

Světlo jako elektromagnetické vlnění

Jan Olbrecht

Repete

- ▶ **Jaký obraz vytvoří rovinné zrcadlo?**
Zdánlivý, vzpřímený, stejně velký
- ▶ **Jaký obraz vytvoří vypuklé zrcadlo?**
Zdánlivý, vzpřímený, zmenšený
- ▶ **Jaký typ lomu nastane při průchodu světla z opticky hustšího do opticky řidšího prostředí?**
Lom od kolmice

Repete

- ▶ **Jak dělíme optiku?**

Na optiku paprskovou (geometrickou), vlnovou a kvantovou.

Jak šel čas

- ▶ 17. století – vznikly dvě teorie
- a) ČÁSTICOVÁ TEORIE SVĚTLA - Isaac Newton
světlo je proud částic
- b) VLNOVÁ TEORIE – Christiaan Huygens
světlo je vlněním prostředí



Jak šel čas

- ▶ 19 století

ELEKTROMAGNETICKÁ TEORIE SVĚTLA -

James Clerk Maxwell

světlo je příčné elektromagnetické vlnění v určitém rozsahu frekvencí



Jak šel čas

▶ 20. století

KVANTOVÁ TEORIE SVĚTLA – Max Planck

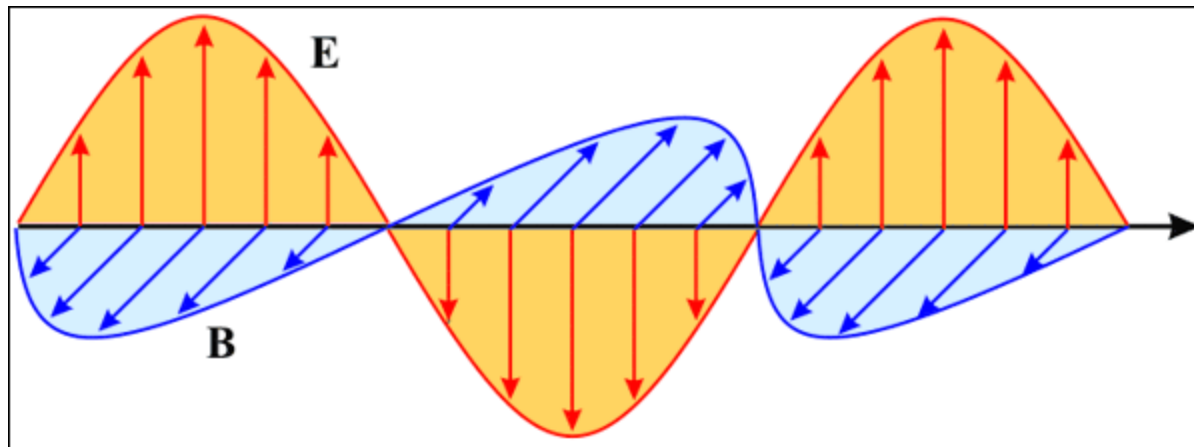
Světlo je vyzařováno a pohlcováno v určitých energetických dávkách, neboli kvantech.

V roce 1905 nazval tato „kvanta“ Einstein FOTONY



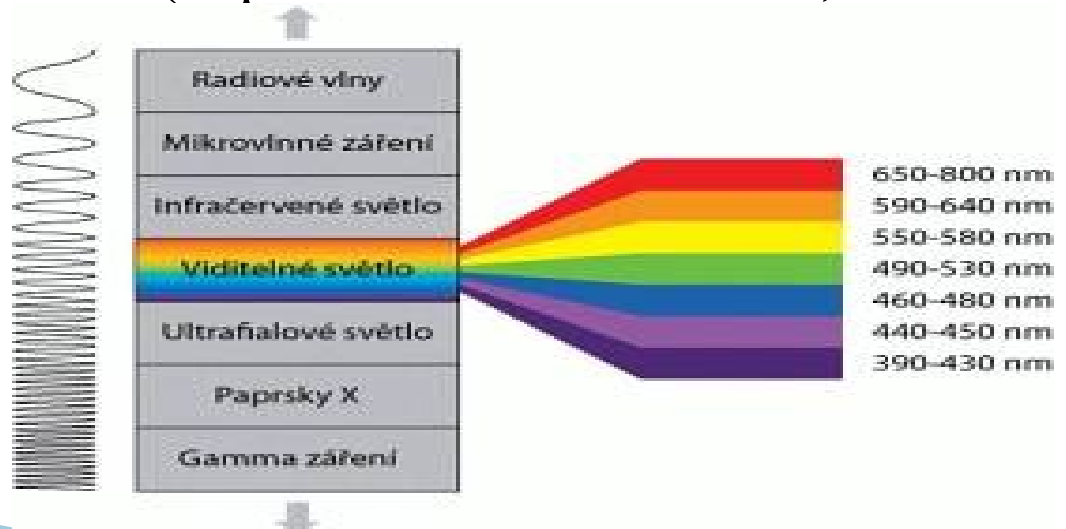
Co je tedy světlo?

