

Fyzika s nadhledem 9

PŘEHLED UČIVA

pro základní školy a víceletá gymnázia



Elektromagnetické jevy

Co už víme o magnetismu

Magnety na sebe působí přitažlivými nebo odpudivými magnetickými silami. Magnet má severní (N) a jižní (S) magnetický pól; souhlasné póly se odpuzují, nesouhlasné se přitahují. Tělesa z feromagnetických látek se v blízkosti magnetu zmagnetují. Podle toho, zda jsou vyrobeny z magneticky měkké, nebo magneticky tvrdé látky, vytvoří dočasné, nebo trvalé magnety. Magnetické síly jsou zprostředkovány magnetickým polem, toto pole můžeme znázornit soustavou magnetických indukčních čar.

Prochází-li vodičem elektrický proud, vzniká v jeho okolí magnetické pole. Zesílíme je, pokud vodič navineme do tvaru cívky. Magnetické pole cívky se podobá magnetickému poli tyčového magnetu. Vložíme-li do cívky jádro z magneticky měkké látky (železa), vznikne elektromagnet.

Působení magnetického pole na vodič

Na vodič, kterým protéká proud, působí v magnetickém poli síla. Ta je tím větší, čím je větší proud procházející vodičem a čím je silnější magnetické pole. Směr síly určíme pomocí pravidla levé ruky: Položíme-li levou ruku na vodič tak, aby magnetické indukční čáry vstupovaly do dlaně a prsty mířily ve směru proudu, palec ukazuje směr síly. Také na nabitě částice pohybující se v magnetickém poli působí síla. Síla působí i mezi rovnoběžnými vodiči. Protéká-li jimi elektrický proud stejným směrem, vodiče se přitahují. Když je směr proudu opačný, vodiče se odpuzují.

Stejnoseměrné elektromotory

Elektromotor je zařízení, které přeměňuje elektrickou energii na mechanickou pohybovou energii. Jeho princip spočívá ve vzájemném silovém působení magnetického pole a vodiče, kterým protéká elektrický proud. Otáčivé části elektromotoru říkáme rotor, pevné části stator. Pro běh stejnosměrného elektromotoru je nezbytný komutátor, který mění směr proudu v cívkách rotoru.

Elektromagnetická indukce

Elektromagnetická indukce je jev, při kterém vzniká elektrické napětí ve vodiči změnou magnetického pole. Napětí a proud, které vznikají při elektromagnetické indukci, se nazývají indukované napětí a indukovaný proud. Indukované napětí závisí na velikosti změny magnetického pole i na rychlosti této změny.

Generátory elektrického napětí

Generátory elektrického napětí jsou stroje, které přeměňují mechanickou energii na elektrickou. Využívají k tomu elektromagnetickou indukci. Generátor střídavého elektrického napětí se nazývá alternátor. Generátorem stejnosměrného elektrického napětí je dynamo.

Vlastnosti střídavého proudu

Střídavé napětí i střídavý proud stále mění svoji velikost i směr. Nejkratší doba, za kterou se průběh opakuje, se nazývá perioda T . Počet period za jednu sekundu je frekvence f . V praxi se nejčastěji setkáme s harmonickým střídavým napětím a proudem. Nejvyšší okamžitá hodnota napětí je amplituda napětí U_{max} . Efektivní napětí U_{ef} je hodnota, kterou by měl stejnosměrný zdroj se stejnými tepelnými účinky. Pro harmonický průběh napětí platí $U_{ef} = 0,7 \cdot U_{max}$.



Elektromagnetické jevy (pokračování)

Transformátory

Transformátor je zařízení využívající elektromagnetické indukce ke změně velikosti střídavého napětí. Obvykle se skládá z feromagnetického jádra a dvou cívek. Cívka, ke které přivádíme střídavé napětí, se nazývá primární cívka. Cívka, ze které odebíráme transformované napětí, je sekundární cívka. Podíl napětí na cívkách transformátoru je stejný jako podíl počtu jejich závitů, nazývá se transformační poměr. Při transformaci dolů získáváme větší proudy, při transformaci nahoru vyšší napětí. Transformace nahoru na velmi vysoké napětí se v energetice využívá při dálkovém přenosu elektrické energie.

