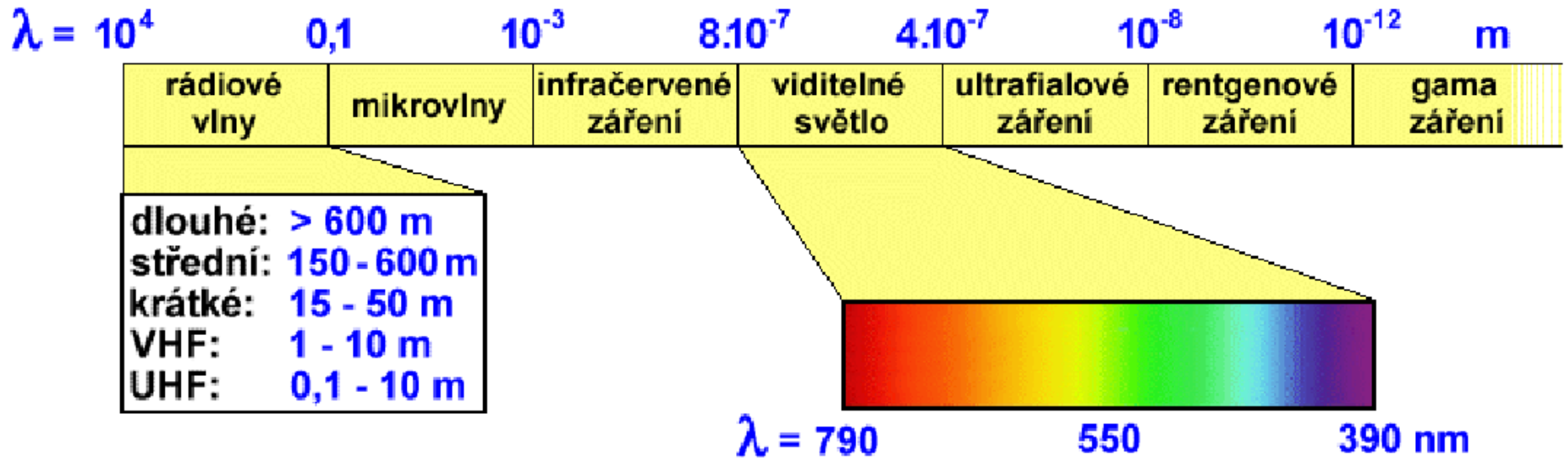




ELEKTROMAGNETICKÉ VLNĚNÍ

Elektromagnetické spektrum



Rádiové vlny

Mikrovlny

IČ

světlo

UV

RTG

Gama



Má vlnovou délku mezi 760 nm a 1mm.

