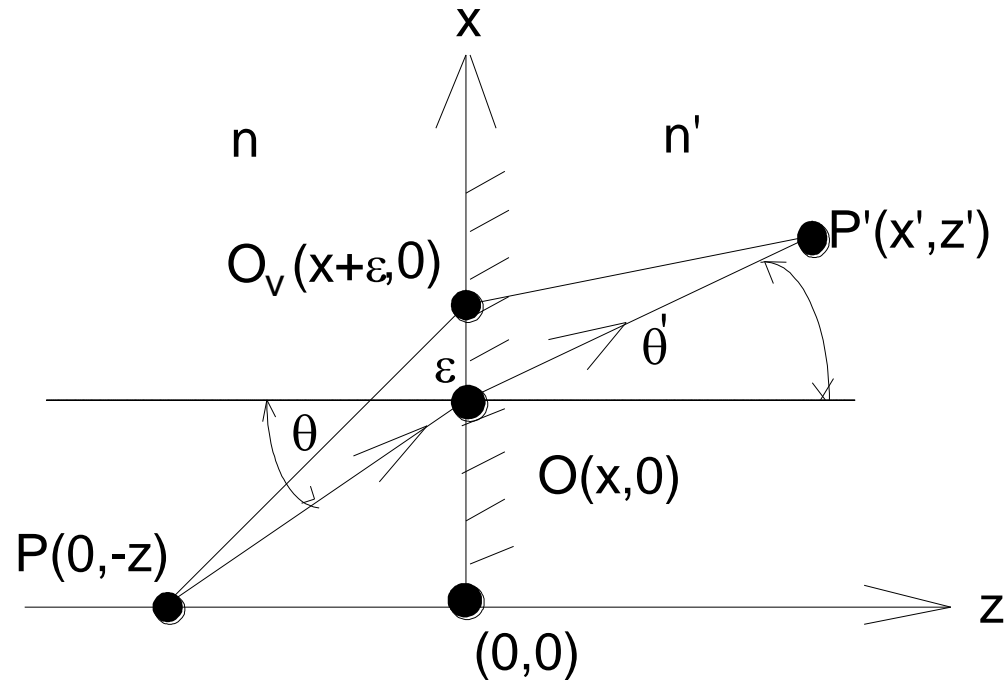


# ▪ A fény, az EM hullámok felfedezése ▪

Név	Korszak	Felfedezés
Asszíria	i.e. 1000	tükrök, gyújtólencsék (pl. Nimrud-lencse? – csiszolt kristály)
Euklidész	i.e. 280	„Optika” fény = látás (sugarak a szemből erednek, egyenes vonalban terjednek)
Alhazen	11. sz.	fény: forrásból ered a szem csak „detektor”; részecske modell; véges és sűrűségfüggő sebesség
Descartes	1637	elasztikus közeg - éter, benne mintha teniszlabdák mechanikus mozgást végeznének; törési törvény
Fermat	1657	legrövidebb idő elve, törési törvény újabb levezetése, a fény üvegben lassabban terjed mint levegőben
Römer	1675	fénysebesség mérése 24% pontossággal Jupiter holdak alapján (Doppler-effektus)
Huygens	1679	a fény elastikus közegben terjedő zavar, impulzus
Newton	1704	„Opticks”; 100 évre bebetonozta a részecskemodellt, fehér fény = színek összege (spektrum elnevezés)
Herschel	1799	infravörös sugárzás (IR) felfedezése hőhatás alapján
Ritter	1801	ultraibolya sugárzás (UV) felfedezése fotokémiai úton
Young	1801	hullámtermészet megállapítása, szín~hullámhossz, később: transzverzálitás, lineáris polarizáció
Malus	1809	polarizáció (Bartholomius 1669-ben kimutatta kalcittal a kettőtörést), a is kifejezés tőle származik
Fresnel	1818	diffrakciós kísérletek → fény hullámelméletének matematikai leírása
Foucault	1850	fénysebesség mérése vízben, levegőben (vízben lassabb): részecskeelm. Ø
Kohlrausch & Weber	1856	az EM hullám sebességének megmérése = fénysebesség
Maxwell	1862	elektromágneses hullámelmélet (Faraday nyomán)
Michelson & Morley	1887	interferométeres kísérlet → nincs abszolút éter? ; $c' = c + v$ ?
Hertz	1888	a fény elektromágneses hullám (állóhullámú kísérletek EM rádióhullámmal → sebesség, polarizáció)
Röntgen	1895	Röntgensugárzás (katódsugárcső fékezési sugárzása fotólemezen) – első fizikai Nobel-díj
Villard	1900	gamma-sugárzás felfedezése
Planck	1900	feketetest-sugárzás magyarázata, EM tér kvantált: $E = h \cdot \nu$
Einstein	1905	fotoelektromos hatás; részecske modell (foton); speciális relativitás-elmélet



