

FYZIKA

9. ROČNÍK

Školní rok 2021/2022

Jméno a příjmení:

1. ELEKTROMAGNETICKÉ JEVY

CO UŽ VÍME O MAGNETICKÉM POLI

Magnet přitahuje tělesa z feromagnetických látek což jsou látky, na které magnet působí magnetickou silou. Jsou to předměty např. ze železa, oceli, niklu, kobaltu aj. (není to papír, dřevo, plast apod.).

Když se k sobě přiblíží dva magnety **souhlasnými póly** – odpužují se, když se k sobě přiblíží **nesouhlasnými póly** – přitahují se.

Země je také velký magnet, proto se magnetka a tyčový magnet volně otáčivý nastaví vždy tak, že jedním pólem směřují přibližně k severu. Tento pól magnetky a magnetu nazýváme *severní pól (N)*, druhý pak *jižní pól (S)*.

Přiblížíme-li magnet k nezmagnetovanému ocelovému hřebíku, hřebík se působením magnetického pole zmagnetuje. Hřebík z magneticky měkké oceli přestává být po oddálení magnetu magnetický. Hřebík z magneticky tvrdé oceli je trvale zmagnetován. Tento jev, při kterém se těleso z feromagnetické látky v magnetickém poli stane magnetem, nazýváme magnetizace. Magnetizaci můžeme využít k zobrazení silového působení magnetického pole. Ocelové pilina se v důsledku magnetizace uspořádají v okolí magnetu do řetězců. Čáry, které můžeme řetězci pilin proložit, nazýváme indukční čáry magnetického pole. Jejich směr je od severního pólu magnetu k jižnímu.

Kolem vodiče s elektrickým proudem je magnetické pole, které působí na magnetku. Svinutím vodiče do několika závitů na sebe vytvoříme cívku. Kolem cívky s proudem je silnější magnetické pole.

Indukční čáry magnetického pole tyčového magnetu:

Indukční čáry magnetického pole cívky s proudem:

Téma 1.: Magnetické pole cívky s proudem.

Když svineme vodič do několika závitů na sebe, vytvoříme tím cívku. Kolem cívky s proudem se vytváří silnější magnetické pole, než kolem přímého vodiče.

Schématická značka cívky:

Cívka s elektrickým proudem má kolem sebe magnetické pole podobné tyčovému magnetu. Na jednom konci cívky s proudem je severní a na druhém konci jižní magnetický pól. Změní-li se směr proudu v cívce, její magnetické póly se vymění. **Magnetické pole cívky je nejen vně, ale i uvnitř cívky, kterou prochází elektrický proud.**

Směr indukčních čar pole vně cívky je stejný jako u tyčového magnetu od severního pólu k jižnímu. Uvnitř cívky směřují indukční čáry naopak od jižního pólu k severnímu pólu.

Magnetické póly cívky s elektrickým proudem můžeme také určit bez použití magnetky, pomocí pravidla pravé ruky: Cívku uchopíme do pravé ruky tak, že ohnuté prsty ukazují směr elektrického proudu v jejích závitech. Odtážený palec pak ukazuje severní pól cívky:

Téma 2.: Elektromagnet a jeho užití.

Když do cívky s proudem zasuneme jádro z magneticky měkké oceli, magnetické účinky cívky se zesílí. Cívka s jádrem z magneticky měkké oceli se nazývá **elektromagnet**.

Magnetické pole elektromagnetu můžeme zesílit:

- 1) zvětšením počtu závitů cívky
- 2) zvětšením proudu procházejícího cívkou

Elektromagnet se využívá např. k nakládání železného šrotu na vagóny, při jakémkoliv oddělování feromagnetických látek od jiných látek apod.

Další využití elektromagnetu např. v elektrickém zvonku, jističi (chráníme nim elektrické spotřebiče i vedení před zkratem nebo dlouhodobým proudovým přetížením) nebo v elektromagnetickém relé (k spínání nebo vypínání obvodů s velkým elektrickým proudem – řízený obvod malým proudem v jiném obvodu – řídicí obvod).

Téma 3.: **Působení magnetického pole na cívku s proudem.**

Když zapojíme velmi lehkou cívku, která se může snadno otáčet mezi póly masivního magnetu zjistíme, že při průchodu elektrického proudu cívku, cívka se svým jižním pólem natáčí k severnímu pólu magnetu. Když budou proti sobě nesouhlasné póly magnetu a cívky, cívka se zastaví. Změníme-li směr proudu v obvodu cívky, změní se póly cívky. Cívka se otočí o 180° tak, že opět budou proti sobě nesouhlasné póly magnetu a cívky.

Na otáčení cívky s proudem působením magnetického pole jsou založeny tzv. **magnetoelektrické měřicí přístroje.** *Užívají se k měření proudu i napětí.* Mezi póly trvalého magnetu je nehybný váleček z magneticky měkké oceli. V mezeře je otáčivá cívka navinutá na lehkém rámečku. Měřený proud prochází dvěma vodivými pružinkami do cívky. Působením magnetického pole se cívka začne otáčet, ale jejímu otáčení brání pružinky. Cívka se zastaví, když se vyrovná působení magnetické síly a síly pružinek. Ručka spojená s cívku ukáže na stupnici hodnotu proudu, popř. hodnotu napětí. Když se obvod rozpojí, pružinky vracejí ručku do původní (nulové) polohy.

Téma 4.: Elektromotor.

Základem činnosti elektromotoru je otáčivý účinek magnetického pole na cívku s elektrickým proudem.

Základní části elektromotoru:

- 1) stator (nepohyblivá část) – je tvořen trvalými magnety nebo elektromagnety
- 2) rotor (otáčivá část) – skládá se z jedné nebo více cívek s jádrem z magneticky měkké oceli
- 3) komutátor – mění směr proudu v otáčivé cívkě čímž umožňuje její stálé otáčení

Elektromotor je založen na otáčení cívky s proudem v magnetickém poli. Je to stroj, ve kterém se elektrická energie přeměňuje na pohybovou energii otáčivé části elektromotoru a ta pak na pohybovou energii různých zařízení, např. bubnu pračky, pohonu hraček, tramvají apod.

Téma 5.: **Elektromagnetická indukce.**

V cívce vzniká proud, když se cívka a magnet vzájemně pohybují. Při vzájemném přibližování cívky a magnetu se magnetické pole v dutině cívky zesiluje a při vzájemném oddalování se pole zeslabuje.

Při změně magnetického pole v okolí cívky vzniká mezi jejími svorkami indukované napětí. V uzavřeném obvodu cívky vzniká indukovaný proud. K tomuto závěru dospěl v r.1831 M. Faraday. Tento jev nazval **elektromagnetická indukce**. Čím je změna magnetického pole rychlejší a větší, tím větší je indukovaný proud.

Trvalý magnet můžeme také nahradit elektromagnetem. První cívku zapojíme do obvodu se zdrojem napětí a spínačem – primární cívka. Druhou cívku připojíme k ampérmetru – sekundární cívka. Abychom docílili větších změn magnetického pole, nasuneme obě cívky na společné jádro z magneticky měkké oceli. V sekundární cívce se indukuje proud jen v okamžiku zavření nebo otevření primárního obvodu spínačem. Při uzavření spínače vzniká i v sekundární cívce magnetické pole. Při otevření spínače zaniká magnetické pole i v sekundární cívce. V obou případech nastává změna magnetického pole v sekundární cívce, a proto se v ní indukuje proud.

2. STŘÍDAVÝ PROUD

Téma 6: Vznik střídavého proudu.

Stejnoseměrný elektrický proud je proud, který prochází v obvodu stále stejným směrem.

Střídavý proud je proud, kterého směr se v obvodu opakovaně mění (doma odebíraný ze síťové zásuvky se 100krát během jedné sekundy změní směr proudu v opačný).

Křivka znázorňující časový průběh střídavého proudu v cívce otáčející se v magnetickém poli má tvar *sinusoidy*.

Doba, za kterou se průběh střídavého proudu opakuje se nazývá **perioda střídavého proudu**, označujeme ji T a měříme ji v sekundách. Vypočítáme ji podle vztahu:

$$T = \frac{1}{f}$$

Počet period střídavého proudu za jednu sekundu se nazývá **kmitočet (frekvence) střídavého proudu**, označuje se značkou f .

$$f = \frac{1}{T}$$

Jednotkou kmitočtu střídavého proudu je *hertz* (vyslov herc), značka Hz . Střídavý proud má kmitočet 1 Hz, trvá-li jeho perioda 1 sekundu. Střídavý proud ve spotřebitelské síti má kmitočet 50 Hz.

