

Elektrický proud v kapalinách a plynech

Kapaliny

Proud vedou ionty, vodivost kapaliny záleží na jejich počtu.

Pokus #1:

1. 1. Destilovaná H₂O

$$U = 24 \text{ V}$$

$$I = 0.2 \text{ mA}$$

$$R = \frac{U}{I} = 120 \text{ k} \Omega$$

2. 2. Osolená voda

$$U = 15 \text{ V}$$

$$I = 22 \text{ mA}$$

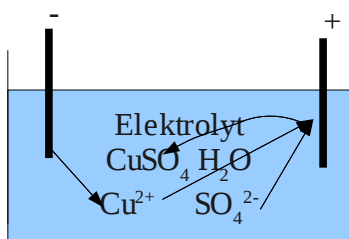
$$R = \frac{U}{I} = 7 \cdot \Omega$$

Elektrolýza

Příklad #1:

Kapalina se rozloží na ionty, elektrony doplňují Cu²⁺, na katodě se spolu SO₄²⁻ a vzniká zpět CuSO₄.

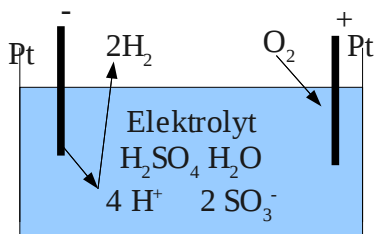
Využívá se pro pomědování, pokovování, čištění, výroba hliníku.



Příklad #2:

Hoffmannův přístroj

Vzniká plyný vodík, dochází ke koncentraci kyseliny sírové.



Galvanické články

- Jednorázové

Dva různé kovy – vznikne nějaké napětí, pokud to má rozumně malý odpor, pak lze použít jako zdroj napětí.

První galvanický článek vynalezl Volt.

- Akumulátory – nejjednodušší je olověný akumulátor s kyselinou sírovou

NiCd, NiMH, Li-ION

Plyny

Elektrický proud vedou ionty.

Ionizace – výroba iontů. Můžeme je vyrobit:

- Nárazem (elektrickým polem) – záleží na intenzitě elektrické pole, (permitivitě), vzdálenosti.
- Teplem – s teplotou roste rychlost molekul → roste počet srážek a možností vzniku iontů.
- Zářením – radioaktivní záření (ionizující záření), UV záření

Výboje:

1. Za atmosférického tlaku

- Jiskra
- Blesk
- Koróna
- Oblouk – ke svaření, dříve ke svícení

2. Za sníženého tlaku – výbojná trubice

Záleží na tlaku. Menší tlak → menší odpor

Záleží na plynu (barvy)

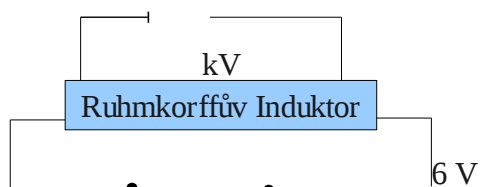
Zářivky – Hg, Luminofor (přeměňuje ultrafialové světlo na viditelné bílé světlo)

Vakuum – nesvítí (nemá co svítit) – elektron se pohybuje přímočaře rovnoměrně zrychleně.

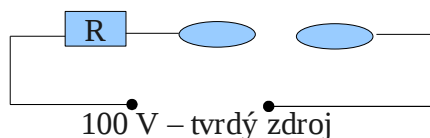
Televizní obrazovka – CRT

3. Výboje za zvýšeného tlaku – sodíková výbojka – lampy pouličního osvětlení

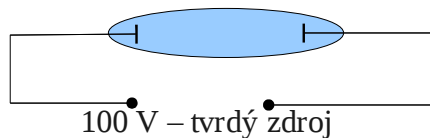
Pokus 1: Jiskra



Pokus 2: Oblouk: R – ochranný odpor



Pokus 3: Tlak je regulovatelný



Polovodiče

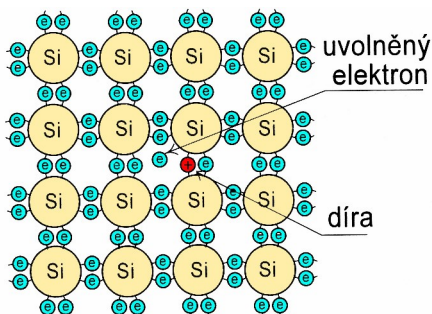
Čistý polovodič se v přírodě nevyskytuje → potřeba vyrábět uměle. Velice špatný vodič.

Kov – po zahřátí procházející proud klesá (zvětšuje se odpor – molekuly se pohybují rychleji a brání v pohybu).

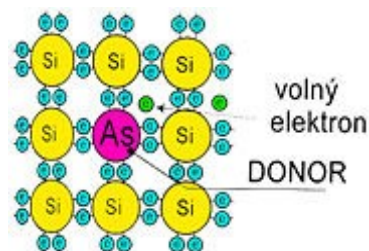
Polovodič po zahřátí vede proud velice dobře.

Křemík neobsahuje volné elektrony, ale stačí poměrně málo aby se elektron z vazby. Tedy Elektrický proud vedou elektrony, které nejsou ve vazbě. => Jejich odpor závisí silně na parametrech (teplota, světlo, příměs)

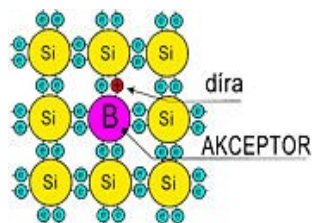
Čistý polovodič



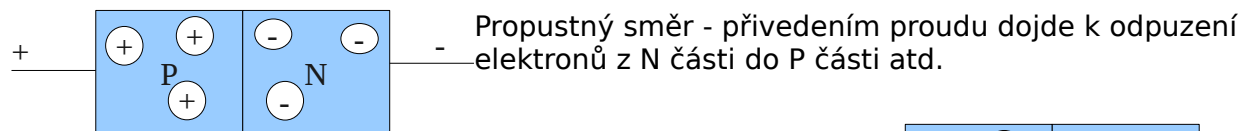
Typ P – chybí jeden elektron, Galium...