# ▪ Törési törv. a Fermat-elv alapján ▪



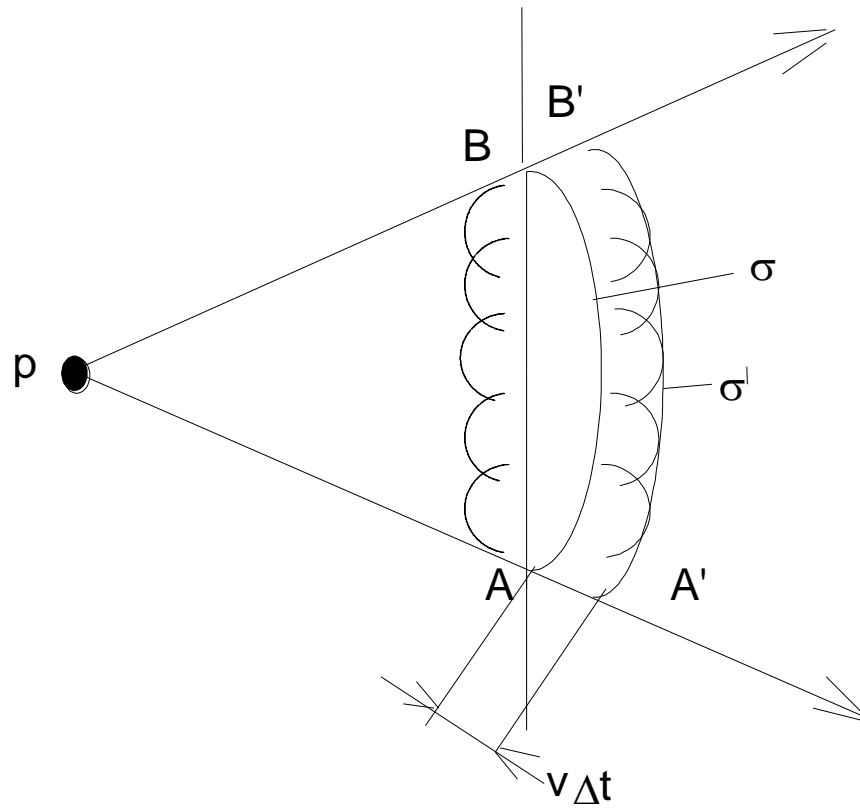
$$OPL(PO_vP') = n\sqrt{(x+\varepsilon)^2 + z^2} + n'\sqrt{(x'-x-\varepsilon)^2 + z'^2}$$





