

6. Elektromagnetické záření

- zápis výkladu - 34. až 35. hodina -

A) Elektromagnetické vlny a záření (učebnice strana 86 - 95)

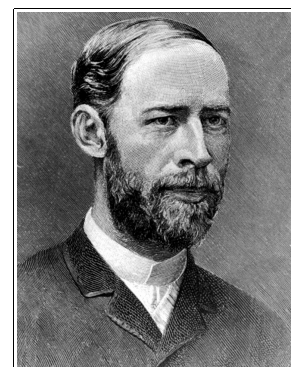
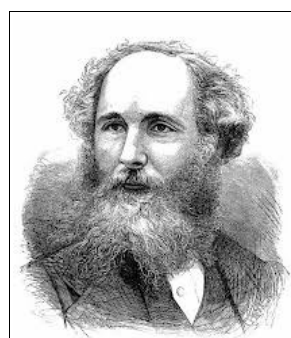
♦ Kde všude se s nimi setkáváme?

- Zapneme-li rozhlasový nebo televizní přijímač a vyladíme-li nějakou stanici.
- Ohříváme-li si jídlo v mikrovlnné troubě.
- V létě, když se opalujeme.
- Pokud nás lékař pošle na rentgen.
- Používáme-li mobilní telefon.
- A to zdaleka není všechno.

♦ Co je pro člověka nejdůležitějším a nejznámějším zářením?

→ **Světlo**

- Teprve v 19. století **James Clerk Maxwell** dokázal, že světlo souvisí s elektřinou a magnetismem a že jsou to vlastně elektromagnetické vlny.
- Zároveň předpověděl, že kromě světla musí existovat i jiné, neviditelné, elektromagnetické vlny.
- Tyto vlny pak byly skutečně objeveny německým fyzikem **Heinrichem Hertzem** a staly se základem pro rozvoj radiotechniky, televize a celé bezdrátové techniky spojů.



- Mobily, vysílačky, infračervený dalekohled, TV a rádiové antény pracují na jevu **elektromagnetického záření (vlnění)**

- ♦ vzniká kmitáním částic s elektrickým nábojem – tedy necháme-li vodičem procházet střídavé proudy o vysokém kmitočtu, bude takový vodič vysílat do prostoru elektromagnetické vlny (anténa).

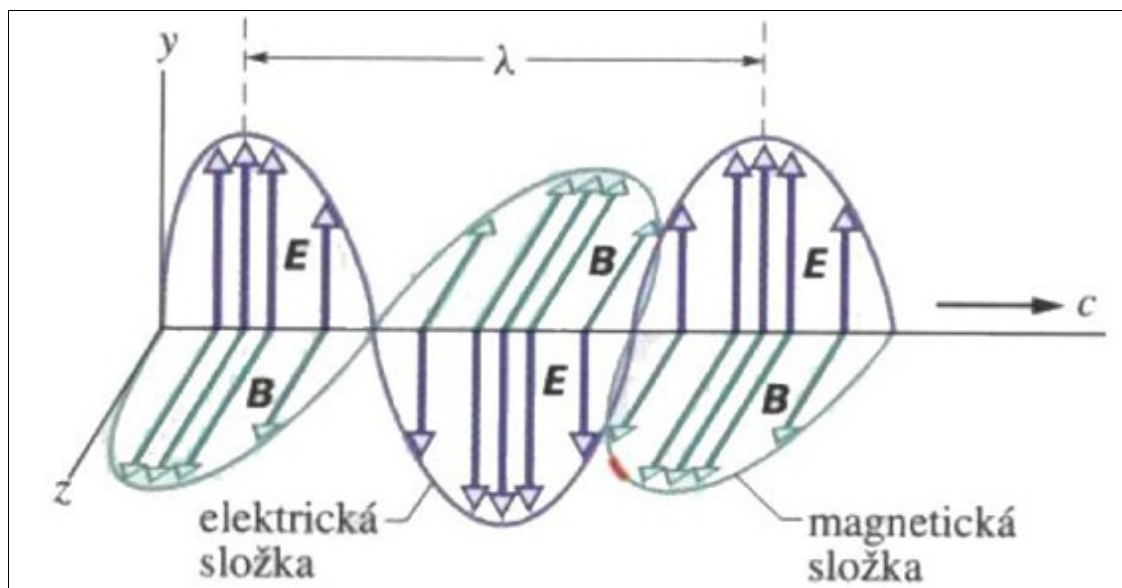
- **Elektromagnetické vlnění (záření) je kombinace příčného postupného vlnění magnetického a elektrického pole**

- Elektromagnetické vlnění se šíří v daném prostředí rychlostí světla, (šíří se i ve vakuu).

