

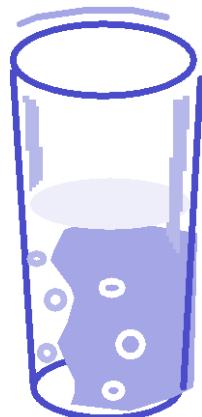
Krutine i fluidi

Stanja materije: fazni prijelazi

LED



TEKUĆA VODA

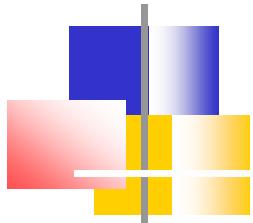


VODENA PARA



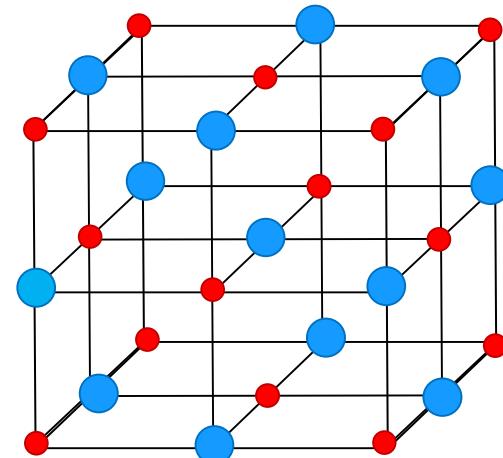
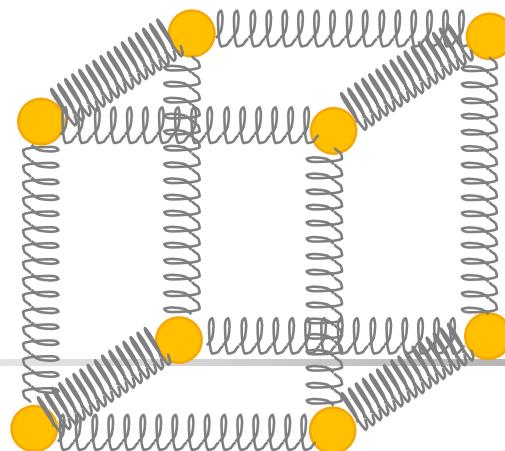
Stanja materije: kruto, tekuće i plinsko

Krutine i fluidi



Kruto stanje

- Imma određen volumen
- Imma određen oblik
- Molekule su zadržane na određenim mjestima zbog električnih sila i titraju oko ravnotežnog položaja
- Može biti modelirano na način da opruge drže molekule

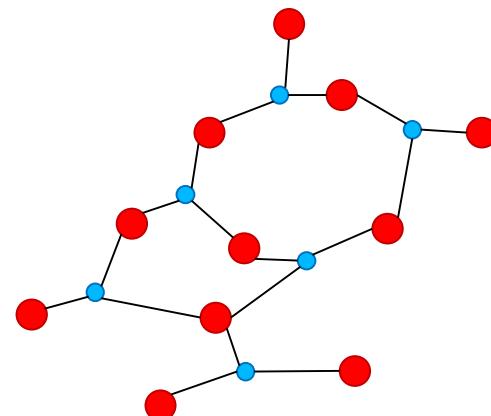
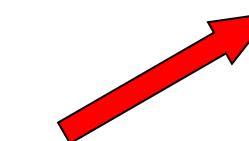


Kristali

- Atomi se slažu u uređenu strukturu
- Primjer je sol (crvene sfere su Na^+ ioni, plave sfere su Cl^- ioni)