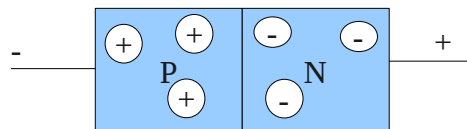
Typ N – přebývá jeden elektron, Fosfor



Dioda

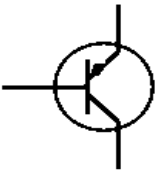


Závěrný směr – stane se propustná až při průrazném napětí.



Použití

Dioda		Propouští jen v 1 směru	Usměrnění (nabíjení)
LED		Dochází k emitaci světla	Světlo budoucnosti

Fotodioda		Vnitřní fotoelektrický jev	Solární články
Fotorezistor		Odpor závisí na dopadajícím světle	Fotobuňka, foťák,...
Termistor		Odpor závisí na teplotě	Teploměr
Tranzistor		Ovládací proud	Elektronika

Magnetizmus

Jak vzniká polární záře? Co má společného televizní obrazovka a urychlovač částic v CERNU? Které přístroje využívají magnetické jevy? Co mají společného elektřina a magnetismus?

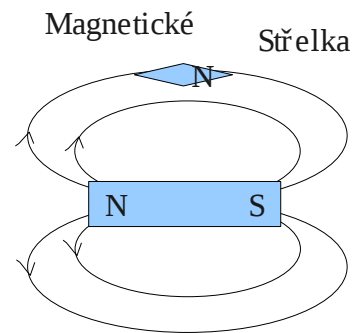
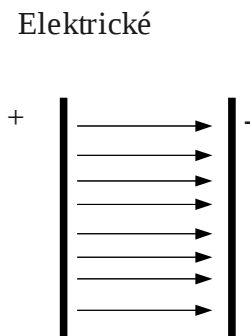
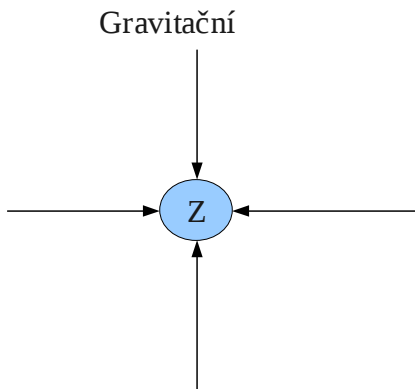
Zdroje magnetického pole

1. Magnesia – Řecko, vyskytoval se zde kámen, který přitahoval železné předměty → **magnetismus**.
Permanentní magnet (Nerost – magnetovec, železo, moderní magnety (neodym)).
2. Elektrický proud (výroba magnetu) - H. Ch. Oersted – elektrický proud generuje magnetické pole. (Magnetická střílka, připojení autobaterie, roztočení střílky při přiložení kabelů s protékajícím elektrickým proudem). „Prochází-li vodičem proud, vzniká kolem něj magnetické pole“
M. Faraday – další experimenty

Jak popisujeme magnetické pole

$\vec{g}$ - gravitační zrychlení, přes vzoreček $\vec{g} = \frac{\vec{F}_G}{m}$

$\vec{E}$ - intenzita gravitačního pole, vzoreček $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{Q}$



Odlišnosti magnetického pole: neexistuje „magnetický náboj“, siločáry jsou uzavřené křivky

$\vec{B}$ = magnetická indukce, $[B] = 1 \text{ T (Tesla)}$

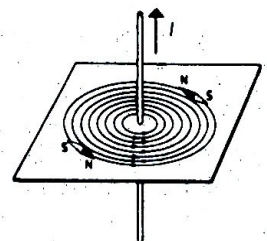
Magnetické pole Země	10^{-4} T
Magnet „obyč“	10^{-2} T
NdFeB, elektromagnet (šrotiště)	1 T
Magnetická rezonance	10 T
Neutronová hvězda	10^{18} T

Magnetické pole elektrického proudu

1. **Přímý vodič** – Ampérovo pravidlo pravé ruky – popisuje orientaci siločar okolo vodiče

Velikost: $B = \frac{\mu I}{2\pi R}$ kde μ je permeabilita prostředí,

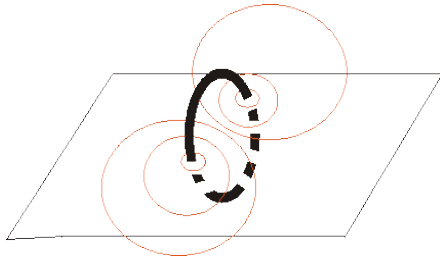
$\mu = \mu_0 \cdot \mu_R$
 $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Tm A}^{-1}$ kde μ_0 je permeabilita vakua a μ_R je



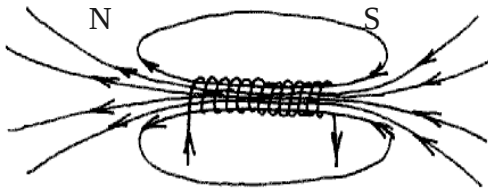
Magnetické pole přímého vodiče s proudem

relativní permeabilita.

2. Kruhový vodič



3. Cívka - solenoid

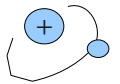


$B = \mu \cdot N \cdot I$ - platí jen uprostřed cívky, pokud nepoužijeme jádro cívky.

Magnetické pole permanentního magnetu

Magnetické vlastnosti látek jsou dány tím, z jakých atomů se látka skládá.

Každý elektron má vlastní magnetické pole → obíháním (ve skutečnosti neobíhají). Pole se mohou vyrušit.