Třífázové napětí

Třífázové napětí vzniká otáčením magnetu v soustavě tří cívek. Máme tedy tři zdroje střídavého napětí – fáze. Třífázové napětí lze využít k vytvoření točivého magnetického pole. Třífázový rozvod je možné zapojit do hvězdy nebo do trojúhelníku. Fázové napětí je napětí mezi středním a fázovým vodičem. Sdružené napětí je napětí mezi libovolnými dvěma fázovými vodiči. Efektivní hodnota fázového napětí přiváděného do domácností je 230 V. Efektivní hodnota sdruženého napětí je 400 V.

Střídavé elektromotory

Motor s komutátorem, který má stator i rotor tvořený elektromagnetem, je možné připojit také na zdroj střídavého napětí. Takový motor je součástí mnoha domácích spotřebičů. Třífázové elektromotory využívají toho, že při napájení cívek statoru třífázovým napětím vznikne točivé magnetické pole. Pro pohon strojů jsou nejvhodnější asynchronní třífázové motory s kotvou nakrátko. Jejich rotor nevyžaduje žádné přívody proudu. Synchronní třífázové motory se používají tam, kde je třeba zajistit stále stejné otáčky.

Elektromagnetické vlny

Elektrické a magnetické pole spolu často souvisejí. Zvláště výrazné je to v situaci, kdy se některé z polí mění. Mluvíme pak o elektromagnetickém poli. Elektromagnetické vlny jsou příčné a šíří se i ve vakuu. Šíří se rychlostí světla. Elektromagnetickými vlnami se přenášejí signály rozhlasu, televize a mobilních telefonů. I světlo je elektromagnetické vlnění.

Bezpečnost práce s elektrickými spotřebiči

Úrazy elektrickým proudem mohou způsobit těžké poškození zdraví, nebo i smrt. Je nutno bezpodmínečně dodržovat zásady bezpečného zacházení s elektrickými zařízeními. Jsme-li přítomni úrazu elektrickým proudem, musíme postiženému poskytnout první pomoc.

Elektrický proud v polovodičích

Elektrony a díry

V krystalech křemíku a u některých dalších látek vznikají vlivem tepelného kmitání atomů volné elektrony. Místo, ze kterého se elektron uvolní, se může pohybovat. Má vlastnosti kladné částice. Této myšlené částici říkáme díra. Volné elektrony a díry umožňují vedení elektrického proudu v těchto látkách, které nazýváme polovodiče. V čistém polovodiči je stejný počet volných elektronů i děr. Odpor čistého polovodiče s rostoucí teplotou prudce klesá.

Vliv příměsí v polovodiči

Přidáním pětimocné příměsi do křemíkového krystalu se výrazně zvýší počet volných elektronů. Takový polovodič se označuje jako typ N, jeho vodivost je elektronová. Přidáním trojmocné příměsi se zvýší počet děr. Vznikne polovodič typu P, který má děrovou vodivost.



Elektrický proud v polovodičích (pokračování)

PN přechod

Ploše, na které se stýká polovodič typu P s polovodičem typu N, říkáme PN přechod. Je-li kladný pól zdroje napětí připojen k polovodiči typu N, proud PN přechodem neprotéká. Přechod je zapojen v závěrném směru. Je-li kladný pól zdroje napětí připojen k polovodiči typu P, proud přechodem protéká. Přechod je zapojen v propustném směru. Dioda je součástka, která využívá PN přechod. Usměrňovače jsou obvody s diodami, které mění střídavý proud na stejnosměrný.