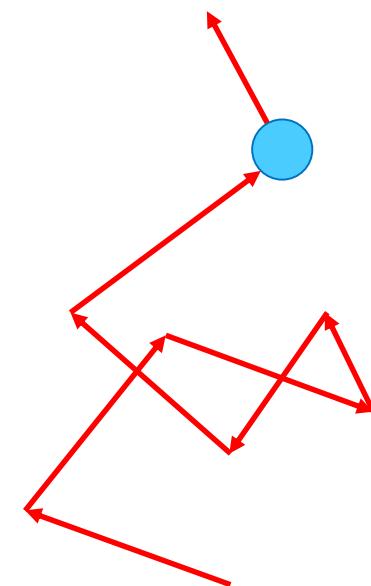
Amorfna tijela

- Atomi se slažu nasumično
- Primjer je staklo



Tekuće stanje

- Ima definiran volumen
- Nema definiran oblik
- Postoji na višim temperaturama nego kruto
- Molekule se gibaju kroz tekućinu nasumično
 - Međumolekularne sile nisu dovoljno jake da drže molekule na fiksnim položajima



Plinsko stanje

- Nema definiran volumen
- Nema definiran oblik
- Molekule su u nasumičnom gibanju
- Srednja udaljenost među molekulama je velika u odnosu na veličinu molekula
- Molekule međudjeluju slabim silama kad su na velikim udaljenostima. Sile su jake na malim udaljenostima, samo one rijetko na njih dolaze.

Krutine i fluidi

Gustoća

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V_{sfere} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V_{cilindra} = \pi R^2 h$$

$$V_{kocke} = a^3$$

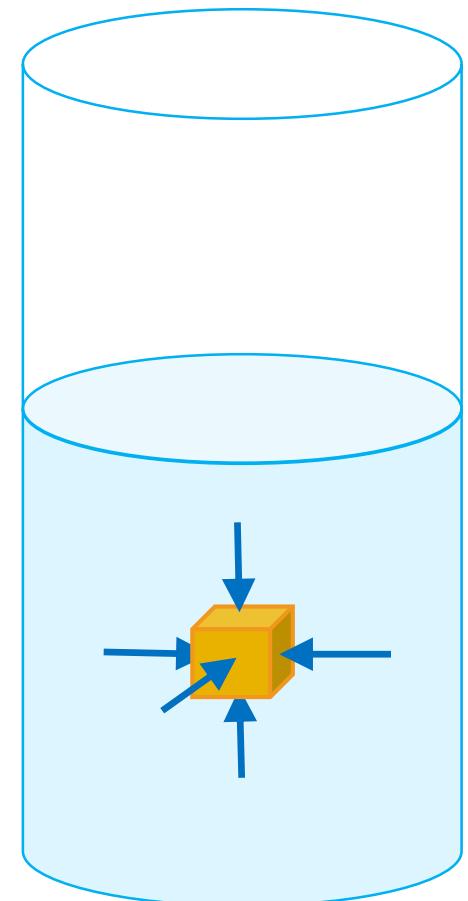
Tlak

$$P \equiv \frac{F}{A}$$

F- sila okomita na površinu A

Jedinica: Pascal (Pa=N/m²)

Primjer: 100 N po 1 m² je $P=(100 \text{ N})/(1 \text{ m}^2)=100 \text{ N/m}^2=100 \text{ Pa.}$