Stroje na výrobu střídavého elektrického proudu na základě elektromagnetické indukce se nazývají ***alternátory***. V alternátorech v elektrárnách je zpravidla sudý počet nehybných cívek, které tvoří stator. Mezi cívkami se rovnoměrně otáčejí elektromagnety, které tvoří rotor alternátoru. Rotorem v elektrárně otáčí turbína, která může být poháněná horkou párou (např. v tepelných a jaderných elektrárnách) nebo proudící či padající vodou (vodní elektrárny). V alternátorech se tedy pohybová energie rotoru přeměňuje na elektrickou energii, kterou odebíráme z cívek statoru.

Stroje na výrobu stejnosměrného proudu se nazývají ***dynama***.

Téma 7.: **Měření střídavého proudu a střídavého napětí.**

Pro měření střídavého proudu musíme používat takový ampérmetr, jehož ručka se vychýlí vždy jen na jednu stranu bez ohledu na směr proudu. Takovým ampérmetrem naměříme určitou hodnotu střídavého proudu, která je mezi hodnotou největší (I_m) a nulovou. Tato hodnota střídavého proudu se nazývá **efektivní hodnota proudu** a značí se **I**.

Střídavé napětí musíme také měřit přístrojem, u kterého výchylka ručky nezáleží na směru proudu. Voltmetrem na střídavé napětí naměříme hodnotu, která je mezi hodnotou největší (U_m) a nulovou. Tato hodnota se nazývá **efektivní hodnota napětí** a značí se **U**.

Pro efektivní hodnoty proudu a napětí platí:

$$I = 0,7 \cdot I_m$$
$$U = 0,7 \cdot U_m$$

Na měřidlech a elektrických spotřebičích pro stejnosměrný proud nebo napětí bývá značka – , na měřidlech pro střídavý proud nebo napětí bývá značka ~ . Některá měřidla mají přepínač a lze jimi měřit jak stejnosměrný tak střídavý proud.

Téma 8.: Transformátory.

Transformátor je zařízení, které umožňuje měnit střídavé napětí U_1 na střídavé napětí U_2 se stejným kmitočtem, ale jinou hodnotou.

V transformátoru se využívá jev elektromagnetické indukce. Základní části transformátoru jsou dvě cívky, které mají společné jádro z magneticky měkké oceli. Cívka, na kterou se připojí *vstupní střídavé napětí U_1* , je *primární cívka* transformátoru. Cívka, ke které se připojuje spotřebič, se nazývá *sekundární cívka*. Mezi svorkami sekundární cívky transformátoru můžeme voltmetrem naměřit *výstupní napětí U_2* .

Schematická značka transformátoru je:

Pokud má sekundární cívka větší počet závitů (N_2) než primární cívka (N_1), napětí se transformátorem zvyšuje. Má-li sekundární cívka méně závitů než primární cívka, napětí se transformátorem naopak snižuje. Přitom přibližně platí, že kolikrát větší je počet závitů sekundární cívky, tolikrát se zvětší napětí a naopak.

Podíl efektivních hodnot výstupního a vstupního napětí je přibližně rovný podílu počtu závitů sekundární a primární cívky :

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

Podíl $p = \frac{N_2}{N_1}$ se nazývá transformační poměr.

Je-li transformační poměr $p > 1$, je $U_2 > U_1$ (transformace nahoru). Výstupní napětí transformátoru je větší než vstupní napětí.

Je-li transformační poměr $p < 1$, je $U_2 < U_1$ (transformace dolů). Výstupní napětí transformátoru je menší než vstupní napětí.

To znamená, že vhodnou volbou počtu závitů primární a sekundární cívky můžeme ze síťového napětí pomocí transformátoru získat různá napětí potřebná pro různé spotřebiče.

Téma 9.: Rozvodná elektrická síť.

Faradayův objev elektromagnetické indukce umožnil výrobu elektrické energie v elektrárnách pomocí alternátorů. Na tom samém principu jsou také založeny transformátory. Ty zabezpečují přenos elektrické energie na velké vzdálenosti od elektráren ke spotřebitelům.

V elektrárnách se získává elektrická energie. V naší energetické soustavě jsou tři druhy elektráren: tepelné, vodní a jaderné.

V elektrárnách se vyrábí střídavé napětí s efektivní hodnotou 6,3 kV až 10 kV. Toto napětí získané v alternátorech elektrárny se transformuje na velmi vysoké napětí (vvn) 220 kV případně 400 kV (pro mezinárodní přenos 750 kV a 1 000 kV). Velmi vysoké napětí se transformuje v oblastních rozvodnách na vysoké napětí (vn) 22 kV. V místních rozvodnách se transformuje vysoké napětí na nízké napětí (nn) 220 V, které se přenáší spotřebitelskou sítí do domácností, dílen, obchodů apod.

3. VEDENÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU V KAPALINÁCH A V PLYNECH

CO UŽ VÍME O VEDENÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU

! Obvodem prochází elektrický proud, když je v něm zapojen zdroj elektrického napětí a obvod je uzavřen. !

Látky, které vedou elektrický proud, nazýváme vodiče elektrického proudu. Jsou to především kovy, ale také vodné roztoky některých látek (např. kuchyňské soli) a dokonce plyny (např. blesk).

Látky, které nevedou elektrický proud, nazýváme elektrické izolanty (např. papír, dřevo, plasty apod.).

Elektrický proud je tvořen usměrněným pohybem volných částic s elektrickým nábojem.

V kovovém vodiči je elektrický proud tvořen usměrněným pohybem volných elektronů. Po uzavření obvodu se vytvoří ve všech kovových částech obvodu elektrické pole, které působí okamžitě elektrickou silou na všechny volné elektrony v celém obvodu současně.

Téma 10: Vedení elektrického proudu v kapalinách.

Kapaliny, které obsahují volné ionty, vedou elektrický proud a nazývají se **elektrolyty**. Jsou to především vodné roztoky solí, kyselin a zásad.

Elektrický proud v elektrolytech je tvořen usměrněným pohybem kationtů a aniontů.

Elektrický proud v roztoku NaCl:

Při průchodu elektrického proudu v kapalinách dochází k přenosu látky a v okolí elektrod probíhají chemické reakce.

Poznatek, že vodné roztoky některých látek vedou elektrický proud, je velmi důležitý pro bezpečné zacházení s elektrickým zařízením. Naše tělo je také vodičem elektrického proudu, protože obsahuje vodivé kapaliny.

Při zacházení s elektrickými zařízeními je nebezpečné používat vlhké izolanty, mít vlhké nebo zpocené ruce apod., protože jsou vodiči proudu.

Vodivost některých roztoků můžeme využít taky k pokovování některých předmětů, k výrobě čistých kovů aj.

Téma 11.: Vedení elektrického proudu v plynech.

Vzduch je za běžných podmínek (pokojové teploty a běžného tlaku) izolantem. Za určitých podmínek se může stát vodivým, např. při vzniku blesku.

Blesk je velmi krátce (asi jednu stotisícinu sekundy) trvající elektrický proud, např. mezi mrakem a zemí, nebo mezi dvěma mraky a je doprovázený jasným světlem a zvukem.

Ve vzduchu se vyskytuje malé množství částic s nábojem, zejména kladných iontů. Před bouřkou vzniká mezi mrakem a zemí velmi silné elektrické pole, kterého působením se kladné ionty urychlují. Každý takto urychlený iont narazí na neutrální molekulu, rozštěpí ji na kladný iont a elektron. Tím se vytváří další a další volné elektrony – *vzduch se ionizuje*. Jeho vodivost rychle stoupá a v určitém okamžiku nastane jiskrový výboj. Vzduch se v okolí jiskrového výboje silně zahřeje a jeho prudké rozpínání způsobuje silný hluk – hrom.

Jiným příkladem vedení elektrického proudu ve vzduchu je **elektrický oblouk**. Nesmíme ho pozorovat přímo, protože bychom si mohli poškodit zrak (přes tmavé sklo). U elektrického oblouku vznikají volné částice s nábojem tak, že z rozžhaveného hrotu uhlíkové tyčinky připojené k zápornému pólu zdroje napětí vyletují uvolněné elektrony, ty prudce narážejí na neutrální molekuly a štěpí je na kladné ionty a volné elektrony. Mezi hroty uhlíkových tyčinek tak vzniká vrstva vodivého vzduchu, který má vysokou teplotu (až 5 000°C) a jasně svítí.

Dalším příkladem vedení elektrického proudu ve vzduchu je **elektrický výboj**, který vzniká v trubici, ze které byl částečně

vyčerpán vzduch. Do trubice jsou zataveny dvě elektrody, které připojíme ke zdroji vysokého napětí – v trubici vznikne světélkující elektrický výboj, mezi elektrodami prochází elektrický proud. Když trubice obsahuje malé množství jiného plynu, má elektrický výboj jinou barvu než ve vzduchu. Využívá se toho u reklamních nápisů.

! Elektrický proud v plynech je tvořen usměrněným pohybem volných iontů a elektronů. !

4. VEDENÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU V POLOVODIČÍCH

Téma 12.: Jak lze změnit odpor polovodičů?

Odpor kovů se s rostoucí teplotou zvětšuje. Odpor polovodičů se s rostoucí teplotou zmenšuje. Tato změna je mnohem větší než u kovů při stejné změně teploty.

Polovodiče jsou látky, u kterých se s rostoucí teplotou výrazně zmenšuje odpor.

Termistor je polovodičová součástka, které odpor se mění s teplotou. Se zvyšováním teploty se odpor termistoru zmenšuje a při snižování teploty se zvětšuje. Vyrábí se z oxidů různých prvků, např. MgO, CoO, TiO₂, Fe₂O₃ aj. Termistory mají různé tvary a velikosti.

Schématická značka termistoru je:

K zjištění závislosti odporu látky na osvětlení používáme součástku nazvanou fotorezistor. Jeho odpor se mění s osvětlením. Při zvýšeném osvětlení se odpor zmenšuje, při poklesu osvětlení fotorezistoru se jeho odpor zvětší. Fotorezistory se používají při automatickém otvírání a zavírání dveří, automatickém počítání předmětů (pečivo, lahve aj.) apod. Vyrábí se z polovodivých materiálů, které jsou citlivé na světlo, např. CdS, CdSe (selenid kademnatý) apod.

Schématická značka fotorezistoru je:

Téma 13.: Polovodiče typu N a P.

Nejpoužívanějším polovodičovým materiálem je **křemík (Si)**. Z dalších materiálů jsou to např. arsenid galitý (GaAs), selenid kademnatý (CdSe), sulfid kademnatý (CdS), apod.

Elektrické vlastnosti polovodičů závisí kromě teploty a osvětlení také na čistotě látky. Vazba mezi atomy křemíku je způsobena 4 valenčními elektrony. K uvolnění elektronu z vazby je potřeba velké množství energie, proto při nízkých teplotách obsahuje Si velmi málo volných elektronů. Má tedy při nízkých teplotách velký odpor. energii potřebnou k uvolnění elektronů z vazby můžeme získat např. **zahřátím (teplotní vodivost)** (při zvýšené teplotě se odpor snižuje).

Model mřížky křemíku:

Když se zaměříme na křemík, tak **přidáním některých prvků (příměsová vodivost)** do křemíku vzniknou dva druhy polovodičů. Označujeme je polovodič typu N nebo polovodič typu P.

Polovodič typu N (negativní; záporný) se nazývá polovodič, ve kterém přidáním vhodných prvků, např. arsenu (As; prvek V.skupiny PSP), vznikají volné elektrony. Ty po připojení zdroje napětí způsobují elektrický proud – ***elektronová vodivost.***

Model mřížky:

Polovodič typu P (pozitivní; kladný) se nazývá polovodič, ve kterém po přidání vhodných prvků, např. india (In; prvek III.skupiny PSP), se polovodič může chovat tak, jako kdyby byl elektrický proud způsoben kladnými částicemi, protože ve vazbě se sousedními atomy Si mu 1 elektron chybí. Vznikne volné místo, které může zaplnit elektron od sousedního atomu. Tím se volné místo přemístí a pohybuje se opačným směrem než elektron. Pohyb volného místa si můžeme představit jako pohyb kladně nabitě částice (díry) – ***dírová vodivost***.

Model mřížky:

Téma 14.: Polovodičová dioda.

U polovodičových součástek nezávisí na polaritě zdroje (jestli připojíme + - nebo - +). Jiná situace nastane jestliže krystal polovodiče obsahuje v jedné části polovodič typu P a v druhé části polovodič typu N. Oblast v okolí rozhraní mezi těmito polovodiči se nazývá přechod PN. Tento přechod má rozhodující vliv na vlastnosti většiny polovodičových součástek.

Součástka, která obsahuje jeden přechod PN se nazývá polovodičová dioda.

Schematická značka polovodičové diody je:

Dioda má dva vývody. Jeden je spojen s oblastí typu P, nazývá se *anoda*, druhý s oblastí typu N, nazývá se *katoda*. Když zapojíme diodu do elektrického obvodu tak, že je anoda připojena ke kladnému pólu zdroje, diodou prochází proud. Dioda je zapojena v propustném směru.

Když zapojíme diodu do elektrického obvodu tak, že je anoda připojena k zápornému pólu zdroje, diodou proud neprochází. Dioda je zapojena v závěrném směru.

Závislost elektrického proudu, který diodou prochází, na napětí na diodě udává voltampérová charakteristika. Získáme ji změřením hodnot napětí a proudu. Znázorňuje se graficky.

Téma 15.: **Dioda jako usměrňovač.**

Při zapojení diody do elektrického obvodu se střídavým proudem diodou prochází proud jenom v propustném směru, tzv. **tepavý proud**. Jedná se o *jednocestné usměrnění střídavého proudu*.

Schéma zapojení polovodičové diody do obvodu se střídavým napětím a časový průběh jednocestně usměrněného proudu:

Vhodným zapojením více diod do obvodu vznikne *dvojcestný usměrňovač*, který propouští proud v obou půlperiodách (diodou v propustném směru při napětí na diodě menším než asi 0,6 V proud neprochází). Jde o tzv. *dvojcestné usměrnění střídavého proudu*. Známe je hlavně zapojení 4 diod tzv. Gratzovo (můstkové) zapojení:

! Je-li dioda zapojena do elektrického obvodu se zdrojem střídavého napětí, prochází obvodem stejnosměrný proud. Proto se diody používají k usměrnění střídavého proudu. Pracují jako jednocestné nebo dvojcestné usměrňovače. !

Téma 16.: Další součástky s jedním přechodem PN.

Dioda, která při zapojení v propustném směru svítí, se nazývá **svítivka (ledka)**. Ledky bývají různých velikostí, svítí různě intenzivně a jsou různě barevné. Vyrábějí se z různých polovodičových materiálů. Schematická značka ledky je:

Další součástka s jedním přechodem PN je **fotodioda**. Osvětlíme-li fotodiodu, ukáže voltmetr napětí. Fotodioda se tedy při osvětlení stává zdrojem napětí. Zvětšíme-li osvětlení, napětí se zvětší. Maximální napětí, které vzniká na jedné fotodiodě, je asi 0,5 V. Schematická značka fotodiody je:

Přímé přeměny energie světla na energii elektrickou se využívá ve **slunečních článcích**. Sluneční článek při plném slunečním osvětlení dává naprázdno (tj. při nezapojeném elektrickém obvodu) napětí $U = 0,6 \text{ V}$. Lze z něj odebírat proud až 2,6 A.

Spojením slunečních článků vzniká **sluneční baterie**. K získání většího napětí se články spojují za sebou, ke zvětšení proudu se spojují vedle sebe. Mohou se spojovat i kombinovaně. Sluneční baterie patří mezi *alternativní zdroje elektrické energie*, které přeměňují energii světelnou přímo na energii elektrickou.

Často se zaměňuje pojem sluneční baterie a kolektor. **Kolektory** slouží k ohřívání vody sluneční energií. Pokud vznikne pára, může se použít k pohonu turboalternátoru a tím vyrábět elektrickou energii.

Kromě polovodičových součástek s jedním přechodem PN existují i součástky s *více přechody PN*. Známa je např. součástka s dvěma přechody PN nazývaná **tranzistor**. Používá se např. v zesilovačích.

5. BEZPEČNÉ ZACHÁZENÍ S ELEKTRICKÝMI ZAŘÍZENÍMI

Téma 17.: Elektrické spotřebiče v domácnosti.

V domácnosti se setkáváme s různými elektrickými spotřebiči. Jsou to např. spotřebiče, ve kterých se elektrická energie přeměňuje na energii světelnou (žárovky, zářivky), na energii vnitřní (varná konvice, vařič), energii pohybovou (mixér, holící strojek) nebo kombinovanou (vysoušeč vlasů).

Elektrická energie se přivádí ke spotřebiteli zpravidla dvěma vodiči. Jeden vodič je vodivě spojen se zemí, je *uzemněn*. Nazývá se nulovací vodič. Druhý vodič se nazývá fázový vodič. Mezi nimi je napětí 220 V. Vedení, kterým se elektrická energie přivádí do domácnosti, je zakončeno **zásuvkou**. V její horní části je vodivý kolík, na kterém nesmí být vzhledem k zemi žádné napětí. Kolík je spojen s ochranným nulovacím vodičem (barva izolace je kombinací žluté a zelené). Pod ním jsou dvě zdířky. Pravá zdířka s pracovním nulovacím vodičem (barva izolace modrá), levá zdířka s fázovým vodičem (barva izolace hnědá nebo černá).

Do zásuvky zasunujeme **zástrčku (vidlici)**. Na její dva kolíky a zdířku jsou připojeny vodiče, které mají také odpovídající barevnou izolaci a tvoří přívod ke spotřebiči.