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

6. Elektromagnetické záření

Pole magnetické budí pole elektrické a naopak.

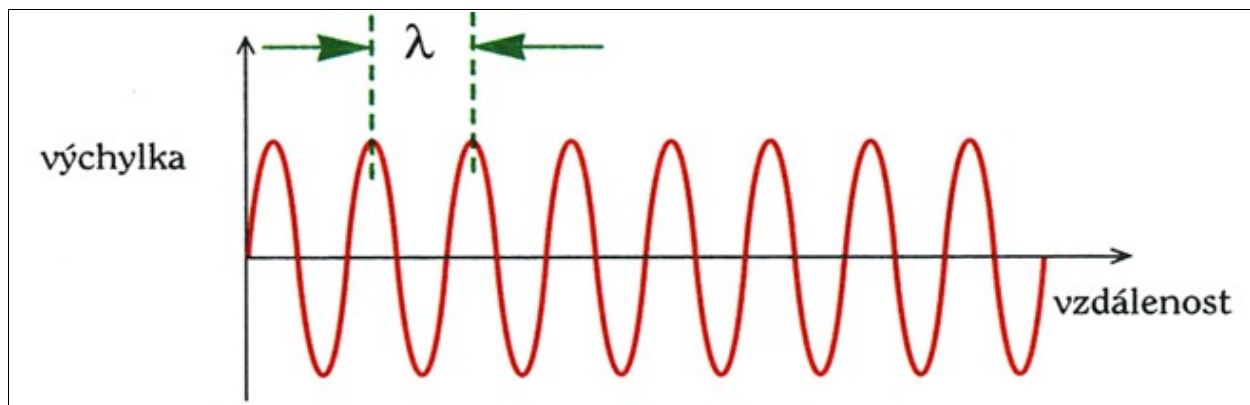
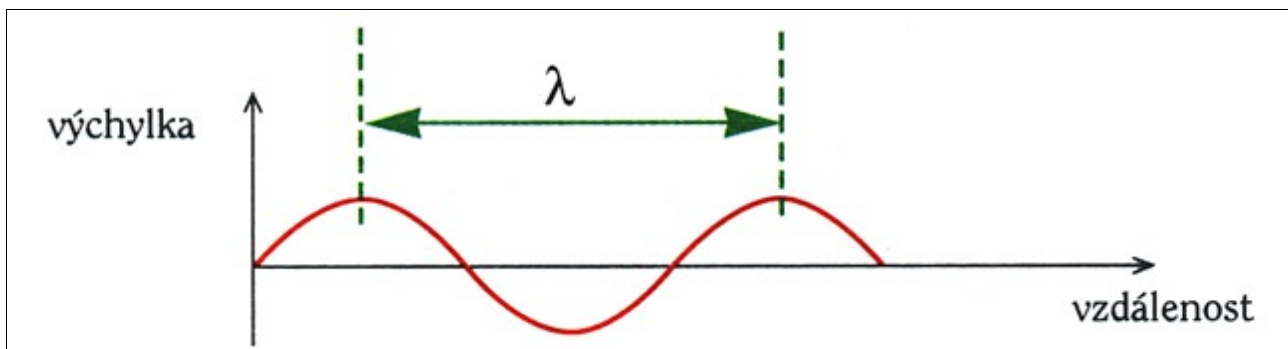


♦ Elektromagnetickou vlnu lze popsat:

- frekvencí f [Hz]
- vlnovou délkou λ [m]
- periodou T [s]

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = c \cdot T$$



6. Elektromagnetické záření

♦ λ - vlnová délka:

→ jednotka 1 m

- 1 nm (nanometr) = 10^{-9} m
- 1 pm (pikometr) = 10^{-12} m

→ $\lambda = \frac{c}{f}$

- vlnová délka = vzdálenost mezi dvěma sousedními vrcholy vlny

♦ f – kmitočet (frekvence):

→ jednotka 1 Hz (1 hertz)

- frekvence udává kolik kmitů vykoná těleso za 1s.

