

Fyzika

3.ročník

Mgr. Alena Gulačová

Považská Bystrica 2011

Názov: Fyzika 3. ročník

Autor: Mgr. Alena Gulačová
Odborný garant: Mgr. Vojtech Prosnan
Vydavateľ: Stredná odborná škola strojnícka, Považská Bystrica

Učebnicu fyziky otvárate tretí a v tejto škole je to aj posledný raz. Naučili ste sa základné zákony o pohybe, sile, tekutinách, žiarení... Viete, ako funguje oko, či fotoaparát. Ostalo však ešte pár neznámych miest v poznaní základov fyziky a tie si priblížite v tejto časti.

Vyučujúci fyziky v našej škole veria, že vám na svojich hodinách pomohli vyriešiť mnohé otázky týkajúce sa života okolo nás. Na vyriešenie tých zvyšných musíte prísť už sami.

Veľa chuti a elánu pri bádaní Vám želá autorka učebnice.

Obsah

1 Elektromagnetické javy	5
1.1 Elektrické pole	5
1.2 Elektrostatická indukcia	6
1.3 Elektrické napätie	6
1.4 Vedenie elektrického prúdu	7
1.5 Zdroje elektrického napätia	12
1.6 Základné pojmy o magnetickom poli	13
2.1 Elektromagnetická indukcia	13
2 Elektromagnet a jeho využitie	14
2.2 Striedavý elektrický prúd	16
2.3 Elektromotory	17
2.4 Transformátor	18
2 JADROVÁ FYZIKA	20
2.1 Modely atómu	20
a) Thomsonov model atómu	20
b) Rutherfordov (planetárny) model atómu	20
c) Bohrov model atómu	21
2.2 Vyžarovanie energie z atómového obalu	22
2.3 Vzájomné pôsobenie svetla a látky	23
2.4 Laser	24
2.5 Využitie lasera	26
2.6 Luminiscencia	27
2.7 Základné častice, stavba atómu	28
2.8 MODEL ATÓMOVÉHO JADRA	30
2.9 Rádioaktívne žiarenie	33
2.10 Jadrová reakcia	34
2.11 Prirodzená a umelá rádioaktivita	35
2.12 Štiepenie a syntéza jadier	37
2.13 Štiepenie jadier	37
2.14 Jadrová reťazová reakcia	37
2.15 Syntéza jadier	38
3 VYUŽITIE JADROVEJ ENERGIE A RÁDIONUKLIDOV	39
3.1 Jadrový reaktor, jadrová elektráreň	39
3.2 JADROVÁ ELEKTRÁREŇ	40
3.3 Čo sa stalo v Černobyle?	41
4 ASTROFYZIKA	43
4.1 Význam astronómie	43
4.2 Vývoj predstáv o zemi a vesmíre	44
4.3 Gravitačné pole, pohyb planét	45
4.4 Všeobecný gravitačný zákon	46
4.5 Pohyb družíc, kozmické rýchlosti	47
4.6 Stacionárna družica	48
4.7 Slnecná sústava	48
4.8 Vzdialenosti telies slnečnej sústavy	49
4.9 Základné údaje o Slnku	50
4.10 Planéty	51
4.11 Vesmír	52
4.12 Výskum vesmíru	54

Všetci učítelia
si myslia, že
ten ich
predmet je
najdôležitejší...
prítom si však
neuvedomujú,
že
najdôležitejšia
je FYZIKA

Čo je
elektrina

Objav
elektriny

Elektricky
neutrálne
teleso

Kladne
a záporne
nabité teleso

1 Elektromagnetické javy

Často si ani neuvedomujeme, ako fyzika zasahuje do nášho každodenného života. Ako úplnú samozrejmosť používame množstvo predmetov, ktoré nám uľahčujú život – *dopravné prostriedky, výťahy, elektrické hriankovače, televízory, magnetofóny, mobilné telefóny*,... bez toho, že by sme venovali chvíľku času úvahe, ako tieto zariadenia súvisia s fyzikou. O ich fyzikálnej podstate sa čo-to s prekvapením dozvedáme, keď prestanú pracovať.

Blesk, ktorý za búrky pretne oblohu, je jedným z najviditeľnejších prejavov elektriny. Takmer vo všetkých ostatných prípadoch je elektrina neviditeľná, no napriek tomu nám neúnavne slúži. **Elektrina je druh energie.** Je to usporiadaný tok elektrónov. Každý elektrón nesie drobnulinký elektricky náboj, ktorý predstavuje najmenšie množstvo elektriny. Keď zažneš svetlo, každú sekundu prebehne žiarovkou zhruba milión krát milión miliónov elektrónov. Káble privádzajú elektrinu z elektrárne do domov a tovární. Elektrina sa získava aj z prenosných zdrojov. Galvanické články ju produkujú chemickými procesmi z chemických zlúčenín a solárne batérie zo slnečnej energie. Elektrina poháňa množstvo strojov a prístrojov; vďaka nej nám osvetľovacie a vykurovacie zariadenia poskytujú svetlo a teplo. Signály, ktoré umožňujú, aby fungovali telefóny, rádiá, televízory a počítačom, sú takisto elektrického pôvodu.

Asi **pred 2 600 rokmi** si starovekí **Gréci** všimli, že ak sa *pošuchá jantár*, začne *príťahovať perie prach*. Dnes hovoríme, že sa na ňom vytvorí **statická elektrina**. Okolo roku 1 750 americký vedec **Benjamin Franklin** zistil, že príčinou **blesku** je elektrina, a objasnil, čo sú elektrické náboje. Koncom 18. stor. talianski vedci Luigi Galvani a Alessandro Volta ako prví vyrobili elektrický prúd. Elektrina sa vyskytuje v dvoch formách: tá, ktorá tečie (elektrický prúd) a statická elektrina, ktorá sa nehýbe. **Tečúcu elektrinu vytvárajú miliardy elektrónov, pohybujúcich sa po cele dĺžke drôtu.** Smerujú zo zdroja, batérie či elektrárne, do stroja alebo prístroja. potom sa po inom drôte vracajú späť.

1.1 Elektrické pole

Pri vzájomnom trení dvoch telies z rôznych látok sa môžu niektoré elektróny premiestniť z jedného telesa na druhé. Prechod elektrónov z jedného telesa na druhé závisí od síl, ktorými sú elektróny viazané v atómov na povrchu telies.

Teleso je **elektricky neutrálne**, keď súčet kladných elektrických nábojov jadier atómov sa rovná súčtu záporných elektrických nábojov elektrónov telesa. Tento stav sa môže porušiť napr. pri vzájomnom trení telies. Potom na jednom telese prevládajú kladné náboje protónov, teleso je **zelektrizované kladne**. Na druhom telese prevládajú záporné náboje elektrónov, teleso je **zelektrizované záporne**. Veľkosti nábojov oboch telies sú rovnaké.

Okolo zelektrizovaného telesa je vždy elektrické pole. Prejavuje sa silovým pôsobením na častice s elektrickým nábojom alebo na zelektrizované telesá. Telesá zelektrizované súhlasne sa navzájom odpudzujú. Telesá zelektrizované nesúhlasne sa navzájom priťahujú.

Veľmi silné elektrické pole je v okolí drôtov diaľkového elektrického vedenia.



1876 Americký vedec škótskeho pôvodu Alexander Graham Bell uskutočnil prvý telefonický hovor	Toto elektrické pole môže byť pre človeka nebezpečné aj vo vzdialenosti niekoľko metrov od vedenia.
Elektricky neutrálny atóm	1.2 Elektrostatická indukcia Nosiči elektrických nábojov v atóme sú protóny a elektróny. Elektrický náboj protónu je kladný, elektrónu záporný, pričom náboje všetkých protónov a elektrónov sú rovnako veľké. Experimentálne sa dokázalo, že sú to elementárne náboje, ktoré nemožno ďalej rozdeliť ($e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$). Každý atóm predstavuje sústavu kladných nábojov umiestnených v jadre atómu a sústavu záporných nábojov rozložených v jeho elektrónovom obale. Keď sa súčet kladných nábojov rovná súčtu záporných nábojov, atóm je navonok elektricky neutrálny.
Elektrizovanie telies	Elektróny v elektrónovom obale atómu sú viazané elektrickými silami k jeho jadru. Keď sa z obalu odpúta jeden alebo viac elektrónov, vzniká z pôvodne neutrálneho atómu kladný ión, pripojením jedného alebo viacerých elektrónov k obalu vzniká záporný ión. V atómoch kovov elektróny najviac vzdialené od jadier atómov sa od nich ľahko odpútavajú. Vznikajú voľné elektróny, ktoré tvoria v štruktúre kovov elektrónový plyn, ktorý spôsobuje dobrú elektrickú vodivosť kovov. Premiestňovanie elektrónov z jedného telesa na druhé nastáva aj pri trení dvoch telies (napr. zo srsti na tyč). Tento jav sa nazýva elektrizovanie telies. Statická elektrina vzniká v domácnostiach, v autách či v šatách a niekedy vám môže uštedriť ranu. Tieto výboje síce dosahujú hodnotu až 50 000 V, ale zapája sa do nich len malé množstvo elektrónov, a preto nie sú také nebezpečné ako úraz prúdom z domáceho elektrického rozvodu.
Elektrosta- tická indukcia	Keď priblížime elektricky nabité teleso k nenabitému izolovanému kovovému vodiču, vo vodiči nastáva pohyb voľných elektrónov. Na bližšej strane k nabitému telesu prevláda na izolovanom vodiči náboj opačného znamienka, na vzdialenejšej strane prevláda náboj rovnakého znamienka, ako má nabité teleso. Rozloženie elektrických nábojov vo vodiči je také, že vnútri vodiča nie je žiadne elektrické pole. Utvorí sa ustálený stav, pri ktorom sa voľné elektróny v telese nepremiestňujú. Tento jav sa nazýva elektrostatická indukcia. Elektrický náboj sa prejavuje na telese iba pri premiestnení elektrických nábojov z jedného telesa na druhé alebo vo vnútri telesa. Pre sústavu telies, ktorá si so svojím okolím nemôže vymieňať voľné nosiče náboja, platí zákon zachovania elektrického náboja: V elektricky izolovanej sústave telies je celkový elektrický náboj stály. Elektrický náboj nemožno utvoriť, ani zničiť. V dôsledku elektrostatickej indukcie pôsobia na seba príťažlivými silami aj elektricky nabité telesá. Keďže príčinou síl je elektrický náboj, nazývajú sa elektrické sily.
Vtáka sediaceho na elektrickom drôte elektrina nezasiahne, pretože sa dotýka len jedného drôtu, čiže neuzatvára elektrický obvod.	Elektricky nabité teleso vždy pôsobí silou na iné teleso (napr. pravítko a papieriky). Elektrický náboj môžeme prenášať dotykom z jedného telesa na druhé, ale elektrický náboj je premiestniteľný aj v jednom telese.
Elektrické pole	1.3 Elektrické napätie Vieme, že bez zdroja elektrického napätia nebude elektrickým obvodom prechádzať elektrický prúd. Po zapojení zdroja napätia do obvodu sa vo vodičoch

1879
Američan
Thomas Alva
Edison
a Angličan
Joseph Swan
vynašli
elektrickú
žiarovku.

Elektrické napätie

Volt

Vodiče kladú
toku
elektriny
odpor.
Niektoré
materiály,
napr. olovo
a hliník, však
pri nízkych
teplotách
odpor nekladú
– stávajú sa
supravodičmi.
Tečie nimi
silný
elektrický
prúd bez toho,
aby sa
vplyvom
odporu strácal

Podmienky
vedenia
el.prúdu:

vytvorí elektrické pole. Pôsobením tohto poľa sa začnú voľné častice s elektrickým nábojom usporiadané pohybovať od jedného póla zdroja ku druhému pólu. Obvodom bude prechádzať elektrický prúd.

Elektrické pole koná prácu – voľné častice s elektrickým nábojom sa vplyvom určitej sily pohybujú po určitej

dráhe. Pretože toto pole vznikne zapojením zdroja napätia do obvodu, môžeme povedať, že **zdroj napätia koná prácu**. Čím bude napätie medzi pólmi zdroja väčšie, tým bude väčšia aj práca, ktorú bude zdroj konať. Väčšia bude aj energia, ktorú voľné častice s elektrickým nábojom získajú. Toto sa prejaví zmenami účinkov prúdu.

Elektrické napätie U je určené elektrickou prácou W , ktorú vykoná zdroj napätia pri premiestnení častíc s celkovým elektrickým nábojom Q od jedného póla zdroja ku druhému.

Ak sily elektrického poľa vykonajú pri premiestňovaní voľných častíc s elektrickým nábojom Q z bodu A do bodu B prácu W , je v elektrickom obvode medzi bodmi A a B napätie:

$$U = \frac{W}{Q}$$

Základnou jednotkou elektrického napätia je **volt**.

V obvode je elektrické napätie 1 volt vtedy, ak pri prenose elektrického náboja 1 coulomb sa vykoná práca 1 J.

Prístroj na meranie napätia sa nazýva **voltmeter** (Obr.1.2).

Úlohy:

1. Čím je dané napätie v elektrickom obvode?
2. Ako vypočítame elektrické napätie?

1.4 Vedenie elektrického prúdu

K tomu, aby bol elektrický prúd látkou vedený, je potrebné splniť dve podmienky:

Prvou podmienkou vedenia elektrického prúdu látkou je prítomnosť voľných častíc s elektrickým nábojom v látke. Pevné, kvapalné a plynné látky, ktoré obsahujú dostatočné množstvo voľných častíc s elektrickým nábojom, nazývajú sa elektrické vodiče.

Voľné častice s elektrickým nábojom sa uvedú vo vodiči do usmerneného pohybu, keď vodič pripojíme k zdroju elektrického napätia.

Druhou podmienkou vedenia elektrického prúdu látkou je utvorenie a trvalé udržiavanie elektrického poľa v elektrickom vodiči. Toto sa dá vyjadriť aj takto: Elektrickým vodičom prechádza elektrický prúd, keď je medzi jeho koncami trvalé elektrické napätie.

Doteraz ste sa učili o **vodičoch elektrického prúdu** alebo naopak o **nevodičoch, čiže izolantoch**.

Alessandro Giuseppe **Volta**
(1745 – 1827) – taliansky fyzik,
spoluzakladateľ elektrodynamiky. Prvý
zhotovil elektrický článok a batériu
elektrických článkov, ktoré sú zdrojmi
elektrického napätia. Krátko pôsobil na
akadémii v Banskej Štiavnici. Podľa neho
sa nazýva jednotka elektrického napätia.



Obr.1.2

1. voľné častice

2. trvalé el. pole

Tranzistor je základná súčiastka väčšiny elektronických obvodov. Tvoria ho tri vrstvy polovodiča. Základnou vlastnosťou tranzistora je schopnosť zosilňovať prúd alebo napätie. Tranzistor vynašili roku 1948.

Ohmov zákon

Georg Simon Ohm
(1789 - 1854)
- nemecký fyzik, skúmal javy spojené s elektrickým prúdom. Odvodil zákon, ktorý ukazuje závislosť prúdu od napätia. Ohm skúmal takisto fyzikálnu podstatu sluchu.

Elektrická práca

Joule

Vieme, že vodiče sú tie látky, ktoré vedú elektrický prúd, lebo majú dostatok voľných častíc s elektrickým nábojom – v kovoch sú to voľné

elektróny, v roztokoch elektrolytov voľné ióny a v ionizovaných plynach voľné

elektróny a ióny. *Izolanty neobsahujú voľné častice s elektrickým nábojom alebo ich je veľmi málo.*

André Marie **Ampér** (1775 – 1836) – francúzsky fyzik a matematik, zakladateľ elektromagnetizmu a elektrodynamiky. Rozlíšil pojmy elektrické napätie a elektrický prúd, objavil medzi nimi vzájomný vzťah. Formuloval zákon, podľa ktorého sa určuje silové pôsobenie magnetického poľa na vodič, ktorým preteká elektrický prúd, a pravidlo na určenie orientácie magnetických siločiar. Podľa neho je pomenovaná jednotka elektrického prúdu.



1.4.1 Vedenie elektrického prúdu v kovoch

Kovy sú polykryštalické látky s kovovou väzbou. Kryštálová mriežka je utvorená z kladných iónov, medzi ktorými sa neusporiadane pohybujú valenčné elektróny, ktoré sú spoločné pre všetky atómy kovu ako celku a môžu sa v ňom voľne pohybovať – sú to **voľné elektróny**.

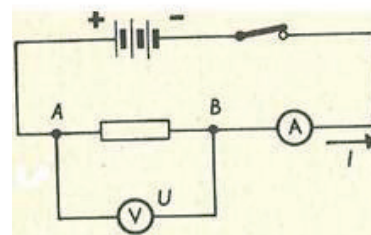
a) Ohmov zákon, odpor vodiča

Na svorkách zdroja napätia, ktorého elektrické napätie môžeme meniť, je cez spínač pripojený kovový vodič a ampérmetr (Obr.1.3). Medzi bodmi A, B meriame voltmetrom napätie. Keď meníme napätie na svorkách zdroja, mení sa napätie U medzi koncami skúmaného vodiča a prúd I prechádzajúci vodičom. Ak je teplota vodiča konštantná, experimentálne zistíme, že **elektrický prúd I v kovovom vodiči je priamo úmerný elektrickému napätiu U medzi koncami vodičov.**

$$I = \frac{U}{R}$$

Táto definícia sa volá **Ohmov zákon** pre časť elektrického obvodu. Tento zákon objavil v roku 1826 nemecký fyzik Georg Simon Ohm, podľa ktorého je zákon pomenovaný.

Obr.1.3:



b) Elektrická práca

Po pripojení vodiča k zdroju elektrického napätia sa vo vodiči vytvorí elektrické pole, ktoré spôsobí usmernený pohyb voľných elektrónov. Elektróny sa premiestňujú od jedného konca k druhému a tým konajú prácu.

Pri prechode elektrického prúdu vodičom konajú sily elektrického poľa prácu. Táto sa nazýva **elektrická práca**.

Ak prechádza vodičom, medzi ktorého koncami je napätie U , prúd I za čas t , vykoná elektrickú prácu $W = U \cdot I \cdot t$.

Jej jednotkou je J- joule.

Príklad: Medzi svorkami elektrického spotrebiča je napätie 28 V. Spotrebičom prechádza elektrický prúd 200mA po dobu 60 s. Akú elektrickú prácu vykonajú sily elektrického poľa v spotrebiči?

Riešenie: $U = 28 \text{ V}$, $I = 0,200 \text{ A}$, $W = ? \text{ J}$

$W = UIt = 28 \times 60 \times 0,200 \text{ J} = 336 \text{ J}$

Sily elektrického poľa vykonajú v spotrebiči prácu 336 J.

1885

Nemecký
inžinier Kari
Benz
skonštruoval
prvý
automobil.

Výkon

Príkon

V začiatkoch
telefonického
spojenia
mohol jeden
kábel
prenášať
v danom
okamihu len
jeden hovor.
Moderná
elektronika
umožňuje
prostredníctvom
jediného
plastického
vlákna prenos
viac než
7 500
rozhovorov
v tom istom
čase.

Precvičte si

c) Výkon elektrického prúdu

Elektrický výkon **P** podľa definície je elektrická práca **W** vykonaná za dobu **t** elektrickým prúdom **I** vo vodiči s napätím **U**

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

V tepelných elektrických spotrebičoch sa premieňa elektrická energia na vnútornú energiu spotrebiča, ktorý sa ohrieva a odovzdáva teplo do okolia. Takto sa časť energie stráca. Preto zavádzame tzv. príkon P_0 – t.j. elektrická práca, ktorá sa skutočne za 1 sekundu vykonala. Jednotkou práce je Watt. Tento údaj nájdete na štítku elektrospotrebiča.

Spotreba elektrickej energie (práca elektrických síl) v domácnosti sa meria elektromerom (obr.1-4).

Príklad: Žiarovka je pripojená k zdroju s napätím 6 V a prechádza ňou prúd 200 mA. Aký je príkon žiarovky?

$$U = 6 \text{ V}$$

$$I = 0,2 \text{ A}$$

$$P_0 = ? \text{ W}$$

Príkon žiarovky je 1,2 W.



Obr.:1-4

Práca vo vonkajšej časti obvodu sa prejavuje zahriatím vodiča alebo jeho pohybom. Ak vodič je v pokoji, pozorujeme teplotné zmeny. Vnútorná energia vodiča sa zväčšuje v dôsledku zrážok častíc s nábojom s časticami kryštálovej mriežky. Mierou zmeny vnútornej energie v tomto prípade je **Joulovo teplo**.

Využitie Joulovho tepla v praxi: tavné poistky, prerušovač svetiel, elektrické piecky, žehličky.



Obr.1-5 Na brázkoch vidíme malé tepelné poistky a elektrické ohrievače.

Úlohy:

- 1) Nechajte po nejaký čas zapnutý elektrický spotrebič, ktorý používame na iné účely, napr. televízor, mixer, vysavač. Potom sa ho dotknite rukou. Je premena elektrickej energie na teplo vždy užitočná?
- 2) Preskúmajte elektromer - prístroj namontovaný obvykle v byte, alebo na chodbe.
 - a) Opíšte prístroj, nakreslite ho pri pohľade spredu. Pozorne si prečítajte všetko, čo je na ňom napísané.
 - b) Vysvetlite, k akému účelu elektromer slúži a čo meria.
 - c) Odmerajte elektrickú energiu, ktorú vo vašom byte spotrebujete pri vypraní jednej dávky bielizne elektrickou práčkou.
- 3) Preskúmajte elektrickú žiarovku v bytovom svietidle. Vypočítajte elektrickú energiu potrebnú na osvetlenie izby počas jedného večera.
- 4) Zistite, aký elektrický príkon majú elektrické spotrebiče, ktoré používate vo vašom byte. Je obvykle vyznačený na spotrebiči ako údaj v jednotkách watt (W). Odhadnite, ako dlho denne (týždenne) pracujú a určte elektrickú energiu prúdu potrebnú na ich prevádzku v priebehu jedného roka. Vyhľadajte si účty za elektrickú energiu a skontrolujte váš odhad. O akú hodnotu sa líši váš odhad od skutočnosti?
- 5) Prečo sa elektrický vodič pri prechode elektrického prúdu zahrieva?

1.4.2 Vedenie elektrického prúdu v polovodičoch

Látka, ktorej merný elektrický odpor je spravidla väčší ako majú kovy a ktoré za určitých podmienok môžu tiež viesť elektrický prúd, sa nazývajú **polovodiče**.

1888
Nemecký
vedec Heinrich
Hertz
objavil
rádiové vlny.

Polovodiče

Typ N
-voľný
elektrón

Typ P -diera

Elektrolýza

Elektrolyt

Od kovov sa líšia najmä mechanizmom vedenia elektrického prúdu, na ktorom sa podieľajú elektróny a diery. Tieto látky sú súčasťou mnohých súčiastok, bez ktorých by nebola možná súčasná vyspelá elektronika. Nachádzajú sa napríklad v televízoroch, kalkulačkách, počítačoch....

Čisté polovodiče sa pri izbovej teplote správajú takmer ako elektrické izolanty. Obsahujú totiž veľmi málo voľných elektrónov. Ak však polovodič ohrejeme, zistíme, že **ich odpor s rastúcou teplotou klesá**. Takto sa správa napríklad kremík, kedy pri jeho ohriatí dôjde k uvoľneniu niektorých jeho elektrónov.

Inokedy sa polovodič stáva vodičom aj pri nízkych teplotách, čo dosiahneme primiešaním vhodného prvku do jeho atómu. **Vedenie elektrického prúdu v tomto polovodiči je spôsobené voľnými elektrónmi**. Elektróny majú záporný elektrický náboj, preto sa takéto polovodiče nazývajú **polovodiče typu N**. Takýmto polovodičom je napr. kremík s prísadou arzenu

V druhom prípade vznikne voľné miesto, ktoré si predstavujeme ako časticu s kladným elektrickým nábojom, ktorú nazývame **diera**. Po pripojení zdroja napätia je pohyb dier pôsobením elektrického poľa usmernený – od kladného póla zdroja k zápornému.

Vedenie elektrického prúdu v tomto polovodiči je spôsobené voľnými dierami. Tieto polovodiče nazývame polovodiče typu P. Takýmto polovodičom je napr. kremík s prísadou indiu.

Polovodičové súčiastky obsahujú ohraňované vrstvy s rozličnými typmi vodivosti v kryštáli polovodiča. Tieto súčiastky majú rozličné zložité **využitie** v elektrických obvodoch a sú základom polovodičovej elektroniky.

Mikročip je sústava tisícok elektronických prvkov tvoriacich elektronické obvody. Všetky sú nesmierné malé umiestnené sú na silikónovej doske, veľkej približne ako necht na ruke. Informácie do mikročipu vstupujú v podobe pulzov elektrického prúdu. Tie preletia dráhami obvodu, pozbierajú ďalšie informácie, pozmenia ich, spracujú, niečo uchovávajú, niečo zamietnu a na druhom konci prinesú novú sadu informácií.

1.4.3 Vedenie elektrického prúdu v elektrolytoch

V kvapalinách sprostredkujú elektrický prúd voľné pohyblivé kladné a záporné ióny (katióny a anióny). Vznik voľných iónov rozpadom rozpustenej látky v rozpúšťadle nazývame **elektrolýza**. Vodivé roztoky nazývame **elektrolyty**; všeobecne vznikajú rozpúšťaním iónovej zlúčeniny v nejakom rozpúšťadle. Elektrolytmi sú napr. vodné roztoky solí (NaCl, KCl), kyselín (H_2SO_4 , HNO_3) a zásad (KOH, NaOH).

Ióny spolu s molekulami rozpúšťadla vykonávajú ustavičný neusporiadaný pohyb, no keď do elektrolytu vložíme dve elektródy a zapojíme ich na zdroj jednosmerného napätia, vznikne medzi elektródami vnútri elektrolytu elektrické pole, ktoré vyvolá usmernený pohyb iónov v roztoku. Katióny sa začnú pohybovať ku **katóde** (elektrode zapojenej na zápornú svorku zdroja) a anióny ku **anóde** (elektrode zapojenej na kladnú svorku zdroja). Usporiadaný pohyb iónov v elektrickom poli medzi elektródami tvorí elektrický prúd v elektrolyte. Podľa dohody je smer prúdu určený pohybom kladných iónov.

Pri prechode elektrického prúdu v roztoku elektrolytu sa roztokom **prenáša látka**. Táto vlastnosť vedenia elektrického prúdu v roztoku elektrolytu sa hodne využíva v praxi.

1898
Francúzska
vedkyňa
poľského
pôvodu Marie
Curie-
Skłodowska
objavila
rádium.

Využitie elektrolýzy

Príklady využitia elektrolýzy v praxi:

- Oddeľovanie častíc rôznych chemických látok (elektrolýza vody)
- Elektrometalurgia - výroba čistých kovov (hliník)
- Elektronické čistenie kovov - rafinácia (meď, zinok, nikel)
- Galvanické pokovovanie (chrómovanie, niklovanie, pozlacovanie) - pokrývanie predmetov vrstvou kovu
- Galvanoplastika - kovové odliatky predmetov, napríklad na výrobu odlievacích foriem
- Galvanické leptanie - kovová elektróda sa v niektorých miestach pokryje elektricky nevodivou vrstvou, nepokrytá časť sa prechodom prúdu elektrolyticky vyleptá
- Polarografia - určovanie chemického zloženia látky pomocou zmien elektrického prúdu prechádzajúceho roztokom skúmanej látky
- Akumulátory - nabíjanie chemického zdroja elektrického napätia prechodom elektrického prúdu



Obr:1-6: Oblúkové ručné zváranie.

1.4.4 Vedenie elektrického prúdu v plynoch a vákuu

Ionizácia

Plyny sú zložené z elektricky neutrálnych atómov a molekúl a za normálnych podmienok sú takmer nevodivé. Elektricky vodivými sa stanú **ionizáciou**. Je to dej, pri ktorom sa vonkajším zásahom odtrhávajú z atómov molekúl **elektróny**.

