



Fakulta matematiky,
fyziky a informatiky
Mlynská dolina
842 48 Bratislava

VEDA PRE ŽIVOT





Úlohou Európskeho sociálneho fondu je rozširovanie možností zamestnania, zvyšovanie geografickej a profesijnej mobility pracovníkov v Spoločenstve a uľahčovanie ich adaptácie na priemyselné zmeny a zmeny vo výrobných systémoch najmä odborným vzdelávaním a rekvalifikáciou. Európsky sociálny fond pomáha rozvíjať zamestnanosť podporovaním zamestnateľnosti, obchodného ducha, rovnakých príležitostí a investovaním do ľudských zdrojov.

Projekt je spolufinancovaný Európskou úniou.

V súčasnosti sledujeme malý záujem žiakov a študentov o prírodné vedy a techniku. Je to podobný jav k akému došlo v minulosti v „starých“ krajinách Európskej únie a USA. To vedie k nedostatku odborníkov vzdelaných v týchto disciplínach práve v období, keď priemysel a výskumná prax vykazujú zvýšený dopyt po pracovnej sile s týmto vzdelaním. Za jednu z príčin sa považuje, že prírodné vedy a medzi nimi aj fyzika, sa na strednej škole podávajú prevažne teoreticky s množstvom „ťažko stráviteľných“ informácií. Dôsledkom toho je, že fyzika sa vo všeobecnosti považuje za ťažkú a nezaujímavú a v živote málo využiteľnú.

Jednu z možností, ako ukázať mladým ľuďom, ale aj širšej verejnosti možnosti využitia poznatkov z prírodných vied, poskytuje výstava „Veda pre život“. Pri jej príprave sme sa snažili, aby návštevníci mali možnosť spoznať aspoň niektoré z množstva aplikácií vedeckých poznatkov v živote okolo nás, ale aj krásu a dômysel ľudského snaženia sa pri objavovaní nových poznatkov a pri vývoji nových zariadení, prístrojov a predmetov, s ktorými sa dnes denne stretávame. Ďalej bolo našou snahou, aby sa návštevníci mohli aktívne aspoň sčasti podieľať aj priamo na objavovaní (pre seba) nových poznatkov. V tvorivej dielni si majú možnosť vyskúšať svoju šikovnosť a zažiť dobrý pocit z výsledkov svojho vlastného snaženia.

Výstava, ako aj táto publikácia, vznikla v rámci riešenia projektu „Veda pre život“. Projekt je financovaný Európskym sociálnym fondom z prostriedkov Európskej únie.

Prajeme vám, aby ste si z výstavy odniesli množstvo zážitkov.

Peter Horváth,
manažér projektu.

PodĎakovanie:

PodĎakovanie patrí odborným garantom projektu:

Prof. RNDr. Ján Pišút, DrSc., doc. RNDr. Viera Lapitková, CSc.

A tiež expertom, ktorí pomáhali pri odbornej príprave a konzultáciách:

Prof. RNDr. Andrej Plecenik, DrSc., RNDr. Dušan Chorvát, PhD., RNDr. Bohumil Bohunický, RNDr. Pavol Vojtek, CSc., doc. RNDr. František Kunderacik, CSc., Ing. Ján Schmidt, Ing. Adriana Jabconová, Mgr. Milan Držík, CSc. a Ing. Peter Varga.

Na projekte ďalej spolupracovali:

RNDr. Martin Belluš, Mgr. Michal Pevný, Mgr. Gabriela Barčiaková, Mgr. Vladimír Plášek, RNDr. Ľubomír Mach, RNDr. Branislav Kvasnica, CSc., Ing. Michal Gregor a ďalší ...

PodĎakovanie patrí samozrejme aj celému vedeniu Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK v zastúpení dekana Doc. RNDr. Ján Bod'u, CSc., ktoré umožnilo realizáciu projektu, Medzinárodnému laserovému centru a Kriminalisticko-expertíznemu ústavu PZ SR pri konzultáciách a poskytnutí materiálov na úspešný priebeh výstavy.

ENERGIA a jej premeny

Zákon zachovania energie

najdôležitejší zákon fyziky

Pri ľubovoľných procesoch sa celková energia nezväčšuje (nenarastá) ani nezmenšuje. Energia sa môže meniť z jednej formy na druhú a odovzdávať z jedného telesa na druhé, no jej celková hodnota ostáva konštantná.

Elektromagnetická energia

Energia môže byť ukrytá aj v niečom, čo bezprostredne nevidíme. Žiarenie zo Slnka je toho skvelým príkladom. Prechádza veľkú vzdialenosť až na Zem v priestore vesmíru, ktoré je takmer vákuom o teplote mierne nad absolútnou nulou (-273°C). Cez to všetko na poludnie v lete cítime ako nás Slnko zohrieva, priam pečie. A popri tom zároveň veci okolo nás osvetľuje; je najsilnejším prirodzeným svetelným zdrojom.

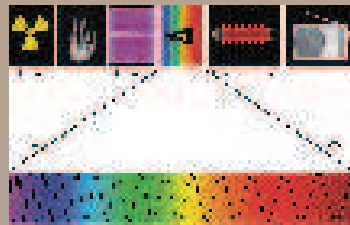
Kadiaľ a ako táto energia zo Slnka k nám prichádza?

Ide o elektromagnetické žiarenie. Teplo - infračervené žiarenie a svetlo sú len príkladmi elektromagnetického žiarenia. Toto žiarenie obsahuje aj iné formy, v závislosti od frekvencie. Ďalším príkladom sú rádiové vlny, ktoré nám umožňujú si

naladiť rádio, či televízor na tú našu obľúbenú stanicu.

Elektromagnetické žiarenie sa šíri priestorom, aj vákuom o rýchlosti svetla a to s energiou, ktorú nazývame elektromagnetická.

Rôznymi formami elektromagnetickej energie sú elektrická energia a energia magnetického poľa. Sú vzájomne viazané. V generátore alebo motore meníme mechanickú energiu rotačného pohybu cez zmenu magnetického poľa na elektrickú energiu a naopak.



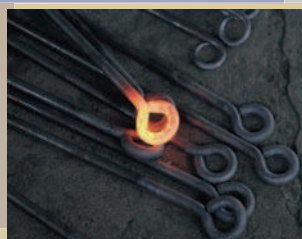
Chemická energia

Chemická energia je energia viazaná v stavbe molekúl jednotlivých látok. Prvky sú zložené z atómov spojených chemickými väzbami. Počas chemických reakcií a vzniku nových molekúl dochádza k uvoľneniu prebytočnej energie. Týmto zmenami sa zaoberá - termochémia.

Autá spaľujúce benzín sú príkladom využitia chemickej energie skrytej vo fosílnom palive, v benzíne, či naftě. Palivo sa pri horení okysličuje, uhlík C sa viaže s kyslíkom, vznikajú spaliny s CO_2 , ktoré sa rozpínajú. Sú schopné konať prácu, zdvíhajú piesty valcov motora. Ostatné prevodové mechanizmy áut už len premieňajú uvoľnenú energiu následne na pohyb kolies.

Fotosyntéza je opakom horenia. Rastliny pohlčujú CO_2 a vplyvom slnečného žiarenia (teda elektromagnetického žiarenia vhodného frekvenčného rozsahu) viažu na svojich stenách rastlín uhlík C a uvoľňujú kyslík. Ten potom dýchame.

Chemickú energiu môžeme aj zvyšovať. Príkladom môže byť nabíjanie akumulátorov, keď elektrickú energiu viažeme spätným spájaním sa elektrónov a iónov v elektrolyte.



Aké formy energie poznáme?
Ako sa menia formy energie?
Ako sa energia môže odovzdávať?

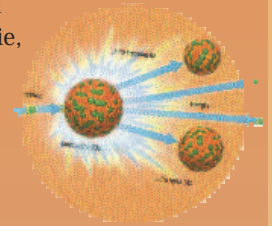
Jadrová energia

Keď sa atómové jadrá rozbíjajú alebo spájajú, uvoľňuje sa jadrová energia.

Rádioaktivita látok je uvoľňovanie energie prirodzeným rozpadom ťažkých prvkov. Štiepnym procesom v jadrovej elektrárni umelo vyvolávame rozpad izotopov uránu U 235 alebo plutónia 239PU. Do jadra tohto štiepneho materiálu narazí neutrón a rozloží ho na dve časti s nižším hmotnostným číslom, pričom sa uvoľnia nové neutróny s obrovským množstvom energie.

Aj keď jadrové elektrárne sú najefektívnejším zdrojom energie, zásoby ich paliva nie sú neobmedzené. Ľudstvo tak potrebuje ďalší perspektívny zdroj energie.

Termojadrová syntéza je ďalším príkladom zdroja jadrovej energie.



Mechanická energia

Poznáme dve formy mechanickej energie: potenciálnu energiu a kinetickú energiu.

Vzájomné prelievanie sa potenciálnej energie a kinetickej môžeme vidieť na skákajúcej lopte, ktorú ak pustíme na zem odrazí sa a späťne svoju rýchlosť (a kinetickú energiu) premení na prekonanie gravitácie a návrat späť na miesto, odkiaľ sme ju spustili. Iným pekným príkladom je hojdačka, kde tieto premeny jednej formy na druhú sú viacnásobné.

Sánkované, či zjazd auta z kopca s vypnutým motorom, sú tiež príkladom ako potenciálna energia daná polohou na kopci sa celá premení na kinetickú energiu dopredného pohybu. A pokiaľ by neexistovalo trenie, sánky, či auto by získanú rýchlosť už nestratili. pokiaľ by nevyšli na iný kopec.

Vnútoraná energia - teplo

Slová horúci, či studený sú relatívne z hľadiska ich používania pri popise teploty látok. Vieme sa však určite zhodnúť na tom, čo je viac horúce: horúci čaj je teplejší ako koža na našej ruke, alebo čo je viac studené - zmrzlina či náš jazyk. Práve odovzdávanie tepla z viac horúcej látky na studenšiu je odovzdávaním vnútornej tepelnej energie látok.

Pri styku rúk so studeným nápojom molekuly nášho tela s rýchlejšim kmitavým pohybom reagujú s pomalšími molekulami vody. Odovzdávajú im časť svojej kinetickej energie, až sa obe rýchlosti vyrovnajú. Teplo tak „preteklo“ z viac horúcej látky na studenšiu.

Odovzdávanie tepla a premeny vnútornej tepelnej energie medzi látkami sa dejú na každom kroku okolo nás. Topenie ľadu, varenie, či vykurovanie domácností sú len niektoré príklady.

Kde sa s premenami energie najčastejšie stretávame ?

*generátor, motor
batéria a akumulátor*

*fotovoltaický článok
mikrovlnná rúra*

- premeny mechanickej na elektrickú a naopak
- premena chemickej energie na elektrickú, u akumulátora aj naopak (pri jeho nabíjaní)
- premena elektromagnetickej energie na elektrickú
- premena elektrickej energie na tepelnú

Fotovoltaický jav

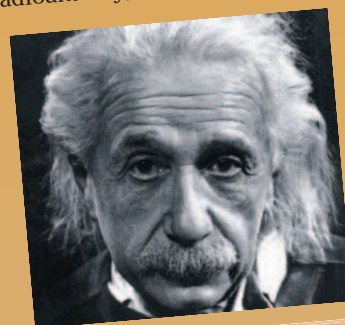
Elektrickú energiu je možné vyrobiť aj z elektromagnetickej energie slnečného žiarenia tzv. Fotovoltaickým javom

Fotovoltaický jav je opačným javom ako keď LED diódy produkujú svetelné žiarenie. Princíp spočíva v tom, že kvantum svetla - fotón dopadajúci na polovodičovú štruktúru s PN prechodom dokáže excitovať elektrón. Úlohou konštrukcie fotodiódy je už len umožniť, aby tento elektrón mohol byť odoberaný vonkajším spotrebičom na konanie práce, aby fotodióda produkovala prúd.

OBJAV

Metodiku, ktorá umožňuje priamu premenu slnečného žiarenia na energiu elektrickú pomocou fotovoltického javu nazývame fotovoltika. Tento efekt je známy už od roku 1839, kedy bol popísaný francúzskym fyzikom A. E. Becquerelom, otcom Henriho Becquerela (objaviteľa rádioaktivity).

Princíp tohoto javu však nedokázal vysvetliť. Až Albertovi Einsteinovi sa podarilo v r.1905 jav vyložiť, za čo dostal roku 1922 Nobelovu cenu za fyziku.



Solárne články

Výrobou veľkoplošných fotodiód zapojených do výslednej sústavy vieme vytvoriť tzv. solárne batérie, teda zdroj prúdu z dopadajúceho slnečného žiarenia. Elektrický prúd je generovaný počas doby, kedy na solárny článok dopadá svetlo. Účinnosť sa pohybuje na úrovni až 15% (účinnosť fotosyntézy je na úrovni len 1%).

Solárne články fungujú aj pri zamračenej oblohe vďaka rozptýlenému svetlu, i keď ich výkon je potom výrazne nižší (cca 10% maxima). Fotovoltaický systém pracuje automaticky, bez obsluhy a veľkých nárokov na údržbu.

Životnosť solárnych panelov sa pohybuje od 20 rokov a viac. Priemerná doba návratnosti obstarávacích nákladov je cca 7 rokov a s vývojom technológií sa znižuje.

Slnečné články využívajú energiu, ktorá je zadarmo, preto sú ich prevádzkové náklady zanedbateľné a navyše sú veľmi spoľahlivé.

Výhodou fotovoltiky je, že panely možno jednoducho pridávať a tak zväčšovať výkon celého zariadenia. Majiteľ tohto zariadenia môže zväčšovať jeho výkon podľa narastajúcej spotreby energie. Panely i ostatné súčasti sú prenosné, takže ich možno bez problémov inštalovať na akomkoľvek mieste.

Články sa dnes nevyrábajú len ako osobitné panely, ale viaceré firmy ich montujú do strešných krytín či vonkajších materiálov na fasády budov. Inštalovanie slnečných článkov do stavebných prvkov výrazne znižuje náklady, pričom slnečné články pôsobia na budovách veľmi esteticky.



Príklady použitia fotovoltických článkov v bežnom živote je viacero. Najčastejšie sa s nim stretávame vo vreckových kalkulačkách, kde slúžia na ich napájanie.

Fotodiódy sú dôležitými pri spracovávaní signálov prenášaných optickými káblami. Hoci ich nevidíme, bez nich by sme nemali napríklad internet.

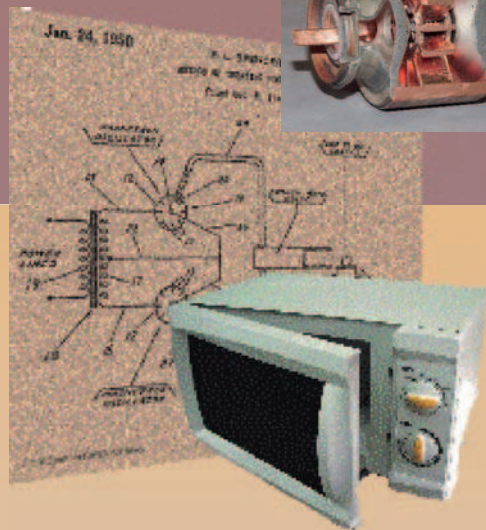
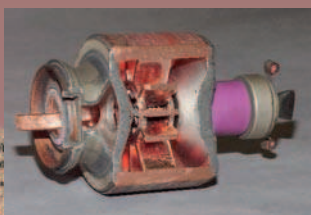
Svoje miesto si začínajú nachádzať aj v ďalších praktických aplikáciách. Záložná Lítiová Batéria pre Mobilný Telefón sa nabije cez fotovoltický článok za cca 9 hodín. Má možnosť sa nabiť aj cez USB kľúč z PC (za cca 5 hodín).

Vášmu mobilu vie pomôcť práve keď to najviac potrebuje a nemáte v dohľade žiadnu zástrčku.

Mikrovlnná rúra

Základom každej mikrovlnky je magnetrón, generátor vysokofrekvenčného elektrického poľa. Energia z neho postupuje do priestoru pre jedlo. Vnútróné rozmery mikrovlnky odpovedajú výkonu magnetrónu.

Mikrovlny nevypĺňajú celý priestor rovnomerne. Produkované žiarenie má svoje minimá a maximá. Aby sa jednotlivé časti jedla nezohrievali rôzne jedlo sa kladie na otáčajúci sa tanier. Niekedy sú mikrovlny smerované cez kovový ventilátor, od ktorého sa odrážajú všetkými smermi.



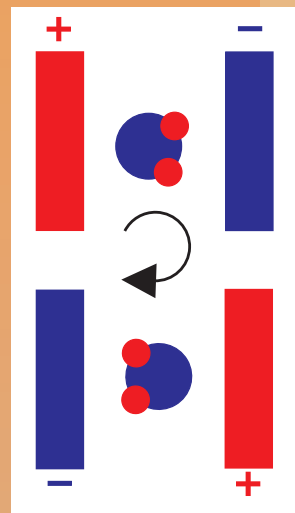
Ako to funguje?

Všetky veci okolo nás, teplé či studené, majú svoju vnútornú tepelnú energiu. Skladajú sa z atómov a molekúl a tie kmitajú okolo svojej strednej polohy. Čím má teleso vyššiu teplotu, tým viac jeho atómy a molekuly kmitajú.

Pri „klasickom“ spôsobe zohrievania látok - napríklad ohňom, narážajú rýchle molekuly horúceho plynu do molekúl jedla na jeho povrchu. Tie sa rozkmitávajú a prenášajú kmitanie na svojich susedov smerom dovnútra. Jedlo sa tak postupne ohrieva zvonku dovnútra.

Mikrovlnka, ktorá vytvára rýchlo sa meniace elektrické pole, pôsobí na molekuly vody a spôsobuje ich rýchlejšie otáčanie sa v ohrievanom jedle. Molekuly vody sú totiž dipóly, jeden svoj koniec majú nabitý kladne a druhý záporne. Ak ich umiestnime do elektrického poľa, teda v danom časovom okamihu ako keby medzi dve elektricky nabitú dosky, kladnú a zápornú, vždy sa natočia kladným koncom ku zápornej doske. Ak sa toto pole zmení, otočia sa naopak. Ak sa pole mení tak rýchlo ako v mikrovlnnej trúbe, potom sa za ním rovnako rýchlo otáčajú aj molekuly vody v jedle. Ich pôvodný prirodzený kmitavý pohyb je mikrovlnným poľom urýchlený. Od molekúl vody sa následne zvýši kmitanie aj okolitých molekúl a navonok sa nám jedlo javí teplejšie až horúce.

Elektrický dipól molekuly vody nám teda umožňuje zasiahnuť do vnútra látky a zvýšiť jej vnútornú energiu. Rýchlo meniacim sa elektrickým poľom mikrovln tak dokážeme ohrievať jedlo.



Dodávané mikrovlnné rúry bez „kutílských“ vylepšení nie sú nebezpečné. Mikrovlny nie sú ionizujúce, nespôsobujú ani genetické mutácie. Keďže predmety obsahujúce vodu zohrievajú, môžu však spôsobiť druhotné úrazy: najčastejším je obarenie sa.

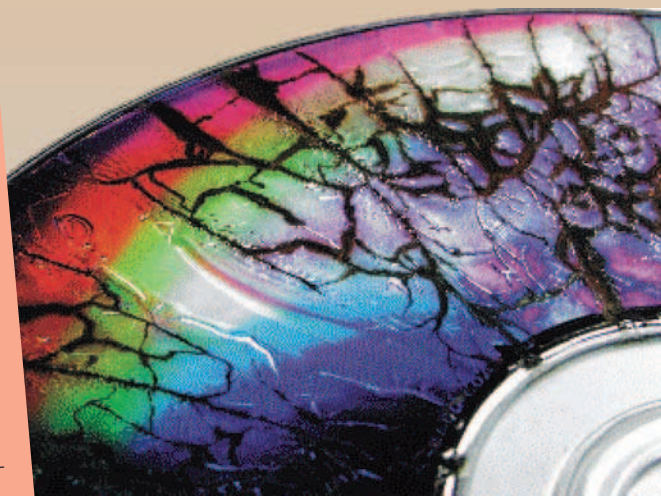
Pokiaľ u obyčajnej rúry sme si už zvykli, že sa popálime, ak sa chytíme niečoho, čo sa v nej pieklo, u mikrovlnky máme iné nebezpečenstvo. Popálime sa na okraji taniera, hoci dno je ešte studené.

Voda príliš dlho ohrievaná v mikrovlnke nás môže z ničoho nič obariť. Ohrievaná voda totiž môže presiahnuť 100°C bez toho, aby zovrela - mohla sa zmeniť na bublinku pary a uniknúť nad povrch. Pri vyberaní nádoby sa vibráciami, či vložением predmetu do takejto vody uvoľní skrytý var a prehriata voda sa naraz zmení na horúcu vodnú paru

a exploduje. Najčastejšie na nič netušiaceho budúceho návštevníka centra popálením v najbližšej nemocnici. Odporúča sa preto do ohrievanej vody na kávu vložiť zopár zrníčok kávy už na začiatku. Alebo ju zohrievať aj

s lyžičkou. Úplne najlepšie je čistú vodu v mikrovlnke nezohrievať.

Nesnažte sa nazrieť do zapnutej mikrovlnky pri otvorených dverách. Už viac nič neuvidíte. Rohovka oka sa mikrovlnným žiarením rýchlo prehreje, nenávratne sa zakalí s dôsledkom oslepnutia.



OBJAV

Objav mikrovlnnej rúry je spojený s vojenským výskumom radaru.

Dr. Percy Spencer v Raytheon company v r. 1946 s magnetrónom - zdrojom mikrovlnného žiarenia si všimol, že sa mu vo vrecku roztopila čokoláda. Jav ho natoľko zaujal, že na druhý deň zavolať aj kolegu a spolu dali k magnetrónu pukancovú kukuricu a vajíčko.

K nemilému úzasu oboch vajíčko explodovalo a miestnosť bola plná pukancov.

Trik s vajíčkom nestrať na svojej zaujímavosti ani dodnes a často sa predvádza ako príklad, že nie všetko sa v mikrovlnke dá ohriať. A keď predsa len áno, musí sa nájsť niekto, kto potom tú mikrovlnku umyje.



Prečo mikrovlny?

Mikrovlny sú elektromagnetické vlny. Sú podobné vlnám na vodnej hladine, len sa u nich nemení výška hladiny, ale veľkosť elektrického a magnetického poľa. Sú rovnakej podstaty ako infračervené žiarenie, ktoré nás od Slnka zohrieva, či ultrafialové, ktoré nás zas opaľuje. Vlastne sú rovnakej povahy ako aj svetlo, svetelné žiarenie, len sú kratšej vlnovej dĺžky. Sú kratšie aj ako infračervené žiarenie a voláme ich mikrovlnné žiarenie. Podobne ako u infračerveného žiarenia, sú schopné ohreву.

Mikrovlny v mikrovlnných rúrach pracujú na frekvencii 2,45 GHz. Teda s vlnovou dĺžkou 12,2 cm. Ich energia nie je dostatočná na ionizovanie molekúl, nemôžu priamo vyvolať chemické zmeny v molekulách (napríklad v DNA). Nie sú preto priamo nebezpečné pre ľudský organizmus. Pokiaľ nás nepopália.

Mohlo by sa zdať, že čím vyšší kmitočet, tým rýchlejšie by sa molekuly vody mohli otáčať a tým rýchlejšie by sa jedlo malo ohrievať.

Nie je to tak úplne pravda. Okrem možnosti kmitania je tu aj problém odraz mikrovln od jedla. Mikrovlny sa od vodivých predmetov (napríklad kovov) odrážajú. Podobne ako svetlo od zrkadla, či iných lesklých, či kovových predmetov.

Čím je kmitočet mikrovln vyšší, tým lepšie sa odrážajú aj od menej vodivých predmetov, teda aj od povrchu jedla. Ak by sme zvolili kmitočet žiarenia veľmi vysoký, nepreniklo by do jeho vnútra a neohrievalo by ho v celom jeho objeme. To je dôvod prečo svetlo a infračervené žiarenie

(s vyšším kmitočtom) ohrievajú predmety len na povrchu.

Čo sa o mikrovlnách nevie?

Vírivé prúdy

Mikrovlny sa od kovových predmetov odrážajú. Tak ako sa svetlo odráža od zrkadla. Pri odraze sa v kovových povrchoch indukujú striedavé elektrické prúdy, ktoré sprostredkujú odraz takejto vlny. Podobne ako výplet tenisovej rakety, ktorý sprostredkováva odraz loptičky.

Čím sa vlny odrážajú častejšie, tým môžu mať indukované vírivé prúdy v povrchoch aj vyššie energetické účinky. Čím je kovový povrch tenší, alebo čím má menší prierez, tým má väčší odpor. A tým

pri toku veľkých prúdov sa viac prehrieva, až sa môže zapáliť. Preto sa **tenký kovový pásik môže prepáliť**. A preto zas naopak, kovovej lyžičke v pohári ohrievaného čaju sa nič nestane - má veľký prierez.

Preto sa tanier s okrasnými ozdobnými prúžkami na okraji taniera neodporúča do mikrovlnky vďaka. Iskria a následne sa odparia. Platí to aj pre prúžky z alobalu. A platí to aj pre **CD disk**. Aj oni majú totiž tenký kovový povrch, ktorý neznesie vysoké prehriatie.

Dokonca aj iné tenké povrchy reagujú na veľké vírivé prúdy rovnako. Ak obsahujú dostatok vody, sú totiž vodivé a na najtenších miestach ich indukované prúdy prepália. Preto sa Vám v mikrovlnke môže zapáliť tenký prúžok šunky, či šupka jablčka.

Vnútrotný var

Látky sa v mikrovlnke zohrievajú v celom objeme naraz. Už sme si zvykli, že aj keď povrch zohriateho jedla po vybratí už ochladol, vnútri býva teplý až horúci.

Dôsledky tohto faktu môžu mať aj iné prejavy. Pri silnom zohrievaní sa zvnútra látky môžu začať pretláčať uvoľňované plyny a látka sa nafukuje (mydlo, **gumové cukríky**). Cez pevný povrch sa nemôžu plyny zvnútra uvoľňovať postupne. Takéto látky zvyknú zrazu explodovať (napr. vajíčko).

Výboj

Ostré predmety môžu v mikrovlnke iskriť. Elektrické pole v okolí hrotov je podstatne vyššie ako pri ostatnom rovinnom povrchu. Následkom je modrasté svetielkovanie doprevádzané typickým syčaním, či bzučaním. Je to v dôsledku silnej ionizácie vzduchu, následkom čoho sa vytvára výboj. Je ho možné pozorovať aj za búrky na stožiaroch, či koncoch hromozvodov. Ak sú dva hroty blízko seba preskočí medzi nimi iskrový výboj. Takto iskria napríklad **tenké spinky na spisy**.

Mikrovlnným žiarením indukované vírivé prúdy sú reálne, s rovnakými účinkami ako prúdy zo sieťového napätia. Dôležitý je dodávaný výkon a vodivosť látok. Dôkazom toho môže byť **žiarovka v mikrovlnke**, ktorá tu bude svietiť. Aj bez pripojenia na napätie. Výkon mikrovlnky je však až 700W a preto žiarovka bude nielen chvíľku žiarieť (a je jedno či 40W alebo 150W), ale sa hneď aj roztaví.

Preto kmitočet mikrovlnky nie je vhodné voliť prívyšso-ký. Frekvencia 2,45 GHz je zvolená na základe kompromisu a dohody medzi rôznymi organizáciami využívajúcimi mikrovlnné žiarenie.



ELEKTROLÝZA VODY a PALIVOVÝ ČLÁNOK

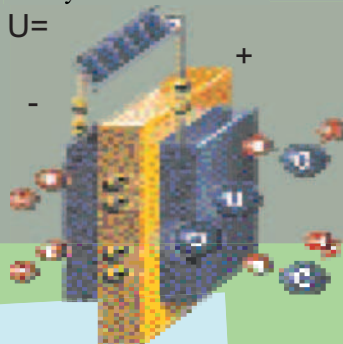
sú vzájomne opačné procesy, pri ktorých dochádza k zmene elektrickej energie na chemickú a naopak. Oba procesy majú svoj význam, v prípade elektrolýzy pre výrobu čistého vodíka H_2 a čistého kyslíka O_2 , u palivového článku pre produkciu elektrickej energie, či už z týchto dvoch plynov, ale aj z metanolu.

Elektrolýza

Elektrolýza je elektrochemický proces, keď dochádza k rozkladu látky (elektrolytu) na dva jednoduchšie prvky, z ktorých sa skladá. Deje sa to na dvoch elektródach pod vplyvom vonkajšieho jednosmerného elektrického poľa. Veľkosť naloženého napätia musí prevýšiť prahovú hodnotu typickú pre daný materiál, nazývanú aj rozkladové napätie.

Najčastejším príkladom elektrolýzy je elektrolýza vody,

keď elektrolytom je voda. Rozkladové napätie vody je 1,23 V. Ak naložíme na elektródy napätie prevyšujúce túto hodnotu, čistá voda sa začne rozkladať na vodík H_2 a kyslík O_2 , teda na prvky, z ktorých sa voda skladá.



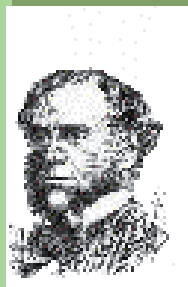
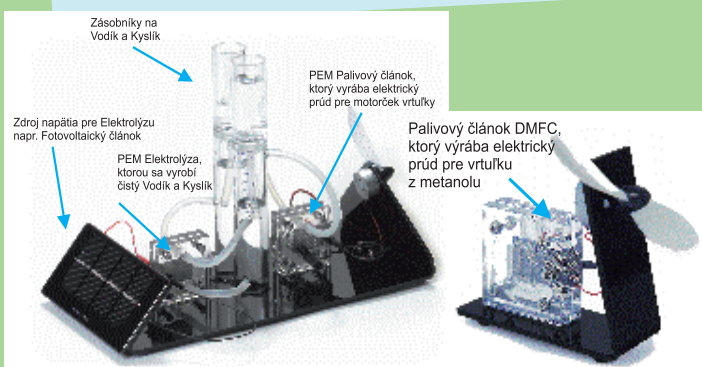
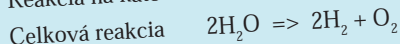
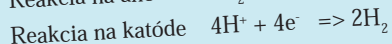
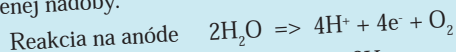
PEM Elektrolýza vody (Polymer Electrolyte Membrane):

Poznáme viacero typov elektrolýzy, my si popíšeme PEM elektrolýzu vody.

Zariadenie na PEM elektrolýzu (Polymer Electrolyte Membrane) pozostáva z membrány (na obrázku žltá), na ktorú sú nanesené dve kovové elektródy (modrej farby). Membránu tvorí PEM polymér SO_3H , ktorý pri styku s vodou disociuje a stáva sa priepustným pre kladné ióny. Elektródy sú vyrobené z platiny, ktorá je zároveň katalyzátorom pre rozklad vody.

Samotný proces elektrolýzy prebieha nasledovne:

Na kladnej elektróde (anóde vpravo) sa voda H_2O rozkladá na kyslík O_2 , kladné ióny vodíka $4H^+$ a štyri voľné elektróny (označené -). Kyslík v podobe plynu sa odparí do priloženej nádoby. Uvoľnené elektróny sú odvedené naloženým vonkajším jednosmerným poľom, teda kladným pólom napäťového zdroja pripojeným na anódu. Kladné ióny H^+ prechádzajú cez pre ne priepustnú membránu. Na jej druhej strane, na zápornej katóde, vchádzajú do styku s voľnými elektrónmi poskytovanými zdrojom napätia. Spolu reagujú a tvoria vodík H_2 . Ten sa ako plyn odvádza do druhej priloženej nádoby.



Princíp elektrochemického palivového článku objavil v roku 1839 waleský fyzik sir William Grove, ktorému sa ako prvému podarilo vyrobiť z vodíka a kyslíka jednosmerný prúd. Bolo to pri pokuse o obrátenie procesu elektrolýzy. V dôsledku nepochopenia významu vynálezu a neskôr objavenia elektrického dynamu padla téma do zabudnutia.

Až začiatkom šesťdesiatych rokov 20. storočia bol palivový článok objavený znovu v súvislosti s rozvojom kozmonautiky. Kozmické lode potrebovali ľahšiu náhradu za ťažké batérie, preto boli do vesmírnych lodí Skylab a Apollo zabudované palivové články, ktoré zásobovali palubné prístroje elektrinou a posádku pitnou vodou, ako ich vedľajšieho produktu.

Palivový článok

Palivový článok, opačne ako je to u elektrolýzy, nespotrebuje ale produkuje elektrický prúd. Z privádzaného vodíka H_2 a kyslíka O_2 dokáže vyrobiť elektrickú energiu. Svojím možným použitím sa dá prirovnať k automobilovej batérii. Jeho hlavnou výhodou je podstatne nižšia hmotnosť a účinnosť.

Elektrická účinnosť palivových článkov je pomerne vysoká. PEM články majú účinnosť 40-60% a DMFC okolo 20-30%. Existujú typy, ktoré dosahujú účinnosť až 70%. Ďalšou výhodou palivových článkov je, že poskytujú napätie okamžite po ich zapojení, bez potreby nejakého zahrievania, či nabíjania. A pracujú pri izbovej teplote. Sú teda vhodnou náhradou akumulátorov, či batérií, pričom môžu mať rovnako kompaktné rozmery. Napätie poskytujú dovtedy, pokiaľ nespotrebujú svoje palivo - vodík, či metanol. Jednoduchou výmenou ampulky s palivom ich vieme okamžite uviesť znovu do pracovného režimu.

Výhody palivových článkov

znižujú znečistenie spôsobené spaľovaním fosílnych palív (ropa, zemný plyn, uhlie), ak by sa aj vodík získaval iba elektrolýzou vody, tak by sa tým eliminoval skleníkový efekt

nepotrebujú konvenčné palivá ako naftu a zemný plyn, čo eliminuje ekonomickú závislosť od politicky nestabilných krajín

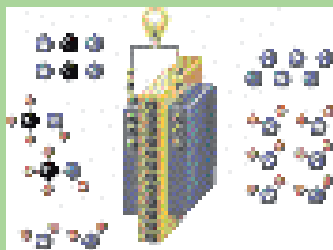
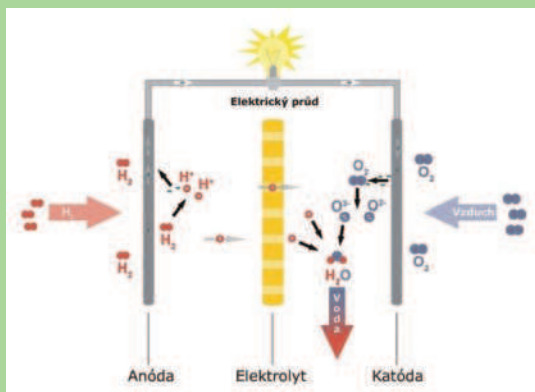
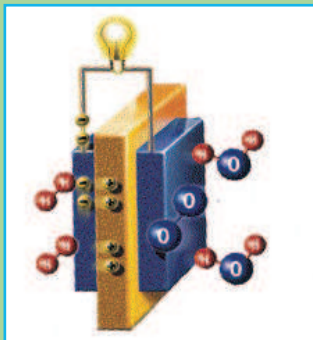
majú dvojnásobne vyššiu účinnosť ako vznetrový motor a 5-10 násobne vyššiu účinnosť ako akumulátor

keďže **neobsahujú** žiadne pohyblivé časti, hluk ktorý produkujú je vo väčšine prípadov zanedbateľný oproti spaľovacím motorom, taktiež údržba a opravy sú minimálne

ich **prevádzkový** čas je omnoho dlhší, ako u batérií, pretože dĺžka prevádzky závisí iba od množstva paliva v zásobníku

pri ich **naplňaní/dobíjaní** nevzniká pamäťový efekt

nízkotepelné, membránové (PEMFC, DMFC) **zanechávajú** slabú tepelnú stopu, čo je ideálna vlastnosť pre vojenské použitie



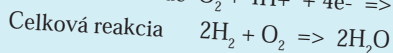
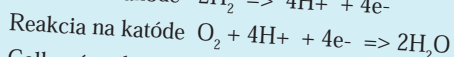
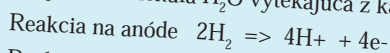
Palivový článok PEM

(Polymer Electrolyte Membrane):

PEM palivový článok spracováva kyslík a vodík, vedľajším jeho produktom je čistá voda H_2O .