dálkové ovladače - IR dioda

Noktovizory - noční vidění

Infrakamery - tepelným čidlům

Optické přístroje, lasery, žárovky, LED



UVA
400 – 315 nm

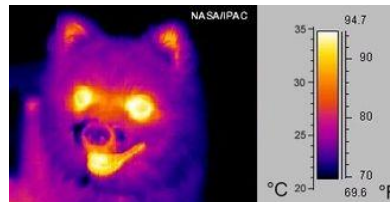
UVB
315 – 280 nm

UVC kratší než 280 nm

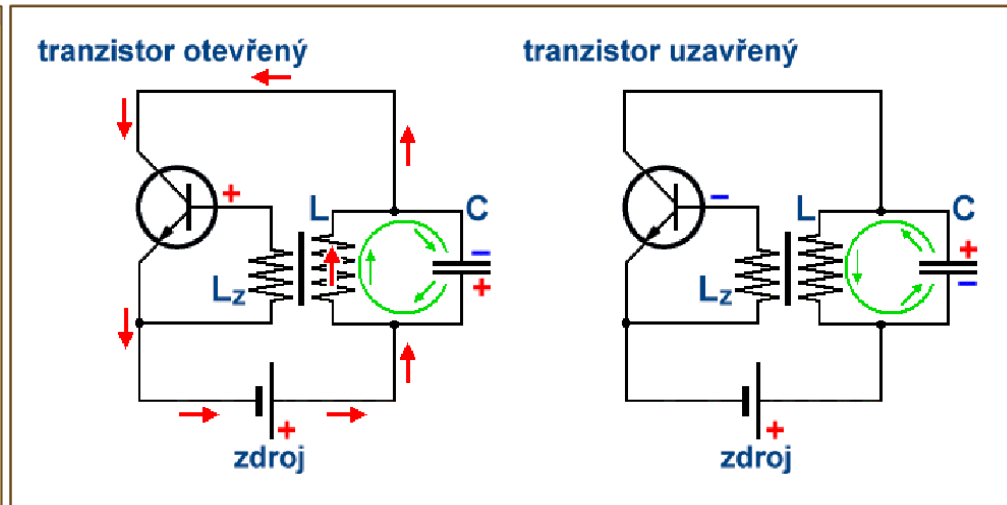
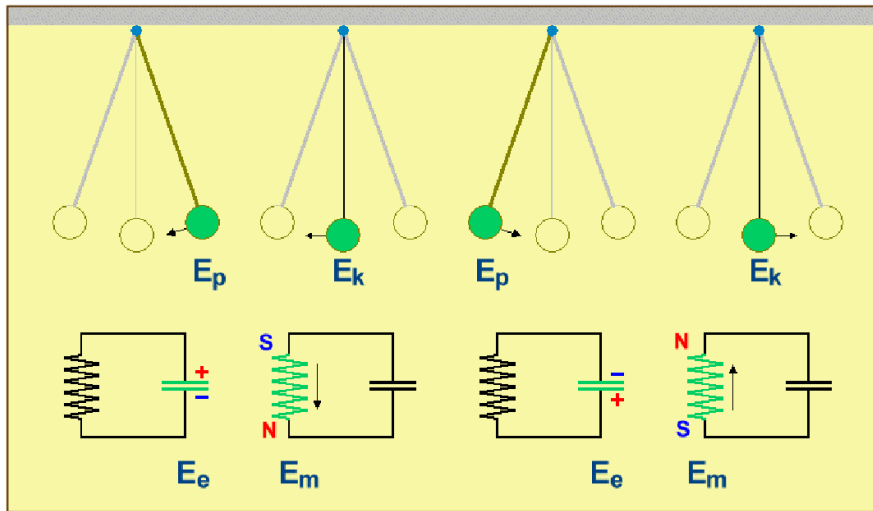
Lékařská diagnostika

Krystalografie

vysoce energetické ionizující záření



Elektromagnetický oscilátor



Generátor netlumených kmitů: energie se do kmitavého obvodu dodává v púlperiodě, kdy je tranzistor otevřený (na jeho bázi je kladné napětí).

Kmitavý obvod **LC** je zdrojem elektrických kmitů. Vlivem tepelných ztrát ve vodičích se však amplitudy napětí i proudu postupně zmenšují, až kmitání zanikne. **Vlastní kmitání oscilátoru je vždy tlumené.** Aby zůstávala amplituda kmitů konstantní, je třeba ztráty energie periodicky nahrazovat.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

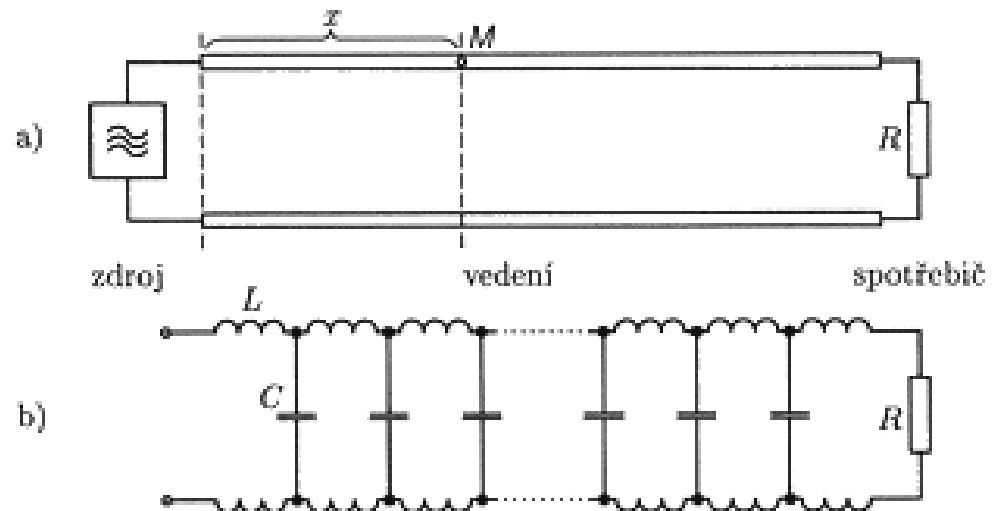
Rovnice postupné elmg. vlny

- Při velké frekvenci zdroje napětí bude napětí mezi vodiči záviset nejen na čase, ale i na vzdálenosti od zdroje. Jestliže pro okamžité napětí zdroje platí vztah $u = U_m \sin \omega t$, pak v bodě M ve vzdálenosti x od zdroje bude určité okamžité napětí později o dobu $\tau = x/c$. Pro napětí mezi vodiči v bodě M tedy platí