Plyny sú pri bežných teplotách a tlakoch veľmi dobré izolanty. Vodivými sa plyny stanú **ionizáciou**. Dodaním energie sa z molekúl plynu uvoľňujú elektróny a z molekúl vznikajú kióny. Uvoľnené elektróny sa môžu pripájať k neutrálnym molekulám a vytvárať tak anióny. Opačný proces k ionizácii je rekombinácia.

Ionizátor alebo ionizačné činidlo vyvoláva ionizáciu atómov a molekúl. Ionizátorom je röntgenové alebo gama žiarenie, prúd elektrónov zo žeravého kovu. Plyny možno ionizovať aj zahriatím na vysokú teplotu. Ionizácia nárazom je vznik voľných elektrónov a iónov pri zrážkach elektrónov a iónov s molekulami plynu.

Nesamostatný výboj

Elektrický prúd v plyne sa volá **výboj**. Podmienkou vzniku výboja je existencia voľných elektrónov a iónov v plyne a elektrická energia dodávaná do plynu. Výboj môže byť samostatný alebo nesamostatný.

Samostatný výboj

Nesamostatný elektrický výboj je elektrický prúd v plyne, ktorý je podmienený prítomnosťou ionizátora. Výboj zanikne v okamihu, keď ionizátor prestane pôsobiť.

Oblúkový výboj

Samostatný elektrický výboj je výboj v plyne, ktorý ku svojej existencii nepotrebuje prítomnosť ionizátora a udrží sa vlastnou ionizáciou. Elektróny sú elektrickým poľom urýchlené natoľko, že pri zrážkach ionizujú neutrálne molekuly, dochádza k ionizácii nárazom.

Samostatný výboj môže byť:

Iskrový výboj

Oblúkový výboj – je to samostatný výboj medzi rozžeravenými elektródami, charakteristický vysokými prúdmi a teplotami. Používa sa pri oblúkovom zváraní kovov.

Iskrový výboj – je samostatný výboj krátkodobý, vzniká pri vysokom napätí

1901 Začiatok udeľovania Nobelových cien.

Koróna

Tlecí výboj

Plazma

medzi dvoma vodičmi pri atmosferickom tlaku. Iskrovým výbojom je aj blesk, ktorým sa vyrovnáva veľmi vysoké napätie medzi dvoma mrakmi. Vzniká aj medzi elektródami sviečky v zážihovom motore automobilu.

Koróna – samostatný výboj, vzniká v silnom elektrickom poli v blízkosti drôtov, hrán, hrotov. Tento výboj spôsobuje straty na vedení vysokého napätia, ruší rozhlas a televíziu.

Tlecí výboj – je samostatný výboj s viditeľnou zložkou. Prebieha vo výbojkách, výbojových trubiciach pri zníženom tlaku. Tlecí výboj v sodíkových, ortuťových výbojkách v žiarivkách je úsporným zdrojom svetla. Svetlo výbojok je pri danom príkone 5-krát intenzívnejšie ako svetlo klasických žiaroviek.

Ak znížime tlak v trubici na hodnotu rádovo 1 Pa, je elektrický prúd tvorený elektrónmi uvoľňovanými z katódy. Tok elektrónov uvoľnených z katódy sa volá **katódové žiarenie**.

Pri interakcii katódového žiarenia s látkami sa energia elektrónov mení na – mechanickú energiu, svetelnú energiu, energiu elektromagnetického žiarenia. Zariadení využívajúcim katódové lúče je televízna obrazovka, počítačový monitor.

Ionizovaný plyn sa nazýva **plazma**, ktorá sa svojimi vlastnosťami odlišuje od ostatných skupenstiev látok. Preto sa niekedy nazýva aj štvrté skupenstvo látok.

Úlohy:

1. Čo sú polovodiče?
2. Ako sa polovodič stane vodičom?



1.5 Zdroje elektrického napätia

Voltov článok

Prvý zdroj trvalého elektrického napätia zostrojil začiatkom 19.storočia taliansky fyzik A.Volta, preto sa nazýva **Voltov článok**.

Elektrické napätie vzniká chemickou reakciou kyseliny s kovovými platničkami. Platničky článku nazývame **elektrody**, roztok kyseliny **elektrolyt**. Kladný pól Voltovho článku je na medenej elektróde, záporný pól na zinkovej elektróde.

Akumulátor

Elektrický článok, ktorého napätie sa dá obnovovať, sa nazýva **akumulátor**. Elektrický akumulátor (obr.1-7) je zariadenie na hromadenie elektrickej energie, ktorú možno neskôr podľa potreby uvoľňovať a využívať.

Jedným z najčastejšie používaných je tzv. olovený akumulátor, ktorý má obe elektródy z olova. Autobatéria používaná v osobných automobiloch je spravidla zložená zo šiestich článkov. Ako zdroje jednosmerného elektrického napätia najčastejšie používame elektrické články, akumulátory a ich batérie.

Galvanické články sa využívajú ako zdroje jednosmerného napätia, skladajú sa z elektrolytu a dvoch chemicky odlišných elektród. Známe sú napríklad: Danielov článok, Voltov článok. Praktický význam majú **suché články**. Tri články spojené za sebou tvoria plochú batériu. Materiál úžitkových predmetov obsahuje primiešané kovy a pri styku s vodou sa tvoria mikročlánky, ktoré sú zdrojom prúdov spôsobujúcich elektrolýzu. Kov, ktorý tvorí anódu, sa naleptáva.

Úlohy:

- 1) Čo je to elektrolyt, aké poznáme?
- 2) Kde sa využíva v praxi elektrolýza?

1911

Novozélandsky
vedec Ernest
Rutherford
objavil jadro
atómu.

Galvanický
článok

*Praúhor
elektrický je
ryba, ktorá
vyrába
chvostovým
svalstvom
a nervami
napätie
dosahujúce
650 voltov.
Elektrickými
výbojmi
omračuje
svoju korisť.
Toto napätie
je takmer
trikrát vyššie
ako sieťové
napätie, ktoré
máme
v domácnosti*

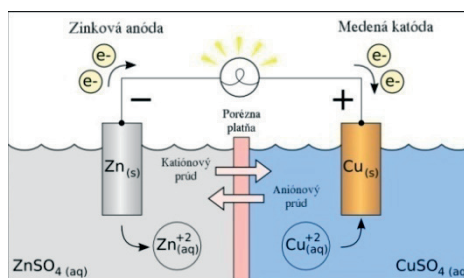
Magnetické
pole Zeme

Magnetické
sily

Magnetické
pole

1.6 Základné pojmy o magnetickom poli

Vedomosti o elektrických a magnetických javoch pochádzajú z minulosti omnoho staršej, ako je doba zachovaná v pamäti ľudstva. Ľudí vždy fascinovali úkazy sprevádzané svetelnými a zvukovými efektmi alebo



Obr. 1-7



pôsobením síl, ktorých pôvod si nevedeli vysvetliť. Už v praveku využívali ľudia účinky blesku – „nadpozemského darcu ohňa“. V staroveku využívali moreplavci schopnosť niektorých nerastov, napr. železnej rudy *magnetovca*, orientovať svoju polohu do určitého smeru vzhľadom na zemský povrch.

Neskôr už sa ľudia neuspokojovali len s existenciou a využívaním týchto javov a pokúšali sa ich skúmať. V poznávacom procese, ktorý trval stáročia sa fyzike a technickým vedám postupne podarilo nájsť spôsob, ako využívať elektromagnetické javy k službám spoločnosti.

V povedomí spoločnosti sú predovšetkým aplikácie elektrických javov. Väčšina ľudí napr. pripúšťa, že elektrický prúd má pre ich život veľký význam. Zároveň však len málokto si uvedomuje, že takmer všetky elektrické spotrebiče, ktoré prúd poháňa, pracujú vďaka vzájomnej súvislosti elektrických a magnetických javov, na ktorých sú aj založené.

Magnetizmus považovali ľudia za samostatný jav, ktorý s elektrickými javmi nesúvisí, ešte v prvej štvrtine osemnásteho storočia.

Dnes tieto javy spájame s pojmom magnetické pole. Magnetické pole je fyzikálny jav, ktorý pozorujeme v okolí vodičov s prúdom alebo aj v okolí pohybujúcich sa elektrických nábojov. Prejavuje sa silovým pôsobením na iné vodiče a na iné pohybujúce sa náboje.

Prítomnosť magnetického poľa v určitom mieste priestoru sa prejaví silovým pôsobením, napr. na voľne sa otáčajúcu magnetku, na pohybujúce sa elektricky nabitú telesá alebo na vodiče s prúdom. Na nabitú telesá, ktoré sú v pokoji, magnetické pole nepôsobí nijakou silou, a tým sa líši od elektrického poľa. Keď elektrický prúd preteká kovovým vodičom, alebo keď sa pohybuje zväzok elektrónov, v ich okolí sa prejavujú **sily** ktoré nazývame **magnetické**. Magnetické pole vzniká okolo priameho vodiča, ktorým prechádza elektrický prúd, ale aj v cievke s elektrickým prúdom.

2.1 Elektromagnetická indukcia

Vieme už, že ak vodičom prechádza elektrický prúd, vzniká v jeho okolí **magnetické pole**. Anglický fyzik **Michael Faraday** sa zaoberal opačnou otázkou, či je možné, aby pomocou magnetického poľa vznikol v uzavretom obvode elektrický prúd. Po viacerých rokoch pokusov a skúmania prišiel na jednoduchú odpoveď. Ak pripojíme cievku k svorkám ampérmetra (obr.1-8), v

1916 Albert Einstein dokončil všeobecnú teóriu relativity.

ktorom ručička ukazuje nulovú hodnotu, vytvoríme uzavretý elektrický obvod. Začneme v okolí cievky pohybovať tyčovým magnetom, čím budeme v jej okolí meniť magnetické pole. Pozorujeme, že ručička na ampérmetri sa vychýli o určitú hodnotu.

Michael **Faraday** (1791 – 1867) – anglický fyzik a chemik, objaviteľ elektromagnetickej a vlastnej indukcie a zákonov elektrolýzy. Zaviedol pojem elektrického a magnetického poľa a prvý raz znázornil pôsobenie elektrického poľa pomocou siločiar, položil základ teórie elektromagnetického poľa. Podľa neho je pomenovaná jednotka elektrickej kapacity.



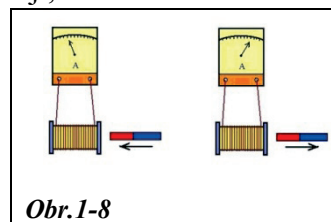
Ak

pohybujeme cievkou voči magnetu alebo magnetom voči cievke rýchlejšie, ručička sa vychýli viac. Takisto, ak použijeme silnejší magnet, bude vychýlenie ručičky väčšie. Keď sú cievka aj magnet voči sebe v pokoji, ručička sa nevychýli vôbec.

Záver:

a) pri zmene magnetického poľa v okolí cievky pripojenej na ampérmeter, prechádza cievkou elektrický prúd

b) veľkosť tohto prúdu závisí od veľkosti zmeny magnetického poľa



Obr.1-8

Tento jav sa nazýva **elektromagnetická indukcia** a prúd, ktorý pri nej v obvode vzniká, sa nazýva **indukovaný prúd**.

Indukovaný prúd môže spôsobiť ohrev vodiča (tzv. **indukčný ohrev** obr.1-9).

Obr.1-9

Úlohy:

1. Kedy cievkou prechádza indukovaný prúd?
2. Od čoho závisí veľkosť indukovaného prúdu?
3. Čo je to elektromagnetická indukcia?

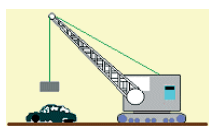


2 Elektromagnet a jeho využitie

Elektromagnet

Elektromagnet je elektromechanické zariadenie meniace elektrickú energiu na prácu resp. vyvodenie určitej sily. Elektromagnet využíva základný princíp elektromagnetickej indukcie - pri pohybe magnetického materiálu v cievke alebo v okolí vodiča vo vodiči vzniká elektrický prúd. Elektromagnet pracuje principiálne opačne, čiže pri pretekaní prúdu vodičom vzniká v jeho okolí magnetické pole, ktoré pôsobí na feromagnetické materiály silou. Táto sila je samozrejme úmerná prúdu tečúcemu vodičom. Niektoré magnety fungujú nepretržite, ale elektromagnety produkujú magnetizmus len vtedy, keď sa im dodáva elektrický prúd. Táto vlastnosť je pre nás užitočná, pretože ich pole možno vypnúť, keď ho nepotrebujeme. Elektromagnety sa využívajú v zvončekoch na dverách, v mikrofónoch a v reproduktoroch, sú vnútri telefónov, v diskových mechanikách počítačov a v televízoroch. Využívajú sa na zdvíhanie ťažkých kovových predmetov, napr. v rakov áut.

V technickej praxi má elektromagnet veľké uplatnenie.



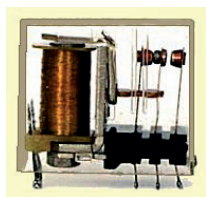
Žeriav

Elektromagnetický žeriav - na jeho ramene je zavesený silný elektromagnet. Pokiaľ je do cievky zapojený prúd, elektromagnet priťahuje oceľové predmety a žeriav ich môže prenášať bez ďalšieho upevňovania. **Magnetické upínanie** - oceľový predmet sa na niektorých obrábacích strojoch pripevňuje pomocou silných

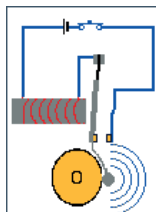
1918 Vznik prvej Československej republiky.

Strelka v magnetickom kompase je tenký ľahký magnet nasadený tak, aby sa voľne otáčal. Severný pól streľky ukazuje k magnetickému severnému pólu Zeme, ktorý leží blízko zemepisného severu. Magnetické kompasu sa používajú na navigovanie na mori a orientáciu na súši.

Dnes sa môžeme bez problémov rozprávať s človekom na druhom konci zemegule, sledovať televízne programy z iných krajín. Elektronika mení zvuky a obrazy na elektrické signály. Tieto signály sa potom prenášajú káblami alebo v podobe rádiových vln cez telekomunikačné družice

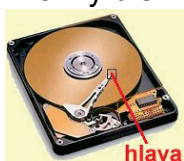


Relé



Zvonček

Pevný disk



Magnetické vlaky



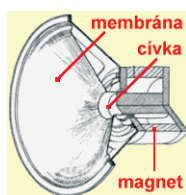
Detektor kovov



Elektromotor



Reproduktor - rez



elektromagnetov, umiestených pod povrchom upínacej dosky.

Elektromagnetické relé - skladá sa z elektromagnetu a jedného alebo niekoľkých kontaktov (obrázok). Prechodom prúdu cievkou sa pritiahne k jadru kotva a pritom spojí alebo rozpojí kontakty. Po vypnutí prúdu sa kontakty opäť vrátia do pôvodného stavu. Relé je dôležitým prvkom automatizácie, napríklad na železnici.

Elektromagnetický istič - nahrádza kedysi bežné tavné poistky napr. v bytoch. Pri prekročení povolenej veľkosti prúdu elektromagnet pritiahne kotvu a tak preruší elektrický obvod. Po odstránení poruchy sa istič znovu zapne zdvihnutím páčky.

Elektromagnetický prerušovač prúdu (Wagnerovo kladívko) - je základom elektrického zvončeka alebo bzučiaku. Stisknutím tlačítka začne elektromagnetom prechádzať prúd, jadro sa zmagnetuje a pritiahne pružnou oceľovou kotvu. Jej palička uderí do zvončeka a súčasne sa preruší kontakt. Magnetické pole zanikne, kotva odskočí od jadra, obvod sa opäť spojí a celý dej sa opakuje.

Pevný disk - informácie spracovávané počítačom sa ukladajú vo forme magnetického záznamu, k záznamu a čítaniu slúži miniatúrna magnetofónová hlava (obrázok). Podobne sa informácie uchovávajú na diskete, magnetofónovej páske alebo na videokazete. Pevné disky sa skladajú z hliníkových platní. Keďže hliník nie je feromagnetický, nanášajú sa na tieto platne tenké vrstvy oxidu železného a kobaltu – na tieto platne sa potom pomocou zložitých magnetických funkcií ukladajú dáta. Magnetický záznam sa uplatňuje aj vo videotechnike a hlavne vo výpočtovej technike. Dnes sa počítačové informácie nahrávajú na magnetické diskety a karty. Preto v dnešnej dobe musíme s magnetmi nárábať opatrne. Musíme dávať pozor na diskety, pevné disky, videokazety a magnetofónové pásky. Niekedy si nechceme priblížením magnetu môžeme poškodiť i zničiť dôležité nahrávky a informácie. V diskete sa nachádza magnetické pole vytvorené elektromagnetom priblížením premanentného magnetu dochádza k porušeniu magnetického poľa a k poškodeniu informácií.

Magnetické vlaky nemajú ani kolesá ani motor, ale pohybujú sa rýchlosťou do 500km/h. V Japonsku a Nemecku boli postavené vlaky na princípe magnetickej levitácie (maglev), ktoré sa vznášajú na vzduchovej poduške nad jedinou koľajnicou. Elektromagnety, pripevnené na spodku vlaku a na koľajnici, nadnášajú vlak a hladko ho posúvajú vpred po trati. Pretože sa magnet nedotýka koľajnice, odpor v dôsledku trenia je minimálny. Vďaka tomuto vlak spotrebuje menej energie, pohybuje sa rýchlejšie a takmer nehučne. Jedinou nevýhodou je stavba trate, ktorá je finančne veľmi náročná.

Vodič v magnetickém poli

Pôsobenie magnetického poľa na vodič s prúdom sa v praxi využíva v rade strojov a prístrojov:

Elektromotor - jedna cívka je nepohyblivá (stator) a druhá je v jej tesnej blízkosti upevnená otočne (rotor). Privedeme-li proud do oboch cievok, začnú na sebe vzájomne pôsobiť a rotor sa roztočí. Elektrická energia sa prostredníctvom magnetického poľa premenňuje na energiu pohybovú. Motory môžu mať rôznou konštrukciou: stejnosmerné, na striedavý proud jednofázový alebo trojfázový. Elektromotory patrí k najrozšírenejším elektrickým strojům v priemysle, doprave i v domácnostech.

1924
Americký
astronóm
Edwin
Hubble
objavil
galaxie a roku
1929
rozpínanie
vesmíru.

Telefón
vynašiel
Američan
škótskeho
pôvodu,
profesor na
bostonskej
univerzite
Alexander
Graham Bell
(1847-1922)
Podarilo sa
mu to roku
1875 pri
experimen-
tovaní
s telegrafom.
Princíp
telefónu
spočíva
v tom, že ak
sa v poli
elektromagne-
tu na jednom
konci linky
rozkmitá
kovový
jazýček, na
druhom konci
linky sa tiež
rozkmitá
podobný
jazýček v poli
iného
elektromagnet-
u a vydáva
zvuk.

**Jednosmerný
elektrický
prúd**

Reproduktor -sústava



Mikrofón



Fax



Reproduktor - Reprodukory rádia a televízie produkujú tóny prostredníctvom vibrujúceho magnetu. Reproduktor je menič energie. Mení elektrickú energiu na mechanickú. Na mechanickú z toho dôvodu, že zvuk a jeho šírenie je mechanická záležitosť - je to kmitanie častíc vzduchu alebo inom médiu (voda, oceľ atď.). Z toho je zrejmé, že pri vákuu nedôjde k jeho šíreniu. V silnom magnetickom poli permanentného magnetu je v úzkej medzere umiestnená kmitajúca cievka. Cievka je spojená s papierovou membránou kužeľového tvaru. Ak privedieme do cievky premenný prúd zo zosilňovača, rozkmitá sa spolu s cievkou aj membrána. Kmitajúca membrána sa stáva zdrojom zvuku.

Mikrofón . Premieňa zvukové vlny na elektrický signál. Mikrofón s pohyblivou cievkou pozostáva z pružnej membrány, cievky a malého magnetu. Zvukové vlny spôsobujú kmitanie membrány. Cievka, ktorá je na ňu pripevnená, sa pohybuje v magnetickom poli magnetu. V dôsledku toho sa v cievke indukuje elektrický prúd. Veľkosť prúdu sa mení v závislosti od amplitúdy zvukovej vlny.

Ako funguje fax? Faxový prístroj sníma stránku tak, že si ju rozloží na tisíce malých štvorcíkov, ktorým priradí čiernu alebo bielu farbu. Potom posiela prúd binárnych signálov „áno/nie“, ktoré zodpovedajú rozloženiu čiernych a bielych štvorcíkov nasnímaných z originálu. Vzdialený fax tieto informácie prijme a vytlačí. Fax nerozoznáva text, ale vidí iba predlohu zloženú z čiernych znakov.

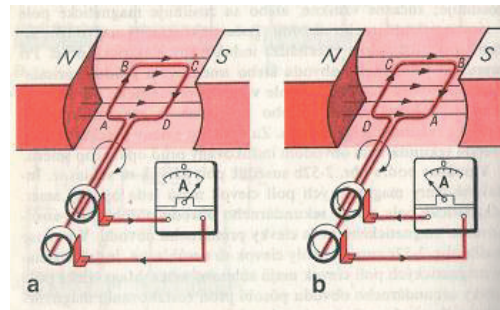
2.2 Striedavý elektrický prúd

Aby v elektrickom obvode vznikol prúd, musíme ho pripojiť na zdroj elektrického napätia. Druh prúdu, ktorý potom prechádza obvodom závisí od použitého zdroja. Zdrojom napätia môže byť napr. batéria do vreckovej lampy. V takom prípade prechádza obvodom prúd stále rovnakým smerom a nazýva sa **jednosmerný prúd**, ktorý bol objavený už v prvej tretine 19.storočia. No až približne pred 130 rokmi začali ľudia hľadať možnosti technického využitia elektrického prúdu a vznikla potreba výstavby elektrární. Zistilo sa, že vyrábať jednosmerný elektrický prúd nie je výhodné z technických a ani hospodárskych dôvodov. Technické využitie elektrickej energie umožnila až výroba **striedavého elektrického prúdu**.

Na vysvetlenie vzniku striedavého elektrického prúdu využijeme jav elektromagnetickej indukcie v pokuse podľa obr.1-10.

V rovnorodom magnetickom poli sa otáča vodivý závit obdĺžnikového tvaru okolo osi kolmej na indukčné čiary magnetického poľa. Na koncoch závitú sú kovové krúžky vodivo spojené pomocou nehybných kontaktov so svorkami ampérmetra. Pozorujeme, že pri otáčaní závitú sa ručička ampérmetra vychyluje počas prvej polovice otáčky na jednu stranu a počas druhej polovice otáčky na opačnú stranu (obr.1-10,b)

Obr. 1-10



Pri otáčaní závitú v magnet. poli okolo osi kolmej na indukčné čiary magnetického poľa prechádza závitom indukovaný striedavý prúd.

1926
Američan
Robert
Goddard
vypustil prvú
raketu na
kvapalné
palivo.

Vznik
striedavého
elektrického
prúdu

Alternátor

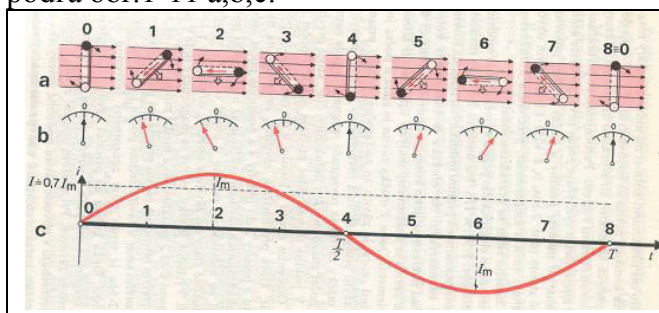
Rotor-
elektromagnet

Stator-
cievky

Dynamo

Elektrické
generátory-
premieňa
mechanickú
energiu na
elektrickú

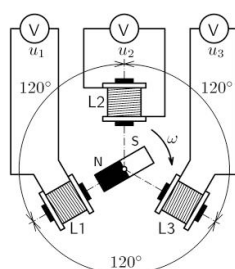
Priebeh indukovaného elektrického prúdu vysvetlíme na modelovom pokuse podľa obr.1-11 a,b,c:



Obr.1-11

a) Pri rovnomernom otáčaní závitú okolo osi kolmej na indukčné čiary magnetického poľa prechádza závitom striedavý prúd.
b) Záznam striedavého prúdu ampérmetrom.
c) Grafický záznam časového priebehu striedavého prúdu.

Priebeh indukovaného elektrického prúdu v závite je znázornený výchylkami ručičky ampérmetra na obr.2- b. Závitom prechádza **striedavý elektrický prúd**.



Obr. 1-12 Princíp trojfázového alternátora



Modelový pokus, ktorým sme sledovali priebeh striedavého elektrického prúdu, je súčasne modelom činnosti stroja na výrobu striedavého elektrického napätia, ktorý sa nazýva **alternátor**.

Alternátor používaný v elektrárňach je však z praktických dôvodov upravený tak, že otáčavý pohyb koná elektromagnet, ktorý tvorí **rotor** alternátora. Striedavé napätie sa indukuje v sústave cievok v **statore**. To umožňuje odvádzať prúd z alternátora pevnými svorkami. Odber prúdu je v tomto prípade jednoduchší a vznikajú menšie straty, než keby sa prúd odoberal z rotora.

V elektrárňach sa vyrába výhradne trojfázový prúd. Trojfázový alternátor (obr. 1-12) má rotor rovnaký ako jednofázový, v statore má však pre každú fázu osobitnú cievku.

Zariadenie na výrobu jednosmerného elektrického prúdu sa nazýva **dynamo**. Dynamo má tiež pevnú časť – stator, a pohyblivú - rotor. Na statore sa nachádzajú vinutia elektromagnetov. Do elektromagnetov sa zavádza jednosmerný elektrický prúd, ktorý vytvára jednosmerné magnetické pole, v ktorom sa otáča rotor. Objavili ich roku 1867 súčasne W. Siemens a Ch. Wheatstone,

Alternátory a dynamá sa označujú pojmom **elektrické generátory**. Sú to zariadenia, v ktorých sa *premieňa mechanická práca na elektrickú energiu*.

2.3 Elektromotory

Elektromotor je elektrické zariadenie premieňajúce *elektrickú energiu na mechanickú prácu*, resp. *na mechanický pohyb* - rotačný pohyb (rotačný motor) alebo lineárny pohyb (lineárny motor).

Konštrukčne sú si elektromotory a dynamá resp. alternátory veľmi podobné.



1926

Logie Baird
predviedol
svoj vynález
– prvý
televízny
prístroj

Elektromotor-
premieňa
elektrickú
energiiu na
mechanickú
prácu

Základný princíp zmeny energií spočíva vo vzájomnom pôsobení magnetických polí. V bežnom živote sa najčastejšie používajú **rotačné elektromotory**.

Každý elektromotor sa skladá z dvoch základných častí - statickej čiže nepohybujúcej sa časti - statora, a pohyblivej časti (obvykle rotujúcej) rotora.