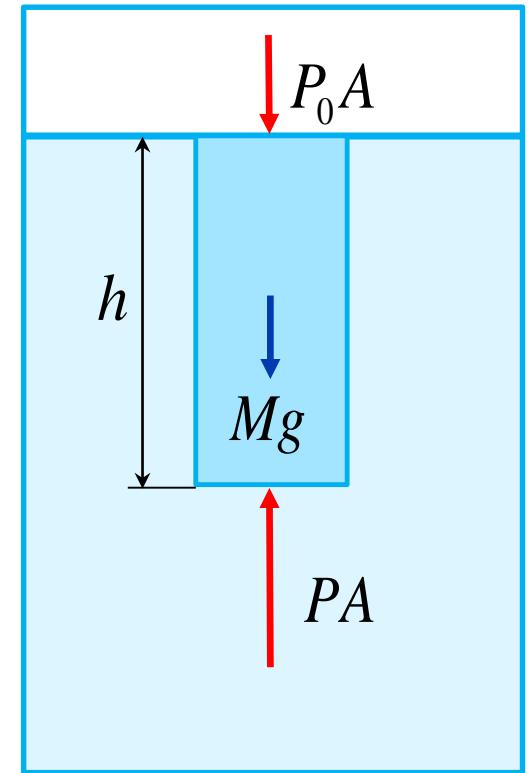
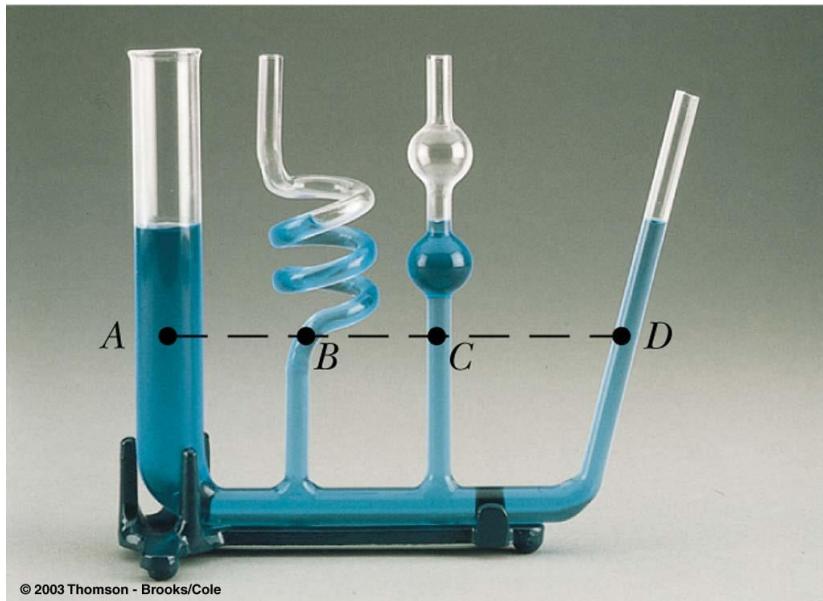
Tlak i dubina

P_0 - Atmosferski tlak 1.013×10^5 Pa

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow PA - Mg - P_0 A = 0,$$

ali: $M = \rho V = \rho Ah$, pa : $PA = P_0 A + \rho Agh$

$$P = P_0 + \rho gh$$



Primjer: Odredite tlak na dubini 100m ispod površine mora.

Fluidi u gibanju

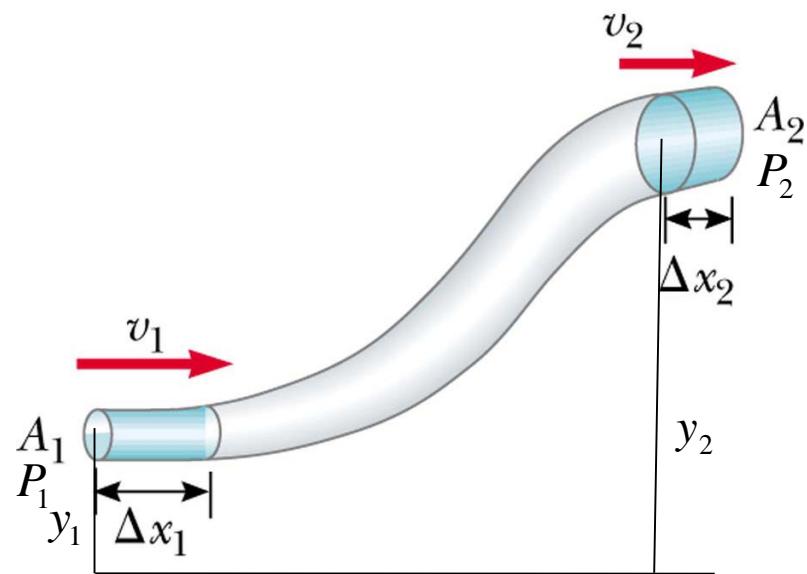
Jednadžba kontinuiteta

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Volumen fluida koji u jedinici vremena protekne kroz presjek fluida (protok)

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = A v$$

je konstantan.