Palivový článok, podobne ako u elektrolýzy, pozostáva z PEM membrány - tenkého polyméru, ktorý je priepustný iba pre kladné ióny. Na túto membránu sú z oboch strán nanesené vrstvy platiny - katalyzátora, ktoré tvoria zároveň elektródy (katóda vpravo a anóda vľavo). Vodík H_2 privádzame na anódu a čistý kyslík O_2 na katódu. Platinová anóda štiepi vodík na kladné ióny H^+ a elektróny e^- . Kladné ióny H^+ môžu prechádzať PEM membránou na druhú stranu ku katóde. Tu by reagovali s privádzaným kyslíkom, aby mohli vytvoriť molekuly vody H_2O . Chýbajú im však k tomu elektróny e^- . V oblasti anódy sa uvoľnili voľné elektróny avšak pre ne je PEM membrána nepriepustná. Ku katóde sa môžu priviesť len cez vonkajší obvod.

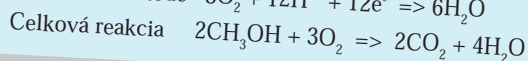
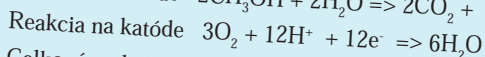
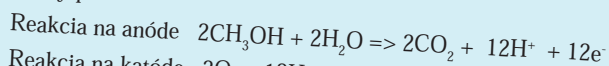
A tu je zdroj energie. Palivový článok tlačí do vonkajšieho obvodu tok elektrónov, poskytuje elektrický prúd. Produktom celej reakcie je len molekula H_2O vytekajúca z katódy.



Palivový článok DMFC (Direct Methanol fuel cell):

Palivových článkov existuje viacero druhov, delia sa podľa látok, ktoré do nich vstupujú a produkujú elektrický prúd. Tým sú dané aj ich rôzne vlastnosti a možnosti použitia. Jedným z nich je aj palivový článok, ktorý spracováva metanol a nemá také nároky na čistý vodík, ktorý sa relatívne ťažko vyrába a skladuje.

Palivový článok DMFC pozostáva z rovnakých komponentov ako PEM článok. Na anódu sa však privádza metanol CH_3OH zriedený s vodou H_2O . Tu sa katalyticky štiepi na kladné ióny vodíka H^+ , voľné elektróny e^- . Pritom sa zároveň uvoľňuje kyslíčnik uhličitý CO_2 , ktorý sa uvoľňuje ako postranný produkt celej reakcie. Podobne ako u PEM článku kladné ióny prechádzajú PEM membránou na druhú stranu, kde majú tendenciu s dodávaným kyslíkom reagovať a vytvárať molekuly vody. K tomu však potrebujú voľné elektróny, ktoré sú sem pretláčané vonkajším obvodom, cez ktorý takto tečie elektrický prúd.



Nevýhody palivových článkov

hlavným problémom brániacim ich komercializácii je nutnosť vybudovať novú infraštruktúru - produkciu, transport a čerpacie stanice vodíka

výroba čistého vodíka z vody je energeticky náročná a výroba z uhl'ovodíkov nie je zase úplne ekologicky čistá

doplňovanie vodíka do takéhoto automobilu je dlhšie, ako pri spaľovacom motore a jeho dojazd je menší,

ich cena je stále vysoká z dôvodu použitia drahých materiálov a konštruovania bez pomoci automatických liniek



Príklady použitia

Okrem kozmonautiky, kde jednoznačne nahradili ťažké akumulátory, sa dnes začínajú presadzovať aj pri návrhoch elektroautomobilov alebo ako prenosné zdroje elektrického prúdu. V budúcnosti sa predpokladá aj výroba elektrickej energie v domácych elektrárnach.

V najbližšom čase sa s nimi stretneme pri prenosných elektronických zariadeniach, kde namiesto zdĺhavého nabíjania akumulátora bude stačiť vymeniť palivovému článku ampulku s palivom.

Prvý autobus s palivovým článkom bol odskúšaný v roku 1993 v Chicagu. Súčasné modely majú parametre porovnateľné s bežnými autobusmi.



Svetové zásoby ropy a ostatných fosilných palív sú obmedzené. Neustály rast cien ropy, ako aj závislosť na politicky nestabilných krajinách núti výrobcov automobilov hľadať alternatívu. Postupne preto môžeme očakávať príchod alternatívnych palív, hybridných motorov, či nasadenia palivových článkov u elektromobilov.

Alternatívne palivá

Výhodou alternatívnych palív je, že ich nasadenie je možné nielen u nových automobiloch, kde majú konštruktéri takpovediac voľné ruky, ale aj pri starších motorových vozidlách. Ide hlavne o bionaftu, etanol alebo zemný plyn.

Etanol

V krátkom časovom horizonte bude etanol najvýznamnejším alternatívnym palivom pre všetky vozidlá. Čistý etanol sa mieša s aditívom na podporu vznietenia.

Samotný etanol sa vyrába z cukrovej trstiny či cukrovej repy, ale surovinou môžu byť aj obiloviny alebo biologické odpady, napr. lesný odpad. Má síce nižšiu energetickú kapacitu ako nafta či benzín, ale keďže je kvapalný, ľahko sa uskladňuje a ľahko sa s ním manipuluje – vo vozidlách aj pri distribúcii.

Už dnes vyrábané vznietové motory bývajú prispôbené na spaľovanie etanolu. Pohon na naftu je možné prepnúť na etanolový pohon.

Metylester repky olejnej (RME)

Druhou alternatívou je metylester repky olejnej, ktorý možno používať vo vznietových motoroch. Nie sú pritom potrebné žiadne technické úpravy. RME sa vyrába z repkového oleja a niekedy sa nazýva tiež FAME (z anglického Fatty Acid Methyl Ester – metylester mastných kyselín). RME možno miešať s naftou a môže tak podporiť prechod na alternatívne palivá. Moderné vznietové motory už dnes dokážu pracovať na 100% RME a to až do teploty -10°C. Nevýhodou je skrátenie intervalov výmeny oleja.



Elektromobil

Najväčšou prekážkou presadenia sa elektromobilov je zatiaľ nedostatočná kapacita akumulátorov, čo sa v konečnom dôsledku prejavuje v malom akčnom rádiuse elektromobilu. Aby boli elektromobily prijateľné, ich akumulátory by museli mať oproti dnešným až trojnásobne vyššiu kapacitu. Druhou vážnou prekážkou totiž je, že dobíjanie akumulátorov trvá istý čas – rádovo niekoľko hodín. Nedajú sa dotankovať ako palivo za pár minút.

Tu sa predpokladá budúcnosť palivových článkov. Cesta k takýmto vozidlám s palivovými článkami je však dnes ešte „zarúbaná“. Prekážkou rozšírenia je životnosť palivových článkov, uskladnenie vodíka v zásobníkoch, a chýbajúca infraštruktúra čerpacích staníc s vodíkom.



Bioplyn a zemný plyn CNG

Ďalšou atraktívnou alternatívou je zemný plyn, a to aj napriek tomu, že je vhodný hlavne pre stacionárne inštalácie, ako sú teplárne a elektrárne. Hmotnosť palivových nádrží (600 – 800 kg navyše) však znižuje užitočné zaťaženie vozidla a následne i dojazd a flexibilitu. Preto sa CNG či bioplyn uplatňuje najlepšie pri autobusoch. Výhodou je tichý chod plynom poháňaného motora.

Je nutné si uvedomiť, že CNG (Compressed Natural Gas – stlačený zemný plyn) je tiež fosilné palivo. Jeho zdroje sú podobne ako zásoby ropy obmedzené, avšak zásoby CNG sú oveľa väčšie ako ropy. Ako náhradu však možno použiť aj tzv. Bioplyn, ktorý je z obnoviteľných zdrojov. Miesta, kde sa ťaží ropa, obvykle mávajú prebytky zemného plynu, čo sa odráža v jeho priaznivej cene.

Zemný plyn sa tak stal atraktívnym už aj pre osobné vozidlá, aj napriek nevýhodným ťažkým a objemným tlakovým nádobám a obmedzenému dojazdu. Navyše motor na plynový pohon funguje v „Ottovom“ cykle (teda podobne ako bežný zážihový motor), takže vykazuje nižšiu účinnosť ako vznietový agregát. Na danú prácu teda spotrebuje viac paliva ako diesel.

Syntetická nafta

Fosílnu naftu možno postupne nahradzovať syntetickou naftou, ktorú možno vyrábať zo zemného plynu, biologického odpadu a ďalších materiálov. Syntetickú naftu možno miešať s bežnou naftou. Postupné zvyšovanie jej podielu uľahčí pozvoľný prechod k alternatívnym pohonom bez dopadu na vlastnosti paliva. Práve toto bude veľmi dôležité pre staršie vozidlá.

Hybridné motory

Hybridné pohony by sa mali stať komerčne dostupnejšie v najbližších rokoch. Ich výhodou je, že sľubujú 25 a viac percentnú úsporu paliva, a to predovšetkým v mestskej premávke charakterizovanej opakovanými rozjazdmi a zastaveniami.

Hybridná technológia vychádza z technológie súčasných vozidiel, ktorú dopĺňa o elektrický motor/generátor na pohon a recykláciu energie a samozrejme, aj veľkokapacitné kondenzátory na uchovávanie elektrickej energie. Popri ňom zároveň pracuje samotný spaľovací motor na naftu, etanol alebo niektorý zo spomínaných plynov.

S hybridným pohonom sú však spojené mimoriadne vysoké náklady. Práve preto sa zatiaľ v prípade osobných áut hybridný pohon kombinuje len so zážihovým motorom. Ten je totiž v porovnaní so vznietovým podstatne lacnejší.

Palivo budúcnosti - termojadrová syntéza

V súčasnosti sa na výrobu elektrickej energie využíva najmä energia z fosílnych palív: ropy uhlia a zemného plynu, ako aj vodná energia a energia zo štiepenia jadra. Zdroje fosílnych palív sú ale obmedzené. Je otázkou času, kedy budú vyčerpané.

Výroba energie v jadrových elektrárnach, ktorá ich môže nahradiť je však doprevádzaná problémami s vyhoreným jadrovým odpadom. A tiež je závislá od zásob uránu na Zemi.

Preto pre krytie energetických potrieb budúcnosti potrebuje Európa ďalší bezpečnejší a nevyčerateľný zdroj energie. Termonukleárna syntéza, nazývaná tiež fúziou je jedným z nich.

Fúzia

Fúzia je bezpečným zdrojom energie s prakticky nevyčerateľnými zásobami paliva. Z dlhodobého hľadiska je fúzia schopná produkovať dostatočné množstvo energie s minimálnym vplyvom na životné prostredie.

Elektrárň na princípe riadenej fúzie nájde uplatnenie v husto obývaných oblastiach a priemyselných zónach s vysokým dopytom po energii. Zároveň bude

produkovať vodík využiteľný v priemysle, alebo napríklad na pohon áut.

Fúzia je spôsob, akým produkuje energiu Slnko a ostatné hviezdy.

Princíp fúzie je založený na zlučovaní jadier ľahkých atómov a vytváraní ťažších prvkov, ktoré sprevádza uvoľnenie veľkého množstva energie.

Fúzia na Zemi

Termojadrová fúzia prebieha v jadre Slnka vďaka vysokému tlaku vyvolanému gravitačnými silami a pri teplote „iba“ 10 miliónov °C.

Na Zemi s využitím súčasných technológií dokážeme dosiahnuť len zhruba 10 miliárd násobne nižší tlak ako na Slnku. Aby sa dosiahlo zapálenie fúzných reakcií v dostatočnom rozsahu, musí byť toto obmedzenie vyvážené omnoho vyššou teplotou - až

100 miliónov °C. Pri tejto teplote sa látky nachádzajú v stave plazmy.

Celý problém dosiahnutia vysokej teploty plazmy spočíva v potrebe prekonania elektrickej odpudivej sily medzi dvoma kladnými iónmi vodíka - deutériom a trícium. Oba ióny potrebujeme zblížiť natoľko, aby medzi nimi mohli začať účinkovať silné jadrové sily, ktoré udržuju jadrá pokope. Aby došlo k zblíženiu

kladných iónov potrebujeme im udeliť dostatočne vysokú rýchlosť. A tá je dôsledkom vysokých teplôt.

Na Slnku sú rýchlo pohybujúce sa ióny v dostatočnom množstve a vo vysokej teplote. Na seba teda narážajú tak často, že produkujú dostatočne veľa energie na spätný ohrev plazmy. Tým sú splnené podmienky ustálenej jadrovej syntézy.

Na zemi sa potrebné vysoké teploty dosiahli iba pri výbuchu atómovej bomby (štiepny proces). Uvoľnené teplo je však dostatočné na naštartovanie len neriadenej fúznej syntézy - výbuch vodíkovej bomby. Neprekonaným problémom totiž ostáva spracovanie rýchlo uvoľnenej energie v prospech dlhotrvajúcich podmienok potrebných na udržanie jadrovej syntézy - fúzie.

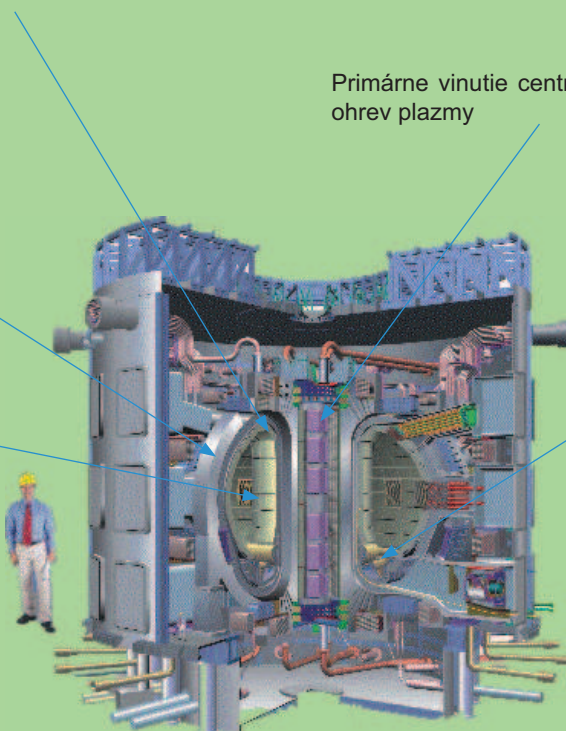
Vákuová nádoba na izolovanie plazmy od vonkajšieho prostredia. Zabraňuje znečisteniu plazmy ako aj jej ochladzovaniu.

Toroidálne cievky vytvárajú silné magnetické pole o hodnote 5 Tesla (100 000-krát viac ako pole Zeme). Udržujú plazmu v strede toroidálneho priestoru a zabraňujú styku plazmy s plášťom vákuovej nádoby.

Moduly plášt'a obsahujúce lítium. Z fúznej reakcie uvoľnené neutróny v styku s lítium vytvárajú trícium, ktoré je ako palivo odvádzané späť do reaktora. Energia, ktorá sa uvoľní pri vzniku trícia prechádza chladiacimi obvodmi a vytvára paru, ktorá poháňa generátora elektrickej energie.

Primárne vinutie centrálnej cievky na ohmický ohrev plazmy

Diverzor odstraňuje z plazmy nečistoty a produkt fúznej reakcie hélium. Je v priamom styku s plazmou.



LASER:

Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation
(Zosilnenie svetla pomocou vnúternej emisie žiarenia)

Princíp

Ako na stimulovanú emisiu?

Dodaním energie z bleskovej výbojky dochádza k vybudeniu atómov.

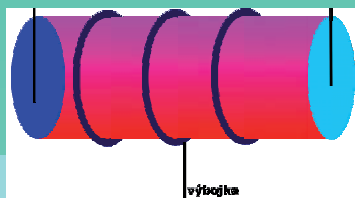
Elektróny sa posúvajú z nižšej energetickej hladiny do vyššej. V takomto stave však vydržia len asi 1/100 sekundy a pri návrate do pôvodnej energetickej hladiny vyžiaria energiu - fotón. Ide o samovoľnú emisiu.

Fotón putujúci prostredím zasiahne iný excitovaný atóm a tým zapríčini prechod elektrónu naspäť do pôvodnej energetic-

kej hladiny. Pri takejto vynútenej emisii sa uvoľní identický fotón.

Laserové svetlo teda naberaá na intenzite, až je dosť silné na to, aby uniklo polopriepustným zrkadlom na jednej strane rubínu.

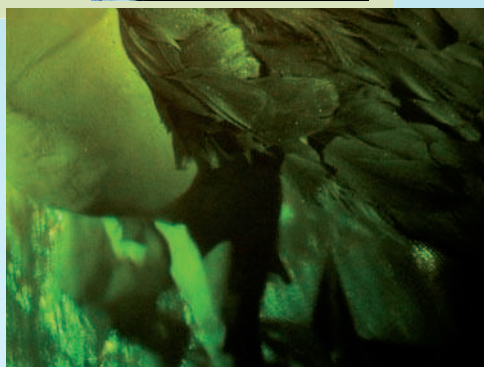
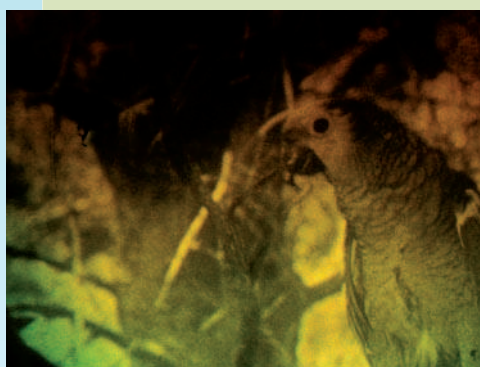
Ak atómom dodávame energiu, dostanú sa do excitovaného stavu. Keď sa potom rôzne elektróny vracajú na svoju pôvodnú energetickú úroveň, vyžarujú fotóny.



Komunikácia - 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. Na obr. optický kábel.

Kompaktné disky - CD je vlastne plastový priesvitný disk pokrytý tenkou reflexnou vrstvou. Do tej vypaľuje laser pri nahrávaní malé dierky, ktoré predstavujú dáta. Oblasti s dierkami odrážajú svetlo inak, ako oblasti bez nich.

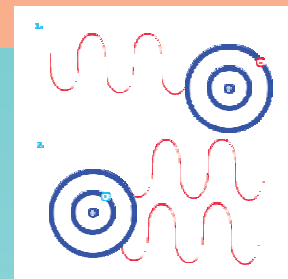
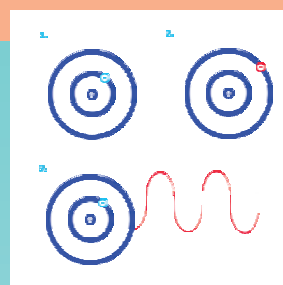
Priemysel - na vŕtanie dier do diamantov, na úpravu mikroelektroniky, na rezanie vzoriek (v textilnom priemysle), na syntetizovanie nových materiálov, pri zváraní a pri pokuse o vyvolanie riadenej jadrovej reakcie.



? Čo je vlastne stimulovaná emisia? ?

Tieto fotóny zasiahnu ďalšie excitované atómy, čím spôsobia, že sa z nich uvoľní identický fotón (s rovnakou energiou, a teda aj vlnovou dĺžkou, frekvenciou a farbou).

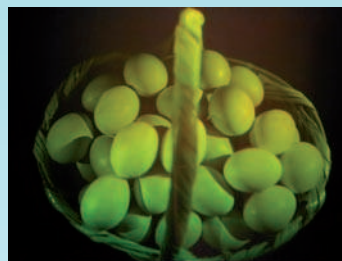
Tieto fotóny zasiahnu ďalšie excitované atómy, ktoré uvoľnia ďalšie rovnaké fotóny. Práve vďaka tomuto je laserové svetlo koherentné.



Využitie v praxi

Chirurgia - pri náročnejších operáciách a na horšie dostupných miestach (v mozgu, žalúdku)

Dokonale nahradia bežný skalpel a navyše sú úplne sterilné. V očnom lekárstve sa používajú napríklad pri operáciách šedého a zeleného zákalu.

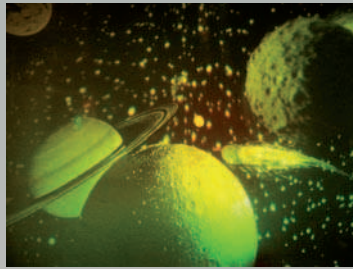


Záznam a rekonštrukcia hologramu

Na holograme sa zaznamenáva štruktúra svetelnej vlny, ktorá sa rozptýlila na predmete a nie premietnutý obraz daného predmetu. Aby sme získali hologram potrebujeme dva súčasné svetelné lúče - jeden, ktorý predmetom prešiel alebo sa od neho odrazil a druhý, ktorý ide taktiež od zdroja, avšak v ceste nemá žiadnu prekážku. Tieto dva lúče musia spolu interferovať. Na svetlocitlivý materiál - holografickú dosku - sa zachytí interferenčný obrazec.

Z lasera vychádza úzky lúč, ktorý sa delí na dva zväzky. Jeden zväzok sa dostáva na

objekt, ktorým je rozptýlený a dopadá na holografickú fotoplatňu. Druhý po odrazoch na ňu taktiež dopadá. Všetky svetelné zväzky odrazené od predmetu interferujú s druhým lúčom. Výsledné interferenčné pole môžeme zaznamenať na už spomenutú holografickú dosku, či film.

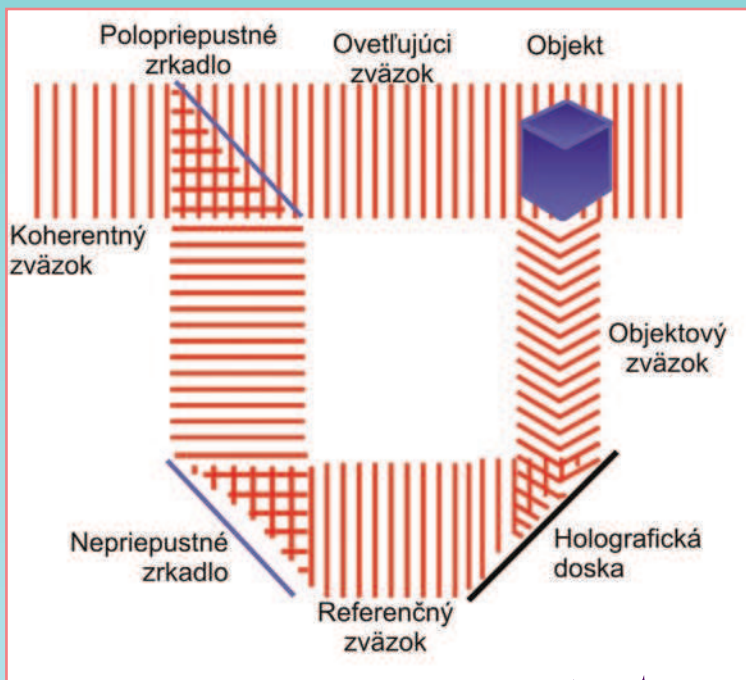


Po vyvolaní filmu je hologram vložený do pôvodnej polohy ako bol pri zázname. Osvetlíme ho už len referenčným zväzkom - teda zväzkom, ktorý šiel k filmu bez prekážky. Pozorovateľ vidí v dôsledku difrakcie osvetľujúceho zväzku na holograme zaznamenaný predmet v pôvodnej polohe predmetu a to trojrozmerné, tak ako v skutočnosti. Tento proces nazývame rekonštrukciou hologramu.

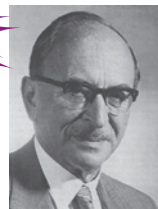


Hologramy a umenie

Hologramy už nie sú len objektom výskumu, ale stali sa aj objektom umenia. Jedným z príkladov je umenie japonského holografického umelca Hiro Yamagatu, ktorý sa zameriava na vytváranie hologramov obrovských rozmerov.



OBJAV



Holografii objavil anglický fyzik maďarského pôvodu Denis Gábor. Problémom, ktorého riešenie priviedlo Gábora k objavu holografie, bola snaha zdokonaľiť mikroskop.

Nová etapa vývoja holografie začala až po vynáleze lasera začiatkom 60-tych rokov. Prvý mimoo-sový hologram s použitím koherentného laserového svetla nasnímali Leith a Upatnieks v roku 1962. Kým v klasickej Gáborovej metóde dopadal na fotografickú dosku predmetový zväzok aj referenčný zväzok z jedného smeru, Leith a Upatnieks použili mimoosový referenčný zväzok, čím dosiahli že pri rekonštrukcii osvetľujúci lúč nepadá pozorovateľovi do oka a neruší pozorovanie obrazu predmetu.

V tom istom roku sovietsky vedec J. N. Denisjuk publikoval prácu o objemových hologramoch. Denisjuk volil protichodný smer šírenia obidvoch svetelných zväzkov.

LASER:

Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation
(Zosilnenie svetla pomocou vnúternej emisie žiarenia)

Princíp alebo o čo ide

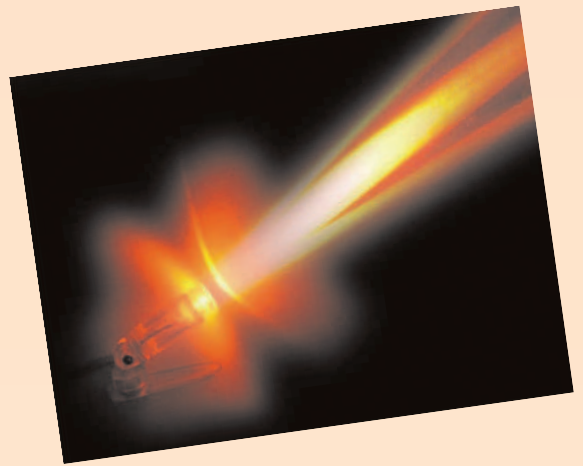
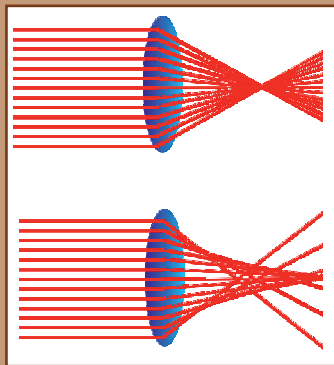
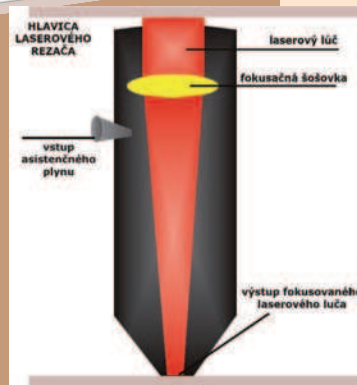
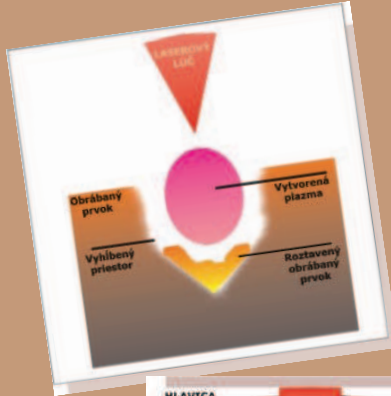
Ako na stimulovanú emisiu?

Laserové obrábanie nahrádza mechanické odstraňovanie materiálov ako sú tvrdené kovy, keramika a kompozity.

Jedným z typických špecifik obrábania prostredníctvom laserového lúča je odstraňovanie materiálových častíc jednu za druhou, pričom energia laserového lúča spôsobuje zmenu tuhej fázy na tekutú alebo na plynú. Miesto, kde sa laserový lúč dotýka materiálu sa nachádza v mieste ohniska optiky lasera.

Oblasť opracovania má čo do veľkosti zlomky milimetra. Dôležité je, že opracovanie sa týka len oblasti vo vnútri lúča a nie mimo neho. Energia lúčom privedená mení vlastnosti materiálu a ten sa môže dokonca odpariť. Tento princíp odparovania je využívaný pri gravírovaní materiálu alebo jeho rezaní.

Pri rezaní sa už ale využívajú lasery s vysokými energiami, ktoré sú dostatočné na to, aby rýchlo prešli celou šírkou materiálu a nie len jeho povrchovou vrstvou. Výpary materiálu - teda jeho plyny - sa odŕukujú prúdom vzduchu namiereného priamo na miesto rezania, či gravírovania.



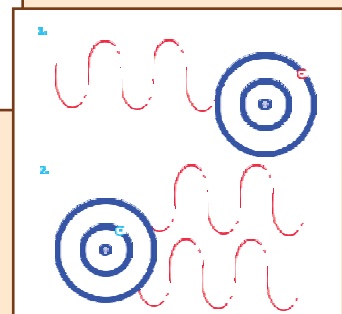
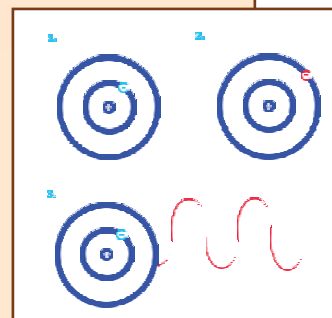
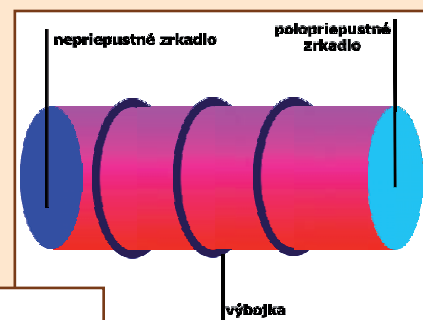
Laser v skratke

Dodaním energie z výbojky dostaneme elektróny na vyššiu energetickú hladinu - excitujeme ich. Tu však zostanú len krátky čas a po jeho uplynutí sa vracajú späť na svoju pôvodnú energetickú hladinu, pričom vylúčia fotón o rovnakej energii, aký prijali. Tento jav nazývame samovoľnou emisiou.

Ak tento emitovaný fotón zasiahne iný elektrón, ktorý je ešte stále vo svojom vzbudenom stave, prinúti ho aby sa vrátil na svoju pôvodnú energiu, a tak excituje ďalší fotón. Toto

je nazvané stimulovanou alebo vynútenou emisiou.

Na oboch koncoch prostredia, kde sa tento dej odohráva sú zrkadlá (jedno z nich polopriepustné), ktoré fotóny nútia byť stále v aktívnom prostredí lasera a vytvárajú tak väčšie množstvo fotónov pomocou stimulovanej emisie. Ak je ich množstvo dostatočne zvýšené, budú mať dostatočnú energiu aby prešli polopriepustným zrkadlom a laser tak začal žiariť - môžeme ho začať využívať.



Hustota energie

Pod hustotou energie rozumieme množstvo energie, ktorá je dodaná systému alebo priestoru a v ňom uložená na jednotku plochy, či objemu.

V laseroch je hodnota tejto veličiny naozaj vysoká.

Pre porovnanie:

- elektrónový lúč $10^6 - 10^8 \text{ J cm}^{-2}$
- jadrový výbuch $10^{10} \text{ J cm}^{-2}$
- laser $10^{12} \text{ J cm}^{-2}$

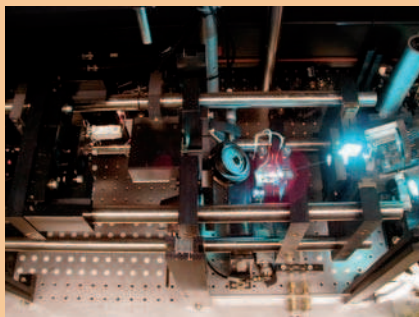


Typy laserov

Podľa skupenstva aktívneho prostredia

Pevnolátkové

Aktívnym prostredím sú kryštalické alebo amorfné izolanty s prímiesou vhodných iónov. Tieto lasery môžu pracovať v rôznych režimoch a za rôznych podmienok. Sú stabilné a majú malé nároky na údržbu. Ich žiarenie má vlnové dĺžky v oblasti infračerveného a viditeľného svetla



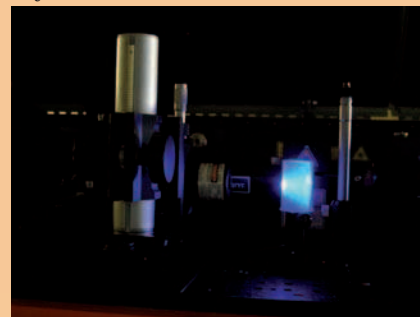
Kvapalinové

Aktívnym prostredím sú kvapaliny rôznych organických farbív. Využitím zákonitostí nelineárnej optiky je možné dosiahnuť vlnové dĺžky od 300nm-1500nm. Preto sa často takéto lasery využívajú v spektroskopii. Ich nevýhodou je krátka životnosť aktívneho prostredia, ktoré sa teplom a svetlom rozkladá.

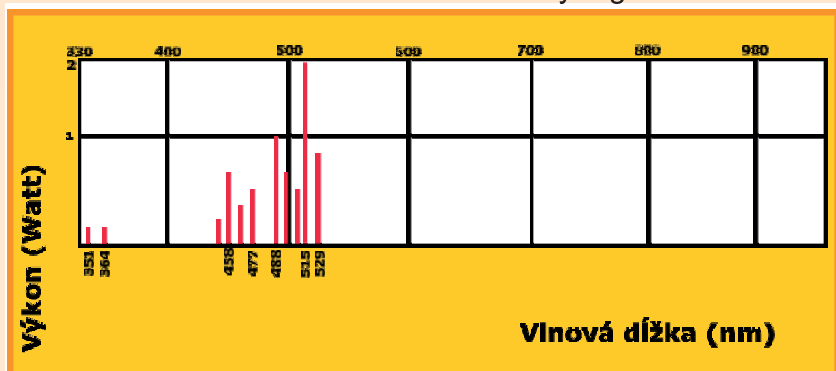


Plynové

Aktívne prostredie je tvorené atómami, iónami alebo molekulami. Pracujú vo veľmi širokom rozsahu vlnových dĺžok v kontinuálnom alebo pulznom režime. Ich excitácia je väčšinou pomocou elektrického výboja. Majú homogénne aktívne prostredie, ktoré im zaisťuje výborné parametre, avšak nevýhodou je nízky výkon.



vlnové dĺžky argónového lasera



Kadm	pevnolátkový	624 nm
Kryptón	plynový-iónový	676,4 nm
Kryptón	plynový-iónový	647,1 nm
InGaAlP	polovodičový	635-660 nm
HeNe	plynový	633 nm
Rubín	pevnolátkový	628 nm
HeNe	plynový	612 nm
HeNe	plynový	594 nm
Cu	kovové výpary	578 nm
Kryptón	plynový-iónový	568,2 nm
HeNe	plynový	543 nm
DPSS	polovodičový	532 nm
Kryptón	plynový-iónový	530,9 nm
Argón	plynový-iónový	514,5 nm
Cu	kovové výpary	511 nm
Argón	plynový-iónový	501,7 nm
Argón	plynový-iónový	496,5 nm
Argón	plynový-iónový	488 nm
Argón	plynový-iónový	476,5 nm
Argón	plynový-iónový	457,9 nm
HeCd	plynový-iónový	442 nm
N2+	plynový	428 nm
Kryptón	plynový-iónový	416 nm

Podľa výkonu

Nízkovýkonné (mäkké)

Do skupiny nízkovýkonných laserov patria tie, ktoré majú výkon nižší ako 500mW. Tieto lasery neprodujú výrazné teplo - sú nazývané aj chladné lasery. Patria sem rôzne skupiny laserov - od tých, ktoré sú škodlivé len pre oči (snímač pri pokladni) až po mierne silné lasery, ktoré sa nachádzajú napríklad v optických mechanikách prehrávačov. Využívané sú aj v medicíne na zákroky na koži, liposukciu, operácie oka a pod.