Pri prechode elektrického prúdu cievkami rotora a statora vznikajú dve magnetické polia, ktoré na seba pôsobia tak, že sa rotor otáča. Elektromotory sa odlišujú veľkosťou a výkonom. V lokomotívach sú motory s výkonom až milión

W, v náramkových hodinkách je ich výkon takmer nemerateľný. Vyrábajú sa veľké motory s niekoľkometrovým priemerom, ale aj motorčeky s priemerom menším než milimeter. V automobiloch sú motorčeky poháňané jednosmerným elektrickým prúdom (stierače, ventilátor), vo vysávačoch alebo mixéroch sa používa striedavý prúd. Existujú aj tzv. lineárne motory, ktoré tiež pracujú na princípe vzájomného pôsobenia dvoch magnetických polí, konštrukčne sú však riešené tak, že výsledný pohyb nie je rotačný, ale lineárny (po priamke)

Perpetuum mobile

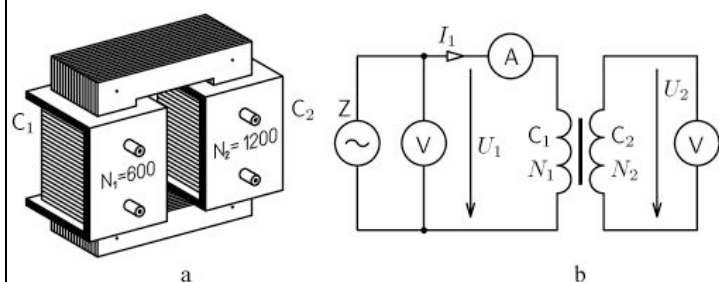
Veľa vynálezcov sa pokúšalo skonštruovať stroj, ktorý by sa po uvedení do chodu pohyboval neobmedzený čas bez dodávania energie. Pravda, taký večne sa pohybujúci stroj nemožno zostrojiť, lebo všetky stroje pri práci spotrebúvajú energiu. Bez stáleho dodávania energie sa teda stroj začne spomaľovať a nakoniec zastane.

2.4 Transformátor

Prenos elektrickej energie sa nezaobíde bez zariadení, ktoré by v rozvodnej sieti umožňovali zvyšovať, resp. znižovať elektrické napätie. Také zariadenie sa nazýva **transformátor** a jeho princíp je založený na elektromagnetickej indukcii. Transformátory sa konštruujú pre jednofázové aj pre trojfázové rozvodné siete.

Jednofázový transformátor (obr.1-13) sa skladá z dvoch cievok (primárnej a sekundárnej) na

Obr. 1-13 Jednofázový transformátor



spoločnom uzavretom feromagnetickom jadre (obr.1-13a) z mäkkej ocele, ktorá sa ľahko premagnetuje. Na primárnu cievku C1 s počtom závitov N1 sa privádza vstupné napätie U1.

Zo sekundárnej cievky s počtom závitov N2 sa odoberá výstupné napätie U2.

Konštanta $k = \frac{N_2}{N_1}$ sa nazýva **transformačný pomer** a rovná sa podielu

výstupného a vstupného napätia. Nazývame ju **rovnica transformátora**.

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

Ak $N_2 > N_1$, je $k > 1$ a napätie sa transformuje nahor; pri $N_2 < N_1$ je $k < 1$ a napätie sa transformuje

Transformá-
tor

Transfor-
mačný
pomer

1928

Angličan
Alexander
Fleming
objavil
penicilín.

*Kvapka vody
pozostáva asi
z 3 000
miliónov krát
milión
miliónov
molekúl.*

Najpresnejšie
sú atómové
hodiny
s céziovým
zväzkom.
Zhotovené
boli v r.1955.
Merajú
frekvenciu
kmitov
atómu.
Oneskoriajú sa
iba o zlomok
sekundy za
milión rokov

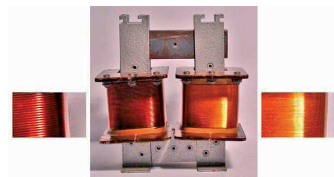
nadol.

V transformátore vznikajú straty zahrievaním vodičov cievok, vírivými prúdmi a periodickým premagnetovávaním jadra. Tieto straty sa nedajú úplne potlačiť, a preto býva účinnosť malých transformátorov 90 % až 95 % a veľkých transformátorov až 98%.

Superpočítač na počasie. Predpovedať svetové počasie je zložitá záležitosť. Počítač Britského meteorologického úradu dokáže za sekundu spracovať až 80 miliárd výpočtov, i keď zvyčajne ich vykonáva „iba“ jednu miliardu. Celosvetová predpoveď počasia na šesť dní mu zaberie asi 15 minút času.

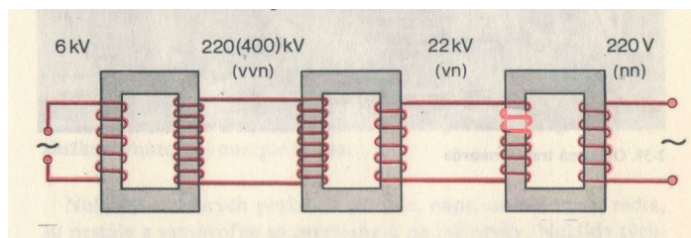
Striedavý prúd v energetike

V energetike sa využíva trojfázová sústava striedavého prúdu. Zdrojom trojfázového prúdu je alternátor. Zo zdroja k spotrebiču sa trojfázový prúd prenáša tromi fázovými vodičmi a jedným nulovacím vodičom. Napätie medzi fázovým vodičom a nulovacím vodičom je napätie fázové (v elektrickej sieti 230 V). Napätie medzi fázovými vodičmi je napätie združené 400 V. Spotrebiče na trojfázový prúd sa zapájajú do hviezdy alebo do trojuholníka.



V elektrárnach sa vyrába striedavé napätie s efektívnou hodnotou 10 kV. Elektrická energia sa prenáša z elektrární na miesto spotreby **rozvodnou elektrickou sieťou**, ktorej úseky sú od seba oddelené transformovňami. Zjednodušený náčrtok rozvodnej elektrickej siete je na obr. Striedavé elektrické napätie vyrobené v elektrárni sa transformuje na veľmi vysoké napätie (vvn) 220kV, príp.400kV a pre medzištátny prenos na 750kV. Prenosové elektrické vedenie je z oceľovohliníkových lán napnutých cez izolátory na stožiaroch (obr. 1-14). Veľmi vysoké napätie sa transformuje v oblastných transformovniach na vysoké napätie (vn) 22kV. V miestnych transformovniach sa transformuje vysoké napätie na nízke napätie (nn) 220 V, ktoré sa prenáša spotrebiteľskou sieťou k elektromerom spotrebiteľov (obr. 1-15).

Pre prenos energie striedavým prúdom sa v energetike využíva transformácia na vysoké napätie (obr.1-16). Tým sa znižujú straty vo vedení.



Obr. 1-15



Obr.: 1-16



Obr.: 1-14

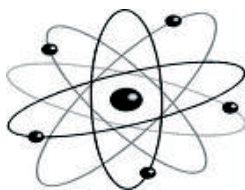
1942
Taliansky
vedec Enrico
Fermi
skonštruoval
prvý jadrový
reaktor

2 JADROVÁ FYZIKA

V prírode sa vyskytuje takmer neobmedzená mnohorakosť rozmanitých látok a neuveriteľný počet rozličných rastlín aj živočíchov. Objavenie toho, že všetko sa skladá z niekoľkých desiatok rôznych typov atómov, je jedným z najdôležitejších poznatkov, čo ľudstvo dosiahlo.

V tejto stati si pripomenieme niektoré poznatky o atónoch a molekulách, ktoré už poznáte z fyziky a z chémie. Molekula vody je typickým prípadom menšej molekuly. Rozmery atómov sú rádovo 10^{-10} m. Rozmery menších molekúl sú niekoľkokrát väčšie.

2.1 Modely atómu

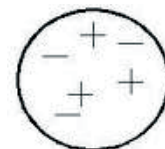


Obr.2-1

Predstavy o tom, že látky sa skladajú z malých, ďalej už nedeliteľných častíc, mali už v staroveku grécky filozofi Leukippos a Demokritos (5.t.pr.n.l.). Odtiaľ pochádza aj názov týchto častíc – atómy (grécky atomos - nedeliteľný) (obr.2-1). Avšak až koncom 18.st a na začiatku 19.st. sa tieto predstavy začali ďalej rozvíjať. Až do súčasnosti boli utvorené na základe experimentálnych výsledkov rozličné modely atómu, ktoré sa viac či menej približovali skutočnosti. Sú tonajmä **Rutherfordov** model, **Bohrov** model a **Schrödingerov** model.

a) Thomsonov model atómu:

V Thomsonovom modeli (Obr.2-2) sú elektróny rovnomerne umiestnené v kladne nabitých guľi (atóme) ako hrozienka v pudingu. Atóm obsahuje toľko elektrónov, aby bol elektroneutrálny.

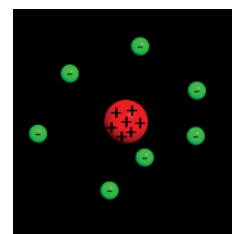


Obr.2-2

Elektrón objavil Joseph John **Thomson** (1856 - 1940) v roku 1897 ako súčasť atómov. Elektróny sú elementárne častice s nepatrnou hmotnosťou $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg a nesú jeden záporný elementárny náboj veľkosti $Q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Na základe tohto objavu sa pokúsil navrhnúť jeden z prvých modelov atómu

b) Rutherfordov (planetárny) model atómu: (Obr.2-3)

Thomsonov žiak Ernest **Rutherford** (1871–1937) pozoroval prechod usmerneného (rovnobežného) α žiarenia veľmi tenkou zlatou fóliou. Väčšina častíc prechádzala cez fóliu priamo. Len málo častíc sa odchyľilo z pôvodného smeru o malý uhol a ešte menej (asi jedna z 20 000) sa odrazilo o uhol väčší ako 90° . Takú veľkú odchýlku môže spôsobiť len veľmi silný kladný náboj, ktorý odpudzuje kladne nabitú časticu. Pretože sa odchyľili iba málo častíc Rutherford dokázal, že kladný náboj je sústredený na malý priestor, v ktorom je celá hmotnosť atómu. Túto časť nazval **atómovým jadrom**. Z nameraných odchýlok vypočítal, že polomer jadra je asi 10^{-14} m až 10^{-15} m. O atóme sa predpokladalo, že má tvar gule s polomerom 10^{-10} m. Na základe experimentálnych výsledkov vyslovil Rutherford teóriu o štruktúre atómu. Atóm je zložený z malého, kladne nabitého jadra a záporne nabitých elektrónov, ktoré obiehajú po kruhových dráhach okolo atómového jadra a tvoria elektrónový obal.



Obr.2-3

V roku 1911 na základe svojich pozorovaní vypracoval **planetárny model**

Thomsonov
model



Rutherfordov
(planetárny)
model



1945 Na japonské mestá boli zvrhnuté dve atómové bomby

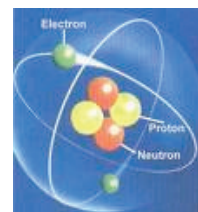
Nedostatok

Bohrov model atómu



atómu, v ktorom elektróny obiehajú okolo kladne nabitého jadra s $r = 10\,000 - 100\,000$ krát menším ako polomer atómu po kruhových dráhach ako planéty okolo Slnka a tvoria elektrónový obal atómu. Ich záporný náboj vyrovnáva kladný náboj jadra. 99% hmotnosti atómu je sústredenej v jadre atómu.

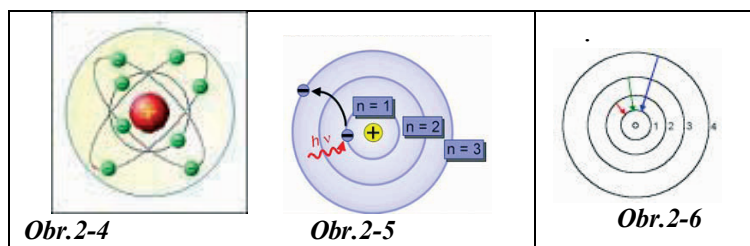
Nedostatok: Tento pohyb elektrónov bol v rozpore so zákonmi klasickej fyziky. Na rozdiel od predpokladaného spojitého spektra atómu bol experimentálne dokázaný čiarový charakter všetkých atómových spektier a už podľa vtedy platných fyzikálnych zákonov by sa elektróny počas svojho obehu okolo jadra k nemu stále viac približovali, až by s ním splynuli a atóm by zanikol.



Obr.2-7

c) Bohrov model atómu:

Dánsky fyzik Niels Bohr navrhol v roku 1913 nové zákony pre pohyb elektrónu v atóme.



Obr.2-4

Obr.2-5

Obr.2-6

Jeho model atómu (obr.2-4) vychádza z princípov kvantovej teórie, ktorej zakladateľom bol Max Plank. Vystihol základnú vlastnosť

elektrónu v atóme. Elektrón môže existovať len v stavoch s určitou energiou a energiu môže meniť len po určitých dávkach – **kvantách**

Základy svojej teórie o stavbe atómu sformuloval Bohr do postulátov:

1. Elektróny sa v atóme môžu pohybovať okolo jadra len po určitých kruhových dráhach s určitou energiou a s istým polomerom. Tieto dráhy sú označované ako kvantové alebo stacionárne dráhy. Dráhu elektrónu v atóme nazval **orbit** (orbita – lat. stopa, koľaj). Polomery dovolených dráh sú v pomere $r_1 : r_2 : r_3 : \dots : r_n = 1 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$. Celé čísla **n** sa nazývajú **hlavné kvantové čísla**.
2. Pri pohybe elektrónu po stacionárnych dráhach sa energia nevyžaruje ani nepohlcuje. Ak elektrón obieha po niektorej z týchto dráh, hodnota jeho energie je stála – označuje sa ako **energetická hladina** (obr.2-6). Táto energia narastá so vzdialenosťou elektrónu od jadra atómu.
3. Energia sa môže meniť len pri prechode z jednej dráhy na druhú. Atóm teda vyžaruje alebo prijíma energiu iba vtedy, ak elektrón prechádza z jednej **stacionárnej dráhy** na inú stacionárnu dráhu s príslušnou energiou (obr.2-5). Pri tomto prechode sa vyžiari alebo pohltí kvantum svetelnej energie $h\nu$, ktorej veľkosť je daná rozdielom energií príslušných stacionárnych dráh.

Nedostatok: Bohrov model nevyhovuje pre zložitejšie atómy a nie je vhodný na vysvetlenie chemickej väzby. Niektoré nedostatky Bohrovho modelu, ktoré nevysvetľovali jemnú štruktúru spektrálnych čiar atómov, sa snažil vysvetliť v roku 1915 Arnold **Sommerfeld**. Okrem kruhových dráh pohybu elektrónov predpokladal i možnosť eliptických dráh. Jeho predstavy však neviedli k zhode teórie s ďalšími experimentami.

d) Kvantovo – mechanický model atómu: (Obr.2-7)

Rýchly rozvoj fyziky na začiatku 20. storočia veľmi výrazne zmenil predstavy

Orbit

Hlavné kvantové číslo

Energetická hladina

Stacionárna dráha

Nedostatok Bohrovho modelu

Kvantovo – mechanický model

V atóme je veľa prázdneho priestoru. Ak by bolo jadro veľké ako tenisová loptička, najbližší elektrón by bol od neho vzdialený asi kilometer

Kvantová mechanika

Zakladatelia novodobej teórie o stavbe atómu

Z jedného litra benzínu sa vyrobí rovnaké množstvo energie, ktoré telo dospelého človeka potrebuje na fungovanie počas približne štyroch dní. V motore auta sa takmer polovica energie, ktorú dodá benzín, spotrebuje na teplo a hluk.

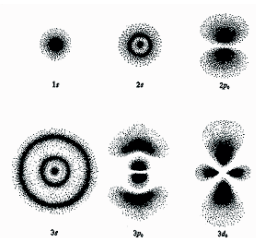
o štruktúre atómu. Okrem časticového charakteru elektrónu bol potvrdený aj jeho vlnový charakter. Bola vypracovaná nová teória - **kvantová mechanika**.

Základy teórie popisujúcej správanie a vzájomné vzťahy elektrónov a jadier v atómoch a v molekulách

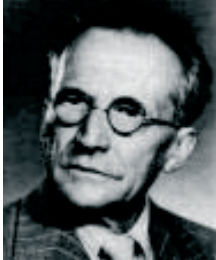
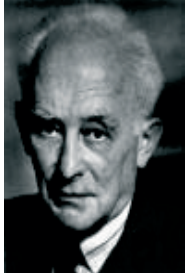
vypracovali v rokoch 1924 až 1927 francúzsky fyzik **Louis de Broglie**, rakúsky fyzik **Erwin Schrodinger** a nemeckí fyzici **Werner Heisenberg** a **Max Born**

Predstava o dvojakej podstate elektrónu vylučuje pohyb elektrónu po určitých dráhach (kruhových alebo eliptických). Elektrón sa môže nachádzať v ktorejkoľvek časti priestoru okolo jadra, nemá presnú lokalizáciu v priestore. Preto určujeme **pravdepodobnosť výskytu elektrónu** v určitej oblasti atómu. Elektrón si teda môžeme predstaviť ako **elektrónový oblak** (obr.2-8), ktorý je v rôznych častiach priestoru rôzne hustý. Závisí to od toho, ako často sa v tom ktorom mieste atómu elektróny pri svojom pohybe vyskytujú. Viac hustý je tam, kde je veľká pravdepodobnosť výskytu elektrónu, menej hustý tam, kde je táto pravdepodobnosť malá.

Jednou z foriem znázornenia pravdepodobnosti výskytu elektrónu je znázornenie bodkovaním. Iné znázornenie elektrónového oblaku je nakreslenie jeho obrysu, t. j. hraničnej plochy spájajúcej miesta s rovnakou hodnotou pravdepodobnosti výskytu elektrónu okolo jadra



Obr.2-8

			
<i>francúzsky fyzik</i>	<i>rakúsky fyzik</i>	<i>nemecký fyzik</i>	<i>nemecký fyzik</i>
L.de Broglie Nevieme, kde presne sa zrodil čudsný nápad o hmotných vlnách, ktoré zmenili fyziku. Možno už počas 1. svetovej vojny, keď Louis de Broglie slúžil na eiffelovke ako radista a rozmýšľal o neuveriteľných vlastnostiach atómu, elektrónu alebo svetelného lúča.	E. Schrodinger študoval na viedenskej univerzite pod vedením profesora Friedricha Hasenöhrla (1874-1917), ktorý rozvíjal Boltzmannovu kinetickú teóriu plynov. Tam si Schrödinger osvojil pri štúdiu mechaniky matematický aparát, ktorý o dvadsať rokov neskôr použil pri formulovaní vlnovej mechaniky	W. Heisenberg (1901-1976) – nemecký fyzik, spoluzkladateľ kvantovej mechaniky, prispel k rozvoju fyziky kozmického žiarenia, teórie lementárnych častíc. Sformuloval vzťah neurčitosti, ktorý obmedzuje aplikovanie klasických pojmov na mikrosvet	M. Born (1882 –1970.) bol nemecký fyzik, priekopník modernej teoretickej fyziky, tesne pred vojnou vytvoril prvý stabilný model atómu., jeden z objaviteľov kvantovej mechaniky, člen Kráľovskej spoločnosti v Londýne a nositeľ Nobelovej ceny za fyziku v roku 1954.

2.2 Vyžarovanie energie z atómového obalu

Aj keď má Bohrov model nedostatky, budeme z neho vychádzať vzhľadom na jeho jednoduchosť. Základné myšlienky sú vyslovené už v predchádzajúcom texte.

1946
V Amerike
skonštruovali
jeden
z prvých
elektronickýc
h počítačov

**Stacionárny
kvantový
stav**

**Vzbudený
(excitovaný)
atóm**

**Ionizácia
atómu**

**Preskúšajte
sa**

Absorpcia

**Samovoľná
emisía**

Ak je elektrón na niektorej z dovolených dráh, tak jeho energia je stála, kým nedôjde k vonkajšiemu pôsobeniu na atóm. Preto sa tento stav označuje ako **stacionárny kvantový stav**. S rastúcim kvantovým číslom **n** rastie aj jeho celková energia. Aby sa elektrón dostal na hladinu s vyšším kvantovým číslom, t.j. na vyššiu energetickú hladinu, musí sa mu zvonku udeliť energia. Atóm, ktorý dodaním energie zvonku prešiel (preskočil) na vyššiu energetickú hladinu (do vyššieho kvantového stavu), označuje sa ako **vzbudený** (excitovaný) atóm.

Voľný atóm môže zvyšovať potenciálnu energiu elektrónov v obale rozličným spôsobom. Najčastejšie je to vzájomné silové pôsobenie atómov a častice, od ktorej atóm prijíma časť jej energie, tzv. **interakcia**. Vonkajším pôsobením, napr. vysokou teplotou, vysokým napätím, röntgenovým žiarením, rádioaktívnym žiarením, kozmickým žiarením, letiacimi elektrónmi, iónmi, atómami, molekulami a podobne sa naruší rovnováha atómu. Pritom môžu nastať dva prípady: **ionizácia a excitácia**.

Obzvlášť silným vonkajším pôsobením môže byť elektrón z atómu úplne odstránený. Tento prípad sa nazýva **ionizácia atómu**. Ionizovaný atóm už nie je neutrálny, ale nesie kladný elektrický náboj, je to **katión**.

Keď vonkajšie pôsobenie na atóm nevyvolá jeho ionizáciu, môže sa stať, že niektorý elektrón prejde z hladiny s nižšou energiou na hladinu s vyššou energiou. V tomto stave je atóm **vzbudený** a je schopný vyžarovať. Vzbudený atóm je nestabilná častica s veľmi krátkym časom života (rádovo 10^{-15} s až 10^{-8} s). Pri prechode na nižšiu energetickú hladinu atóm vyžiari kvantum energie **$E = h \cdot \nu$ – fotón**.

Otázky

1. Kto a na základe akého pokusu utvoril predstavu o existencii atómového jadra?
2. Rutherfordov model porovnajte so stavbou slnečnej sústavy.
3. V čom je rozdiel medzi Bohrovým a Rutherfordovým modelom atómu?
4. Aké nedostatky má Bohrov model atómu?
5. Kedy je atóm v základnom a kedy vo vzbudenom stave?
6. Kedy je atóm ionizovaný a kedy excitovaný?
7. Čo je ión, katión, anión?

Môžu byť lasery nebezpečné?

Pre hrdinov sci-fi predstavujú laserové zbrane ideál. V skutočnosti zatiaľ také zbrane neexistujú. Vojenský výskumníci pracujú na zbraniach s cieľovou energiou, supervýkonných laseroch schopných ničiť nepriateľské rakety na vzdialenosti tisícov kilometrov prerážaním dier v ich palivových nádržiach alebo zneškodnením ich navádzacích zariadení. V každodennom živote však môžu byť lasery nebezpečné. Zdroj laserového svetla vytvárajúci jasný tenký lúč môže poškodiť zrak, ak niekomu zasvieti priamo do očí.

Svet laserov

S lasermi možno vytvárať nádherné svetelné predstavenia, ale užitočné sú predovšetkým pre svoju schopnosť vtiesnať do maličkého priestoru veľký objem informácií. Sú schopné nahrávať symfóniu alebo slovník na CD. Laserové svetlo možno posielat' aj sklenými nitkami zvanými optické vlákna, ktorými sa rýchlym svetelnými impulzmi prenášajú informácie po telefónnych linkách.

2.3 Vzájomné pôsobenie svetla a látky

Pri vzájomnom pôsobení (interakcii) svetla a látky môžu nastať tri deje:

- a) **Absorpcia**: energia dopadajúceho fotónu sa pohlcuje látkou, pričom elektrón prejde z nižšej energetickej hladiny W_1 na hladinu s vyššou energiou W_k .
- b) **Spontánna (samovoľná) emisía**: látka, ktorá má po predchádzajúcom

1957
Sovietsky
zväz vypustil
prvú umelú
družicu
Zeme.

Vynútená emisía

Prvý laser

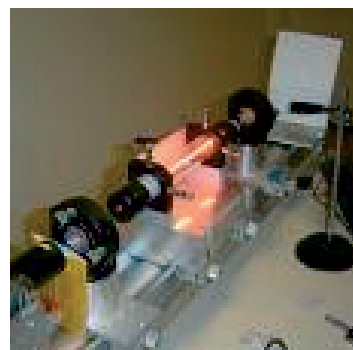
*Súčasné
zásoby ropy
a zemného
plynu vznikli
rozkladom
drobných
morských
rastlín
a živočíchov.
Tieto
organizmy
počas života
pravdepodob
ne obsahovali
prírodné
oleje. Keď
odumreli,
klesli na
morské dno
a zanesla ich
vrstva
usadenín.
Tlak vody
a usadenín
ich pomaly
premenil na
fosílné palivo*

vzbudení elektróny vo vyšších energetických hladinách W_k , emituje fotóny pri samovoľnom preskoku elektrónov na nižšie energetické hladiny. Emisia fotónu v tomto prípade nevzniká vonkajším pôsobením, ale prirodzeným prechodom elektrónov do nižšieho energetického stavu.

- c) **Stimulovaná (vynútená) emisía:** v látke, ktorá má po predchádzajúcom vzbudení elektróny na vyšších energetických hladinách, nastáva preskok elektrónov do nižších energetických stavov pôsobením (stimuláciou) iných dopadajúcich fotónov s rovnakou vlnovou dĺžkou, ako je dĺžka fotónov vyžarovaných látkou. V takom prípade hovoríme o stimulovanej čiže vynútenej emisii. Ako vyplýva z predchádzajúceho, vynútená emisía má rezonančný charakter, t.j. na vzbudenie tejto emisie treba látku osvetliť svetlom s rovnakou vlnovou dĺžkou, akú chceme vzbudiť.

2.4 Laser

Laser je zariadenie, ktoré sa používa ako zdroj alebo zosilňovač svetla v oblasti viditeľného, ale aj infračerveného žiarenia. *Patrí medzi mladšie vynálezy 20. storočia.* Slovo samé je skratkou anglického výrazu "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", čo sa prekladá ako zosilnenie svetla pomocou vynútenej emisie žiarenia. Slovenský výraz pre

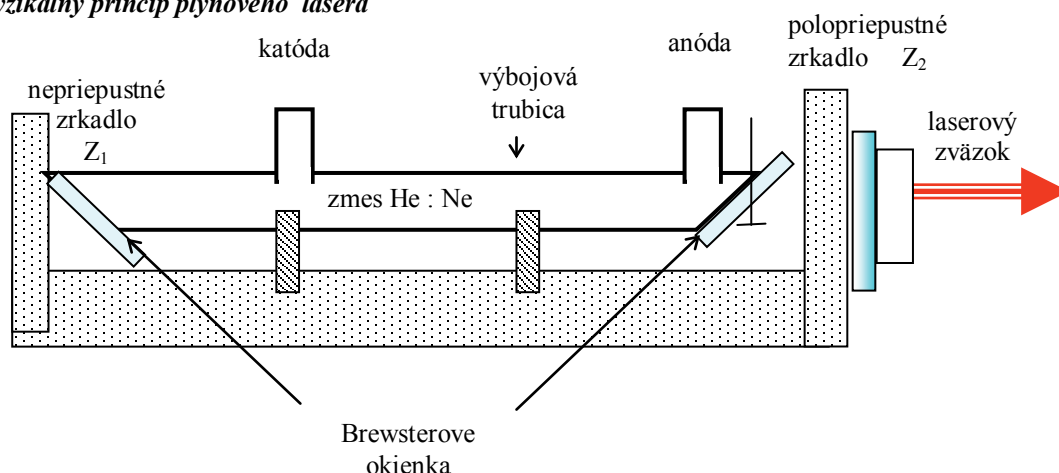


laser je "**kvantový generátor svetla**". Z názvu je zrejmé, že laser je zariadenie, ktoré vydáva svetlo. Od bežného svetla (napr. svetla žiarovky) sa však líši tým, že je monochromatické (jednofarebné), koherentné (usporiadané) a má malú divergenciu (rozbiehavosť). Vzhľad samotných laserov je veľmi rôznorodý. Záleží hlavne na druhu laseru, na jeho konštrukcie a v neposlednej rade na jeho použití. Koherentné svetlo má jednu frekvenciu a fázu a dá sa prirovnať k pochádzajúcemu vojenskému útvaru, zatiaľ čo nekoherentné svetlo k davu ľudí pohybujúcich sa chaoticky po ulici. **Činnosť laseru** je založená na **princípe indukovanej emisie**, ktorú Albert Einstein predpovedal už v roku 1916. Talentovaný anglický fyzik Paul Adrien Maurice Dirac spravil koncom 20. rokov ešte detailnejšiu matematickú analýzu kvantovej teórie žiarenia a ďalej rozvinul Einsteinove myšlienky. Avšak až v roku 1958 spravil Charles Hard Townes (neskorší nositeľ Nobelovej ceny za fyziku) so svojimi spolupracovníkmi správne výpočty, ktoré umožnili tuto myšlienku realizovať. Koncom roku 1959 sa začala pozornosť vedcov obracať k rubínu, jednému z najušľachtilejších drahých kameňov. Vedci však zaujímalo to, že rubín javí fotoluminiscenciu. V lete roku 1960 americký fyzik T. Maiman vyleštil koncové steny kryštálu umelého rubínu a opatril ju vrstvičkou striebra (vo funkcii zrkadla). Po ožiarení kryštálu zeleným svetlom prenikol jedným zo zrkadiel červený lúč laserového svetla. Maiman sa tak stal tvorcom prvého laseru. Z fyzikálneho hľadiska je laser kvantovo - elektronický zosilňovač elektromagnetického žiarenia.