# ▪ A fény, az EM hullámok felfedezése ▪

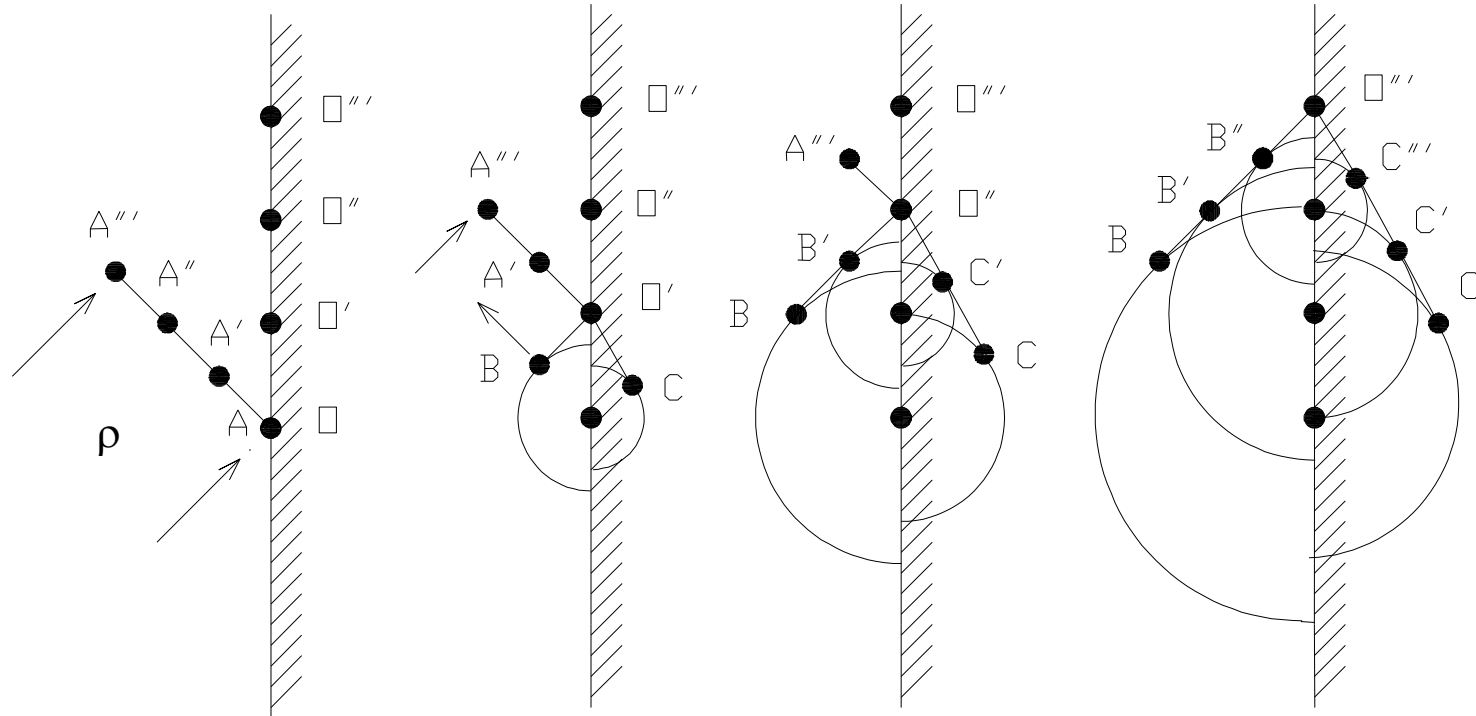
Név	Korszak	Felfedezés
Asszíria	i.e. 1000	tükrök, gyújtólencsék (pl. Nimrud-lencse? – csiszolt kristály)
Euklidész	i.e. 280	„Optika” fény = látás (sugarak a szemből erednek, egyenes vonalban terjednek)
Alhazen	11. sz.	fény: forrásból ered a szem csak „detektor”; részecske modell; véges és sűrűségfüggő sebesség
Descartes	1637	elasztikus közeg - éter, benne mintha teniszlabdák mechanikus mozgást végeznének; törési törvény
Fermat	1657	legrövidebb idő elve, törési törvény újabb levezetése, a fény üvegben lassabban terjed mint levegőben
Römer	1675	fénysebesség mérése 24% pontossággal Jupiter holdak alapján (Doppler-effektus)
Huygens	1679	a fény elastikus közegben terjedő zavar, impulzus
Newton	1704	„Opticks”; 100 évre bebetonozta a részecskemodellt, fehér fény = színek összege (spektrum elnevezés)
Herschel	1799	infravörös sugárzás (IR) felfedezése hőhatás alapján
Ritter	1801	ultraibolya sugárzás (UV) felfedezése fotokémiai úton
Young	1801	hullámtermészet megállapítása, szín~hullámhossz, később: transzverzalitás, lineáris polarizáció
Malus	1809	polarizáció (Bartholomius 1669-ben kimutatta kalcittal a kettőtörést), a is kifejezés tőle származik
Fresnel	1818	diffrakciós kísérletek → fény hullámelméletének matematikai leírása
Foucault	1850	fénysebesség mérése vízben, levegőben (vízben lassabb): részecskeelm. Ø
Kohlrausch & Weber	1856	az EM hullám sebességének megmérése = fénysebesség
Maxwell	1862	elektromágneses hullámelmélet (Faraday nyomán)
Michelson & Morley	1887	interferométeres kísérlet → nincs abszolút éter? ; $c' = c + v$ ?
Hertz	1888	a fény elektromágneses hullám (állóhullámú kísérletek EM rádióhullámmal → sebesség, polarizáció)
Röntgen	1895	Röntgensugárzás (katódsugárcső fékezési sugárzása fotólemezen) – első fizikai Nobel-díj
Villard	1900	gamma-sugárzás felfedezése
Planck	1900	feketetest-sugárzás magyarázata, EM tér kvantált: $E = h \cdot \nu$
Einstein	1905	fotoelektromos hatás; részecske modell (foton); speciális relativitás-elmélet