Paramagnetické látky - $\mu > 1$ - zesilují (Al) - chaotické vyrušení → v magnetickém poli se zorientují

Diamagnetické látky - $\mu < 1$ - zeslabují (C, H_2O)

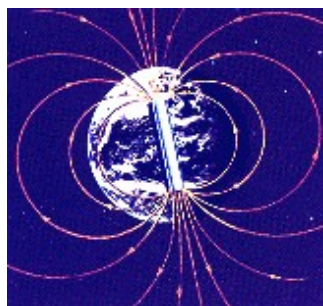
Feromagnetické látky - $\mu_R \gg 1$ - ocel = 1000, Fe, Ni, Ferity, Nd).

Železo je polykrystalická látka, kde jednotlivé krystalky (magnetické domény) mají stejnou magnetickou orientaci, umí se zorientovat.

Některé látky mají schopnost zůstat natočeny → výroba permanentního magnetu.

Cívkou procházející proud vznikne elektromotor. Stator (cívka), Rotor (permanentní magnet), komutátor (přepolovává cívku a zajišťuje tak stálé otáčení)

Magnetické pole Země



$$B = 50 \mu T \text{ v ČR}$$

Dělí se na horizontální a vertikální složku, kompas využívá pouze vodorovnou složku (horizontální). 3D kompas využívá obě.

Jižní póly jsou přesně obráceně než zeměpisné póly.

Magnetické póly se posouvají – jižní je na severu Kanady.

Magnetická deklinace (u nás 1° - 2°)

Magnetické pole se otáčí – poznalo se podle hornin

Magnetické pole nás chrání před slunečním větrem – proud nabitých částic je odkláněn → polární záře.

Nejspíše vzniká v jádře Země, které je tekuté.

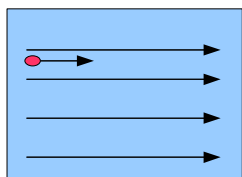
Magnetická síla

Působí na náboj v pohybu

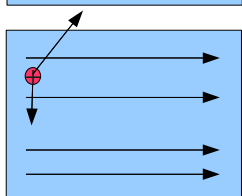
$$\vec{F}_B = Q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

$$F_B = Q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

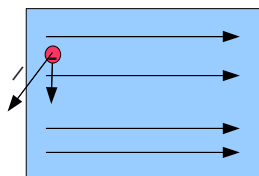
Poznámka: elektrická síla $\vec{F}_E = Q \cdot \vec{E}$



$\vec{F}_B = 0 \rightarrow$ žádná síla



$\vec{F}_B$ - bude kolmý na vektor B i $v \rightarrow$ k nám (dle pravidla pravé ruky)



Na elektron působí opačná síla

Osciloskop - Luminofor, můžeme sledovat průběh například střídavého proudu.;

Elektromagnetická indukce

Pomocí elektromagnetické indukce se vyrábí elektrická energie.

Michael Faraday (1791 – 1867) – nejslavnější fyzik své doby, „jak přeměnit magnetismus v elektřinu“

Originální pokus: zapojil napětí do cívky - vzal jádro a na to umístil první cívku a jednu další. Na druhé cívce připojil žárovku – ta nesvítla, ale blikla až při vypnutí napětí. (Magnetické pole mizí → vzniká proud).

Další pokus: pohybem magnetu v cívce → indukuje proud → led diody svítí.

Faradayův zákon: Mění se (nestacionární) magnetické pole, způsobuje vznik indukovaného proudu v cívce (vodiči).

Indukovaný proud

Velká změna magnetického pole → velký indukovaný proud.

Indukovaný proud má takový směr, že jeho magnetické pole působí proti změně, která ho vyvolala. (A zároveň se brání při oddělování magnetu) – Lenzův zákon

Vířivé proudy – vznikají ve vodivém kusu materiálu, tečou materiálem jak se jim zachce, ale vždy tak aby bránili změně, která je způsobila. Čím větší vodivost, tím větší vířivé proudy jsou. Odpořem vodiče zanikají.

Při použití supravodiče by vznikly obrovské proudy → udrželi by se → levitace.

Střídavý proud

Stojnosměrný proud je o něco bezpečnější. Transformátor → trafostanice - umožňují změnu velikosti napětí a proudu.

Vznik střídavého proudu: otáčení cívky v magnetickém poli

Úhlová frekvence - $\omega = 2\pi f$

$u(t) = U_M \cdot \sin(\omega t)$ u - okamžitá hodnota napětí v nějakém čase

$i(t) = I_M \sin(\omega t + \phi)$ - posun proudu a napětí

Průběh střídavého proudu má tvar funkce sin (nebo jakékoliv jiné) - nebo jakákoliv jiná funkce).

Harmonické kmitání - dle funkce sinus, f - frekvence, T - perioda, U_M - amplituda

Jednoduchý obvod - zdroj - rezistor - tady platí $i = \frac{U}{R}$, výkon $P = u \cdot i \rightarrow$ taky proměnná

veličina $\rightarrow$ ef (efektivní) $\rightarrow P_{ef} = U_{ef} \cdot I_{ef}$.

Průměrná hodnota napětí je 0 V $\rightarrow$ průměrná hodnota proudu je taky 0 V.

Hodnota výkonu výkonu bude nenulová.

$$P_{ef} = \frac{1}{2} P_M \rightarrow \text{poloviční maxima}$$

$$P_{ef} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot I_M \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot U_M$$

$$P_{ef} = \frac{U_M}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_M}{\sqrt{2}}$$

Příklad: $U_{ef} = 230 \text{ V}$ - toto měří voltmetr, udává se u spotřebičů

$$U_M = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V} = 325 \text{ V}$$

Transformátor

Pro střídavé napětí zapojíme do cívky a tu vložíme na jádro ve tvaru U spolu s další cívkou.

Na jednu cívku přivádíme 20 Voltů, na druhé (stejně závitů) dostáváme cca 9 V. (bez jádra to nefunguje, kvůli malé indukčnosti). Po uzavření jádra dostaneme na druhé cívce taky $\sim 20 \text{ V}$.