Laser je zdrojom intenzívneho monochromatického časovo a priestorovo koherentného žiarenia. Princíp je založený na stimulovanej emisii fotónov v aktívnom prostredí lasera.

Obr.:2-9 Fyzikálny princíp plynového lasera



Činnosť lasera

Atómové hodiny. Aj keby tieto hodiny, založené na kmitaní atómov, išli viac ako milión rokov, ich odchýlka od skutočného astronomického času by nepresiahla jednu sekundu. Sú to najpresnejšie zo všetkých hodín. Používajú ich vedci, keď potrebujú presne odmerať krátke časové úseky.

Keď v látke, ktorá má po vzbuzení elektróny na vyšších energetických hladinách, nastáva pôsobením (**stimuláciou**) iných dopadajúcich fotónov s rovnakou vlnovou dĺžkou, ako majú fotóny, ktoré táto látka vyžaruje, preskok elektrónov do nižšej energetických stavov, hovoríme o **stimulovanej emisii**. Na vzbuzenie tejto emisie treba na látku pôsobiť svetlom rovnakej vlnovej dĺžky, aké chceme vzbudiť.

Význam lasera je v tom, že sa ním uskutočnila koherentná emisia v oblasti viditeľného a infračerveného žiarenia. Pomocou lasera sa podarilo prinútiť obrovské množstvo vzájomne nesúvisiacich atómových zdrojov žiarenia, aby svoju energiu vyslali s vhodnou fázou vo vhodnom okamihu a vhodným smerom tak, že vznikajúce žiarenie je vysoko koherentné.

Keď fotón prechádza prostredím, v ktorom prebieha inverzia (a taký fotón sa vždy v rúrke nájde), potom zrážkami so vzbuzenými časticami sa k nemu pripoja ďalšie fotóny, a to v zhodnej fáze. Príslušná vlna sa teda zosilní. Na to, aby zmes He-Ne účinne **vlnu zosilnila**, je potrebná niekoľko **stometrová dráha**.



Technicky sa tento problém rieši tak, že rúrka sa uzavrie do tzv. **rezonančnej dutiny**, ktorú tvorí priestor medzi zrkadlami Z_1 a Z_2 (obr.2-9). prvé zrkadlo Z_1 je čiastočne postriebrené, aby z dutiny mohlo vystupovať žiarenie; druhé zrkadlo Z_2 je úplne postriebrené.

Zdrojom budenia aktívneho prostredia je generátor pripojený na elektródy, ktoré sú mimo rúrky. Atómy alebo ióny tvoriace aktívne prostredie sa privedú do vzbuzeného stavu, aby mohli emitovať fotóny. Fotóny sa v tomto prostredí mnohonásobne odrážajú, a tým sa dosiahne veľké zosilnenie. Energia, ktorá sa získa stimulovanou emisiou, odovzdáva sa von cez polopriepustné zrkadlo. Účinok dutiny sa prejavuje aj tak, že napomáha presnému usmerneniu zväzku v smere osi dutiny a svojím rezonančným účinkom zužuje prirodzenú šírku

HOLOGRAM

Hologram je **fotografia** vytvorená laserovým svetlom. Vidíme na nej



trojrozmerný obraz objektu rovnako ako v skutočnosti. Hologramy vznikajú rozdelením laserového zväzku nadvoje. Jeden zväzok – referenčný – smeruje priamo na fotografický film, druhý najskôr dopadá na hologramový objekt, čím sa poruší usporiadaná štruktúra svetelných vln. Film zachytí spôsob, akým „objektový“ zväzok rozchádza neporušený referenčný zväzok, a takto sa vytvorí trojrozmerný obraz objektu.

1961
Sovietsky
kozmonaut
Jurij Gagarin
ako prvý
človek obletel
Zem.

stimulovane emitovaných čiar. Laser teda vysiela úzky zväzok svetla s veľkou energiou. Tento zväzok sa nerozptyľuje, takže sa ho podarilo zachytiť napr. po odraze od mesiaca.

2.5 Využitie lasera

Využitie

Vysoká koncentrácia laserového svetla a jeho veľká intenzita umožňujú jeho mnohostranné použitie vo vedeckej a technickej praxi.

V medicíne

V medicíne: oftalmológii, dermatológii, plastickej chirurgii, neurochirurgii, otorinolaryngológii, urológii, gynekológii, stomatológii. Laser sa používa aj k liečeniu hnisavých ochorení. Svoje uplatnenie našli aj v neurochirurgii. Prednosti spočívajú v bezdotykovej operácii.



V priemysle

V priemysle: na zváranie veľkých kusov ťažkých kovov. Produkujú totiž teplotu až 5000°C. dokážu presne zvárať aj taviť. Na vrtanie dier do diamantov, na úpravu mikroelektroniky, na rezanie vzoriek (v textilnom priemysle), na syntetizovanie nových materiálov, pri zváraní a pri pokuse o vyvolanie riadenej jadrovej reakcie. Presne smerovaný laser sa používa na určovanie polohy, napríklad v stavebníctve a pri razení tunelov.

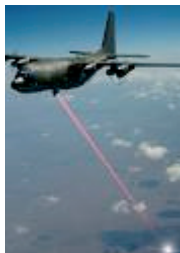


Laserová
tlačiareň

Laserová tlačiareň: Laser v tlačiarňach prijíma informácie z počítača v podobe malých bodiek - pixelov. Pri vykresľovaní obrázku na papier sa laser pohybuje po valci riadok za riadkom. Pre vyplnený pixel je laser zapnutý a tam, kde má byť papier čistý, zostane laser vypnutý.

Meranie
kozmickej
vzdialenosti

Komunikácia: Unikátne vlastnosti laserov sa využívajú aj v mnohých oblastiach výskumu kozmu a pri skúmaní Zeme z kozmu. Len niekoľko rokov po objave lasera bol rubínový laser využitý ku konštrukcii **laserového**



dial'komeru pre meranie veľkých kozmických vzdialeností. Laserové svetlo môže cestovať vesmírom na veľké vzdialenosti bez zhoršenia kvality signálu. Navyše môže prenášať tisíckrát viac televíznych programov ako dnešné mikrovlny. Preto je laser ideálny na vesmírnu komunikáciu. Vďaka optickým vláknam je aj bežná komunikácia rýchlejšia a spoľahlivejšia. Jedným takýmto vláknom môže prejsť za sekundu asi 32 000

Čiarové kódy

telefonických hovorov. Informácia vo forme elektrického prúdu sa najskôr zakóduje a premení sa na laserové svetlo, ktoré vstupuje do optického vlákna. Na druhej strane zachytáva svetelné impulzy fotodetektor, ktorý svetlo mení opäť na elektrické signály. Medzi jednotlivými signálmi jedného hovoru sú medzery, a preto je možné posilať vláknom viac hovorov naraz.

Čítanie čiarového kódu: Každému výrobku vo väčších obchodoch je pridelený číselný kód. Ten v sebe zahŕňa informácie o výrobku a cene. Číslice v takomto kóde predstavuje skupina rovných rovnobežných čiar, medzi ktorými sú biele medzery. Laser prechádza po čiarovom kóde svetelným lúčom od jedného konca na druhý. Je natoľko citlivý, že môže kód čítať ako zľava doprava, tak opačne. Laserový snímač potom mení informácie na signály v dvojkovej sústave a tie odosiela do počítača.

Zo života 1966

Sovietska
sonda Luna 9
pristala na
Mesiaci.



Ako funguje počítačová myš?

Myš má vo
svojom vnútri
gulôčku,
ktorá sa
dotýka dvoch
valčekov:
jeden pre
savero-južný
smer (Y),
druhý pre
východo-
západný smer
(X). Keď sa
valčeky hýbu,
počítač ráta,
koľkokrát sa
pretočia, čo
mu umožňuje
vypočítať,
ako ďaleko sa
myš pohla
ľubovoľným
smerom.
Zároveň sa aj
kurzor
automaticky
posúva po
obrazovke,
pričom
kopíruje
dráhu pohybu
myšou.

Fotoluminis- cencia

Fluorescen- cia

Napaľovanie CD: V roku 1999 tínedžer Shawn Fanning realizoval „nevinnú“ myšlienku, ktorá definitívne zmenila svet Internetu, hudobného priemyslu a všetko to, čomu hovoríme intelektuálne vlastníctvo. Vymyslel program s názvom Napster, ktorý dokázal navzájom prepojiť počítače záujemcov o hudbu. Prostredníctvom tohto programu, stačilo zaslať názov interpreta a pesničky, ktorú ste chceli získať, a niekto iný, napr. kamarát, ale aj človek na druhej strane zemegule, vám dovolil túto pesničku stiahnuť zo svojho počítača, opäť pomocou Napsteru. S týmto programom tak hocikto a hocikde mohol získať akúkoľvek pesničku. Zadarmo. Bez čakania. Na svojom vrchole bol server Napster, cez ktorý program Napster fungoval, pravdepodobne najpopulárnejšou internetovou stránkou na svete. Jej návštevnosť stúpila počas roka na 60 miliónov zásahov za mesiac. Spôsobil to však obrovské straty nahrávacích vydavateľstiev, ktoré boli v šoku. Lenže peniaze, ktoré strácali **vydavateľstvá** sa začali presúvať k výrobcom prázdnych cédečiek a zapisovacích CD mechaník (napaľovačiek) a CD prehrávačov. V rokoch 1999 až 2001 predaj týchto produktov vyletel do závrtných výšok. Zisky mimoriadne stimulovali technický pokrok v tejto oblasti a znížili ceny natoľko, že dnes sú napr. CD „napaľovačky“ bežne dostupné a sú štandardnou výbavou počítačov. Zvyčajne mala formu úsporného MP3 formátu. V takomto tvare sa vám na jedno CD zmestí približne 10-krát viac pesničiek ako na bežnom CD a navyše pesničku stiahnete 10-krát rýchlejšie. Kým predtým bolo možné svoju hudbu nahráť na magnetofónové pásky, ktoré sa časom obohrali a vždy obsahovali neželaný šum, teraz si každý priemerne počítačovo gramotný človek môže zozbierať pesničky a nahráť (napáliť) si ich na vlastné CD. Vďaka technológii zapisovania a čítania, v ktorej sa využíva laser, „krištáľovo čistá“ hudba z CD poskytuje nevšedný zážitok. Čo je to vlastne laser? Ako vzniká? Ako sa v tomto prípade využívajú poznatky kvantovej fyziky? Akú úlohu má laser v CD mechanikách? Prečo zvuk z CD je taký kvalitný?

Na zapisovanie CD musí počítač najprv premeniť meniace sa elektrické signály na digitálne dáta skladajúce sa z 0s a 1s. Na ich vytvorenie laserová napaľovačka vypaľuje do povrchu čistého CD malé dierky. Dierky a hladký povrch zodpovedajú 0s a 1s digitálneho signálu. Keď CD – prehrávač tieto stopy vlastne dekoduje a znovu vytvára originálny stereo záznam. Počítač tiež spája dva stereo signály do jediného číselného kódu.

2.6 Luminiscencia

Luminiscenčné javy boli známe už v staroveku, ale prudký rozvoj luminiscencie a jej technických aplikácií tesne súvisí s rozvojom kvantovej fyziky. Luminiscenciou rozumieme **samovolné** (spontánne) **žiarenie** tuhých a kvapalných látok, ktoré vzniká vonkajším pôsobením na tieto látky. Látky pri ktorých sa luminiscencia prejavuje, sa nazývajú **lumino fóry**. Sú to väčšinou tuhé látky, ktoré patria medzi polovodiče alebo izolanty. Najznámejšími a najpoužívannejšími lumino fórmami sú sírniky zinočnatý a kademnatý, v ktorých sú ako prímеси atómy Ag, Cu, Au, Mn a iné. Tieto prímеси tvoria v lumino fóroch tzv. **luminiscenčné centrá**, v ktorých nastáva emisia luminiscenčného žiarenia.

Podľa vonkajšieho pôsobenia, t.j. podľa toho, akým spôsobom dodáme lumino fóru energiu, rozlišujeme rozličné druhy luminiscencie. Napr. pri **fotoluminiscencii** sa energia dodáva prostredníctvom fotónov viditeľného alebo ultrafialového žiarenia. Pohltaná svetelná energia sa znova vyžaruje vo forme svetla, zvyčajne s väčšou vlnovou dĺžkou. Keď luminiscenčné žiarenie nastane už v čase vzбудenia atómov alebo

Čiarové kódy

Obaly väčšiny výrobkov
vyznačujú svoj obsah
jednak slovami, jednak
kódmi čierno-bielych čiar.
Laserový snímač
v pokladnici prečíta
z čiarového kódu cenu
a ďalšie informácie.
Pokladnica zaznamená
cenu, vystaví účet a oznámi
ústrednému počítaču, kedy
má túto položku znova



objednať zo skladu.



1967
V juhoafrickom Kapskom meste uskutočnil Christian Barnard prvú transplantáciu srdca.

Fosforescencia

Využitie

molekúl, alebo nastane v čase kratšom ako 10^{-8} s, hovoríme o **fluorescencii**. Prejavuje sa v niektorých látkach, predovšetkým v kvapalinách (nápadne vo fluoresceíne). Fluorescencia sa prejavuje svetielkovaním látok pri ich osvetlení. Vyžarovanie prakticky trvá len kým je látka ožarovaná.

V iných látkach, najmä tuhých, vyžarovanie trvá omnoho dlhšie, niekoľko minút, dokonca i hodín po ožiarení. Tento jav sa nazýva **fosforescencia**, pretože sa nápadne prejavuje vo fosfore. Fosforescencia je luminiscencia, ktorá na rozdiel od fluorescence trvá dlhšie i po dokončení excitácie (nad 10^{-8} s, niekedy až niekoľko dní). Pri fosforescencii sa vzбудené atómy alebo molekuly dostanú najskôr nežiarivým prechodom do nestabilného energetického stavu, v ktorom môžu zotrvať



niekoľko hodín až dní, a po získaní ďalšej energie prejdú do normálneho vzбудeného a z neho priamo do základného energetického stavu. Luminiscenčné javy sa využívajú v osvetľovacej technike, napr. v žiarivkách a výbojkách. Na luminiscencii sa zakladajú obrazovky a štíty röntgenových prístrojov a využíva sa aj pri výrobe svetielkujúcich farieb a podobne.



2.7 Základné častice, stavba atómu

Riešenie otázky štruktúry atómového jadra je spojená so štúdiom základných stavebných častíc, z ktorých sa skladá atóm a ktoré vznikajú pri jadrových premenách. Základné čiže elementárne častice sú také submikroskopické častice, ktoré sú podľa súčasného stavu už ďalej nedeliteľné, ale môžu sa navzájom premieňať.

V tridsiatych rokoch minulého storočia sa za základné častice pokladali len protóny a neutróny v atómovom jadre (tzv. nukleóny) a elektróny v atómovom obale. V ostatných rokoch bol však objavený celý rad ďalších základných častíc a v súčasnosti sa ich počet rádozo zhoduje s počtom prvkov v Mendelejovej periodickej sústave.

Každá základná častica je charakterizovaná istými parametrami, z ktorých najdôležitejšie sú *pokoiová hmotnosť*, *pokoiová energia*, *elektrický náboj* a *polčas premeny*.

Pokoiová hmotnosť

Niektoré základné častice sú bez elektrického náboja (sú elektricky neutrálne), iné majú kladný a ďalšie zase záporný náboj, ktorý sa rovná elementárnemu náboju $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Pokoiová hmotnosť m_0 častice je hmotnosť meraná v sústave, v ktorej je častica v pokoji; je to veľmi malá hmotnosť, napr. pre elektrón je $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, fón má nulovú pokoiovú hmotnosť.

Pokoiová energia

Vo vzťažnej sústave, v ktorej je častica v pokoji, prisudzujeme častici **pokoiovú energiu**, ktorá je daná Einsteinovým vzťahom $E_0 = m_0 c^2$. Pokoiová hmotnosť častice a jej pokoiová energia sú teda priamo úmerné veličiny. V atómovej fyzike sa preto hmotnosť často vyjadruje v energetických jednotkách (eV alebo MeV). Uvedieme prehľad najznámejších elementárnych častíc a ich niektorých parametrov.

1969 Američania vystúpili na Mesiac.	FOTÓN je častica elektromagnetického žiarenia. Nemá elektrický náboj a jeho pokojová hmotnosť je nulová. Je to stabilná častica, t.j. častica, ktorá je časovo stála. Energiu fotónu určuje vzťah $E = h \cdot \nu$. Pretože medzi energiou častice a jej hmotnosťou platí vzťah $E = mc^2$, pre hmotnosť fotónu vychádza: $mc^2 = h \cdot \nu$
Fotón	—
Energia fotónu	Fotóny v atóme alebo v jadre neexistujú vždy, ale vznikajú v okamihu premeny štruktúry atómu. Existovať môže len fotón s rýchlosťou $3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$. Nemožno ho zastaviť. Má stále rovnakú rýchlosť v ľubovoľnej inerciálnej sústave.
Elektrón	ELEKTRÓN je častica so záporným elektrickým nábojom veľkosti $Q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Je to najmenší, ďalej už nedeliteľný náboj, tzv. elementárny náboj. Pokojová hmotnosť elektrónu je $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. Elektrón je stabilná častica, ktorá nie je v jadre atómu, ale tvorí jeho obal. Elektrón označujeme ${}^0_{-1}\text{e}$
Objaviteľ elektrónu	Elektron bol objavený J. J. Thomsonom v roku 1897. Dovtedy sa prenášanie elektrického náboja vysvetľovalo pomocou prelievania elektrického fluida.
Pozitrón	POZITRÓN (alebo antielektrón) je častica podobná elektrónu s rovnakým nábojom, ako má elektrón, ale kladný.
	Značka pozitronu je preto ${}^0_{+1}\text{e}$ alebo e^+ . Ostatné parametre má ako elektrón; je preto jeho antičasticou. Pozitrón má krátky čas života (asi 10^{-7} s). Je to zložka antihmoty. Pozitrón môže vzniknúť pri $^+$ radioaktívnom rozpade, alebo interakciou hmoty s fotónom s energiou nad 1,022 MeV. Pri tomto procese vznikne pár elektrón-pozitrón.
Objaviteľ pozitrónu	Existenciu pozitronu ako prvý predpovedal r. 1928 Paul Dirac - vyšiel mu ako jedno z možných riešení Diracovej rovnice. V roku 1932 pozitron pozoroval Carl D. Anderson, ktorý mu dal meno. Anderson tiež navrhol premenovať elektrón na negatrón, čo sa však neujalo.
	Pri stretnutí elektrónu s pozitronom sa obidve častice premenia na dve kvantá veľmi prenikavého elektromagnetického žiarenia, na dva fotóny.
Zaujímavé	Najslávnejšie využitie pozitronu v beletrii je Pozitronický mozok robotov v dielach Isaaca Asimova. Pozitrony zvolil pravdepodobne preto, že sa jednalo o novinku, keď začal písať sci-fi. Možno ako hold Asimovovi má vo svete Star Treku android Data (a jeho „brat“ Lore, „dcéra“ Lal, a iní podobní androidi) pozitronický mozok.
Protón	PROTÓN je častica s kladným elektrickým nábojom a s pokojovou hmotnosťou $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Protón je jadro (izotop) vodíka. Je to stabilná častica, ktorá sa nachádza v jadrách všetkých atómov. Prijatím energie sa môže premeniť na neutrón podľa rovnice $\text{p} \longrightarrow \text{n} + \text{e}^+ + \nu$.
Neutrino	Pri tejto premene vzniká okrem neutrónu a pozitronu ďalšia elementárna častica, nazývaná neutrino (ν).
Objaviteľ protónu	Protón má antičasticu so záporným nábojom, s hmotnosťou rovnakou, ako má protón, a nazýva sa antiprotón .
	Proton objavil Ernest Rutherford v r. 1918.
Neutrón	NEUTRÓN má nulový elektrický náboj a pokojovú hmotnosť $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Vo voľnom stave je neutrón nestála častica a premieňa sa na protón, elektrón a antineutrino ($\bar{\nu}$) podľa vzťahu $\text{n} \longrightarrow \text{p} + \text{e}^- + \bar{\nu}$.
Antineutrino	Protón a neutrón majú približne rovnakú hmotnosť, a táto je asi 1840 – násobkom pokojovej hmotnosti elektrónu. Protón a neutrón možno teda považovať za dva rozličné stavy jednej častice, ktorú označujeme ako nukleón.

1971
Sovietsky
zväz vyslal do
kozmu prvú
orbitálnu
stanicu Saljut
I.

Objavitel'
neutrónu

Preskúšajte
sa

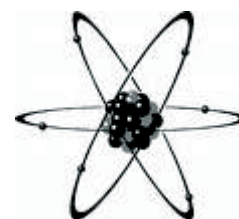
Protónové
číslo

Nukleónové
číslo

Jadrové sily

I keď bol neutrón teoreticky predpovedaný už na prelome 19. a 20. storočia, experimentálny dôkaz spolu s vysvetlením podal až **James Chadwick v roku 1932**.

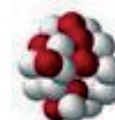
Častice neutríno a antineutríno sú submikroskopické častice bez elektrického náboja, s rovnakou pokojovou hmotnosťou, zanedbateľne malou vzhľadom na pokojovú hmotnosť elektrónu. V mnohých výpočtoch preto ich pokojovú hmotnosť považujeme za nulovú. Neutríno ako prvý predpovedal Wolfgang Pauli roku 1931 Vzhľadom k ich malej reaktivnosti trvalo 25 rokov od objavu k experimentálnemu overeniu.



Otázky

1. Čo je základná častica?
2. Kedy je základná častica stabilná a kedy nestabilná?
3. Ktoré sú najmenšie základné častice a aké sú ich parametre?
4. Aká je pokojová hmotnosť fotónu a prečo?
5. Ako vysvetlíte, že fotón sa alebo pohybuje rýchlosťou svetla vo vákuu, alebo neexistuje?
6. Vysvetlíte, ako sa premieňajú protón a neutrón

2.8 MODEL ATÓMOVÉHO JADRA



Obr. 4-10

Podľa dnešných predstáv sa atómové jadrá všetkých prvkov skladajú len z protónov a neutrónov. Jadro (obr.4-10) je nositeľ kladného náboja Q , ktorý sa rovná celočíselnému násobku elementárneho náboja e t.j. $Q = Z \cdot e$, kde Z je počet protónov v atómovom jadre. Tento počet udáva **protónové číslo**. Protónové číslo označuje aj poradové číslo prvku v periodickej sústave prvkov, ako aj počet elektrónov v neutrálnom atóme. Môže nadobúdať pre všetky doteraz známe atómové jadrá hodnoty od 1 do 104.

Počet všetkých častíc v atómovom jadre, t.j. počet nukleónov, udáva **nukleónové číslo** alebo aj **atómové číslo** A . Počet neutrónov v jadre označujeme N . Potom **nukleónové číslo** $A = Z + N$ môže nadobúdať pre všetky doteraz známe jadrá hodnoty od 1 do 261. Jadro určitého prvku X s nukleónovým číslom A a protónovým číslom Z zapíšeme A_ZX . Napr. jadro vodíka píšeme 1_1H , jadro hélia 4_2He a pod.

Nukleóny sú v jadre tesne vedľa seba napriek tomu, že sa odpudzujú veľkou silou. Gravitačné sily pôsobiace medzi nukleónmi sú síce príťažlivé, ale zanedbateľne malé v porovnaní s elektrickou silou. Sily, ktoré udržujú v jadre nukleóny pohromade, nemožno teda vysvetliť pomocou Coulombových a gravitačných síl. Vnútri jadra musí existovať nový druh príťažlivých síl, ktoré sa označujú ako **jadrové sily**.

Keďže jadrové sily nie sú ani elektrické, ani gravitačné sily, treba predpokladať, že ide o iný druh síl, ktoré sa vyskytujú len v mikrokozme. Experimentálne výsledky vedú k týmto **záverom o jadrových silách**:

- sú príťažlivé
- pôsobia bez rozdielu medzi protónmi a neutrónmi
- pôsobia len na malý počet okolitých nukleónov
- majú krátky dosah (rádovo $10^{-15}m$; do týchto vzdialeností prekonávajú elektrostatické sily)

Experimentálne sa zistilo, že hmotnosť jadra atómu je menšia ako súčet hmotností nukleónov, z ktorých sa jadro skladá.

1997
Genetickým
inžinierom sa
podarilo
klonovaním
priviesť na
svet ovcu

Väzbová
energia

Hmotnostný
úbytok

Izotopy

Chemické
vlastnosti

Fyzikálne
vlastnosti

Nuklid

Izotopy
vodíka

Svietivky –
svietiace
larvy
svätojánskych
mušiek –
majú pod
bruchom
svetielkujúce
ústroje, ktoré
vysielaajú
studené svetlo
známe ako
bioluminiscen
cia

Energia sústavy rozložených nukleónov jadra je zrejme väčšia ako energia sústavy nukleónov vytvárajúcich jadro. Z výpočtov i z pokusov sa zistilo, že **väzbovú energiu** E_j jadra A_ZX definujeme ako energiu, ktorú by sme museli dodať, aby sa jadro rozdelilo na Z protónov a N neutrónov. Podľa Einsteinovho vzťahu $\Delta E = \Delta m c^2$ každej zmene ΔE vnútornej energie zodpovedá zmena Δm pokojovej hmotnosti sústavy.

Väzbovú energiu E_j jadra vypočítame podľa vzťahu $E_j = \Delta m c^2 = B_j \cdot c^2$, kde B_j sa nazýva **hmotnostný úbytok**. Na jednu hmotnostnú jednotku pripadá energia: $E_0 = m_u \cdot c^2 = 931,5 \text{ MeV}$. Čím väčší je hmotnostný úbytok (a teda aj E_j), tým je jadro ľahšie, a tým silnejšie sú nukleóny v jadre viazané. Energii E_j musíme jadrú dodať, ak ho chceme rozložiť na jednotlivé nukleóny. Rovnako veľká energia E_j sa uvoľní pri syntéze jadra z jednotlivých nukleónov.

Izotopy (obr.2-10) z gréckej predpony iso- (rovnaké) a topos (miesto) istého chemického prvku sú atómy tohto prvku s rovnakými protónovými číslami, ale s rôznymi počtami neutrónov (teda s rôznymi nukleónovými číslami).

Izotopy toho istého prvku majú prakticky rovnaké chemické vlastnosti; hlavný rozdiel je v tom, že ťažšie izotopy reagujú trochu pomalšie. Tento efekt je najvýraznejší pri izotopoch vodíka - deutéria a trícia.

Pri ťažších prvkoch s väčším počtom nukleónov je relatívny rozdiel omnoho menší a jeho vplyv zvyčajne zanedbateľný.



