

7.1 AGREGATNA STANJA SNOVI

Osnovni gradniki oz. delci snovi so **atomi** in **molekule**. Glede na to, kako so med seboj povezani, se ista snov v naravi praviloma pojavlja v treh oblikah: kot **trdna snov** ali **trdnina**, kot **kapljevina** in kot **plin** (angleško: *solid, liquid, gas*). Ta različna *fizikalna stanja snovi* imenujemo **agregatna stanja** (angl. *states of matter*). Kapljevine (voda, bencin, olje, živo srebro itd.) in plini (zrak, kisik, dušik, helij, metan itd.) lahko **tečejo**. Zato jih v fiziki s skupnim imenom imenujemo **tekočine** (angl. *fluids*). Kapljevine in trdnine imajo mnogo večjo gostoto od plinov, zato jim pravimo *kondenzirana snov*.

V katerem agregatnem stanju se snov nahaja, je odvisno od temperature in od tlaka. Tako je na primer voda pri normalnem zračnem tlaku vedno: trdnina – **led**, če je temperatura nižja od 0 °C, kapljevina – **tekoča voda**, če je temperatura med 0 °C in 100 °C, in plin – **vodna para**, če je temperatura nad 100 °C. Železo je pri sobni temperaturi (20 °C) trdnina, v kapljevinsko stanje preide (se stali) pri temperaturi nad 1500 °C, v plinasto (izpari) pa nad 2860 °C. Dušik je nad temperaturo –196 °C (torej tudi pri sobni temperaturi) v plinastem stanju, če je ohlajen pod –210 °C, pa v trdnem.

Velikokrat uporabljamo namesto agregatno stanje izraz *faza*, vendar to nista sinonima. Izraz faza ima ožji pomen kot agregatno stanje. *Faza imenujemo del snovi z enakimi lastnostmi, pri čemer je ta snov lahko v kateremkoli agregatnem stanju*. Oglejmo si to na zgledu: V kozarcu z vodo, v kateri plavajo ledene kocke, na dnu pa leži jeklen vijak, ima sistem dve agregatni stanji, trdno in kapljevinsko, faze pa so štiri: led, voda, steklo kozarca in jeklo, saj so steklo, voda in jeklo tri različne snovi, ki se med seboj ne mešajo. Podobno tvorita pomešana žveplo in železo v prahu dve fazi v istem agregatnem stanju. Če pa vržemo v vodo nekaj kuhinjske soli, imamo samo eno fazo, saj se sol raztopi. Dve fazi sta lahko tudi različni obliki iste trdnine. Led npr. se nahaja v 18 različnih fazah, večina jih obstaja le pri izredno visokih tlakih. Podoben primer so različne oblike istega kemijskega elementa – temu pojavu pravimo v kemiji *alotropija*, oblikam pa *alotropске modifikacije*. Najbolj znana je alotropija ogljika, ki obstaja v obliki grafita, diamanta, fulerena (C₆₀) ipd.

Snov lahko prehaja iz enega agregatnega stanja v drugega. Pri tem se **kemijska zgradba snovi ne spremeni**. Drugače povedano: *različna agregatna stanja dane snovi sestavljajo isti atomi oz. molekule*.

Četrto agregatno stanje je **plazma** – stanje močno segretega, ioniziranega plina. Plazma je prevladujoče agregatno stanje v vesolju. Zvezde, vključno s Soncem, ki tvorijo večino mase v vesolju, so plazmatske. Na Zemlji plazmo srečamo npr. v fluorescenčnih svetilkah.

Splošne lastnosti agregatnih stanj

Trdnine:

- *Imajo stalno obliko, prostornino in gostoto*. Trdnina spremeni obliko le pod vplivom dovolj velikih zunanjih sil. Trdnina se upira vsaki spremembi gostote.
- *Imajo veliko gostoto*.
- *Imajo majhno stisljivost*. Zato razmeroma velike zunanje sile povzročijo majhne spremembe prostornine in gostote.