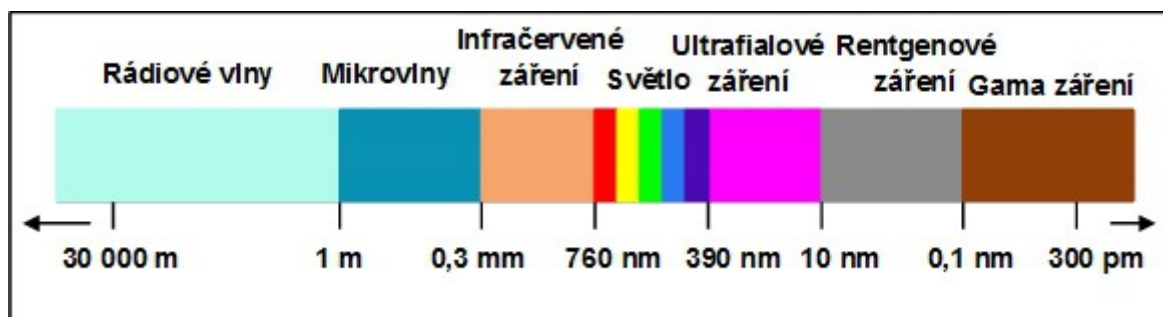
♦ Závislost šíření elektromagnetických vln na vlnové délce:

→ Je-li vlnová délka velká elektromagnetické vlny snadno pronikají za překážky - např. **rádiové vlny**.

→ Je-li vlnová délka malá nebude se tato vlna šířit za překážky - např. **světlo**.



Přehled elektromagnetických vln a záření



- **(1) Rádiové vlny:**

- ◆ **dlouhé** (λ : 30 000 m – 1000 m)
- ◆ **střední** (λ : 600 m – 150 m)
- ◆ **krátké** (λ : 50 m – 15 m)
- ◆ **velmi krátké** (λ : 15 m – 1 m)
- ◆ **Užití:** přenos informace, zpráv, hudby a obrazu při rozhlasovém a televizním vysílání

→ **Přenos informací:**

- Elektromagnetická vlna přenáší nějakou informaci. → V případě rozhlasového vysílání je v ní zakódován zvuk a v případě televizního vysílání i obraz.
 - Cesta signálu: modulovaná nosná elektromagnetická vlna (tj. vlna nesoucí informaci) je vysílána anténou → postupuje k přijímači → zde se např. přenesený zvuk opět snímá a rozechvívá membránu reproduktoru.
- Čím kratší je vlnová délka (čím vyšší je frekvence), tím více informace do ní můžeme zakódovat.
- Pro televizní vysílání je tedy potřeba kratší vlnová délka.



- ◆ **Jaké problémy z toho plynou pro televizní vysílání?**

→ Televizní vlny nepronikají za překážky.

- ◆ **Jak se tento problém řeší?**

→ Je potřeba hustější síť vysílačů nebo satelitní vysílání.

- **(2) Mikrovlny**

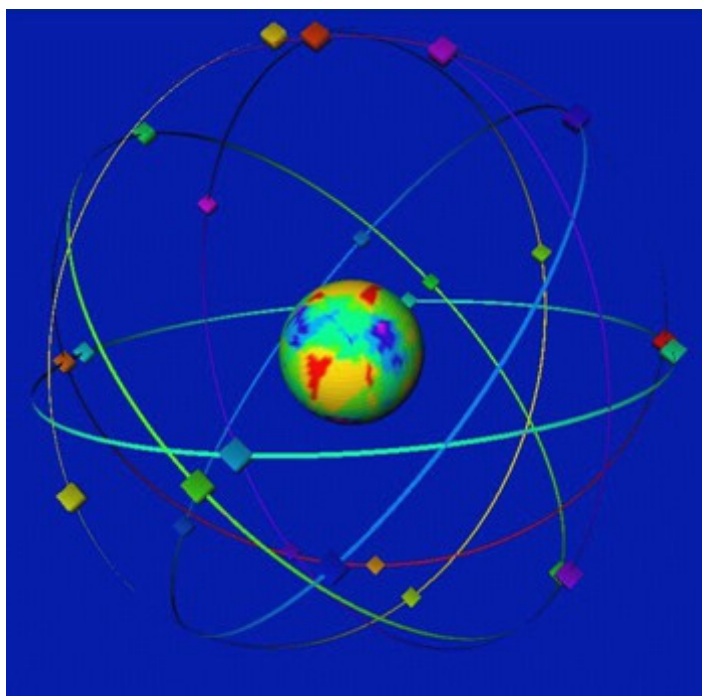
- ◆ (λ : 1 m – 0,3 mm)
- ◆ decimetrové, centimetrové a milimetrové vlnové délky
- ◆ užití:

→ **a) Mobilní telefony (frekvence kolem 900 MHz, vlnová délka 30 cm):**

- Jaké informace jsou zakódované do mikrovln při použití mobilních telefonů?
- Číslo toho, komu voláte.
- Zvuk, dnes už i obraz.