Všechny spotřebiče mohou být při neodborném zacházení životu nebezpečné nebo způsobit požár. Abychom se nebezpečí vyhnuli, musíme při práci s elektrickými spotřebiči dodržovat určitá pravidla. Kromě jiného vycházíme z údajů na štítku spotřebiče a z návodu na používání. U všech elektrických spotřebičů zkontrolujeme před zapnutím do

zásuvky, zda není poškozená přívodní šňůra a zda je v dobrém stavu i zástrčka. Pokud je spotřebič opatřen vypínačem, připojujeme ho k elektrické síti vždy nezapojený. Na přívodní šňůru nepokládáme horké ani těžké předměty, které mají ostré hrany, abychom nepoškodili izolaci. Při vytahování přívodní šňůry ze zásuvky ji vždy držíme za zástrčku, nikoli za šňůru.

Téma 18.: Ochrana před úrazem elektrickým proudem.

Nebezpečí úrazu elektrickým proudem vzniká, stane-li se tělo nebo jeho část součástí elektrického obvodu. Následky úrazu jsou ovlivněny mnoha okolnostmi. Především je to velikost napětí v místě dotyku. *Normy uvádějí jako bezpečné stejnosměrné napětí nejvýše 25 V, střídavé nejvýše 12 V.*

Jak velký proud projde naším tělem je ovlivněno velikostí odporu našeho těla. *Za bezpečný proud pro člověka se uvádí 10 mA u střídavého proudu a 25 mA u stejnosměrného proudu.* Je to proud, který by při průchodu lidským tělem neměl znamenat ztuhnutí svalů na ruku, křeče, poranění, popálení, poškození některých orgánů, popř. smrt. Nebezpečí úrazu se ještě zvýší, prochází-li proud tělem déle než jednu nebo dvě sekundy a pokud prochází přes srdce.

Nejdůležitější bezpečnostní předpisy a zásady, které je nutno dodržovat, abychom předešli úrazu elektrickým proudem:

- 1) nedotýkáme se jakýchkoliv odkrytých elektrických zařízení, vnitřních částí zásuvek apod., jestliže jsou pod napětím; nestrkáme drobné předměty do el. zásuvky
- 2) nedotýkáme se mokrou rukou el. zařízení ani vypínačů
- 3) jsme-li ve vodě (např. ve vaně) nebo na vlhkém povrchu země, nepoužíváme jakýkoliv elektrický spotřebič ani se nedotýkáme vypínačů
- 4) respektujeme návody k obsluze elektrických spotřebičů
- 5) elektrický spotřebič přemístujeme odpojený od zásuvky
- 6) elektrický spotřebič zapojujeme do zásuvky vypnutý
- 7) nikdy nepoužíváme spotřebič se šňůrou, která má poškozenou izolaci

- 8) nedotýkáme se jednou rukou šňůry zapnutého spotřebiče a současně druhou rukou např. vodovodního kohoutku nebo dalších kovových součástí, které vy mohli být vodivě spojeny se zemí
- 9) vyměňujeme-li žárovku ve svítidle, vždy ho nejprve odpojíme od zásuvky nebo vypneme hlavní vypínač u elektroměru
- 10) vyřadíme z provozu elektrické zařízení, které se přehřívá, je cítit po spálenině
- 11) vadné el. spotřebiče svěříme do opravy odborníkům
- 12) nehrajeme si v blízkosti elektrického vedení, nelezeme na sloupy nebo stožáry elektrického vedení, ani v jejich blízkosti nepouštíme draky
- 13) nesmíme se dotýkat drátů spadlých na zem ani se k nim přibližovat

Označení částí elektrických zařízení pod napětím:

Označení vysokého napětí:

Nebezpečná situace také nastane, když dojde k náhodnému spojení fázového vodiče s nulovacím vodičem. Elektrický obvod má pak malý odpor, obvodem prochází velký proud. Vznikl **zkrat**. Při zkratu může dojít k poškození vedení, nebo dokonce ke vzniku požáru. Aby k tomu nedošlo, zařazuje se do obvodu buď tavná pojistka, nebo jistič. Toto zařízení elektrický obvod při zkratu rozpojí.

Nebezpečí pro nás znamená i **blesk**. Je to výboj mezi dvěma mraky nebo mezi mrakem a zemí. Zvláště nebezpečný je pro nás výboj mezi mrakem a vysokými předměty (stromy, budovami apod.). Aby se zajistila ochrana před bleskem, opatřujeme budovy bleskosvody. Pokud se v přírodě nemáme kam schovat, nezůstáváme poblíž osamělých vysokých stromů a co nejvýše se skrčíme.

Téma 19.: První pomoc při úrazu elektrickým proudem.

Při práci s elektrickým zařízením vždy dodržujeme bezpečnostní předpisy. Jestliže došlo k úrazu, poskytneme první pomoc, a to rychle, účelně a uváženě, bez vlastního ohrožení.

Nejprve bychom měli přerušit elektrický proud a to vypnutím hlavního vypínače, jističe, vytažením zástrčky ze zásuvky apod. Nejde-li přerušit elektrický obvod, odsuneme vedení nevodivou tyčí, suchým dřevěným kolíkem, prknem apod. Nedotýkáme se holou rukou těla postiženého, vlhkých částí oděvu ani kovových předmětů spojených s tělem postiženého. Po vyproštění raněného z dosahu proudu mu uvolníme oděv, zkontrolujeme tep a dech, je-li třeba, ihned zahájíme masáž srdce a umělé dýchání.

! V každém případě předem zavoláme záchrannou službu. !

6.ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ

Téma 20.: Elektromagnetické vlny a záření.

Nejdůležitějším druhem elektromagnetického záření je pro nás **světlo**. Umožňuje nám vidění, orientaci atd. Bez světla by nebyl možný život.

Dlouho nebylo známo, co je podstatou světla. Teprve v minulém století James Clerk Maxwell (1831 – 1879; skotský fyzik) 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 byly pak skutečně brzy objeveny německým fyzikem Heinrichem Hertzem (1857 – 1894).

Přehled elektromagnetických vln:

Vlnu obvykle znázorňujeme křivkou, která se nazývá *sinusoida* (pravidelně stoupá a klesá). Vzdálenost mezi sousedními vrcholy vlny se nazývá vlnová délka a označuje se řeckým písmenem λ (lambda):

V elektromagnetické vlně jsou obě pole, elektrické i magnetické, vzájemně propojena a navíc se v čase neustále pravidelně mění a šíří se rychlostí světla $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Elektromagnetickou vlnu můžeme vytvořit tak, že necháme pravidelně kmitat částice s elektrickým nábojem. Jinak řečeno necháme vodičem protékat střídavý proud o vysokém kmitočtu bude takový vodič vysílat elektromagnetické vlny. Tento vodič se nazývá **anténa**.

U elektromagnetické vlny můžeme vypočítat její kmitočet jako počet period za sekundu podle vztahu:

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

Čím kratší je vlnová délka elektromagnetické vlny, tím vyšší je její kmitočet a naopak.

Když porovnáme šíření elektromagnetické vlny (světla) a šíření zvukového rozruchu tak zjistíme, že zvuk se šíří jen v látkovém prostředí, zatímco elektromagnetické vlny se šíří i ve vakuu. Rychlost šíření zvuku je podstatně menší než rychlost světla. Rychlost šíření světla ve vakuu c je největší

možná rychlost, jakou se může šířit nějaký signál nebo energie.

Šíření elektromagnetických vln závisí také na vlnové délce. Je-li jejich vlnová délka velká, elektromagnetické vlny snadno pronikají za překážky (např. rádiové vlny). Je-li jejich vlnová délka malá, nebude se táto vlna šířit za překážky a bude vytvářet *stín*. Vlny o velmi malých vlnových délkách se šíří prakticky přímočaře, jako paprsek a pak je nazýváme *záření*.

Elektromagnetické vlny o velkých vlnových délkách jsou **vlny rádiové**: dlouhé, střední, krátké a velmi krátké. Používají se k přenosu informace, zpráv, hudby a obrazu.

Elektromagnetické vlny o vlnových délkách kratších než vlny rádiové, tedy vlny decimetrové, centimetrové a milimetrové nazýváme **mikrovlny**. Ty se odrážejí od kovových předmětů a využívají se k radiolokaci při sledování pohybu letadel a lodí za tmy a mlhy. Zařízení pracující na tomhle principu se nazývá *radar*.

Elektromagnetické vlny, které mají ještě kratší vlnové délky jako mikrovlny nabývají podoby záření paprsků. Tyto vlny se pohlcují v látkách, ohřívají je a mohou přenášet teplo. K ohřívání pokrmů v mikrovlné troubě slouží mikrovlny o vlnové délce asi 12 cm.