Kapljevine:

- *Nimajo lastne oblike*. Kapljevina prevzame obliko posode¹, v kateri je, in pri tem oblikuje vodoravno **gladino**.
- *Imajo stalno prostornino*, ne glede na obliko posode, in zato tudi stalno gostoto.
- *Imajo veliko gostoto*. Razlika med gostoto kapljevine in gostoto trdnine je na splošno majhna. Tako ima na primer trdno živo srebro (pri –39 °C) gostoto 14,2 kg/dm³, tekoče živo srebro pa 13,6 kg/dm³. Kapljevinska faza dane snovi ima običajno nekoliko manjšo gostoto kot trdna faza. *Izjema je voda, ki ima večjo gostoto kot led*.
- *Imajo majhno stisljivost*. Zato lahko prostornino kapljevine opazno spremenijo le zelo velike sile.
- *Dopuščajo, da se skozi nje premikajo trdna telesa*. Če je premik telesa zelo počasen, se kapljevina premiku skoraj ne upira.

¹ Z izrazom posoda mislimo na zaprt ali polodprt prostor, npr. kozarec, plastenka, jeklenka, sod, bazen, cisterna ipd.

- Lahko tvorijo **kaplje**.
- *Lahko tečejo in se mešajo*. Dve kapljevini lahko zmešamo prisilno, na primer z mešalom. Kapljevini, ki se lahko mešata in sta na začetku ločeni (na primer voda in modra galica), pa se po dovolj dolgem času pomešata tudi sami od sebe. Pojav imenujemo **difuzija**.

Plini:

- *Nimajo lastne oblike*. Plini napolnijo vso posodo in ne tvorijo proste gladine kot kapljevine.
- *Nimajo lastne prostornine*. Prostornina dane množine plina je enaka prostornini posode, v kateri plin hranimo. Zato plini tudi *nimajo lastne gostote*. Določena množina plina ima v manjši posodi večjo gostoto kot v večji posodi.
- *Imajo* (v primerjavi s trdninami in kapljevini) *zelo majhno gostoto*. Tako je na primer pri normalnem tlaku in temperaturi 100 °C gostota vode 960 kg/m³, gostota vodne pare pa 0,59 kg/m³.
- *Imajo veliko stisljivost*. Že razmeroma majhne sile lahko plinu občutno spremenijo prostornino.
- *Lahko tečejo in se mešajo*. Difuzija poteka pri plinih veliko hitreje kot pri kapljevinah.
- Dopuščajo, da se skozi njih *skoraj brez upora premikajo telesa*, če je le hitrost premikanja dovolj majhna.

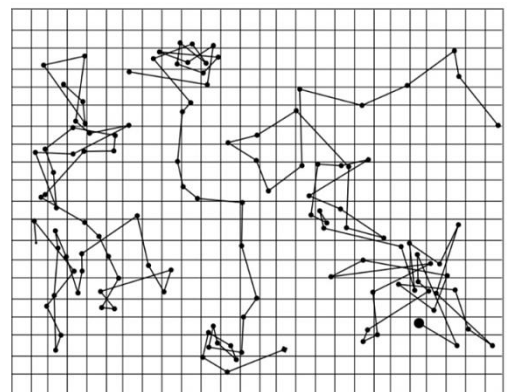
7.2 ZGRADBA SNOVI

Znanstvena dognanja so do 20. stoletja pokazala, da so *elementi* (čiste snovi, ki jih s kemijskimi metodami ni mogoče razgraditi: vodika, železa, helija, živega srebra itd.) zgrajeni iz **atomov**. *Atom je kemijsko nedeljiv osnovni gradnik (delec) snovi*. Atomi istega elementa so enaki: imajo enako maso in velikost ter enake kemijske lastnosti. Poskusi sicer kažejo, da je tudi atom sestavljen iz elektronov, protonov in nevtronov, vendar to za opis in razvrščanje snovi ni pomembno. Kemijski elementi se s kemijskimi reakcijami medsebojno spajajo v *spojine*. Ker so v spojinah različni elementi, pomeni, da so spojine zgrajene iz atomov različnih elementov, torej različnih atomov. Ti se med seboj povezujejo v zaključene in razmeroma stabilne enote – **molekule**. Spojine so zgrajene iz molekul. O velikosti molekul bomo govorili kasneje.