Obr.2-10 Izotop

Fyzikálne vlastnosti izotopov sú podobné. Rozdiel je, okrem ich hmotnosti a teda hustoty ich zlúčenín, ich stálosť. Niektoré izotopy (vzdďľujúce sa od ideálneho stredného pomeru počtu neutrónov a protónov na ktorúkoľvek stranu) totiž nie sú stabilné a podliehajú rádioaktívnemu rozpadu.

Takmer všetky prvky majú niekoľko izotopov, takže chemický prvok nie je z hľadiska atómovej fyziky rovnorodý. Preto sa pre *látku zloženú z rovnakých atómov s rovnakými protónovými a nukleónovými číslami* zaviedol nový pojem **nuklid**. **Izotop** je súbor atómov toho istého prvku, ktoré majú rovnaké protónové číslo, ale líšia sa nukleonovým číslom, napr. vodík má tri izotopy.

Izotopy vodíka (obr.4-11) sú atómy vodíka, ktoré sa zhodujú v protónovom čísle, ale v nukleónovom čísle sa líšia. To znamená, že v atómovom jadre majú jeden protón a líšia sa počtom neutrónov v jadre.

Izotopy vodíka: prócium ${}^1_1\text{H}$
deutérium ${}^2_1\text{H}$
trícium ${}^3_1\text{H}$

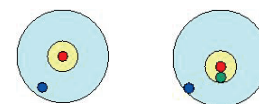
Obr.4-11



Prócium ${}^1_1\text{H}$ (obr.2-12) – v jadre má jeden protón a v elektrónovom obale jeden elektrón. V atómovom jadre neobsahuje neutrón.

Deutérium ${}^2_1\text{H}$ (obr.2-13) – atóm označovaný aj ako ťažký vodík. Obsahuje jeden protón, jeden elektrón a jeden neutrón.

Nepodlieha rádioaktívnej zmene a bežne sa vyskytuje v prírode. Na 6500 atómov pripadá jeden atóm deutéria. Vytvára molekuly tzv. ťažkej vody D_2O . Používa sa v jadrových reaktoroch, v ktorých brzdí pohyb elektrónov.



Obr.2-12

Obr.2-13

Trícium ${}^3_1\text{H}$ – obsahuje jeden protón, jeden elektrón a dva neutróny. Jadro je nestabilné. Polčas rozpadu jadra trícia je 12,4 roka. Je umelo pripravený, vzniká pri výbuchu vodíkovej bomby

Výskyt H_2 v prírode

Vodík je najrozšírenejší prvok vo vesmíre a tretí najrozšírenejší na Zemi. Vo vesmíre sa

1896 Prvé olympijské hry, ktoré sa konali v Aténach

Kyslík a jeho izotopy

Ozón O₃

Digitálne hodinky sú poháňané elektrickou energiou z batérie a ich presnosť zabezpečuje drobný kryštál kremíka. Elektrická energia núti kryštál kmitať niekoľko tisíckrát za sekundu. Mikročip mení tento vysokofrekvenčný signál na signál, ktorý môžeme vnímať zrakom – na číslice. Číslice na displeji sa menia každú sekundu, a tak hodinky ukazujú čas veľmi presne.

Preskúšajte sa

vyskytuje voľný aj viazaný. Na Zemi sa voľný vodík pri bežných podmienkach nevyskytuje a je viazaný v zlúčeninách. Najväčšie množstvo vodíka sa nachádza vo vode, ale vyskytuje sa aj v organických a anorganických zlúčeninách. Je významný biogénny prvok. Vyskytuje sa aj na povrchu Slnka, kde prebiehajú zložité jadrové reakcie. Počas nich sa navzájom zlučujú izotopy vodíka a vzniká hélium, pričom sa uvoľňuje veľké množstvo energie.

Využitie vodíka

Vodík za prítomnosti čistého kyslíka horí žltým plameňom, ktorý má teplotu okolo 3 000°C, čo sa využíva pri rezaní kovov. Spolu s kyslíkom O₂ sa využíva ako palivo do kozmických rakiet. Služi na výrobu syntetického benzínu, stužovanie tukov.

Kyslík O₂ je na našej zemeguli najrozšírenejším prvkom. Molekulový kyslík O₂ sa nachádza v atmosfére, kde je jeho obsah 23,0 %. Podstatne väčšie množstvo kyslíka je viazané vo vode (H₂O), v horninách a v živých organizmoch, ktorých je stálou a nevyhnutnou súčasťou (biogénny prvok). Skvapalnený kyslík je modrej farby.

Tvorí izotopy: ¹⁶O, ¹⁷O, ¹⁸O. Vo vesmíre je zastúpenie kyslíka podstatne nižšie. Na 1 000 atómov vodíka pripadá iba jeden atóm kyslíka.

Využitie

Kyslík sa využíva na rezanie a zváranie kovov, pri výrobe ocele, v dýchacích prístrojoch.

Ozón O₃ (Obr.2-14)

Okrem zvyčajných dvojatômových molekúl O₂ sa kyslík vyskytuje aj vo forme trojatômovej molekuly ako **ozón** O₃. Za normálnych podmienok je to vysoko reaktívny plyn modrej farby a charakteristického zápachu s mimoriadne silnými oxidačnými účinkami. Vzniká v stratosfére (30-40 km nad zemským povrchom). Molekula kyslíka sa účinkom silných elektrických výbojov rozštiepi na dva atómy. Tie klesnú a opäť sa zlúčia s molekulou kyslíka O₂. Takýmto zlúčením vzniká ozón, ktorý vytvára ozónovú vrstvu.

Hrúbka ozónovej vrstvy sa meria v Dobsonovej jednotke (DU – 1 DU je vrstvička O₃ o hrúbke 0,01 mm stlačenej na zemskom povrchu pri normálnej teplote a tlaku). Priemerná koncentrácia O₃ v ozónovej vrstve je 200 DU, čo je asi 3mm. Najviac ozónu je na jar, v zime, najmenej (200 DU) v septembri. V stratosfére je O₃ veľmi účelný, zachytáva UV lúče.

Výroba a využitie

Ozón možno pomerne ľahko vyrobiť tichým elektrickým výbojom v atmosfére čistého kyslíka. Vzniká tak zmes kyslíka s ozónom, v ktorej podiel O₃ dosahuje zvyčajne 10 %. Čistý ozón je možné pripraviť frakčnou destiláciou tejto plynnej zmesi. Praktické využitie ozónu je dané jeho silnými oxidačnými účinkami.

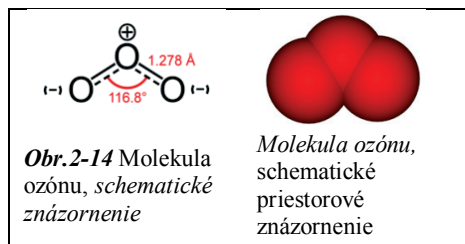
V medicíne služi na sterilizáciu nástrojov. Diskutabilné sú účinky dnes pomerne populárnej ozónovej terapie, ktorá by podľa svojich zástancov mala viesť k regenerácii buniek a tkanív. Odporcovia tejto metódy poukazujú na možné riziká podobných omladzovacích kúr, dané najmä vysokou reaktivitou a toxicitou ozónu.

Baktericídne účinky ozónu slúžia na dezinfekciu pitnej vody namiesto v minulosti veľmi využíwanej dezinfekcii vody plynným chlóróm.

Silné oxidačné účinky ozónu sa veľmi často využívajú v papierenskom priemysle na bielenie celulózy na výrobu papiera.

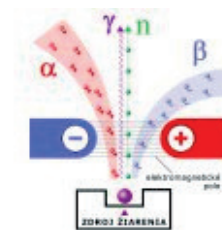
Otázky

1. Čo vyjadruje nukleónové číslo?
2. Čo vyjadruje protónové číslo?
3. Z akých základných častíc pozostáva atómové jadro?
4. Vysvetlite, čo znamená, že energia atómov je kvantovaná.
5. Vysvetlite, prečo sú energetické hladiny atómov záporné.
6. Čo sú to nukleóny?
7. Ako sa nazýva číslo, vyjadrujúce počet nukleónov v jadre?
8. Ako súvisí elektrický náboj jadra s atómovým číslom?
9. Na príkladoch objasnite pojmy izotop a nuklid.
10. Prečo sa nukleóny udržia v jadre atómu?
11. Čo sú jadrové sily a aké majú vlastnosti?
12. Čo sú izotopy?
13. Čo je atómová hmotnosť?



Najväčšie mesto sveta je Tokio (má viac ako 25 miliónov obyvateľov).

14. Čo je hmotnostný úbytok a ako ho určíme?
15. Čo je väzbová energia a ako ju vypočítame?
16. Čo vyjadruje väzbová energia jadra?
17. Aké modely jadra poznáte?



Obr.2-15 Schéma Rutherfordovho pokusu

2.9 Rádioaktívne žiarenie

Druhy rádioaktívneho žiarenia

Pri rádioaktívnych premenách (rozpadoch) prirodzene alebo umele rádioaktívnych nuklidov jadrá atómov vysielajú rádioaktívne žiarenie. Z pokusov, ktoré robil Rutherford (obr.2-15) s rádioaktívnou látkou v olovenej nádobe umiestenej v magnetickom poli, vyplynulo, že sú tri druhy rádioaktívneho žiarenia: α , β , γ (sú rozdelené podľa zvyšujúcej sa prenikavosti) Tri zložky jadrového žiarenia (obr.2-16) sa v magnetickom poli správajú rozlične.

α -žiarenie

Žiarenie α sa vychýľuje v elektrickom aj v magnetickom poli. Sú to **jadrá hélia** ${}^4_2\text{He}$, ktoré majú malú prenikavosť.

β -žiarenie

Žiarenie β sa tiež vychýľuje v elektrickom aj v magnetickom poli. Je to **prúd elektrónov**, ktoré sú emitované z jadra rozličnými rýchlosťami.

γ -žiarenie

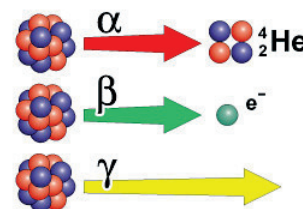
Žiarenie γ sa neodchyľuje, má elektromagnetickú povahu a jeho vlnová dĺžka je kratšia ako vlnová dĺžka najtvrdšieho röntgenového žiarenia. Žiarenie γ je veľmi prenikavé, napr. intenzita žiarenia ${}^{214}_{83}\text{Bi}$ sa zmenší na polovicu pri prechode hliníkovou platňou hrúbky 15 m. Žiarenie má silné ionizačné účinky.

Jadrové žiarenie vzniká pri samovoľných premenách niektorých atómových jadier. Atómy, ktorých jadrá vysielajú jadrové žiarenie, nazývame rádioaktívne. Existuje asi 2 000 nuklidov, z toho v prírode sa vyskytuje asi 264 **stabilných** a 50 **nestabilných nuklidov**.

Posunovacie pravidlá

Posunovacie pravidlo

Nuklid sa rádioaktívnou premenou posúva na iné miesto v periodickej sústave prvkov. Pre tento posun platia posunovacie pravidlá, ktoré umožňujú určiť nuklid, vznikajúci rádioaktívnou premenou nestabilného nuklidu.

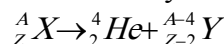


Obr.2-16

α – rozpad

α –rozpad: Pri rádioaktívnom žiarení α vysielá rádioaktívne jadro nuklidu ${}^4_2\text{He}$. Elektrický náboj jadra sa zmenší o +2e a protónové číslo nuklidu sa zmenší o dve jednotky. Nukleónové číslo atómu sa zmenší o 4 jednotky. Následkom toho vznikne jadro nového nuklidu, ktorý je v periodickej sústave prvkov posunutý o dve miesta pred pôvodný prvok.

Rádioaktívnu premenu α možno schematicky znázorniť takto:

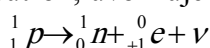


β - rozpad

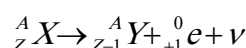
β -rozpad: Pri rádioaktívnom žiarení β vysielá rádioaktívne jadro nuklidu elektrón $-e$ alebo pozitrón $+e$. Podľa toho rozlišujeme rádioaktívne žiarenie β^- a β^+ . Elektróny a pozitrony však nie sú v jadre atómu. Schematicky možno premeny β^- a β^+ znázorniť takto:

β^+

β^+ : protón sa premieňa na neutrón, uvoľňuje sa pozitron ${}^0_{+1}e$ a neutrino ν



β^-



Najväčšia rýchlosť vetra na povrchu – 371 km/h namerali v USA.	β^-: neutrón sa premieňa na protón, uvoľňuje sa elektrón ${}^0_{-1}e$ a antineutrino $\bar{\nu}$ ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$ ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$ γ-rozpad: Žiarením γ sa umiestenie prvku v periodickej sústave nemení, lebo sa nemení ani protónové, ani nukleónové číslo atómu.
γ-rozpad	Otázky
Preskúšajte sa	1. Čo je rádioaktívne žiarenie, premena α, β, γ? Na príkladoch ukážte posuvacie pravidlá platné pre rádioaktívne premeny 2. Čím sa líši premena β^+, β^-? 3. Napište, akú povahu má α, β a γ žiarenie a v prípade častíc uveďte, aké sú to častice. 4. Ako sa zmení protónové a nukleónové číslo izotopu prvku, ak vyšle žiarenie α. 5. Ako sa zmení protónové a nukleónové číslo izotopu prvku, ak vyšle β^- žiarenie. 6. Ako sa zmení protónové a nukleónové číslo izotopu prvku, ak vyšle β^+ žiarenie. 7. Ako sa zmení protónové a nukleónové číslo izotopu prvku, ak vyšle γ žiarenie.
Jadrová reakcia	2.10 Jadrová reakcia Stredovekí alchymisti sa pokúšali premeniť jeden prvok (napríklad olovo) na iný prvok – najradšej na zlato. Nepodarilo sa to, aj keď našli viacero iných zaujímavých vecí z oblasti chémie. Prvú umelú premenu (transmutáciu) prvkov uskutočnil v roku 1919 Ernest Rutherford. Zmeny v jadre atómu sa označujú ako jadrové reakcie. Podstatne sa líšia od chemických reakcií, vznik ktorých podmieňujú zmeny v elektrónovom obale atómu. Jadrové reakcie možno uskutočniť napr. tak, že jadrá príslušného prvku, ktoré sú sústredené na malej ploche, ostreľujú sa časticami s veľkou kinetickou energiou. Jadrová reakcia je výsledkom zrážky týchto rýchle sa pohybujúcich častíc s jadrami. Jadrovú reakciu vyjadrujeme schematicky takto: $X + a \longrightarrow Y + b,$ kde X je jadro vstupujúce do reakcie, a je ostreľujúca častica, Y je nové jadro a b je častica uvoľnená pri reakcii. Jadrá stabilných nuklidov sa vyznačujú tým, že na ich rozloženie na jednotlivé nukleóny treba vynaložiť veľkú energiu. Aby sa takéto atómové jadrá premenili, musíme ich ostreľovať veľmi rýchlymi časticami. Existujú však nuklidy, ktorých jadrá sa samovoľne premieňajú, bez nášho zásahu, a pritom vysielajú žiarenie. Tento dej sa nazýva prirodzená rádioaktivita. Prvú umelú jadrovú reakciu uskutočnil E. Rutherford (v r. 1919). Ostreľoval rýchlymi jadrami hélia ${}^4_2\text{He}$, tzv. časticami α, atómy dusíka a získal atómy kyslíka a protóny. Reakcia prebehla podľa vzťahu ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}.$ Keď je jadro dusíka zasiahnuté rýchlou časticou alfa, z jadra je vypudené jadro vodíka, t.j. protón ${}^1_1\text{H}$.
Typy jadrových reakcií	Rozlišujeme dva typy jadrových reakcií: a) štiepenie ťažkých jadier na ľahké. Súčasne sa uvoľňujú aj ďalšie častice ako neutróny. b) syntéza (fúzia) ľahkých jadier na ťažšie Pre všetky jadrové procesy, vrátane reakcií, pri ktorých sa mení časticové zloženie jadier, sa uplatňujú popri iných tieto zákony zachovania: 1. Zákon zachovania hmotnosti a energie: Úhrnná energia a hmotnosť všetkých častíc, ktoré sa zúčastňujú jadrovej reakcie, sa zachováva. Pritom sa uvažujú

Najsuchšie miesto – v púšti Atacama v Chile - 400 rokov do r.1971 tam nepršalo.	nielen častice s pokojovou hmotnosťou, ale aj fotóny. Úhrnnou energiou sa rozumie súčet pokojovej a pohybovej energie všetkých častíc. 2. <u>Zákon zachovania elektrického náboja</u>: <i>Algebraický súčet nábojov všetkých častí, ktoré sa zúčastňujú jadrovej reakcie, sa zachováva.</i> 3. <u>Zákon zachovania hybnosti</u>: <i>Výsledný vektor hybnosti všetkých častíc vstupujúcich do reakcie sa rovná výslednému vektoru hybnosti častíc vystupujúcich z reakcie.</i>
Zákony zachovania	Pre rádioaktívne premeny určujeme: 1. Časový priebeh rádioaktívnej premeny
Rozpadová konštanta	Počet rozpadnutých častíc v čase závisí od počtu častíc na začiatku a od uplynutého času (úbytok častíc vyjadruje znamienko mínus): $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ kde λ je rozpadová konštanta. Jednotkou rozpadovej konštanty je <i>Bequerel</i> [$\lambda = s^{-1} = Bq$], N je počet jadier po uplynutí času t, N_0 počet jadier na začiatku.
Polčas rozpadu	2. Polčas rozpadu T je čas, za ktorý sa rozpadne polovica aktívnych častíc $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$
	Hodnoty konštánt T a λ sú pre rôzne rádioaktívne nuklidy rozličné.
	2.11 Prirodzená a umelá rádioaktivita
	Rádioaktivitou rozumieme premenu nestálych a časom sa premieňajúcich rádionuklidov jedného prvku na rádionuklidy iného prvku, pričom nastáva emisia tzv. rádioaktívneho žiarenia. Rádioaktivita prvkov vyskytujúcich sa <i>voľne v prírode</i> sa označuje ako <i>prirodzená rádioaktivita</i>, rádioaktivita nuklidov získaných <i>umele</i> sa nazýva <i>umelá rádioaktivita</i>. Nie je medzi nimi podstatný rozdiel. Objav rádioaktivity ukázal, že predstava o stálosti atómov prvkov je nesprávna. Atómy jedného prvku možno za určitých podmienok premeniť na atómy iného prvku. Becquerel skúmal pôsobenie fosforeskujúcich látok na fotografickú platňu a používal aj uránové soli. Zistil, že neznáme neviditeľné žiarenie na fotografickú platňu pôsobí podobne ako svetlo. Poznal, že nejde o fosforescenciu, ale o nový jav, pri ktorom urán samovoľne nepretržite vyžaruje žiarenie bez toho, aby bol predtým ožiarený. Tak objavil prirodzenú rádioaktivitu. Nuklidy, ktoré sú rádioaktívne, nazývajú sa rádionuklidy.
Rádionuklidy	
Objavitelia rádioaktivity	V ďalších rokoch Maria Curie a Pierre Currie podrobnejšie a všestrannejšie skúmali prirodzenú rádioaktivitu. Zistili, že rádioaktívne vyžarovanie smolinca z jáchymovskej rudy, je oveľa intenzívnejšie, ako by to zodpovedalo obsahu uránu v tejto rude. Predpokladali, že smolinec musí obsahovať ešte nejaký ďalší rádioaktívny prvok. Ukázalo sa, že ich predpoklad bol správny. Po veľmi namáhavých pokusoch sa im podarilo r. 1898 izolovať zo smolinca dva, dovtedy ešte neznáme rádioaktívne prvky, ktoré nazvala na počesť Poľska, jej vlasti, polónium $^{210}_{84}\text{Po}$ a rádium $^{226}_{88}\text{Ra}$.
	Väčšina prirodzene rádioaktívnych nuklidov patrí medzi nuklidy s protónovým číslom väčším ako 81. Prirodzene rádioaktívne nuklidy existujú voľne v prírode. Boli však pripravené aj umelo rádioaktívne nuklidy.

Najvyššia
teplota v tieni
58°C bola
nameraná
13.9.1922
v Líbyi.

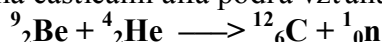
Transurány

Preskúšajte
sa

Maria Curie-
Skłodowska
bola ako
prvá žena
prijatá na
fakultu fyziky
a chémie
parížskej
Sorbonny

„Ničoho sa
v živote
nemusíte báť,
len to
pochopiť“
(M.C.Sklodowska)

Na získanie umelých rádionuklidov použil **Rutherford** α častice. Anglický fyzik **Chadwick** objavil oveľa účinnejšie častice (v r. 1932), ako sú α častice, a to pri ostreľovaní berýlia časticami alfa podľa vzťahu



Novovzniknuté častice nemajú elektrický náboj, sú to neutróny. Ukázalo sa, že neutróny sú omnoho účinnejšie strely pri uskutočňovaní jadrových reakcií ako protóny alebo alfa častice. Do jadra atómu vnikajú ľahšie ako častice s kladným nábojom, ktoré jadro odpudzuje, a preto môžu mať menšiu energiu.

Umelú rádioaktivitu objavili manželia Curieovci. Pri pokusoch s ostreľovaním látok časticami alfa zistili, že niektoré jadrá, ktoré vznikajú pri umelých jadrových premenách, sú rádioaktívne. Tieto jadrá sa samovoľne premieňali tak ako jadrá prirodzene rádioaktívne.

Jav umelej rádioaktivity tkvie v tom, že jadrá, ktoré vznikajú pri tejto reakcii, obsahujú viac protónov alebo neutrónov, ako má jadro atómu v stabilnom stave. Pri ostreľovaní uránu ${}^{238}_{92}\text{U}$ neutrónmi sa získali dva nové rádioaktívne prvky, ktoré sa v prírode nevyskytujú. Pretože sú umiestené za uránom, nazývajú sa **transurány**. Sú to chemické prvky, ktoré sa v prírode bežne nevyskytujú, všetky sa pripravujú umelo. Ľahšie transurány, ako napríklad neptúnium, plutónium, amerícium a curium, sa vyrábajú v ľahkovodných jadrových reaktoroch. Majú pomerne dlhé polčasy rozpadov a je možné ich extrahovať z vyhoreného jadrového paliva chemickou cestou. Doteraz bolo objavených dvadťdeväť transuránov, z nich sedem je v štádiu potvrdenia.

Otázky

1. Čím sa líši jadrová reakcia od chemickej?
2. Ktoré zákony zachovania sa uplatňujú pri jadrových reakciách?
3. Aký je rozdiel medzi prirodzenou a umelou rádioaktivitou?
4. Poznáte nejaké transurány?

Maria CURRIE-SKŁODOWSKÁ sa narodila 7. novembra 1867 vo Varšave počas ruskej okupácie v rodine učiteľov a bola vychovávaná v rodine po značnej nedostatkom peňazí. Jej sestra zomrela veľmi skoro a onedlho aj jej matka. Bola výborná študentka so zriedkavým darom sústredenia sa. Mária skrývala sen vedeckej kariéry, koncept nepredstaviteľný pre ženu v tom čase. Ale nedostatok peňazí znamenal, že bola nútená stať sa súkromnou učiteľkou. V roku 1891 plachá Mária prišla do Paríža. Prešla fyzikálnou



skúškou s červeným diplomom a pokračovala matematikou. V roku 1895 sa voľnomyšlienkar **Pierr Curie**, známy prácami o kryštalografii a magnetizme, stal jej manželom. V roku 1897 sa rozhodla urobiť si doktorát z fyziky. Skúmala žiarenie uránových solí a hľadala iné chemické prvky s vlastnosťami, ktoré neskôr nazvala rádioaktivitou. Vypracovala metódu, pomocou ktorej sa v roku 1902 získalo niekoľko decigramov čistej soli rádia a v roku 1910 získala z Jáchymovského smolinca rádium v kovovom stave.



Nobelovu cenu dostala spolu s manželom Pierrom Curieom za spoločnú prácu o rádioaktivite v roku 1903. V roku 1911 dostala Nobelovu cenu druhýkrát, a to za získanie rádia v kovovom stave. V čase pôsobenia na Ústave rádia vypracovala a zdokonalila kvantitatívnu metódu merania rádioaktivity. Vypukla vojna. Mária Curie cítila, že X-lúče by pomohli lokalizovať kovové črepiny z granátov a pomôcť chirurgom. Organizovala röntgenologické a rádiové vyšetровacie stanice pre poľné a zázemné vojenské nemocnice. V roku 1921 ju pozvali na prednáškové turné do Ameriky. 19. apríla 1906 jej zomrel manžel. Mária zomrela 4. júla 1934 v meste Savoy vo Francúzsku na leukémiu, vyčerpaná a skoro slepá, s prstami obhorenými a poznačenými "jej drahým rádiom". Bola vystavená počas života neuveriteľnému množstvu žiarenia.

Najteplejšie miesto – s ročným priemerom 34,41C je v Etiópii.

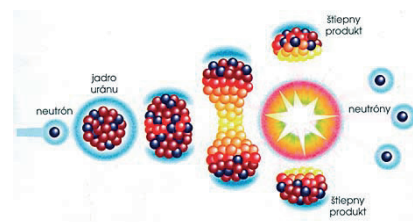
Stabilita jadier

2.12 Štiepenie a syntéza jadier

V predchádzajúcich článkoch sme ukázali, že jadrá *stredných hmotností* sú *najstabilnejšie*, pretože majú najväčšiu strednú hodnotu väzbovej energie, takže na uvoľnenie ich nukleónov je nevyhnutné dodať najviac energie. Naopak, pri spojení *ľahkých jadier* sa *uvoľňuje veľká energia*. Z toho možno usúdiť, že energia sa bude uvoľňovať, ak sa jadrá s relatívne veľkou hmotnosťou budú štiepiť na jadrá so strednou hmotnosťou, alebo ak sa budú jadrá s malou hmotnosťou spájať a utvoria jadrá so strednou hmotnosťou. Prvý proces sa nazýva štiepenie jadier a druhý skladanie čiže syntéza jadier.

2.13 Štiepenie jadier

Taliansky fyzik E. **Fermi** zistil (r.1934), že ostreľovaním atómov uránu neutrónmi vzniká veľký počet rádioaktívnych jadier. Tieto pokusy urobili ešte v Nemecku O. Hahn, L. Meißnerová a F. Strassmann a objavili (r.1939), že jadro uránu sa po zachytení neutrónu delí na dve jadrá s približne rovnakou hmotnosťou.



Obr24-17

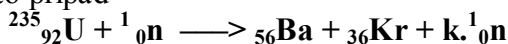
Štiepenie jadier

Tento jav nazvali **štiepenie jadier** (obr.2-17). Prebieha pri jadrovej reakcii. Aby však jadrová reakcia prebehla, najskôr treba dodať jadru určitú energiu, ktorá sa nazýva **aktivačná energia** W_a . (W_a – kritická energia štiepenia).

Aktivačná energia

Pri rádioaktívnych jadrových reakciách vzniká nové jadro, ktorého protónové číslo sa len veľmi málo odlišuje od poradového čísla pôvodného nuklidu. Pri štiepení však nastáva podstatnejšia zmena, pretože sa jadro delí na dve, niekedy aj na viac častí, tzv. úlomky (fragmenty). Pri štiepení toho istého nuklidu úlomky nie sú jednoznačne určené. Napr. pri štiepení jadra uránu $^{235}_{92}\text{U}$ je možný tento prípad

Štiepenie uránu



Pri tejto reakcii vzniknú dve nové jadrá (Ba a Kr) a k nových neutrónov. Nové jadrá nemajú uvedené nukleónové číslo, pretože môžu vzniknúť rozličné izotopy týchto prvkov podľa toho, koľko sa uvoľní neutrónov.

2.14 Jadrová reťazová reakcia

Štiepenie jadier sa okrem iného vyznačuje aj tým, že sa pri ňom uvoľňujú neutróny, ktoré sú schopné vyvolať ďalšie štiepenie.