Tepelné účinky má hlavně **infračervené záření**, které vydávají zahřátá tělesa. Ale i chladná tělesa vydávají infračervené záření a to umožňuje vidět je ve tmě pomocí přístrojů, které infračervené záření zviditelňují.

Lidské oko může vnímat jen elektromagnetické vlny vlnových délek 750 nm až 400 nm. Tyto vlny představují právě světelné záření.

Bude-li vlnová délka o něco kratší než u viditelného fialového světla, dostaneme **záření ultrafialové**. Toto záření způsobuje opálení naší pokožky ale taky může způsobit rakovinu kůže. Oči si před ním musíme chránit brýlemi. Největší intenzitu má u moře a v horách.

V roce 1895 Wilhelm Conrad Rontgen zpozoroval nový druh záření, nazval je „paprsky X“ a dnes se mu říká **rentgenové záření**. Má kratší vlnové délky než ultrafialové záření. Postupně se přišlo na to, že toto záření má ještě silnější rakovinotvorné účinky než záření ultrafialové.

Ještě kratší vlnové délky než záření rentgenové má **záření gama**. Vzniká při radioaktivní přeměně atomových jader a také k nám proniká z kosmu. Je nejpronikavější. Používá se při ozařování zhoubných nádorů.

Téma 21: Zdroje záření.

Nejdůležitějším zdrojem elektromagnetického záření je pro nás Slunce. Vysílá k nám celé spektrum elektromagnetického záření. Nejjasněji se nám Slunce jeví ve žlutém viditelném světle, ale silně pocítujeme i tepelné účinky infračerveného záření. Před nebezpečím krátkovlnného slunečního záření (ultrafialového a rentgenového) nás chrání ozonová vrstva a atmosféra.

Taky jiná zahřátá tělesa vyzařují celé spektrum elektromagnetického záření. Při teplotě nad 525 °C se těleso stává ve tmě viditelným a jeho barva závisí na teplotě.

Někdy mluvíme taky o světle studeném, když se jedná např. o zářivku nebo televizní obrazovku. Tento jev se nazývá *luminiscence*. Při luminiscenci je potřeba dodat atomům tělesa nadbytečnou energii, která se pak postupně vyzařuje v podobě studeného světla. V 60tých letech 20.století se podařilo zkonstruovat přístroj, v němž je energie luminiscenčního prostředí vyzářena naráz v podobě úzkého světelného nebo infračerveného paprsku. Tento přístroj se nazývá *laser* (lejzr) a má nejrozmanitější použití. Dá se použít jak na řezání tvrdých materiálů, tak při zaznamenání zvuku na CD atd. Laserový paprsek má řadu pozoruhodných vlastností. Je to elektromagnetická vlna o nesmírně vysokém kmitočtu. Dá se zaostřit tak přesně, že můžeme osvětlit malou část povrchu Měsíce.

Důležité jsou také zdroje ultrafialového a rentgenového záření. Zdrojem rentgenového záření je *rentgenka*. Je to uzavřená vakuová trubice, v níž jsou zataveny dvě elektrody – katoda a anoda (antikatoda), k nimž je připojeno vysoké

napětí. Elektrony vyletují z katody, jsou urychlovány elektrickým polem a dopadají na antikatodu. Zde se prudce zbrzdí a vyzáří svou energii v podobě rentgenového záření.

Rentgenové záření a ještě pronikavější záření gama vzniká také v *urychlovačích*. Jsou to zařízení, v nichž se pohybují nabitě částice (elektrony, protony) po uzavřených dráhách v magnetickém poli a přitom je jim stále dodávána energie. Tyto částice se pohybují téměř rychlostí světla a pak narážejí na terčik z pevné látky nebo se srážejí s protiletíci částicemi. Při takových srážkách vznikají nové částice a také záření. Fyzikové pomocí urychlovačů zkoumají nitro částic a jejich vzájemné přeměny. Urychlovací trubice, v nichž je vysoké vakuum, mají délku až desítky kilometrů a jsou uloženy v podzemních tunelech.

7. SVĚTELNÉ JEVY A JEJICH VYUŽITÍ

CO UŽ VÍME O SVĚTLE

! Světlo jsou elektromagnetické vlny o vlnových délkách 750 nm až 400 nm (podle barvy světla). !

Světlo se *nejrychleji šíří ve vakuu* rychlostí 300 000 km/s. V jiných prostředích se šíří o něco pomaleji (voda, sklo aj.).

Světlo se šíří *přímochaře* a za neprůsvitnou překážkou vytváří *stín*. Elektromagnetické vlny o malých vlnových délkách (a tedy vysokých kmitočtech), jako má světlo se šíří *přímochaře*. Takovým elektromagnetickým vlnám, a tedy i světlu se říká *záření*.

Zdrojem světla jsou zpravidla rozžhavená tělesa, ale díky luminiscenci existují i zdroje tzv. studeného světla (zářivka, laser aj.). My vidíme i tělesa, která nejsou zdroji světla (Měsíc, sklenice, aj.) a to proto, že se od nich odráží část světla dopadajícího na ně z jiných zdrojů světla, např. ze Slunce, žárovky aj.

Paprsek se odráží pod stejně velkým úhlem, pod jakým dopadl a zůstává v rovině dopadu.

Odraz světla:

Hladké, lesklé povrchy dobře odrážejí světlo. Jsou to zrcadla.

Obraz v rovinném zrcadle je zdánlivý, stejně velký jako zobrazovaný předmět a je stranově převrácený.

Obraz ve vypuklém kulovém zrcadle je zdánlivý, přímý a zmenšený.

Obraz v dutém kulovém zrcadle závisí na vzdálenosti předmětu od zrcadla:

a) zmenšený, převrácený, skutečný

b) zvětšený, převrácený, skutečný

c) přímý, zvětšený, zdánlivý

Téma 22.: **Lom světla.**

! Lom světla je způsoben změnou rychlosti světla. Ve skle nebo ve vodě má světlo menší rychlost než ve vzduchu. !

Postupuje-li světlo do prostředí, ve kterém se šíří menší rychlostí, např. ze vzduchu do vody, nastane *lom paprsku ke kolmici* (

Postupuje-li světlo do prostředí, ve kterém se šíří větší rychlostí, např. ze skla do vzduchu, nastane *lom paprsku od kolmice* (

Při kolmém dopadu paprsku na rozhraní dvou prostředí *se paprsek neláme* (

Při lomu od kolmice může nastat případ, kdy se paprsek odrazí do rozhraní prostředí. Úhel, při kterém nastane lom do rozhraní, nazýváme *mezní úhel* (pro rozhraní sklo – vzduch je tento úhel asi 42°)

Zvětšujeme-li dále úhel dopadu (42°), už se všechno světlo odráží, žádné se neláme do vzduchu, nastal *úplný odraz*:

Téma 23.: Čočky.

Čočky jsou průsvitná tělesa, zpravidla vybroušená ze skla, ve kterých se lomem mění směr procházejících paprsků.

Čočky rozdělujeme na:

1) **Spojky** – jsou uprostřed širší než na okrajích. Jsou to čočky, které mění rovnoběžný svazek paprsků na sbíhavý. Za spojkou zachytíme na papíru v určité vzdálenosti jen svítící bod, který nazýváme *ohnisko F*. Vzdálenost ohniska od středu čočky se nazývá *ohnisková vzdálenost f*.

Tlustší čočka (více zakřivená) má blíže ohnisko než tenčí a tím více zvětšuje, říkáme, že má větší *optickou mohutnost* neboli *lámavost*. Optická mohutnost je tím větší, čím menší je ohnisková vzdálenost f . Platí $D = \frac{1}{f}$. D - dioptrie

(spojky mají kladnou hodnotu, rozptylky záporné číslo).

Vlastnosti obrazu vytvořeného spojkou se mění se vzdáleností předmětu od čočky. Při přibližování předmětu z velké dálky je obraz nejprve zmenšený a pak se postupně zvětšuje a vzdaluje se od čočky, stále je převrácený a skutečný. Je-li předmět k čočce blíže, než je ohnisková vzdálenost, pozorujeme přes čočku obraz zdánlivý, zvětšený a přímý.

2) **Rozptylky** – jsou uprostřed tenčí než na okrajích. Jsou to čočky, které mění rovnoběžný svazek paprsků na rozbíhavý. Za rozptylkou zachytíme na papíru světelný kruh, který se při vzdalování čočky od papíru zvětšuje.

Paprsky vycházející po lomu z rozptylky mají směr, jakoby vycházely z jednoho bodu před čočkou. Tento bod se nazývá ohnisko, ale žádné paprsky se v něm nezbíhají.

Obraz vytvořený rozptylkou je vždy přímý a zmenšený. Nezachytíme ho na stínítku, ale můžeme ho pozorovat přes čočku, je zdánlivý.