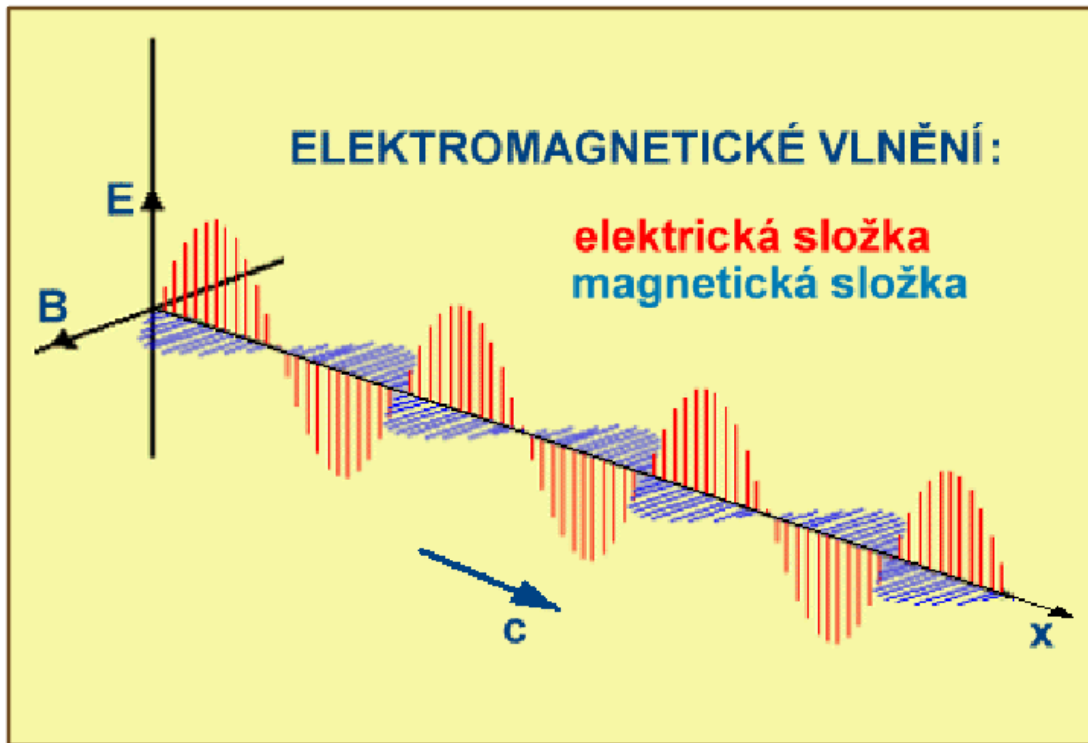
$$u = U_m \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{cT} \right) \qquad \lambda = cT = \frac{c}{f}$$

- **Dvouvodičovým vedením** se šíří postupné elektromagnetické vlnění popsané rovnicí

$$u = U_m \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$



Elektromagnetická vlna



E – vektor intenzity elektrického pole

B – vektor magnetické indukce

c – rychlost šíření vlnění

$$E \perp B \perp c$$

$$c = 299792458 \frac{m}{s} \text{ ve vakuu}$$

Foton – částice zprostředkující elektromagnetickou interakci.

