

KIS A JEJICH BEZPEČNOST I

PŘENOS INFORMACÍ

DOC. ING. BOHUMIL BRECHTA, CSC.

Operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Projekt: ***Vzdělávání pro bezpečnostní systém státu***

(reg. č.: CZ.1.01/2.2.00/15.0070)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

1. Úvod
2. Elektromagnetické vlnění a jeho vznik
3. Vlastnosti elektromagnetického vlnění

Vznik elektromagnetického vlnění

Zdrojem elektromagnetického vlnění je elektromagnetický oscilátor

Např.:

- ❑ v rozhlasovém **vysílači** kmitá oscilátor, který je zdrojem elektromagnetického vlnění vyzařovaného **anténou**;
- ❑ elektrická jiskra nebo **atom** je zdrojem určitého **druhu elektromagnetického vlnění**, které vnímáme jako **světlo**; ...

Oscilátor

- Kmitá-li elektromagnetický oscilátor, probíhají v něm periodické energetické změny, která ale nepřechází do okolí oscilátoru.
- V praxi je ale nutné energii z oscilátoru přenášet.

Ze zdroje **střídavého napětí** o frekvenci 50 Hz přenášíme energii dvěma vodiči ke spotřebiči, přičemž mezi vodiči spojujícími zdroj a spotřebič je v každém okamžiku ve všech bodech vedení stejné napětí; ...

Jiný průběh bude mít přenos energie ze zdroje ke spotřebiči v případě, že oscilátor kmitá s vysokou frekvencí



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

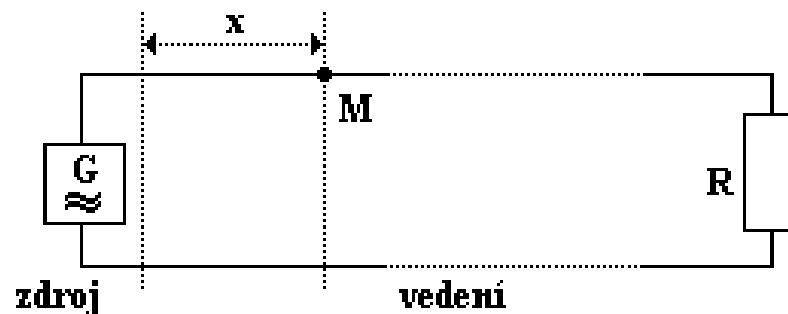


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

zdroj harmonického napětí vysoké frekvence, který je spojen se spotřebičem dvou vodičovým vedením



- Jinými slovy při malých frekvencích napětí a přenášeného proudu se celý obvod chová pouze jako oscilátor; velikost rychlosti šíření vlnění lze považovat za „nekonečnou“. S rostoucí frekvencí se projevuje jeho vlnový charakter a je nutné vzít v úvahu konečnou rychlosti šíření vlny.

Změny napětí na začátku vedení dospějí na jeho konec (ke spotřebiči) s jistým zpožděním.

Přenos energie probíhá sice velkou, ale přece jen konečnou rychlostí.

Anglický fyzik James Clerk Maxwell (1831 - 1879) dospěl ve druhé polovině 19. století k závěru, že elektromagnetický rozruch se šíří stejnou rychlostí jako světlo.

Ve vakuu je velikost rychlosti elektromagnetického vlnění $C = 2,997923 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

Vlnová délka

Za peroidu T dospěje vlnění do vzdálenosti , kterou nazýváme **vlnová délka elektromagnetického vlnění**.
kde f je frekvence **kmitání** oscilátoru.

$$\lambda = cT = c / f$$

λ ... vlnová délka elektromagnetického vlnění,

T ... perioda,

f ... frekvence **kmitání** oscilátoru.

Proč při frekvenci 50 Hz je mezi vodiči vedení od zdroje ke spotřebiči všude stejné napětí?