# ▪ Törési törv. a Huygens-elv alapján ▪



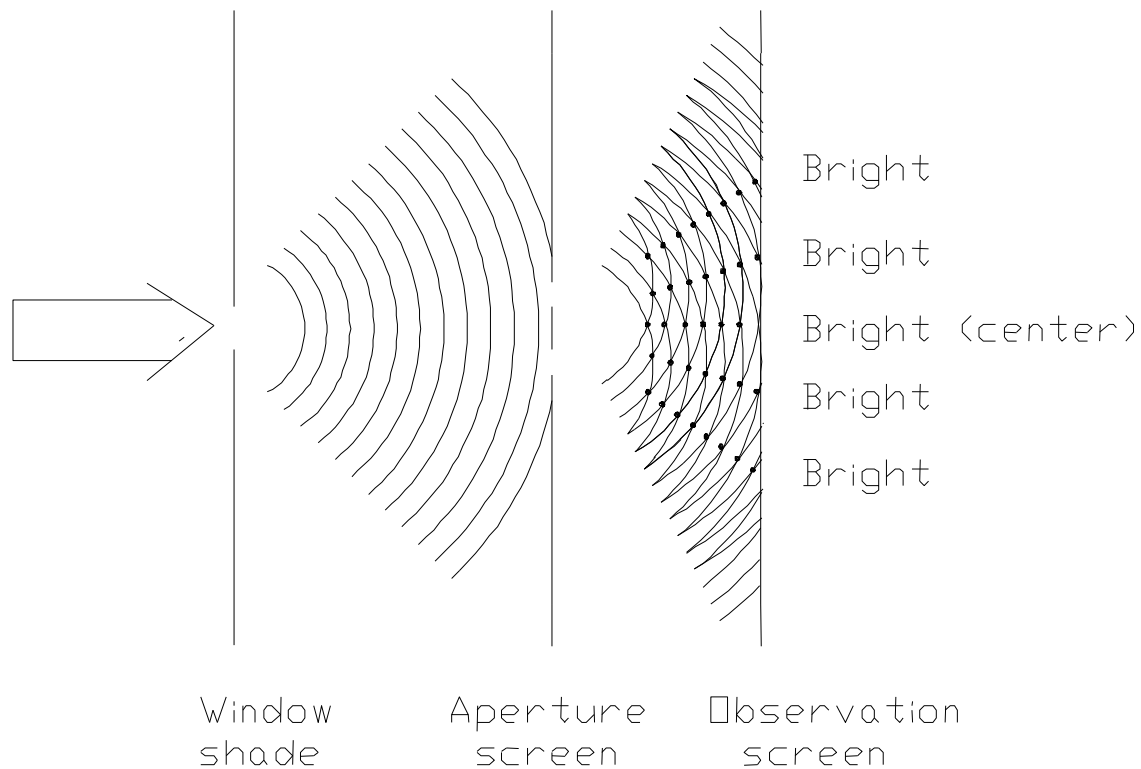


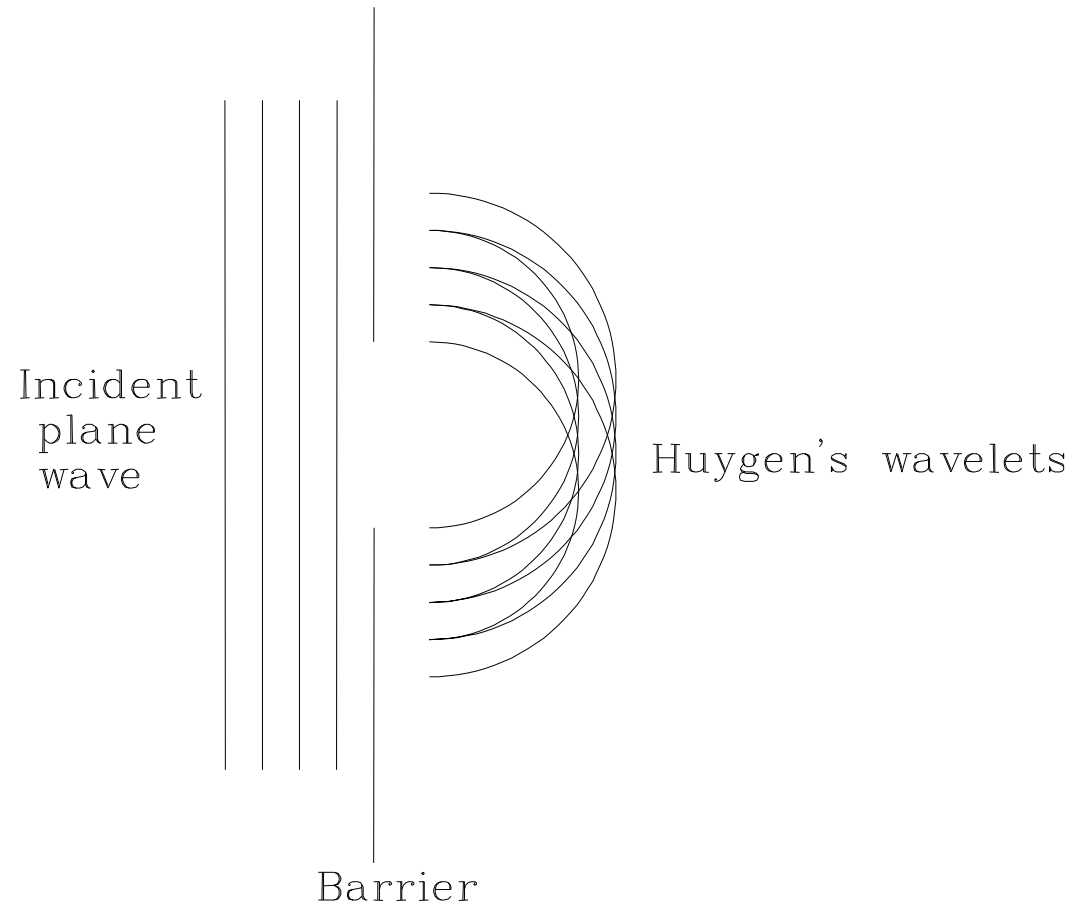
# ▪ A fény, az EM hullámok felfedezése ▪