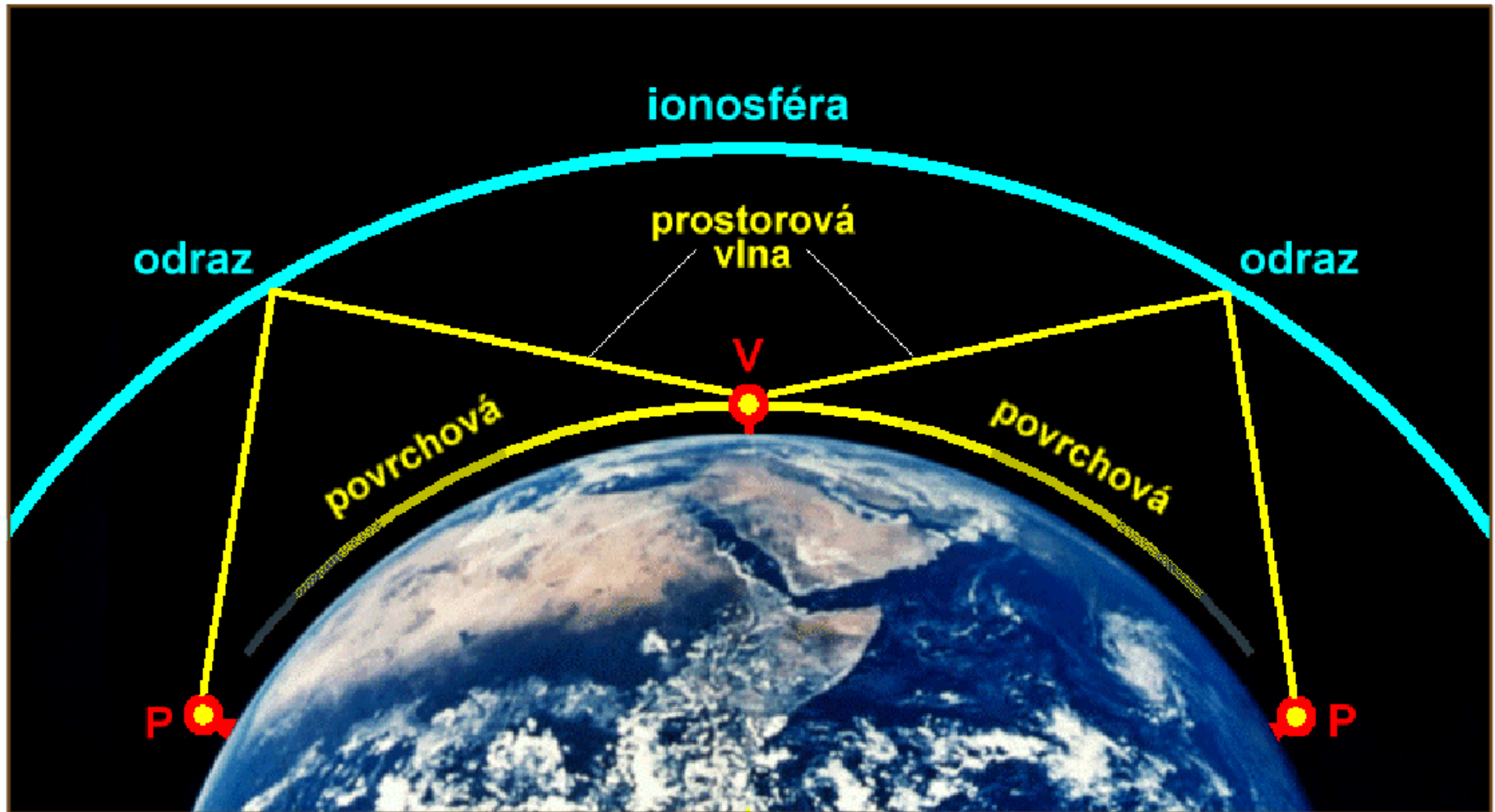
Rychlost šíření v prostředí

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$$

ϵ_r – relativní permitivita prostředí
 μ_r – relativní permeabilita prostředí

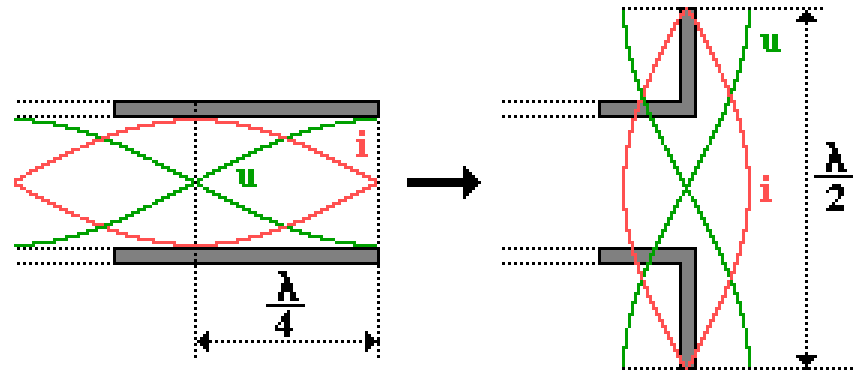
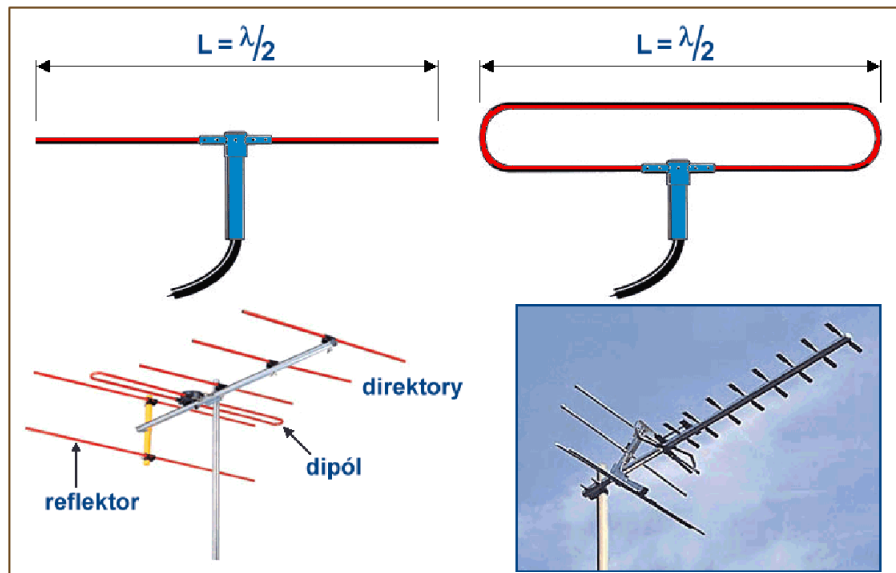
- **Elektromagnetické vlnění** je přenos energie v nestacionárním elektromagnetickém poli a **šíří se nezávisle na hmotném prostředí**.
- Při šíření vln prostorem **závisí na jejich vlnové délce**.
 - U **dlouhých a středních vln** dochází k **ohybu**, takže se šíří i za velké překážky
 - **Krátké vlny** se šíří spíše **přímočaře** – při rozhlasovém vysílání se využívá **odrazu od ionosféry**.

Šíření rádiových vln



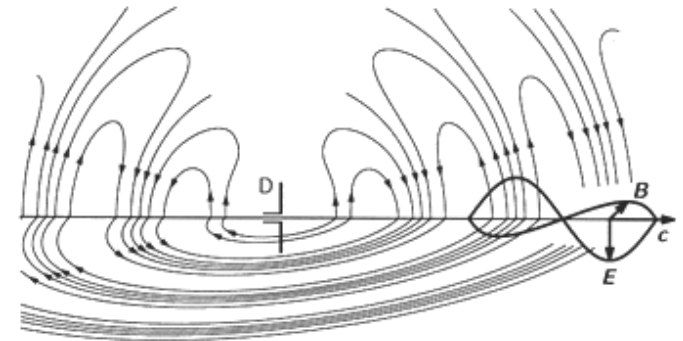
Dlouhé a střední vlny se od vysílače (V) šíří jako povrchové. Krátké vlny se odrážejí od ionosféry a mohou být přijímány i ve velkých vzdálenostech (P).