Atomi in molekule se neprestano gibljejo

V curku sončne svetlobe, ki uhaja skozi zaveso v zatemnjeno sobo, opazimo drobno migotanje delcev prahu, na katerih se sipa svetloba. Če je zrak miren, je gibanje povsem neurejeno. Gibanje še lažje opazujemo pod mikroskopom. V posodico, ki jo pokrijemo s krovnim stekelcem, vnesemo nekaj dima. Osvetlimo jo od strani in opazujemo gibanje drobnih delcev dima. Podoben poskus naredimo s kapljico mleka, razredčenega z vodo, ali s kapljico razredčenega tuša. Pod mikroskopom opazujemo gibanje maščobnih kapljic mleka ali delcev tuša. Drobni delci se vidno in neurejeno premikajo sunkovito sem ter tja, debelejši pa se komaj zaznavno zaganjajo zdaj v eno, zdaj v drugo smer. Škotski botanik Robert Brown je leta 1827 takšno gibanje prvi opazil pri zrnih cvetnega prahu v vodi ([filmček](#)), zato se po njem imenuje **Brownovo gibanje**.

Okrog delcev, ki jih opazujemo, je namreč več milijard molekul, ki so tako majhne, da jih *pod mikroskopom ne vidimo*. Molekule se neprestano gibljejo, se zaletavajo v delce in jih potiskajo cikcakasto sem in tja. Brownovo gibanje torej potrjuje, da se molekule in atomi v plinih in kapljevinah neprestano neurejeno gibljejo. Takšnemu neurejenemu kaotičnemu gibanju velike množice delcev pravimo **termično gibanje**. Termičnega gibanja v trdnih snoveh ne moremo neposredno opazovati, iz mnogih pojavov pa sklepamo, da gradniki **neprestano nihajo** okoli mest, na katera so vezani.



Slika 1: Brownovo gibanje drobnih delcev v vodi. Delci so kroglice s premerom 1 μm. Zaporedne lege v enakih časovnih razmikih po 30 s so povezane z daljicami. Robu kvadratkov na risbi ustreza 3 μm v vodi.

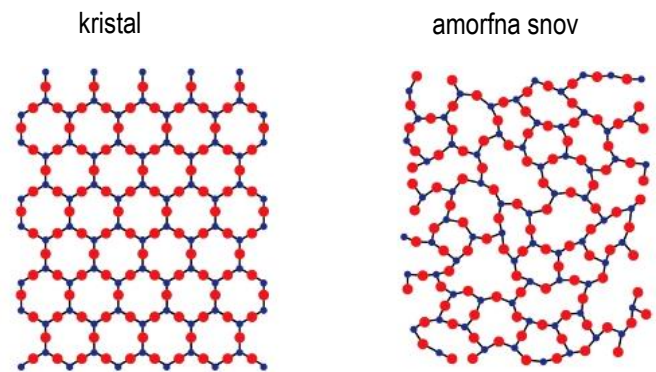
Zgradba trdnin, kapljev in plinov

Različne kemijske in fizikalne lastnosti snovi pojasnimo z njihovo različno notranjo zgradbo.

Zgradba trdnin

V trdni snovi so gradniki razporejeni na stalna mesta (zato imajo trdnine *stalno obliko*, *prostornino* in *gostoto*), okrog katerih **neprestano nihajo**. Gradniki so razporejeni tesno drug ob drugem (zato imajo trdnine *veliko gostoto*). Rezultanta sil, s katerimi sosednji gradniki delujejo na opazovan gradnik trdnine, je v povprečju enaka nič. Če trdno telo stiska zunanja sila, se gradniki zblížajo. Med njimi se pojavijo močne odbojne sile, ki nasprotujejo spremembi oblike (trdnine imajo *majhno stisljivost*).