1200 zdrojová a 300 cílová (čtvrtina) $\rightarrow$ napětí bude 4x menší,

Elemag indukce		V ideálním případě $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow$ transformační poměr. Sníží se proud. $P_1 = P_2 \rightarrow$ účinnost je 100% $\rightarrow$ snižuje se proud!
Primární cívka	Sekundární cívka	
U1	U2	
I1	I2	
N1	N2	

Skutečný transformátor - ztráty v magnetickém poli, v mědi

Účinnost: $P_2 = \eta \cdot P_1$, u velkých elektráren je to 98% u malých je to asi 80%.

Použití transformátoru

Přenos elektrické energie - kvůli ztrátám při přenosu se transformuje na vysoké napětí, u zástavby na nízké napětí.

„Transformace dolů“ - snížení napětí, velký proud (svářečka, pájka...)

„Transformace nahoru“ - větší napětí, menší proud.

Výroba a distribuce elektrické energie

Elektrárna – primární zdroj energie (uhlí, jádro, vítr, voda...) - obsahuje generátor (přeměňuje na elektrickou energii). Nízká efektivita převodu tepla na elektrickou energii, vodní a větrné elektrárny mají výhodu (přechod přes teplo odpadá)

Přenosová soustava – řízení (nesmí se vyrábět víc ani méně, než se spotřebovává) a přenos VN – 200, 400 kV

Distributor – distribuce (transformátory – NN), elektrometry) a prodej (ČEZ, E.ON) – platíme mu víc jak 50%.

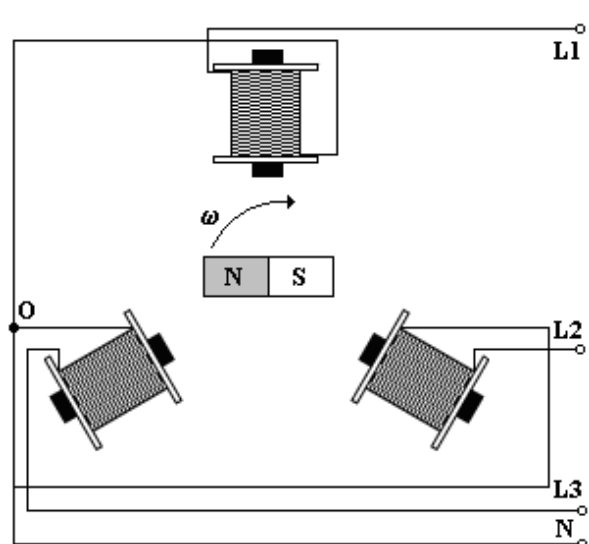
Spotřebitel – domácnost, firma

Generátor

Je třífázový

Otáčející magnet, tři dvojice cívek (aby se využili všechny polohy magnetu) → tři fáze

Třífázová soustava



o Magnet a kolem něj jsou tři cívky.

Vodiče 1, 2, 3, 0; bližší konec cívky připojíme na vodič 0, vzdálenější na právě jeden z vodičů {1,2,3}.

Proud bude stejný, ale bude posunut (u třífázového je to 120°).

Fázové napětí - U_{10}, U_{20}, U_{30} - mezi příslušným vodičem a 0 → 230 Voltů.

U_{12}, U_{23}, U_{13} Sdružená napětí (400 voltů)

Alternátor

Generátor, který vyrábí střídavý proud.

Přenosová soustava

www.ceps.cz

Česká přenosová soustava – pouze 110, 220 a 400 kV → malý proud → malé ztráty

Je nutné výroba = spotřeba - (zálohy zdrojů, přečerpávací vodní nádrže, noční proud).

Propojení s EU – nákup a prodej elektřiny.

Distributor a domácnost:

1. Trafostanice – následuje po přenosové soustavě, transformuje se na efektivní napětí 230V
2. Přívod – do domu, obsahuje tři fáze
3. Elektroměr – (pořád majetek distributora) + pojistky, třífázové pojistky
4. Hlavní jistič + proudový chránič (porovná proud ve fázi a 0 zpátky (...), pokud se nerovnájí pak je někde chyba) – pro všechny tři fáze
5. Zásuvky, světla, trouba – dvě fáze rozdělené na okruhy.

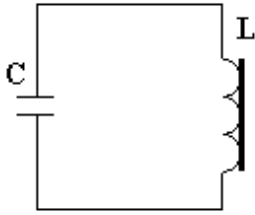
Zásuvky – středový kolík – uzemnění (žlutozelená), vlevo je fáze (černý, hnědý), vpravo nula (modrá).

Elektromagnetické vlnění

Co je to světlo? Kde používáme elektromagnetické vlnění? Jakou rychlostí a kde se může šířit? Jak „vyrobit“ elektromagnetické vlnění? Jaké jsou druhy elektromagnetického vlnění?

Elektromagnetický oscilátor

Pro vznik každého vlnění je potřeba kmitání → periodicky měnit.



Obvod LC.- kondenzátor, cívka → dochází k přelévání proudu mezi kondenzátorem a cívkou (tam a zpátky).

Vznik elektromagnetického vlnění

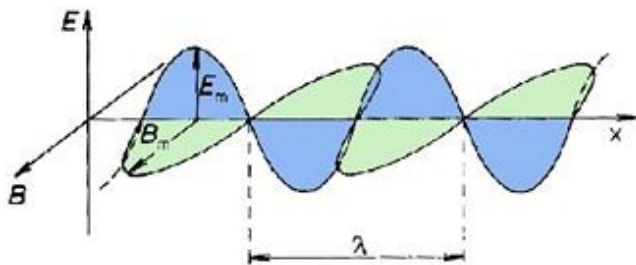
Teorie:

1. Náboj je v klidu → elektrické pole
2. Náboj v rovnoměrném pohybu → elektrické pole + magnetické pole
3. Náboj se pohybuje se zrychlením → elektromagnetické vlnění.

J.C. Maxwell - 1865

Praxe: „Aby se náboj pohyboval se zrychlením danou frekvencí.“ → první komu se to podařilo byl Hertz roku 1887 - Zdroj E ↔ LC obvod ↔ anténa (podobné jako Teslaův transformátor).

Elektromagnetická vlna



Rovinná vlna.