Név	Korszak	Felfedezés
Asszíria	i.e. 1000	tükrök, gyújtólencsék (pl. Nimrud-lencse? – csiszolt kristály)
Euklidész	i.e. 280	„Optika” fény = látás (sugarak a szemből erednek, egyenes vonalban terjednek)
Alhazen	11. sz.	fény: forrásból ered a szem csak „detektor”; részecske modell; véges és sűrűségfüggő sebesség
Descartes	1637	elasztikus közeg - éter, benne mintha teniszlabdák mechanikus mozgást végeznének; törési törvény
Fermat	1657	legrövidebb idő elve, törési törvény újabb levezetése, a fény üvegben lassabban terjed mint levegőben
Römer	1675	fénysebesség mérése 24% pontossággal Jupiter holdak alapján (Doppler-effektus)
Huygens	1679	a fény elastikus közegben terjedő zavar, impulzus
Newton	1704	„Opticks”; 100 évre bebetonozta a részecskemodellt, fehér fény = színek összege (spektrum elnevezés)
Herschel	1799	infravörös sugárzás (IR) felfedezése hőhatás alapján
Ritter	1801	ultraibolya sugárzás (UV) felfedezése fotokémiai úton
Young	1801	hullámtermészet megállapítása, szín~hullámhossz, később: transzverzalitás, lineáris polarizáció
Malus	1809	polarizáció (Bartholomius 1669-ben kimutatta kalcittal a kettőtörést), a is kifejezés tőle származik
Fresnel	1818	diffrakciós kísérletek → fény hullámelméletének matematikai leírása
Foucault	1850	fénysebesség mérése vízben, levegőben (vízben lassabb): részecskeelm. Ø
Kohlrausch & Weber	1856	az EM hullám sebességének megmérése = fénysebesség
Maxwell	1862	elektromágneses hullámelmélet (Faraday nyomán)
Michelson & Morley	1887	interferométeres kísérlet → nincs abszolút éter? ; $c' = c + v$ ?
Hertz	1888	a fény elektromágneses hullám (állóhullámú kísérletek EM rádióhullámmal → sebesség, polarizáció)
Röntgen	1895	Röntgensugárzás (katódsugárcső fékezési sugárzása fotólemezen) – első fizikai Nobel-díj
Villard	1900	gamma-sugárzás felfedezése
Planck	1900	feketetest-sugárzás magyarázata, EM tér kvantált: $E = h \cdot \nu$
Einstein	1905	fotoelektromos hatás; részecske modell (foton); speciális relativitás-elmélet