Vysokovýkonné (tvrdé)

Do tvrdých laserov zaraďujeme tie, ktoré majú výkon vyšší ako 500mW (v impulze 1012 J/cm²). Sú nebezpečné pre oči pri akomkoľvek pohľade - do priameho alebo aj rozptýleného svetla. Využívané sú v priemysle a technike na rezanie, gravírovanie či zváranie rôznych materiálov.



Ďalšie druhy jadier laserov:

Pevnolátkové:

Sm:CaF₂ samarium dopovaný
CaF₂ Tm:YAG (Thulium YAG)
Ho:YAG (Holmium YAG)
Yb:YAG (Ytterbium YAG)
Nd:Sklo (Neodymium Sklo)
...a mnoho ďalších

Polovodičové:

AlGaAs GaN
InGaAsP InGaAlP
...a mnoho ďalších

Plynné:

Kryptónový Dusíkový
Xenónový CO
...a mnoho ďalších

Ostatné:

výpary zlata voľné elektróny
HeHg nukleárny
HeSe COIL

Typ	Vlnová dĺžka	Výkon	Mód	Použitie a vlastnosti
Pevné skupenstvo				
Nd:YAG laser	1.06 μm	1 W - 8 kW	kontinuálny aj pulzný	S kryštálom yttrito - hlinitého granátu dotovaného neodymom. Obrábanie materiálov, meranie, medicína
Rubínový laser	694 nm červené svetlo	niekoľko MW	pulzný	meranie, pulzná holografia
Polovodičový laser	infračervené až viditeľné	1 mW - 100 mW	kontinuálny aj pulzný	Optoelektronika
Kvapalné skupenstvo				
Farebný laser	kontinuálne od infračerveného po viditeľné - záleží na zložení	1 mW - 1 W	kontinuálny aj pulzný	meranie, medicína, optická spektroskopia
Plynné skupenstvo				
CO ₂ -Laser	10.6 μm	1 W - 40kW (100 MW in pulsed mode)	kontinuálny aj pulzný	opracovanie materiálov, medicína, oddeľovanie izotopov
HeNe laser	632.8 nm alebo 1150 nm	1 mW - 1 W	kontinuálny	meranie, holografia
Argónový laser	458nm, 477nm, 488nm, 497nm, 501nm, 515nm ...	1 mW - 150 W	kontinuálny aj pulzný	v tlačiarňach, medicína, excitovanie atómov pre farebný laser
Excimérový laser	198nm, 248nm, 308nm a ďalšie	1 kW - 100 MW	kontinuálny aj pulzný (10ns - 100 ns)	mikrostromjarenstvo, medicína, laserová chémia



Stavba lasera

v architektonickej stavbe lasera rozoznávame 3 základné časti

- energetický zdroj (nazývaný aj čerpadlo)
- laserové médium
- optický rezonátor (z dvoch alebo viacerých zrkadiel)



Optika lasera

Zrkadlá:

jedno z nich je s vysokou odrazivosťou, kde odrazivosť dosahuje až 99.999%. Druhé zrkadlo je polopriepustné a jeho odrazivosť závisí na výstupnej intenzite akú chceme v laserovom lúči dostať (typicky však 50% - 95%).

Šošovky:

šošovku často využívame pri aplikácii lasera priamo v praxi. Niekedy je potrebné celý výstupný lúč fokusovať na jedno miesto, aby sme koncentráciu svetla ešte zvýšili - napríklad pri gravírovaní, či rezaní materiálu. Šošovky sa využívajú aj pri zúžení priemeru laserového zväzku, keďže lúč lasera sa difrakciou postupne rozširuje.

Filtre:

nachádzajú sa najčastejšie na vnútornej strane zrkadiel, teda pri laserovom médiu. Ich úlohou je vylúčiť iné vlnové dĺžky okrem požadovanej, keďže jeden laser môže často pracovať aj na viacerých vlnových dĺžkach (viď argón).

Rotujúce hranoly:

sa používajú pri impulznom type lasera ak chceme vytvoriť jeden krátky svetelný impulz.

Čerpadlo

Čerpadlo je zložka, ktorej úlohou je dodávať energiu do laserového systému. Ako príklad môžeme uviesť: zdroje elektrických výbojov, bleskové lampy, svetlo z iného lasera, chemické reakcie a dokonca aj explozívne zariadenia.

To aké čerpadlo je v lasere závisí na použitom laserovom médiu a taktiež podmieňuje spôsob ako je energia k danému médiu dodávaná. Napríklad: HeNe laser používa ako zdroj energie elektrický výboj, Nd:YAG laser používa svetlo fokusované xenónovou bleskovou lampou, excimérový laser zas využíva chemické reakcie.

Optický rezonátor

Optický rezonátor alebo optická dutina je v najjednoduchšej forme tvorená dvoma paralelnými zrkadlami uloženými na koncoch laserového média. Ich úlohou je odrážať svetlo späť do aktívnej zóny.

Zrkadlá majú optické pokrytie, ktoré im dodáva žiadúce reflexné vlastnosti. Typicky je jedno zrkadlo s vysokou odrazivosťou a jedno polopriepustné. Druhé z nich je tiež nazvané ako vonkajší konektor, pretože dovoľuje časti svetla opustiť rezonátor a vytvoriť tak laserový lúč.

V rezonátore sa môže svetlo odraziť aj niekoľko tisíckrát, kým sa dostane von a vytvorí lúč. V zložitejších systémoch laserov je používaný súbor až štyroch zrkadiel.

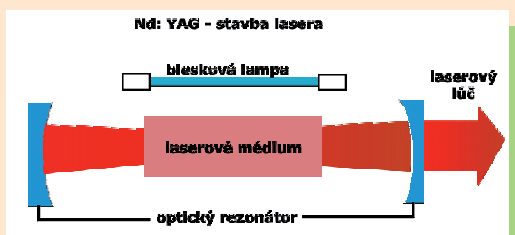
Ďalšie zložky ako modulátory, filtre, absorbéry či rotujúce hranoly, sa môžu umiestniť do vnútra optického rezonátora, aby sa dosiahli rôzne efekty laserového výstupu. Napríklad: vytvorenie impulzov laserového svetla alebo zmena vlnovej dĺžky.

Laserové médium

Laserové jadro (médium) je najhlavnejšia zložka lasera, ktorá najviac ovplyvňuje vlnovú dĺžku laserového lúča a ďalších vlastností lasera. Doteraz sa podarilo nájsť, či vytvoriť stovky laserových médií.

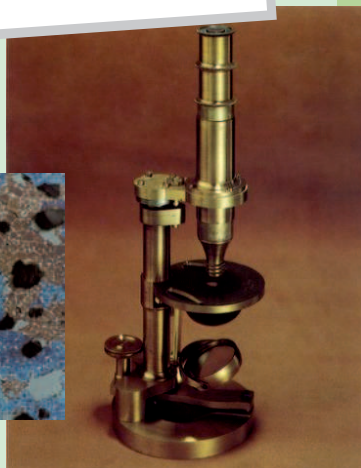
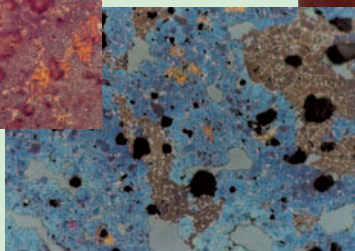
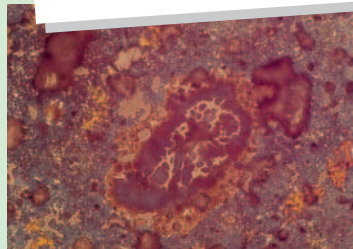
Práve v tomto médiu prebieha spontánna a neskôr vynútená emisia fotónov, čo je základ vytvorenia laserového lúča na základe zosilnenia žiarenia. V samotnom procese je médium excitované pomocou čerpadla.

(pre viac informácií o tejto zložke lasera viď kapitolu Typy laserov)



MIKROSKOP

ikroko o na va eo tick r troj
ktor lú i na to a yo ticky v čsil al red ety tak
a y e na nich ohli ro o nať detaily ktor ú
voľn oko neviditeľn

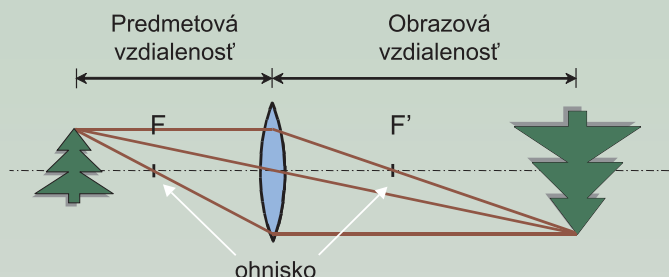
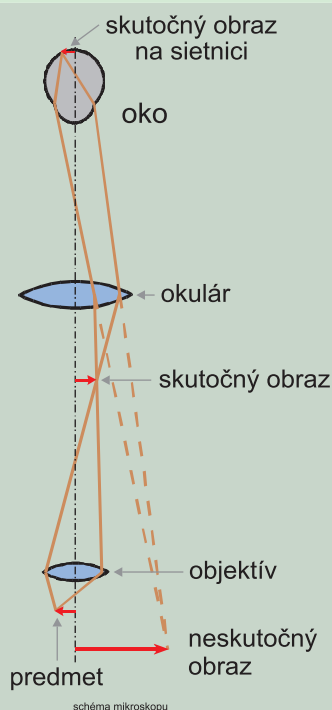


Princíp

Optický mikroskop je centrovaná sústava dvoch zložených spojných šošoviek. Predná šošovka sa nazýva objektív a má veľmi malú ohniskovú vzdialenosť. Zadná šošovka sa nazýva okulár a slúži ako lupa na zväčšenie skutočného obrazu, vytvoreného objektívom.

Lúče, ktoré sa šíria rovnobežne s optickou osou sa po prechode šošovkou sústreďujú v ohnisku.

Skutočný obraz, ktorý možno premietnuť na tienidlo, sa tvorí v určitej vzdialenosti za šošovkou.



Čím je ohnisková vzdialenosť šošovky menšia, tým väčšie je zväčšenie, ale tým bližšie ju treba klásť k predmetu.

Veľmi krátka ohnisková vzdialenosť objektívu dovoľuje vytvoriť veľmi zväčšený skutočný obraz predmetu v tubuse, alebo na čipe CCD kamery.



História

Anglický fyzik Robert Hooke (1635 - 1703) ako jeden z prvých uskutočnil pozorovania mnohých objektov vlastnoručne zhotoveným mikroskopom. Zaviedol pojem bunky (celluly).

V roku 1665 vydal knihu Micrographia.

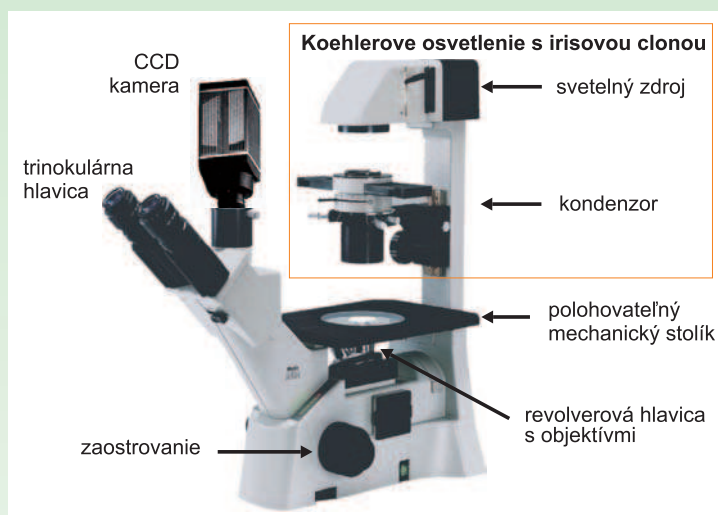
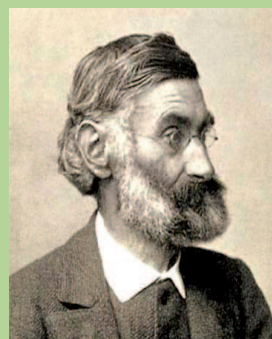


Holandčan Antonie van Leeuwenhoek (1632 - 1723) je známy zdokonalením mikroskopu a príspevom k vzniku mikrobiológie.

Pozoroval a popísal jednobunkové mikroorganizmy, v roku 1674 podal prvý presný opis červených krviniek.

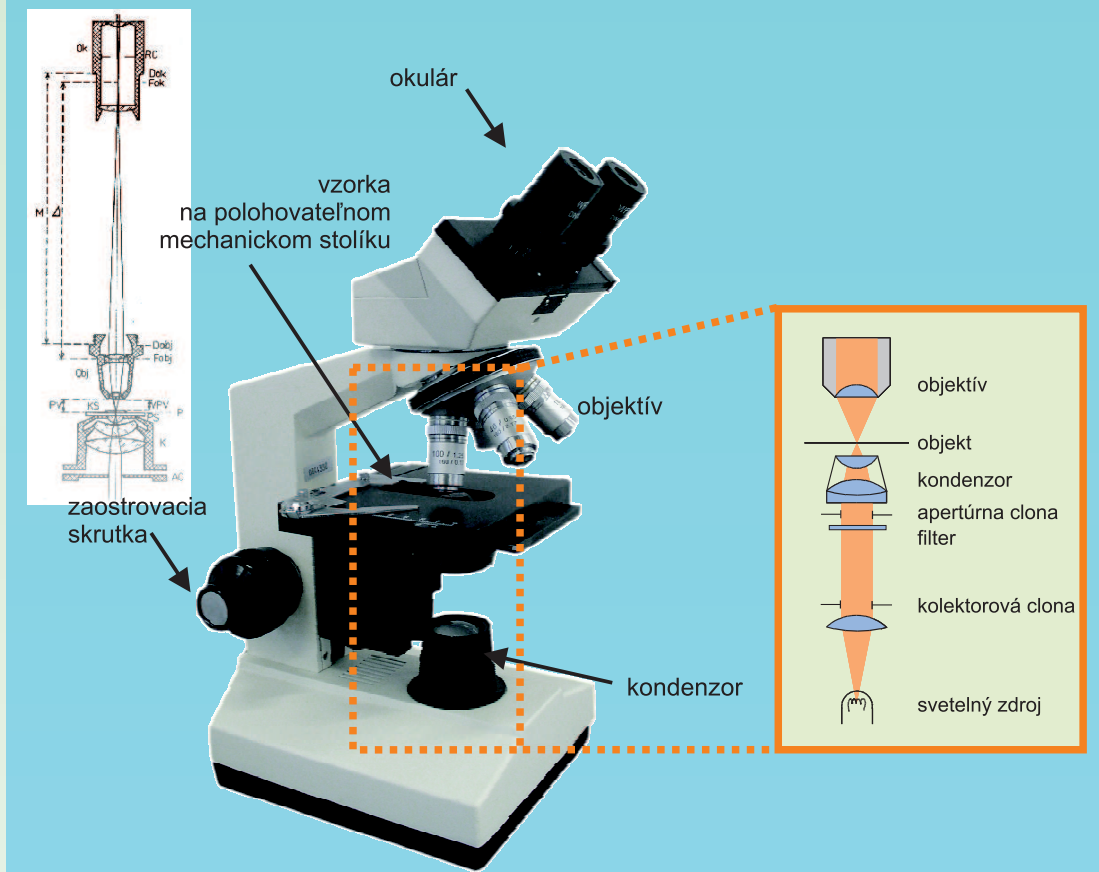


Karlstadt Karl Abbe (1804 - 1891) bol nemecký fyzik, astronóm a sociálny reformátor. Je zakladateľom teórie optických prístrojov. Jeho prácou začal novú epochu vo vývoji konštrukcie mikroskopov. V roku 1873 vyvinul apochromatické objektívy.



Inverzný mikroskop pre pozorovanie biologických vzoriek

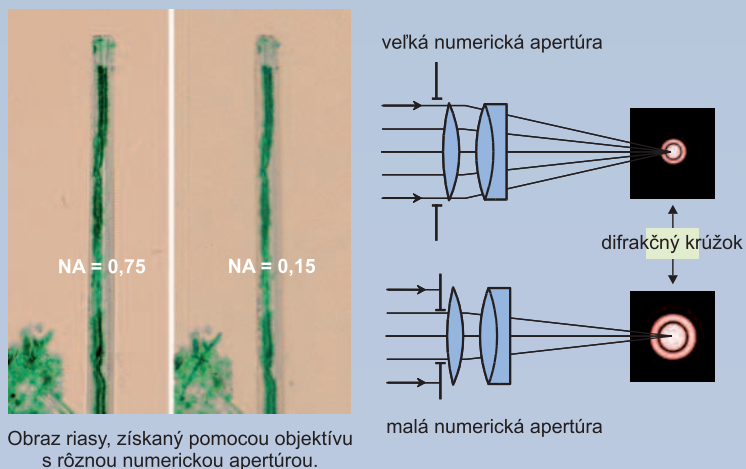
KONŠTRUKCIA MODERNÉHO OPTICKÉHO MIKROSKOPU



Rozlíšenie

Lúče svetla sa nemôžu ani v ideálnom prípade zbíhať do geometrického bodu. Z vlnovej povahy svetla vyplýva, že obrazom bodového zdroja je vždy tzv. difrakčný krúžok.

Difrakčný krúžok je tým menší, čím väčší je uhol, pod ktorým sa lúče svetla zbíhajú. Tento uhol má pre tvorbu obrazu kľúčový význam a charakterizuje ho tzv. numerická apertúra (NA).



$$d = \frac{\lambda}{2n \sin \alpha}$$

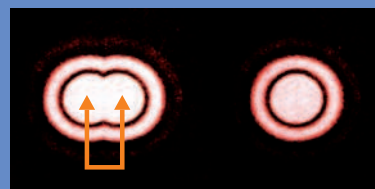
Objektív je najdôležitejšou súčasťou optického mikroskopu. valita objektívu určuje kvalitu výsledného zobrazenia vzhľadom k rozlišovacej schopnosti, veľkosti zorného poľa, hĺbky ostrosti, svetelnosti systému a korekcie optických chýb.



ozlišovacia schopnosť () je najmenšia vzdialenosť dvoch bodov, ktorú môžeme v obraze rozlíšiť.

e daná numerickou apertúrou, vlnovou dĺžkou svetla a indexom lomu prostredia.

$$R = \frac{0.61\lambda}{N.A.}$$



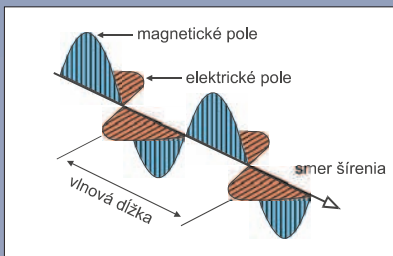
medza rozlíšiteľnosti

Polarizované svetlo

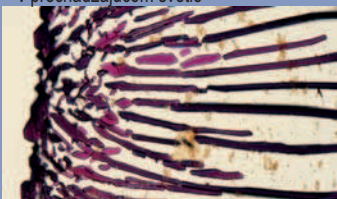
Polarizácia

znamená obmedzenie kmitov elektromagnetického poľa do jednej roviny. Vysoko organizované materiály (kryštály) stáčajú rovinu polarizácie, sú preto viditeľné na tmavom pozadí.

Elektromagnetická vlna



Kryštály manganistanu draselného v prechádzajúcom svetle



v polarizovanom svetle

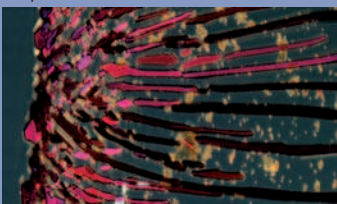
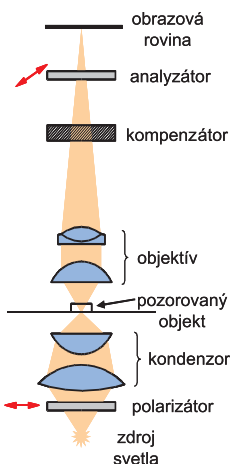


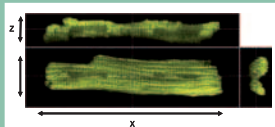
Schéma polarizačného mikroskopu



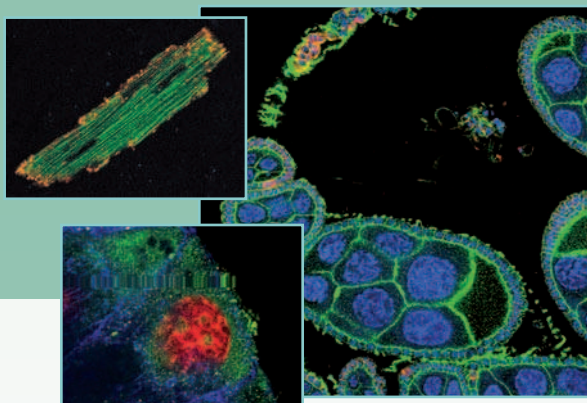
Biomedicína

fluorescencia má veľký význam v biológii, medicíne, farmakológii, genetike a príbuzných odvetviach.

Pomocou špeciálnych farbív môžeme sledovať aktivitu mitochondrií v srdcovej bunke



Zobrazenie vývoja zárodokov Drozofily, získané s pomocou fluorescenčne označených proteínov.

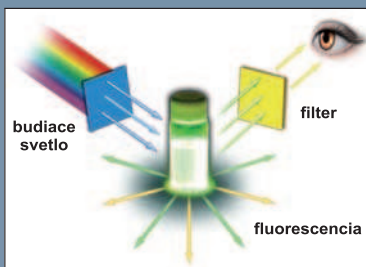


Množstvo objektov, ktoré sú predmetom pozorovania, sú transparentné alebo čiastočne transparentné preparáty. Na zvýraznenie kontrastu sa v mikroskopii používajú viaceré techniky farbenia a osvetľovania vzorky.

Fluorescencia

Fluorecencia

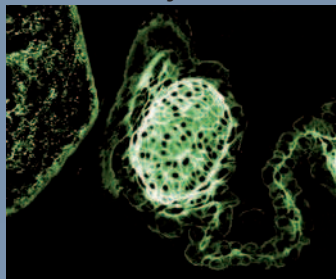
je schopnosť niektorých látok svetielkovať po ich osvetlení vhodným zdrojom. luorescenčné svetlo má inú farbu ako svetlo použité na jeho vybudenie, čo je možné využiť na dosiahnutie vysokého kontrastu.



luorescenčný kontrast dovoľuje zobrazit' štruktúry buniek a tkanív, ktoré sú v prechádzajúcom svetle inak neviditeľné.



Prechádzajúce svetlo



Fluorescencia

luorescenčná mikroskopia zaznamenáva dnes rozmach najmä vďaka bohatému výberu fluorescenčných farieb a proteínov pre vizualizáciu organel, bunkových procesov, tkanivových štruktúr a pod.

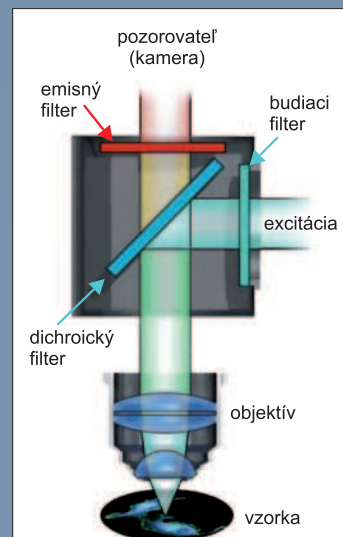
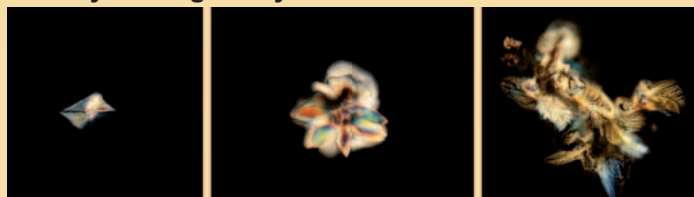


Schéma fluorescenčného mikroskopu

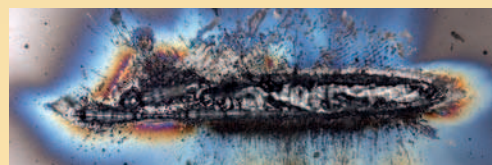
Materiálový výskum

Polarizované svetlo sa používa pri výskume vlákien a polymérov, v geológii a mineralológii, metalografii a chémii.

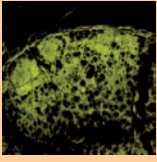
Rast kryštálov glukózy z roztoku



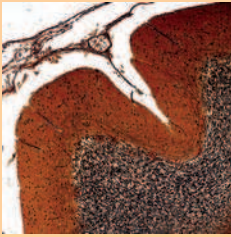
Snímka zvaru v polarizačnom svetle



Mozog



Mozog je riadiace nervové centrum organizmu. Skladá sa z hustej siete buniek - neurónov.



Neuróny v mozgovej kôre dospelého stavovca

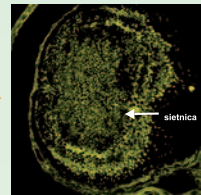
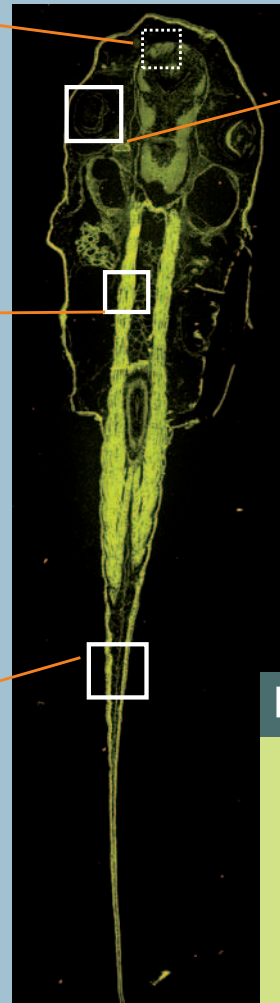
Na tejto strane sú snímky histologických preparátov žaby v štádiu zárodka a v dospelosti, získané pomocou mikroskopie v prechádzajúcom svetle a pomocou fluorescenčnej mikroskopie (snímky s čiernym pozadím).

Obojživelníky (Amphibia)

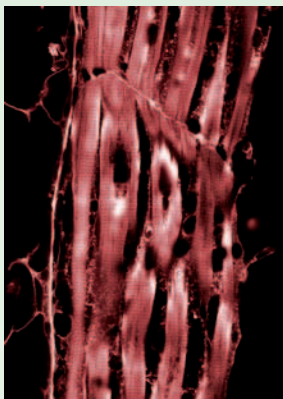
tvoria prechod medzi vodnými a suchozemskými stavovcami. Larválne štádium prekonávajú vo vodnom prostredí, kedy larvy dýchajú žiabrami. Dospelé jedince majú vytvorené pľúca a dýchajú atmosférický kyslík.

Žaba - žubrienka

Histologický rez telom žaby v larválnom štádiu snímaný v prechádzajúcom svetle - vľavo a s pomocou fluorescencie - vpravo.



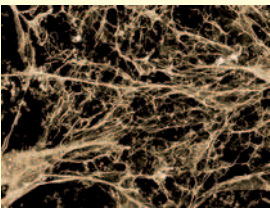
Bunky oka, detail



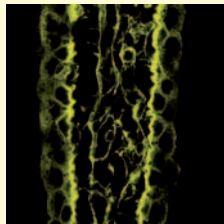
Bunky kostrových svalov sú zoskupené do vlákien, ktoré umožňujú mozgom kontrolovaný pohyb zvierat'a

Chrbtica

Kostné bunky dospelého stavovca tvoria pevnú sieť - oporu pre ostatné tkanivá a orgány



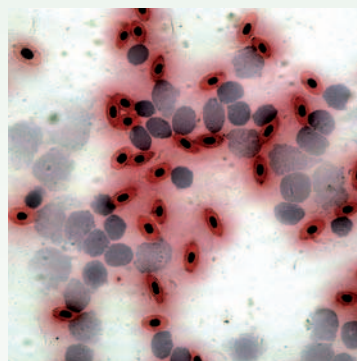
Zárodok chrbtice v tele žubrienky



Črevo dospelaj žaby sa skladá z mnohých záhybov (klkov), ktoré slúžia na vstrebávanie živín získaných z potravy.

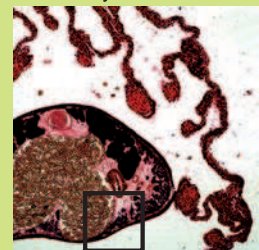


Červené krvinky zásobujú organizmus kyslíkom, biele krvinky mu poskytujú imunitnú ochranu.



Pľúca

Dýchacím orgánom dospelých žiab sú pľúca. Anatómia pľúcneho tkaniva dovoľuje prísun kyslíka priamo k červeným krvinkám.



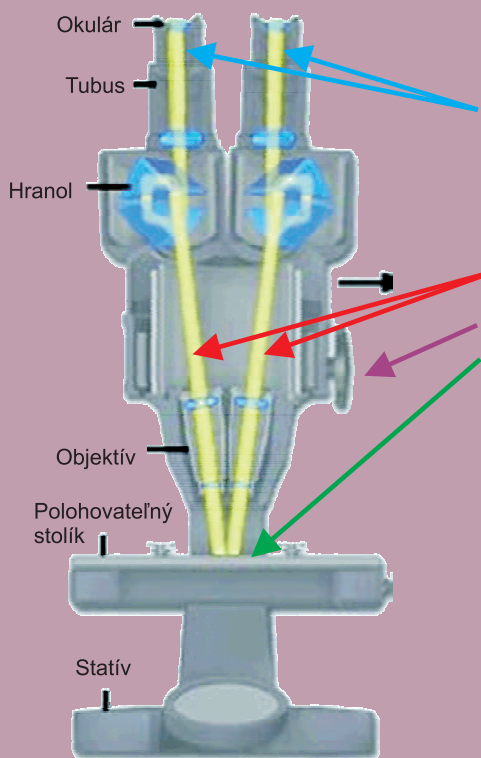
Prie rez tkanivom pľúc dospelaj žaby



Červené krvinky

STEREOMIKROSKOP

Princíp



Do každého okuláru (oka) sa dostáva obraz z trochu iného uhla pohľadu, čo zabezpečuje trojrozmerné videnie.

Štandardne sa používajú dva typy dizajnu.

Historicky prvý typ využíva dva mikroskopy súčasne, jeden pre každé oko.

Oba sú zaoštroené na ten istý objekt.

Druhým typom je mikroskop so spoločným objektívom, kde sa cez jeden veľký objektív súčasne premieta pravá a ľavá strana objektu k ľavému a pravému okuláru (oku).

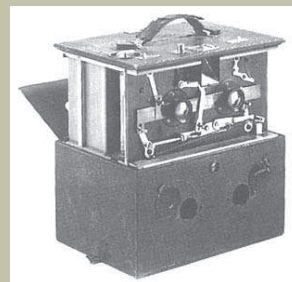
Princíp stereoskopie :

Zrenice očí človeka sú od seba vzdialené približne 7-8 cm, každé oko má preto mierne iný uhol pohľadu a vidí nepatrne rozdielny obraz.

Pokiaľ sa na objekt pozeráme oboma očami, každé z nich sa zaoštrí na inú, navzájom veľmi blízku časť objektu. V mozgu sa spoja obidva obrazy do jedného a vzniká trojrozmerný dojem.

História

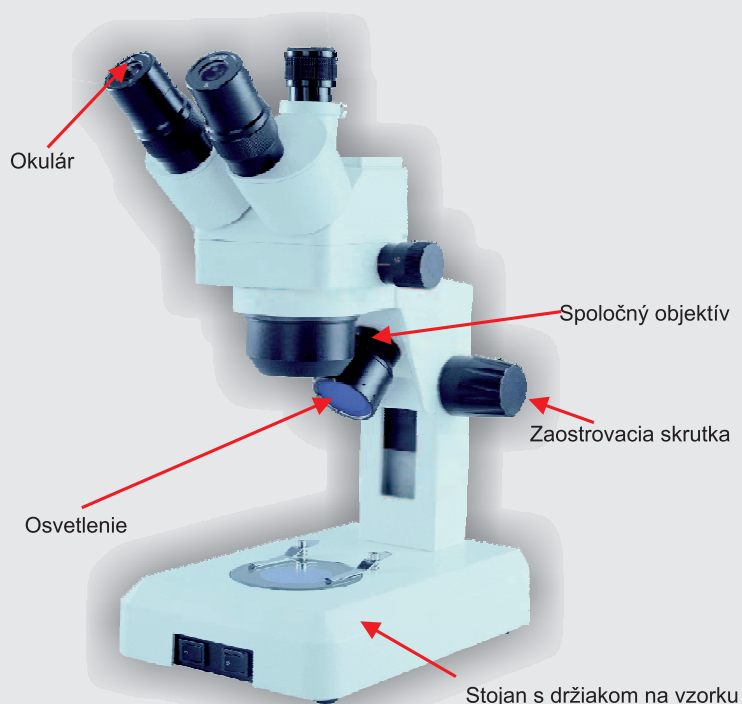
Počiatok stereoskopie pripadá na prvú polovicu 19. storočia, kedy bol zostrojený prvý fotografický prístroj, ktorý dokázal fotografovať dve snímky pod rôznym uhlom súčasne. Koncom 19. storočia mala takmer každá majetnejšia rodina tzv. stereoskop. Masovou popularizáciou televízie význam stereoskopie upadol.



Stereoskopické okuliare neboli ničím iným než dvojitém ďalekohľadom (blízkohľadom), cez ktorý bolo možné každým okom zvlášť pozorovať mierne natočený obrázok s výsledným dojemom trojrozmernej scény.

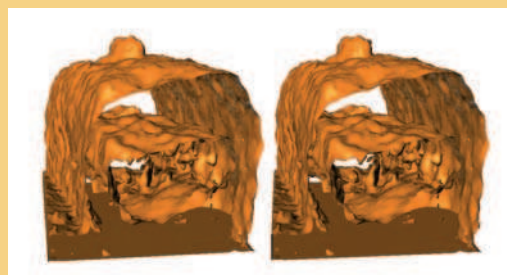
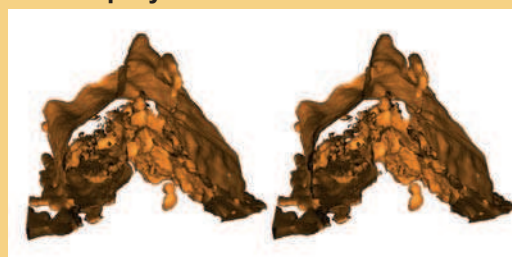


Konštrukcia stereomikroskopu



Stereogram

Stereo-páry obrázkov ciev

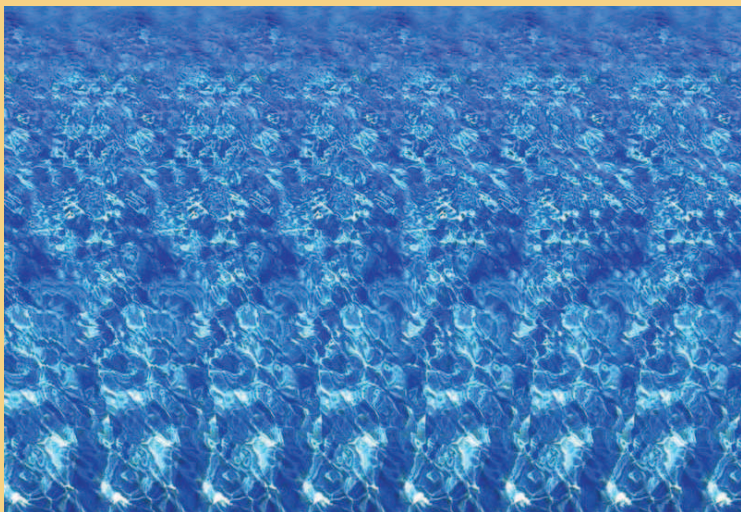


Škúlením sa pokúste poukladať pravú a ľavú časť ilustrácie takým spôsobom, že sa spoja. Koncentrujte svoj pohľad na bod medzi špičkou

vášho nosa a zobrazením, pritom pomaly pohybujte hlavou dopredu a späť. Ak sa dosiahne zlúčenie, uvidíme trojrozmerný obraz.