Keď sa pri štiepení jadra uránu $^{235}_{92}\text{U}$ uvoľnia tri neutróny, v ideálnom prípade môže nastať štiepenie ďalších jadier, takže vznikne ďalších 32 neutrónov atď. Počet neutrónov rastie geometrickou postupnosťou, t.j. lavínovite, pričom sa súčasne uvoľňuje obrovská energia. Takáto reakcia sa nazýva **reťazová reakcia**. Vyvolanie reťazovej reakcie však v skutočnosti nie je také jednoduché, ako by sa to zdalo podľa obrázku. Prejavuje sa celý rad rozličných činiteľov, ktoré spôsobujú, že mnohé neutróny sa nemôžu zúčastniť ďalšieho štiepenia. Veľa neutrónov sa v uráne rozptýli a niektoré dokonca uniknú z uránu bez toho, aby sa vôbec zúčastnili štiepenia (obr.2-18). Čím je hmotnosť väčšia, tým schematicky naznačený na

Najchladnejšie miesto ročný priemer $-56,6^{\circ}\text{C}$ je v Antarktíde.

Reťazová reakcia

Kritická hmotnosť

Nadkritická hmotnosť

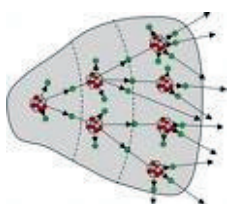
Preskúšajte sa

Syntéza jadier

Termonukleárna reakcia

atómu väčšia, tým je pravdepodobnejšie, že menej neutrónov z neho unikne pred tým, ako by sa zúčastnili štiepenia. Z toho vyplýva, že na vyvolanie reťazovej reakcie treba určitú **kritickú hmotnosť** uránu. Ak je hmotnosť uránu menšia ako kritická hmotnosť (asi 10 kg $^{235}_{92}\text{U}$), nemôže nastať reťazová štiepna reakcia

Prírodný urán obsahuje asi 0,7% uránu $^{235}_{92}\text{U}$ a 99,3% $^{238}_{92}\text{U}$. Väčšina



Obr.2-18

neutrónov uvoľnených pri štiepení má veľkú energiu, 1 MeV až 2 MeV, čo je však na štiepenie $^{235}_{92}\text{U}$ i $^{238}_{92}\text{U}$ nevhodná energia. Nuklid $^{238}_{92}\text{U}$, ktorý je v prírodnom uráne v prevahe, ľahko zachytáva rýchle neutróny s uvedenou energiou, ale zvyčajne sa rýchlo zbavuje energie, ktorá je dodaná pri vzbuzení jadra, a to len emisiou žiarenia gama, teda nie štiepením. Okrem toho tento nuklid zle zachytáva pomalé neutróny. Naproti tomu nuklid $^{235}_{92}\text{U}$ veľmi ľahko zachytáva pomalé neutróny. Možno teda v tomto prípade reťazovú štiepnu reakciu dosiahnuť v podstate dvojakým spôsobom: *obohatením prírodného uránu nuklidom $^{235}_{92}\text{U}$* , alebo *spomalením neutrónov*, ktoré vznikli pri štiepení. V praxi sa zvyčajne používa kombinácia oboch spôsobov.

Keď má štiepny materiál **nadkritickú hmotnosť**, už jediný zachytený neutrón vyvolá veľmi rýchlu reťazovú reakciu, pri ktorej sa uvoľní obrovská energia. Taký priebeh štiepnej jadrovej reakcie označujeme ako jadrový výbuch.

Otázky

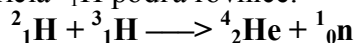
1. Čo je aktivačná energia?
2. Čím sa líši obyčajná rádioaktívna premena od štiepnej reakcie?
3. Vysvetlite vznik reťazovej reakcie. Kedy vznikne jadrový výbuch?

Spotreba energie
Amerika využíva viac ako 20 % svetovej energie, ale má len 5 % svetovej populácie. Priemerný Američan spotrebuje dvakrát toľko energie ako priemerný Európan a 100-krát viac ako priemerný Nepálec

2.15 Syntéza jadier

Ako sme už uviedli, obrovskú jadrovú energiu možno uvoľniť aj syntézou (**skladaním**) ľahkých jadier.

Zo stavby atómu je zrejme, že najmenšiu aktivačnú energiu má vodík. Pre ďalšie nuklidy aktivačná energia prudko rastie. Najlepšie možno realizovať skladanie deutéria ^2_1H a trícia ^3_1H podľa rovnice:



Získavanie energie jadrovou syntézou sa zásadne líši od získavania energie štiepením jadier. Reakcie nepretržitého zlučovania jadier je obdobou horenia. Ak má nastať jadrová syntéza, je nevyhnutné jadrá priblížiť k sebe tak, aby sa prejavili jadrové sily. Priblíženiu jadier však bráni elektrónový obal atómu. Jeho vplyv možno teoreticky odstrániť dvojakým spôsobom: buď **stlačením látky**, buď **zohriatím látky** na vysokú teplotu, pri ktorej nastane narušenie elektrónového obalu atómu.

Prvý spôsob je zatiaľ nerealizovateľný, pretože by boli treba obrovské tlaky, ktorými by sa vodík stlačil tak, aby 1m³ vodíka mal hmotnosť 10¹⁵kg.

Druhý spôsob je tzv. **termonukleárne reakcie**. Vzniká pri vysokých teplotách. Prebieha napr. vnútri Slnka, kde je teplota 10⁶ až 2 · 10⁷ K. Podstatným a hlavným zdrojom energie Slnka a hviezd vôbec sú jadrové

Ukryté počítače.
 Ľudia si počítač často predstavujú ako prístroj s monitorom a klávesnicou. okolo nás však existuje veľa zariadení (napr. fotoaparáty, automatické práčky, automobily), v ktorých sú zabudované malé počítače (mikroprocesory) naprogramované tak, aby riadili niektoré ich funkcie.

syntézy. Štiepenie prvkov na Slnku nemá význam, lebo prvky s veľkými nukleónovými číslami sa vyskytujú na Slnku len v nepatrnom množstve. Prevládajú prvky s malým nukleónovým číslom; vodík a hélium tvoria 90% hmotnosti Slnka. Príkladom jadrovej syntézy je vznik héliového jadra z dvoch jadier deutéria ${}^2_1\text{H}$ alebo z jadra deutéria a trícia.

Aby nastala syntéza jadier deutéria a trícia alebo dvoch jadier deutéria na jadro hélia, treba prekonať odpudivé sily, ktorými na seba pôsobia jadrá so súhlasným nábojom. Preto tieto jadrá musia získať obrovskú kinetickú energiu, t.j. príslušný plyn musí dosiahnuť veľmi vysokú teplotu, približne 10^7 K , aby prekonal tieto odpudivé sily a aby sa jadrá mohli pri vzájomných zrážkach priblížiť k sebe na dosah jadrových síl, t.j. do vzdialenosti 10^{-15} m .

Plyn, v ktorom prebieha jadrová syntéza, je úplne ionizovaný. Elektróny sa odtrhli od atómov a vzniká zmes voľných elektrónov a jadier, t.j. **plazma**. Častice plazmy pôsobia vzájomne na seba odpudivými silami, ktoré sú v prevahe, takže by sa plazma rýchlo rozptýlila do priestoru. Aby sa tak nestalo, potrebné sú obrovské sily. Na Slnku a na hviezdach pôsobia proti rozptýleniu plazmy silné gravitačné polia. Pri *riadenej termojadrovej reakcii* v pozemských podmienkach je predovšetkým nevyhnutné pracovať s veľmi riedkou plazmou, aby tlak plazmy neprevýšil hodnotu 10^8 Pa .

V súčasnosti je najväčším problémom udržať plazmu, pretože pri reakcii nemožno použiť nijaké nádoby. Vznikajú totiž také vysoké teploty, že roztavia všetky známe látky. Cieľom súčasných pokusov je udržať plazmu v určitom ohraničenom priestore pomocou vhodne volených magnetických polí.

Pri syntéze štyroch protónov na hélium sa na Slnku teda z každého gramu vodíka uvoľní energia asi 0,6 MJ.

Vzhľadom na túto obrovskú energiu sa riadenej termonukleárnej reakcii venuje v súčasnosti veľká pozornosť, pretože sa jej pripisuje veľký význam pre potreby energetiky v budúcnosti. Zásoby paliva sú pre túto reakciu prakticky nevyčerpatelne.

3 VYUŽITIE JADROVEJ ENERGIE A RÁDIONUKLIDOV

3.1 Jadrový reaktor, jadrová elektrárňa

Jadrový reaktor

Prvá reťazová reakcia
(r.1942)

Moderátor

Zariadenie, v ktorom sa udržuje reťazová jadrová reakcia a v ktorom sa uvoľňuje jadrová energia, nazýva sa **jadrový reaktor** (obr.3-1). Predpokladom praktického uplatnenia reťazovej

reakcie v jadrovej technike je riadenie jadrovej reťazovej reakcie tak, aby ju bolo možné podľa potreby buď spustiť v potrebnom rozsahu, buď zastaviť. Prvú takúto riadenú reťazovú reakciu uskutočnil v jednoduchom reaktore taliansky fyzik E. **Fermi** na chicagskej univerzite (r.1942).

Na uskutočnenie reťazovej reakcie je nevyhnutné, aby sa neutróny pohltli v nuklide ${}^{235}_{92}\text{U}$, t.j. musia sa nejakým spôsobom spomaliť. Potom sa tieto pomalé neutróny pohltia jadrami nuklidu ${}^{235}_{92}\text{U}$, takže sa reťazová reakcia môže udržať aj v prírodnom uráne. Látky, ktoré sa používajú na spomaľovanie rýchlych neutrónov, sa nazývajú **moderátory**. Ako moderátor sa používa napr.

Prvý atómový reaktor
 Taliansky fyzik Enrico Fermi v priestoroch squashových kurtov Chicagskej univerzity postavil a vyskúšal v roku 1941 prvý atómový reaktor v dejinách. Reaktor dokázal, že pri štiepení atómov uránu sa uvoľňuje obrovské množstvo energie.

Reflektor

Regulačné tyče

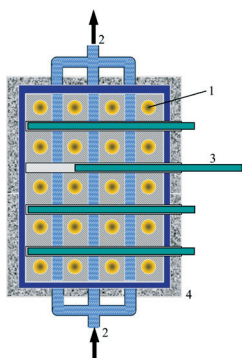
Výmenník tepla

Zloženie jadrovej elektrárne

ťažká voda D_2O alebo uhlík vo forme grafitu.

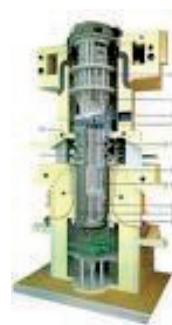
Poznámka: Ťažká voda je zlúčenina deutéria (D), teda izotopu vodíka 2_1H , a kyslíka (O). V prírodnej vode je jej asi 0,014%.

Schéma jednoduchého jadrového reaktora je na obrázku 3-1 a 3-2. Uránové tyče priemeru 2 cm až 3 cm sa vkladajú do reaktora tak, aby boli od seba vzdialené asi 15 cm až 20 cm a býva ich aj tisíc. Neutrón, ktorý náhodne vnikne do uránovej tyče, začne reťazovú reakciu a rýchle neutróny, ktoré vznikajú, spomaľujú sa pri prechode moderátorom až na rýchlosť približne $2,5 \text{ km.s}^{-1}$. Spomalené neutróny vyvolávajú premenu ďalších uránových jadier a reakcia pokračuje. Aby nenastávali straty neutrónov, reaktor obklopuje tzv. **reflektor** z grafitu alebo ťažkej vody, ktorý neutróny smerujúce von z reaktora odráža späť. Výkon reaktora sa riadi automatickým zasúvaním **regulačných**



Obr.3-1

Schéma jadrového reaktora:
1 – palivové tyče (články),
2 – chladiaca látka (napr. voda),
3 – regulačné tyče obsahujúce kadmium,
4 – tlaková nádoba reaktora



Obr.3-2

tyčí, ktoré sú z materiálu veľmi pohlcujúceho neutróny, ako je napr. *kadmium* alebo *ocel' s prímiesou bóru*.

Spľodiny štiepnej reakcie majú veľkú kinetickú energiu, ktorá zvyšuje vnútornú energiu tyčí, takže sa uránové tyče zahrievajú na vysokú teplotu. Uvoľnené teplo sa z reaktora odvádza napr. vodou, plynom alebo roztaveným kovom do tzv. **výmenníka tepla**, kde sa odovzdáva vode obiehavej v ďalšom okruhu.

3.2 JADROVÁ ELEKTRÁREŇ

Jadrová elektráreň (obr.3-3, 3-4) alebo atómová elektráreň je výrobná elektrickej energie, resp. technologické zariadenie, slúžiace na premenu jadrovej energie na elektrickú energiu. **Skladá sa** obvykle z **jadrového reaktoru** (obr.3-4), **parnej turbíny** s alternátorom a z mnohých ďalších pomocných prevádzok. V princípe sa jedná o parnú elektráreň, v ktorej sa energia získaná jadrovým reaktorom používa na výrobu pary v parogenerátore. Táto para poháňa turbíny, ktoré poháňajú alternátory na výrobu elektrickej energie. Súčasné jadrové elektrárne využívajú ako palivo prevažne obohatený urán, čo je prírodný urán, v ktorom bol zvýšený obsah izotopu ^{235}U z pôvodných zhruba 0,5 % na 2 – 5 %.

Jadrový odpad

Časť odpadu z jadrových elektrární je rádioaktívna – je zdrojom smrtonosného jadrového žiarenia pozostávajúceho z malilinkých častí alebo neviditeľných vln, poškodzujúcich bunky živých organizmov. A **časť** tohto **rádioaktívneho odpadu vydrží tisícky rokov!** Ukrýva sa preto pod zem v uzavretých kontajneroch. Mnoho ľudí znepokojuje nebezpečenstvo číhajúce z jadrového odpadu, a tak požadujú prevádzku jadrových zariadení zastaviť, alebo aspoň nebudovať nové. Podľa odhadov geológov a OECD vydržia známe a predpokladané zásoby

Ako pracuje počítač.

Počítač si všetko, čo mu zadáme prostredníctvom klávesnice, a všetko, s čím má pracovať, musí previesť na dvojkové (binárne) čísla. Ďalšie úkony robí formou matematických operácií s týmito číslami. Po skončení práce musí dvojkové čísla opäť previesť na zrozumiteľné slová a obrázky.

uránu najmenej 270 rokov.



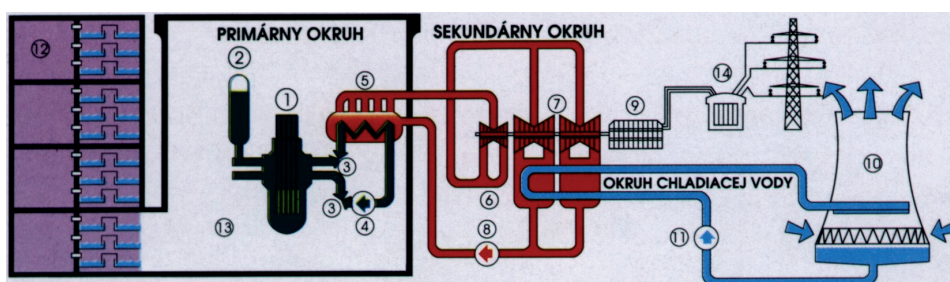
Obr.3-4



Obr.3-5

Riadiaca miestnosť v jadrovej elektrárni

Obr.3-3: Zjednodušený náčrt jadrovej elektrárne:



- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 – reaktor | 8 – čerpadlo kondenzátu |
| 2 – kompenzátor objemu | 9 – generátor |
| 3 – hlavné uzatváracie armatúry | 10 – chladiaca veža |
| 4 – hlavné cirkulačné čerpadlo | 11 – čerpadlo chladiacej vody |
| 5 – parogenerátor | 12 – vákuovo-barbotážny |
| 6 – vysokotlakový stupeň turbíny | bezpečnostný systém |
| 7 – nízkotlakový stupeň turbíny a kondenzátor | 13 – hermeticky uzatvorený priestor |
| | 14 – transformátor |

3.3 Čo sa stalo v Černobyle?

V diskusiách o bezpečnosti (alebo nebezpečnosti) jadrových elektrární sa najčastejšie spomína ako odstrašujúci príklad havária štvrtého bloku Černobyľskej jadrovej elektrárne (CJE) nad ránom 26. apríla 1986. Jej bezprostredným dôsledkom bola akútna choroba z ožiarenia niekoľko sto ľudí, smrť niekoľkých desiatok ľudí skoro po havárii, neskoršie choroby a úmrtia mnohých ľudí najmä v černobyľskej oblasti a materiálne škody vo výške rádovo stoviek miliárd vtedajších slovenských korún. Celosvetová verejnosť bola haváriou šokovaná. Prípadoom sa ihneď začala zaoberať Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (IAEA – International Atomic Energy Agency).

V auguste 1986 delegácia vtedajšieho Sovietskeho zväzu predložila IAEA rozsiahlu správu o príčinách a dôsledkoch havárie. Ukázalo sa v nej, že príčinou havárie bolo ťažko pochopiteľné zlyhanie ľudského faktora. Reaktor štvrtého bloku CJE bol v jame pod budovou jadrovej elektrárne. Jama mala steny z hrubého betónu. Na spomaľovanie neutrónov sa používal grafit, teda prakticky čistý uhlík. Vnútri grafitu sa nachádzali oceľové rúry, do ktorých boli vsunuté tyče s jadrovým palivom. V rúrach prúdila okolo tyčí s palivom voda poháňaná čerpadlom. V dôsledku jadrových reakcií sa voda zahrievala a cirkulačný systém viedol vznikajúcu paru k turbínam. Para roztáčala mohutné turbíny, ktoré vyrábali elektrický prúd, podobne ako v elektrárni, v ktorej sa spaľuje uhlie.

Reaktor pracoval dlhé roky spoľahlivo a havária nevznikla za jeho normálnej prevádzky. Stala sa pri experimente, v ktorom sa – paradoxne – mali študovať možnosti zvýšenia bezpečnosti reaktora. Myšlienka experimentu nebola zlá. Vychádzala z toho, že pri náznaku problémov s reaktorom bezpečnostný systém automaticky spustí do reaktoru tyče kadmium. Kadmium pohlcuje neutróny, čo zastaví štiepnu reakciu, a tým sa reaktor zastaví. Aj



Zo života

Fosílna palivá

V praveku sa ľudia naučili, ako páliť drevo, aby sa zohriali. Pred necelejšími 3 000 rokmi zistili, že horí aj uhlie, ropa a zemný plyn a že sú výhrevnejšie ako drevo. Odtedy sa tieto tri druhy palív stali nevyhnutnou súčasťou každodenného života. Dávajú nám teplo a svetlo a poháňajú stroje. Nazývame ich fosílna palivá, pretože vznikli zo skamenených zvyškov rastlín a živočíchov.

po zastavení reaktora je ale v elektrárni potrebné mať zdroj elektrického prúdu. Na to sú pripravené generátory, ktoré „naskočia“ a asi po jednej minúte od štartu začnú vyrábať potrebný prúd. V princípe, aj keď je to veľmi nepravdepodobné, by generátory nemuseli naskočiť alebo by naskočili pomaly. Účelom experimentu bolo vyskúšať, či sa na výrobu prúdu nedá využiť energia roztočenej turbíny. Pri prevádzke reaktora sa turbína otáča s istou frekvenciou, keď sa reaktor zastaví, otáčky turbíny sa postupne spomaľujú. Experiment mal overiť zariadenie na vyrábanie elektriny s konštantným napätím pri spomaľovaní otáčok turbíny.



Experiment bol naplánovaný na 25. apríla v denných hodinách. Malo sa uskutočniť pravidelné odstavenie a kontrola reaktora. Cez deň sa preto výkon postupne znížil na polovicu, čoskoro na to sa mal odstaviť prívod pary na turbínu. Bezpečnostný systém reaktora by to bol chápal ako poruchu spôsobenú prasklinou potrubia a zastavil by reaktor. Hneď potom sa mal uskutočniť experiment. Veci sa ale vyvinuli inak: Dispečer dodávok elektrickej energie naliehal na vedenie elektrárne, aby neodstavovali reaktor a dodávali energiu do siete s polovičným

výkonom do neskorých večerných hodín. Vedenie ČJE súhlasilo a odložilo experiment na noc. To bolo vážne porušenie

bezpečnostných predpisov, pretože len počas dennej zmeny sú prítomní všetci najkvalifikovanejší pracovníci elektrárne. Vážnym porušením bezpečnostných predpisov bola dlhodobá prevádzka reaktora pri polovičnom výkone. Toto bolo zakázané, pretože bolo známe, že v tejto situácii vznikajú nestability v práci reaktora. Bezpečnostný systém reaktora by bol pri takomto porušení bezpečnostných predpisov automaticky reaktor vypol. Obsluha tomu zabránila tým, že bezpečnostný systém jednoducho odstavila a prešla na ručné ovládanie reaktora. Od tejto chvíle sa „experiment“ zmenil na úplne nezodpovednú hru. Nestability naozaj vznikli a výkon reaktora sa prudko zvýšil. Obsluha ručným ovládaním zastavila reaktor, ale bolo už neskoro. Reaktor sa zahrial na vyše 2 500 °C, voda sa rozložila na výbušnú zmes vodíka a kyslíka, výbuch nastal, vážne poškodil reaktor a budovu reaktora a zapálil sa grafit (uhlík horí dobre).



Tragédia černobyľskej havárie bola v tom, že výbuch zmesi vodíka a uhlíka spolu s horiacim grafitom vyniesol do ovzdušia asi 3 % rádioaktívneho materiálu, čo viedlo ku katastrofe spomínanej v úvode. Rádioaktívne látky, ktoré sa dostali do ovzdušia zostali zväčša v černobyľskej oblasti, ale časť z nich zanesol vietor najprv nad Škandináviu. Potom sa vietor obrátil a priniesol rádioaktívne materiály aj nad územie Slovenska. Obyvateľ Slovenska bol v priemere ožiarený v prvom roku dávkou 0,25 mSv (milisievert). Nebudeme hovoriť presne o tom, čo táto jednotka označuje, použijeme ju len na porovnanie rôznych dávok ožiarovania. Ľudský organizmus je na isté dávky ožiarovania zvyknutý. Na všetkých z nás dopadá kozmické žiarenie, na horách intenzívnejšie ako v nížinách. V povrchu Zeme sa tiež nachádzajú v malých množstvách rádioaktívne látky a niečo žiarenia dostávame aj z nich. Z týchto dvoch zdrojov dostávame ročne dávku 1 mSv. Mnohí z nás bývajú v domoch, v stenách ktorých je trochu rádioaktívneho radónu. Odtiaľ v priemere dostávame dávku 1 mSv. Pri lekárskom vyšetrení na röntgene dostaneme v priemere 0,75 mSv ročne. Priemerná ročná dávka z „obyčajných“ zdrojov je teda okolo 2,75 mSv. Dodatočné zvýšenie od havárie ČJE bolo 0,25 mSv, teda zvýšenie zhruba o 9 %. Preto havária nebola katastrofou pre obyvateľov Slovenska. Pre okolie Černobyľu, kde dávky boli oveľa vyššie, to katastrofa bola. Skutočné dôsledky zvýšenia dávky o 9 % v prvom roku po havárii sa dajú dokázať len štatistickými analýzami a pri 9 % nad prirodzenú dávku sú očakávané zvýšenia počtu ochorení malé.



Každá havária vedie aj k **ponaučeniam**. Prvé z nich bolo, že požiadavky bezpečnosti jadrových reaktorov sa podstatne zvýšili. Od havárie v Černobyli musí byť každý reaktor zabezpečený tak, aby ani úplne chybné riadenie reaktora obsluhou nemohlo viesť k havárii. Jedným zo spôsobov je napríklad použitie vody na spomaľovanie neutrónov. Ak sa voda prehreje, vyparí sa, neutróny prestanú byť spomaľované a reaktor sa zastaví.

2. marca
2010 postihlo
Čile
zemetrásenie
v sile 8,8
stupňa
Richterovej
stupnice.
Podľa
amerického
Národného
úradu pre
letectvo a
vesmír
(NASA)
mohlo toto
zemetrásenie
vychýliť
zemskú os.
Taký posun
by sa prejavil
skrátčením
pozemského
dňa

Astronómia

Druhé poučenie viedlo k tomu, že grafit sa prestal používať na spomaľovanie neutrónov.

Havária v Černobyle viedla aj k vypracovaniu a bežnému používaniu mnohých nových bezpečnostných prvkov a k podstatnému zvýšeniu požiadaviek na bezpečnosť jadrových reaktorov.

Záver na zamyslenie

Roku 1905 odhalil nemecký fyzik Albert Einstein spojitosť medzi energiou a hmotou. Prišiel s myšlienkou, že hmota a energia sú len dve formy jednej existencie a že sa môžu premieňať jedna na druhú. Spojovacím ohnivkom medzi hmotou a energiou je okrídlený vzorec $E = mc^2$. Znamená, že v 1 kg hmoty je ukrytá energia 25 miliárd kWh.

Vedci vypočítali, že človek spotreboval od objavu ohňa približne 5 miliónov miliárd (5 000 000 000 000 000) kWh energie. Znamená to, že na uspokojenie všetkých energetických potrieb človeka za posledných štvrt' milióna rokov, teda od začiatku používania ohňa, by stačilo využiť energiu skrytú v 200 kg hmoty. Vedcom sa však dodnes nepodarilo objaviť spôsob, ako získať túto „zakliatu“ energiu. Pri spaľovaní dreva, uhlia a iných fosílnych palív získavame nanajvýš stomilióntinu percenta, ale ani v jadrových elektrárňach nedokážeme uvoľniť viac ako zlomok percenta skrytej energie.

4 ASTROFYZIKA

Astronómia je jednou z najstarších vied. Už prvých ľudí musel pohľad na jasnú nočnú oblohu plnú hviezd privádzať do úžasu. Úkazy na oblohe však neboli pre našich predkov iba jedinečným divadlom, mali aj bezprostredný vplyv na ich život. Pravidelný pohyb Slnka, Mesiaca a hviezd ich priviedol na myšlienku merať čas, znalosť súhvezdí im umožnila orientovať sa na mori. Už starovekí Egypťania a Gréci vzhliadali k oblohe a skúmali nebeské telesá. Pre raných astronómov však väčšina týchto objektov bola príliš vzdialená na to, aby mohli pozorovať nejaké podrobnosti. Skutočné poznatky o vesmíre začali ľudia získavať až po vynájdení



Obr.4-1

d ďalekohľadu v 16.storočí. V dnešnej astronómii sa pozorovania nerobia voľným okom. Používajú sa pri nich dômyselné prístroje, z ktorých niektoré, napríklad známy **Hubble d ďalekohľad** (obr.4-1), sú umiestnené na družiciach. Údaje pozorovania, ktoré zhromažďujú astronómovia, vyhodnocuje vedný odbor zvaný astrofyzika. Vďaka nej máme podrobný obraz o vesmíre, ktorého čiastkou sme.

4.1 Význam astronómie

Astronómia je jednou z najstarších vied; vznikla z praktických potrieb ľudí (meranie času, orientácia na moriach a pod.). predmetom štúdia astronómie sú objekty tzv. megasveta, ich vzájomné vzťahy a deje prebiehajúce na nich a medzi nimi. Pod pojmom megasvet rozumieme všetky kozmické objekty, t.j. hviezdy, medzhviezdnu hmotnosť, galaxie a sústavy galaxií. Všetky základné fyzikálne zákony platné v pozemských laboratóriách platia aj vo vesmíre a naopak.