# Young-féle kétréses interferencia





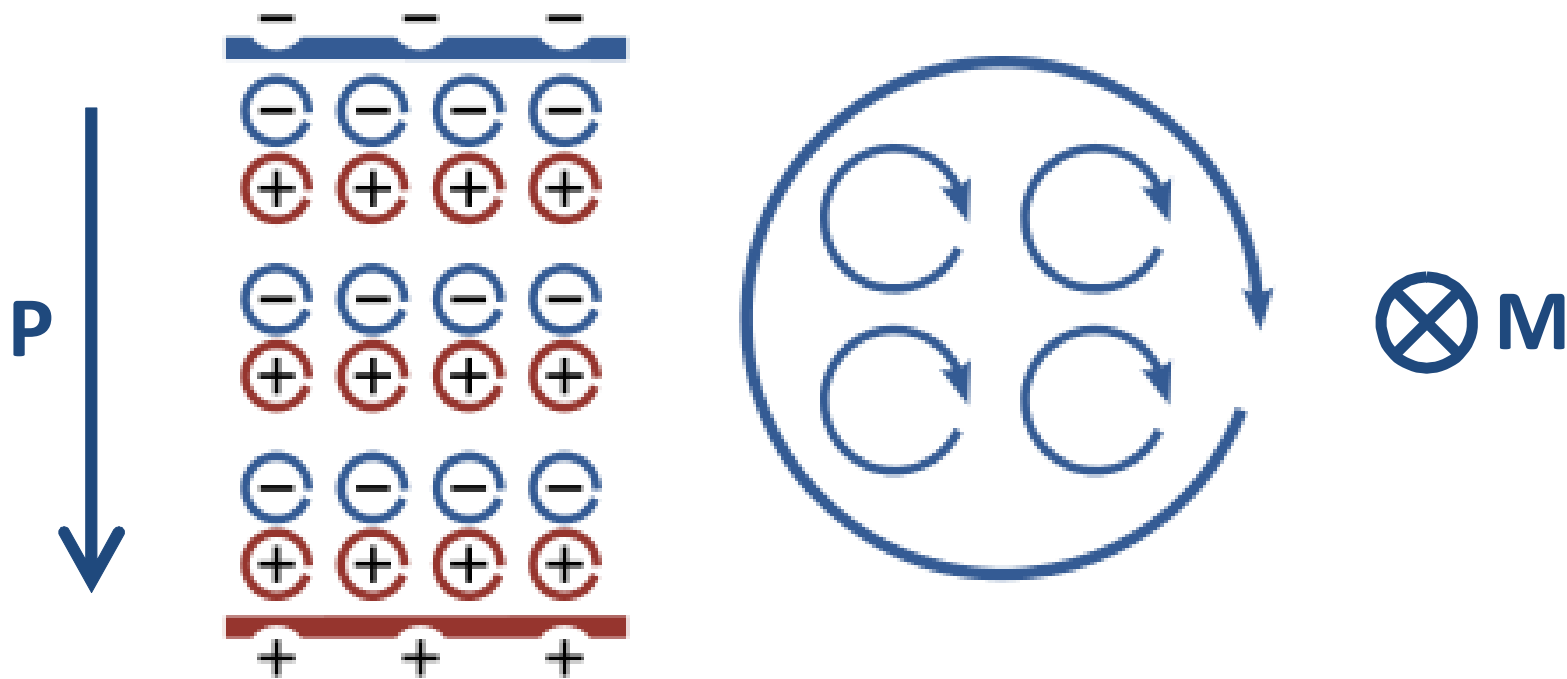


# ▪ A fény, az EM hullámok felfedezése ▪

Név	Korszak	Felfedezés
Asszíria	i.e. 1000	tükrök, gyújtólencsék (pl. Nimrud-lencse? – csiszolt kristály)
Euklidész	i.e. 280	„Optika” fény = látás (sugarak a szemből erednek, egyenes vonalban terjednek)
Alhazen	11. sz.	fény: forrásból ered a szem csak „detektor”; részecske modell; véges és sűrűségfüggő sebesség
Descartes	1637	elasztikus közeg - éter, benne mintha teniszlabdák mechanikus mozgást végeznének; törési törvény
Fermat	1657	legrövidebb idő elve, törési törvény újabb levezetése, a fény üvegben lassabban terjed mint levegőben
Römer	1675	fénysebesség mérése 24% pontossággal Jupiter holdak alapján (Doppler-effektus)
Huygens	1679	a fény elastikus közegben terjedő zavar, impulzus
Newton	1704	„Opticks”; 100 évre bebetonozta a részecskemodellt, fehér fény = színek összege (spektrum elnevezés)
Herschel	1799	infravörös sugárzás (IR) felfedezése hőhatás alapján
Ritter	1801	ultraibolya sugárzás (UV) felfedezése fotokémiai úton
Young	1801	hullámtermészet megállapítása, szín~hullámhossz, később: transzverzalitás, lineáris polarizáció
Malus	1809	polarizáció (Bartholomius 1669-ben kimutatta kalcittal a kettőtörést), a is kifejezés tőle származik
Fresnel	1818	diffrakciós kísérletek → fény hullámelméletének matematikai leírása
Foucault	1850	fénysebesség mérése vízben, levegőben (vízben lassabb): részecskeelm. Ø
Kohlrausch & Weber	1856	az EM hullám sebességének megmérése = fénysebesség
Maxwell	1862	elektromágneses hullámelmélet (Faraday nyomán)
Michelson & Morley	1887	interferométeres kísérlet → nincs abszolút éter? ; $c' = c + v$ ?
Hertz	1888	a fény elektromágneses hullám (állóhullámú kísérletek EM rádióhullámmal → sebesség, polarizáció)
Röntgen	1895	Röntgensugárzás (katódsugárcső fékezési sugárzása fotólemezen) – első fizikai Nobel-díj
Villard	1900	gamma-sugárzás felfedezése
Planck	1900	feketetest-sugárzás magyarázata, EM tér kvantált: $E = h \cdot \nu$
Einstein	1905	fotoelektromos hatás; részecske modell (foton); speciális relativitás-elmélet