Elektromagnetický dipól – anténa



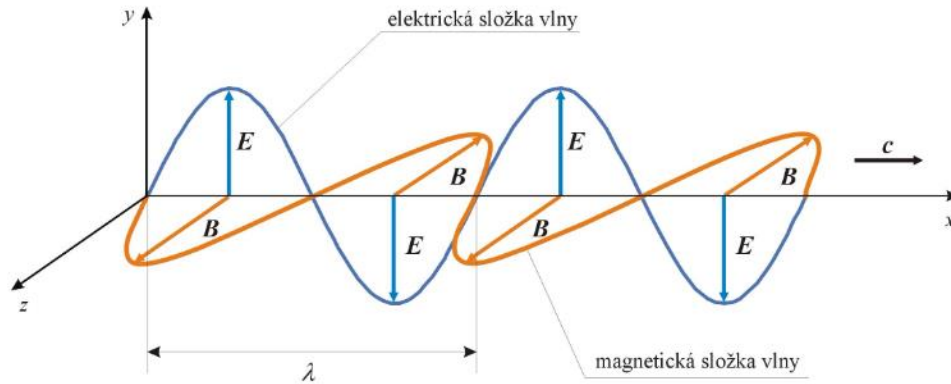
- Pomocí něj se vyvolává nucené elektromagnetické vlnění – dochází k **přeměně elektrické energie na energii elektromagnetických vln**
- Konstrukce elektromagnetického dipólu spočívá v **rozevření konce dvou vodičového vedení o délce $\lambda/4$ do směru kolmého k vedení**
- Jednoduchý dipól se označuje jako **půlvlnný dipól** – délka je rovna polovině vlnové délky elektromagnetického vlnění
- Elektromagnetický dipól se používá jako anténa u vysílačů a přijímačů ve sdělovací technice.
- V okolí dipólu vzniká nerozdělitelné elektromagnetické pole.
- Pro $l > 4-6 \lambda$ jsou E a B ve fázi, **elektrické i magnetické siločáry jsou uzavřené.**

Dipól nevyzařuje ve směru své osy.