Velká rychlost šíření elektromagnetického vlnění

$$\lambda = cT = c / f = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} / 50 \text{ Hz s}^{-1} = 6000 \text{ km}$$

Rozměry celého obvodu je tedy možné vzhledem k vlnové délce zanedbat a děje ve vedení mají ráz kmitání.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



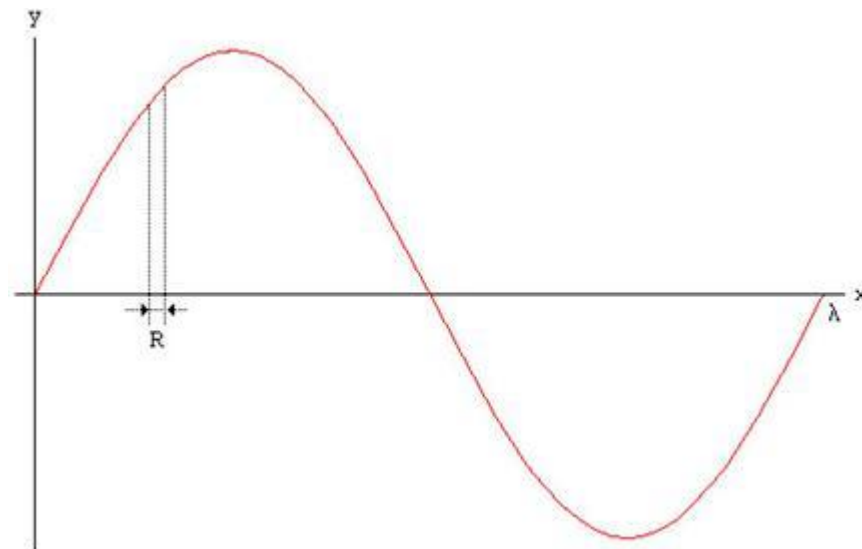
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vlnění



Jako vlnění tedy chápeme děj v soustavách, jejichž rozměry jsou srovnatelné nebo větší, než je vlnová délka elektromagnetického vlnění.

Elektromagnetická vlna

Při přenosu elektromagnetické energie dvouvodičovým vedením vzniká v prostoru mezi vodiči časově proměnné silové pole, které má složku elektrickou a magnetickou a nazývá se **elektromagnetické pole**. Energie není přenášena samotnými vodiči, ale elektromagnetickým polem mezi nimi. Tento děj má charakter vlnění. Tak jsme dospěli k postupné elektromagnetické vlně, ale za předpokladu, že veškerá elektromagnetická energie se na konci vedení pohltí. Pokud tomu tak není, nastává na konci vedení odraz vlnění a odražené vlnění se skládá s vlněním postupujícím a vzniká vlnění stojaté.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