Stereogram

Počítačom vytvorený autostereogram skákajúcich delfínov



Zaľad'te sa do nekonečna alebo pohľadom fixujte predmet ďaleko za autostereogramom, ktorý máte pred očami vo vzdialenosti určenej na čítanie.

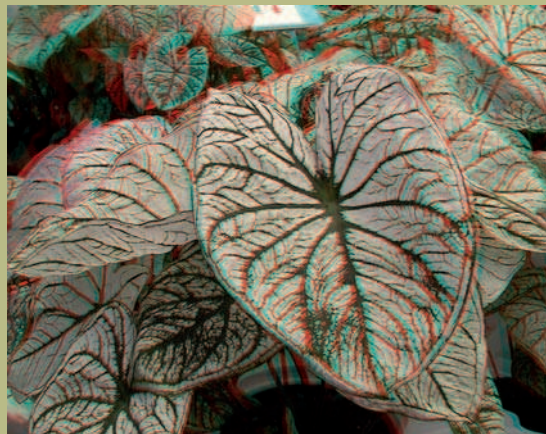
Oči sú v tomto prípade zamerané paralelne. Ponechajte ich tak a pomaly sa pohybujte dopredu a späť, pokiaľ sa nedostaví trojrozmerný efekt.

Stereogram umožňuje na rozdiel od anaglyfu vidieť plnofarebné priestorové obrázky, no je ťažší na prezeranie a vyžaduje si istú šikovnosť aj u diváka. Jedná sa o dva podobné obrázky, ktoré si divák spojí pomocou techniky predškúľovania alebo pohľadu za scénu.

Autostereogram vytvára efekt trojrozmernosti tým, že obsahuje stále opakujúcu sa vzorku. Pokiaľ túto vzorku pozorujeme a zaostrujeme sa na imaginárny bod za obrázkom, vzniká dojem, že obrázok má hĺbku. Mozog spojí obe vzorky do jednej a tá sa zdá byť posunutá dozadu v porovnaní s okolitými obrazovými informáciami.



Stereoskopia má využitie v biológii na sledovanie povrchov najmä hmyzu, rastlín a fosílií. Často sa používa na štúdium povrchov pevných objektov, pre rozdeľovanie, krájanie, výrobu hodínok, výrobu a kontrolu malých elektrických obvodov, pozorovanie minerálov a podobne.



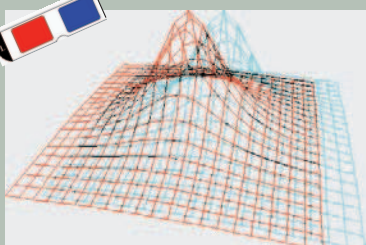
Trojrozmerné videnie je výhodné pri zobrazovaní priestorových modelov, preto bolo vyvinutých mnoho metód na projekciu 3D obrazu.

Anaglyf

Anaglyf je dvojfarebný obraz, v ktorom cez správne držané dvojfarebné okuliare každé oko vidí iba jeden, jemu určený obraz. Cez zelenomodrý filter (pravý) je vidieť len zelený obraz, kým cez červený filter (ľavý) iba červený obraz.

Červená a zelená sú doplnkovými farbami, preto čiary, ktoré vidíme, sa javia čierne a „vystupujú do priestoru“.

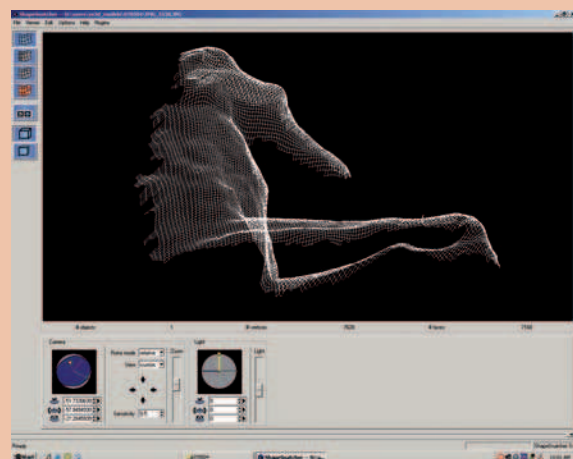
Nevýhodou anaglyfu je nemožnosť znázornenia plne farebných scén.



Ako nasnímať 3D obraz

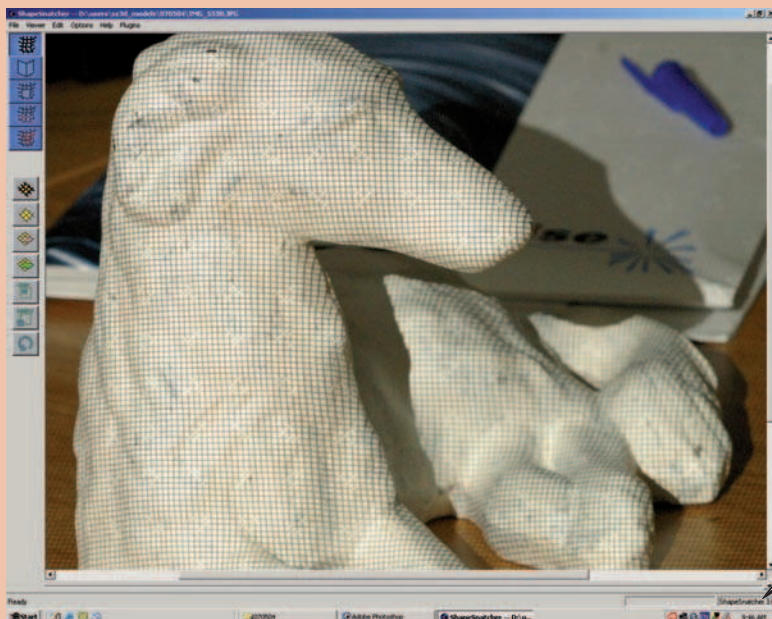
3D obraz je možné zosnímať napr. pomocou skenera, pracujúceho na základe stereovízie / fotogrammetrie.

Na obrázku vľavo je skener firmy Eyetronics, využívajúci premietanie pravidelnej mriežky na povrch objektu. Projektorom mriežky je v tomto prípade fotoblesk so špeciálnym objektívom.



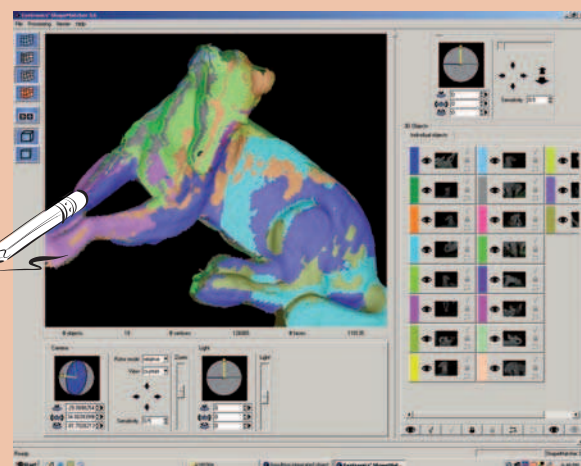
Zosnímaním obrazu z definovaného uhla získame jednu snímku s projekciou mriežky. Na získanie viacerých uhlov pohľadu je možné použiť viacero záberov, alebo niekoľko fotoaparátov resp. kamier.

Podobná technika bola použitá pre získanie 3D videosekvencií vo filme Matrix.



Rekonštrukcia obrazu prebieha na základe výpočtu zakrivenia mriežky, spôsobeného povrchom snímaného predmetu.

Pomocou triangulácie sa vytvorí trojrozmerný model - sieť 3D bodov z jednej snímky.



Ako vytvoriť 3D repliku ?

V mnohých aplikáciách je potrebné vytvoriť skutočnú repliku počítačového modelu.

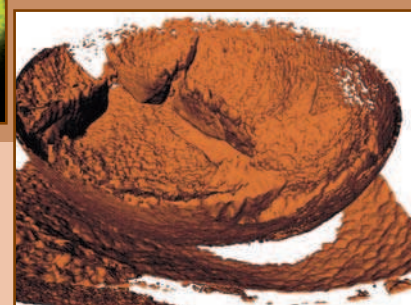
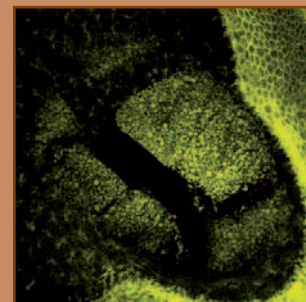
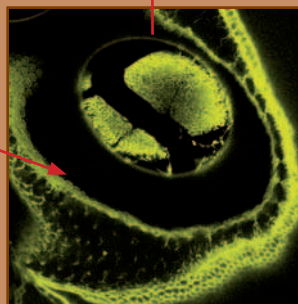
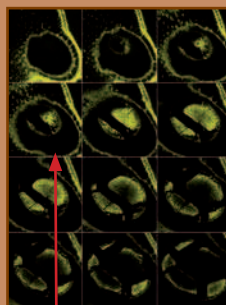
Na tento účel sa používajú techniky rýchleho prototypovania, založené napr. na vytváraní špeciálnych živíc pomocou lasera.



Repliky sošiek psa a slona, Panenskej veže a lebiek človeka, vytvorené pomocou laserovej fotopolymerezácie.

Ako vytvoriť 3D model priestorového objektu?

V biomedicíne sa často stretávame s objektami, pri ktorých poznáme celú vnútornú štruktúru (tomografia, 3D mikroskopia). Z takýchto dát je možné vymodelovať trojrozmerný povrch objektu s použitím počítačovej grafiky.

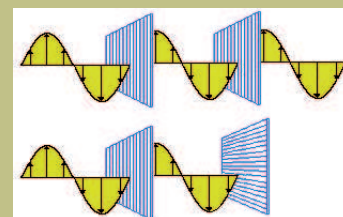


Ako premietat' 3D video?

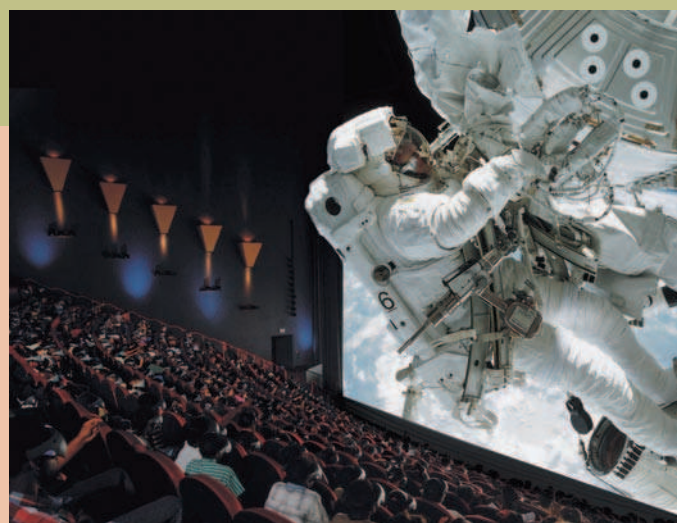
Jednou z možností, ako poskytnúť skutočne trojrozmerný obraz, je modifikovať konštrukciu LCD panelov použitím špeciálnej fólie a okuliarov, ktoré pre každé z očí sprístupňujú výhradne obraz z určitého smeru, určený pre príslušné oko.



Použitie polarizácie pre premietanie 3D obrazu



3D modelovanie má široké uplatnenie v dizajnérstve, architektúre a strojárstve (autá, lietadlá, lode, budovy), ale aj v oblasti filmového a herného priemyslu (3D modely tvárí a postáv).

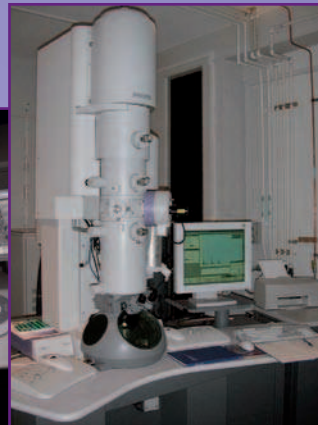
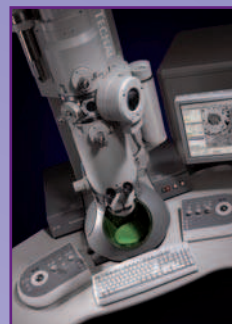


Technológia IMAX™ pracuje na podobnom princípe.

Dva stereoskopické obrazy sú premietané špeciálnou premietačkou na plátno cez polarizačné filtre, umiestnené pred objektívom kamery. Táto technológia si taktiež vyžaduje použitie okuliarov, no ich náročnosť na zrak nie je až taká vysoká ako pri anaglyfe. Dôležité je, že cez polarizačné filtre sa dajú prenášať všetky farby, takže výsledný efekt je farebne neskreslený.

ELEKTRÓNOVÝ MIKROSKOP

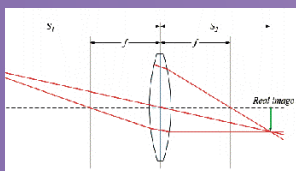
Optický mikroskop dosahuje maximálne zväčšenie 2 000x.
Ide o obmedzenie dané vlastnosťami svetla.
Na vyššie zväčšenie je potrebné použiť iný nosič
informácie ako fotóny a to napríklad elektróny.
Hranica zväčšenia sa potom posunie až na 2.000.000x.



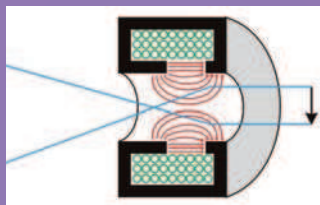
Princíp

V klasických mikroskopoch je základom optického zobrazovania lom svetla na sklenenej šošovke. Svetlo prechádza pozorovanou vzorkou a sústavou šošoviek sa príslušnýkrát zväčší.

U elektrónového mikroskopu funkciu svetla plnia elektrónové lúče. Rovnako majú schopnosť pri prechode vzorkou niesť informácie o jej zložení. Elektrónové lúče, podobne ako u svetla, necháme prechádzať cez tenkú pozorovanú vrstvu - preparát. Tie elektróny, ktoré prejdú preparátom, už len ostáva príslušnýkrát zväčšiť a spracovať na výsledný obraz.

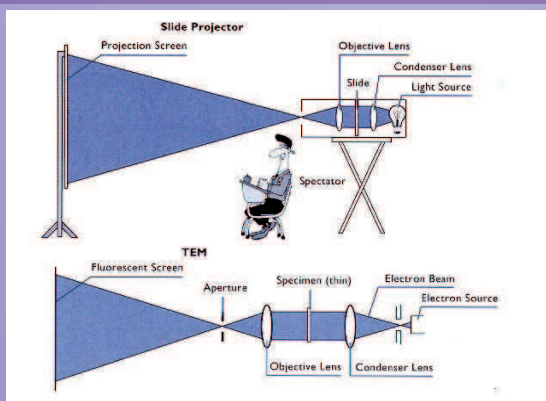


Zväčšenie nám umožnia vhodné magnetické polia - magnetické šošovky. Transformáciu elektrónového lúča do viditeľnej časti spektra nám zas sprostredkuje scintilačná vrstva - princíp podobný zobrazovaniu v klasických televízoroch.



Lúč dopadajúci na lumínor obrazovky, či na túto vrstvu, vybudí fluoreskujúcu látku, ktorá následne žiari vo svetelnej oblasti.

Elektrónový mikroskop je však len ako čiernobiely televízor. Elektróny totiž nedokážu niesť informácie o farbe.

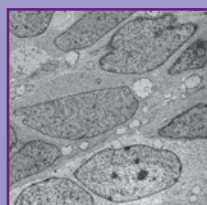


Snehová vločka zväčšená elektrónovým mikroskopom REM, ktorý umožňuje zväčšenie až 100 000x.

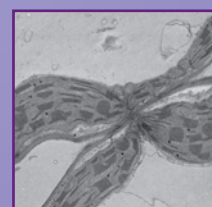
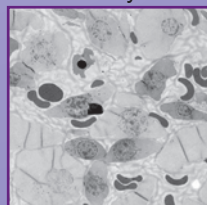
Obrázok ukazuje vysokú symetriu vločky aj pri maximálnom zväčšení.

Nasnímané pri teplote -170°C.

Ostatné metódy by spôsobili pri pozorovaní štrukturálne zmeny vločky, pozorovanie vo svetle by ju roztopilo.



Bunky



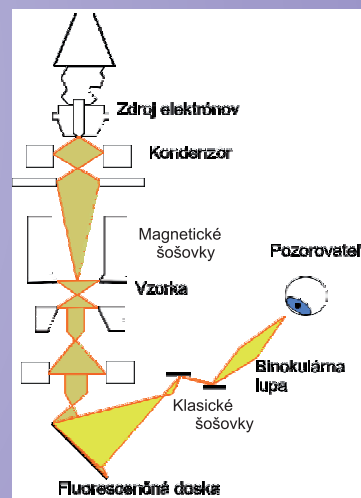
Rez listu tabaku

OBJAV

Prvý elektrónový mikroskop zostrojili Erns Ruska v roku 1931 a neskôr mu za to bola udelená Nobelova cena. Aj keď vývoj elektrónových mikroskopov značne pokročil, Ruskove poznatky sa dodnes používajú pri konštrukcii mikroskopov.



Ernst Ruska



Elektrónový mikroskop TEM (tzv. transmisný, či prechodový) sa dá prirovnať ku premietacke. Namiesto zdroja svetla je v elektrónovom mikroskope zdroj elektrónov a sklenené šošovky sú nahradené magnetickými šošovkami.

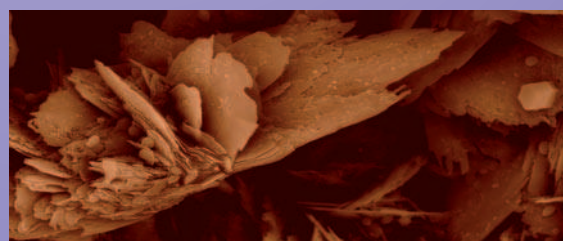
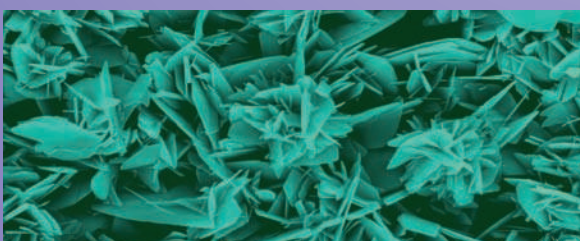
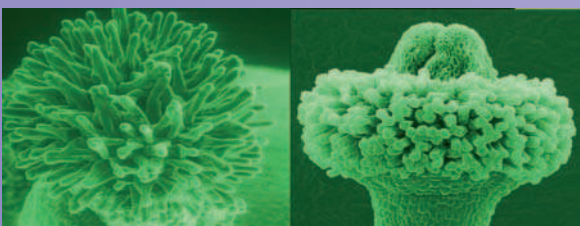
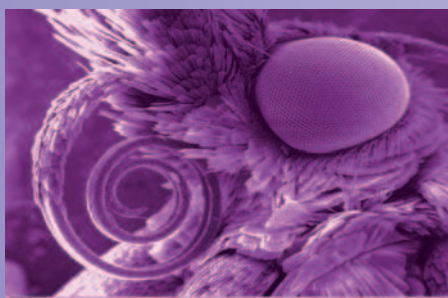
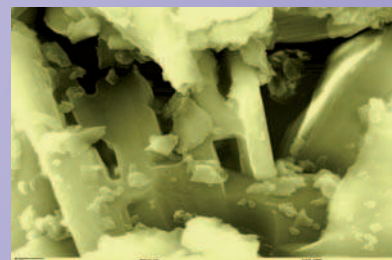
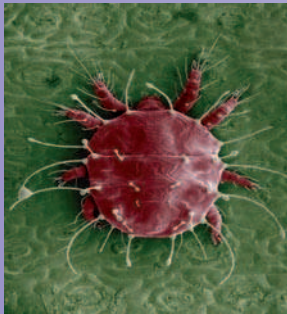
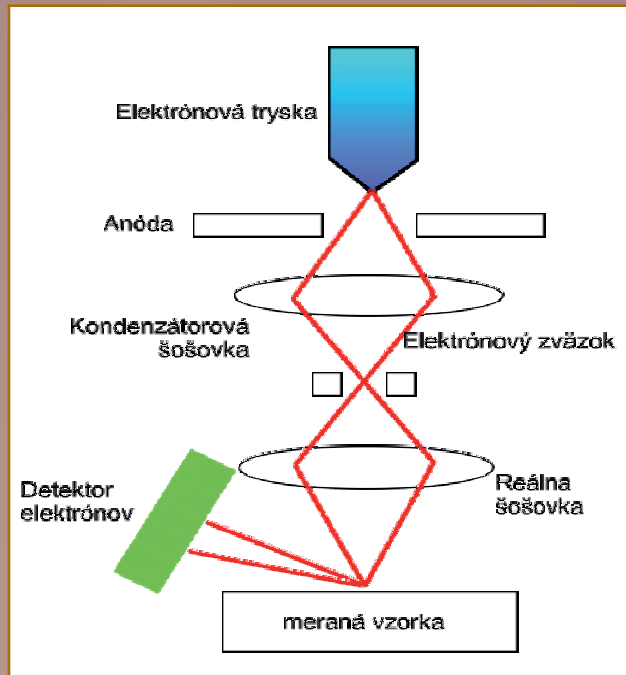
Ako premietacie plátno u elektrónového mikroskopu slúži luminescenčná vrstva, ktorá premieňa elektrónové lúče na svetelné. Tenká vzorka sa do mikroskopu vkladá tam, kde by sa v premietacke vkladal film.

Elektrónový RASTROVACÍ mikroskop

Aj keď transmisný elektrónový mikroskop TEM dosahuje obrovské zväčšenie, nie vždy je vhodný na analýzu, pretože dokáže zobraziť iba tenké vzorky, ktoré je možné "presvietiť" elektrónmi. Na zobrazenie tvaru a povrchu objemných vzoriek sa použiť nedá.

Elektrónový rastrovací mikroskop (REM) nedosahuje také veľké zväčšenia, ale je vhodný na zobrazovanie povrchu vzoriek.

Jeho princíp je trochu odlišný. Elektrónová optika sformuje extrémne tenký lúč so šírkou niekoľko nanometrov a týmto lúčom bod po bode prechádza po vzorke (rastruje). Elektrónový lúč sa od vzorky odráža, pričom odrazené elektróny sú zachytené v špeciálnom detektore. Na základe polohy lúča a signálu z detektora sa dá v počítači zrekonštruovať obraz povrchu vzorky.

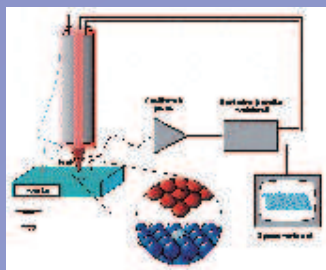


SONDOVÝ MIKROSKOP

Rastrovacia Tunelová Mikroskopia

Podstata tunelovej metódy mikroskopie je založená na tunelovom jave: Ak sa dva vodiče priblížia dostatočne blízko, začne medzi nimi prechádzať prúd, aj keď vodiče nie sú vodivo spojené. Veľkosť tohoto prúdu silno závisí od vzdialenosti vodičov - čím bližšie sú tým väčší prúd tečie.

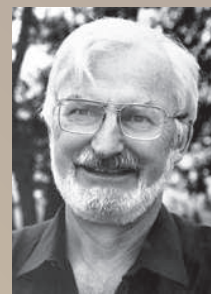
Pri skenovanom tunelovom mikroskope STM sa prúdová sonda priblíži veľmi blízko ku vzorke rádovo na desiatky nm. Sonda prechádza postupne celý povrch vzorky a zazna-



menáva sa veľkosť prúdu. Na základe veľkosti prúdu sa spätne vypočíta vzdialenosť medzi sonodou a vzorkou.

Ak bola výška sondy konštantná, výsledkom bude výšková mapa vzorky.

Rastrovacia sonda-
vá mikroskopia v súčas-
nosti zahŕňa vyše 20
rôznych metód. Ako
prvá bola objavená
rastrovacia tunelová
mikroskopia STM,
za ktorú v roku 1986
dostal jej objaviteľ



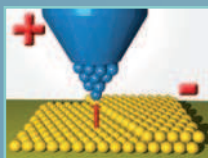
Heinrich Rohrer
Nobelovu cenu. V súčas-
nosti najčastejšie použí-
vaná je atómová silová
mikroskopia (AFM).

Rozlíšenie uve-
dených metód je také
veľké, že umožňujú
ozbrazit' jednotlivé ató-
my, t.j. rozmery 10^{-10} m.

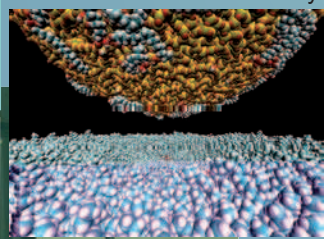


Najťažšou úlohou pri sondovej mikroskopií je zabezpečiť jej jemný pohyb na úrovni atómov. Dosahuje sa pomocou piezoelektrických modulov - špeciálnych kryštálov, ktoré menia tvar vplyvom elektrického poľa.

Ďalej je potrebné mať veľmi malú prúdovú sondu - tá sa pripravuje leptaním platinového drôtu.



vizualizácia atómov
hrotu a vzorky



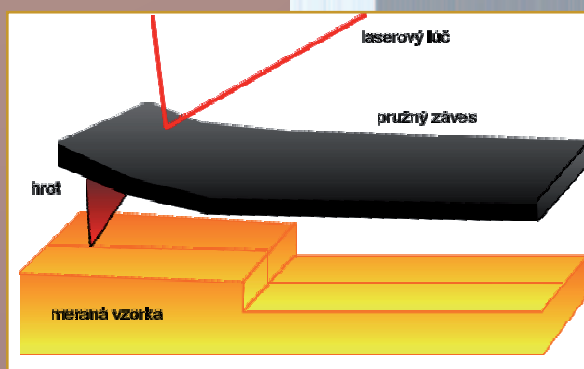
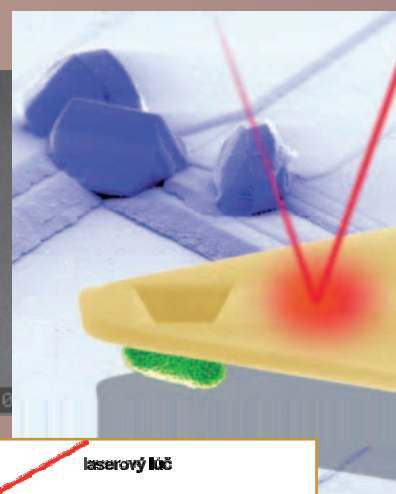
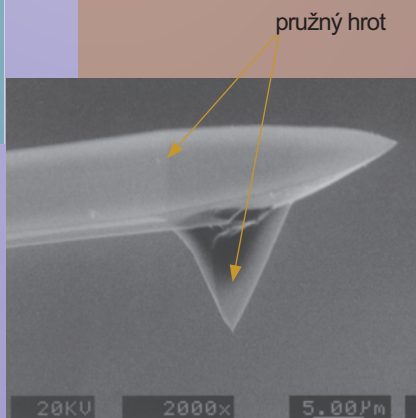
ATÓMOVÁ SILOVÁ MIKROSKOPIA AFM

Pri atómovej silovej mikroskopií AFM sa ako sonda používa hrot na pružnom závесе.

Ak medzi hrotom a vzorkou pôsobia príťažlivé sily, záves sa prehne smerom nadol. Ak sú sily odpudivé, hrot sa prehne smerom nahor.

Na hrot svieti laser, ktorý sa odráža a dopadá na detektor. Pri zmene výchylky hrotu sa zmení poloha laserovej stopy na detektore, z čoho sa dá presne zmerať zmena výchylky hrotu a aj atómová sila.

Z atómových síl je možné vyhodnotiť tvar vzorky.



NANOTECHNOLÓGIE

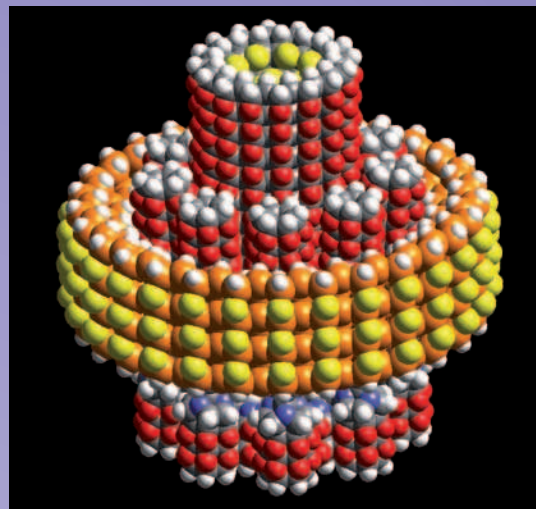
O čo ide?

Nanotechnológia (gr. vávvoč [nános] = trpaslík) je všeobecné označenie (časti) vedných odborov, ktoré sa zaoberajú tvorbou a využívaním technológií v meradle rádovo nanometrov (spravidla cca. 1–100 nm).

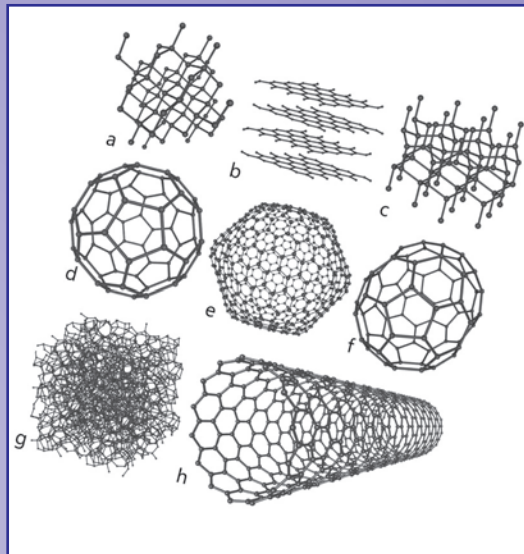
Nanotechnológia slúži na priamu manipuláciu hmoty na nanoúrovni, na ktorú dnes nemáme dostatočnú techniku. Nanotechnológia by teda mohla dovoliť znížiť výrobné náklady až takmer na cenu materiálu. Okrem toho by mohla mať nanotechnológia samoreplikujúce vlastnosti, takže tieto systémy by mali

byť schopné ako výroby užitočných produktov tak replikácie samých seba. Ďalším veľkým plus nanotechnológie je, že pri výrobe touto technológiou vzniká minimum odpadu.

Základnými stavebnými prvkami nanozariadení sú v súčasnosti objekty na báze uhlíka a jeho zlúčenín, ide všetko o štruktúry a molekuly, ktoré obsahujú rádovo jednotky až desiatky atómov. Prínos nanotechnológií je najmä v medicínskych a biotechnických zameraných oblastiach.



Rôzne možnosti tvarov na nanoúrovni



Oblasti vývoja a výskumu

Chemická a materiálová syntéza: nanokryštály, chemické katalyzátory, supravodiče, fullerény, supramolekulová chémia, samosporiadavajúce a samoorganizujúce sa systémy polyméry, tekuté, kryštály kompozity a keramika biomateriály, bielkoviny

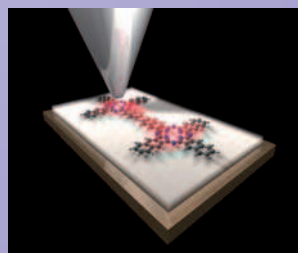
Návrh a výroba nanoštruktúr: nanorobotika, nanooptika, nanoelektronika, nanooptoelektronika, nanomechanika

Počítačová a teoretická nanotechnológia: kvantové počítače, informačné systémy, umelá inteligencia

Nanotechnologické nástroje a zariadenia: vývoj a návrh nanozariadení, počítačové simulácie, molekulárne modelovanie, vizualizácie a virtuálna realita

Lekárske a biotechnologické obory: lekárska diagnostika, biosenzory, bioimplantáty, kryonika, biočipy

Uhlíková nanotrúbica - v budúcnosti sa počíta s jej veľkým využitím vďaka jej vlastnostiam, do ktorých mimo iné patrí veľká pevnosť a odolnosť.

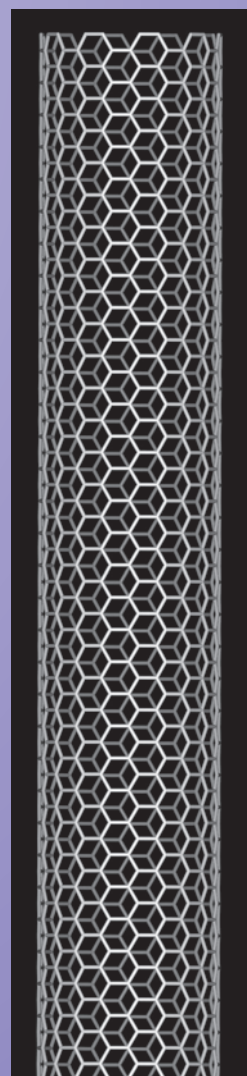


Na možnosti z oblasti „nanosveta“ ako prvý poukázal Richard P. Feynman, ktorý svoju víziu o nanotechnológii naznačil v decembri roku 1959 pri príležitosti zasadania Americkej fyzikálnej spoločnosti na Kalifornskej technologickej univerzite (CALTECH). Jeho prednáška mala názov „There's Plenty of Room at the Bottom“ („Tam dole je plno miesta“) a pojednávala o možnostiach praktického využitia sveta atómu v budúcnosti.

„Tam dole je plno miesta“, CALTECH, 29.12.1959

„Rád by som teraz popísal odbor, v ktorom bolo vykonané ešte málo, ale ktorý môže

v princípe znamenať obrovský rozvoj. Chcem hovoriť ... ako pripravovať systémy o veľmi malých rozmeroch a kontrolovať ich vlastnosti.“ Tento úvod prekvapil celé publikum a Feynman ho dokončil (pre nanotechnikov) slávnou otázkou: „Prečo by sme nemohli zapísať na špendlíkovu hlavičku všetkých 24 dielov Encyklopédie Britanniky?“



SUPRAVODIVOSŤ

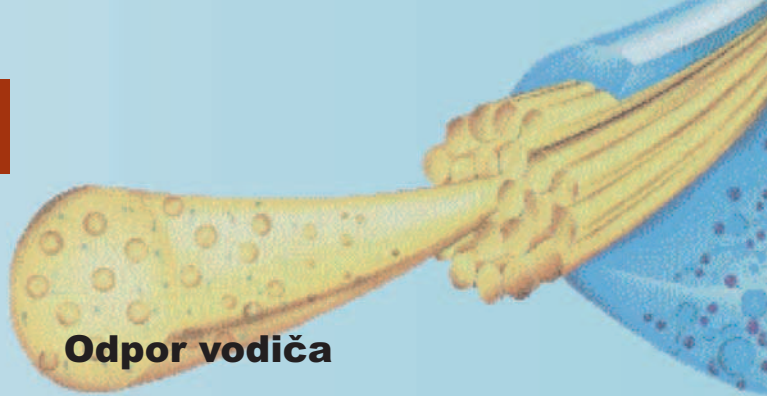
Látky schopné viesť elektrický prúd sa nazývajú **vodiče**.

Typickí predstavitelia sú kovy, pričom medzi dobré vodiče patria meď, hliník, striebro, či zlato.

Zlými vodičmi prúdu sú nikelin, či konštantán.

Ostatné látky sú buď **izolanty** alebo **polovodiče**.

Istými osobitnými vlastnosťami z hľadiska vodivosti elektrického prúdu sa vyznačujú ešte elektrolyty.



Odpor vodiča

Vodiče veľmi dobre vedú elektrický prúd. Využíva sa pritom schopnosť elektrónov voľne sa pohybovať medzi atómami kovovej mriežky.