Vlastnosti elektromagnetického vlnění

1. **Příčné vlnění** – směr kmitů je kolmý na směr šíření vln



2. **Lineárně polarizované vlnění** – směr kmitů E a B se nemění: E v rovině dipólu, B kolmo

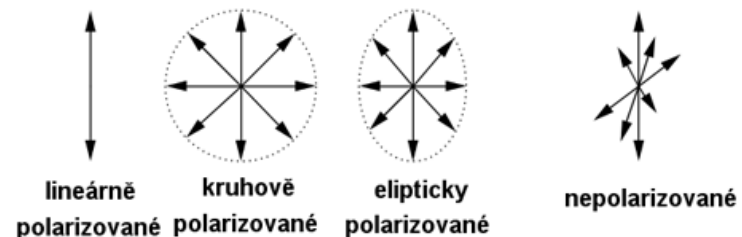
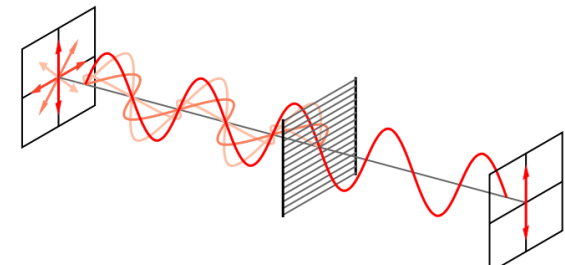
Ze zdroje vlnění může vycházet příčné vlnění, které **má stejné vlastnosti ve všech směrech kolmých ke směru šíření vlny**. Pokud se bude směr kmitů měnit velmi rychle a zcela nepravidelně, bude se také příčná vlna chovat vzhledem ke směru šíření symetricky. Taková **vlna** se označuje jako **nepolarizovaná**.

Vybereme-li pouze kmity určitého směru, bude mít vlnění **v různých směrech kolmých ke směru šíření různé vlastnosti**. Taková vlna se označuje jako **polarizovaná vlna**.

Poytingův vektor

$$P = \frac{1}{\mu_0} E \times B$$

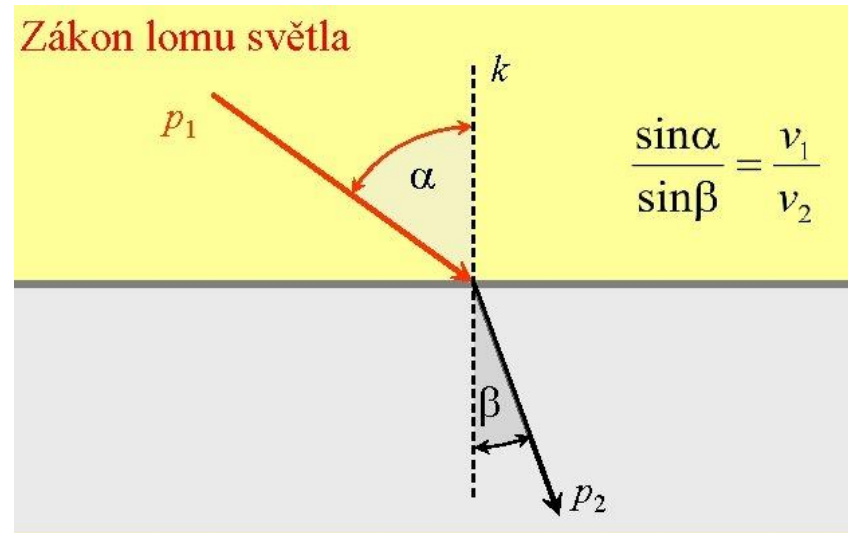
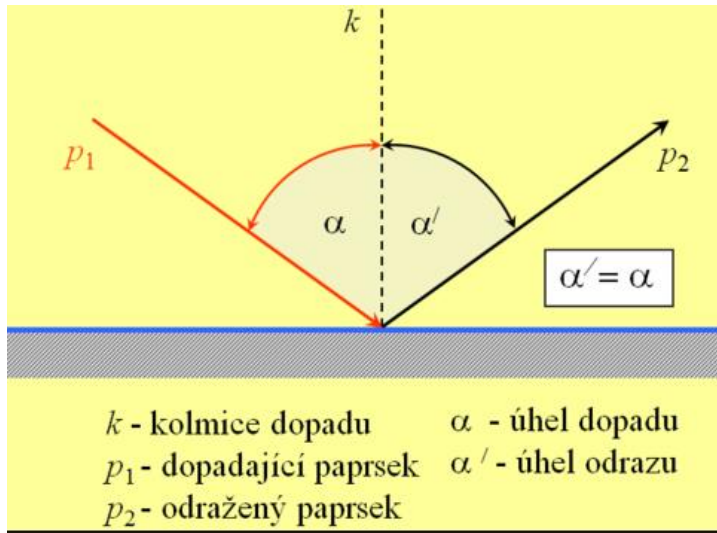
- Směr rychlosti šíření
- Udává **hustotu toku energie** ve W/m^2 – energie prošlá za jednotku času kolmou plochou
- **Sluneční konstanta: $1360 W/m^2$**
tok sluneční energie procházející plochou $1 m^2$, kolmou na směr paprsků, za 1 s ve střední vzdálenosti Země od Slunce měřený mimo zemskou atmosféru