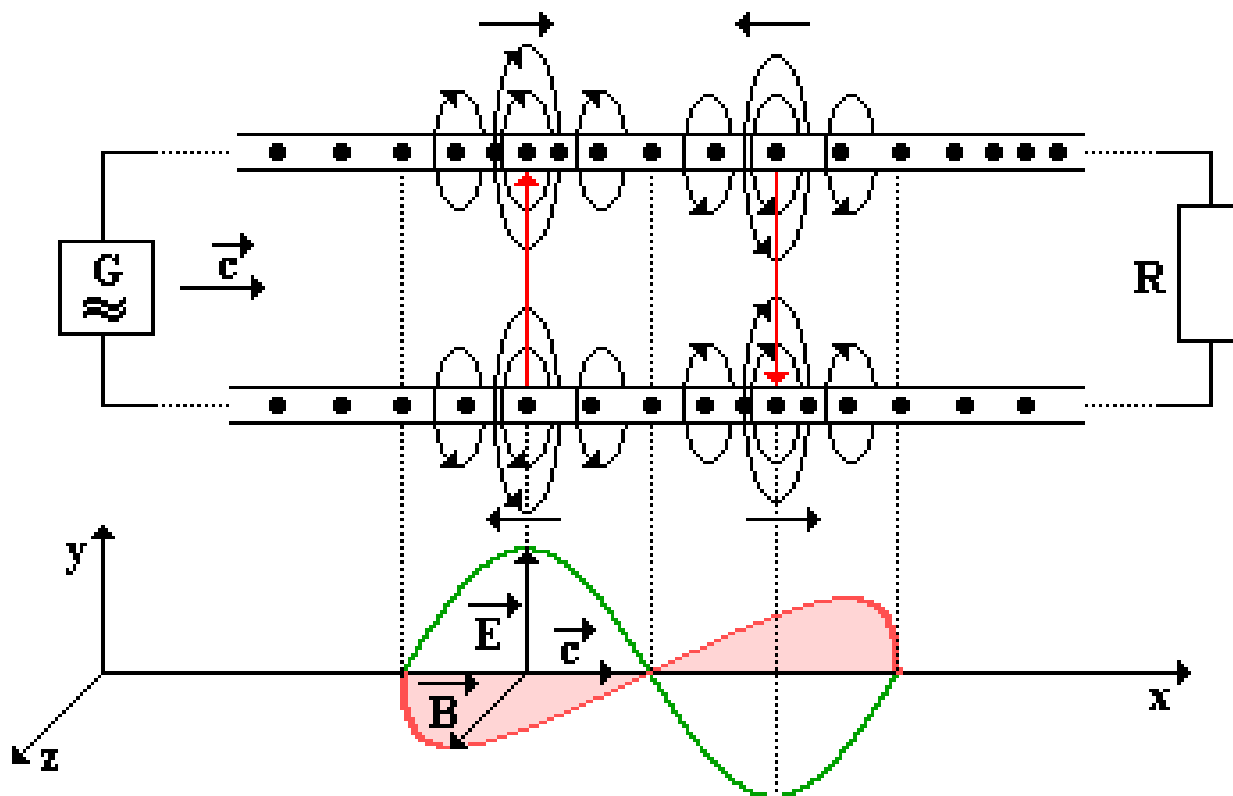
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Elektromagnetické vlnění



Elektromagnetický dipól

Elektromagnetické vlnění, které se šíří dvouvodičovým vedením je s vedením těsně spjato a jeho **energie** je soustředěna převážně mezi vodiči.

Ve sdělovací technice je ale často potřeba vyzařovat elektromagnetické vlnění do většího prostoru.

Tuto funkci plní ve vysílači anténa - z fyzikálního hlediska jde o **elektromagnetický dipól**.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



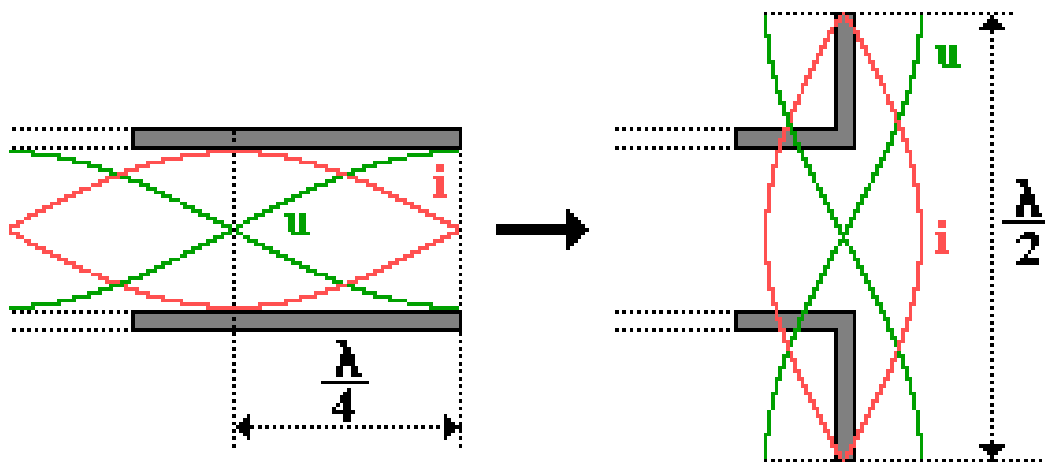
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Půlvlnný dipól



Anténa

Elektromagnetický dipól se používá jako **anténa** u vysílačů i **přijímačů** ve sdělovací technice:

1. anténa vysílače - vyzařuje do okolního prostoru energii v podobě elektromagnetického vlnění. V případě jednoduchého dipólu je největší část energie vyzařována ve směru kolmém k ose dipólu, zatímco ve směru osy dipólu energii nevyzařuje.