Elektróny sú v kryštalickej mriežke viazané na svoje atómy relatívne slabou väzbou. Preto sa môžu voľne presúvať, preskakovať medzi jednotlivými atómami. Ak však na vodič naložíme elektrické napätie, každý elektrón je elektrickou silou trochu posunutý k susednému atómu. A tak hoci sa každý elektrón pohne len v malom priestore k susedovi, vo výsledku medzi konca-

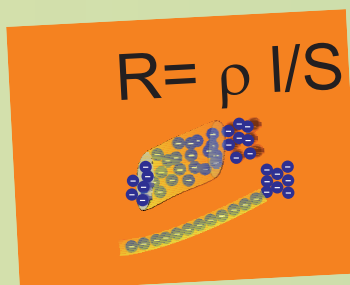
mi vodiča tečie rýchly tok elektrických častíc - elektrický prúd. Rýchlosť akou sa šíri je väčšia ako polovica rýchlosti svetla.

Každý vodič pri izbovej teplote predsa len kladie toku prúdu odpor.

Schopnosť pohybu elektrónov v mriežke je totiž ovplyvnená jej hustotou, nečistotami ako aj prirodzeným kmitaním mriežky závislým od teploty. Zároveň čím je väčší prierez vodiča (S) viac elektrónov „vedľa seba“ je schopných viesť prúd, odpor vodiča sa preto s veľkosťou jeho prierezu znižuje. Naopak, čím je vodič dlhší (l), tým viac prekážok vplyva na pohyb elektrónu mriežkou. Dĺžka vodiča tak jeho odpor zvyšuje.

Tieto závislosti popisuje rovnica

$$R = \rho \cdot l / S$$



OBJAV

Už v priebehu 19. storočia bolo známe, že so znižujúcou sa teplotou klesá aj elektrický odpor kovov. Až rozvoj kryogénnej techniky umožňujúcej dosahovať veľmi nízke teploty, nakoniec umožnil experimentálne overiť rôzne špekulatívne úvahy o fyzikálnych dejoch prebiehajúcich v okolí nízkych teplôt blízkyh k absolútnej nule (0 Kelvinov = - 273°C).



Holand'an Heike Kamerlingh Onnes v roku 1911, tri roky po tom, ako sa mu podarilo skvapalniť hélium, meral elektrický odpor rôznych kovov pri nízkej teplote. Pri experimentoch s ortuťou zistil, že pri teplote blízkej absolútnej nule 4,22 K odpor náhle klesol na nemeateľne malú hodnotu. Za objav tohoto fyzikálneho javu, nazvaného supravodivosť, dostal v roku 1913 Nobelovu cenu.

Druhý dôležitý objav urobili v roku 1933 Walter Meissner a R. Ochsenfeld, keď zistili, že supravodiče sa zároveň pod kritickou teplotou stávajú diamagnetikami. Teda látkami, ktoré reagujú na vonkajšie magnetické pole tak, že ho vo svojom vnútri zoslabujú.

Supravodiče svoje vlastnosti strácajú a vracajú sa do normálneho stavu nielen zvyšovaním teploty ale aj naložením vysokého magnetického poľa, ktoré „pretlačí“ ich diamagnetizmus.

SUPRAVODIVOSŤ

Nulový odpor vodičov sa nazýva supravodivosť. Ide o **schopnosť viesť elektrický prúd bez strát.**

Supravodivý stav sa v supravodičoch vyskytuje len ak je splnená podmienka, že **teplota supravodiča je nižšia ako kritická teplota**. Jej hodnota závisí od štruktúry supravodiča, a preto ju môžeme ovplyvňovať štruktúrnym zložením materiálu: jeho čistotou, ale aj jeho hrúbkou, či tlakom.

Pomerne vysokú a teda dosiahnuteľnú kritickú teplotu u ortuti dosiahol H. K. Onnes jej opakovaným čistením a

destiláciou. Jej hodnota je 4,22 Kelvinov (-269°C). U dobrých vodičov, ako je zlato či platina nebola supravodivosť zistená ani pri teplote 40 μK. Supravodivosť Onnes objavil aj u olova a cínu a niobu.

Nízke teploty sa dosahujú v chladiacich zariadeniach pomocou skvapalnených plynov. Veľmi nízke teploty, héliové teploty (od 0,2 do 4,2 K) sa získavajú kvapalným héliom. Jeho nevýhodou je, že je drahý.

Preto sa supravodivosť bežne okolo nás nevyskytuje a je potrebné veľké úsilie aby sme ju dosiahli.

Čo sa však stane ak sa teplota vodiča bude znižovať?
Bude sa odpor znižovať tiež?

Môže aj vymiznúť?

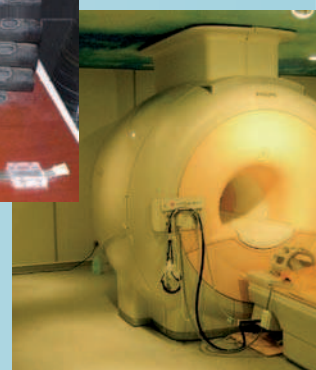
Môže byť odpor nulový?

V zásade ÁNO. Voláme to supravodivosť.



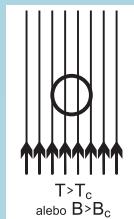
Skúmaním supravodivosti sa venujú aj fyzici na Katedre experimentálnej fyziky na Fakulte Matematiky, Fyziky a Informatiky Univerzity Komenského v Bratislave.

Pre ich prínos v tejto oblasti sú uznávaní aj v zahraničí.

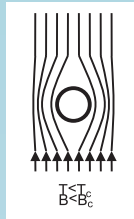


Diamagnetizmus SUPRAVODIČOV

Supravodiče sú pod kritickou teplotou T_c nielen bez odporu, ale sa stávajú aj ideálnymi diamagnetikami.



Diamagnetiká sú látky, ktoré reagujú na vonkajšie magnetické pole tak, že ho vo svojom vnútri zoslabujú. Vonkajším poľom B sa v nich vytvárajú ako keby magnetické dipóly orientované proti vonkajšiemu poľu. Diamagnetiká sa správajú rovnako, ako keď sa snažíme spojiť dva magnety rovnakými pólmi k sebe.

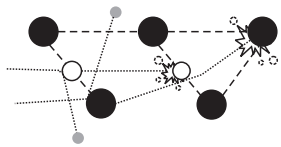


Supravodiče svoje vlastnosti strácajú a vracajú sa do normálneho stavu nielen zvyšovaním teploty T , ale aj naložením vysokého magnetického poľa, ktoré „pretlačí“ ich diamagnetizmus ($B > B_c$).

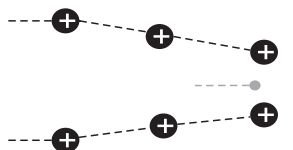
Teóriu popisujúcu supravodivosť vytvorili J.Bardeen, L.Cooper a J.R.Schrieffer, preto sa nazýva aj podľa ich mien BCS teória. V roku 1972 za ňu získali Nobelovu cenu za fyziku.

BCS teória hovorí, že v dôsledku interakcie medzi elektrónmi a kmitmi kryštálovej mriežky (tiež volané fonóny) môže dôjsť k spárovaniu dvoch elektrónov. Jeden elektrón pri pohybe kryštálovou mriežkou vytvára v nej oblasti, ktoré samy priťahujú druhý elektrón a odpor sa teda znižuje. Oba elektróny nazývame Cooperovský pár. Podstatou supravodivosti je, že všetky Cooperovské páry v supravodiči sa správajú vzájomne závislo, koherentne.

Normálny stav



Supravodivý stav



Pokiaľ v normálnom stave pri vysokej teplote sú zrážky elektrónov s mriežkou (či fonónmi) chaotické, v supravodiči sú to len interakcie bez strát energie a tieto sú vzájomne podmienené a viazané. A keďže je odstránená prekážka toku elektrónov, odpor klesá na nulu.

Supravodiče a

LEVITÁCIA

Ak je magnet so svojim vlastným magnetickým poľom nad supravodičom, indukuje v ňom elektrický prúd, ktorý vytvára k nemu opačné magnetické pole. Indukovaná odpudivá sila diamagnetického supravodiča dokáže eliminovať gravitačnú silu magnetu a ten sa bude vznášať nad supravodičom. Hovoríme o levitácii magnetu nad supravodičom.

Podstatnou sa následne stáva otázka stranového vyváženia, alebo že magnet nad supravodičom neskĺzne do strany. Stabilitu magnetu nad supravodičom dokážeme vysvetliť Faradayovým zákonom:

Vychýlenie magnetu do niektorej strany mení magnetické pole a tým indukuje dodatočné vírivé prúdy v supravodiči. A to práve v miestach v smere jeho pohybu. Tieto vytvoria dodatočné magnetické pole, ktoré následne magnet odpudí späť na pôvodné miesto. Magnet je uväznený v svojej pôvodnej polohe.



OBJAV

V rokoch 1986-1987 nastal vo vývoji supravodičov kvalitatívny skok objavením tzv. vysokoteplotných supravodičov.

Podarilo sa nájsť látky, u ktorých kritická teplota je takmer 120 K. Zároveň sa objavilo, že supravodivosť môže existovať aj u oxidov keramickej povahy, ktoré sú inak izolantmi.

To umožnilo chladenie skvapalneným héliom nahradiť lacnejším a dostupnejším kvapalným dusíkom. Otvoril sa priestor pre prvé priemyselné nasadenie supravodičov.

Aj keď je teplota vysokoteplotnej supravodivosti (cca od $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$) je pre supravodiče naozaj vysoká, pre bežné využitie v praxi je stále veľmi nízka. A tak je táto technológia pre širšie komerčné využitie zatiaľ dosť nepraktická a kvôli chladeniu aj energeticky náročná.

To sú dôvody pre skúmanie nových materiálov a prácu na nových typoch supravodičov, ktoré by mali supravodivé vlastnosti už pri bežných vonkajších teplotách.

Príklady použitia SUPRAVODIČOV

Prvé a doteraz hlavné využitie supravodičov je v cievkach na tvorbu silných magnetických polí. Za pomoci nich sa vyrábajú omnoho menšie a efektívnejšie supravodivé magnety

S nasadením supravodivých magnetov sa môžeme stretnúť v medicíne pri magnetickej rezonancii mozku. Merajú sa nimi aj veľmi slabé magnetické polia. Vo vesmírnej technike slúžia na stabilizáciu polôh družíc.

Supravodiče sa už využívajú aj ako prúdové poistky v elektrárňach, či ako vysokoprúdové transformátory.

Ich použitie by malo veľmi veľký dopad v prípade použitia pri prenose elektrickej energie supravodivým vedením. Straty

energie u vysokonapäťového vedenia sú stále veľmi vysoké. Prvý 50 metrový rozvod elektrickej energie použitím vysokoteplotných supravodičov už bol testovaný.

Jedno z najväčších využití levitácie nájdeme pri známych rýchlovlakoch typu Maglev (MAGnetic LEVitation).

Vznášanie vlaku nad koľajami vo výške asi 1,2 cm je zaistené odpudivou alebo príťažlivou silou elektromagnetov nachádzajúcich sa v koľajisku a v podvozku vlaku. Niektorí výrobcovia používajú klasické elektromagnety (Transrapid, Nemecko), iní zvolili elektromagnety so supravodivými cievkami (Maglev, Japonsko).

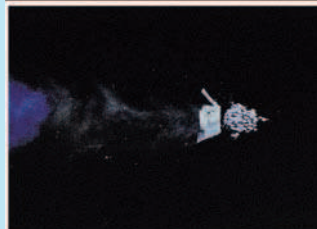
SUPRAVODIVOSŤ



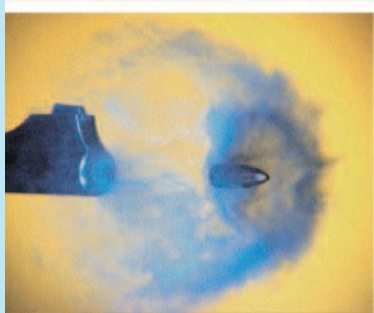
Digitálna analýza obrazu

Vysokorýchlostná kamera

Vysokorýchlostná kamera je zariadenie používané na snímánie filmových záznamov rýchlych dejov. Film s normálnou rýchlosťou pohybu je nahrávaný a prehrávaný normálne rýchlosťou 24 obrázkov za sekundu (frames per second - fps), televízia využíva od 25 fps (kódovanie PAL) až po 30 fps (kódovanie NTSC).

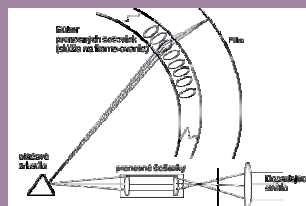


Vysokorýchlostné kamery môžu nahrávať až rýchlosťou 25000 fps a to vďaka tomu, že obraz sa premieta cez rotačný hranol alebo zrkadlo namiesto klapky, ktorá sa využíva v bežných fotokamerách. Ešte rýchlejšie nahrávanie je možné za pomoci špeciálnej elektroniky – CCD (viď vedľajší panel) systému, ktorý môže zaznamenávať až rýchlosťou 25 miliónov fps.



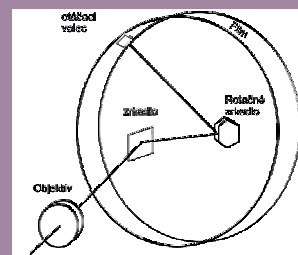
Princíp

V súčasnosti dosahujú vysoké rýchlosti aj kamery používajúce CCD alebo CMOS. Pri určitých usporiadaniach dosahujú tieto podobne ako aj filmové kamery aj ultravysokú rýchlosť. V princípe existujú dva typy týchto kamier, ktoré rozdelíme na základe štruktúry:



a.) pri systéme využívajúcom rotačné zrkadlo, ktoré sa točí s frekvenciou až 20 kHz, je možné zaznamenať až 25 miliónov obrázkov za sekundu

b.) systém využívajúci otáčanie valca, na ktorom je prichytený film, môže zaznamenávať až do 200-tisíc obrázkov za sekundu



Prečo použiť vysokorýchlostnú kameru?

Pochopenie rýchlych dejov je v dnešnej dobe nevyhnutné, keďže sa často vyskytujú v priemysle alebo výskume. Použitím vysokorýchlostných kamier je jedna z najľahších a najefektívnejších ciest ako dosiahnuť požadované informácie. Keď prehráme nahrávku z vysokorýchlostnej kamery alebo dokonca zastavíme a skúmame konkrétny

záber, môžeme vidieť detaily, ktoré by za veľkých rýchlostí ostali nepovšimnuté. Takto sa môže dozvedieť veľa o pohybujúcich sa objektoch. Znova použijeme príklad havárie auta – je úplne jasné, že ak by sme chceli skúmať čo sa deje počas samotnej havárie, tak z nahrávky z normálnej kamery by sme sa toho veľa nedozvedeli (bolo by to veľmi ťažké, ak nie až nemožné proces analyzovať).



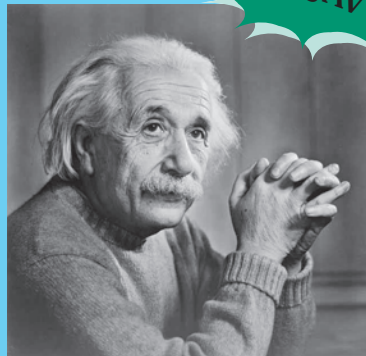
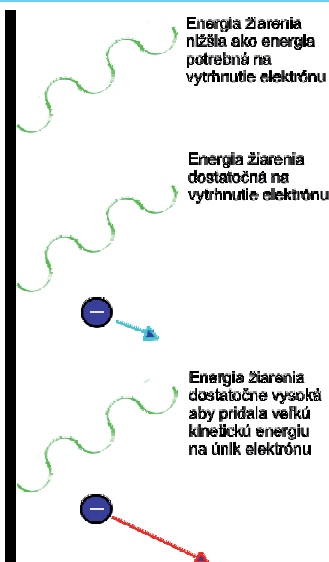
Zachytenie obrazu

Fotoelektrický jav

Píše sa rok 1905 a Albert Einstein zverejnil prácu, kde objasnil fotoelektrický jav, za ktorý dostal v roku 1921 Nobelovu cenu. Princíp je v skratke jednoduchý - bolo pozorované ako sa elektricky neutrálna zinková platnička po osvetlení ultrafialovým žiarením (UV) kladne nabíja. UV fotón tu vlastne narazí do elektrónu v štruktúre zinku. Ak je energia UV fotónu dostatočná, môže „vyraziť“ elektrón z látky, čím sa látka nabíja kladným elektrickým nábojom.

Digitálne kamery využívajú tzv. **vnútorný fotoelektrický jav**, ten vzniká v polovodičoch. Svetlo (aj viditeľné) spôsobuje zvýšenie ich vodivosti. Fotóny narážajú do elektrónov, ale nemajú dostatočnú energiu, aby ich dostali mimo objem látky, a preto elektróny zostávajú v polovodiči, no majú zvýšenú energiu, vďaka čomu sa môžu v látke voľne pohybovať. Takéto elektróny nazývame vodivostné elektróny.

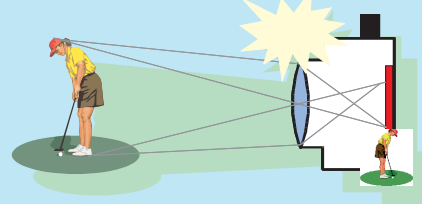
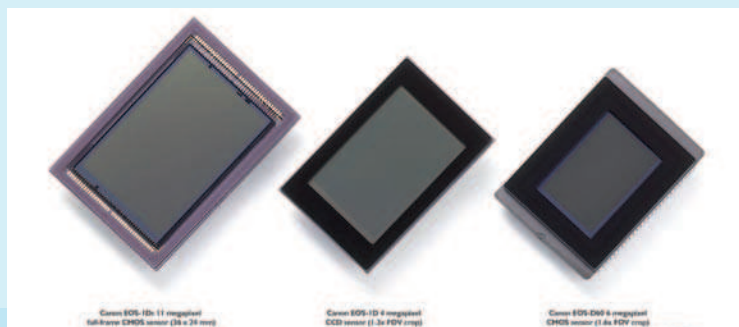
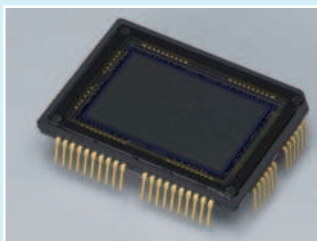
OBJAV



Albert Einstein

Digitálna kamera

Je podobný optický systém ako filmová kamera (fotoaparát), avšak v nej je film nahradený čipom. Obsahuje spojnú optickú sústavu (objektív), ktorá vytvára v rovine čipu skutočný, zmenšený a prevrátený obraz.



Digitálny čip

Ide o integrované pole (maticu) svetlocitlivých mikroskopických prvkov (pixle). Rozmer jedného prvku (pixela) je 5 až 10 μm .

Konštrukčne existujú dva základné typy takýchto čipov:

- CCD (Charged-Coupled Device)
- CMOS (Complementary Metal Oxid Semiconductor)

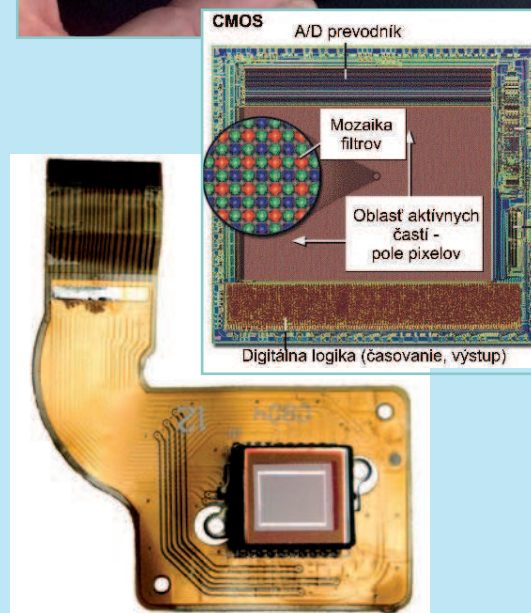
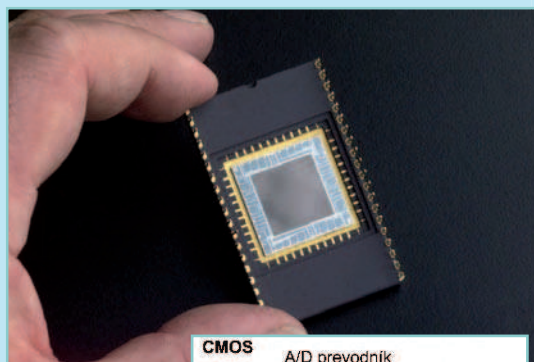
Základným princípom oboch čipov je foto-elektrický efekt, v ktorom ide o premenu svetla na elektrický náboj.

Donedávna boli preferované CCD čipy, avšak dnes zaznamenávame nástup CMOS, a to kvôli lepším vlastnostiam:

- menší šum
- väčšie rozmery čipov
- samotný pixel je menších rozmerov
- menšia spotreba energie

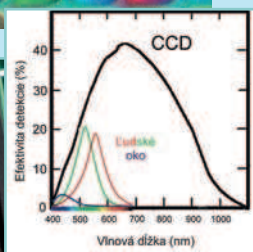
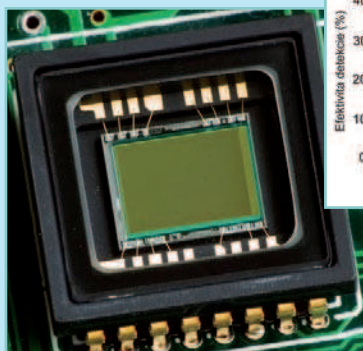
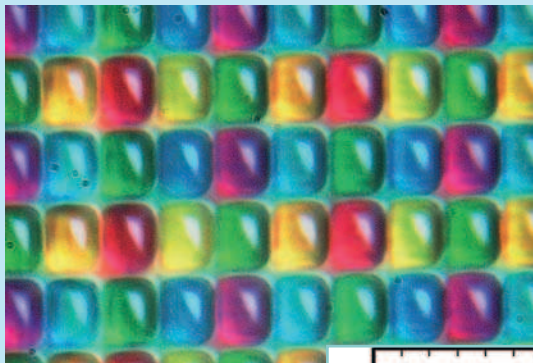
CMOS

Optický signál sa mení na elektrické napätie a zosilňuje priamo v každom pixeli. Snímacia plocha pixelu je menšia a celá plocha čipu je „deravá“, čo sa kompenzuje uložením šošovky nad každým pixelom. Z čipu odchádza už digitalizovaný signál, tzn. že A/D prevodník je vlastne integrovaný na čipe.



CCD

Svetlo dopadá na jednotlivé pixely a tým sa „zbiera“ náboj. Následne sa elektrický náboj postupne po riadkoch alebo stĺpcoch vyčítava do analógovej zbernice. Tá posiela do zosilňovača signál po riadkoch. Z čipu odchádza elektrický analógový (nie digitálny) signál. Tento sa digitalizuje v analógovo-digitálnom prevodníku (A/D). Vytvorený digitalizovaný signál sa posiela do počítača na ďalšie spracovanie alebo uloženie.



Vlastnosti a vady CCD

Dynamický rozsah

Udáva rozsah odtieňov od najtmavšej čiernej po najsvetlejšiu bielu, ktoré je ešte CCD schopné rozlíšiť. Tento rozsah je limitovaný vlastným šumom a kapacitou prvku CCD (tzn. koľko elektrónov po ich vzniku fotoelektrickým javom je schopná zachytiť).

Šum

Vzniká z mnohých rôznych príčin, ale základnou je tepelný pohyb kryštálikov v mriežke polovodiča. Vtedy je možnosť, že sa elektrón uvoľní aj bez pôsobenia fotónu, ten je potom zachytený detektorom a mení sa tak vlastnosť snímaného obrazu. Šum je vlastnosťou každého prvku osobitne, preto je nemožné ho úplne odstrániť.

K odstráneniu šumu sa používajú rôzne postupy - tým základným je zväčšenie plochy jednej bunky CCD, ktorá tak môže zachytiť viac skutočného svetla z obrazu a minimalizuje tak efekt šumu. Ďalšia možnosť je chladenie (hlavne u vedeckých aparátov), kde sa tak odstráni tepelný pohyb kryštálovej mriežky.

Citlivosť

Udáva sa spravidla ako tzv. ISO citlivosť, čo je vlastne citlivosť filmu. Pri digitálnych aparátoch je prístroj vybavený prepínačom citlivosti, ktorý funguje ako zosilňovač obrazového signálu s prepínateľným zosilnením. Avšak zvýšením citlivosti sa zvýši aj šum.

Vinetácia

Pretože jednotlivé bunky sú vybavené šošovkami, je nutné aby svetelné lúče dopadali v čo najkolmejšom smere. Avšak v bežnom objektíve dopadajú lúče kolmo len v jeho strede, smerom k okraju sa ich uhol zväčšuje. Toto sa prejaví ako postupné tmavnutie obrazu smerom k okraju.

Blooming

K tomuto javu dochádza pri snímaní objektu s nadmerným jasom. Na pixely dopadá toľko svetla, že ich kapacita pretečie a nadbytočné elektróny sa roztečú do okolitých pixelov v rade, takže okolo svetla vzniknú rovnobežné čiarky nepravidelných dĺžok.

Základné vlastnosti ľudského videnia

Ľudské vizuálne vnímanie je citlivé na kontrast, ostrosť, vnímanie hranice a farbu. Každé z nich môže vytvárať vizuálne paradoxy.

kontrast – pomer medzi priemerným jasom objektu a priemerným jasom pozadia.

farba – pri normálnom osvetlení je ľudské oko citlivejšie na farbu ako na jas.

prenikavosť – je schopnosť nájsť detaily v obraze - ľudské oko je senzitívnejšie na náhle zmeny jasu.

hranice objektu – nesú najviac informácie. Môžeme pozorovať tzv. Ebbinghausovu ilúziu – kruh medzi malými a veľkými kruhmi vyzerá odlišne veľký



Počítačové videnie

Ľudské videnie je jednoduché a prirodzené, avšak jeho počítačové napodobňovanie je zložité.

Videnie umožňuje ľuďom vnímať a rozumieť svetu okolo nich. Počítačom to chceme napodobniť. Je to však zložité, lebo žijeme v 3D svete a počítačom dodávame 2D informáciu. Problémom sú aj statické a dynamické obrazy.

Môžeme identifikovať nižšiu a vyššiu úroveň počítačového videnia. Postupnosť spracovania sa člení na získanie digitálneho obrazu, predspracovanie, segmentáciu, opis, rozpoznávanie a porozumenie.

Nižšia úroveň – spracovanie obrazu (získanie a predspracovanie)

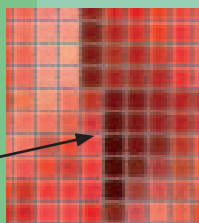
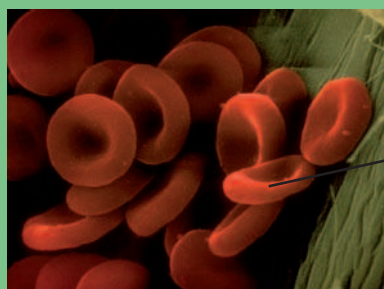
Vyššia úroveň – porozumenie obrazu (segmentácia, opis, rozpoznávanie a porozumenie).

Grafika

Existujú dva základné typy reprezentácie rozmerných grafických objektov, teda obrázkov:

Bitová mapa

Je to pravouhlá tabuľka čísel, kde každá bunka tabuľky zodpovedá malej časti obrázku - pixelu. Každý pixel má svoju presnú polohu a obsahuje číslo farebného odtieňa.



Vektorová grafika

Obrázok pozostáva z rôznych geometrických útvarov - úsečka, krivka, obdĺžnik, elipsa, kruh, mnohoúhelník, šípka, textové pole.

Každý objekt má určité vlastnosti

- čiara (hrúbka, farba, tvar šípky)
- výplň (farba, šrafovanie, priehľadnosť)

Vektory nepodliehajú deformáciám pri zväčšovaní a zmenšovaní a v porovnaní s bitmapou zaberať omnoho menej miesta. Avšak na niektoré typy grafiky (fotografie, neostre kresby ...) sa vektorová grafika nehodí.



Úprava obrázku

Digitalizácia

Je to prevod obrázku na číselnú maticu. Pozostáva z dvoch procesov - vzorkovanie a kvantizácia farby.

Vzorkovanie

Prvý stupeň digitalizácie obrázku. Obrázok sa rozdelí na malé body (pixely), ktoré ležia v pravouhlej matici. Sú to vlastne od seba rovnako vzdialené body. Pod pojmom vzorkovací interval rozumieme vzdialenosť dvoch susedných bodov.

Napríklad rozmer pixelu digitálnej kamery je 5 až 10 μm .

Kvantizácia farby

Ide o premenu farby na číselný kód, kde každý pixel má svoj farebný odtieň.

V prípade grayscale (čiernobiely obrázky) sa mu priradí odtieň sivej. Pre farebný odtieň pixelu je to priemer farby plochy, ktorú na obrázku zaberá.

Priradené číslo farebného odtieňa zároveň udáva farebný model, ktorý obrázok používa (Grayscale, RGB, CMYK, HSL a iné).

Predspracovanie obrazu

Cieľom predspracovania je zlepšenie kvality obrazových dát, ktorá potlačí neželané deformácie a skreslenia alebo zlepši niektoré črty obrazu, ktoré sú dôležité z hľadiska ďalšieho spracovania.

Existujú tri základné typy metód predspracovania:

- * Jasové transformácie – transformácia závisí od vlastností pixela samotného
- * Geometrické transformácie
- * Lokálne predspracovanie – transformácia závisí od samotného pixela a jeho okolia

Vyhladzovanie obrazu

Cieľom vyhladzovania je potlačiť šum alebo malé fluktuácie v obraze s využitím redundancie (nadbytočnosti) obrazových dát; je ekvivalentný potlačeniu vyšších frekvencií, čiže nízkofrekvenčnému frekvenčnému filteru.

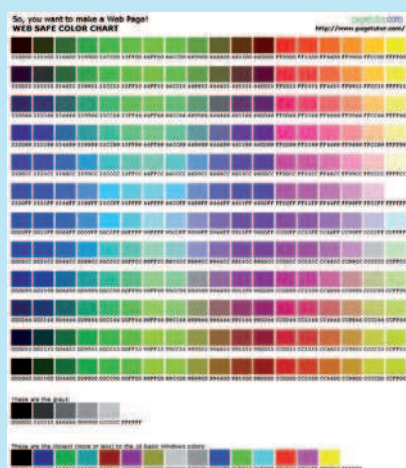
Vyhladzovanie je založené na priemerovaní jasových hodnôt v nejakom okolí pixela. Jeho nevýhodou je rozmazávanie hrán. Sofistikovanejšie metódy redukujú rozmazávanie hrán priemerovaním v homogénnom okolí.

Histogram

Histogram je graf, ktorý udáva prehľad o tom, koľko pixelov je na snímku obsiahnutých v škále od najtmavšieho po najsvetlejší. Ide o graf početností jednotlivých úrovní farieb alebo úrovní sivej v danom obrázku

x-ová os - úroveň farby

y-ová os - počet (početnosť) pixelov s danou úrovňou



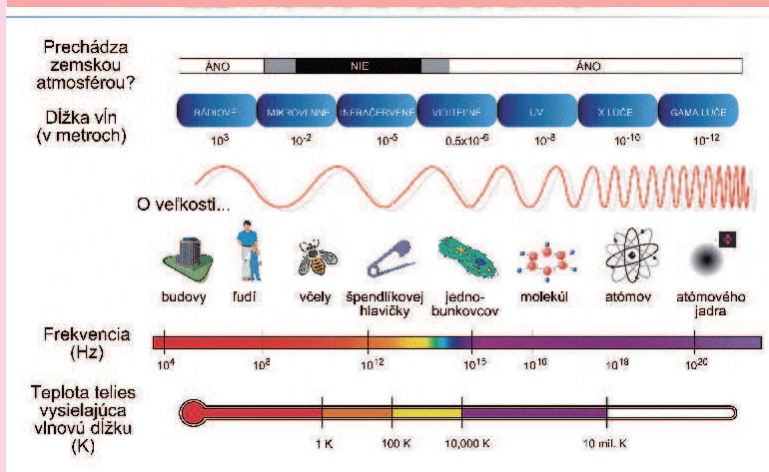
priradené čísla
farebnej škály
pre HTML kód

Princíp termovízie

Prostredníctvom tepelného (infračerveného - IČ) žiarenia sa šíri teplo, a to aj vo vákuu. Najlepším príkladom je to, že povrch Zeme je zahrievaný slnečným žiarením. Zdrojom tepelného žiarenia je každé teleso, ktoré má teplotu vyššiu než je absolútna nula. Pôvodom IČ žiarenia sú zmeny elektromag-

netického poľa vyvolané pohybom nabitých častíc. Pohyb nabitých častíc opisuje vnútorná energia - závisí od teploty. Čím väčšiu má teplotu, tým viac žiarenia vyžiari.

Vlnová dĺžka tepelného žiarenia:
 $\lambda = 0,1 \text{ nm} - 760 \text{ nm}$



Žiarenie prichádzajúce zo Slnka obsahuje okrem viditeľných vln aj neviditeľné. Medzi také patrí aj infračervené žiarenie. Hranol oddelí jednotlivé časti spektra. Pod poslednou červenou farbou sa nachádza infračervená.

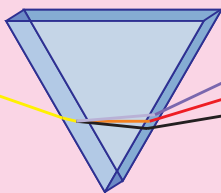
1800

Sir John Fredrick William Herschel



OBJAV

lúč
slnečného svetla



fialové svetlo
 červené svetlo
 infračervené žiarenie
 teplomery

V roku 1961 Frank Low postavil prvý germániový bolometer (100-krát citlivejší než doterajšie detektory). Musel byť chladený tekutým héliom.



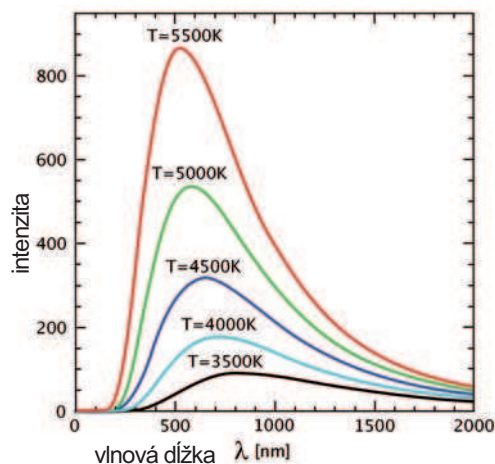
TEPELNÉ ŽIARENIE
 nesie informáciu
 o teplote povrchu.

TERMovÍZIA
 zobrazuje rozloženie
 teplôt na povrchu.

WIENOV ZÁKON

Teleso vyžaruje elektromagnetické žiarenie vo všetkých vlnových dĺžkach, ale iba v jednej vlnovej dĺžke je toto vyžarovanie maximálne.

Čím je teplota povrchu vyššia, tým viac je poloha maxima intenzity posunutá ku kratším vlnovým dĺžkam.



OBJAV

V rokoch 1959-1961 Harold Johnson stavia prvý infračervený expozimeter. Boli ním pozorované tisíce hviezd.

Počas 80-tych rokov poskytlo Ministerstvo obrany Spojených štátov spoločnostiam Honeywell a Texas Instruments kontrakty na vývoj nechladienej infračervenej snímačkej techniky. Obidva programy boli veľmi úspešné - pyroelektrické čidlo od TI a Honeywellov mikrobolometer.

V roku 1992 americká vláda výskum sprístupnila komerčnému využitiu.



Pyrometer

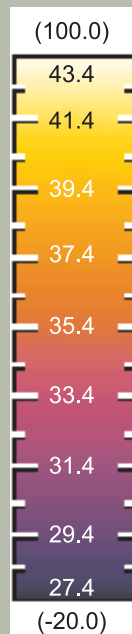
Na detekciu tepelného žiarenia sa používa napríklad pyrometer - infračervený teplomer. S ním je možné určiť teplotu na diaľku.

Na základe intenzity tepelného žiarenia vyhodnotí teplotu meraného objektu.