Téma 24.: **Optické vlastnosti oka.**

Naše oční čočka je spojka. Předmět vnímáme vždy ve směru, ve kterém dopadají paprsky na sítnici. Obraz pak vyvolá na sítnici reakce, které jsou zpracovány našim mozkiem.

Normální oko mění zakřivení oční čočky podle vzdálenosti pozorovaných předmětů. Např. když čteme, oční čočka se víc zakříví, má menší ohniskovou vzdálenost než při pozorování vzdáleného stromu.

Oči některých lidí mají porušenou přizpůsobivost čočky jako vrozenou oční vadu, nebo ztrácí pružnost oční čočky s přibývajícím stářím a proto se jim na sítnici nevytváří jasně zaostřený obraz.

Krátkozraké oko vidí dobře blízké předměty, ale nedokáže zaostřit při pohledu na vzdálené předměty. Obraz vzdáleného předmětu vznikne *před sítnicí*. Krátkozrakost je způsobena protáhlým tvarem oka. Upravuje se brýlemi *rozptylkami*.

Dalekozraké oko vidí dobře vzdálené předměty, ale nedokáže zaostřit při pohledu na blízké předměty. Obraz blízkých předmětů vznikne *za sítnicí*. Dalekozrakost je způsobena zploštěným tvarem oka. Upravuje se brýlemi *spojkami*.

Téma 25.: Lupa a mikroskop.

Různě velké předměty vidíme jinak velké v různých vzdálenostech, např. letadlo na letišti a ve vzduchu, strom před námi a v dálce atd.

Velikost i vzdálenost předmětů posuzujeme podle *zorného úhlu*, pod kterým předmět pozorujeme. Je to úhel mezi paprsky, které vycházejí z okrajových bodů předmětu a vnikají do našeho oka. Když se předmět vzdaluje od oka, zmenšuje se jeho zorný úhel.

Nestejně vysoké předměty v různých vzdálenostech se zdají stejně velké, protože je pozorujeme ve stejném zorném úhlu.

Zorný úhel malého předmětu můžeme zvětšit, když ho přiblížíme k oku až do bodu, kde je naše oko schopno ještě zaostřit, což je asi 25 cm. V této vzdálenosti vidíme pod

zorným úhlem $1'$ (jedna úhlová minuta) úsečku asi 0,08 mm. Když potřebujeme vidět větší detaily, použijeme lupu. **Lupa** je spojka s ohniskovou vzdáleností menší než 25 cm. Předmět umístíme mezi lupu a její ohnisko. Lupa nám zvětší zorný úhel.

Mikroskop používáme k většímu zvětšení. Mikroskop tvoří dvě soustavy spojných čoček. Spojka blíže k předmětu se nazývá *objektiv* mikroskopu a spojka, do které se díváme okem, je *okulár* mikroskopu.

Téma 26.: Dalekohledy.

Dalekohledy používáme, když chceme pozorovat tělesa, která se nám zdají velmi malá (přitom jsou obrovská), protože jsou od nás velmi vzdálená. Abychom je mohli pozorovat musíme zvětšit zorný úhel.

Známý je např. Kellerův neboli hvězdářský dalekohled. Spojka o větší ohniskové vzdálenosti, která je blíže předmětu se nazývá objektiv dalekohledu, a spojka, do níž se díváme okem, se nazývá okulár dalekohledu. Zvětšení u Keplerova dalekohledu je dáno poměrem ohniskové vzdálenosti objektivu f_1 a okuláru f_2 :

$$Z = \frac{f_1}{f_2}$$

8. JADERNÁ ENERGIE

CO UŽ VÍME O ATOMECH

Látky kolem nás (pevné, kapalné nebo plynné) se skládají z částic. Základní částici všech látek je **atom**. Skládá se z jádra, ve kterém jsou nukleony (protony a neutrony) a obalu, ve kterém jsou elektrony.

Uvolněním nebo přijetím elektronu v obalu atomu se z neutrálního atomu stávají **ionty**:

- *kationt* – kladně nabitý iont
- *aniont* – záporně nabitý iont

Tento proces, při kterém obal atomu ztrácí nebo přijímá elektrony se nazývá ionizace.

Když se mluví o rozbití atomu, myslí se tím rozbití atomového jádra. Je to mnohem těžší, než odtržení elektronu z obalu atomu a vyžaduje to asi milionkrát větší energii. Protože každý chemický prvek má jiný druh atomového jádra, přeměna jednoho jádra atomu v jiné znamená přeměnu jednoho chemického prvku v jiný prvek. Rozbíjet a přeměňovat atomová jádra se podařilo až ve 20. století.

Téma 27.: Atomová jádra.

Uprostřed atomu je malé, ale těžké kladně nabitě jádro obklopené elektronovým obalem.

Atomové jádro je v poměru s celkovou velikostí atomu velice malé (asi stotisíckrát menší než atom). Protony v jádře jsou ale asi 1 800krát těžší než elektrony v obalu atomu. Částice bez elektrického náboje, umístěné v jádře atomu se nazývají neutrony a mají přibližně stejnou hmotnost jako kladně nabitě protony. Protony a neutrony se společně nazývají *nukleony*.

Počet protonů udává *protonové číslo* (značí se písmenem Z a píše se jako dolní levý index před značku prvku), počet nukleonů *nukleonové číslo* (značí se písmenem A a píše se jako horní levý index před značku prvku).

Látky složené z atomů, které mají stejné protonové i nukleonové číslo, se nazývají **nuklidy**.

Když mají dva atomy stejné protonové číslo, ale různé nukleonové číslo, jsou to dva **izotopy** téhož prvku.

Téma 28.: Radioaktivita.

Radioaktivita je schopnost některých látek samovolně vyzařovat neviditelné pronikavé záření.

Při radioaktivním vyzařování se atomová jádra přeměňují na jádra jiná.

Radionuklidy jsou látky tvořené atomy s jádrem, která vyzařují radioaktivní záření. Jádra radionuklidů mohou vyzařovat pronikavé záření několika druhů:

a) *záření alfa* (α) – je tvořeno proudem částic alfa; jsou to jádra atomu helia ${}^4_2\text{He}$. Je málo pronikavé (pohlčuje se již papírem), ale je nebezpečné uvnitř organismu (vdechnutí, pozření)

b) *záření beta* (β) – je tvořeno proudem rychle letících elektronů nebo pozitronů (kladně nabitě částice, které mají stejnou hmotnost jako elektrony). Je pronikavější než záření alfa, pohlčuje se již tenkým plechem.

c) *záření gama* (γ) - je krátkovlnné elektromagnetické záření. Vzniká při přeměně atomových jader a taky k nám proniká z kosmu. Využívá se při ozařování zhoubných nádorů. Lze je pohltit např. vrstvou olova.

d) *záření neutronové* – je tvořeno proudem rychle letících neutronů. Vzniká v jaderných bombách a jaderných reaktorech. Je nejpronikavější, lze jej pohltit silnou vrstvou vody nebo betonu.

Důležitou vlastností radionuklidů je jejich **poločas přeměny**. Je to doba, za kterou se přemění právě polovina z celkového počtu jader v daném množství radionuklidu.

V přírodě bylo zjištěno asi 50 radionuklidů. Důležitý je hlavně uran 238. Jeho jadernou přeměnou vznikají postupně další radionuklidy tak dlouho, dokud nevznikne stabilní nuklid, který se už dále nepřeměňuje – v tomto případě izotop olova 206. Mluvíme o tzv. *radioaktivní přeměnové řadě*.

Kromě přirozených radionuklidů lze vyrábět i radionuklidy umělé. Je jich známo několik tisíc a nacházejí důležité použití ve vědě, technice i lékařství.

Téma 29.: Využití jaderného záření.

Radionuklidy jsou velmi užitečné ve vědě, technice i v lékařství.

Mnoho prvků má vedle stabilních izotopů taky izotopy radioaktivní. Například když chceme sledovat koloběh některých prvků v rostlinách nebo živých organizmech, použijeme malé množství příslušného radioaktivního izotopu a měříme záření, které tento izotop vydává. Tak můžeme pozorovat např. jak se hromadí draslík v listech nebo semenech rostlin, nebo jod ve štítné žláze apod. Podobně můžeme sledovat pohyb škodlivých látek v prostředí a tím přijímat opatření k jeho ochraně. Tento postup sledování koloběhu některých prvků v organizmech nebo v přírodě se nazývá **metoda značených atomů**.

Pomocí radionuklidů lze určovat stáří organických látek a hornin např. dřeva, kostí, oděvů, listin atd. Historikové a archeologové využívají **radiouhlíkové metody**. Vychází přitom z toho, že pokud byl rostlinný nebo živočišný organizmus ještě živ, přijímal ze vzduchu kromě stabilního uhlíku ^{12}C taky izotop ^{14}C , který je radioaktivní s poločasem přeměny 5 730 let (tzv. radiouhlík). Se zánikem organismu přívod uhlíku ustál a radiouhlík se od té doby přeměňoval na jiné nuklidy. Když porovnáme podíl radiouhlíku ve zkoumaném vzorku a v živých organizmech, můžeme určit stáří vzorku.