2. anténa přijímače - má opačnou funkci: zachytí část elektromagnetického vlnění a vznikne v ní nucené **elektromagnetické kmitání**. Anténní dipól přijímače je často doplněn tzv. pasivními prvky, které zlepšují funkci antény a umožňují příjem signálu z určitého směru (anténa pro příjem televizního signálu, ...)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

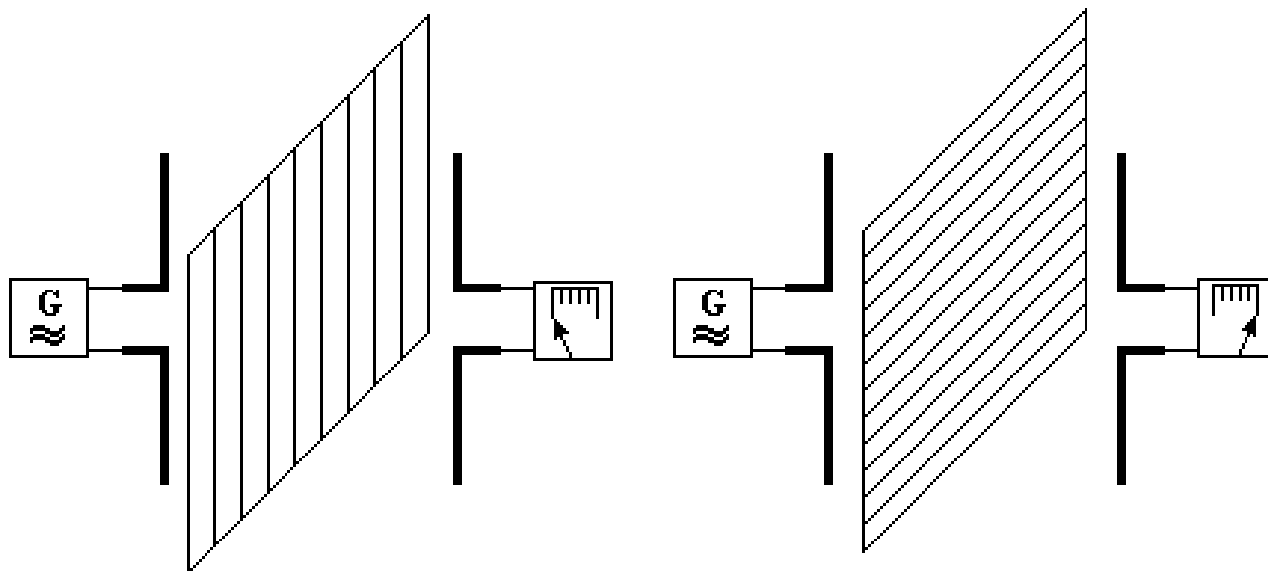
Vlastnosti elektromagnetického vlnění

Polarizace

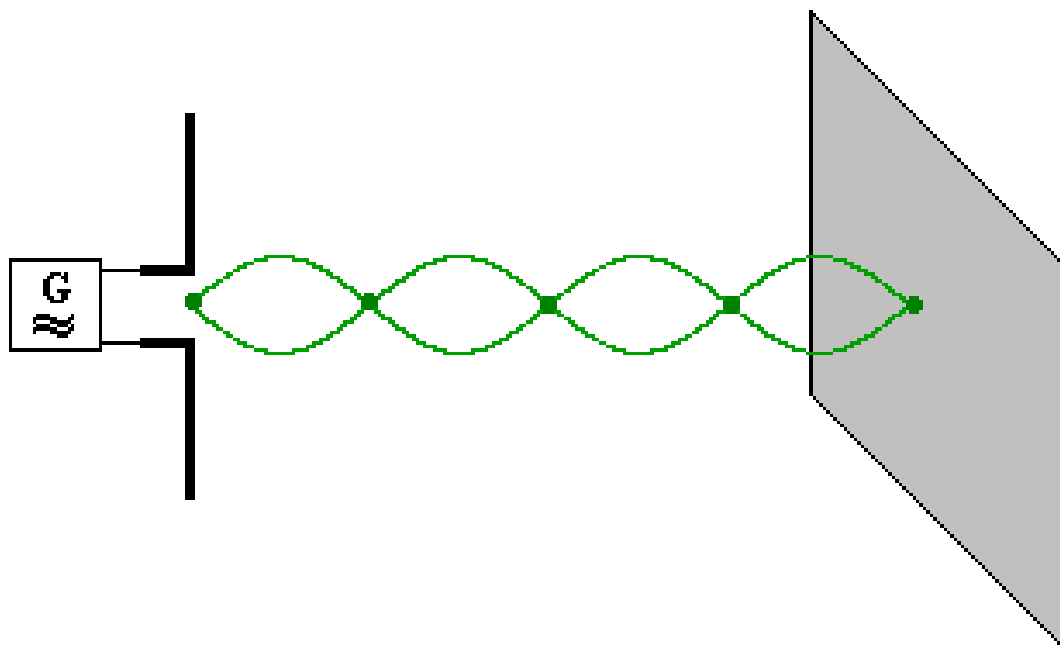
Odraz a ohyb

Interference

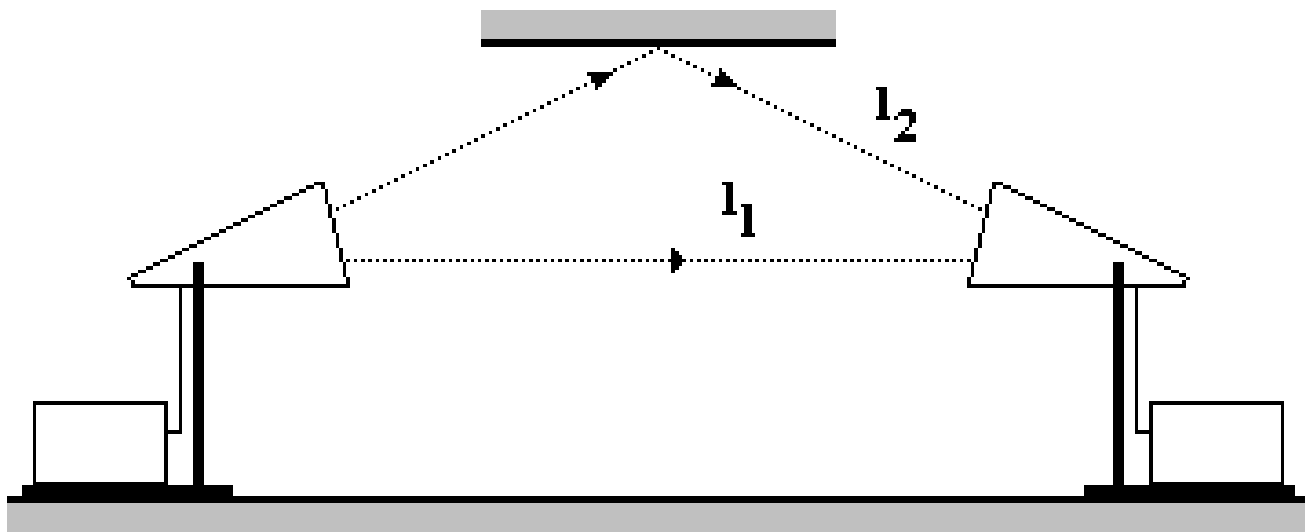
Polarizace



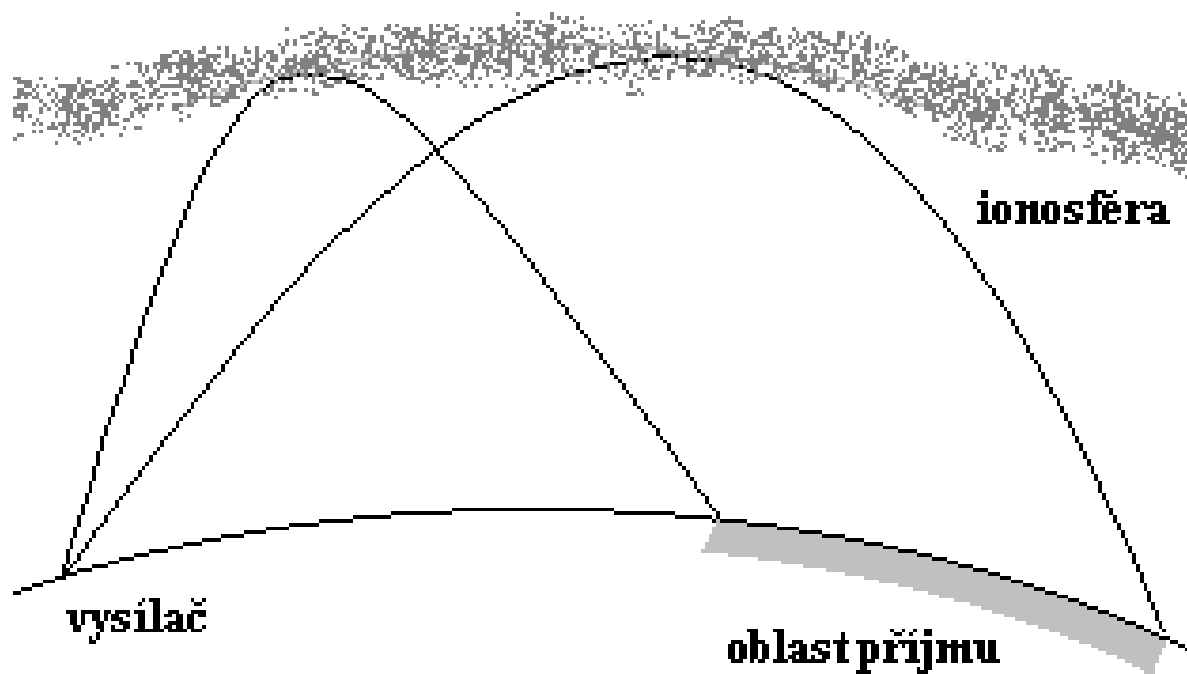
Odraz a ohyb



Interference



Šíření elektromagnetického vlnění



Druhy elektromagnetického vlnění