- ▶ Světlo je **příčné elektromagnetické vlnění**, nepotřebuje ke svému šíření žádné látkové prostředí (šíří se tedy i ve vakuu)
- ▶ Je charakterizováno intenzitou elektrického pole „E“ a magnetickou indukcí „B“
- ▶ Vektory E a B jsou na sebe kolmé, mají souhlasnou fázi a jejich kmity probíhají napříč ke směru, kterým se vlnění šíří



Světlo jako elektromagnetické vlnění

- ▶ Světlo je příčné elektromagnetické vlnění, které má ve vakuu rozsah 380 nm – 790 nm.
- ▶ Rozsah těchto vlnových délek zachytíme lidským okem.
- ▶ Proto hovoříme o viditelném světle.
- ▶ Elektromagnetické vlnění která má vyšší, případně nižší vlnovou délku než viditelné světlo označujeme jako **elektromagnetické záření** (např. Infračervené záření, ultrafialové záření)



Rychlost světla

- ▶ Jedná se o fyzikální konstantu
- ▶ Je to nejvyšší rychlost, které jsme schopni dosáhnout
- ▶ Rychlost světla ve vakuu:

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = c = 300\,000 \text{ km/s}$$

- ▶ v jiných prostředích je rychlost světla nižší než ve vakuu
- ▶ Rychlost světla tedy závisí na prostředí :

$$n = c/v$$

a na frekvenci:

$$c = \lambda \cdot f$$

Abyste mi neusnuly!

Určete dobu, za kterou přeletí paprsek světla z Opavy do Brna. Vzdálenost mezi těmito městy je 169 km.

Kolikrát stihne tuto vzdálenost urazit za jednu sekundu?

Řešení

► Známe:

$$s = 169 \text{ km}$$

$$v = 300\,000 \text{ km/s}$$

$$t = ?$$

Použijeme vztah: $s = v \cdot t \longrightarrow t = s/v$

Dosadíme:

$$t = 169/300\,000 = 5,633 \cdot 10^{-4} \text{ s} = \underline{563,3 \mu\text{s}}$$

Odpověď:

Paprsek světla urazí dráhu mezi Opavou a Brnem za 563,3 μs

Řešení

Kolikrát stihne tuto vzdálenost urazit za jednu sekundu?

Známe: $t = 563,3 \mu\text{s}$

Výpočet:

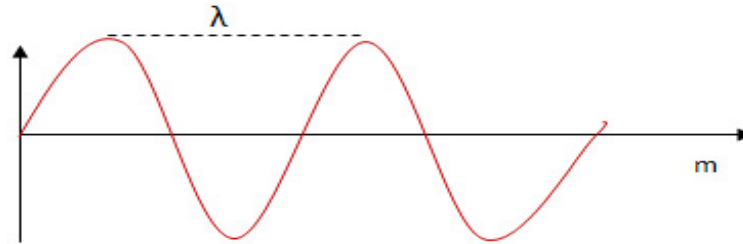
$$1 \text{ s} = 1 / 563,3 * 10^{-6} = \underline{1\,775 \text{ krát}}$$


Odpověď:

Za jednu sekundu urazí světlo tuto vzdálenost 1 775 krát.

Vlnová délka λ

- ▶ označuje nám vzdálenost dvou nejbližších bodů vlnění, které kmitají ve fázi



- ▶ $c = \lambda * f$  $\lambda = c/f$
- ▶ Vlnové délky se nejčastěji uvádějí v nanometrech ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$)
- ▶ **Nejdelší vlnovou délku má červená barva (790 nm) a naopak nejkratší fialová (390 nm)**

při přechodu světla z jednoho prostředí do druhého se vlnová délka mění

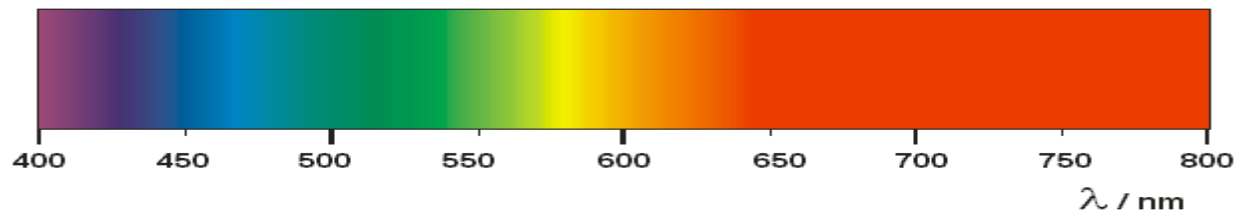


Frekvence f

- ▶ Frekvence je závislá především na barvě světla

$$c = \lambda * f \quad \Rightarrow \quad f = c/\lambda$$

- ▶ **Nejdelší frekvenci má barva fialová (cca $7,69 * 10^{14}$ Hz) a nejkratší frekvence odpovídá červené barvě (cca $3,79 * 10^{14}$ Hz).**



při přechodu světla z jednoho do druhého prostředí se frekvence nemění

Zdroje světla

- ▶ Můžeme je rozdělit na primární a sekundární

Primární zdroje - Jedná se o tělesa, která vyzařují světlo (světelná energie v nich vzniká přeměnou z jiného druhu energie).