Magnetická složka je nutná a obě složky jsou neoddělitelné (elektromagnetická indukce).

$\vec{c}$ - rychlost šíření ve vakuu, je kolmé k B i E (příčné vlnění)

$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ V jakékoliv látce bude rychlost nižší.

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

$$S = V \cdot t$$

Elektromagnetické vlnění přenáší energii prostorem.

Intenzita záření

$$[I] = \text{Wm}^{-2}$$

Příklad: 40 W žárovka, 1 metr daleko

$$I = \frac{40}{4\pi 1^2}$$

$$I = 3,18 \text{ Wm}^{-2}$$

Slunce má $I = 1370 \text{ Wm}^{-2}$

Vlastnosti elektromagnetického vlnění

polarizovaná vlna



Polarizace – je dána směrem vektoru E .

Lineární - Jednoduchá anténa → jeden směr

Kruhová – více vln, dohromady dají kruh → žárovka

Aplikace: antény, optika

Odraz, ohyb, interference, lom – viz optika

Závisí na vlnové délce (λ).

Interakce elektromagnetického vlnění s látkou – fotony- viz kvantová fyzika

Relativita – rychlost světla svíceného napřed vlaku je z pohledu vlaku i nástupiště naprosto stejná! Problém se skládáním rychlostí, světlo se vždy šíří rychlostí c bez ohledu vůči čemu.

Optika

Co je to světlo? Elektromagnetické vlnění, šíří se maximálně rychlostí světla, určité spektrum vlnových délek.

Jak zaostřuje oko a jak kamera/foťák? Čočka, která se může deformovat, foťák posouvá čočky.

Proč má zelenina v obchodě jasnější barvu než doma? Způsobeno světelným spektrem světelného zdroje.

Jak dokážeme, že světlo je vlnění? Škvíra a světelný zdroj →

Jaké základní optické přístroje používáme? Foťák, kamera, kukátko u dveří, dalekohled,

Geometrická optika - nejstarší a nejjednodušší, světlo se šíří pomocí paprsků

Vlnová optika - vlnění

Kvantová optika - fotony, lasery, neony

Geometrická optika

Základní principy:

- Světlo se v homogenním prostředí šíří přímočaře
- V nehomogenním prostředí (na rozhraní) může nastat:
 - Odraz
 - Lom
 - Pohlcení (absorpce)
- Šíření světla můžeme popsat pomocí modelu paprsků

Zdroje světla - 2 druhy:

- Bodové - z nějakého bodu - žárovka, hvězdy
- Plošné - více bodů v jedné rovině - okno

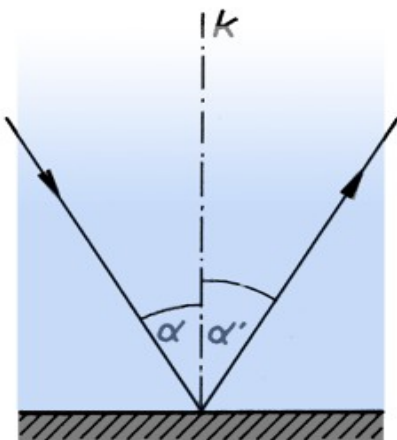
Koherentní - stále stejná fáze

Fermatův princip - světlo se vždy šíří tak, aby byl minimální čas, za který dospěje ze zdroje do cíle.

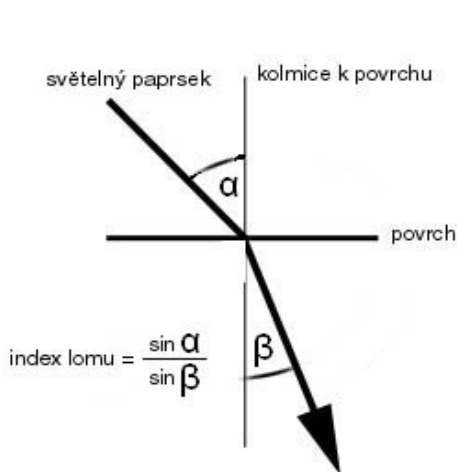
Odraz

Pro hladkou plochu - $\alpha = \alpha'$, zůstává v jedné rovině.

Na nerovné ploše nastává rozptyl do všech stran.



Lom



$$\frac{x_1}{\sin \alpha} = \frac{x_2}{\sin \beta}$$

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \rightarrow \text{Do hustějšího} \rightarrow \text{lom ke kolmici}$$

$$n = \frac{c}{v} \text{ - index lomu}$$

Vakuum	$n = 1$
Vzduchu	$n = 1,00029$
Voda	$n = 1,33$
Sklo obyčejné	$n = 1,5$
Diamant	$n = 2,42$

Duha

Rozklad světla díky lomu v kapkách vody nebo ledu. Je vidět, když je Slunce za mími zády.

Totální odraz

Sklo Vzduch	$\alpha_{MAX} = \beta = 90^\circ$ $\frac{\sin \alpha}{1} = \frac{n_2}{n_1}$ $\sin \alpha_{MAX} = \frac{1}{n_1}$ $\sin \alpha_{MAX} = \frac{1}{1,41}$ $\sin \alpha_{MAX} = 45^\circ$
----------------	---

Využití: optické vlákno

Disperze (rozklad)

Index lomu závisí na vlnové délce - $n = fce(\lambda)$ - disperzní křivka

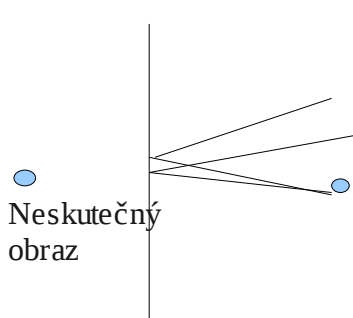
Spektroskopie - rozezná zdroj světla

Fatamorgana - rozdílný index lomu teplého a studeného vzduchu $\rightarrow$ vlní se světlo.

Optická zobrazení

Princip: optická soustava mění směr chodu paprsek tak, aby vznikl obraz.