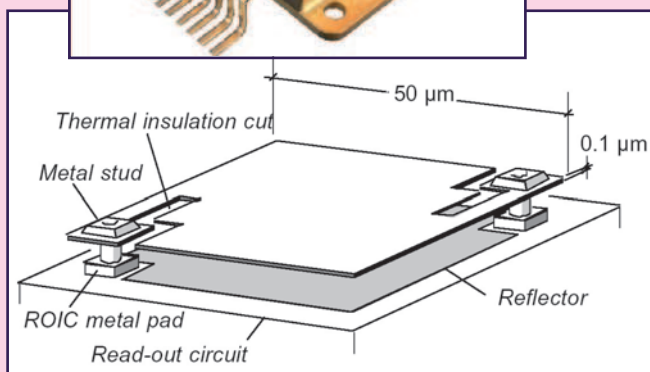
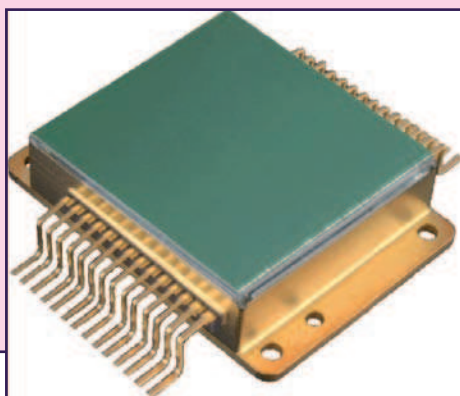


Termokamera

Na rozdiel od infračervených teplomerov, termovízna kamera obsahuje maticu detektorov, preto dokáže zmerať teplotu v mnohých bodoch. Je podobná klasickému digitálnemu fotoaparátu.



Príklad teplotnej stupnice, ktorej je priradené spektrum falošných farieb. Nastavuje sa pri snímaní obrazu. Biela je najteplejšia, modrá najchladnejšia. Toto spektrum nepredstavuje vlnovú dĺžku žiarenia, ale teplotu objektu. Detektor je citlivý na intenzitu IČ žiarenia, z nej sa vypočíta teplota a priradí sa farba.



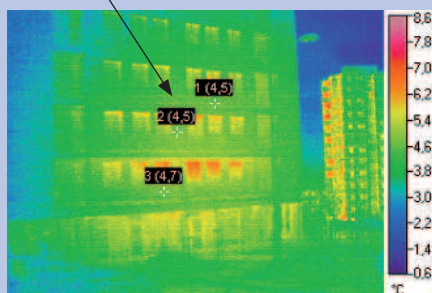
Teplotné čipy

Tento najnovší kremíkový čip od francúzskej firmy s rozlíšením 640 x 480 dokáže zaznamenať teploty v rozsahu od -45 do +85 stupňov.

Detektor na obrázku sa skladá z veľkého množstva mikrobolometrov. Žiarenie dopadajúce na aktívnu plochu ju ohrieva, mení sa jej odpor a táto zmena sa zaznamenáva. Je to vlastne miniatúrny teplomer.

Termogram

Presné meranie teploty v jednom bode



TERMOGRAM
Zobrazenie objektu v infračervenej oblasti

Teplotná stupnica



„DENNÝ SNÍMOK“
Fotografia snímaného objektu, ktorá slúži na identifikáciu

Stavebníctvo

Aplikácie termovízie

- Lokalizácia tepelných únikov

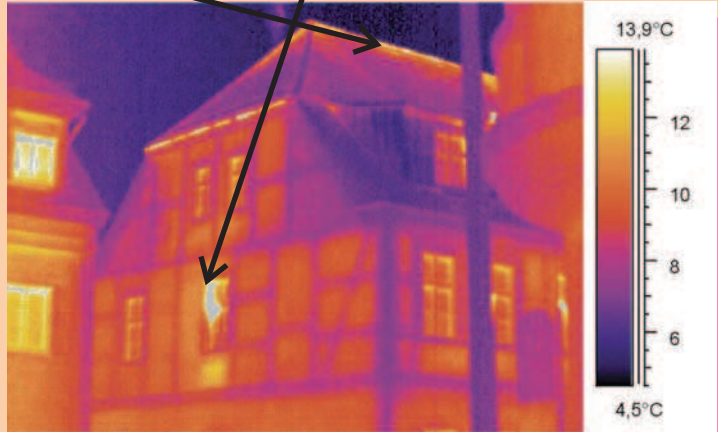
Obytný dom za denného svetla.
Denný snímok slúži na identifikáciu.



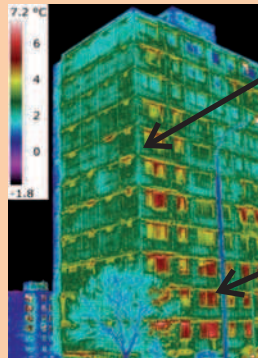
Nedostatočne
zateplený štít.

Únik tepla cez
okno.

V infračervenej oblasti sú zrejmé
nedostatky v izolácii

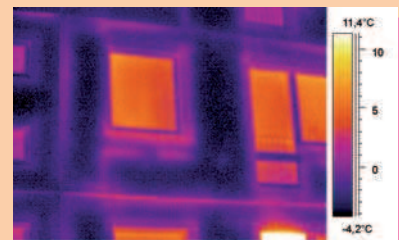
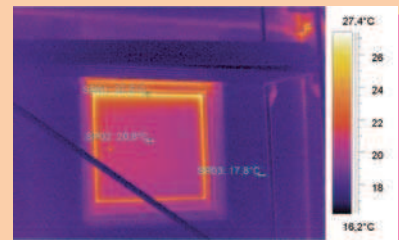
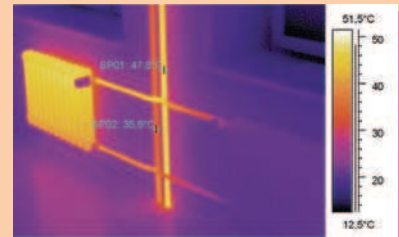
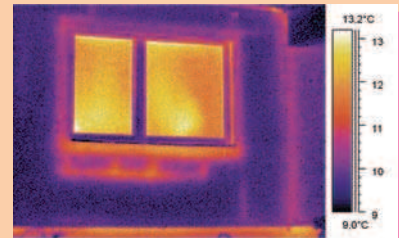


Únik tepla cez panely s
oslabenou alebo chýbajúcou
tepelnou izoláciou



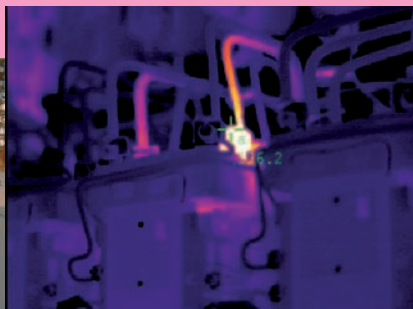
Únik
tepla cez
okno

Ďalšie ukážky
teplotného rozdelenia
v rámci obytných budov



Elektrotechnika

- zvýšený prechodový odpor
- zvýšený stratový výkon
- vyhľadávanie zamurovaných elektroinštalácií



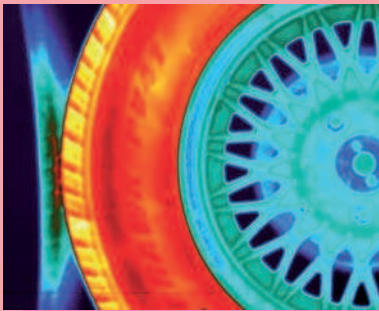
Istič - zle dotiahnutý spoj

Prehrievanie súčiastky
plošného spoja - chybné
zapojenie

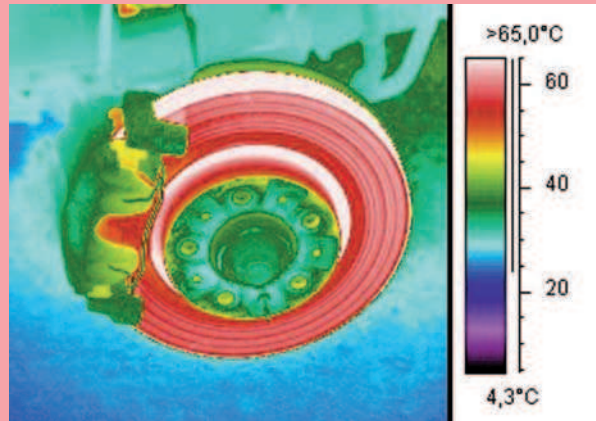


Doprava

- kontrola zahrievania súčiastok v dopravných prostriedkoch
- kontrola zahrievania vozovky



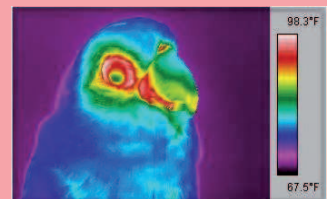
Zahrievanie kolies



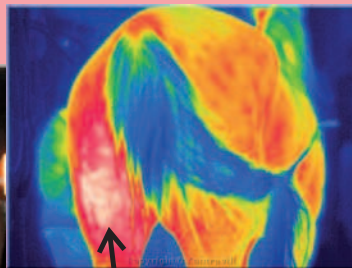
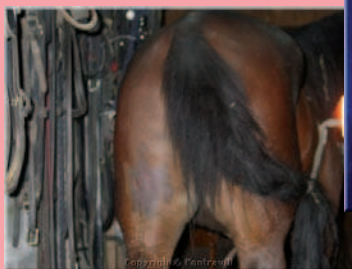
Tepelné zahrievanie motora

Veterinárna medicína

- napr. diagnostika zápalov



Papagáj

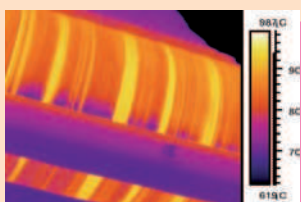


Kôň so zápalovým ochorením

Priemysel

Prehliadka rotačnej pece

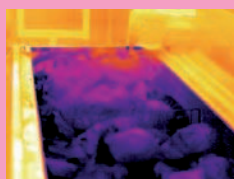
- revízie v priemysle



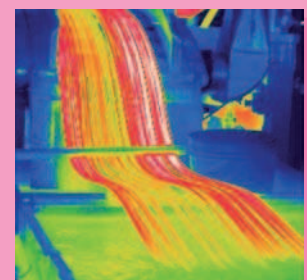
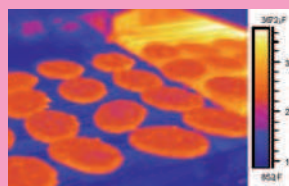
Na plášti je vidieť rozloženie teplôt

Ďalšie aplikácie

- kontrola spracovania jedál
- kontrola teploty pultových jedál
- kontrola spracovania plastov
- v požiarníctve pri vyhľadávaní ľudí v dyme
- a mnoho ďalších ...



kontrola spracovania a uloženia jedál



kontrola spracovania plastov

Inteligentné kamerové systémy

História a vývoj

Uzavreté televízne okruhy (CCTV – Closed Circuit Television) vznikli v 50-tych rokoch minulého storočia, teda asi 30 rokov po vzniku „normálnej“ televízie. Na rozdiel od televízie sa signál nešíri vzduchom, ale priamo po dvojvodičovom vedení a často sa vynecháva aj zvuk, čo zníži šírku pásma oproti normálnej televízii na 5 MHz.

Postupne sa zavádzali rôzne spôsoby nahrávania a samotného spracovania obrazu. Spočiatku išlo o VHS rekordéry, kde sa predlžovala dĺžka nahrávania vynechaním obrázkov, čiže nahratím obrázka v určitých časových intervaloch. Napríklad pri nahratí

jedného obrázku za 12 sekúnd sa dosiahla dĺžka nahrávky až 960 hodín.

S príchodom digitálnych kamier sa zvýšila nielen kvalita nahrávaného obrazu ale pribudla aj možnosť okamžitého spracovania obrazu – naskýta sa možnosť prispôsobenia sa situácii.

V súčasnej dobe, sa využívajú tzv. LAN kamery, ktoré sú priamo ovládané počítačom. Kvalita ich obrazu je však nižšia z dôvodu kompresie nahrávaných obrázkov. Dôvodom kompresie je samozrejme veľké množstvo dát.

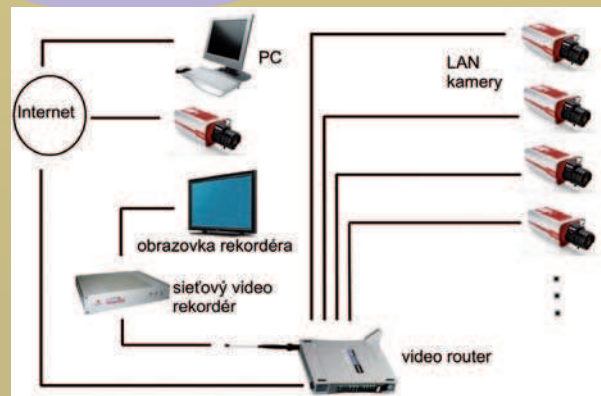


Schéma ukazuje LAN sieť v použití iba káblov

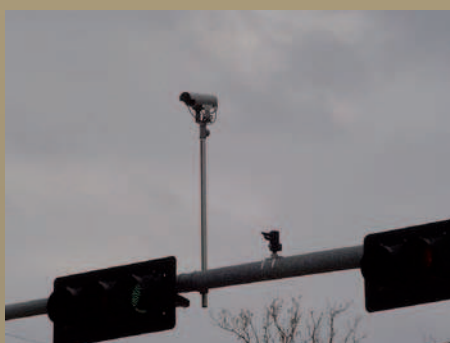


Obrázky postupne ukazujú:

- prvá televízia
- VHS rekordér
- digitálne videokamery používané pri zabezpečení priestorov
- digitálne rekordéry so 16-timi vstupmi

Použitie

Použitie kamerových systémov v doprave je najčastejšie zamerané na odhaľovanie porušovania dopravných predpisov. Jednoduchý príklad je pri prechádzaní auta na červenú. Kamerový systém zaznamenáva obraz a program spracováva obraz, pričom sleduje farbu semaforu a pohyb auta, na ktorom zachytáva značku. Pomocou ďalších kamier sa zaznamenáva poloha auta. Výhodnotenie celkového obrazu a pohybu auta následne odhalí porušenie pravidiel cestnej premávky a zaznamená evidenčné číslo vozidla.

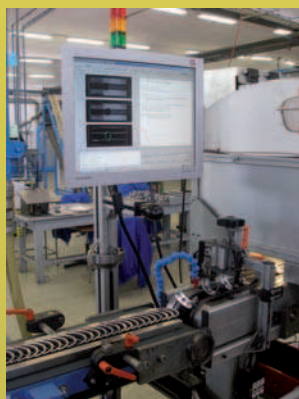


Ďalšie využitie v doprave je pri prekročení povolenej rýchlosti. Použité sú kamery vysokorýchlostné a infračervené. Úlohou IR kamier je zaznamenať rýchlosť a vysokorýchlostných kamier zaznamenať čo najlepší obraz automobilu, na ktorom sa nájde evidenčné číslo vozidla.



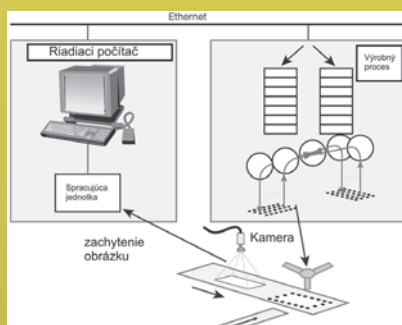
Nasadzovaním moderných elektronických zariadení a počítačovej techniky už mnoho rokov firmy zvyšujú produktivitu práce a kvalitu svojich výrobkov. Spolu s rastúcim výkonom počítačov sa vytvárajú aj nové možnosti nasadenia automatizovaných systémov tam, kde to predtým nebolo možné.

Počítače a ich snímače nahrádzajú vo výrobných procesoch ľudské zmysly a umožňujú tak dosiahnuť vyššiu presnosť a spoľahlivosť. Počítačová vizuálna kontrola výrobkov, ich počítanie, meranie rozmerov, orientácie a mnoho ďalších výkonov, ktoré predtým musel robiť človek a spoliehať sa iba na svoj zrak, sú už dnes bežnou súčasťou výrobných procesov.



Príklady využitia kamerových systémov pri automatizácii výrobných činností:

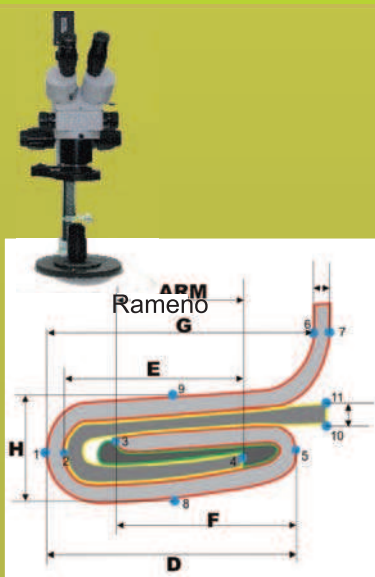
- Automatizované systémy kontroly akosti výrobkov (porovnanie s predlohou, kontrola prítomnosti určitých súčastí a podobne)
- Automatické rozpoznávanie a počítanie výrobkov (vyhľadávanie obrazu v katalógu, počítanie výrobkov s viacerými kusmi v zábere)
- Meranie rozmerov (vyhodnocovanie polohy, kontrola rozmerového umiestnenia a veľkosti)
- Zisťovanie farebných odtieňov (porovnávanie s predpísaným vzorom, vyhľadávanie)



Použitie v priemysle

Kontrola spojov

Systém má za cieľ riešiť kontrolu kvality v najkritickejšom mieste výroby konzervárenského priemyslu. Systém zatvárania konzerv zalísovaním okraja je veľmi citlivý na precízne nastavenie zatváracieho hlavy. V súčasnosti sa kontrola nastavenia vykonáva v pravidelných intervaloch vyrobením skúšobnej vzorky, na ktorej sa pod lupou pozoruje stupeň prekrytia plechu.



Vizuálna kontrola geometrických a estetických parametrov objektov

Univerzálnosť a rapídne zvýšenie kvality výrobkov sú hlavné prednosti vizuálnych systémov kontroly kvality založených na digitálnom spracovaní obrazu.

Digitálne spracovanie obrazu ponúka silné univerzálne nástroje na automatizovanie kontroly a znižovanie nákladov.

Aplikácie

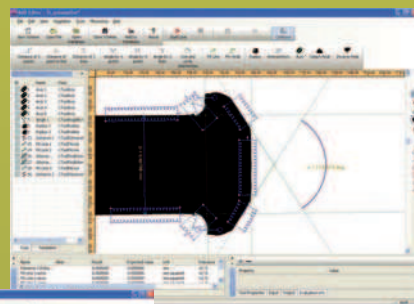
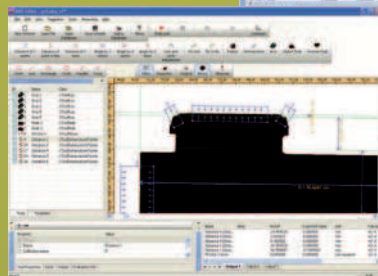
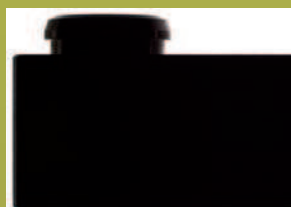
Kvalita materiálu
Oblasť vyhodnocovania kvality materiálu delíme na kontrolu povrchu (textúry) a detekciu vnútorných defektov (trhliny, bubliny a iné).

- Kontrola tlačených vzorov (obkladačky, parkety a iné)
- Kontrola skla a plastov
- Zvyškové napätie transparentných materiálov
- Estetické triedenie dreva (hranoly, dosky, lamely)

Bezdotykové meranie geometrických veličín

Zariadenie pre bezdotykové meranie geometrických veličín pozostáva z meracieho mikroskopu, na ktorom je upevnená kamera s počítačom a špecializovaným softvérom, pričom pod meracím mikroskopom (objektívom) je umiestnený meraný objekt.

Produkty sú opticky nasnímané pomocou mikroskopu, optiky a kamery, následne zmerané a spracované priamo v počítači. Namerané dáta sú okamžite vyhodnocované a ďalej je možné tieto hodnoty štatisticky spracovať a archívovať.



Rekonštrukcia a meranie 3D povrchu malých telies

Ide o rekonštrukciu troj-rozmerného modelu povrchu telies snímaných pomocou mikroskopu. Program dokáže vytvoriť model povrchu spolu s farebnou textúrou povrchu. Namerané dáta môžu byť zorazené v 3D priestore a ďalej spracované.

Základný princíp merania

Princíp systému je založený na rozpoznávaní hĺbky predmetu. Využíva sa séria obrázkov snímaných optickým systémom s malou hĺbkou ostrosti. Z obrázkov snímaných v rôznej vzdialenosti sa vypočíta výšková mapa telesa, a tiež textúra snímaného objektu. Metóda využíva fakt, že povrch objektu vidíme najostrejši, keď je v ohniskovej vzdialenosti pozorovacej optickej sústavy. Na snímanie sa používa buď upravený motorizovaný mik-

roskop alebo špeciálne pripravená optická sústava. Systém používa digitálnu kameru s vysokým rozlíšením, ktorá je pripojená k PC.

Aplikácie a použitie

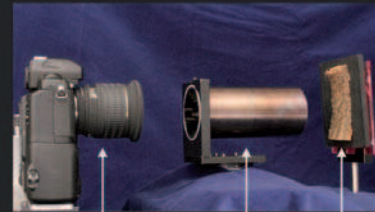
Vypočítaný trojrozmerný model telies je použiteľný na mnohé aplikácie.

-Rekonštrukcia textúry a povrchu v niektorých aplikáciách mikroskopie je nutné získať farebnú alebo čiernobielu textúru výškovo členitého povrchu telesa.

-Meranie úbytku materiálu umožňuje kontrolu opotrebovania nástrojov, napríklad hobl'ovacích nožov, fréz, vrtákov.

-Meranie rozmerov - samotný model je možné priamo merať a vyhodnocovať dĺžkové alebo hĺbkové parametre.

Rekonštrukcia 3D objektov

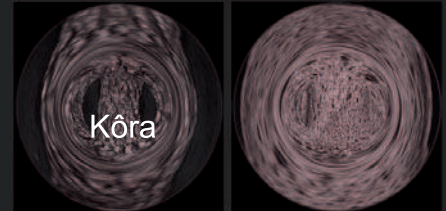


Kamera

Zrkadlo

Objekt

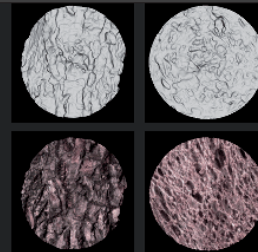
Zachytené obrázky



Kôra

Chlieb

Rekonštrukcia 3D objektov



Kôra

Chlieb

Rekonštrukcia 3D objektov



Rekonštrukcia 3D objektov



Camera

Zrkadlo

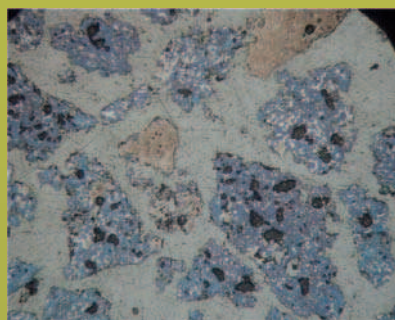
Objekt

Spektrálna analýza

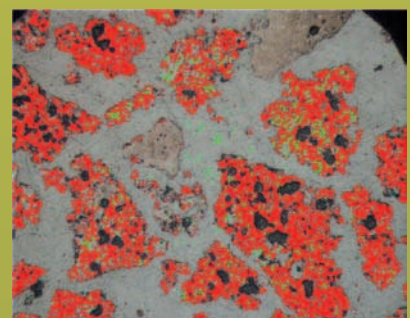
Ide o analýzu farieb obrazu - jeho spektra. Analýzou množstva danej farby v určitej časti, či v celom obraze môžeme zistiť požadované informácie, či vlastnosti.

Jej využitie je napríklad aj pri zisťovaní množstva prímies v mineráloch alebo pri zisťovaní, či je vo vytvorenej zmesi dostatočné množstvo stavebných látok (kvalita cementu).

Na analýzu je potrebné použiť pridávanie falošných farieb, ktoré sa následne spracujú.



Vzorka cementu pred spektrálnou analýzou

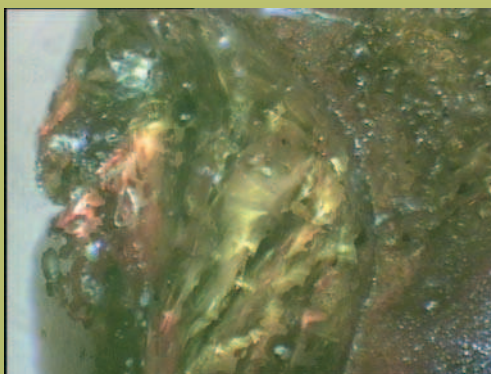


Vzorka cementu po priradení falošných farieb

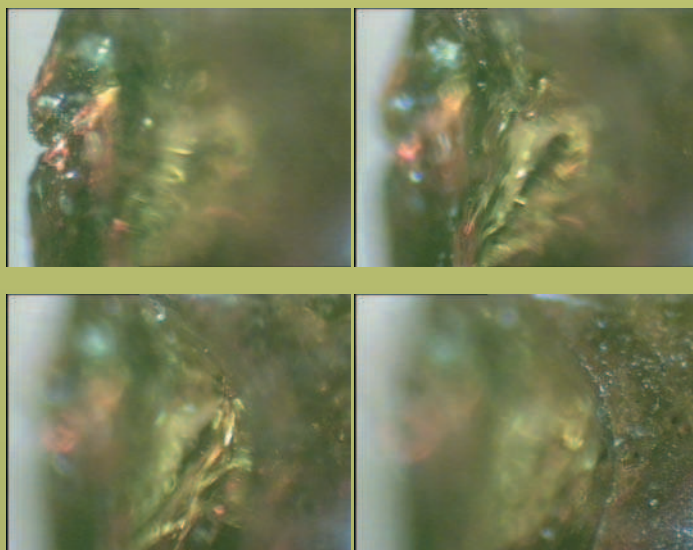
Ďalšie použitie

Automatické skladanie snímkov

Táto metóda sa využíva napríklad pri vytváraní uceleného ostrého obrazu, pri použití makra. Ak je predmet väčší, je ťažké vytvoriť celý obraz ostrý. Preto sa nasnímajú jednotlivé časti ostro, zvyšok môže byť rozmazaný. Za pomoci programu na spracovanie obrazu je jednoduché tieto obrázky spojiť a vytvoriť tak celkový obraz, ktorý bude ostrý. Všetko automaticky bez ručného orezávania obrázkov v programe.



Príklad naskladaného snímku (vpravo zdrojové obrázky)

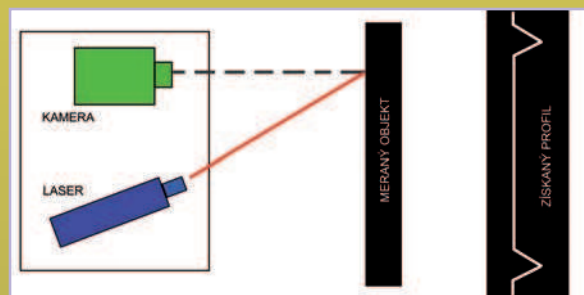


Profilometria

Bezkontaktné meranie výškového alebo hrúbkového 3D profilu. V mnohých aplikáciách laboratórneho alebo priemyselného merania je potrebné vyhodnotiť priestorový tvar objektov. Laserová profilometria je určená na rýchle a efektívne riešenie týchto úloh.

Aplikácie

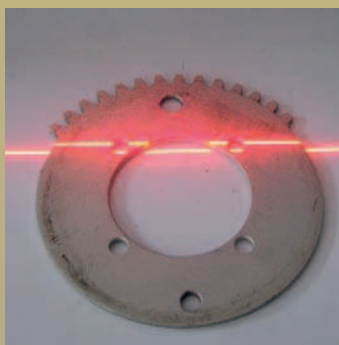
- Meranie vytlačaných profilov (guma, kov, plast)
- Meranie profilu pneumatík
- Kontrola tvaru výliskov
- Meranie objemu guľatiny
- Meranie profilu drážky



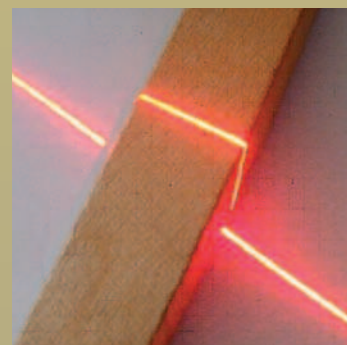
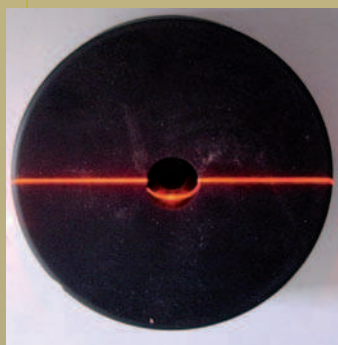
Príklad zosnímaného obrázku povrchovo upraveného kovového profilu

Princíp merania

Laserová profilometria využíva dobre známy, tzv. triangulačný princíp. Na meraný profil je premietaná tenká laserová čiara. Obraz laserovej čiary je snímaný pod uhlom CCD kamerou. Zo zosnímaného obrázku je následne vyhodnotený profil objektu v priereze, určenom laserovou čiarou.



Príklady profilometrie



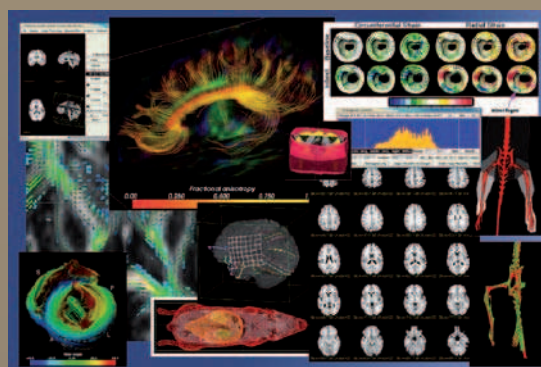
Aplikácie v medicíne

Asi najdôležitejšie využívanie analýzy obrazu je v medicíne. Analýza ciev, vytvorená na základe hľadania vlákien v obraze, dokáže poukázať na mnohé faktory ohrozujúce život, napríklad na riziko infarktu.

Analýza sa často týka priameho spracovania obrazu z kamery, kde proces úpravy obrazu prebieha v reálnom čase, tzn. že

samotný výstup, ktorý vidíme na obrazovke je už upravený obraz.

Najčastejšie využívané sú zvýšenie ostrosti, či svetelnosti alebo nájdenie hrán, teda okrajov. Použitie je rôznorodé – od RTG snímok až po tomografiu, či priamo na operačnom stole.



Snímače a Receptory

Senzor alebo **snímač** je citlivý prvok **prístroja** alebo **bio-logického orgánu**. Prevádza informáciu z oblasti meranej veličiny do inej oblasti, ktorú sme schopní vnímať a ďalej spracovávať.

V technike sa snímače používajú prakticky vo všetkých druhoch priemyselných výrobkov a systémov. Snímanie, či meranie nám umožňuje následnú reguláciu, alebo procesnú automatizáciu. **Akčné členy**, meranie ich pôsobenia pomocou **snímačov** a záporná **spätná väzba** tak spolu umožňujú vytvárať stabilné spoľahlivo pracujúce automaty.

Stretávame sa s nimi v medicíne - lekárske prístroje, v priemysle a priemyselnej výrobe, v robotike,

u spotrebnej elektroniky, pri rôznych výrobkoch pre domácnosť, ale aj v dopravných prostriedkoch a automobiloch.

Snímače buď aj priamo zobrazujú hodnoty (napr. ortuťové teplomery) alebo sú spojené s indikátorom (displejom, či iným prevodníkom), aby boli pre človeka čitateľné.

Senzory, ktoré voláme **receptory** sa nachádzajú **na našom tele**. Sú základnými jednotkami našich **zmyslových orgánov**. Poskytujú nášmu mozgu informácie

o vonkajšom prostredí, tak aby sme sa vedeli orientovať a vykonávať rôzne činnosti. Je len na nás ako následne za pomoci získaných informácií riadime svoje "akčné členy".

Receptory sú buď jednoduché voľné nervové zakončenia, alebo sa vytvárajú špeciálne zoskupenia s rôzne zložitou

stavbou. Každý receptor prijíma iba špecifické podnety (napr. svetlo, farbu). Rozlišujeme receptory všeobecnej citlivosti (tlak, bolesť a pod.) a receptory špeciálnej citlivosti. Vnemy zachytené zmyslovými orgánmi sa vedú dostrednými dráhami do centrálnej nervovej sústavy a až tu vzniká pocit, vnem a poznatok.

U človeka rozlišujeme nasledovné zmyslové orgány:

Zrak

Sluch

Čuch

Chuť

Hmat a

Rovnováha.

Hmat a Receptory TLAKU

Kožné receptory citlivé na tlak a vzruchy voláme tiež **mechanoreceptory**.

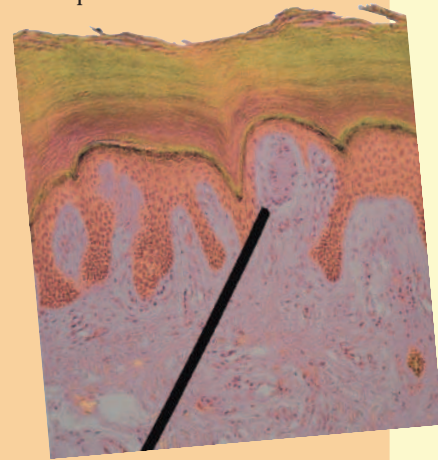
Hoci tieto receptory sú pre nás nepostrádateľné, presnú informáciu o absolútnej veľkosti tlaku nám neposkytujú.

Ich podstatnou vlastnosťou je, že informáciu o tlaku, či bolesti vedľa veľmi rýchlo preniesť do nášho centra. Na pichnutie tak vieme reagovať takmer okamžite.

Okrem priamych nervových zakončení ako mechanoreceptory rozpoznávame štyri špecifické druhy nachádzajúce sa na hladkej koži bez ochlpenia:

Meissnerove telieska rozpoznávajú aj slabé dotyky. Sú hlavne na končekoch prstov, perách, či tvári. Ich hustota na koži sa s vekom znižuje a preto vekom strácame svoju citlivosť rozpoznať blízke vpichnutia.

Paciniho telieska sú citlivé na hlboký tlak - pichnutia a rýchlejšie vibrácie. Sú oválneho tvaru o veľkosti cca 1mm. Patria medzi rýchlo sa adaptujúce receptory, t.j. sú citlivé na zmeny a na stály tlak nereagujú.



Merkelove zakončenia sú osobitne citlivé na pomalé vibrácie 5-15Hz. Patria medzi pomaly adaptujúce sa receptory.



Chuť a Receptory pH

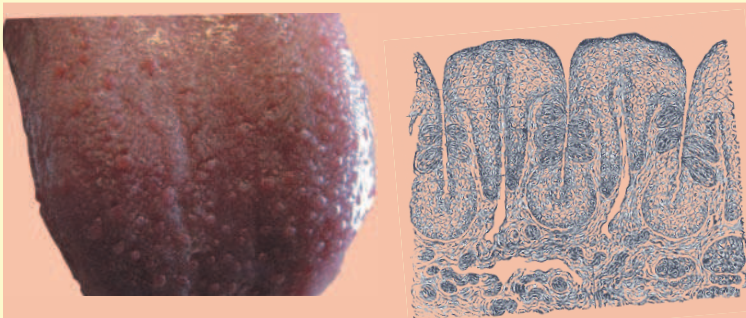
Chuť nám umožňuje správny výber potravy, ochranu pred škodlivými látkami, či jedmi, ale aj zahájenie reflexného vylučovania slín, či tráviacich štiav.

Chuťovými receptormi rozlišujeme základné 4 chute. **Sladkú** vnímame najmä na hrote jazyka, **kyslú** a **slanú** po jeho stranách a **horkú** chuť v zadnej časti jazyka. V súčasnosti sa chuť považuje aj chuť umami a tučná chuť. Ich kombináciou vieme rozpoznať veľké množstvo rôznych chutí.