Např. Slunce, hvězdy



Sekundární zdroje – tato tělesa světlo nevytváří. Světlo se od nich rozptyluje nebo odráží.

Např. měsíc, zrcadla



Optické prostředí

- ▶ Jedná se o prostředí, přes které se světlo šíří

A.

- Průhledné
- Průsvitné
- Neprůhledné

B.

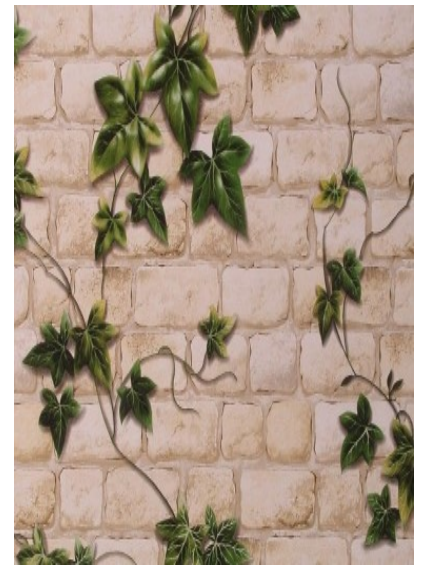
- Homogenní
- Nehomogenní

C.

- Izotropní
- Anizotropní

Optické prostředí

- ▶ Průhledné – nedochází v něm k rozptylu světla. Světlo se jím šíří bez velkého zeslabení. Např. vzduch, čiré sklo, ...
- ▶ Průsvitné – světlo prochází prostředím, ale dochází k částečnému rozptylu. Např. mléčné sklo u žárovek, tenký papír, ...
- ▶ Neprůhledné – světlo jím neprochází, buď se odráží nebo dochází k pohlcení. Např. zeď, kovy, ...



Čas na pokus?

- ▶ Budeme potřebovat:



Čas na pokus?

- ▶ Otázka zní:

Jak se bude jevit barva vína v láhvi, když na ni budeme svítit bodovým zářičem?

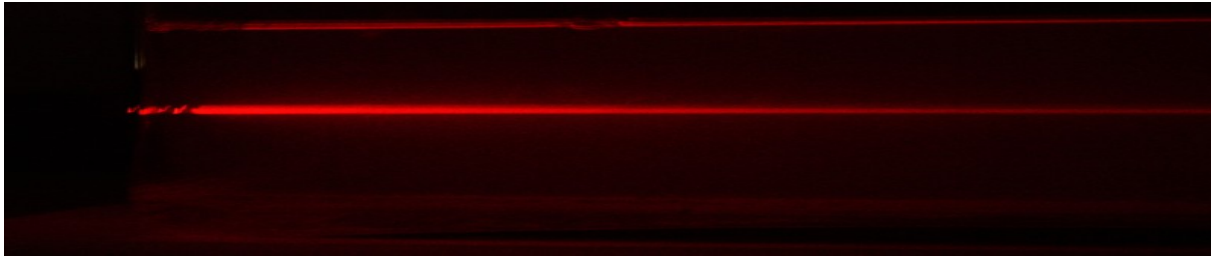
Čas na pokus?



- ▶ Víno se bude jevit jako černé, protože sklo láhve propouští jen zelené světlo, které víno pohlcuje.

Optické prostředí

- ▶ Homogenní – jedná se o prostředí, které má kdekoli ve svém objemu stejné optické vlastnosti

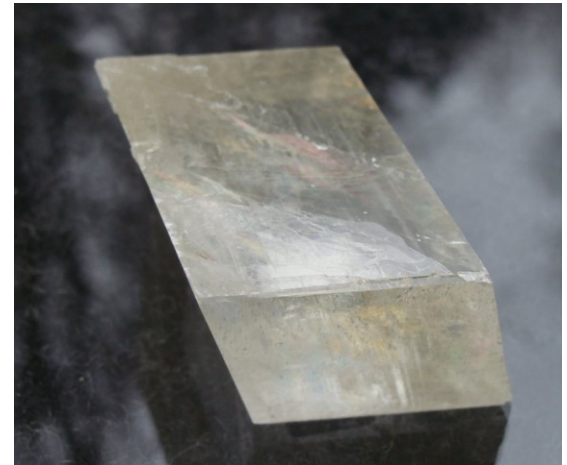


- ▶ Nehomogenní – jedná se o prostředí, které nemá všude ve svém objemu stejné optické vlastnosti



Optické prostředí

- ▶ Izotropní – v každém směru má světlo stejné optické vlastnosti. Světlo se všemi směry šíří stejnou rychlostí.
Např. voda, vzduch, vakuum
- ▶ Anizotropní – rychlost šíření světla závisí na směru šíření.
Např. anizotropní krystaly (islandský vápenec)



Zvoní !!!

Děkuji Vám za pozornost.