Vlastnosti elektromagnetického vlnění

3. **Odraz a lom** – zákon odrazu a lomu (světlo)

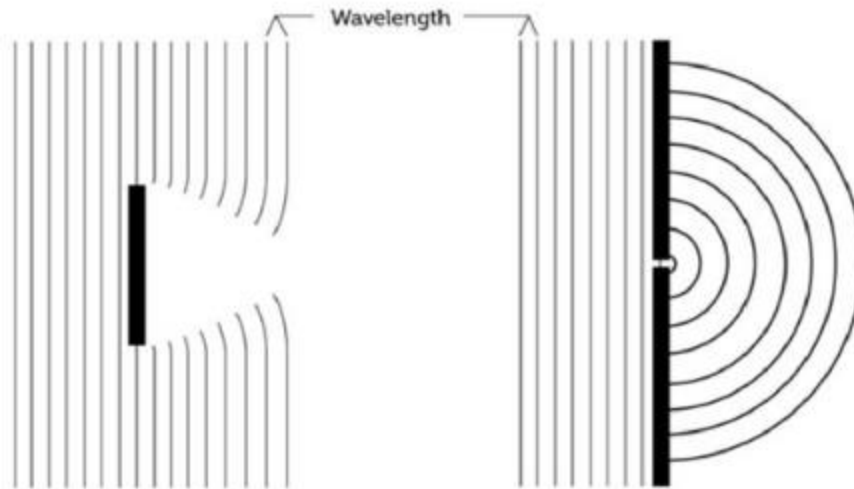
Elmg. vlnění se odráží od vodivých (kovových) překážek
Nevodivé prostředí elmg. vlnu propustí.



Vlastnosti elektromagnetického vlnění

4. Difrakce – ohyb vlnění

Překážka musí být vodivá

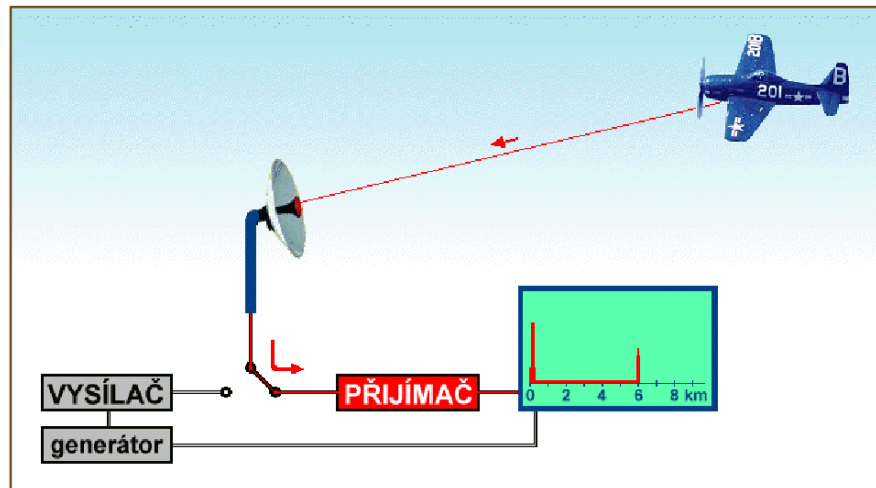
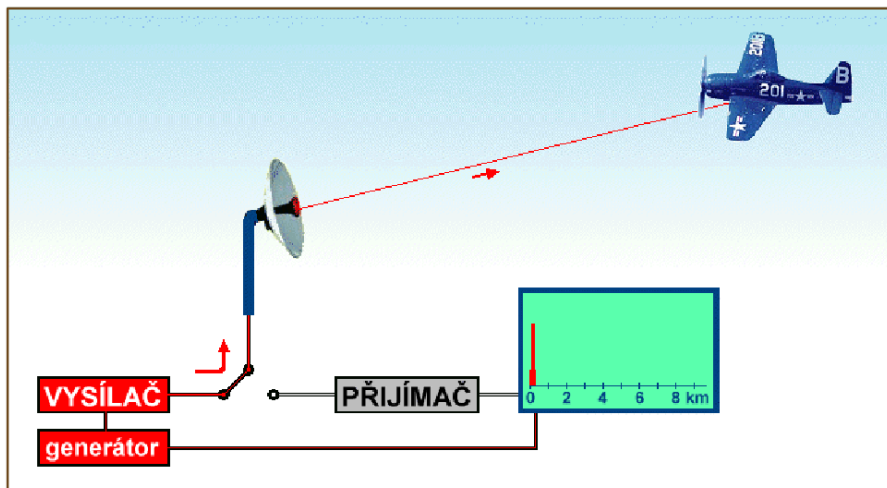