V lékařství slouží radionuklidy k diagnostice nemocí, ozařování zhoubných nádorů, sterilizaci předmětů atd.

V průmyslu slouží radionuklidy k měření a kontrole kvality výrobků (tzv. defektoskopie), k získávání elektrické energie atd.

Téma 30.: Jaderné reakce.

Při *chemických reakcích* se atom nemůže přeměňovat v jiný atom, prvky se nemohou měnit jeden v druhý (dochází pouze k přesunu elektronů v obalu atomu).

Při *jaderných reakcích* je to možné. Při srážkách atomových jader se může jedno jádro měnit v jádro jiné, jeden nuklid v druhý, a tedy je možná i vzájemná přeměna prvků.

Jaderné reakce (stejně jako chemické reakce) zapisujeme rovnicemi. První jadernou reakci uskutečnil Rutherford v roce 1919, kdy přeměnil dusík v kyslík:

Při chemických i jaderných reakcích dochází k energetickým přeměnám. Energie uvolňovaná při jaderných reakcích je milionkrát větší než u reakcí chemických.

Jaderná energie se uvolňuje buď při radioaktivní přeměně jader, nebo při jaderné reakci (štěpením nebo slučováním jader).

Albert Einstein vypočetl, že energie obsažená v nějaké látce souvisí s její hmotností podle rovnice:

$$E = m \cdot c$$

E energie (v joulech)

m hmotnost (v kilogramech)

c rychlost světla ve vakuu (300 000 000 m/s)

Téma 31.: Uvolňování jaderné energie.

Jedním ze způsobů uvolňování jaderné energie je štěpení jader při řetězové jaderné reakci. Táto reakce však neprobíhá v jakékoliv látce, ale pouze v tzv. **štěpných materiálech**. Jediný štěpný materiál, který se vyskytuje v přírodě, je nuklid uranu U 235. Přírodní uran je tvořen převážně nuklidem uranu 238 a obsahuje jen asi 0,7% uranu 235. Ten se z přírodního uranu získává náročným technologickým postupem.

Jaderná energie se uvolňuje při řetězové jaderné reakci ve štěpném materiálu (uran 235, plutonium 239 nebo uran 233).

Aby mohla proběhnout řetězová reakce, musí mít štěpný materiál **kritickou hmotnost**.

Energie se při řetězové reakci může uvolnit buď v procesu výbuchu, nebo může být uvolňována postupně, řízeně, jako v jaderných reaktorech.

Jadernou energii je možno uvolňovat také slučováním jader vodíku; tento proces probíhá v nitru Slunce a hvězd.

Při reakcích mezi částicemi a antičásticemi dochází k úplnému uvolnění energie, která je v látce obsažena a vzniká záření gama. Obě částice přitom zanikají. **Antičástice** je částice s opačným znaménkem, která existuje ke každé částici. K záporně nabitému elektronu existuje kladně nabitý pozitron. Ke kladně nabitému protonu záporný antiproton.

Téma 32.: **Jaderný reaktor.**

Jaderný reaktor je zařízení, ve kterém se uvolňuje jaderná energie k výrobě elektřiny.

Řetězová jaderná reakce probíhá v základní části reaktoru, která se nazývá aktivní zóna.

Štěpný materiál je součástí palivových článků, což jsou nejčastěji uranové tyče nebo tablety zabudované do kovových pouzder.

Neutrony uvolňované při štěpení se zpomalují moderátorem (zpomalovačem), například vodou nebo grafitem (tuhou).

K ovládání reaktoru slouží regulační tyče. Jsou z kadmia nebo oceli s příměsí boru. Pohlcují přebytečné neutrony. Zasouváním a vysouváním těchto tyčí z aktivní zóny se mění výkon reaktoru.

K zastavení řetězové reakce slouží havarijní tyče. Zasunou se automaticky do aktivní zóny kdyby se počet neutronů začal nebezpečně zvětšovat nebo došlo k jejímu ohrožení.

Aktivní zóna je umístěna v tlakové nádobě, kde je chlazená vodou. Tlaková nádoba slouží k tomu, aby voda zůstávala v kapalném stavu i při vyšších teplotách než je teplota varu.

Parogenerátor je vyvíječ páry, který je součástí sekundárního, parního okruhu. V něm odevzdá horká voda část své vnitřní energie. Pára je pak vedena na turbíny a výroba elektřiny už probíhá stejně jako u elektráren na uhlí nebo ropu.

Téma 33.: Jaderná energetika.

Jaderné elektrárny dnes vyrábějí asi pětinu elektrické energie na světě, v naší republice asi třetinu. Nejvíce jaderných elektráren je v USA, Francii, Rusku, Japonsku, Německu, Kanadě a Anglii. Rakousko jaderné elektrárny odmítá.

První jaderný reaktor na světě byl uveden do chodu týmem amerických vědců pod vedením italského fyzika Enrica Fermiho 2.12.1942 na univerzitě v Chicagu. Člověku se tak poprvé podařilo uvolnit jadernou energii a význam této události je srovnatelný pouze s historickou chvílí, kdy pravěký člověk poprvé rozdělal oheň.

Při normálním provozu je jaderná elektrárna bezpečná a neznečišťuje životní prostředí jako elektrárny na klasická paliva.

Bezpečnost jaderné elektrárny zajišťují systémy automatického odstavení reaktoru, dodatečného chlazení, betonový kontejnment. Dnes se vyvíjí nové typy jaderných elektráren, které se v případě nebezpečí samy odstaví i bez zásahu člověka.

Vyhořelé palivo se skladuje ve vodním bazénu na území elektrárny, pak v meziskladu a v současné době se hledají perspektivní metody jeho trvalého uložení nebo likvidace.

Téma 34.: Ochrana před zářením.

Jaderné záření může vyvolat rakovinu a genetické změny, a proto je třeba vystavovat se mu co nejméně a chránit se před ním.

Není možné se zcela vyhnout styku se zářením. Ozařují nás přírodní látky, nerosty, atmosféra, vdechovaný radon, radionuklidy v našem těle (draslík 40), rentgenové záření, kosmické, sluneční atd.

Při práci s radionuklidy je nutno dodržovat bezpečnostní předpisy.

Jaderný výbuch ohrožuje člověka především pronikavým zářením, dále vysokými teplotami, tlakovou vlnou a dlouhodobým zamořením přírodního prostředí, při kterém se dostává do přírodního prostředí řada nebezpečných radionuklidů a ta mohou dlouhodobě ohrožovat lidské zdraví.

Pokud dojde k havárii nebo výbuchu jaderné zbraně, můžeme se před ním chránit ukrytím pod úrovní terénu, vrstvami olova, betonu a zeminy. Ochranný oděv a plynová maska mohou dále zabránit zamoření povrchu těla a vdechování radioaktivních látek.

MAAE – mezinárodní agentura pro atomovou energii. Jejím úkolem je zabránit nehodám v jaderné energetice, zvýšit bezpečnost jaderných zařízení a zajistit kontrolu nad využíváním radionuklidů.

9. ZEMĚ A VESMÍR

Pro měření vzdáleností v astronomii se používá:

- **astronomická jednotka (AU)** – je rovna střední vzdálenosti mezi Zemí a Sluncem, tj. 150 milionů km
- **světelný rok (l.y.)** - je to vzdálenost, kterou světlo urazí rychlostí 300 000 km/s v průběhu jednoho roku (je to asi 63,3 tisíc AU)
- **1 parsek (pc)** – je to vzdálenost nebeského tělesa od Slunce, z něhož je vidět poloměr zemské trajektorie kolem Slunce pod úhlem 1 vteřina (1 pc = 3,26 l.y.)

Téma 35.: Sluneční soustava.

K sluneční soustavě patří Slunce a všechna tělesa, která se pohybují v jeho gravitačním poli:

- ◆ planety (celkem 8)
- ◆ planetky, pohybující se převážně mezi Marsem a Jupiterem (cca 200 000)
- ◆ měsíce obíhající kolem některých planet
- ◆ neznámý počet komet, meteorických rojů a meteoroidů
- ◆ drobné prachové částice tvořící meziplanetární látku

Hmotnost Slunce tvoří 99% hmotnosti celé sluneční soustavy a proto je těžiště soustavy prakticky totožné se Sluncem.

Planety

Podle fyzikálních znaků se dělí do dvou skupin:

- 1) *planety zemského typu* (Merkur, Venuše Země, Mars) – mají relativně malou hmotnost ale poměrně velkou průměrnou hustotu
- 2) *velké planety* (Jupiter, Saturn, Uran, Neptun) – mají větší rozměry i hmotnost, ale malé průměrné hustoty. Jsou pro ně charakteristické mohutné atmosféry, složené převážně z methanu a čpavku.