Rozsah vlnových délek	Druh záření	Zdroj v přírodě	Umělý zdroj
$\lambda < 10^{-12} \text{ m}$	záření gama	reakce elementárních částic děje v jádře atomu	betatrony, cyklotrony, reaktory
$\lambda \in \{10^{-12}; 10^{-11}\} \text{ m}$	rentgenové záření tvrdé	děje v elektronovém obalu atomu	výboj v plynu, oblouk, jiskra
$\lambda \in \{10^{-11}; 10^{-10}\} \text{ m}$	rentgenové záření měkké		
$\lambda \in \{10^{-10}; 10^{-9}\} \text{ m}$	rentgenové záření mezní		
$\lambda \in \{10^{-9}; 10^{-8}\} \text{ m}$	ultrafialové záření vakuové		
$\lambda \in \{10^{-8}; 10^{-7}\} \text{ m}$	ultrafialové záření blízké		
$\lambda \in \{10^{-7}; 10^{-6}\} \text{ m}$	světlo	kmity molekul	rozžhavená vlákna
$\lambda \in \{10^{-6}; 10^{-5}\} \text{ m}$	infračervené záření mikrovlnné		
$\lambda \in \{10^{-5}; 10^{-4}\} \text{ m}$	infračervené záření vzdálené	reakce molekul	tepelné zdroje
$\lambda \in \{10^{-4}; 10^{-1}\} \text{ m}$	mikrovlny	kmitavý pohyb elektronů	
$\lambda \in \{10^{-1}; 10\} \text{ m}$	televizní a rozhlasové vlny s frekvenční modulací (VKV)	atmosférické výboje	elektronické oscilátory
$\lambda \in \{10; 10^2\} \text{ m}$	rozhlasové vlny s amplitudovou modulací (KV)		
$\lambda \in \{10^2; 10^3\} \text{ m}$	rozhlasové vlny s amplitudovou modulací (SV)		
$\lambda \in \{10^3; 10^4\} \text{ m}$	rozhlasové vlny s amplitudovou modulací (DV)		
$\lambda > 10^4 \text{ m}$	nízkofrekvenční vlny; technické frekvence		