Skutečný obraz - vzniká tam, kde se protínají paprsky (jeden bod se zobrazí do jednoho bodu - tedy zaostřeně). Například oko - čočka změní směr paprsků aby se zobrazili na sítnici.



Neskutečný obraz - nikdy nevzniká, pozorujeme okem v místě odkud zdánlivě vycházejí paprsky. Například rovinné zrcadlo.

Kulové zrcadlo - je tvořeno částí sféry $\rightarrow$ duté, vypuklé zrcadlo

o = optická osa

S = střed sféry

F = ohnisko

$$f = \text{ohnisková délka} - f = \frac{1}{2}r$$

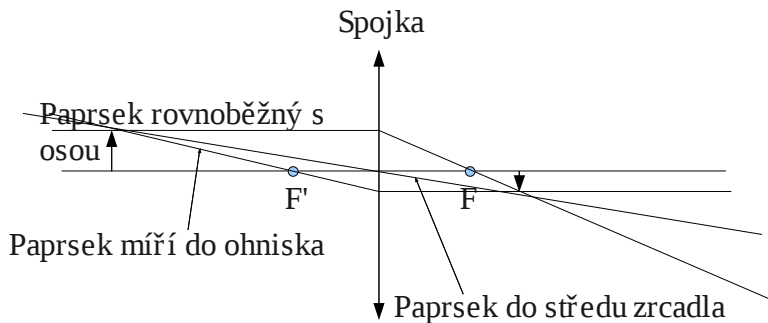
Kulová čočka - je tvořena průhledným materiálem s indexem lomu n , ten je ohraničen sférami o poloměrech r_1 a r_2 . Spojka a rozptylka

Spojka - ve prostředku je silnější než na kraji - dvě ohniska, dva středy, dva poloměry

Rozptylka - ve prostředku je tenčí než na kraji

Optická mohutnost - $\varphi = \frac{1}{f}$, jednotkami jsou dioptrie $\rightarrow 1D = 1m^{-1}$

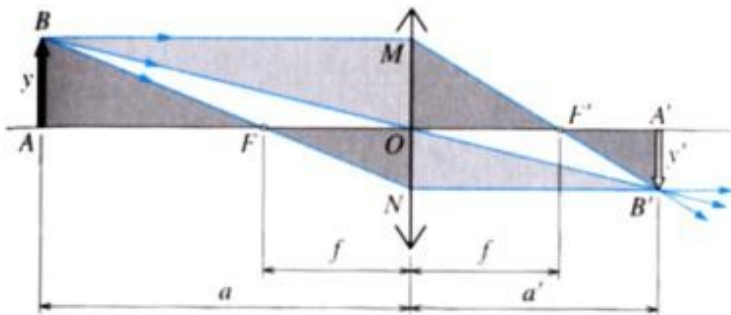
Zobrazení čočkou (ideální)



Může vzniknout obraz:

- Skutečný vs neskutečný
- Zmenšený vs zvětšený
- Převrácený vs přímý

Zobrazovací rovnice



$$\frac{y}{a-f} = \frac{y'}{f} \rightarrow \frac{y}{y'} = \frac{a}{a'} \rightarrow \frac{y}{a} = \frac{y'}{a'} \rightarrow \frac{y}{y'} = \frac{a-f}{f}$$

$$\frac{a}{a'} = \frac{a-f}{f}$$

$$af = aa' - fa'$$

$$af + a'f = aa' \quad (a+a') \cdot f = aa' \quad f = \frac{aa'}{a+a'} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{a}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{a+a'}{aa'}$$

Zvětšení - poměr

$$Z = \frac{y'}{y} = \frac{-f}{a-f}$$

Dohoda: jestliže je předmět před čočkou pak $+a$ a obraz za čočkou, jestliže je za čočkou pak $+a'$.

Spojka - $+f$

Rozptylka - $-f$

Příklad 1: Spojka

$$f = 10 \text{ cm}$$

$$a = 50 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{a}$$

$$a' = 12,5$$

Příklad 2: Princip projektoru

$$f = 3 \text{ cm}$$

$$a = 4 \text{ cm}$$

$$y = 0,5 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a'} + \frac{1}{a}$$

$$a' = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{a}}$$

$$a' = 12$$

$$\frac{-a'}{a}$$

$$\frac{y'}{y}$$

$$y' = \frac{-a' y}{a}$$

$$y' = 1,5$$

→ Skutečný, zvětšený, převrácený.

Příklad 3: Opak příkladu příkladu 2 → princip objektivu

$$f = 3 \text{ cm}$$

$$a = 12 \text{ cm}$$

$$y' = 1,5 \text{ cm} \rightarrow \text{skutečný, zmenšený, převrácený.}$$

Příklad 4:

$$f = 3 \text{ cm}$$

$$a = 2 \text{ cm}$$

$$y = 0,5 \text{ cm}$$

$$a' = -6 \text{ cm}$$

$$Z = 3 \rightarrow \text{princip lupy}$$

$$y' = 1,5 \text{ cm}$$

Příklad 5: Princip pomocí reflektoru - zdroj světla do ohniska.