Všechny planety obíhají kolem Slunce ve stejném směru. S výjimkou Uranu se otáčejí kolem osy rovněž ve stejném směru, ve kterém se otáčí i Slunce. Je to směr od západu k východu – přímý směr.

Slunce

- je to plynná koule o poloměru asi 700 000 km
- hmotnost Slunce činí 330 000 hmotností Země
- kolem vlastní osy se otočí jednou za 25 dní
- není stejnorodé, vlastnosti jeho žhavých plynů čili plazmy závisí na vzdálenosti od středu Slunce (např. hustota jádra Slunce je 9x větší než hustota olova ale hustota jeho vnější atmosféry, tzv. korony je mnohokrát menší než hustota vzduchu)
- teplota jádra Slunce je 15 milionů °C, teplota jeho viditelného povrchu je 6 000°C
- zdrojem veškeré energie Slunce je přeměna vodíku v helium (každou sekundu se přemění přibližně půl miliardy tun vodíku v helium)
- stáří Slunce je 4,6 miliardy let a ještě nejméně stejnou dobu bude zářit jako dosud (jeho životnost je omezena množstvím vodíku)

Země jako planeta

- vzhledem ke vzdálenosti od Slunce je třetí planetou
- má tvar geoidu (následkem rychlé rotace kolem vlastní osy není dokonalou koulí)
- kolem své osy se otáčí jednou za 23h 56min 04s
- kolem Slunce se otáčí jednou za 365 $\frac{1}{4}$ dne
- zemská osa svírá s rovinou oběžné dráhy Země kolem Slunce úhel 66,5° což má za následek střídání ročních období
- atmosféra Země sahá přibližně do výšky asi 1 000 km

Měsíce

- jsou přirozené družice planet
- jsou to menší chladná tělesa bez vlastních zdrojů energie

Planetky

- jsou to drobná tělesa, která obíhají kolem Slunce přibližně mezi trajektorií Marsu a Jupitera
- dobře známých planetek je přes 20 000 (největší je Ceres, má průměr asi 1 000 km)
- celkový počet planetek se odhaduje na 200 000

Komety a meteory

Komety obíhají kolem slunce po elipsách. Kometu tvoří jádro, pevné těleso o rozměrech několika kilometrů, obklopené řídkou atmosférou a prachem, které se na nebi jeví jako koma nebo hlava komety. Dosahuje průměru asi 100 000 km. Nejpozoruhodnější částí komety je chvost, složený z plynů a prachových částic. Může být dlouhý až desítky nebo stovky milionů kilometrů.

Při několikanásobném přiblížení ke Slunci (Halleyova kometa jednou za 76 let) se komety postupně rozpadají na malé částice obíhající kolem Slunce po elipse. Tato tělíska se

nazývají **meteoroidy**. Vletí-li tělísko velkou rychlostí do zemské atmosféry, je v ní brzděno a rozžhaví se – jde o přelet **meteoru**. Menší meteoroidy se v zemské atmosféře zcela vypaří, jen zbytky velkých dopadnou na zemský povrch, nazýváme je **meteority**.

Nejmenší meteoroidy můžeme řadit mezi částice **meziplanetární látky**, kterou tvoří také částice prachu a plynu (především vodík)

Téma 36.: Naše Galaxie.

Vesmír

Slunce je jednou z mnoha hvězd, které vytvářejí soustavu nazvanou Galaxie (v noci pouhým okem vidíme asi 3 000 hvězd). **Galaxie** je soustava kosmických těles, do které patří i **sluneční soustava**. Galaxie obsahuje asi 150 miliard hvězd vytvářejících plochý disk. Prostor v Galaxii mezi není prázdný, prochází jím záření a vyskytují se n něm elektrony, protony, molekuly plynů a drobná prachová zrnka. V některých případech vytvářejí prachové a plynné částice velké shluky, které jsou-li v blízkosti jasné žhavé hvězdy, pozorujeme je jako svítící mlhovinu.

Kromě naší Galaxie se ve vesmíru vyskytují miliony dalších galaxií vzdálených od Země desítky milionů světelných let.

Hvězdy

Hvězda je nebeské těleso, které září vlastním světlem. Materiál, z něhož jsou tvořeny hvězdy, je velmi žhavý plyn (plazma). Nejnižší teploty na povrchu hvězd jsou 1 500 °C a nejvyšší teploty 100 000 °C.

Podle velikosti jsou hvězdy:

- *obři* (jsou větší než průměr dráhy Země kolem Slunce)
- *trpaslíci* (malé hvězdy, patří k nim i Slunce)
- *bílí trpaslíci* (mají velikost stejnou jako Země)
- *neutronové hvězdy tzv. pulzary* (jejich průměr je jen 10 – 15 km)

Pohyby a záření hvězd

Ve vesmíru není nic nehybného, vše se pohybuje. Jde ovšem o velmi malé posuny. Nejrychlejší hvězdy potřebují několik staletí, aby se na obloze posunuly o průměr Měsíce.

Hvězdy jsou mohutnými zdroji světla i jiných druhů záření. Záření hvězd vzniká při termonukleárních reakcích v jejím hlubokém nitru odkud proniká k chladnějšímu povrchu hvězdy a pak do okolního mrazivého prostoru mezi hvězdami.

Souhvězdí

Souhvězdí je seskupení hvězd do různých obrazců, která jsou pojmenovaná. Celkem je známo 88 souhvězdí, která jsou vyznačena na hvězdných mapách. Nejznámější souhvězdí, která u nás vidíme během celého roku jsou Velká medvědice, Malý medvěd, jejichž součástí je i Velký a Malý vůz a souhvězdí Kasiopeja.

V Malém voze je pro nás důležitá hvězda *Polárka* pro svou blízkost k severnímu zeměpisnému pólu. Bývala označována jako „Severka“. Je od nás vzdálená 430 l.y.

Orientace na obloze

Vzhled oblohy se během dne, noci, ale i během roku mění. Kromě různých souhvězdí tam můžeme vidět i planety, např. Venuši vidíme buď po západu Slunce (jako Večernice) nad západním obzorem, nebo před svítáním nad východním obzorem (jako Jitřenka).

Planety na obloze svítí klidným nažloutlým světlem na rozdíl od hvězd, které zřetelně „mrkají“.

Téma 37.: Kosmonautika.

- První umělou družicí Země se stal sovětský Sputnik 1, vypuštěný v r. 1957 (hladká kovová koule o průměru 58 cm se čtyřmi anténami)
- v současné době najdeme na oběžné dráze několik tisíc aktivních družic, ale také mnoho kosmického smetí (úlomky a součástky starých kosmických lodí a družic)

Družice slouží různým účelům:

- 1) spojové (komunikační) – přenášejí mezi kontinenty televizní programy, telefonní hovory a počítačová data
- 2) navigační – slouží k určování přesné polohy lodí a letadel s přesností až na 10 m
- 3) meteorologické – napomáhají předpovědi počasí
- 4) k dálkovému průzkumu Země – pořizují pravidelné snímky zemského povrchu
- 5) astromonomické a geodetické – slouží k různým vědeckým účelům, sledují kosmické objekty
- 6) špionážní (zpravodajské) – hlídají, zda se některý stát tajně nepřipravuje na válku, kontrolují dodržování mezinárodních dohod

■ **Hubblův kosmický dalekohled** – velký zrcadlový dalekohled o průměru 2,4 m; pořídil detailní snímky řady mlhovin a vzdálených galaxií

■ **meziplanetární sondy** – byly vyslány k planetám sluneční soustavy, např. dvojice amerických sond Voyager I a II vypuštěných v r. 1977 prozkoumala povrch velkých planet

■ **pilotované kosmické lety** – lety s lidskou posádkou; k prvnímu letu kosmonauta J.A.Gagarina došlo 12.4.1961 na kosmické lodi Vostok I; na povrchu Měsíce přistálo americké Apolo 11 21.7.1969 s N.Armstrongem a E. Aldrinem

- **orbitální stanice** – jsou určeny k dlouhodobému pobytu a výzkumu kosmonautů na oběžné dráze Země (americký Skylab, sovětský Mir)
- **Mezinárodní kosmická stanice (ISS)** slouží k vědeckým úkolům v oblasti biologie, při výzkumu Země a vesmíru a při vývoji nových technologií a konstrukčních materiálů
- **kosmodrom** – komplikované pozemní zařízení k vypouštění nosných raket nebo raketoplánů ze Země; k nejznámějším patří Kennedyho kosmické středisko Cape Canaveral na Floridě, Bajkonur v Kazachstánu a Kourou ve Francouzské Guayaně