→ **b) GPS (frekvence kolem 1227 MHz a 1575 MHz):**

- **Global Positioning System** → (Globální poziční systém)
- Satelitní síť 28 družic
- Pohybují se ve výšce 20 200 km nad Zemí
- Oběžná doba $\frac{1}{2}$ dne



- ◆ **c) Radar:**

- **Radio Detecting and Ranging** (vyhledávání a zaměřování pomocí rádiových vln)
- Využívá toho, že se mikrovlny odrážejí od kovových předmětů.
- Za války umožňoval vyhledávat a ničit nepřátelské lodě a letadla.
- Dnes slouží spíše k navigaci.
- Měření rychlosti aut a při předpovědi počasí.

- ◆ **d) Mikrovlnné trouby (vlnová délka asi 12 cm):**

- Tyto mikrovlny pronikají dovnitř potravin a prohřívají je v celém objemu.

- **(3) Infračervené záření**

- ◆ (λ : 0,3 mm – 760 nm) – oblast mezi nejkratšími rádiovými vlnami a světlem;
- ◆ zdroj infračerveného záření → tělesa zahřátá na vyšší teplotu,
- ◆ užití:
 - Při pohlcování infračerveného záření probíhá tepelná výměna a ozářené těleso se zahřívá – princip **infrazářiče** (topné těleso, které hřeje ale nesvítí!).
 - Infračervené záření vyzařují prakticky všechna tělesa – proto můžeme použít **infračervený dalekohled** pro pozorování ve tmě.
 - **Elektronika a sdělovací technika**: např. **dálkové ovládání** na TV
 - *princip* → ovladač obsahuje generátor impulzů, které nesou zakódovaný pokyn k příslušné činnosti (např. změna hlasitosti) → Impulzy jsou vysílány do prostoru polovodičovou diodou, která vyzařuje infračervené záření. → signál je přijímán čidlem zabudovaným v čelní stěně TV.

- **(4) Viditelné záření - světlo**

- ♦ $(\lambda: 760 \text{ nm} - 390 \text{ nm})$ – úzká oblast spektra elektromagnetického záření
- ♦ pro člověka má rozhodující význam jako zdroj informací o světě.

- **(5) Ultrafialové záření (UV)**

$(\lambda: 400 \text{ nm} - 10 \text{ nm})$ – záření o vlnové délce kratší než má světlo fialové barvy

- ♦ jeho nejkratší vlnové délky zasahují do oblasti rentgenového záření.
- ♦ UV záření působí škodlivě!:
 - ➔ velké dávky UV záření působí na lidský organizmus škodlivě →
 - zrakový orgán nutno chránit brýlemi se speciálními skly
 - opalování - ozáření pokožky vyvolává vznik ochranného pigmentu – to se projevuje při opalování zhnědnutím → na ozáření tělo reaguje produkcí vitamínu D;
 - Velké dávky UV záření mohou způsobit rakovinu kůže!
 - ➔ Zdroj UV záření:
 - **Tělesa zahřátá na vysokou teplotu** – např. Slunce, elektrický oblouk, speciální výbojky naplněné párami rtuti (horské slunce),
 - obyčejné (draselné) sklo ultrafialové záření pohlcuje → proto se výbojky zhotovují ze skla křemenného.
 - **Zemská atmosféra rovněž silně pohlcuje UV záření** → ve vysokých vrstvách atmosféry způsobuje ionizaci vzdušného kyslíku a to je příčinou vzniku ozonu.
 - ➔ Využití: ničí choroboplodné mikroorganismy → proto se využívá při **sterilizaci**

- **(6) Rentgenové záření (paprsky X)**

- ♦ $(\lambda: 10 \text{ nm} - 0,1 \text{ nm})$ – záření o kratší vlnové délce než je UV záření;
- ♦ vzniká při přeměně energie rychle se pohybujících elektronů, které dopadají na povrch kovové elektrody, na energii elektromagnetického záření;
- ♦ podle vlnové délky se rozlišuje **měkké rentgenové záření**, které má větší vlnovou délku, a **tvrdé rentgenové záření**, jehož vlastnosti se blíží záření gama.
- ♦ Objevitel rentgenového záření – **W. C. Röntgen** (v roce 1895) → při studiu elektrických výbojů v plynech;
 - ➔ zjistil, že při dopadu katodového záření (tj. proud elektronů urychlených elektrickým polem) na kovovou anodu vzniká záření, které proniká i neprůhlednými předměty.
- ♦ Zdroj rentgenového záření – speciální trubice **rentgenka**.
- ♦ Praktické využití – je založeno na jeho vlastnostech daných malou vlnovou délkou záření, např.:
 - ➔ schopnost pronikat látkami,