Diody a světlo

Na osvětleném PN přechodu vzniká elektrické napětí. Fotodiody jsou součástky, které využívají PN přechod k přeměně světelné energie na elektrickou. Fotodiody s velkou plochou jsou solární (fotovoltaické) články. Solární články se spojují do solárních baterií. Svítivá dioda (LED) umožňuje přeměnu elektrické energie na světelnou. Polovodičový laser vydává intenzivní světlo v úzkém svazku. Využívá se v laserových ukazovátkách a v CD či DVD přehrávačích.

Spínání tranzistorem

Tranzistor řízený polem je polovodičová součástka, která dokáže velmi rychle spínat elektrický obvod. Spínání se dosáhne napětím na elektrodě, která je izolována. Energie potřebná k sepnutí je proto zanedbatelná. Tranzistor dokáže sepnout a vypnout obvod více než miliardkrát za sekundu. Stovky milionů takových tranzistorů jsou v počítači.

Tranzistor jako zesilovač

Bipolární tranzistor má dva PN přechody. Existují proto tranzistory NPN a PNP. Jednotlivé vývody tranzistoru mají názvy: kolektor, emitor, báze. Bipolární tranzistor zesiluje proud i napětí. Zesílení proudu vyjadřuje zesilovací činitel tranzistoru. Je to poměr kolektorového proudu a proudu, který protéká bází. Proudový zesilovací činitel je u různých tranzistorů v rozmezí od 10 do 1 000.

Integrované obvody

Integrované obvody jsou součástky, které v jednom pouzdře obsahují velké množství vodičů, rezistorů, kondenzátorů, diod a tranzistorů. V monolitickém integrovaném obvodu jsou všechny součástky vyrobeny v jednom tenkém plátku monokrystalu – čipu. Procesor je univerzální integrovaný obvod, který se řídí programem. Je základem počítačů a dalších zařízení spotřební elektroniky.

Využití polovodičových součástek

Tyristory jsou polovodičové součástky, které mohou spínat velké proudy. Používají se k bezztrátové regulaci příkonu. Polovodičové paměti využívají většinou tranzistorů řízených polem. Pro ladění stanic v rádiu a televizi se používají kapacitní diody. Obrazovky a displeje dnes nejčastěji využívají technologii LCD a OLED.

Jak se přenáší zvuk a obraz

Signál je časově proměnné elektrické napětí, které se mění s časem podle určité informace. Touto informací může být zvuk i obraz. Signál se obvykle přenáší pomocí signálu s vyšší frekvencí. Tomuto postupu říkáme modulace. Při amplitudové modulaci se mění amplituda. Při frekvenční modulaci se mění frekvence. U televize se kromě zvuku moduluje na vysokofrekvenční elektromagnetické vlnění i obraz a barva. Dnes se zvuk i obraz zpracovává a přenáší téměř výhradně digitálně.



Atomy a záření

Historie objevu atomu a jeho struktury

První domněnky o složení látek z atomů vznikly ve starověku. Elektron byl objeven na konci 19. století. V roce 1911 bylo objeveno atomové jádro a vznikl planetární model atomu, který nebyl správný. Nahradil ho Bohrov model vycházející z poznatku, že energie elektronu v atomu je kvantovaná. Znamená to, že energie elektronů může nabývat jen určitých přesných hodnot. Elektrony v obalu dělíme do slupek. V každé slupce může být jen omezený počet elektronů. Energie světla i jiných druhů elektromagnetického vlnění se uvolňuje i pohlcuje jen v malých porcích – kvantech. Částici nesoucí kvantum energie se říká foton.

Záření z elektronového obalu

Světlo je elektromagnetické vlnění s vlnovými délkami od 390 nm do 760 nm. Vychází z rozžhavených těles. Kromě toho vzniká při přechodech elektronů ve valenční vrstvě. Při přechodech elektronů mezi vrstvami vzniká ultrafialové záření, u těžkých atomů i rentgenové záření. Elektromagnetické vlnění s většími vlnovými délkami, než má červené světlo, se nazývá infračervené záření. Největší vlnové délky mají radiové vlny.