Na povrchu jazyka majú receptory rôzny tvar: listovitý, nitkovitý, hubovitý a ohradený.

Kyslosť vnímame na jazyku tzv. iónovými kanálmi, ktoré reagujú na prítomnosť katiónov H_3O^+ .

V ľudskom tele sa nachádzajú kyslé aj zásadité roztoky v širokom rozsahu. Od žalúdočných kyselín s $pH = 1$ až po šťavy pankreasu s $pH = 8,1$. Krv má pH okolo 7,4.



Exteroreceptory, sú receptory, ktoré prijímajú podnety z vonkajšieho prostredia. Medzi ne patria kožné receptory citlivé na dotyk, tlak, bolesť, teplo a chlad.

Meranie TLAKU

Tlakomer alebo manometer je zariadenie slúžiace na meranie tlaku v plyne alebo v tekutine. Špeciálne druhy tlakomerov môžu mať svoje vlastné názvy.

Ako **barometer**, sa označuje meradlo atmosférického (barometrického) tlaku. Teda tlaku horných vrstiev vzduchu v gravitačnom poli zeme. Ortuťový barometer prvýkrát zostrojil v roku 1643 taliansky vedec Evangelista Torricelli. Meria absolútnu hodnotu tlaku. Skladá sa z trubice na jednom konci zatavenej a naplnenej ortuťou, na druhý zahnutý koniec pôsobí atmosférický tlak. Ortuťovému barometru stačí na meranie štandardného atmosférického tlaku 1 atm=1013 hPa výška ortuťového stĺpca 760 mm (1mm=1,33 hPa). Meranie týmto typom barometra je ovplyvnené aj teplotou v dôsledku teplotnej rozťažnosti ortuti.

Keďže tlak v atmosfére klesá s nadmorskou výškou aj výška ortuťového stĺpca v barometri s výškou klesá a to cca 9mm na 100m. Štandardný tlak vo výške 200m tak vytlačí hladinu ortuti do výšky len 742mm.

Pretlak a podtlak sú relatívne vyjadrenia tlaku, obvykle ako tlak v nejakom uzavretom priestore voči tlaku v okolitom priestore (často atmosférickom). Pretlak znamená vyšší tlak než referenčný, podtlak nižší než referenčný tlak.

Kovový manometer - aneorid je typický tlakomer, ktorý meria deformáciu kovu (pružiny, tenkostenného pásika alebo krabičky). Veľkosť deformácie sa prenáša na ručičku a ukazuje na stupnici pretlak, či podtlak. Aneroid vynášiel v roku 1843 Lucien Vidie.

Týmto spôsobom meriame napríklad tlak v pneumatikách automobilov.

Hustenie pneumatík na tlak 2 atm (odčítaný manometrom), znamená, že vnútri pneumatiky je absolútny tlak 3 atm.



Podľa zmeny atmosférického tlaku môžeme predpovedať krátkodobé zmeny počasia:

Pomalý a trvalý POKLES

škaredé počasie

Výrazný POKLES - 6-10 mm za 4-5 hod.

búrky, víchrica, nárazový vietor

Rýchly NÁRAST

krátkodobo pekné počasie

Rovnomerný trvalý NÁRAST

pekné suché počasie

Meranie pH

Kyslosť alebo **pH** (z lat. potencia hydrogeni - sila vodíka) je číslo, ktoré vyjadruje či vodný roztok reaguje kyslo alebo zásadito. Chemicky čistá voda má pH = 7, kyseliny od 0 do 6, hydroxidy od 8 do 14. Koncept merania pH uviedol v roku 1909 Soren Peder Lauritz Sorensen.

Vo vodnom roztoku je vždy okrem molekúl H_2O tiež určité množstvo kladných iónov vodíka H_3O^+ a zároveň záporných aniónov OH^- . Súčin koncentrácií oboch týchto iónov je vo vodných roztokoch vždy konštantný a má hodnotu 10^{-14} . V čistej vode je látková koncentrácia oboch iónov rovnaká: 10^{-7} . To zodpovedá pH = 7.

Kyslosť vzniká prebytkom katiónov H_3O^+ . Zvýšeniu ich koncentrácie stonásobne (100-krát), čiže na hodnotu 10^{-5} , zodpovedá pH = 5.

Zásaditosť je prebytok hydroxylových iónov OH^- na úkor oxóniových H_3O^+ . Ak je v roztoku napríklad 10 000-krát viac OH^- ako v čistej vode, klesne koncentrácia iónov kyslosti H_3O^+ na 10^{-10} , čo zodpovedá pH = 10.

Kyseliny sú teda zlúčeniny

schopné poskytnúť iným látkam vodíkové katióny (H^+). Na ich elimináciu používame zásady. Napríklad na včelie, či mravčie kyslé uštipnutie preto dávame sódu.

Pre hrubú orientáciu o kyslosti meraného roztoku sa na meranie pH používa lakmusový papierik, čo je prúžok papierika napustený lakmusom. Lakmus prechádza z kyslej červenej farby na zásaditú modrú. Tak ako lakmus aj listy červenej kapusty menia svoju farbu v závislosti od pH.

Pre presné merania pH hodnôt vodných roztokov sa v súčasnej dobe používa prakticky výlučne iba potenciometria, pričom ako merný člen sa využíva sklenená elektróda. Podstatou uvedenej metódy je veľmi presné meranie rozdielu elektrických potenciálov medzi merajúcou sklenenou elektródou a referenčnou elektródou. Základnú časť sklenenej elektródy tvorí tenká stena miniatúrnej banky zo špeciálneho skla. Vnútny objem banky je naplnený pufrom, teda roztokom o konštantnej pH. Komerčne dodávané prístroje merané napätia medzi elektródami zobrazujú priamo hodnotami pH a digitálne ich zobrazujú na displeji.



Zrak a jeho Fotoreceptory

Zrak je zmyslový orgán umožňujúci vnímať svetlo a jeho rôzne farby. Svetlocitlivé fotoreceptory oka voláme **tyčinky** a **čapíky**. Na sietnici sa nachádza zhruba 120 miliónov tyčieniek a 6 miliónov čapíkov.

Tyčinky sú citlivejšie aj na slabé osvetlenie. Ich prah citlivosti je na úrovni

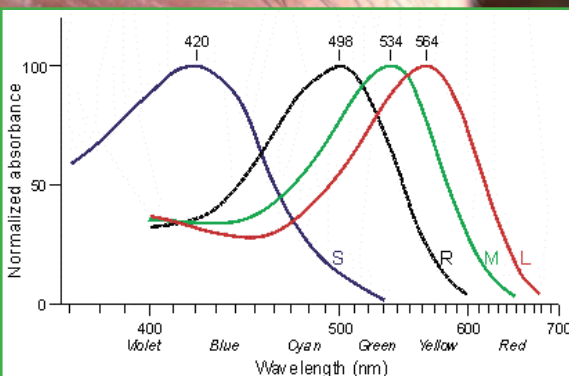
10^{-7} J, čo odpovedá energii jedného fotónu. Slúžia na orientáciu aj za slabého osvetlenia, avšak farby nedokážu rozpoznať. Vlastné vnímanie svetla je založené na citlivosti zrkavého pigmentu - **rodopsinu** na svetlo. Dopadajúcim svetlom sa tento pigment rozkladá za vzniku elektrického signálu a tento vzruch sa prenáša do zrakových centier mozgu. Spätá chemická reakcia vzniká pri prechode zo svetla do tmy, z rozložených látok vzniká opäť rodopsin. Táto reakcia vyžaduje prítomnosť vitamínu A. Preto je dôležitý karotén (či mrkva) na dobré videnie.

Sprostredkovanie informácie o farbe je úlohou čapíkov. V ľudskom oku existujú tri druhy čapíkov, ktoré sa líšia farebnými pigmentami. Čapíky tak vnímajú červenú, zelenú a modrú farbu. Normálne videnie ľudí je teda trichromatické, vyskladané z týchto troch farieb.

K dokonalosti videnia je potrebný ešte **optický systém oka: rohovka** zvlažovaná vrstvou slz, **šošovka** obklopená komorovou vodou a **sklovec**. Touto optikou sa dopadajúci svetelný lúč láme tak, že na sietnici oka sa premieta ostrý, zmenšený a prevrátený obraz pozorovaného predmetu.

Vzdialenosťou fotoreceptorov na sietnici je daná zraková ostrosť, t.j. schopnosť rozpoznať dva body v priestore. Minimálny zorný uhol je v **žltej škvrne**, kde je najväčšie množstvo čapíkov. Najväčšia ostrosť je tu

1 uhlová minúta, keď vzdialenosť obrazov týchto dvoch bodov na sietnici je iba 5 μ m. Medzi dvoma podráždenými svetlocitlivými bunkami je tak jedna nepodráždená.



Hmat a Receptory TEPLOTY

Kožné receptory citlivé na teplo a chlad voláme tiež **termoreceptory**. Reagujú na absolútnu a relatívnu zmenu teploty.

Receptory citlivé na dodávané teplo sú na nervový systém napojené pomalšie ako receptory reagujúce na chlad. Informácie z nich sú dôležité pre mozog, ktorý zabezpečuje aby naše telo bolo na stálej optimálnej teplote a správne reagovalo na zmeny vonkajšej teploty, či na iné vnútorné pochody produkujúce teplo.

Receptory citlivé na chlad sú všade na povrchu tela, hlavne však na tvári, jazyku, ale aj na rohovke. Prvou reakciou človeka na chlad býva tzv. husia koža - postavenie sa chlpo. Vytvára sa tak dodatočná izolčná vrstva. Následnou reakciou býva svalová triaška, keď telo dodatočným pohybom svalov získava potrebné teplo na zohriatie sa. Niektoré receptory citlivé na chlad však tiež reagujú rýchlou odozvou aj na teploty prevyšujúce 45°C.



Meranie OSVETLENIA

Svetlo vychádza zo zdroja, alebo sa odráža od predmetov (sekundárne zdroje), takže môžeme rozoznávať tvar, veľkosť, priestorové usporiadanie, vzdialenosť a pohyb týchto zdrojov. Zároveň vnímame farbu a intenzitu tohto svetla.

Schopnosť svetelných zdrojov vyžarovať svetlo je z fyzikálneho hľadiska charakterizovaná svietivosťou I. Jej jednotkou v sústave SI je kandela (1 cd).

Svetelná energia dopadajúca na povrch ľubovôleho predmetu sa prejaví jeho osvetlením. Množstvo dopadajúceho svetelného toku Φ na jednotku plochy (1m²) voláme OSVETLENOSŤ E (Illuminance). Hovorovo je to osvetlenie, ktorým má byť osvetlená napr. pracovná plocha. Jednotkou osvetlenia je 1 lux [lx]. Veľkosť 1 lx je definovaná ako svetelný tok o veľkosti 1 lm [lúmen] dopadajúci na plochu 1m².

So vzdialenosťou plochy od svetelného zdroja osvetlenosť plochy klesá. Svetlo sa totiž šíri všetkými smermi do priestorového uhla. Celkové osvetlenie guľovej plochy vo vzdialenosti 1m od zdroja musí byť teda rovnaké ako celkové osvetlenie guľovej plochy vo vzdialenosti 2m. Veľkosť plochy je tu však 4krát väčšia ($\pi 2^2 / \pi 1^2$). Preto aj osvetlenie 1m² je v tejto vzdialenosti 4krát menšie.

Napríklad klasická 100W žiarovka má svetelný tok 1400 lúmenov. Výsledné osvetlenie plochy vo vzdialenosti od tohto zdroja je nasledovné:

	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
lx	1400	350	155	87	56	39	28	22	17	14

Meranie TEPLOTY

Zariadenie slúžiace na meranie teploty nazývame teplomer. Prvý bol zostrojený až v 17. Storočí.

Tradične je princíp teplomeru založený na tepelnej rozťažnosti niektorých látok, ktorých objem je výrazne závislý na teplote. Tieto teplomery sa volajú **dilatačné teplomery**. Typický predstaviteľ je ortuťový lekársky teplomer. Objemová rozťažnosť ortuti sa výrazne prejavuje v tenkej kapiláre, ktorá je kalibrovaná stupňami Celsia (35 až 42 °C). Kapilára je pri nádobke s ortuťou tak zúžená, že sa v tomto mieste pri poklese teploty ortuťový stĺpec pretrhne a teplomer tak stále ukazuje maximálnu nameranú teplotu (pred ďalším použitím sa musí teplomer „preklepať“). Okrem ortuti sa u dilatačných teplomeroch používa tiež lieh.

V súčasnosti však existujú aj ďalšie metódy zisťovania teploty:

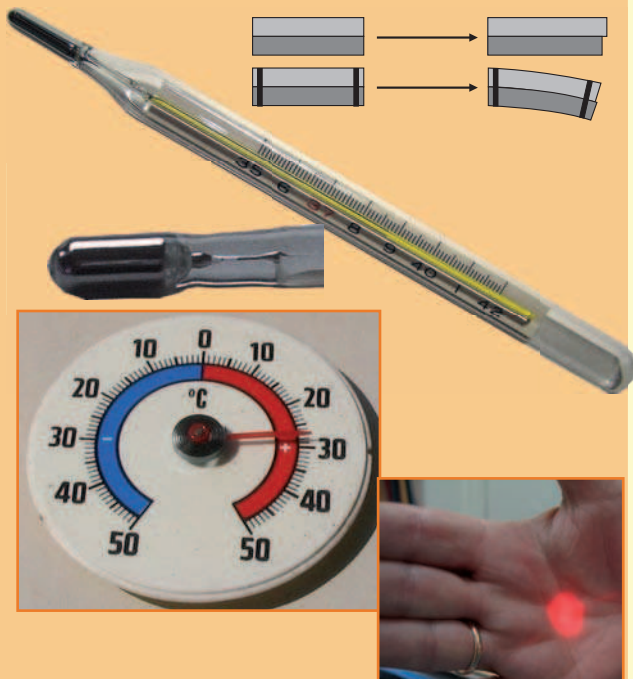
Bimetalový teplomer - využíva bimetalový (dvojkový) pásik zložený z dvoch kovov s rôznymi teplotnými rozťažnosťami. Pri zmene teploty sa pásik ohýba a tento pohyb sa prenáša na ručičku prístroja,

Odporový teplomer - závislosť elektrického odporu vodiča alebo polovodiča sa mení s teplotou, meranie tejto zmeny sa vyhodnocuje citlivou elektronikou,

Termoelektrický teplomer (termočlánok) - využíva termoelektrický jav. Na spojení dvoch rôznych kovov sa mení s teplotou veľkosť vytvoreného termoelektrického napätia medzi kovmi.

Radiačný teplomer (Infrateplomer) - meria žiarenie vysielané telesom do okolia (napr. svetelné infračervené pasívne senzory).

Teplomer z tekutých kryštálov - pásik s teplotne závislými tekutými kryštálmi, ktoré menia svoje optické vlastnosti - farbu v závislosti od teploty.



Pri meraní teploty je potrebné pamätať na rýchlosť odovzdávania tepla a na tepelnú kapacitu meracieho čidla (jeho zotrvačnosť). Spolu tieto vlastnosti ovplyvňujú rýchlosť merania teploty.

Bez ohľadu na rýchle vyhodnocovanie meranej teploty teplomerom tak nemusíme hneď namerať skutočnú teplotu meraného predmetu. Preto sa pri meraní lekársym ortuťovým teplomerom meria aspoň 5 min.

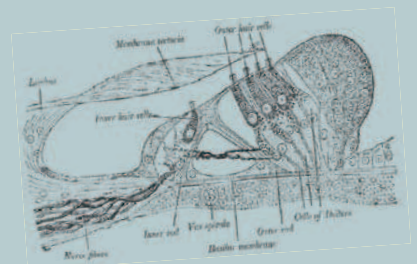
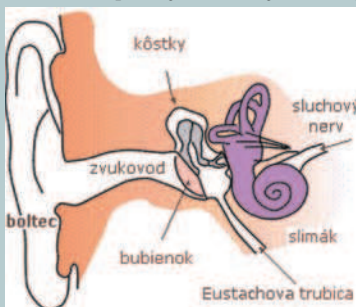


Sluch a receptory zvuku

Medzi mechanoreceptory patria aj receptory sluchu. Slúžia nám na vnímanie zvukových mechanických vln šíriacich sa vzduchom alebo vodou. Okrem orientácie v prostredí ich využívame aj ako prostriedok komunikácie.

Podnetom pre sluch sú **zvukové vlny**, t.j. **pozdlžné kmitanie molekúl vzduchu**. Sluchom sme schopní rozoznať zvuky a tóny, ich **intenzitu**, **výšku (frekvenciu)**, zafarbenie, ako aj smer odkiaľ prichádzajú. Pri strednej hlasitosti človek počuje a rozlišuje tóny od kmitočtu (frekvencie) 16 Hz asi do 20 000 Hz. Maximálna citlivosť sluchu je pre tóny 1000-3000 Hz.

To, že počujeme je dôsledkom nasledovného procesu: Zvukové vlny rozochvievajú bubienok na konci vonkajšieho zvukovodu. Z neho sa kmity prenesú kostičkami stredného ucha na tekutiny vnútorného ucha, rozvlnenie tekutín rozkmitá membrány Cortiho orgánu v **slimáku** (cochlea). Týmto mechanickým podnetom sa podráždia **vláskové bunky Cortiho orgánu** a tie potom aktivujú dostredivé vlákna sluchového nervu. Sluchové pocity a vnemy vznikajú v spánkovom laloku mozgovej kôry.



Meranie INTENZITY ZVUKU

Hlasitosť zvuku popisujeme fyzikálnou veličinou **INTENZITA ZVUKU**. Jednotkou intenzity zvuku, ktorá sa v praxi používa, je **decibel (dB)**. 1 decibel je definovaný ako desaťnásobok dekadického logaritmu pomeru výkonov. Alebo inak:

20 db je zvuk o výkone 102-krát väčšom ako referenčná hodnota. Za referenčnú hodnotu 0 db sa zobral **prah počuteľnosti** (akustický tlak 2×10^{-5} Pa, alebo bzukot komára zo vzdialenosti 3m).

Hoci decibely sa zdajú pomerne ťažké na predstavu, dobre sa s nimi počíta v prípadoch ak sa jedná o veľké rozsahy porovnávaných hodnôt. Napr. výkonu 1 mld. krát väčšiemu ako referenčný odpovedá hodnota 90 db. Zväčšiť výkon

2-krát znamená prirátať 3 db, zväčšeniu 5-krát odpovedá +7 db.

Rozsah intenzít zvuku, ktoré môžeme vnímať sluchom, je veľký. Zvuku, ktorý môže poškodiť naše ucho, tzv. **prah bolesti**, odpovedá intenzita

120 dB. Ľudská reč má približne 60 decibelov, je teda 106-krát väčšia ako hranica počuteľnosti a

106-krát menšia ako prah bolesti.

Často sa **intenzita zvuku** chápe ako **HLASITOSŤ**. Popravde hlasitosť je subjektívna miera závislá od dispozície konkrétneho človeka. Okrem intenzity je závislá aj na frekvencii zvuku a dĺžke jeho trvania. Človek pri vnímaní zvuku totiž spracováva podnety v časovom okne 600 - 1000 ms. Až integrovaná hodnota v tomto čase je vyhodnocovaná mozgom.

KRIMINALISTIKA

Kriminalistika je mladá vedná disciplína, ktorá si ešte upevňuje svoje miesto v systéme vied a spoločenskom poslaní.

Odhaľovanie rôznych spoločensky neprípustných činností človeka v minulosti často trpelo dôkaznou núdzou. Kriminalistické skúmanie dnes je podložené širokou škálou vedecky a všeobecne uznávaných metód:

kriminalistická daktyloskopia - jedinečnosť papilárnych línií na prstoch rúk

antropologická identifikácia - skúmanie totožnosti osoby na základe jej vzhľadu

trasológia - zisťovanie a skúmanie stôp nôh, obuvi, dopr. prostriedkov

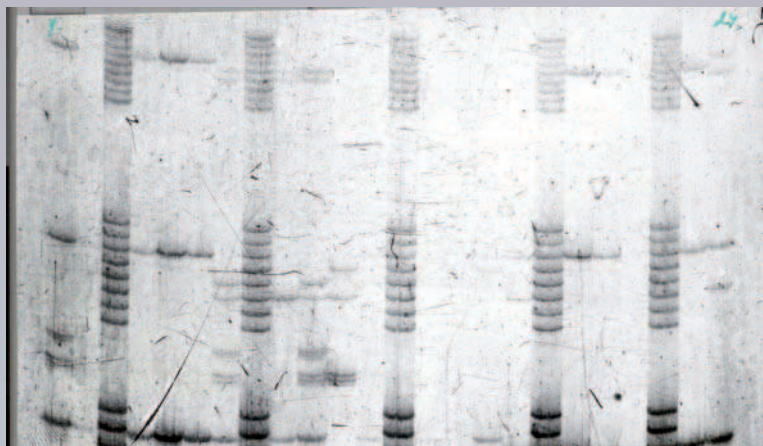
biológia - skúmanie krvi a ostatných materiálov zo živých organizmov

Analýza DNA

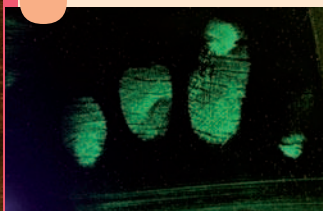
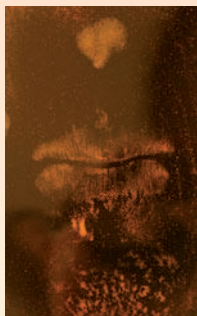
DNA tvoria usporiadané nukleotidy. Celková štruktúra DNA je u každého človeka jedinečná, s výnimkou jednovaječných dvojčiat.

Metódou hybridizácie DNA sa zisťuje, či sa v skúmanej DNA nachádza hľadaná sekvencia nukleotidov.

Ďalšou metódou je metóda množenia špecifického úseku DNA, kde sa namnoží zvolený úsek DNA na milióny identických kópií. V takto získanom množstve sa dá zisťovať poradie nukleotidov.



Trasológia častí ľudského tela



K jednotlivým častiam tela priradte ich plošnú trasologickú stopu

Trasológia

Trasológia je metóda kriminalistickej techniky, ktorá sa zaoberá vyhľadávaním, zisťovaním a skúmaním stôp nôh, obuvi, dopravných prostriedkov a stôp ďalších objektov, ako sú časti ľudského tela, odevov, zvierat a pod.

Cieľom skúmania je identifikácia týchto objektov a objasnenie všetkých okolností spojených so vznikom trasologickej stopy.

?

Pneumatiky

Pneumatika ktorého auta vytvorila nájdenú stopu ?

?



Nájdená stopa

Audi A3



VW Polo



Škoda Octavia



Alfa Romeo



Mercedes Benz



?

OBUV

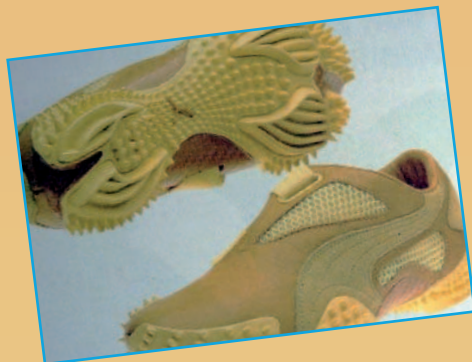
Pokúste sa rozpoznať,
koho obuv vytvorila nájdenú stopu

?

Ivana D.



Milan M.



Lukáš H.



Martin K.



Nájdená stopa

Kontrola lakov

Pri lakoch z áut je možné zistiť, z ktorého vozidla daný lak pochádza. Lakový náter z áut totiž pozostáva z viacerých vrstiev.

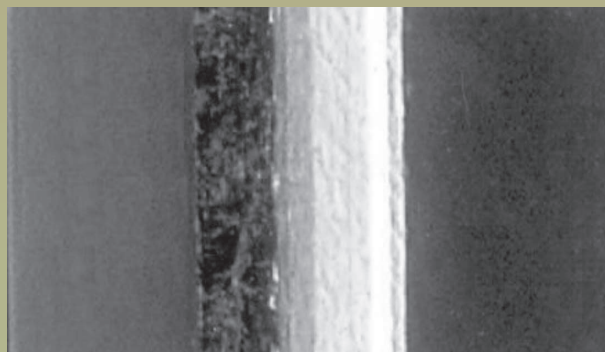
Analýzou jednotlivých vrstiev laku sa dá vozidlo identifikovať.

Rozhodnite,
ktorý automobil
tento kus laku
zanechal.

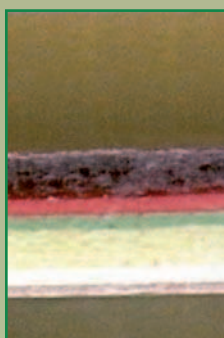
?

?

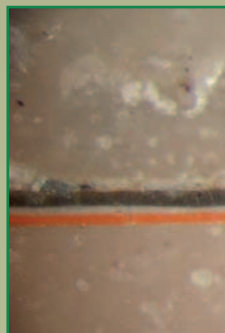
Nájdený lak na mieste činu



Škoda Octavia



Alfa Romeo



Audi A3



Mercedes Benz



VW Polo

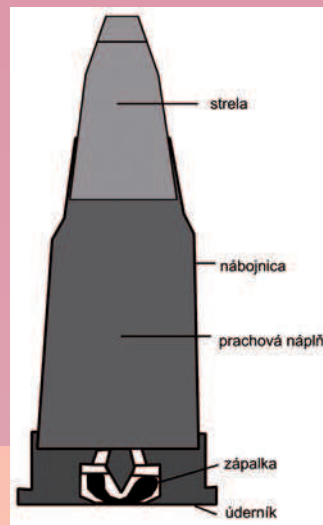
Balistika

Ide o odbor mechaniky, ktorý sa zaoberá pohybom telesa v prostredí, ktoré tomuto telesu kladie určitý odpor. Pri strelných zbraňoch hovoríme o vojenskej balistike.

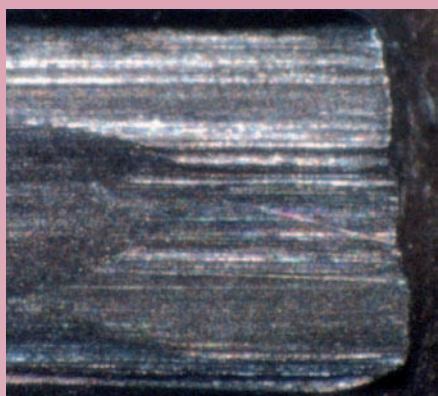
Kriminalistika aplikuje vojenskú balistiku na identifikáciu zbrane na základe stôp po strelive, po strele samotnej a zároveň na identifikáciu stôp zanechaných na strele v dôsledku výstrelu alebo letu v hlavni.

Pri skúmaní vystrelených striel sa okrem zisťovania korózie, alebo iného poškodenia materiálu v dôsledku kontaktu s biologickým materiálom, určujú aj zmeny na strele v dôsledku pohybu v zbrani. Ide o sklzy alebo vtlačky, alebo ich kombináciu. Tieto stopy sa skúmajú v kriminalistickej expertíze.

Jednotlivé zbrane zanechávajú charakteristické stopy a nesú tak informácie o konštrukcii zbrane.



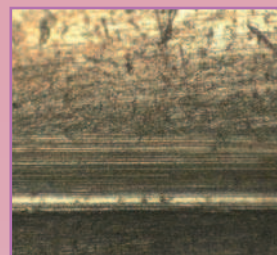
? Podľa zanechaných stôp na strele a na nábojnici nájdite páchatel'a ?



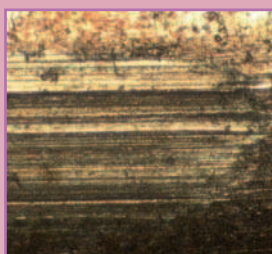
Nájdená strela na mieste činu



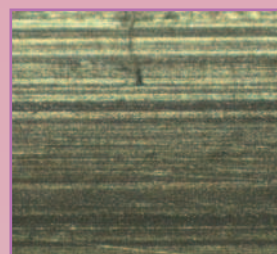
Martin S.



Ondrej H.



Matúš M.



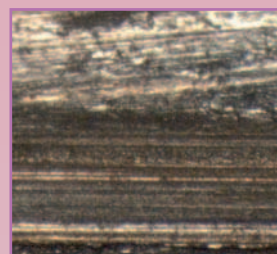
Alexander V.



Nájdená nábojnica - stopa po úderníku (v strede)



Katarína K.



Tomáš B.



Viktor T.



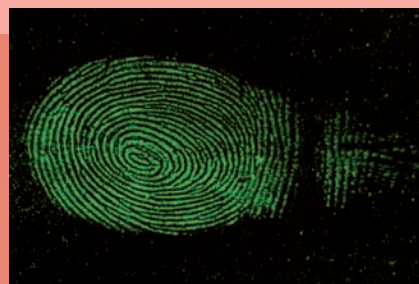
Marián D.

Daktyloskopia

Predmetom daktyloskopie sú obrazce, vytvorené papilárnymi líniami na posledných článkoch prstov rúk, dlaniach, prstov nôh a chodidlách osôb. Základom sú zákonitosti ich vzniku, vyhľadávanie, zaistovanie a skúmanie daktyloskopických stôp s cieľom

identifikovať osobu, ktorá stopu vytvorila.

Na svete nie sú dve osoby, ktoré majú rovnaké obrazce tvorené papilárnymi líniami. Tvar týchto línii sa počas života nemení.



Alena H.



Ivan K.



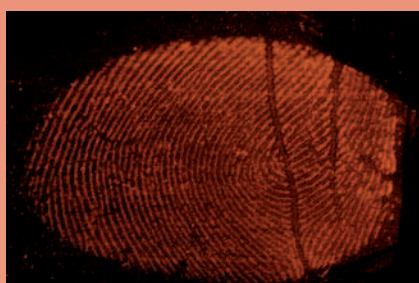
Jozef B.



Tento odtlačok sa našiel na mieste činu. Vpravo sú obrázky odtlačkov podozrivých. Vašou úlohou je nájsť vinníka.



Richard T.



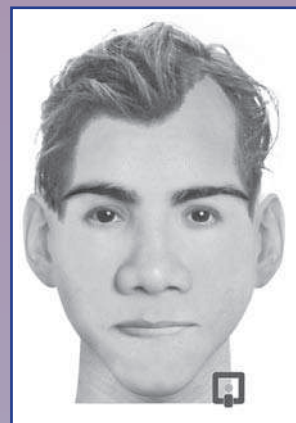
Martina L.

Fantómový obraz

Fantómový obraz je spôsob vykreslenia tváre páchatel'a, alebo podozrivého podľa svedectva očitých svedkov.

Jeho princíp je jednoduchý: na základe opisu získaného od svedka sa vykresľujú črty tváre podozrivého. Tento vzniknutý obraz sa potom konfrontuje so svedkom, či je podobný s ním videnou osobou.

V kriminalistike sa používajú rôzne programy, v ktorých je jednoduchšie vytvoriť takýto obraz. V databáze sa nachádza nesmierne množstvo základných črt tváre človeka, ale aj mnoho vedľajších, špecifických znakov. Tie sa postupne pridávajú a upravujú na tvári až vznikne želaný obraz tváre.



OCHRANNÉ ZNAKY

Techniky ochrany tlačovín

Úlohou ochranných znakov je zabrániť neoprávnenej výrobe bankoviek, dokladov, či iných cenných papierov. Preto je dôležité, aby sa ochranné znaky ťažko napodobovali, ale zároveň aby sa ľahko a rýchlo mohla overiť ich pravosť.

Mnoho ochranných znakov je založených na špeciálnych technikách tlače, pri ktorých sa využívajú rôzne princípy, či metódy. Užívateľovi dávajú možnosť odlíšiť pravé doklady od falošných.

Niektoré ochranné znaky sú viditeľné voľným okom, niektoré pomocou jednoduchých pomôcok - UV lampy, lupa.

Na bankovkách sa však nachádzajú aj strojovo čitateľné ochranné prvky, identifikovateľ-

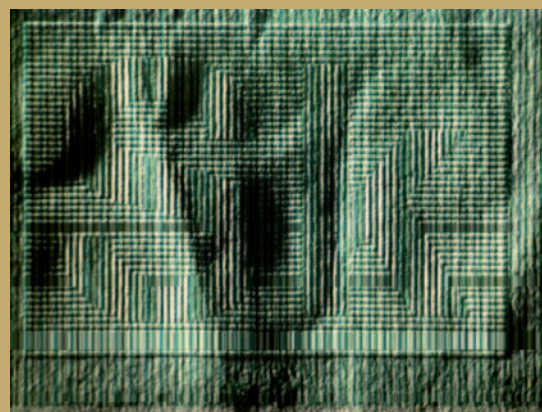
né iba prostredníctvom špecializovaných zariadení v bankách.



Skrytý vzorec

Do papiera je vyrazená štruktúra - sústava na seba kolmých línií. Pri normálnom pohľade sú neviditeľné, ale pri bočnom osvetlení alebo pri pohľade zboku sa v štruktúre objaví nápis.

Na slovenských bankovkách sa skrytý vzorec v tvare "Sk" nachádza na lícnej strane za jej nominálnou hodnotou vpravo dole. Zobrazí sa, ak bankovku zdvihneme do výšky očí a sklopíme do vodorovnej polohy.



Sútlačová značka

Bankovka má potlač na oboch stranách. Pri tlači je potrebné nastaviť súlad oboch strán veľmi presne. Na overenie slúži sútlačová značka - je to obrazec, ktorý je rozložený na obe strany papiera, tak, že pri pohľade z jednej strany sa podobá na číslo 8, ale pri presvetlení sa zloží do písmena S.

Na tomto obrazení možno odhaliť aj veľmi malý nesúlad medzi oboma stranami bankovky.



Vodoznak

Zmenou hrúbky papiera sa mení aj priehľadnosť papiera. Ak sa papier spraví tenší, javí sa pri presvetlení svetlejší, hrubší papier bude pri presvetlení tmavší.

Týmto spôsobom sa do papiera dá nakresliť obrazec - vodoznak. Vidno ho pri presvetlení, ale pri normálnom osvetlení zhora nesmie byť viditeľný - papier má byť rovnomerne biely. Tým sa líši od falošného vodoznaku, ktorý vidno aj pri hornom osvetlení.



Mikrotext

Azda najťažšie napodobiteľným ochranným znakom je mikrotext a mikrotlač. Rozlíšenie bežných tlačových techník, používaných napríklad na tlač časopisov (pravý obrázok) je niekoľkonásobne horšie ako rozlíšenie používané pri tlači bankoviek (ľavý obrázok). Preto na odhalenie falošnej bankovky častokrát stačí lupa, alebo dobrý zrak.

Na falošnej bankovke sa mikrotext nedá čítať, pri detailnom

pohľade sú línie rozmazané, prípadne obraz je rozpadnutý do drobných bodiek.



IČ fluorescencia a Metamerické Farby

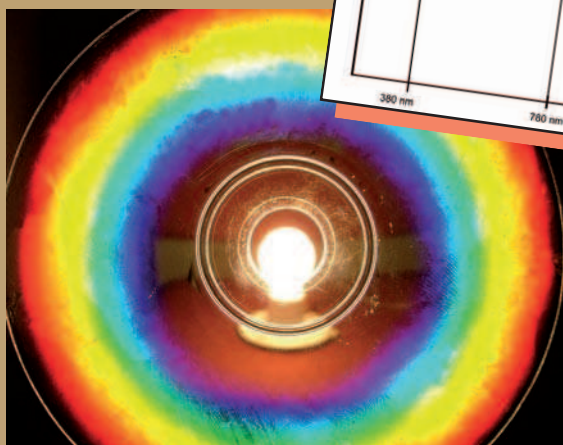
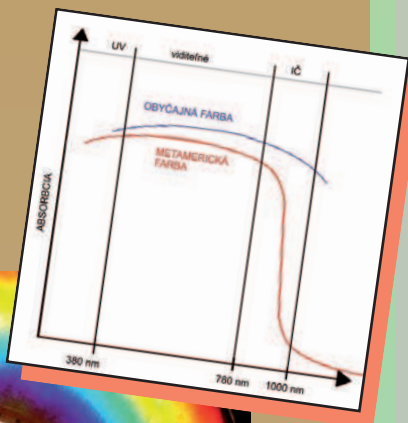
Ľudské oko vidí svetlo v rozsahu vlnových dĺžok 380 nm (modrá) až 780 nm (červená). Podľa toho, ako sú rôzne vlnové dĺžky v svetle zastúpené, človek rozoznáva rozličné farby.