$$f = 3 \text{ cm}$$

$$a = 3 \text{ cm}$$

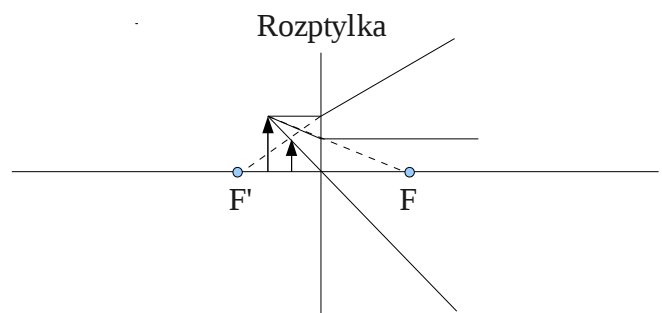
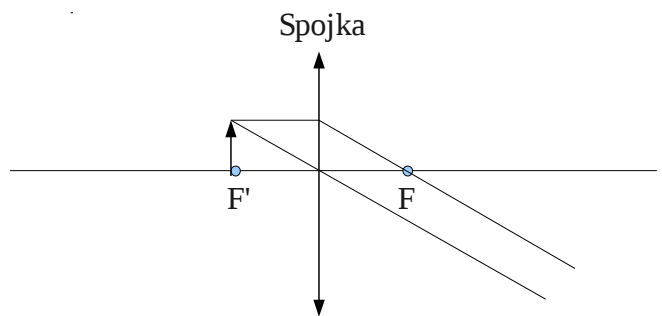
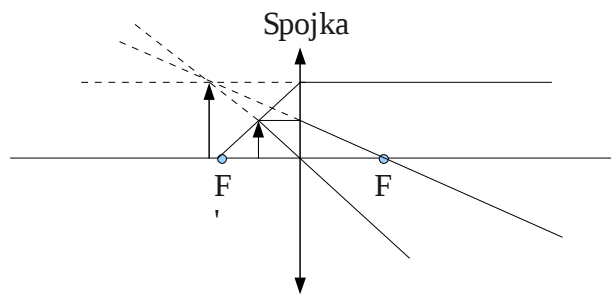
$$y = 1 \text{ cm}$$

Příklad 6:

$$f = -3 \text{ cm}$$

$$a = 2 \text{ cm}$$

$y = 3 \text{ cm} \rightarrow$ Neskutečný zmenšený přímý → princip dveřního kukátka.



Zrcadlo

Duté zrcadlo - chová se stejně jako spojka - hvězdářský dalekohled

Vypouklé zrcadlo jako rozptylka - používá se na křižovatce,

Vady čoček

1. Sférická - kulový tvar čočky nedokáže zobrazit tak jak by měl - při širokém rozptylu paprsků je obraz ostrý jen kolem středu.

Řeší se použitím aspherical - nesférických

2. Barevná - vzniká díky disperzi - čočka má pro každou barvu jiné ohnisko. - na krajích obrazu jsou jinak barevné okraje (duhové). Řeší se kombinací čoček

Oko

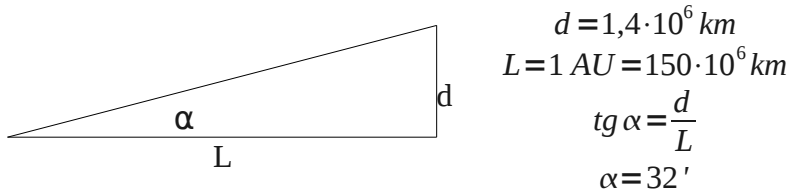
Funkce zraku:

- Optické zobrazení – o to se stará naše oko
- Přeměna světla na nervový signál – sítnice
- Zpracování signálu – mozek

Mizerný obraz, ostrý jen kolem optické osy. V prvních dvou jsme přírodu překonaly (CCD, optika).

Zorný úhel

Příklad: Pod jakým zorným úhlem můžeme vidět Slunce?



Rozlišovací schopnost oka je 1' (1 minuta)

Konvenční zraková vzdálenost – d = 25 cm – čočka se neunavuje.

Příklad: Jak vzdálené body dokáže člověk rozlišit.

$$\text{tg } \tau = \frac{x}{d}$$
$$x = d \cdot \text{tg } 1'$$
$$x = 0,07 \text{ mm}$$

Oko

Dalekozrakost: spojky

Krátkozrakost: rozptylky

Astigmatismus – vada tvaru oka, rozmazání části obrazu

Akomodace čočky – přizpůsobení čočky

Týčinky vnímají světlo a tmou, čípky vnímají barvy – RGB paleta

Vady barvocitu – může čípků méně → porušení rovnováhy

Dalekohledy

V 17. století.

G. Galileo pomocí něho objevil Jupiterovy měsíce, skvrny na Slunci → oslepl. 20X přiblížení

Kepler používal v dalekohledu dvě spojky → obraz byl převrácený, ale ostřejší. Použil tmavé sklo → neoslepl. Koncem 70. let 17. století postavil dalekohled o délce 42 metrů.

Isaac Newton přišel na to že chromatickou vadu způsobuje čočka → vyřešil chromatickou vadu – dalekohled typu reflektor.

Reflektory – Newtonův dalekohled

Refraktory – keplerův a galileův dalekohled

Hubblův teleskop – vypuštěn v roce 1990, fungovat by měl do roku 2013, typ reflektoru, průměr zrcadla 2,4 metru. Cena 1,5 mld USD.

Největší pohyblivý dalekohled na světě – KECK – na hoře Maunakea na ostrově Hawai

Největší nepohyblivý dalekohled – SALT v jižní Africe, HET v Texasu.

Brněnská hvězdárna – otevřena 16. října 1954 – původně Gottwaldova lidová hvězdárna, později lidová hvězdárna, dnes Mikoláše Koperníka. Dalekohledy nepřenositelné – 15, 20, 40 cm v průměru.

Fotografie (kamera, foťák)

Funkce:

1. Optické zobrazení
2. Přeměna obrazu na data

Konstrukce:

- Ohnisková délka objektivu (v mm) – průměrně 50 mm (obraz bodu v nekonečnu vznikne v 50 mm).
 - Teleobjektiv → $f > 50$ mm – úzký zabíraný úhel.
 - Širokoúhlý objektiv – $f < 50$ mm – široký zabíraný úhel.
- Zoom – f se mění – udává se rozsah
- Světelnost (clona)
 - Hloubka ostrosti – s otevřenou clonou vznikne malá hloubka ostrosti (vše blíže a dále než zaostřené bude rozmazané).
- Čas expozice – dnes automaticky

Experimenty přelomu 19. století

1881 – Michelsonův pokus – teorie relativity, vyvrací éter a Newtonovu mechaniku.

1905 – Vysvětlení Brownova pohybu (Einstein, Perrin) – náhodné putování menších částic – použití matematické rozboru – dokázali odhadnout velikosti molekul. Záleží na teplotě, odhad 10^{-10} m.