Jádro atomu

Atomové jádro se skládá z protonů a neutronů. Protony jsou kladné, jejich počet v jádře se označuje Z – protonové číslo. Neutrony nemají elektrický náboj. Pro protony a neutrony se užívá společného označení – nukleony. Počet nukleonů v jádře určuje nukleonové číslo A . Atomy jednoho prvku mají stejný počet protonů. Mohou se však lišit počtem neutronů. Tyto odlišné druhy jednoho prvku se nazývají izotopy. Vodík má tři izotopy: kromě běžného vodíku je to deuterium s jedním neutronem a tritium se dvěma neutrony v jádře.

Jaderné síly

Atomové jádro drží pohromadě jaderné síly. Jaderné síly působí přitažlivě mezi všemi nukleony. Jsou mnohem silnější než odpuzivé síly mezi protony. Působí stejně mezi dvojicemi proton–proton, proton–neutron i neutron–neutron. Říkáme, že jsou nábojově nezávislé. Mají krátký dosah, působí jen v atomovém jádře. Hmotnost atomového jádra je menší než součet hmotností nukleonů. Svědčí to o tom, že při složení jádra z jednotlivých nukleonů by se uvolnila obrovská energie.

Radioaktivita

Radioaktivita je samovolná přeměna atomových jader. Radioaktivní záření je tvořeno částicemi α , β^- a γ . Při přeměně alfa se jádro přemění na jádro prvku s protonovým číslem o 2 menším. Zároveň se vyzáří částice α (jádro helia ${}^4_2\text{He}$). Při přeměně beta se jádro prvku změní na jádro prvku, který má protonové číslo o 1 větší. Vyzáří se při tom částice β^- (elektron s velmi vysokou energií). Záření γ je elektromagnetické vlnění s velmi krátkou vlnovou délkou. Poločas přeměny je doba, za kterou se přemění polovina původního počtu radioaktivních jader.

Využití radioaktivity

V potravinářství se radioaktivitou konzervují potraviny. V průmyslu se využívá radioaktivní záření ke kontrole tenkých vrstev a ke zjišťování vad ve výrobcích. Ionizační schopnost záření alfa se využívá v požárních hlásičích. Radioaktivita se využívá i v lékařství, například při odstraňování zhoubných nádorů.

Ochrana před zářením

Živým organismům škodí ionizující záření. Kromě radioaktivního záření alfa, beta a gama je to také ultrafialové a rentgenové záření a proud protonů a neutronů. K vyhodnocení účinků záření se užívá veličina dávka ionizujícího záření. Její jednotkou je sievert (Sv). Z přirozených zdrojů ionizujícího záření dostává člověk ročně dávku asi 1 mSv. Jednorázová dávka několika Sv je smrtelná. Ochranou proti záření je stínění vrstvou vhodné látky (beton, olovo, ...).



Atomy a záření (pokračování)

Jaderné reakce

Jaderná reakce je vyvolaný proces, při kterém se mění jádro atomu. Jadernou reakci mohou vyvolat částice alfa, beta, gama, protony i neutrony. Při transmutaci se nukleonové i protonové číslo změní jen málo. Při štěpení se jádro rozdělí na dvě nová jádra, která jsou od původního jádra v periodické tabulce značně vzdálena. Při jaderné reakci se může uvolnit velká energie.

Řetězová reakce

Při štěpení atomového jádra se uvolňuje několik neutronů. Za určitých podmínek mohou tyto neutrony vyvolat další štěpení. Dochází pak k řetězové reakci, která může probíhat samovolně. Při zvoleném uspořádání se velikosti, při které se dá dosáhnout řetězové reakce, říká kritická velikost. V přírodě se vyskytuje jediný nuklid, který umožní ve vhodném uspořádání dosáhnout kritické velikosti: $^{235}_{92}\text{U}$. Nejsnáze se štěpí zpomalenými neutrony. Proto bývá v soustavě, ve které probíhá řetězová reakce, zpomalovač neutronů: moderátor.