# ▪ Mikroszkópikus töltések, áramok ▪



Forrás: wikipedia



## ▪ Makroszkópikus Maxwell-egyenletek ▪

$$\left. \begin{aligned} \text{I.} \quad \text{rot}\mathbf{H} &= \frac{\partial\mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{j} \\ \text{II.} \quad \text{rot}\mathbf{E} &= -\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t} \\ \text{III.} \quad \text{div}\mathbf{B} &= 0 \\ \text{IV.} \quad \text{div}\mathbf{D} &= \rho \end{aligned} \right\}$$

$$\mathbf{B} = \mu_0\mu_r\mathbf{H} = \mu\mathbf{H}$$

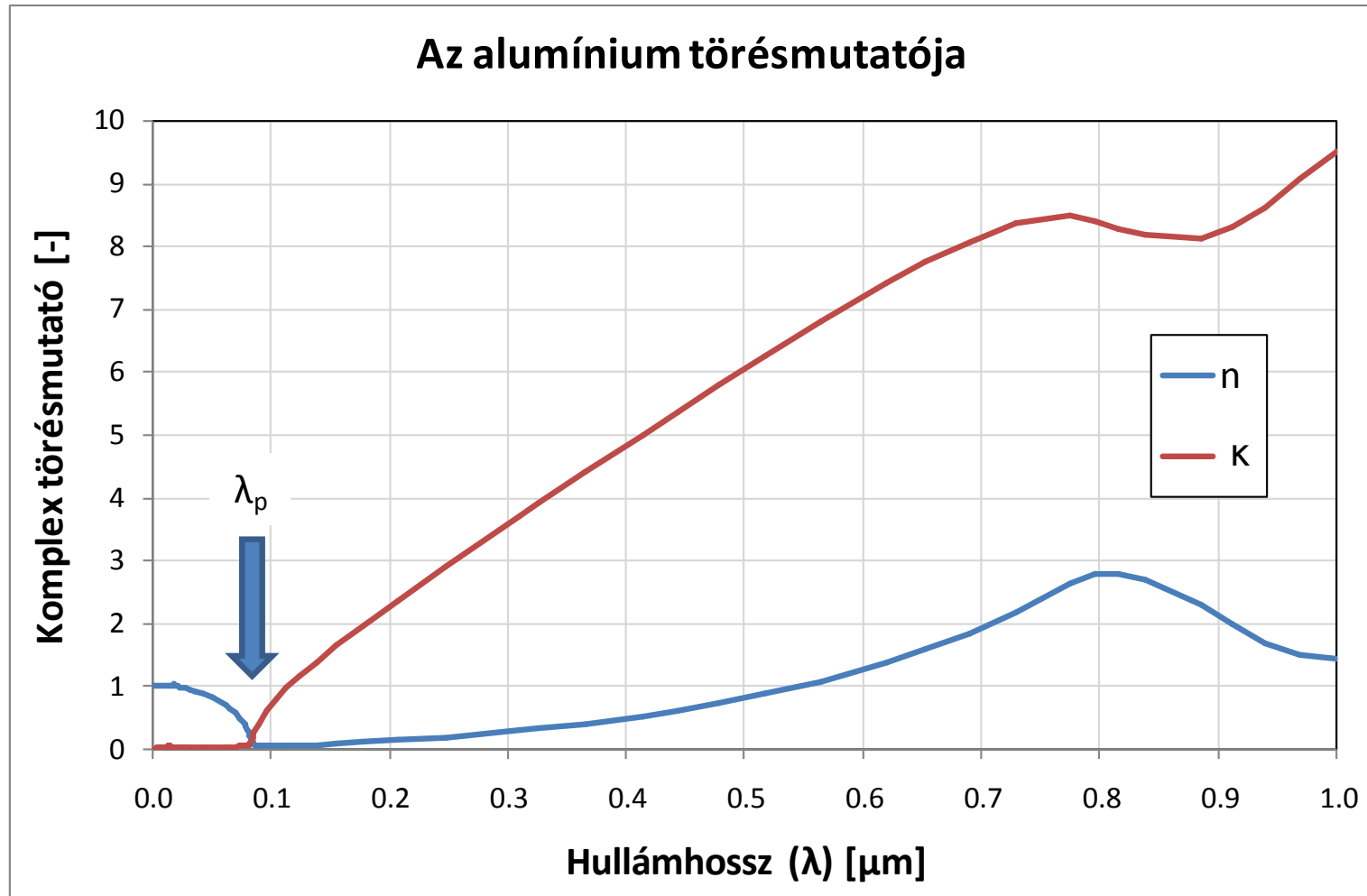
$$\mathbf{D} = \varepsilon_0\varepsilon_r\mathbf{E} = \varepsilon\mathbf{E}$$

