

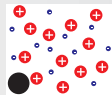
PLAZMA - štvrté skupenstvo vody

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 nízkotepelnú.

Vysokoteplotná plazma sa vyskytuje vo hviezdach, ale aj pri riadenej termonukleárnej syntéze. Nízkotepelnou plazmou nazývame výboj v žiarivkách, výbojkových lampách, či elektrickým oblúku. Pozor však, aj v nízkotepelnej 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?

?

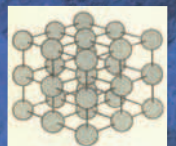
Prirodzené plazmové útvary:

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 hľď 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.

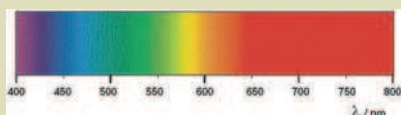


Sviečka / Oheň

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. Ovlivniť ju však dokáže látka, ktorá horí. Preto rôznym prísadami môžeme meniť zafarbenie inak spojitého spektra vyžiarovaného svetla.



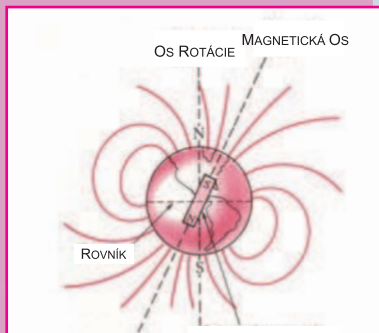
Polárna Žiara

Polárna žiara vzniká, keď elektricky nabité častice 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.