Atomy nelze vidět, protože vlnová délka světla je větší.

1 mol = NA částic = avogadrova konstanta. = $6,023 \cdot 10^{23}$

1896 – Přirozená radioaktivita (Becquerel)

Postupný rozpad jader, něco uniká – produkty rozpadu, záření.

1897 – Objev elektronu (Thomson)

Objeven nejdřív, protože se nejsnáze uvolní. Elektrický proud pro výboj v plynu nebo vakuu. Takovéto zařízení lze ovlivnit elektrickým polem z venku.

Setrvačnost hmotnosti částic.

1911 – Struktura atomu (Rutherford)

Objev jádra atomu – vystřeloval atomy Helia proti zlaté vrstvě – některé se mu odráželi – důkaz jádra atomu.

1900 – Záření černého tělesa

1905 – Fotoelektrický jev (Einstein)

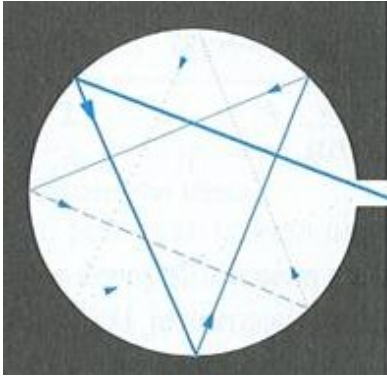
Moderní fyzika

Patří sem kvantová fyzika, jaderná fyzika, částicová fyzika, teorie relativity, astrofyzika

Kvantová fyzika

Využití v moderní elektronice (velice svítivé diody), biologii, biofyzice, kvantové chemii. Zásah do filozofie (přinesla náhodu do vesmíru).

Záření černého tělesa



Problém: Jakékoliv zahřáté těleso - vyzařuje elektromagnetické záření

Otázka: Jaký je mechanismus vzniku záření. Jak závisí vlnové délky na teplotě?

Záření se uvnitř odráží - nedochází ke ztrátě energie.

V praxi je to i žárovka, slunce (sice energii ztrácí, ale je to naprosto minimální).

Nejintenzivnější vlnová délka: $\lambda_{\text{MAX}} = b/T$ ($b=2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$) - Wienův posunovací zákon

Za zdroj vlnění si mysleli, že stojí pohyb elektronu (náboje) se zrychlením - generují elektromagnetické vlnění - ale ukázalo se, že by měli zářit i docela chladná tělesa, což se neprokázalo.

Planckova kvantová hypotéza - energie musí být vyzařována v kvantech (nejde ho rozdělit na libovolné části).

$E = hf$ (f - frekvence, h - planckova konstanta = $6,625 \cdot 10^{-37} \text{ Js}$) -> E je energie fotonu. Čím větší frekvence, tím vyšší energii má.

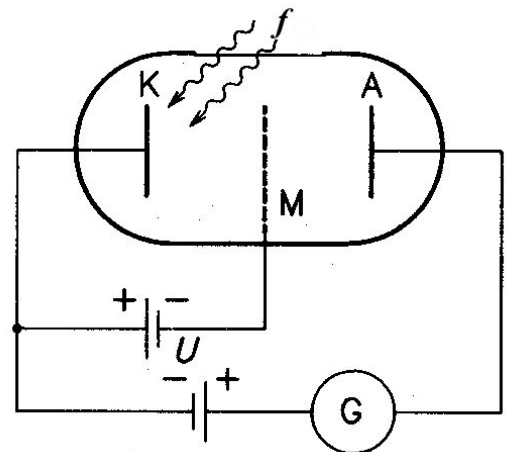
Fotoelektrický jev - zjistilo se, že pro každý kov existuje mezní vlnová délka, od které pozorujeme ten fotoelektrický proud (v obvodu).

Fotony po nárazu předají energii fotonů. Ty musí dostat dost energie aby elektron mohl kov opustit.

Energie potřebná k opuštění kovu - výstupní práce W .

Einstein tedy formuloval: $hf = W + E_k$ (energie fotonu = kinetická energie elektronu po opuštění kovu)

Experiment s diodami: $E = U \cdot Q = U \cdot e$ (jednoho elektronu) - to se přemění na energii vyloučeného fotonu $hf \rightarrow Ue = hf \rightarrow Ue = h(c/\lambda) \rightarrow U = (hc)/e \cdot 1/\lambda \rightarrow 1,9$ voltů je potřeba ke změně energie elektronu na foton (u červené led diody)



Praxe:

- Vnitřní - elektrony neopouští látku, jenom excitují do vyšších vrstev.
 - Fotosyntéza
 - Fotovoltaika
 - Fotografie
- Vnější - elektrony opouští danou látku
 - Kopírka - válec nabije nábojem, osvítl se papír, odražené světlo papíru dopadá na válec. Bílá barva = odraz = dopad na válec - zrušení náboje... Prášek -> otisk.

Laser

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

Optický zdroj úzkého svazku koherentního elektromagnetického záření (světla).

Konstrukce:

1. Aktivní prostředí – ohraničeno zrcadly, může být vyplněno plynem, monokrystalem, polovodič s N-P přechodem, polovodičové multivrstvy, volné elektrony
2. Rezonátor – optická dutina vymezená zrcadly - jedno polopropustné, druhé nepropustné. - můžou být z různých materiálů.
3. Další části – krystal pro změnu vlnové délky,...

První laser - Charles Townes, Jp. Gordon a H. J. Zeiger v roce 1953

Použití:

- Řezání a vrtání materiálů – velké množství energie na malé ploše.
- Technologie pro ukládání dat
- Měření aplikací
- Využití pro datové přenosy
- Oftalmologii – lékařské zákroky

Bezpečnostní rizika:

- třída I. - bezpečná
- třída II. - bezpečná, oko ochrání mrkací reflex
- třída III. - může poškodit oko
- Třída IV. - schopné popáleniny, požár, poškození.