Frekvence

- **Kilohertz** (značka **kHz**) se rovná 10^3 Hz (1 000 Hz). Této frekvenci odpovídá perioda 1 ms.
- **Megahertz** (značka **MHz**) se rovná 10^6 Hz (1 000 000 Hz). Této frekvenci odpovídá perioda 1 μ s. Používá se např. pro udávání frekvence radiotelevizního či telekomunikačního signálu nebo pro údaj o taktovací frekvenci procesoru.
- **Gigahertz** (značka **GHz**) se rovná 10^9 Hz (1 000 000 000 Hz). Této frekvenci odpovídá perioda 1 ns. Používá se např. pro udávání frekvence signálu a pro popis taktovací frekvence rychlých mikroprocesorů. Elektromagnetické vlnění, které se řádově pohybuje v těchto a vyšších frekvencích (centimetrové a milimetrové vlny), se šíří převážně po přímce. Používají se pro mobilní telefony, mikrovlnné trouby, v radarech aj.
- **Terahertz** (značka **THz**) se rovná 10^{12} Hz (1 000 000 000 000 Hz). S touto jednotkou je možno se setkat např. v oblasti fyziky záření (viditelné světlo, gama záření, Rentgenové záření apod.).
- **Exahertz** (značka **EHz**) se rovná 10^{18} (kvintilión), používá se častěji ve kvantové fyzice.

Elektromagnetická interakce

Anglický fyzik James Clerk Maxwell (1831 - 1879) a vyslovil předpoklad o existenci děje:

mění se elektrické pole vytváří magnetické pole.

Při šíření elektromagnetické vlny se její složky (elektrická i magnetická) vytvářejí navzájem a prostorem se šíří jako celek v podobě elektromagnetického pole (elektromagnetické vlny).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

Německý fyzik Heinrich Hertz (1857 - 1894) objevil elektromagnetické vlnění - přenos elektromagnetického pole na určitou vzdálenost.

Pomocí pokusů s elektromagnetickými vlnami buzenými jiskrovým výbojem ověřil většinu Maxwellových závěrů

Elektrodynamika

Maxwellova teorie elektromagnetického pole je základem **elektrodynamiky**, která vysvětluje děje, při nichž vzniká elektrická nebo magnetická síla.

Dvě nabitá tělesa se přitahují nebo odpuzují, dva **vodiče s proudem** se přitahují nebo odpuzují, magnetka se v blízkosti vodiče s proudem vychyluje, vodič s proudem je působením magnetického pole uváděn do pohybu, trajektorie částice s nábojem se v elektrickém a magnetickém poli zakřivuje, ...



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Na základě elektromagnetických vln funguje rozhlas,
vysílače, televize, družice, mobilní telefony, ...



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Literatura

1. Kozumplík , Jan, Kozumplík , Jiří. *Systémy, procesy a signály: Studijní texty pro obor výpočetní technika a informatika*. 1. vyd. Brno: VUT, 2000 . 123 s. obr., brož.
2. <http://fyzika.jreichl.com>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



UNIVERZITA
OBRANY

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