Jaderný reaktor

Jaderný reaktor je soustava, ve které může probíhat řízená řetězová reakce. Palivem je nejčastěji obohacený uran ve tvaru palivových proutků. Funkci moderátoru i chladiwa plní voda. Voda má velký tlak, aby mohla na výstupu dosahovat teplot přes 300 °C. Výkon reaktoru se řídí regulačními tyčemi. V případě havárie se řetězová reakce zastaví havarijními tyčemi.

Jaderná elektrárna

V jaderných elektrárnách se teplo uvolněné v reaktoru využívá na tvorbu páry. Voda v reaktoru má velký přetlak a teplotu. Je přiváděna do parogenerátoru. V něm se vyvíjí pára, která pohání turbínu spojenou s generátorem elektrického proudu. Voda procházející reaktorem a částí parogenerátoru tvoří primární okruh. Sekundární okruh tvoří voda a pára procházející parogenerátorem, turbínou a kondenzátorem. V kondenzátoru pára kondenzuje a vzniklá voda se chladí.

Termonukleární reakce

Slučování lehkých jader se říká jaderná syntéza. Při těchto reakcích se uvolňuje ještě větší energie než při štěpení. Jádra atomů se ale musí dostat do malé vzdálenosti, při které začnou působit jaderné síly. Toho se dá dosáhnout velmi vysokou teplotou několika milionů stupňů. Proto se takovým reakcím také říká termonukleární reakce. Zařízení, na kterém se vědci snaží dosáhnout řízené termonukleární reakce, se nazývá tokamak.

Astronomie

Čím se zabývá astronomie

Astronomie je jedna z nejstarších věd. Zkoumá vznik, vývoj a zánik vesmírných těles a jejich fyzikální a chemické vlastnosti. Astronomie se zabývá vesmírnými tělesy, například planetami a dalšími tělesy sluneční soustavy, hvězdami a galaxiemi.

Slunce

Ve sluneční fotosféře se vyskytují sluneční skvrny, jejichž počet se mění. Podle počtu slunečních skvrn mluvíme o minimu a maximu sluneční činnosti. Jeden sluneční cyklus trvá přibližně 11 let. Nad fotosférou jsou chromosféra a koróna. Ze Slunce neustále proudí nenabitě i nabitě částice, například protony a elektrony. Mluvíme o slunečním větru. Při erupcích je ze Slunce odvržen velký oblak částic, které na Zemi mohou způsobit magnetické bouře nebo polární záře. Zdrojem energie Slunce jsou termonukleární reakce.



Astronomie (pokračování)

Kamenné planety

Planety Merkur, Venuše, Země a Mars jsou kamenné planety s pevným povrchem. Kamennými tělesy jsou také měsíce těchto planet (Měsíc, Phobos a Deimos). Merkur nemá atmosféru a na jeho povrchu je mnoho impaktních kráterů. Venuše má velmi hustou atmosféru, na jejím povrchu jsou vyhaslé sopky a rozsáhlá lávová pole. Mars má řídkou atmosféru. Kolem něj obíhají dva měsíce, Phobos a Deimos.

Plynné planety

Planety Jupiter, Saturn, Uran a Neptun jsou plynné planety. Všechny mají prstence a obíhají kolem nich hodně měsíců. Jupiter je největší planetou sluneční soustavy. Jeho čtyři největší měsíce objevil Galilei. Saturn má velmi výrazné prstence. Obíhá kolem něho měsíc Titan s ledovým povrchem a řekami metanu. Uran a Neptun mají namodralou barvu díky přítomnosti metanu v atmosféře.