Bernoullijeva jednadžba

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g y = \text{konst.}$$

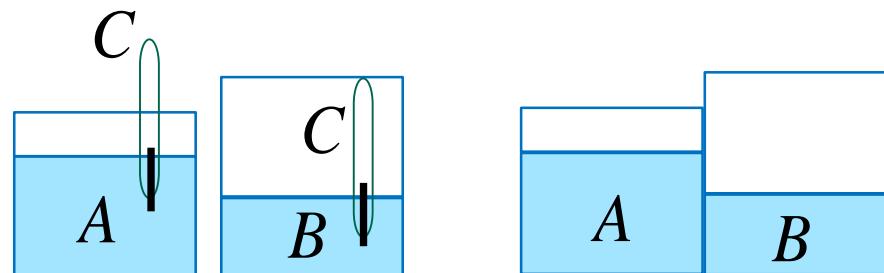
y - visina na kojoj se nalazi presjek fluida

Podrazumijevaju da je **fluid idealan** (stalne gustoće, nije viskozan, nema turbolencija, brzina i tlak mu se ne mijenjaju u vremenu).

Termodinamika

Pojam temperature

Ako su tijela A i B u toplinskoj ravnoteži s trećim objektom C, onda su A i B u toplinskoj ravnoteži međusobno.



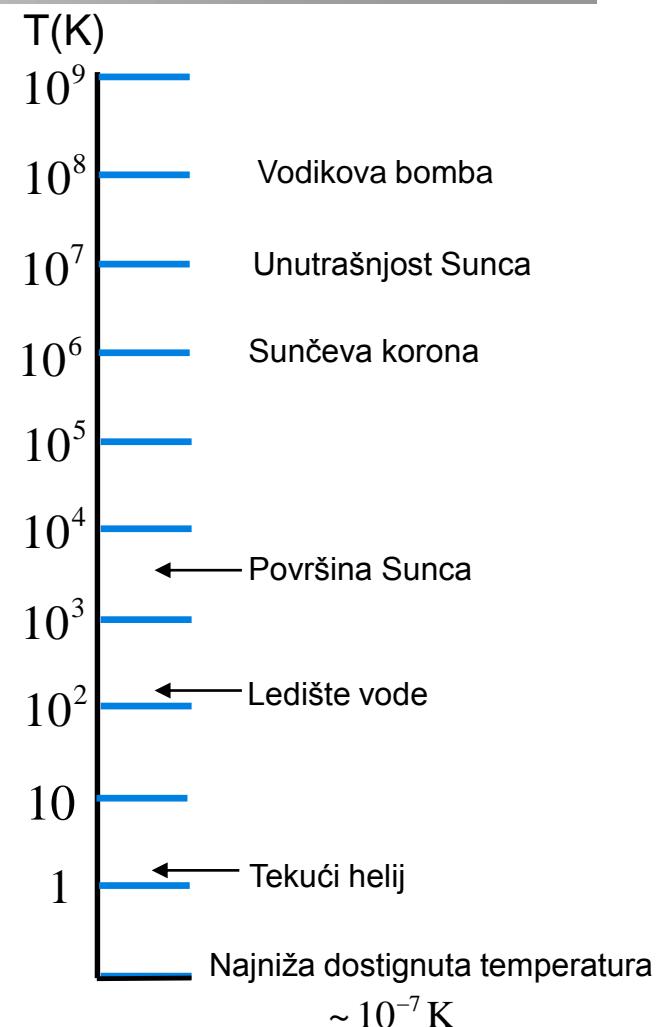
Temperatura je fizikalna veličina koja karakterizira stupanj zagrijanosti tijela.