6. Elektromagnetické záření

- specifický způsob pohlcování v látkách.
- ◆ Např. **Rentgenová diagnostika**:
 - využívá poznatek, že při průchodu látkou se rentgenové záření pohlcuje a jeho energie se mění na vnitřní energii látky.
 - Zajímavost: pohlcování záření značně závisí na pořadovém čísle Z chemického prvku v periodické soustavě → prvky s vyšším číslem Z pohlcují rentgenové záření více.
 - Využití rentgenové diagnostiky – např. v lékařství → v lidském těle se rentgenové záření pohlcuje 150krát více v kostech (obsahují fosforečnan vápenatý) než ve svalech, jejichž převažující složkou je voda. Proto se na rentgenovém snímku jeví kosti světlejší než tkáň.
 - Pozor – rentgenové záření je zdraví škodlivé – má rakovinotvorné účinky!
- **(7) Gama záření**
 - ◆ ($\lambda < 300 \text{ pm}$) – záření o kratší vlnové délce než má rentgenové záření;
 - ◆ zdrojem tohoto záření jsou tělesa, v jejichž atomových jádrech probíhají radioaktivní přeměny.
 - ◆ Přichází k nám také z kosmu a můžeme ho vytvářet i v laboratoři (např. urychlovače).
 - ◆ Je to nejpronikavější záření – lze se předním chránit olověným stíněním.
 - ◆ Užití:
 - například v medicíně – ozařování zhoubných nádorů.

Opakování – cvičení:

- 1) Z jakých dvou složek (druhů polí) se skládá elektromagnetická vlna?
- 2) Nakresli zjednodušeně dvě elektromagnetické vlny, přičemž jedna z nich bude mít dvojnásobný kmitočet oproti té druhé. Na obou elektromagnetických vlnách vyznač jejich vlnovou délku λ .
- 3) Která část elektromagnetického spektra (druh elektromagnetického vlnění) je pro člověka nejdůležitější? Jakých přibližně vlnových délek daná část elektromagnetického spektra nabývá?
- 4) Světlo červené barvy má _____ vlnovou délku a _____ frekvenci, než světlo fialové barvy.
- 5) Z jakých barev se skládá viditelné světlo? Napiš je za sebou, tak jak jsou uspořádány v duze!
- 6) Napiš všechny druhy elektromagnetického vlnění. Seřaď je od nejmenší po největší vlnovou délku.

6. Elektromagnetické záření

- 7) Vysvětli následující pojmy:
 - perioda:
 - frekvence:
 - vlnová délka:
- 8) Doplň následující tabulku:

Druh vlnění (záření)	Použití, výskyt
gama záření (γ -záření)	
	opalování, solária, sterilizace
viditelné světlo	
infračervené záření	
	lékařská diagnostika, defektoskopie
mikrovlnné záření	
	rádio, televize

- 9) Jakou vlnovou délku má elektromagnetické vlnění o frekvenci $f = 100 \text{ GHz}$? Vlnovou délku vyjádři v m, mm a μm !
- 10) Jakou frekvenci má elektromagnetické vlnění o vlnové délce $\lambda = 0,5 \text{ km}$? Frekvenci vyjádři v Hz, kHz, MHz a GHz!
- 11) Komunikaci mobilními telefony umožňují elektromagnetické vlny o frekvenci 900MHz. Jaká je odpovídající vlnová délka?
- 12) Řada rozhlasových stanic v pásmu FM používá elektromagnetické vlny o frekvenci přibližně 100 MHz. Jaká je přibližně odpovídající vlnová délka?
- 13) V dálkových ovladačích např. TV se používají světelné diody LED (light emitting diode) vyzařující elektromagnetické záření o frekvenci $2,22 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ nebo $3,33 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Jaká je vlnová délka záření? Je označení světelná dioda správně?
- 14) Víme, že (denní) světlo je složeno z jednotlivých barev. Každé barvě přísluší určitá vlnová délka (monochromatický paprsek světla). Na základě znalosti vlnové délky určete příslušnou frekvenci monochromatického paprsku světla.

Barva světla	Vlnová délka (λ)	Frekvence (f)
Fialová	390 nm (400 nm)	
Modrá	450 nm	
Zelená	520 nm	
Žlutá	570 nm	
Červená	760 nm (770 nm)	