Trpasličí planety a malá tělesa

Kolem Slunce obíhají i trpasličí planety a malá tělesa sluneční soustavy (planetky a komety). Nejvíce známých planetek obíhá mezi Marsem a Jupiterem. Některé další se přibližují k trajektorii Země. Jiné nacházíme za Neptunem. Komety jsou ledová tělesa, která se pohybují kolem Slunce po protáhlých trajektoriích. Po přiblížení ke Slunci se obklopí komou a vyvinou ohon. Pluto je trpasličí planeta, svými vlastnostmi je podobná planetkám.

Keplerovy zákony

Keplerovy zákony popisují pohyb planet kolem Slunce. Platí i pro planetky a komety.

1. Keplerův zákon (zákon trajektorií): Planety se pohybují po elipsách málo odlišných od kružnic. V jejich společném ohnisku je Slunce.

Ze 2. Keplerova zákona (zákon ploch) vyplývá: Čím blíže je planeta u Slunce, tím rychleji se pohybuje.

3. Keplerův zákon (zákon dob): $a_{au}^3 = T_{rok}^2$, kde a_{au} je číselná hodnota hlavní poloosy planety v astronomických jednotkách a T_{rok} číselná hodnota periody oběhu tělesa kolem Slunce v rocích.

Sluneční a hvězdný čas

Pravý sluneční čas je odvozen ze skutečného pohybu slunce po obloze. Měří se slunečními hodinami a běží nerovnoměrně. Střední sluneční čas plyne rovnoměrně. Používáme ho v běžném životě. Astronomové používají také hvězdný čas, odvozený ze zdánlivého pohybu hvězd po obloze. Hvězdný den je asi o 4 minuty kratší než sluneční den.

Vznik a vývoj hvězd

Hvězdy vznikají z prachoplynných mračen. Zahuštěním části mračna vnější silou vznikne globule, z té se pak gravitačním smrštěním vyvine hvězda. Zdrojem energie hvězd jsou termionukleární reakce v jejich nitrech. Nejdéle září hvězda při přeměně vodíku na helium. Při dalších reakcích uvnitř hvězdy se hvězda výrazně zvětší. V této fázi vývoje říkáme hvězdě obr.

Zánik hvězd

Hvězdy s hmotností menší nebo přibližně stejnou jako Slunce končí jako bílí trpaslíci, malé, velmi zářivé hvězdy. Hvězdy s hmotností několikrát větší než Slunce končí jako neutronové hvězdy. Nejhmotnější hvězdy končí jako černé díry.

Galaxie

Hvězdy jsou ve vesmíru většinou soustředěny v galaxiích. Galaxie jsou seskupení hvězd, plynu a prachu. Podle tvaru rozlišujeme eliptické, spirální a nepravidelné galaxie. Naše Galaxie je spirální galaxií s příčkou. Galaxie vidíme tak, jak vypadaly, když vyzářily světlo. Protože se světlo šíří konečnou rychlostí, pozorujeme galaxie v různých fázích vývoje. Pro vzdálenosti hvězd a galaxií používáme v astronomii zvláštní jednotky: světelný rok, parsek a jejich násobky.



Astronomie (pokračování)

Souhvězdí

Země se otáčí kolem osy. Tím se nám zdá, že kolem nás obíhají všechny hvězdy a souhvězdí. Na obloze jsou dva body, které zůstávají vůči nám v klidu: severní a jižní světový pól. Blízko severního světového pólu je hvězda Polárka. Souhvězdí jsou skupiny hvězd na obloze v přesně vymezených hranicích. Často je znázorňujeme spojnicemi jasných hvězd.

Vývoj fyziky

Fyzika jako věda se vyvíjí již více než 400 let. Většinu poznatků, ke kterým fyzika dospěla do konce 19. století, řadíme do klasické fyziky. V průběhu dvacátého století se vytvořila moderní fyzika. Ve fyzice existuje řada perspektivních oborů. Některé z nich mají bezprostřední vliv na rozvoj techniky, jiné přispívají k poznání našeho světa i vesmíru.