Elektromagnetické žiarenie však siaha aj ďalej ako dokážeme vidieť a svet je v skutočnosti oveľa "farebnejší". Dokážu to vidieť špeciálne kamery, ktoré sú citlivé aj v infračervenej oblasti.

Táto skutočnosť sa využíva pri IČ ochranných znakoch v infračervenej oblasti. Bankovka sa potlačí

farbami, ktoré majú vo viditeľnej časti rovnaké spektrum, ale v infračervenej sa líšia. Takéto farby človek obvyčajným pohľadom nedokáže rozlíšiť, ale pomocou špeciálnej kamery, ktorá prepustí iba IČ oblasť je rozdiely vidieť. Tieto farby sa nazývajú metamerické farby.

Na bankovkách sú metamerické farby v infračervenej oblasti priehľadné (tzv. infrabiele), alebo infračierne, teda viditeľné len v infračervenom spektre.



Zostrojit' zariadenie na kontrolu infračervených ochranných znakov nie je ťažké. Skoro každá kamera je citlivá aj na IČ svetlo. Jediným problémom je odstrániť viditeľnú časť spektra, aby nerušila pozorovania. To sa zabezpečí pomocou IČ filtra. V našej kamere sme použili filter z preexponovaného farebného filmu, ktorý sme vložili

medzi optiku a CCD čip. Na osvetlenie bankovky použijeme obvyčajnú halogénovú lampu, ktorá poskytuje dostatok IČ žiarenia.

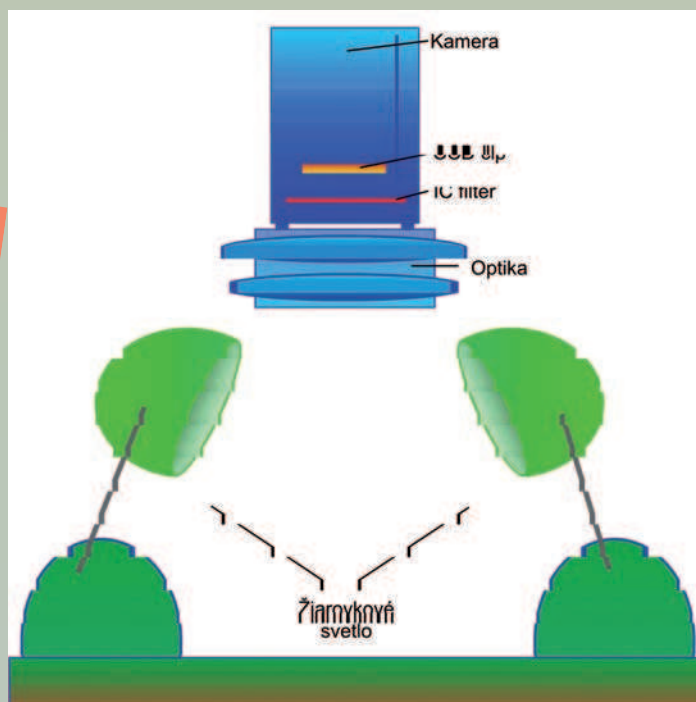


Infračervené ochranné znaky

Ochranu v oblasti dlhovlnného infračerveného spektra majú všetky slovenské bankovky.

Na obrázkoch je zobrazenie bankovky 20 Sk a ukazuje čiernobiely obraz v celom pásme viditeľného svetla - ľavý obrázok. Pravý obrázok ukazuje pohľad na bankovku v infračervenom pásme 800 nm až 1000 nm.

Na líčnej strane slovenských bankoviek každej nominálnej hodnoty je infračierne sériové číslo, časť portrétu a potlače. Rubové strany sú infrabiele, v IČ oblasti sú prakticky úplne čisté. U bankovky 5000 Sk je na rubovej strane infračierne jej hodnotové číslo a štátny znak.



Fluoreskujúce farby a vlákna

Najznámejším ochranným prvkom je UV fluorescencia. Po osvetlení UV žiarením sa na bankovke zobrazia svetielkujúce znaky.

UV ochranné znaky sú vytlačené špeciálnou farbou, ktorá má výraznú fluorescenciu a charakteristickú farbu svetielkovania. Pravosť bankovky sa overuje podľa tvaru znakov, ostrości kontúr a farby svetielkovania.

Na slovenských bankovkách fluoreskuje zvislé sériové číslo. V strednej časti bankovky je takouto farbou

vytlačený štvorec s textom "NBS" a číselným označením nominálnej hodnoty bankovky.

Ďalším ochranným znakom je samotný papier, na ktorom je bankovka vytlačená. Na tlač sa používa papier, ktorý má UV fluorescenciu veľmi slabú, takže pri ožiarení ostáva tmavý.

Do papiera sú však zapracované vlákna napustené UV svetielkujúcimi farbami, takže ich červenú, zelenú a modrú farbu na tmavom pozadí dobre vidno.

Bežne používaný kancelársky papier má veľmi výraznú fluorescenciu. Na obrázku vľavo vidno, že fluorescencia kancelárskeho papiera je dokonca výraznejšia, ako samotný ochranný znak na bankovke.

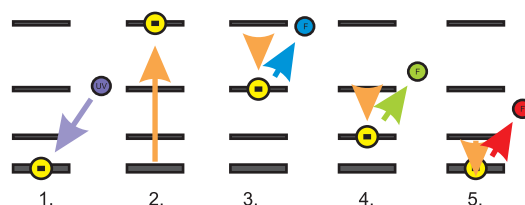


Zdroje UV žiarenia

Intenzívnym zdrojom UV žiarenia sú ortuťové výbojky. Podobne ako klasická žiarivka - je táto výbojka naplnená parami ortuť, ktoré sa pomocou elektrického poľa vybudia a rozsvietia.

Pri bežných žiarivkách je na stenách trubice nanosený luminofor, ktorý neprepúšťa UV žiarenie, ale ho mení na viditeľné svetlo. UV výbojky majú práve naopak - vysokú priepustnosť pre UV žiarenie a nízku priepustnosť pre

viditeľné svetlo.



Molekula fluorescenčnej farby sa na začiatku procesu nachádza v základnom energetickom stave. Po dopade ultrafialového žiarenia fotón excituje niektorý z elektrónov - to znamená zvýši jeho energiu o niekoľko energetických hladín (fáza 1 - 2).

Následne elektrón klesá späť do svojho pôvodného energetického stavu a pri každom prechode medzi energetickými hladinami vyžiari fotón vo viditeľnej oblasti. Farba vyžiareného svetla je daná vzdialenosťou energetických hladín.



O falšovaní

Falšovanie peňazí je rovnako staré ako peniaze samotné. V dávnejších dobách bola nominálna hodnota mince krytá priamo drahým kovom obsiahnutým v minci.

V minulosti falšovatelia preto pridávali do mincí prímеси iných lacnejších kovov a z rovnakého množstva zlata dokázali vyrobiť viac mincí. Druhá možnosť bola obrúsiť hrany mince a získaný kov využiť na razbu nových mincí.

V súčasnosti je výrobná cena bankovky oveľa nižšia ako je jej nominálna hodnota. Preto falšovanie bankoviek je dnes lákavejšie ako v minulosti.

Preto sa pravosť bankoviek chráni množstvom ochranných znakov - sú to obrazce a prvky, ktoré okrem niekoľkých špecializovaných tlačiarň na svete je veľmi ťažké vyrobiť.

Obdobne sa okrem bankoviek chránia aj iné cenné papiere, či dokumenty, napríklad identifikačné karty - občianske preukazy, či pasy.

Keď cisár Justinián odhalil známeho falšovateľa peňazí Alexandra známeho ako Holič, za jeho šikovnosť ho zamestnal vo svojich službách. Iní falšovatelia také šťastie nemali.

Falšovanie peňazí bolo odjakživa považované za ťažký zločin a bolo trestané prísnejšie ako napríklad vražda. V stredoveku falšovateľov štvrtili, varili v oleji alebo vláčili za koňmi. V neskoršej dobe sa tresty "zmiernili" na obesenie.

Ani súčasná justícia nie je ku falšovateľom tolerantná. Za prechovávanie falošných peňazí sa dáva 3 až 8 rokov.

Za výrobu falzifikátov je 7 až 10 rokov. Pre "nebezpečné zoskupenie" až do 20 rokov.



Aj keď kvalita tlačiarň stále stúpa, je naivné myslieť si, že na nich niekedy bude možné falšovať bankovky.

Počítačové tlačiarne používajú úplne inú techniku miešania farieb ako sa používa pri bankovkách a samotní výrobcovia upravujú tlačiarne tak, aby ich nebolo možné zneužiť.

Napríklad niektoré softvérové ovládače "poznať" bankovky a pri

pokuse o ich tlačenie sa zablokujú. Iní výrobcovia vkladajú do vytlačeného obrazca kód, ktorý nie je voľným okom viditeľný. Tento kód obsahuje výrobné číslo tlačiarne, takže je možné presne identifikovať, kto falzifikát vytlačil.

Tlačenie duplikátov bankoviek je trestné, a to aj v prípade, ak človek nemá úmysel s nimi platiť.



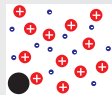
PLAZMA - štvrté skupenstvo vody

Svet okolo nás pozostáva z látok, ktoré sa vyskytujú obyčajne v troch látkových skupenstvách: pevné látky, kvapaliny alebo plyn. Ktoré látky sú pri izbovej teplote pevnou látkou, ktoré kvapalinou, či plynom je dané ich atomárnym zložením.

Zmeny teploty, či tlaku môžu viesť k vzájomným zmenám medzi týmito skupenstvami.

Topenie ľadu je príkladom fázovej zmeny z pevnej látky na kvapalnú. Vyparovaním sa nazýva fázová zmena kvapaliny na plyn. Častice vody na povrchu kaluže potrebujú získať dostatok energie, aby unikli z povrchu a vyparili sa. Každá fázová zmena je doprevádzaná istou energetickou stratou.

Na svete sa však nachádza ešte jedno skupenstvo: **plazma**. Aj keď plazma tvorí viac ako 99% hmoty vo vesmíre, na Zemi sa prirodzene takmer vôbec nevyskytuje. Zato vo vesmíre, vo hviezdach, ale aj Slnku sú všetky častice v stave plazmy.



Pri každom vdýchnutí vdychujeme vzduch - obecné **plyn**. Plynné skupenstvo **nemá stály tvar**. Keďže je pomerne ľahko stlačiteľný, plyn **nemá ani stály objem**. Pri danej teplote častice plynu kmitajú tak rýchlo, že nie sú už viazané silou vzájomnej väzby. V dôsledku chaotického pohybu sú schopné plne sa rozptýliť vo vymedzenom priestore.



Voda, ktorú pijeme je **kvapalinou**. Má **stály objem**, ale jej **tvar sa mení** a prispôsobuje tvaru nádoby, v ktorej sa nachádza. Vo väčšom pohári bude hladina vody nižšie ako v užšom pohári. Objem sa však zachová (pokiaľ vodu nevypijeme).

Kvapalinu nie je možné stlačiť. Častice v kvapaline sú vzájomne viazané slabšie. Môžu jedna po druhej kĺzať, avšak nemajú dostatok kinetickej energie na prekonanie sily väzby, na vzájomné odtrhnutie sa.

Z hľadiska teploty delíme plazmu na vysokoteplotnú a na nízkoteplotnú.

Vysokoteplotná plazma sa vyskytuje vo hviezdach, ale aj pri riadenej termonukleárnej syntéze. Nízkoteplotnou plazmou nazývame výboj v žiarivkách, výbojkových lampách, či elektrickým oblúku. Pozor však, aj v nízkoteplotnej plazme je teplota elektrónového plynu rádovo okolo niekoľko tisíc °C.

Stupeň ionizácie plazmy je jedným z jej naj-

dôležitejších parametrov. Počet ionizovaných častíc ku celkovému počtu častíc totiž podmieňuje správanie sa plazmy. Rozlišujeme slabio ionizovanú plazmu a plazmu silne ionizovanú.

V silne ionizovanej plazme počet nabitých častíc prevyšuje počet častíc neutrálnych.

Aj slabio ionizovaná plazma so stupňom ionizácie na úrovni 1% môže reagovať na magnetické polia a byť vysoko vodivou pre elektrický prúd.

Plazmu tvoria jadrá atómov (ióny), elektróny vytrhnuté z atómového obalu, ale aj neutrálné atómy, či molekuly. Z hľadiska svojho správania ide o tzv. ionizovaný plyn, ktorý má elektromagnetické vlastnosti, pričom navonok je plazma kvázineutrálna. Plazma vykazuje kolektívne správanie, napríklad spoločné špecifické reakcie na elektromagnetické pole.

Pokiaľ pre ostatné skupenstvá sú typické

teploty od absolútnej nuly (-273°C) po rádovo niekoľko tisíc stupňov Celsia, typické teploty plazmy sa pohybujú až okolo 10 miliónov °C. Pri týchto teplotách sa už iné skupenstvá nevyskytujú.



?

Kde sa najčastejšie na Zemi stretávame s plazmou?

?

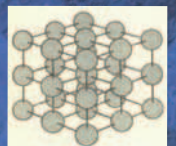
Prirodzené plazmové útvary:

plameň sviečky, či oheň
blesk - iskrový výboj,
polárna žiara,

umelo vytvorené formy plazmy:

žiarivky s tlecím výbojom,
oblúkový výboj vo výbojkách, ale aj pri zváraní,
plazmové televízory,
termonukleárna reakcia.

Panel, na ktorý pozeráte, je **pevnou látkou**. Rovnako ako ľad na obrázku. Má **stály tvar aj objem**. Nech ho posunieme hocikam, bude zaberáť rovnako veľký priestor. Tvar si pevne látky držia aj keď nie sú uzavreté v určitom objeme. Z mikroskopického hľadiska atómy, či molekuly, ktoré tvoria pevnú látku sú pevne viazané tzv. slabou väzbou. U pevných látok je táto väzba najväčšia. Prirodzené kmitanie častíc látky zodpovedajúce teplote látky je tak malé, že ich kinetická energia nie je dostatočná na prekonanie sily vzájomnej väzby. Preto pevné látky majú stály tvar. Stály objem je toho dôsledkom.

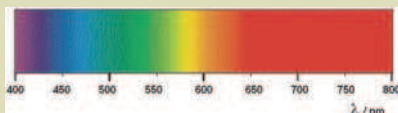


Sviečka / Oheň

Plameň sviečky je často označovaný za nízкотеплотnú plazmu.

Plazma vzniká zohrievaním okolitého vzduchu až po jeho ionizáciu, keď elektróny sú uvoľňované zo svojich pozícií v atómových obaloch.

Teplom emitované elektróny v tomto stave dlho neostávajú a pri ochladzovaní padajú na nižšie energetické hladiny - sú pohlcované kladne nabitými jadrami atómov. Pri tom vyžarujú kvantá energie - fotóny rôznych vlnových dĺžok. Najviac v infračervenej oblasti.



Vo viditeľnej časti spektra emitované svetlo nemá osobitné preferované vlnové dĺžky, pravdepodobnosť vyžiarovania rôznych vlnových dĺžok je rovnaká. Ovplyvniť ju však dokáže látka, ktorá horí. Preto rôznym prísadami môžeme meniť zafarbenie inak spojitého spektra vyžiarovaného svetla.



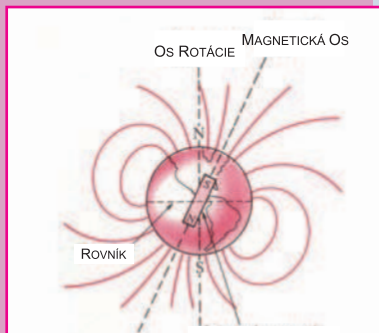
Polárna Žiara

Polárna žiara vzniká, keď elektricky nabitú časticu slnečného vetra, hlavne elektróny, ale aj protóny, alfa častice a niektoré ťažké ióny dopadajú na vrchnú vrstvu zemské atmosféry. Náraz takejto častice spôsobí molekulám, či atómom v atmosfére ich vybudenie. Po krátkom čase po návrate molekuly do pôvodného energetického stavu je uvoľnená energia vo forme fotónu - svetla. Svetlo výrazne žiari, najmä na nočnej oblohe.

Tento jav sa vyskytuje hlavne v polárnych oblastiach. Dôvodom je, že magnetické pole Zeme smeruje častice slnečného vetra z rôznych častí zemegule k pólom. Slnečný vietor je totiž plazma, ktorá je elektricky nabitá a od Slnka sa pohybuje rýchlosťou až do 3 000 000 km/h. A preto aj slabé magnetické pole zeme (cca 10 T) dokáže rýchlo letiacu nabitú časticu vychýľovať Lorentzovou silou

$$F = q \cdot v \times B$$

smerom k jednému z pólom Zeme.



Blesk

Blesk je elektrický výboj v atmosfére vyrovnávajúci rozdielne elektrické náboje, ktoré vznikajú v mrakoch v dôsledku trenia častíc vody, alebo ľadu. Keď sa nahromadí dostatočne veľké množstvo kladného a záporného náboja na opačných koncoch mraku, tento potenciálny rozdiel sa vyrovná prebehnutím iskry - blesku. Elektrostaticky sa však môže opačný náboj vytvoriť aj na zemi a blesk prebehne medzi mrakom a zemou.

Sprievodným javom iskrového výboja je, že blesk emituje svetlo, ale aj elektromagnetické žiarenie vo vlnových dĺžkach rádiových vln, röntgenových lúčov a gama žiarenia.

Pri prudkom lokálnom prehriati vzduchu v riečišti bleskového výboja dochádza k expanzii vzduchu, ktorá sa prejaví vo forme hlasného zvuku - hromu. Keďže zvuk sa v prostredí šíri pomalšie, meraním času od záblesku po počutie hromu vieme odhadnúť ako ďaleko od nás blesk udel.

Napr. ak počujeme hrom po 3 s od záblesku, blesk udel vo vzdialenosti $333 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} = 1 \text{ km}$ (rýchlosť zvuku vo vzduchu je 333 m/s pri 5°C).



Rýchlosť klinu blesku k zemi dosahuje rýchlosť až 160 000 km/h. Prúdy, ktoré tu tečú, sú okolo 30 000 Ampérov. Teplota v blesku je cca 28 000 °C, dostatočne veľá, aby sa tavila aj pôda.

Tlecí výboj

Tlecí výboj je jednou z najviac využívaných umelo produkovaných foriem plazmy na zemi. Hlavne pre jeho výrazné svetelné prejavy.

Tlecí výboj vzniká v trubici s vyčerpaným vzduchom na tlak rádovo stoviek Pascalov. Pri naložení vysokého napätia na elektródy v trubici (rádovo tisícky Voltov), vzniká medzi nimi silné elektrické pole. Z katódy teplom emitované elektróny sú týmto poľom urýchľované smerom ku kladnej anóde. Na svojej ceste však narážajú na iné chaoticky sa pohybujúce atómy. V prípade nadobudnutia dostatočnej rýchlosti sú letiace elektróny schopné vyraziť v kolízii s iným atómom ďalší elektrón. Počet nabitých častíc sa tak v trubici zvyšuje, plyn v trubici sa stáva viac vodivým a ešte lepšie vedie prúd. Dochádza k lavínovej reakcii, k výboju.

Prejavom výboja je vyžarovanie svetla. To je v dôsledku rekombinácie vzbudených elektrónov, ktoré pri spätnom návrate na stabilnú pozíciu v atóme uvoľňujú prebytočnú energiu vo forme kvánt energie - svetelných fotónov.



Kladný stĺpec je najintenzívnejšie svietiacou časťou tlecieho výboja. Charakteristický je prstenkami - miestami so silnejším vyžarovaním svetla.

Predĺžovaním dĺžky trubice, či vzdialenosti medzi katódou a anódou sa predlžuje aj dĺžka kladného stĺpca.

Pre vzduch má kladný stĺpec ružovú farbu. V iných plynoch je jeho farba iná, charakteristická a nezameniteľná pre každý plyn.

Je to v dôsledku toho, že pri rekombinácii vzbudených elektrónov s jadrami môže dôjsť iba ku špecifickým prechodom na uvoľnené pozície v elektrónovom obale atómu. Tie sú podmienené počtom elektrónov na valenčných orbitoch atómov.

Svetlo emitované vo výboji nie je teda spojité, má iba isté vlnové dĺžky, ktoré sa dajú zobraziť pomocou spektrometra.

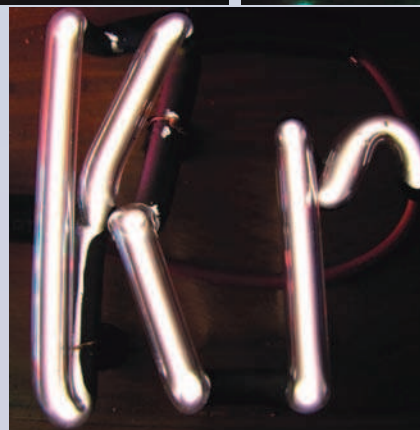
Svetlá istých vlnových dĺžok sú využívané pri výrobe rôzne sfarbených reklamných trubíc.

Zároveň sa využíva, že u zakrivených trubíc tlecí výboj kopíruje tvar trubice.

Pre ortuť Hg je charakteristická farba žltá, zelená, modrá a fialová.

Pre sodík Na je charakteristická silná žltá.

Pomocou spektrálnych čiar sa dá teda určiť, aký plyn vstupuje do výboja.





Fakulta matematiky, fyziky a informatiky je jednou z trinástich fakúlt Univerzity Komenského. Je priamou pokračovateľkou tradície Matematicko-fyzikálnej fakulty, ktorá zmenou svojho názvu v septembri roku 2000 zdôraznila skutočnosť, že sa na nej úspešne rozvíjajú tri rovnocenné odbory: **matematika, fyzika a informatika**.

Štúdium

- **Prvý stupeň** vysokoškolského štúdia, **trojročné bakalárske** (titul Bc.). Možno si vybrať z týchto akreditovaných študijných programov: Fyzika, Biomedicínska fyzika, Matematika, Ekonomická a finančná matematika, Manažérska matematika, Poistná matematika, Informatika, Aplikovaná informatika a Učiteľstvo predmetov v kombináciách (matematika a fyzika, deskriptívna geometria a matematika, matematika a informatika, informatika a biológia, fyzika a informatika, matematika a telesná výchova). Po absolvovaní bakalárskeho štúdia môžu študenti odísť do praxe alebo pokračovať ďalej v štúdiu na ktorejkoľvek domácej alebo zahraničnej univerzite.
- **Druhý stupeň** vysokoškolského vzdelania, **dvojročné magisterské** štúdium (titul Mgr.), je určené pre absolventov bakalárskeho štúdia. Fakulta ponúka možnosť štúdia dvojročných magisterských študijných programov: Astronómia a astrofyzika, Biofyzika a chemická fyzika, Biomedicínska fyzika, Fyzika plazmy, Fyzika tuhých látok, Geofyzika, Jadrová a subjadrová fyzika, Meteorológia a klimatológia, Optika a lasery, Teoretická fyzika, Matematická analýza, Matematické štruktúry, Numerická analýza a vedecko-technické výpočty, Počítačová grafika a geometria, Ekonomická a finančná matematika, Manažérska matematika, Matematické modelovanie, Pravdepodobnosť a matematická štatistika, Informatika, Aplikovaná informatika, Kognitívna veda.
- **Tretí stupeň** vysokoškolského vzdelania, **štvorročné doktorandské** štúdium (titul PhD.) sa uskutočňuje podľa individuálneho študijného plánu. Na fakulte je akreditovaných okolo 20 študijných programov tejto najvyššej formy vysokoškolského vzdelávania.
- Na fakulte študuje v súčasnosti okolo 1 700 študentov na všetkých stupňoch štúdia.



Podmienky prijatia

Základnou podmienkou prijatia **na bakalárske štúdium** je úspešná maturitná skúška na gymnáziu alebo na strednej odbornej škole. Základnou podmienkou prijatia **na magisterské štúdium** je absolvovanie bakalárskeho študijného programu. Fakulta nevyžaduje lekárske potvrdenie o zdravotnej spôsobilosti na vysokoškolské štúdium a na výkon povolania.

Všeobecné údaje o prijímacom konaní

Bakalárske štúdium

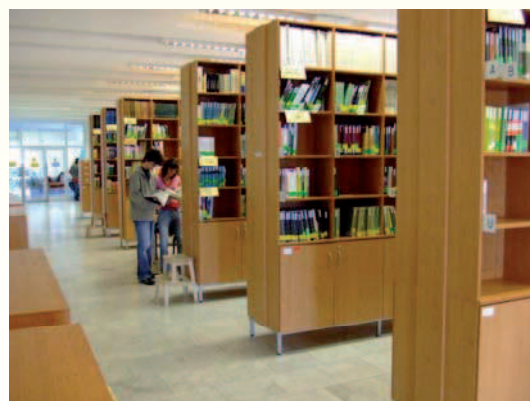
Na štúdium bakalárskych študijných programov na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky sú absolventi stredných škôl vo všeobecnosti prijímaní do prvého ročníka **bez prijímacích skúšok** na všetky študijné programy s výnimkou tých študijných programov, v ktorých by počet prihlásených výrazne prevýšil plánovaný počet prijatých.

Na študijné programy Matematika, Ekonomická a finančná matematika, Manažérska matematika, Poistná matematika a Informatika sa prijímacia skúška odpúšťa iba ak uchádzač má maturitu aspoň z jedného profilového predmetu (M, I).

V prípade, že by počet prijatých bez prijímacích skúšok prevýšil 1,5-násobok plánovaného počtu, dekan prijme bez prijímacích skúšok všetkých uchádzačov, ktorí sú úspešní riešitelia krajského alebo celoštátneho kola olympiády z aspoň jedného profilového predmetu v kategóriách A, alebo B, organizovanej MŠ SR a Jednotou slovenských matematikov a fyzikov, alebo ktorí sú úspešnými účastníkmi celoštátneho kola Stredoškolskej odbornej činnosti v odbore, ktorý je ich profilovým predmetom alebo ktorí sú úspešnými riešiteľmi celoštátneho kola Turnaja mladých fyzikov, ak je fyzika ich profilovým odborom. V prípade profilového predmetu informatika kritérium spĺňajú všetci úspešní riešitelia krajského alebo celoštátneho kola v kategórii P.



**Možnosti prijatia
bez prijímacej skúšky –
www.fmph.uniba.sk**





Uplatnenie absolventov

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky si zakladá na tom, že jej **absolventi nemajú problémy s uplatnením sa v praxi**. Politikou fakulty je, aby každý absolvent FMFI UK mal nie len veľmi dobré znalosti zo svojho odboru a špecializácie a bol schopný ich uplatniť, ale aby bol maximálne flexibilný, vedel sa rýchlo orientovať v medziodborových problémoch a bol schopný pracovať v tímoch, bol schopný využívať meráciu a výpočtovú techniku na profesionálnej úrovni a ovládal aktívne anglický jazyk.

Príklady uplatnenia absolventov

- priemysel elektrotechnický, energetický, softvérový, finančné inštitúcie,
- bankovníctvo, poisťovníctvo – k pravidelným odberateľom študentov patrí Slovenská sporiteľňa, Národná banka, Ministerstvo financií, ING Bank, Slovenský plynárenský priemysel ale aj zahraničné inštitúcie – napríklad v konkurze na stáž v divízii štatistiky v Európskej centrálnej banke z bežných štyristo uchádzačov z celej Európy vybrali štyroch. Z nich boli dve absolventky FMFI UK,
- vývojové oddelenia high-tech priemyslu a výskumné pracoviská všade vo svete,
- zahraničné i domáce akademické pracoviská – časť absolventov pokračuje v ďalšom štúdiu na popredných zahraničných pracoviskách; napr. pravidelne 5 – 10 absolventov štúdia Ekonomickej a finančnej matematiky pokračuje na doktorandskom štúdiu na CERGE v Prahe, dvaja – traja na postgraduálnej škole Institute for Higher Studies vo Viedni (podobná situácia je i v iných odboroch); požiadavky zahraničných univerzít na počet študentov fyziky, ktorí by u nich pokračovali v štúdiu, nie je fakulta schopná v plnom rozsahu uspokojiť, vďaka flexibilita, počítačovej a jazykovej gramotnosti nachádzajú absolventi dobré uplatnenie vo verejnej a štátnej správe na všetkých jej stupňoch.

<http://www.fmph.uniba.sk>



**Absolventi sú pripravení
s perspektívou
meniaceho sa sveta**





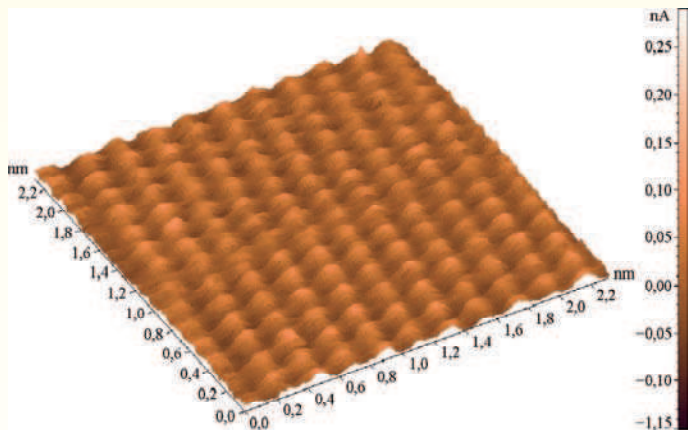
Virtuálna 3D Bratislava v rámci projektu STRAPAMO spracovali členovia katedier informatiky FMFI UK



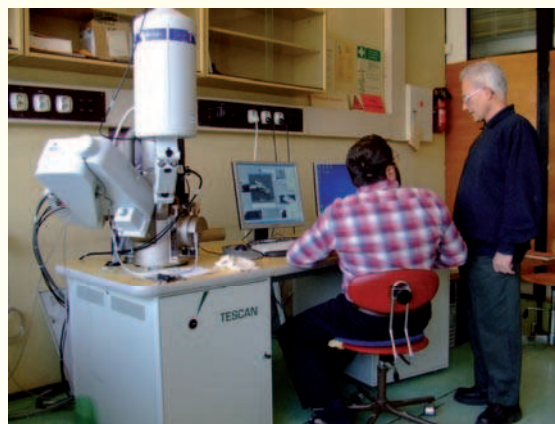
Observatórium FMFI UK v Modre-Harmónii

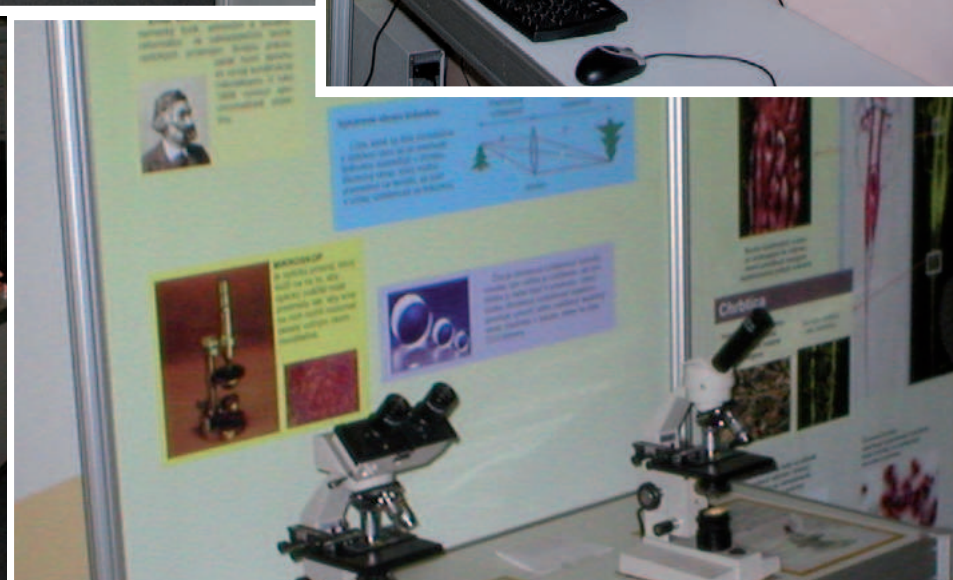
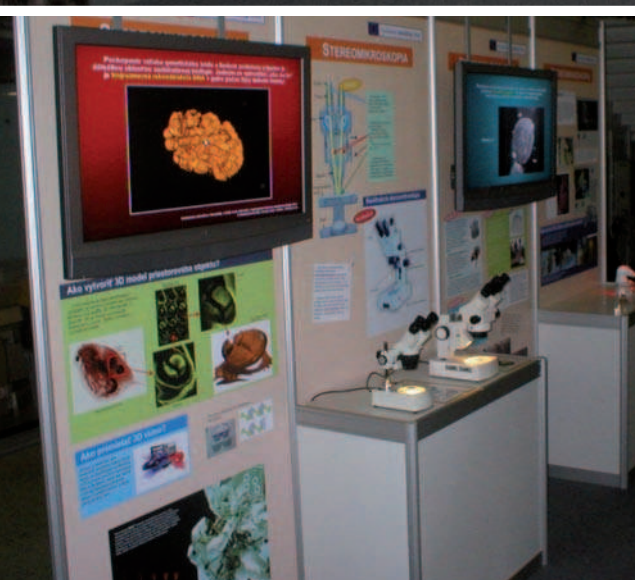
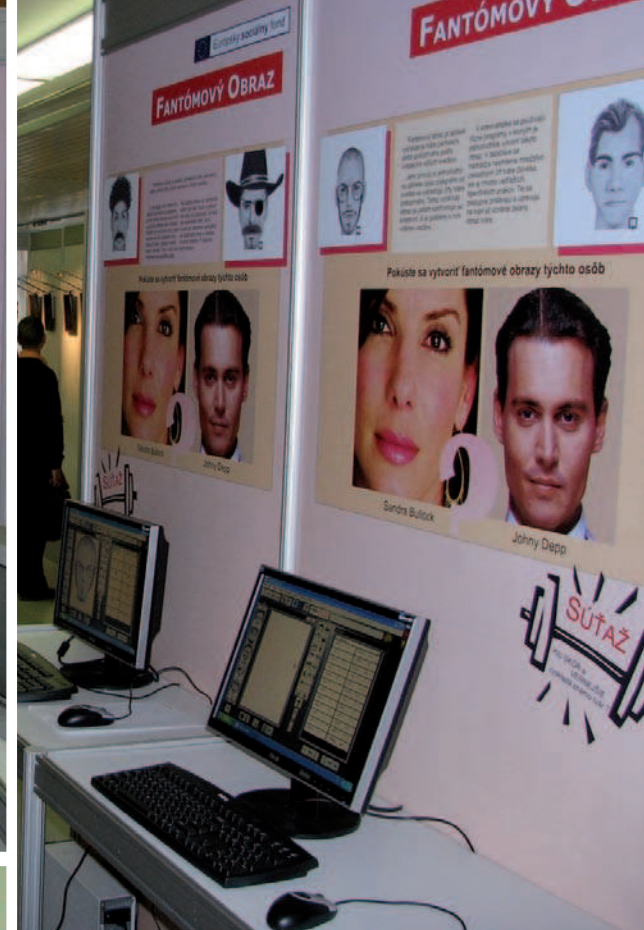
Veda a výskum

Základný a aplikovaný výskum je neoddeliteľnou súčasťou práce učiteľov, vedeckých a odborných pracovníkov, doktorandov i študentov fakulty. Počtom a rozsahom domácich i medzinárodných projektov, výsledkami výskumu a jeho odozvou v odborných kruhoch, počtom publikácií v popredných zahraničných i domácich časopisoch, patrí FMFI k popredným fakultám Univerzity Komenského.



Zobrazenie atómov na povrchu uhlíka rastrovacím tunelovým mikroskopom. Snímok bol urobený na Katedre experimentálnej fyziky FMFI UK





VEDA PRE ŽIVOT

www.vedaprezivot.sk