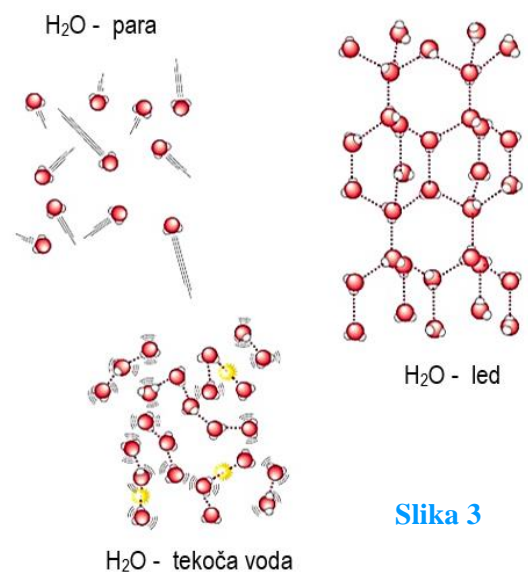
V večini trdnih snovi so gradniki prostorsko razporejeni v urejeni obliki, ki jo imenujemo **kristalna mreža**. Trdninam s takšno urejeno notranjo zgradbo pravimo **kristali**. **Gradniki kristalov so atomi** (pri kovinah in nekovinah, npr. diamantu), **ioni** (npr. natrijev klorid) in **molekule** (npr. led, jod in razni organski kristali). So pa tudi snovi, ki nimajo urejene notranje zgradbe ali strukture, take snovi opredelimo kot **amorfne**. Med amorfne snovi uvrščamo steklo, gumo in mnoge umetne mase (plastiko).



Slika 2: Osnovna sestavina stekla je silicijev dioksid (SiO_2). Urejena, kristalna struktura steklokeramike (levo) ter neurejena struktura amorfne stekla (desno).

Zgradba kapljev

V kapljevinah se molekule **neurejeno gibljejo** druga mimo druge in pri tem trkajo v sosednje molekule. Molekule stalno spreminjajo svojo lego, v urejene gruče se za krajši čas zbere le po nekaj molekul. Privlačne sile med molekulami niso tako velike, da bi imela kapljevina lastno obliko, vendar pa so dovolj velike, da se molekule ne razbežijo narazen, tako da ima kapljevina (pri dani temperaturi in tlaku) *stalno prostornino* in *gostoto*. Molekule so blizu skupaj, vendar ne tako blizu kot v trdninah. Zato imajo kapljevine na splošno malo manjšo gostoto kot trdnine. Povprečna razdalja med molekulama je približno enaka premeru molekul. Razdaljo med molekulami lahko zmanjšajo le zelo velike zunanje sile (*majhna stisljivost kapljev*). Zaradi neurejenega gibanja molekul se dve kapljevini, ki sta na začetku ločeni, po dovolj dolgem času lahko pomešata sami od sebe (difuzija). Neurejeno gibanje molekul potrjuje tudi Brownovo gibanje.



Slika 3

Zgradba plinov

V plinu se molekule (atomi) **prosto gibljejo** in se pri tem zaletavajo med seboj ter ob stene posode. Gibanje molekul, ki mu pravimo tudi **termično gibanje**, je povsem neurejeno – kaotično. Med dvema trkoma se molekule gibljejo premo. Razdalje med molekulami so v primerjavi s premerom molekul precej velike. Tako imajo plini *majhno gostoto* in *veliko stisljivost*. Med molekulami (razen pri trkih) delujejo zelo šibke privlačne sile, ki plinu ne morejo zagotoviti *lastne oblike* in *prostornine*. Molekule imajo različne hitrosti, ki se zaradi trkov neprestano spreminjajo. Povprečna hitrost plinskih molekul je precej večja kot v kapljevinski fazi. Zato tudi difuzija v plinih poteka hitreje.