Veľký tresk
(vznik
vesmíru)
nastal pred
cca 13,7
(plus-mínus 0,2)
miliardami
rokov

Dôkazy
guľatosti
Zeme

Človeku trvalo
22 storočí kým
vypočítal
vzdialenosť
Zeme od Slnka
149 400 000 km
Mohli sme to
vedieť skôr
keby sme
vynásobili
1 000 000 000
krát výšku
Cheopsovej
pyramídy
postavenej
30 storočí pred
n.l.

„Malá chyba na
začiatku sa
stane veľkou
na konci“
(G.Bruno)

4.2 Vývoj predstáv o zemi a vesmíre

Zem v dávnych dobách považovali za ploché teleso, obklopené zo všetkých strán morom. Tieto predstavy sa vplyvom náboženstva v najrozličnejších obmenách udržali až do konca stredoveku. Niektorí grécky filozofi vyslovili už v staroveku názor, že Zem má tvar gule a pokúsili sa vypočítať jej polomer. **Dôkazy guľatosti zeme** Gréci videli predovšetkým v tom, že sa výška Slnka na poludnie nad obzorom mení so zmenou zemepisnej šírky. Druhým takýmto dôkazom bol kruhový tieň Zeme, premietajúci sa na Mesiace v dobe zatmenia Mesiaca. Názor o guľatosti Zeme bol dokázaný objaviteľskými plavbami. Predstava o nehybnosti Zeme a o jej ústrednom postavení vo vesmíre sa však udržala ďalej. Tvrdenie, že sa Zem otáča okolo osi a obieha okolo Slnka, považovali mnohí hvezdári v 16. a 17. storočí za nezmyselné. Patril medzi nich aj **Tycho de Brahe**, ktorý sa opieral o vlastné pozorovanie hviezd. Správne predpokladal, že následkom obehu Zeme okolo Slnka by sa museli meniť polohy hviezd ako zrkadlenie pohybu Zeme. Netušil však, že jeho prístroje na také nepatrné zmeny polohy nestačia. Preto prakticky až do Newtonových čias sa všeobecne uznávala Ptolemaiová geocentrická sústava, ktorá tvrdila, že Zem je nehybná a okolo nej obiehajú nielen Mesiace, planéty, ale aj Slnko. Zdanlivé pohyby planét a Slnka vysvetľovala ptolemaiová sústava veľmi zložite.

Zem je guľatá



Grécky
filozof
Aristoteles
dospel

už v roku 350 pred n.l.
k presvedčeniu, že Zem
musí byť guľatá, a nie
plochá, ako sa vtedy
domnievala väčšina ľudí.
Jedným z dôkazov, ktorý
ho o tom presvedčil, bolo
pozorovanie lodí, ktoré po
vyplávaní na more mizli za
obzorom

Tycho de Brahe

(1546 – 1601) bol významný dánsky astronóm. Je považovaný za najlepšieho a najpresnejšieho pozorovateľa hviezdnej oblohy, ktorý bol prekonaný až šesťdesiat rokov po vynájdení ďalekohľadu. V roku 1565 zdedil značný majetok a začal sa venovať svojim koníčkom - alchýmii, a astronómii. V Dánsku získal vlastné observatórium.

V roku 1599 bol Rudolфом II. pozvaný do Prahy. Postavil nové observatórium v Benátkach nad Jizerou, kde mu posledných niekoľko mesiacov života robil asistenta Ján Kepler. Podľa povesti zomrel Brahe na prasknutie močového mechúra pri pozorovaní zatmenia Slnka alebo kvôli tomu, že zo spoločenských dôvodov nemohol vstať od hostiny skôr než cisár, ale dnes sa zdá, že mal nejakú obličkovú chorobu, alebo podľahol otrave ortuťou zo svojich alchymistických experimentov. Pochovaný je na pražskom Starom Meste v kostole Panny Márie pred Týnom pri Staromestskom námestí. Tycho Brahe vytvoril originálnu kozmologickú teóriu: podľa nej je síce Zem stredom Vesmíru, ale okolo nej obieha iba Slnko a Mesiace. Ostatné planéty obiehajú okolo Slnka.



Giordano Bruno

(1548 – 1600) bol taliansky renesančný filozof a dominikán. V astronómii sa preslávil tézami o tom, že Zem ani Slnko nie je stredom vesmíru a že vesmír je nekonečný. Po štúdiách v Neapole vstúpil ako päťnásťročný do dominikánskeho kláštora a neskôr v roku 1565 sa stal členom dominikánskeho rádu, kde prijal svoje nové meno Giordano. O sedem rokov neskôr bol vysvätený za kňaza. Bol však obvinený z kacírstva a utiekol roku 1576 z Neapola do Ríma, čím sa začal jeho neustály život štvanca. Pretože nebol schopný svoje názory prispôsobiť svojej dobe, z väčšiny miest svojho pôsobenia bol vyhnaný. V roku 1591 dostal pozvanie k návratu do Talianska, ktoré prijal. Po čase však bol svojím žiakom udaný, zatknutý a uväznený inkvizíciou a roku 1593 vydaný do Ríma. Bruno sa vlastne stal obeťou „vysokej“ politiky. Bol súdený za svoje protikresťanské a rúhačské myšlienky, pravdepodobne aj mučený a potom, čo tvrdohlavo odmietal odvolať svoje názory bol odsúdený k trestu smrti upálením. Trest bol vykonaný 17. februára roku 1600 v Ríme. Ešte na hranici sa odvracal od kríža, ktorý mu bol podávaný.



Až r.1543 poľský astronóm **Mikuláš Koperník** položil základy moderných názorov na stavbu slnečnej sústavy. Je zakladateľom **heliocentrickej sústavy**;

Zem spomaľuje
- za pár
miliónoch rokov
nebudú
priestupné roky

Heliocentrická sústava

**Giordano
Bruno**
(1550 – 1600)

Ján Kepler
(1571 – 1630)

**Galileo
Galilei**
(1564 – 1642)

**Prirodzené
družice**
V našej
slnčnej
sústave je
viac než 60
prirodzených
družíc -
mesiacov.
Väčšina
z nich obieha
okolo štyroch
veľkých
planét:
Jupitéra,
Saturna,
Uránu
a Neptúna.

stredom je Slnko, okolo ktorého obiehajú planéty v tomto poradí: Merkúr, Venuša, Zem, Mars, Jupiter a Saturn. Koperníkova myšlienka bola na tú dobu prevratná – revolučná, a trvalo viac ako 100 rokov, kým bola všeobecne uznaná. Treba pripomenúť, že Koperníkova myšlienka je podobná niektorým názorom z minulosti, napr. gréckych filozofov Filolaa z 5.st.p.n.l.a Aristarcha zo Samu, ktorý sa pokúsil určiť aj polomer Zeme. Koperníkove myšlienky šíril taliansky filozof a spisovateľ **Giordano Bruno**, ktorý pri inkvizíciom súde odmietol svoje tvrdenie odvolať a bol ako kacír r. 1600 v Ríme upálený. Moderná astronómia sa začína len na začiatku 17.st. vynálezom ďalekohľadu. Bol to najmä **Ján Kepler** a **Galileo Galilei**, ktorí položili základy astronómie a mechaniky. Kepler odvodil známe tri zákony pohybu planét. Vyvrcholením tejto fázy bol Newtonov objav gravitačného zákona. V 18. a 19. storočí sa uskutočnilo veľa významných astronomických objavov. Predovšetkým to bol objav Urána r.1781 a dôkaz peridického pohybu niektorých komét, najmä Halleyovej kométy. V 19. storočí nasledoval objav Neptúna, založený na výpočtoch rušivých síl tejto planéty na pohyb známych planét. Konečne použitie astronomickej fotografie a spektrálnej analýzy pomohlo odhaliť fyzikálnu podstatu kozmických telies a podstatne rozšíriť naše poznatky o vesmíre.

Mikuláš Kopernik

(1473 – 1543) bol poľsko-nemecký astronóm, filozof, humanista, kanonik v katolíckej cirkvi a ekonóm; významný predstaviteľ renesančnej filozofie; nahradil geocentrický obraz sveta heliocentrickým. Kopernikovo učenie obsahovalo kinematickú schému slnčnej sústavy, ktorá sa stala začiatkom vývinu nebeskej mechaniky a umožnila aplikovať pojmy zemskej mechaniky na kozmos.



Bol veľmi dobrým pozorovateľom oblohy a usúdil, že centrom slnčnej sústavy nie je Zem, ako si v tej dobe mysleli všetci učitelia, ale Slnko, okolo ktorého sa pohybujú planéty po kruhových dráhach. Tomuto systému hovoríme heliocentrizmus. Svoje poznanie stihol detailne rozpracovať vo svojej slávnej knihe *De revolutionibus orbium coelestium*, v ktorej dôkladne spochybnil geocentrizmus. Kniha vyšla v roku jeho úmrtia. Pochovaný je pravdepodobne vo Fromborskej katedrále.

Ján Kepler Johannes Kepler

(1571 – 1630) bol nemecký astronóm, fyzik, optik a matematik, objaviteľ troch základných zákonov pohybu nebeských telies. Narodil sa vo Weil der Stadt v juhozápadnej Nemecku.



Jeho otec bol vojak-žoldnier, a zomrel, keď bol Johannes päťročný. Matka bola dcérou hostinského. Johannes bol ich prvorodené dieťa. Vyštudoval na univerzite v Tübingene, tu u významného astronóma tej doby, Michaela Maestlina (1550 - 1631) študoval astronómiu. 1601 Kepler zaujal po smrti Tycho Brahe pozíciu kráľovského matematika v Prahe. Na základe dát získaných Brahom určil elipickú dráhu planéty Mars.

1612 Kepler opúšťa Prahu a odchádza do Linzu. Jeho žena a dvaja synovia umierajú. Znova sa žení, ale prenasledujú ho osobné a finančné problémy. Zomierajú mu dve malé dcéry. Vracia sa do Württemburgu.

Johannes Kepler zomrel po krátkej chorobe v Regensburgu. Po celý svoj život bol Kepler veľmi silne nábožensky založený. Vo svojich dielach sa často odvoláva na Boha.

Do začiatku 20. storočia boli naše predstavy o hviezdnom vesmíre nepresné. Až v dvadsiatych rokoch minulého storočia sa podarilo dokázať, že špirálové hmloviny sú v skutočnosti sústavy veľkého počtu hviezd, podobné sústave Mliečnej cesty našej Galaxie. V tridsiatych rokoch sa podarilo dokázať pohyb Slnka okolo stredu galaxie.

4.3 Gravitačné pole, pohyb planét

Všetky telesá v slnčnej sústave obiehajú okolo Slnka. Ich pohyby sa riadia Newtonovými pohybovými zákonmi a gravitačným zákonom. Tieto sily

Internet sa často označuje ako „informačný vesmír“. Toto slovo prvý raz použil v r. 1984 William Gibson vo svojom sci-fi románe *Neuromorálie*

poznáme veľmi dobre zo skúsenosti. Zem priťahuje všetky predmety v jej okolí ; voľné telesá padajú, podopreté telesá pôsobia tlakovou silou na podložku, zavesené napínajú záves. Vieme tiež, že Slnko priťahuje Zem, ostatné planéty aj iné telesá slnečnej sústavy.

Vzájomná príťažlivosť je všeobecnou vlastnosťou všetkých telies a nazývame ju gravitácia. Príťažlivé sily medzi telesami sú gravitačné sily.

Gravitačnými silami sa prejavuje **gravitačné pole**, ktoré je v okolí všetkých telies. Gravitačné pole je osobitnou formou hmoty – sprostredkúva silové pôsobenie medzi telesami a je nositeľom energie.

Gravitácia

4.4 Všeobecný gravitačný zákon

Gravitačný zákon

Gravitačné sily študoval Issac Newton. Na základe rozboru pohybu Mesiaca okolo Zeme a pohybu planét okolo Slnka formuloval **všeobecný gravitačný zákon**: *Dva hmotné body sa navzájom priťahujú rovnako veľkými silami opačného smeru. Veľkosť gravitačnej sily F je priamo úmerná súčinu hmotností m_1, m_2 oboch hmotných bodov a nepriamo úmerná druhej mocnine ich vzdialenosti r .* Teda platí

$$F = \chi \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

kde $\chi = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ je **gravitačná konštanta**.

Gravitačná konštanta

Gravitačné sily

Gravitačné pole sa znateľne prejavuje v okolí telies s veľkou hmotnosťou, ako je Zem, Mesiace, planéty, Slnko a iné kozmické telesá. Gravitačné sily vtedy dosahujú značné hodnoty. **Gravitačné sily patria medzi najdôležitejšie sily v prírode.**

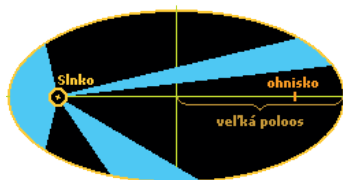
Pohyb planét (a všetkých telies) opisuje Newtonov gravitačný zákon, ktorý Izaak Newton sformuloval v druhej polovici 17. storočia. No o viac ako polstoročie skôr opísal zákonitosti pohybu planét **Johannes Kepler** podľa presných pozorovaní polôh Marsu od Tycha Braheho. Prvé dva z nich vydal vo svojej knihe *Astronomia nova* v roku 1609. Tak boli empiricky (na základe pozorovania) odvodené nasledujúce tri zákony pohybu nebeských telies.

Keplerove zákony

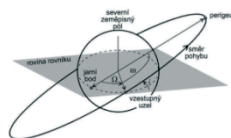
Keplerove zákony možno formulovať takto:

1. Planéty obiehajú okolo Slnka po elipsách s malou výstrednosťou, pričom Slnko sa nachádza v ich spoločnom ohnisku (obr.4-2).
2. Plochy opísané sprievodičom danej planéty vzťahujúcim sa na stred Slnka, za dva ľubovoľné rovnaké časové intervaly sú rovnaké (obr.4-2).

Pod **sprievodičom** planéty sa rozumie spojnice stredu Slnka so stredom



Obr. 4-2



Obr.4-3

Perihélium Afélium

planéty. Veľkosť aj smer sprievodiča sa pri obehu planéty okolo Slnka neustále mení. Miesto na trajektórii, v ktorom má planéta najmenšiu vzdialenosť od Slnka, sa nazýva **príslnie** alebo **perihélium**. Miesto, v ktorom je planéta najďalej od Slnka, nazýva **odslnie** alebo **afélium** (obr.4-3).

3. Pomer druhých mocnín obežných dôb planét pri ich obiehaní

V roku 1610
taliansky
vedec Galileo
Galilei si pri
pozorovaní
Jupitera
ďalekohľadom
všimol štyri
mesiace
obiehajúce
okolo tejto
planéty.
Prvýkrát
pozoroval
planéty
obiehajúce
okolo iného
kozmickeho
telesa.
Galileo ako
prvý
pozoroval aj
škvrny na
Slnku

Prvá
kozmicke
rýchlosť

Druhá
kozmicke
rýchlosť

okolo Slnka je úmerný pomeru tretích mocnín veľkých polosí ich eliptických dráh

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

4.5 Pohyb družíc, kozmicke rýchlosti

Ak má nejaké teleso obiehať okolo Zeme tesne nad jej povrchom, treba mu na začiatku udeliť určitú začiatocnú rýchlosť vodorovným smerom. Podmienkou jeho obiehania je, aby odstredivá sila bola rovnako veľká ako príťažlivá (dostredivá) gravitačná sila, ktorou na ňu pôsobí Zem.

Najjednoduchšou trajektoriou umelej družice je kružnica. Rýchlosť v_k , ktorú musíme družici vo výške h nad povrchom Zeme udeliť, aby konala rovnomerný pohyb po kružnici s polomerom r , sa nazýva kruhová rýchlosť, alebo **prvá kozmicke rýchlosť**.

$$v_k = \sqrt{\chi \frac{M_Z}{R_Z + h}}$$

M_Z = hmotnosť Zeme

R_Z = polomer Zeme

χ = gravitačná konštanta ($6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$)

h = výška telesa nad povrchom Zeme.

Jej hodnota je $v_k = 7,9 \text{ km.s}^{-1}$.

V praxi je obiehanie družice možné len vo výške väčšej ako 200 km. V opačnom prípade by bol jej pohyb brzdený zemskou atmosférou. No

Zrod internetu
Internet sa začínal ako vojenská komunikačná sieť. Na začiatku 70. rokov americkí inžinieri navrhli systém, ktorý by fungoval aj v prípade, keby jadrový útok vyradil niektoré počítače. Signály by sa automaticky presmerovali cez počítače, ktoré by „prežili“. Tento návrh sa neskôr využil na zriadenie počítačovej siete spájajúcej univerzity a teraz sa využíva v internete.

uvedených 200 km je vzhľadom na zemský polomer (6400 km) tak či tak málo, takže stále možno hovoriť o pohybe družice v malej výške nad jej povrchom. Prvým telesom, ktoré dosiahlo takúto rýchlosť, bola družica Sputnik 1. Prvá kozmicke rýchlosť klesá so vzdialenosťou telesa od Zeme.

Ak udelíme družici vo výške h nad povrchom Zeme rýchlosť väčšiu ako je príslušná kruhová rýchlosť, zmení sa kruhová trajektória na eliptickú. Elipsa má tým väčšie rozmery a je tým pretiahnutejšia čím je väčšia začiatocná rýchlosť družice.

Ak vzrastie rýchlosť družice na dostatočnú hodnotu, zmení sa elipsa na parabolu, trajektória už nie je uzavretá krivka a družica sa bude trvale vzdďaľovať od Zeme. Rýchlosť vp sa nazýva **parabolická rýchlosť** alebo **úniková rýchlosť**.

$$v_p = \sqrt{2\chi \frac{M_Z}{R_Z + h}}$$

Tejto rýchlosti hovoríme **druhá kozmicke rýchlosť**.

Umele družice

Existuje veľa druhov umelých družíc. Meteorologické družice sledujú vodné zrážky, búrky, oblaky, merajú



teploty na pevnine i na mori.

Telekomunikačné družice prenášajú z jedného kúta Zeme na druhý informácie, napríklad televízne signály a telefonické hovory. Špionážne družice pozorujú vojenské ciele z malých výšok a vysielajú do pozemných staníc podrobné snímky sledovaných objektov. Družice na diaľkový prieskum Zeme monitorujú vegetáciu, znečistenie vôd a ovzdušia, zmeny v osídľovaní, no i geologické faktory, akými sú zdroje nerastných surovín

Jurij Gagarin,
prvý človek vo
vesmíre, obletel
v lodi Vostok 1
zem za 108
minút

**Tretia
kozmic
rýchlosť**

Jej veľkosť je $v_p = 11,2 \text{ km.s}^{-1}$. Druhá kozmická rýchlosť tiež klesá so vzdialenosťou telesa od Zeme. Prvým telesom, ktoré dosiahlo takúto rýchlosť, bola kozmická sonda Luna 1.

Tretia kozmická rýchlosť je rýchlosť potrebná pre únik telesa z gravitačného poľa Slnka vo vzdialenosti Zeme od Slnka. Tretia kozmická rýchlosť v smere jej pohybu sa rovná $v_u = 16,6 \text{ km.s}^{-1}$.

Prvé človekom vyrobené teleso, ktoré dosiahlo takúto rýchlosť, bola kozmická sonda Pioneer 10, ktorá dosiahla rýchlosť $16,7 \text{ km.s}^{-1}$.

4.6 Stacionárna družica

**Stacionárne
družice**

Družica môže stáť aj nad tým istým miestom zemského povrchu. Presnejšie povedané nad istým miestom zemského rovníka. Takej družici hovoríme stacionárna. Je to možné len vďaka tomu, že Zem sama rotuje.

Stacionárna družica obieha okolo Zeme súhlasne s rotáciou Zeme. Jej perióda obiehania je rovnaká ako perióda otáčania Zeme (24 h). Stacionárne družice sú nad zemským povrchom vo výške okolo 36 000 km. Pri pozorovaní Zeme zo stacionárnej družice by sa nám Zem javila podobne ako Mesiac. Videli by sme ju stále z jednej jedinej strany. Stáli by sme nad tým istým bodom rovníka.

Stacionárne družice majú veľký význam pre prenos televíznych a telefónnych signálov.

4.7 Slnčná sústava

**Slnčná
sústava**

K slnečnej sústave patrí predovšetkým **Slnko** ako ústredné teleso a veľa telies s najrozličnejšími veľkosťami, ktoré obiehajú po kužeľosečkách okolo Slnka. Sú to:

Slnko

- veľké a stredné **planéty** (v súčasnosti ich je 8),

Planéty

- veľký počet **planétok**, pohybujúcich sa medzi Marsom a Jupiterom (do r. 2009 ich je známych 166),

Mesiace

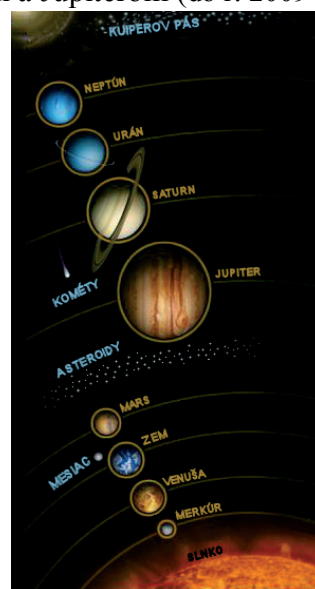
- **mesiace** obiehajúce okolo niektorých planét,
- neznámy počet **komét**, meteorických rojov a **meteorov**,

**Meteory
Kométy**

- drobné **prachové častice**, tvoriace medziplanetárnu látku. Všetky tieto telesá (vrátane Slnka) obiehajú okolo spoločného ťažiska celej sústavy po teoreticky zložitých dráhach. Pretože hmotnosť Slnka tvorí 99% hmotnosti celej slnečnej sústavy, je ťažisko sústavy prakticky totožné so stredom Slnka a dráhy planét sú elipsy, v ktorých jednom spoločnom ohnisku je Slnko.

**Prachové
častice**

Všetky planéty obiehajú okolo Slnka v súhlasnom smere; okrem Urána sa otáčajú aj okolo vlastnej osi v rovnakom smere, ako sa otáča Slnko. Je to smer od západu k východu (v astronómii sa tento smer volá priamy), proti zdanlivému otáčaniu oblohy. Planéty s veľkou hmotnosťou (Jupiter, Saturn, Urán a Neptún) majú pomerne malú hustotu, kým planéty s relatívne malou hmotnosťou (Merkúr, Venuša, Zem, Mars) majú hustotu pomerne veľkú. Dráhy mesiacov sú zväčša totožné s rovníkom planét. Väčšina mesiacov obieha okolo planét v priamom smere, iba



Do Slnka by sa zmestilo vyše 1 300 000 guli veľkosti Zeme

Jeden svetelný rok (vzdialenosť, ktorú prejde svetlo za rok) sa rovná vzdialenosti 9 460 miliárd kilometrov. Za rok by teda obehlo svetlo celú zemeguľu približne 236 060 000 krát

Parsek

Astronomická jednotka AU

Svetelný rok

niektoré Jupiterove a Saturnove mesiace obiehajú spätným smerom.

Ak považujeme za hranicu slnečnej sústavy najväčšiu vzdialenosť planétky Pluto, potom je polomer slnečnej sústavy asi 40-krát väčší ako polomer dráhy Zeme. Dráhy komét sú väčšinou oveľa väčšie, lebo obiehajú okolo Slnka po veľmi pretiahnutých dráhach. Môžeme predpokladať, že polomer slnečnej sústavy presahuje niekoľko desaťtisíckrát polomer dráhy Zeme. Možno, že niektoré kométy unikajú z dosahu príťažlivosti Slnka. Niektoré údaje o planétach sú v nasledujúcej tabuľke.

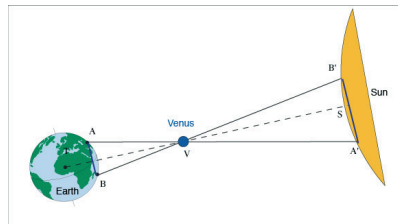
Základné údaje o planétach

Planéta	Symbol planéty	Rovníkový priemer (km)	Hmotnosť (kg)	Priemerná vzdialenosť od Slnka (milióny km)	Dĺžka siderického obehu (roky)	Dĺžka rotácie (hodiny)
Merkúr	☿	4 880	$3,303 \cdot 10^{23}$	57,91	0,241	1 407,6
Venuša	♀	12 104	$4,869 \cdot 10^{24}$	108,2	0,615	5 832,5
Zem	♁	12 756	$5,9736 \cdot 10^{24}$	149,6	1,0	23,93
Mars	♂	6 794	$6,4218 \cdot 10^{23}$	227,94	1,88	24,62
Jupiter	♃	142 984	$1,8986 \cdot 10^{27}$	778,6	11,86	9,83
Saturn	♄	120 536	$5,6846 \cdot 10^{26}$	1427,0	29,46	10,23
Urán	♅	51 118	$8,683 \cdot 10^{25}$	2569,6	84,01	17,24
Neptún	♆	49 532	$1,0243 \cdot 10^{26}$	4496,6	164,79	16,11

4.8 Vzdialenosti telies slnečnej sústavy

Vo vesmíre však nevystačíme s našou dobre známou hlavnou jednotkou vzdialenosti v medzinárodnej sústave jednotiek SI, s metrom. Telesá sú vo vesmíre jedno od druhého tak ďaleko, že medzinárodná sústava jednotiek ponechala pre ne tri vedľajšie dĺžky: **astronomickú jednotku, svetelný rok a parsek**

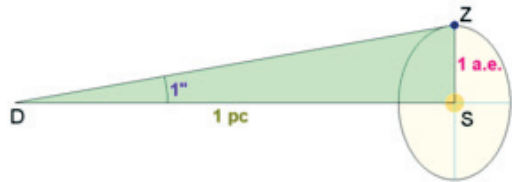
Najzákladnejšia jednotka na meranie vesmírnych vzdialenosti je **astronomická jednotka AU**. Z francúzskeho základu je skratka tejto jednotky UA, ale keďže skoro všetky medzinárodne astronomické konferencie sú v anglickom jazyku tak je oveľa používanější skratka z anglického základu AU. **Astronomická jednotka je priemerná vzdialenosť medzi Slnkom a Zemou.** Keď však bola pevne stanovená ešte táto vzdialenosť nebola úplne presne určená. Preto je $1 \text{ AU} = 149\,597\,870\,691 \pm 30$ metrov.



Ďalšia jednotka používaná na meranie vzdialeností je **svetelný rok ly**. Je to **vzdialenosť ktorú prejde svetlo za jeden rok**. Pritom berieme do úvahy tropický rok (365,242 199 1d(365d 5h 48m 46s)). $1 \text{ ly} = 9\,461\,000\,000\,000 \text{ km}$ (9,461 biliónov kilometrov). Pritom počítame s rýchlosťou svetla vo vákuu ($299\,792,458 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$). $1 \text{ ly} = 9,461 \cdot 10^{15} \text{ m} = 63\,241 \text{ AU}$

Aby sa kozmická loď dostala na obežnú dráhu okolo Zeme, musí dosiahnuť rýchlosť asi 28 000 km.h⁻¹ (1. koz.rýchľ). Po prekročení 2.kozm.rýchľ. 40 000km.h⁻¹ sa vymaní z pôsobenia zemskej gravitácie a vydá sa do vesmíru. Táto rýchlosť sa nazýva aj úniková.

Hlavnou jednotkou na meranie nekonečných vesmírnych vzdialeností je však **parsec**. Je to základná jednotka určovania vzdialenosti v astronómii definovaná ako vzdialenosť, z ktorej sa javí veľká polos zemskej dráhy (1 AU) pod uhlom 1''. Ak by sme túto vzdialenosť chceli vyjadriť v kilometroch, bolo by to 30 860 000 000 000 km (30,86 biliónov kilometrov). Pod pojmom paralaxa rozumieme zdanlivú zmenu polohy telesa voči pozorovateľovi,

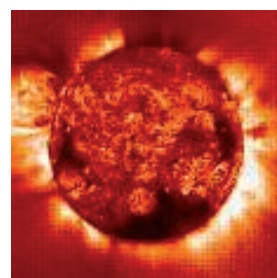


súvisiacu so zmenou polohy pozorovateľa. Tento úkaz využívame na určovanie vzdialeností blízkych hviezd. Na zmenu polohy pozorovateľa slúži pohyb Zeme okolo Slnka. Dĺžka

parseku nie vždy zodpovedá vesmírnym vzdialenostiam. Stretneme sa preto aj s jeho tisíc násobkom, kiloparsekom a milión násobkom, megaparsekom (1 pc = 3,086.10¹⁶ m = 206 264,806 AU = 3,261633 ly).