$$\mathbf{j} = \sigma\mathbf{E}$$





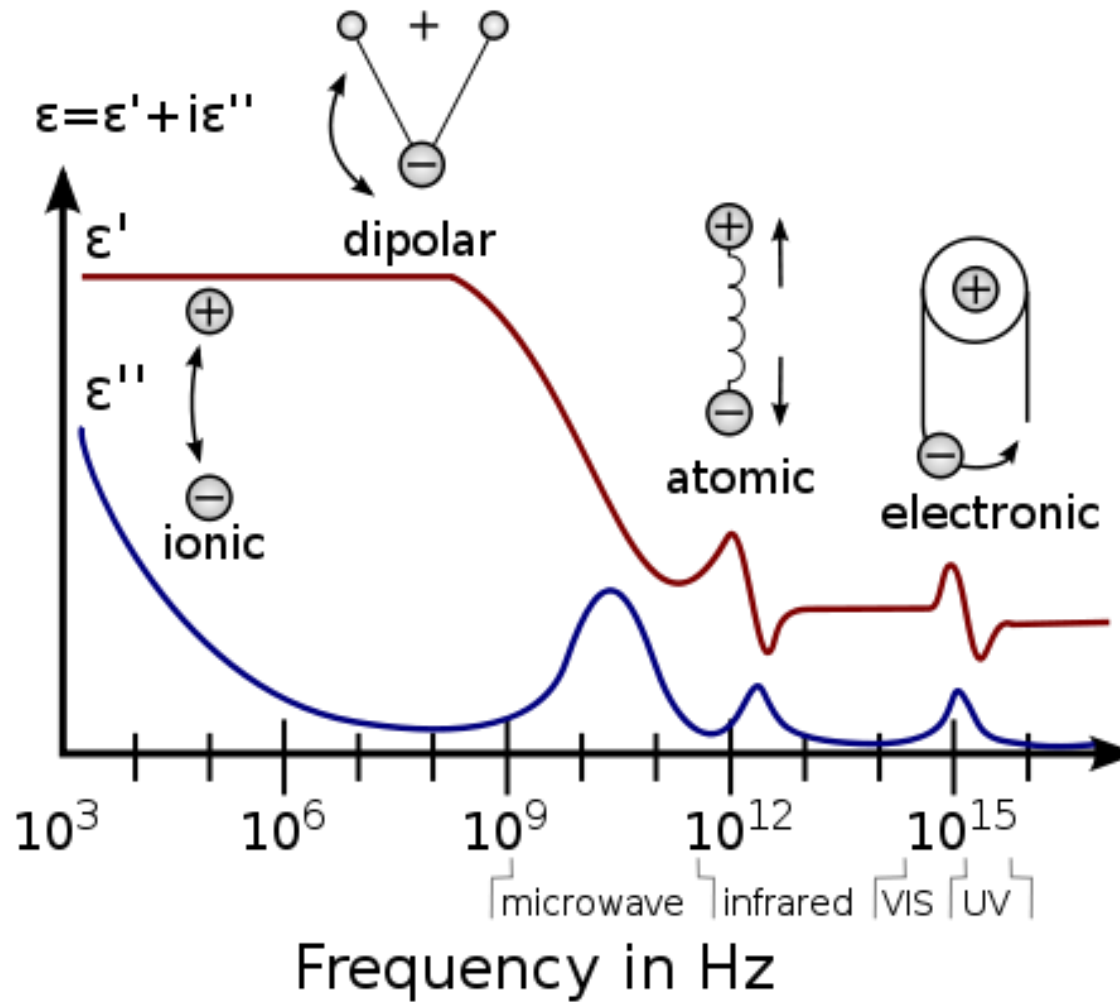
# ▪ Az alumínium törésmutatója ▪



(forrás: <http://refractiveindex.info>)



# ▪ Az $\epsilon$ frekvenciafüggése (fiktív) ▪



(forrás: <http://refractiveindex.info>)