Celsiusova temperaturna skala

- Temperatura mješavine vode i pare je 100°C
 - Ovo je *točka ključanja* vode
- Udaljenost između ovih točaka je podijeljena u 100 dijelova
- Temperatura mješavine vode i led je 0°C
 - Ovo je *točka zaledjivanja* vode

Kelvinova temperaturna skala

- U eksperimentima s plinovima pri konstantnom volumenu pokazalo se da kad temperatura pada i tlak linearno pada. Ako se dobiveni pravac extrapolira do točke u kojoj bi tlak bio nula, temperatura bi bila -273.15°C .
- Ova temperatura se zove *apsolutna nula*
- Ovo je nulta točka Kelvinove skale
 - $-273.15^{\circ}\text{C} = 0\text{ K}$
- Pretvaranje: $T_{\text{C}} = T_{\text{K}} - 273.15$
- Iako znanstvenici ne mogu dostići absolutnu nulu, dostižu temperature sve bliže absolutnoj nuli (gdje materija pokazuje kvantne efekte).





Standardni temperatura i tlak

Standardni tlak i temperatura prihvaćeni su uvjeti za eksperimentalna mjerena u znanosti, sa svrhom olakšanog uspoređivanja različitih podataka.

Najkorišteniji su IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) standardi kod kojih je

- standardna temperatura 0°C (273.15K)
- standardan tlak 100kPa

http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_conditions_for_temperature_and_pressure

Toplinsko širenje čvrstih tijela i tekućina

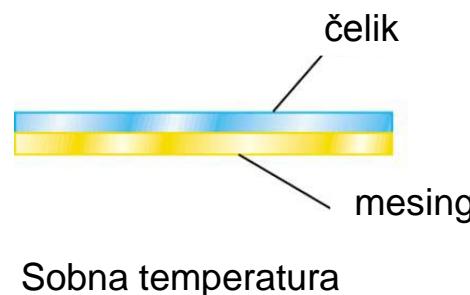
- Toplinsko širenje tijela je posljedica promjene srednje udaljenosti između atoma i molekula koje ga grade
- Na sobnoj temperaturi, molekule titraju s malom amplitudom
- Kako temperatura raste, amplituda raste
 - Ovo dovodi do toga da se tijelo kao cjelina širi

Linearno rastezanje

$$l = l_0(1 + \alpha\theta)$$

Volumno širenje

$$V = V_0(1 + \beta\theta), \quad \beta \approx 3\alpha$$

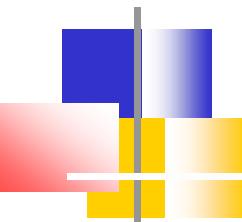


Viša temperatura

(a)

l_0 duljina tijela pri 0°C , l duljina tijela pri temperaturi θ ,

α koeficijent linearog rastezanja, β volumni koeficijent rastezanja



Jednadžba stanja idealnog plina

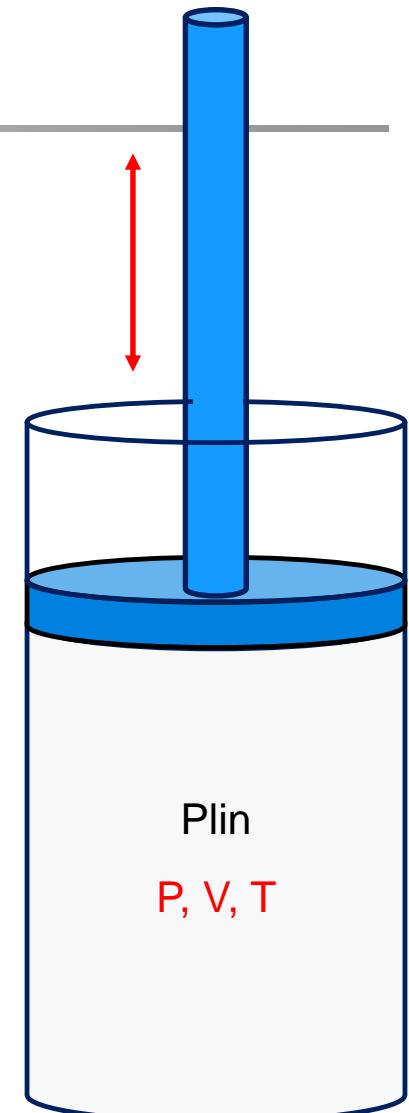
- Idealan plin:
 - Sustav atoma ili molekula koje se gibaju nasumično
 - Međumolekularne sile su zanemarive
 - Molekule zauzimaju zanemariv volumen u usporedbi s volumenom spremnika
- Većina plinova na sobnoj temperaturi i tlaku ponašaju se kao idealan plin
- Količinu plina u danom volumenu izražavamo u molima, n