4.9 Základné údaje o Slnku

Slnko je hviezda našej planetárnej sústavy. Planéta Zem obieha okolo Slnka. Je to naša najbližšia hviezda a zároveň najjasnejšia hviezda na oblohe. Gravitačné pôsobenie Slnka udržiava na obežných dráhach okolo Slnka všetky objekty slnečnej sústavy. Jeho energia je nevyhnutná pre život na Zemi. *Slnko je obrovská guľa žeravých plynov*, z ktorých zhruba tri štvrtiny predstavuje vodík a jednu štvrtinu hélium spolu s nepatrnými stopami iných prvkov. **Vnútri** jeho horúceho **jadra** s vysokou hustotou *stláča gravitácia vodíkové jadrá tesne k sebe*, pričom dochádza k jadrovým reakciám, pri ktorých vzniká hélium a uvoľňuje sa nesmierne množstvo energie vo forme tepla a svetla, čo umožňuje existenciu života na Zemi. Všetka energia na Zemi z výnimkou jadrovej energie pochádza pôvodne zo Slnka. Napríklad z uhlia, ropy a zo zemného plynu, vytvorených pred miliónmi rokov zo zvyškov rastlín a živočíchov, sa uvoľňuje pri spaľovaní slnečná energia, vďaka ktorej sa tieto organizmy mohli vyvíjať a žiť.



Hmotnosť Slnka ($M = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg) sa používa v astronómii ako **jednotka na určovanie hmotností hviezd**. Priemer Slnka vypočítaný z jeho vzdialenosti a zdanlivého priemeru je 1,4.10⁹ m. Slnko je s veľkou presnosťou guľa objemu 1,4.10²⁷ m³. Povrchová teplota Slnka je 5 800 K. Teplota vnútri Slnka je oveľa väčšia a odhaduje sa na 20 miliónov K.

Slnko sa okolo svojej osi otáča s periódou asi 25 dní. Pretože Slnko nie je tuhé teleso, závisí rýchlosť rotácie od uhlovej vzdialenosti rôznych bodov od slnečného rovníka.

Slnko (spolu s planétami) **sa zrodilo** pred takmer **5 miliardami** rokov z plynového oblaku tvoreného vodíkom a héliom zmiešanými s prachom. Táto medzigalaktická hmota sa vplyvom vlastnej gravitácie zmrštila, čím sa zvýšila jej teplota natoľko, že sa spustili jadrové reakcie, pri ktorých sa vodík premieňal na hélium.

Od tohto okamihu začalo Slnko rovnomerne vyžarovať energiu. Vedci sa domnievajú, že v tejto činnosti bude pokračovať ešte ďalších 5 miliárd rokov; potom sa mu minie vodíkové palivo a začne odumierať. Vek vesmíru sa odhaduje na 15 miliárd rokov, takže Slnko je pomerne mladá hviezda. Podľa klasifikácie, o ktorej bude reč v stati o teplote hviezd, je hviezdou druhej generácie, vzniklo teda aj so svojimi planétami z materiálu, ktorý čiastočne pochádza z výbuchu starších hviezd. O takom pôvode slnečnej sústavy svedčí aj výskyt ťažkých prvkov na Zemi.



4.10 Planéty

Zem je jedným z ôsmych takýchto objektov, ktoré sa pohybujú okolo Slnka po eliptických dráhach tým istým smerom a otáčajú sa pritom okolo vlastnej osi. Sú to planéty – veľké nebeské telesá zložené z hornín, kovov a zmesi plynov. Niektoré, napr. Zem a Venuša, sú obalené vrstvou plynov – atmosférou. Najväčšie planéty Jupiter a Saturn obklopujú prstence plynov a prachu. Teplota na povrchu planét je značne rozdielna: na Merkúre, ktorý sa nachádza najbližšie pri Slnku, je za tamojšieho dňa horúcejšie ako v peci, kým na planéte Neptún, ktorá je na okraji slnečnej sústavy je niekoľko násobne chladnejšie ako za tuhých nočných mrazov. V ďalekohľade sa planéty javia ako svetelné disky putujúce po nočnej oblohe. Samy však nevyžarujú svetlo, iba odrážajú svetlo zo Slnka. Podľa doterajších poznatkov je Zem jedinou planétou v slnečnej sústave, na ktorej sú vhodné podmienky pre život. Hviezd, ako je naše Slnko, sú však vo vesmíre milióny a vedci usudzujú, že mnohé majú vlastné planéty. Je teda možné, že podobne ako na Zemi i na niektorých z nich existujú určité formy života.

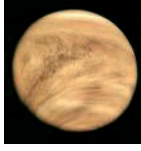
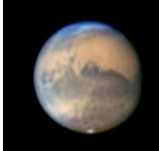
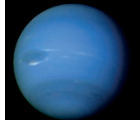
Odkiaľ sa vzali planéty?

Každý rok sa
Mesiac
odchyľuje o
3,82 cm od
Zeme

Slovo **planéta** znamená v gréčtine „*tulák*“. Toto pomenovanie dostali planéty preto, lebo občas sa akoby zatúľajú medzi hviezdy. Predpokladá sa, že planéty vznikli približne v tom istom čase ako Slnko. Keď sa pôvodný mrak plynu a prachu zmrštil a vytvoril Slnko, časť hmoty bola odstredená do splošteného disku. Počas niekoľkých miliónov rokov sa plyn a prach zhlukli do planét a mesiacov. Hustejšie horniny sa udržali bližšie pri Slnku a ľahšie plyny vo väčšej vzdialenosti.

Zem je jedinou planétou, o ktorej vieme, že na nej existuje život. Má na to všetky predpoklady: vhodné zloženie atmosféry, dostatok vody, aj magnetické pole, ktoré ju chráni pred kozmickým žiarením. Sklon zemskej osi vzhľadom na rovinu obiehanie Zeme okolo Slnka umožňuje striedanie ročných období. Okolo Zeme obieha Mesiac, a to tak, že zo Zeme vidíme stále tú istú jeho stranu. Už malým ďalekohľadom môžeme na povrchu Mesiaca pozorovať množstvo kráterov a morí.

Základné údaje o planétach slnečnej sústavy

Merkúr	Venuša	Mars	Jupiter	Saturn	Urán	Neptún
						
Sa nachádza tak blízko pri Slnku, že nemôže mať atmosféru ani oceány, lebo voda by sa vyparila. Na jeho skalnatom povrchu vystupuje teplota až na 430°C a klesá na -190°C.	Celý povrch zahaľujú husté oblaky, ktoré zachytávajú slnečné lúče, takže teplota na jej povrchu dosahuje asi 480°C, čo je najviac zo všetkých planét našej sústavy.	Je malá vyprahnutá planéta s červeným skalnatým povrchom. Je na nej chladno (okolo -23°C) a na póloch jej sedia dve čiapôčky z ľadu a zamrznutého plynu. Má dva obrovské mesiace Fobos a Deimos.	Je najväčšia planéta slnečnej sústavy. Má niekoľko mesiacov. Jeho povrch tvorený zmesou kvapalín a plynov, zakrývajú pásyoblakov, v ktorých dochádza k atmosferickým vírom. Je to studená planéta obklopená prstencom prachu.	Je takmer taký veľký ako Jupiter. Atmosféru má rozdelenú na veľký počet pásov tvorených búrkovými mrakmi. Na rozhraní oblačných pásov dujú silné vetry. Saturn tvorí pevné jadro obklopené ľadom a plynným vodíkom. Má najviac mesiacov zo všetkých planét.	Má pevné kovové jadro obklopené ľadom a plynmi. Jeho modrozelenú atmosféru tvorí prevažne vodík, metán a hélium. Teplota na povrchu je okolo – 214°C.	Obklopuje jasne modrá vodíková atmosféra s mrakmi metánu a čpavku. Predpokladá sa, že má kamenné jadro, veľké asi ako Zem. Okolo Neptúna možno pozorovať tri prstence a osem obiehajúcich mesiacov.

Nikto nevie, či bol naozaj niekedy na Marse život. Vedci skúmali úlomok skaly z tejto planéty v auguste 1996. Domnievali sa, že obsahuje skameneliny jednoduchých organizmov. 4. júla 1997 pristala na Marse americká sonda a začala na Zem posilať televízne zábery povrchu Marsu.

Veľký voz nie je súhvezdie

Let prúdovým lietadlom k najbližšej hviezde - Proxime Centauri - by trval 5 miliónov rokov. K

4.11 Vesmír

Vesmír, to sú hviezdy, planéty a iný materiál roztrúsený v priestore. Pozostáva až zo 100 miliárd galaxií, z ktorých každá obsahuje 100 miliárd hviezd.

Väčšina vedcov verí, že vesmír vznikol veľkým výbuchom nazývaným veľký tresk, ktorý sa odohral asi pred 15 miliardami rokov. Pri tejto udalosti vznikla všetka hmota a energia vesmíru v zlomku sekundy v oblasti menšej, než je zrnko hrozna. Odvtedy sa vesmír stále rozpína. Pozrime sa na základné objekty, ktoré môžeme na oblohe a vo vesmíre vidieť.

a) HMLOVINY - Aj bez ďalekohľadu sa nám niektoré hviezdy zdajú rozmazané. Jeden príklad nájdeme uprostred Oriónovho „meča“. Ak sa pozrieme ďalekohľadom zistíme, že to vôbec nie je skutočná hviezda, ale žiariace mračno prachu a plynov, tzv. hmlovina. Nazývame ju **Veľká hmlovina** v Orióne.



b) GALAXIE - Sú hviezdne sústavy obsahujúce plyny, prach a miliardy hviezd. Podľa tvaru ich možno zaradiť do troch hlavných skupín: eliptické, špirálové a nepravidelné. Väčšina galaxií patrí do prvých dvoch pravidelných skupín a iba zopár ich má nepravidelnú podobu.



Jedinými galaxiami, ktoré môžeme pozorovať voľným okom, sú **Veľká hmlovina** (na obr.vľavo) v Andromede na severnej pologuli a **Veľký a Malý**



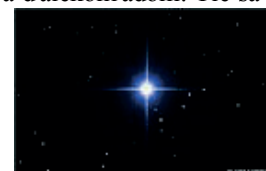
Magellanov mrak (na obr.vpravo) na južnej pologuli. Astronómovia doteraz zaznamenali milióny galaxií a predpokladajú, že vo vesmíre ich je okolo 100 miliárd. Mliečna cesta je naša galaxia, do ktorej patrí aj naše Slnko. Má tvar špirály, z ktorej stredu vybiehajú zakrivené ramená s hviezdami.

NASA GALAXIA - Mliečna cesta

Slnko je jednou zo 150 miliárd hviezd obrovskej **špirálovej galaxie**. Tvorí ju, podobne ako iné galaxie tohto typu, guľovité jadro, z ktorého vybiehajú špirálovité ramená. **Jej priemer je 100 000 svetelných rokov**, pričom Slnko sa nachádza 30 000 svetelných rokov od jej stredu. Dávnejšie sa používal pre našu hviezdnu sústavu i názov Mliečna cesta.

c) HVIEZDY - Hviezda začína svoj život kondenzáciou látky v mraku plynu a prachu. Keď je teplota hviezd dostatočne vysoká, spustia sa jadrové reakcie, vodík sa mení na hélium a hviezda trvalo žiari. Žlté hviezdy ako Slnko môžu rovnomerne svietiť aj miliardy rokov až po expanzie a ochladnutia na červené obry. Nakoniec skolabujú do štádia malých, hustých bielych trpaslíkov a potom zaniknú.

Za jasnej noci vidíme na oblohe menej než tisíc hviezd. Niektoré z nich žiaria jasným svetlom, iné sotva postrehneme. Keby sme ich chceli usporiadať a opísať, začali by sme asi tým, že by sme ich roztriedili podľa množstva svetla, ktoré vydávajú. Prvým, kto uskutočnil túto myšlienku, bol grécky astronóm Hipparchos. Zaviedol šesť hviezdnych veľkostí, pričom najjasnejšie boli hviezdy prvej veľkosti a najmenej jasné hviezdy šiestej veľkosti. Neskôr sa Hipparchova stupnica rozšírila aj na hviezdy, ktoré sa dali pozorovať iba ďalekohľadom. Tie sa do pôvodnej stupnice nezmestili – ich hviezdna veľkosť bola vyššia než šiesta. Astronómovia odhadujú, že vo vesmíre je asi 10 miliárd triliónov hviezd- číslo s dvadsiatimi dvoma nulami po jednotke. Najjasnejšou hviezdou na oblohe je **Sírius** (na obr.).



Vo vesmíre sa neustále rodia nové hviezdy a staré zanikajú. Rodiskami hviezd sú medzhviezdne plynovo – prachové mračná.

Keď v jadre protohviezdy stúpne teplota na 10 miliónov °C, spustia sa jadrové reakcie, v ktorých sa vodík pomaly mení na hélium. Protohviezda začína žiariť – stáva sa z nej hviezda. Hviezdy veľkosti Slnka žiaria asi 10 miliárd rokov. Najhmotnejšie hviezdy (asi 100 ráz masívnejšie ako Slnko) žiaria veľmi jasno, no žijú iba okolo 10 miliónov rokov.



Niektoré hviezdy nečakane prudko zažiaria – niekedy to trvá aj niekoľko hodín – a potom postupne blednú celé mesiace i roky. Príčinou je obrovský jadrový výbuch. Takéto hviezdy sa nazývajú novy alebo supernovy.

Supernova (na obr.vľavo) vznikne, keď sa veľká hviezda (aspoň 1,5 –

Slnku by to isté lietadlo letelo 20 rokov

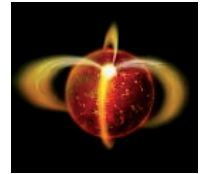
V roku 1926 v USA vypustili prvú raketu na tekuté palivo

Čínski astronómovi a pravdepodobne pred viac než 2200 rokmi pozorovali Halleyovu kométu. Kométu vidieť i na Bayeuxskom gobelíne z 11.st., znázorňujúcom vikingské dobytie Anglicka.

Zrod komét

Vo vesmíre ľudia narastajú až o 5 cm. Je to spôsobené tým, že tu nie je nijaká gravitácia, ktorá by tlačila ich telá k zemi. Nárast telesnej veľkosti však môže spôsobiť problémy. Pri jednej výprave raketoplánu astronauti zistili, že sa nevymestia do letového kresla

krát ťažšia ako Slnko) ocitne na konci svojej existencie. Po výbuchu supernovy sa jej jadro môže premeniť na **pulzar** (na obr.vpravo) rýchlo rotujúcu neutrónovú hviezdu s veľmi silným magnetickým poľom, ktorej hmotnosť prevyšuje hmotnosť Slnka, no priemer má iba 16 km. Pri rotácii okolo svojej osi pulzary periodicky vyžarujú zväzok elektromagnetických lúčov, obvyčajne v rádiových oblastiach spektra. Prvý pulzar bol objavený roku 1967 v Anglicku.

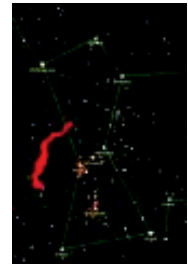


Druhá možnosť zmeny hviezdy je, že hviezda s veľmi veľkou hmotnosťou sa úplne zrúti a stane sa **čiernou dierou**, tvarom podobnou lieviku, ktorý nasáva do seba všetok blízky materiál, a neunikne z neho ani svetlo.

Naša **najbližšia hviezda**, okrem Slnka, sa nachádza vo vzdialenosti 4,25 svetelného roka, a nazýva sa **Proxima Centauri**.

Najvzdialenejšou zistenou hviezdou bola supernova vzdialená okolo 5 miliárd svetelných rokov. Objavili ju v auguste 1988.

d) SÚHVEZDIA - Skupiny hviezd vytvárajú na oblohe zdanlivé obrazce, tzv.súhvezdia. pred tisícmi rokmi ľudia dávali súhvezdiám mená a rozprávali si o nich príbehy a mýty. Astronómovia doteraz používajú tieto názvy na označenie hviezd. Na celej oblohe je **88 súhvezdí**. (Na obr. súhvezdie Orión)



e) KOMÉTY - Kométa je menšie teleso slnečnej sústavy, ktoré sa **skladá z jadra**, tvoreného prachovými časticami pospájanými ľadmi rôznych zlúčenín, **z komy**, plynovo – prachového oblaku, ktorý obklopuje jadro, a z jedného alebo

viacerých **chvostov**. Kométa sa objaví na oblohe ako slabulinký svetelný bod podobný hviezde, ktorý vidíme pohybovať sa niekoľko nocí za sebou. Ako sa blíži k Slnku, narastá jej chvost.

Potom sa prudko otočí okolo Slnka a putuje ďalej, pričom sa zmenšuje a jej jas slabne. Kométy sa vracajú k Zemi v pravidelných intervaloch. Prúd nabitých častíc vyletujúcich zo Slnka (slnečný vietor) odkláňa chvost kométy od Slnka. Keď sa kométa blíži k Slnku, najprv ide jej



hlava a za ňou chvost, keď sa od Slnka vzdďaľuje, poradie sa vymení.

Kométy pochádzajú asi tiež z doby, keď sa tvorila slnečná sústava. Sú to zlepené kameňa a ľadu ("špinavé snehové gule") s priemerom nanajvyš niekoľko desiatok kilometrov. Ich domovom je **Oortovo mračno** ďaleko za dráhou Pluta.

Astronómovia pozorovali už stovky komét, no domnievajú sa, že okolo Slnka obieha ešte asi milión ďalších; nezaznamenali ich zatiaľ preto, lebo ich dráhy siahajú ďaleko za najvzdialenejšiu planétu.

Najznámejšia je **Halleyho kométa**, objavujúca sa vždy **po 76 rokoch**.

Každoročne sa objaví niekoľko nových komét, ale dobre pozorovateľné kométy sú vzácnosťou. Pre pozorovateľov je to veľký zážitok. V posledných rokoch boli takými nečakanými návštevníkmi z okraja slnečnej sústavy kométy

Hyakutake a Hale-Bopp.



f) METEORY - **Meteor**, bežne nazývaný padajúca hviezda, vyzerá ako svetelný bod, ktorý znenazdajky prudko preletí po oblohe a zmizne. Tento úkaz vznikne vtedy, keď do zemskej atmosféry vnikne pevná častočka medziplanetárnej hmoty -

meteorid. Pri obrovskej rýchlosti okolo 240 000 km.h⁻¹, ktorou sa rúti k Zemi, sa trením vo vzduchu uvoľňuje veľké teplo, takže meteorit vzplanie a zanechá na oblohe žiarivú stopu, čiže **meteor**. K tomuto javu dochádza zvyčajne vo výške asi 90 km nad zemským povrchom. Mnohé **meteoridy sú vlastne úlomky komét** obiehajúcich okolo Slnka. Vždy, keď Zem pretne dráhu kométy, ktorá sa rozpadla, vidíme na oblohe veľké množstvo meteorov - **meteorický roj**. Roje nazývame podľa súhvezdí, odkiaľ vyletujú. Známe sú napríklad Leonidy zo súhvezdia Leva, ktoré sa objavujú vždy v novembri.

g) PLANÉTKY - V páske medzi Marsom a Jupiterom sú pravdepodobne pozostatkom z čias vzniku slnečnej sústavy, keď sa v tejto oblasti mala vytvoriť ďalšia planéta, ale gravitačný vplyv Jupitera tomu zabránil. Sú to nepravidelné skaliská, niektoré sú pokryté krátermi. Bolo objavených viac než 200 000 planétok a toto číslo sa stále zväčšuje vďaka použitiu nových prístrojov a automatickému spracovaniu snímok. Niekoľko desiatok planétok má priemer nad

Anglický fyzik Stephen Hawking (nar. 1942) vypracoval nové teórie o podstate hmoty, o čiernych dierach v kozme a o pôvode vesmíru, ktoré odkryli nové obzory vo fyzike.

Prvé lety do vesmíru

Venuša je aj v minime svojej jasnosti najjasnejším bodovým zdrojom svetla na oblohe

200 km, **najväčšia Ceres** má priemer 933 km. Dráhy planétok sú veľmi nepravidelné a niektoré z nich môžu križovať dráhu Zeme. Keďže ide o telesá, ktoré by mohli spôsobiť pri dopade na Zem katastrofu, ich dráham sa venuje veľká pozornosť. (Najmä v letných mesiacoch, keď noviny nemajú o čom písať).

4.12 Výskum vesmíru

Aby sa vedci dozvedeli viac o planétach, o tom z čoho sú utvorené, a o vesmíre ako celku, vypúšťajú do vesmíru kozmické telesá. Niektoré sondy krúžia okolo Zeme, iné sa vydávajú k iným planétam, ďalšie zase skúmajú vzdialenejší vesmír, vyhotovujú fotografie a zbierajú informácie. Niektoré z nich majú ľudskú posádku, ktorá v kozme trávi celé týždne či dokonca mesiace.



Ešte pred pár desaťročiami sa o letoch do vesmíru písalo len vo vedecko-fantastických knihách. Skutočnosťou sa stali vďaka dvom objavom: raketovému motoru, ktorý ako jediný druh motora môže pracovať vo vesmírnom vákuu, a počítaču, ktorý riadi kozmickú loď na jej púti. Dnes štartuje zo Zeme množstvo kozmických rakiet. Ich úlohou je vyniesť družice na obežnú dráhu okolo zemegule, skadiať napríklad mapujú našu planétu alebo zabezpečujú telekomunikačné spojenia medzi krajinami, či dopraviť do vesmíru kozmonautov a kozmické sondy na výskum samotného vesmíru. Kozmické lode dopravili astronautov na Mesiace, čo je vo vesmírnom meradle nepatrná vzdialenosť. Nepomerne väčšie vzdialenosti prekonávajú Voyager, Pioneer a iné kozmické sondy bez ľudskej posádky, ktoré mnoho rokov putujú slnečnou sústavou i mimo nej, a na Zem vysielajú snímky planét, hviezd a iných vesmírnych objektov.

Vypustením prvej umelej družice sa **začal v r. 1957 výskum vesmíru**. Od r. 1961 lietali okolo Zeme **aj ľudia**. Dnes sú už preskúmané všetky veľké planéty. Výnimku tvorí planétka Plutón, ktorá je na okraji slnečnej sústavy. Donedávna bola považovaná za najmenšiu planétu slnečnej sústavy. Keďže Mesiace je k Zemi najbližšie, stal sa cieľom prvej kozmickej sondy. Roku **1959 preletela okolo Mesiaca** vo vzdialenosti 5955 km ruská *Luna 1*. V tom istom roku tvrdo pristála na Mesiaci *Luna 2*, zatiaľ čo *Luna 3* preletela okolo neho a vyslala na Zem prvé obrázky odvrátenej strany Mesiaca - neviditeľnej zo Zeme. Od vtedy bolo na Zem privezené spolu 381 kg. Vzoriek mesačných hornín a prachu.



Je na Marse život?

Jeden z najvzrušujúcejších okamihov vo výskume vesmíru nastal v r. 1971, keď americká sonda *Mariner 9* vyfotografovala na Marse niečo, čo sa ponášalo na vyschnuté koryto rieky. Objav ukázal, že pred miliónmi rokov mohla byť na Marse voda a hustejšia, teplejšia atmosféra, teda že by tam mohli byť podmienky pre život. V roku 1976 odobrali sondy vzorky z povrchu, ktoré sa podrobili testom, či neobsahujú stopy života. Výsledky však neboli jednoznačné.



Vzdialený vesmír

Za Marsom ležia obrovské planéty Jupiter, Saturn, Urán a Neptún. Sú to oveľa vzdialenejšie svety, preto až v roku 1973 preletela okolo Jupitera prvá

Stephen William Hawking

(8. január 1942, Oxford) je jeden z popredných svetových teoretických fyzikov. Hawking je od roku 1979 Lucasiánsky profesor matematiky na univerzite v Cambridge (post, ktorý zastával aj Isaac Newton) a vedecký pracovník na katedre Gonville a Caius tej istej univerzity. Tento britský teoretický fyzik je považovaný za jedného z najinteligentnejších ľudí súčasnosti. Napriek tomu, že trpí ochrnutím celého tela, je stále aktívne vedecky činný. Hodnota jeho IQ je výnimočne vysoká a v kvalifikovanom IQ teste ho porazí len asi 1% respondentov. Sám Hawking ale tvrdí: „Ľudia, ktorí sa chvália svojim IQ, sú hlupáci. “Skutočnosť, že zastáva tento post napriek takmer celkovej pracovnej neschopnosti kvôli amyotrofnej laterálnej skleróze, z neho urobila svetovú hviezdu. Stephen Hawking v súčasnosti pokračuje v kombinovaní svojho života (má 3 deti a 1 vnuka), a jeho bádanie v teoretickej fyzike stále pokračuje no asi si dá chvíľu pauzu, v jeho programe je precestovať mnoho štátov na svete.



sonda *Pioneer 10*. jej sestra *Pioneer 11* využila gravitačnú silu Jupitera, aby zmenila smer a stretla sa so Saturnom. Tento efekt „gravitačného praku“ sa využí aj pri ďalších sondách. Roku 1979 *Voyager 2* preletel okolo Jupitera, ktorý ho vymrštil na cestu k Saturnu. Tam doletel v r.1981, potom v r.1989 preletel okolo Uránu a v r.1989 okolo Neptúna. Teraz smeruje von zo slnečnej sústavy.

Zoznam použitej literatúry :

B. Klimeš , J. Krajčík , A. Ženíšek Základy fyziky II
Fyzika pre 9. ročník základných škôl J. Janovič, A. Chalupková, V. Lapitková,
<http://fyzikus.fmph.uniba.sk/typo/index.php?id=1>
http://www.infostat.sk/new_web/sk
<http://veda.sme.sk/>
<http://www.infovek.sk/predmety/fyzika/index.html>
<http://referaty.atlas.sk/prirodne-vedy/fyzika-a-astronomia/>
<http://www.quido.cz/fyzika/uvod.htm>
<http://www.tahaky-referaty.sk/ultrazvuk-a-jeho-pouzitie/26982/>
<http://www.ovesmire.webzdarma.cz/technologie/technologie-dalekohlady.html>
<http://www.priklady.eu>
<http://web.souplevoca.sk/view.php?cislocclanku=2007080027>
http://sk.wikipedia.org/wiki/R%C3%BDchlos%C5%A5_zvuku
<http://sk.wikipedia.org/wiki/Zvuk>
<http://referaty.atlas.sk/prirodne-vedy/fyzika-a-astronomia/18002/zvuk>
<http://www.gbl.cz/seminarky/zvukove-vlny/index.htm>
<http://www.gympos.sk/gymposdata/predmety/fyzika/kvizobrazky/zvuk.gif>
http://www.jamesak.sk/JamesTrencin/akcie/labut_a_laco23.jpg
<http://registerkultury.gov.sk/podujatia/foto/f560.jpg>
http://os2.zemris.fer.hr/wm/2001_petrovic/pics/echo-yes.jpg
<http://infosluch.sk/wordpress/wp-content/uploads/2006/06/casti-ucha.jpg>
<http://tama-do.com/roothtmls/research/Jacques-A440-103-cropped2.jpg>
http://www.stihl.sk/main/page/novinky/picx_4mix/zvuk.gif
http://www.gigt.sk/digitalna_studovna/fyzika.html -zaujímavé
http://www.antiskola.eu/referaty/index.php?page=show_info&obl=36