- a) ohyb na překážce
- b) ohyb na štěrbině

Ohyb, který nastane, závisí na velikosti překážky/štěrbiny. Šířka musí být řádově o velikosti vlnové délky vlnění.

RADAR

RAdio **D**etecting **A**nd **R**anging – rádiová detekce a určení polohy



1935 – první radarové zařízení

- Určení polohy, rozměru, rychlosti tělesa pomocí **mikrovln s vlnovou délkou cm nebo dm**
- **Rozměry cíle musí být mnohem větší než vlnová délka vln**
- PŘ. – policejní radar, letištní radar: cm
- Mapování zemského povrchu: mm
- Astronomové: několik metrů



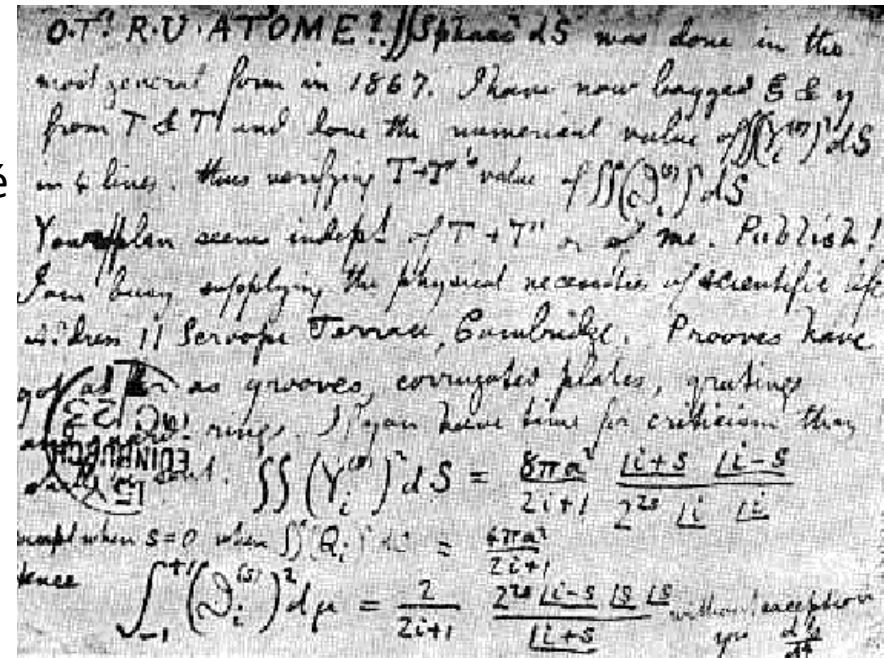
Maxwellovy rovnice



J.C. Maxwell (1831-1879)

1870 – formuloval rovnice matematicky popisující vzájemné přeměny elektrického a magnetického pole

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \vec{D} &= \rho & \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{\delta \vec{B}}{\delta t} \\ \operatorname{div} \vec{B} &= 0 & \operatorname{rot} \vec{H} &= \vec{i} + \frac{\delta \vec{D}}{\delta t} \end{aligned}$$



H. Hertz (1857-1894) – německý fyzik

Žák Helmholtze a Kirchhoffa, objev fotoelektrického jevu (Einstein NC 1905 za vysvětlení)

1887 – experimentálně ověřil Maxwellovu teorii