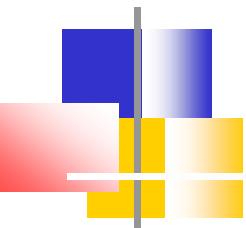
$$n = \frac{\text{masa}}{\text{molarna masa}}$$

- Jedan mol je količina tvari koja sadrži onoliko čestica koliko ih je u 12g ugljika-12
- Jednaki volumeni plina na istoj temperaturi i tlaku sadrže isti broj molekula
 - Pri standardnim temperaturama i tlaku, jedan mol svih plinova sadrži isti broj molekula
 - Ovaj broj je Avogardrov broj $N_A=6.02 \times 10^{23}$ čestica / mol
 - Ukupan broj čestica plina: $N = n N_A$

Eksperimentalni zakoni

- Boyle-Mariotteov zakon
 - Pri **konstantnoj temperaturi**, tlak je obrnuto proporcionalan volumenu
- Charlesov zakon
 - Pri **konstantnom tlaku**, temperatura je proporcionalna volumenu
- Gay-Lussacov zakon
 - Pri **konstantnom volumenu**, tlak je proporcionalan temperaturi
- Jednadžba stanja idealnog plina rezimira ove zakone:
 - $PV = n R T$
 - R je univerzalna plinska konstanta
 - $R = 8.31 \text{ J / mol K}$
 - $P V = N k_B T$
 - k_B je Boltzmannova konstanta
 - $k_B = R / N_A = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J / K}$





Kinetička teorija plina

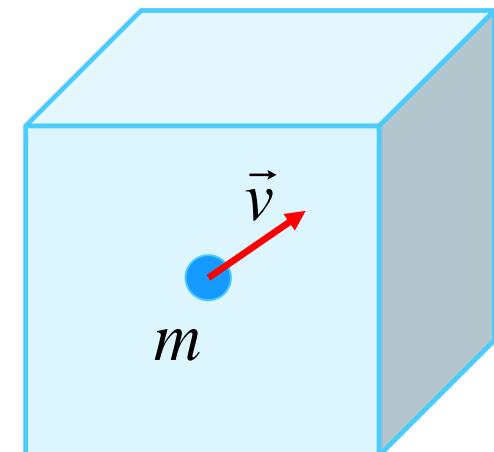
Prepostavke:

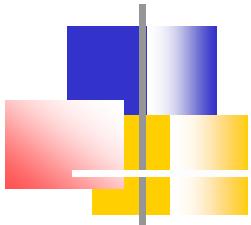
- Broj molekula u plinu je velik i prosječna udaljenost među njima je mnogo veća od njihovih dimenzija
- Molekule se gibaju nasumično
- Međudjelovanja među molekulama se mogu zanemariti
- Sudari među molekulama i sudari molekula sa zidovima spremnika su elastični
- Sve molekule su identične

Tlak idealnog plina

- Tlak idealog plina proporcionalan je broju molekula po jedinici volumena i srednjoj kinetičkoj energiji molekula

$$P = \frac{2}{3} \left(\frac{N}{V} \right) \left(\frac{1}{2} m v^2 \right)$$





Kinetičko objašnjenje temperature

- Temperatura je proporcionalna srednjoj kinetičkoj energiji molekula

$$\frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{3}{2} k_B T$$

- Prosječna kinetička energija molekule je proporcionalna temperaturi

$$\overline{E}_k = \frac{3}{2} k_B T$$

- Unutrašnja energija idealnog plina je zbroj kinetičkih energija svih molekula

$$U = \frac{3}{2} N k_B T$$

- Korijen srednje vrijednosti kvadrata brzine molekula

$$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3 k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3 R T}{M}}$$



Dodatni materijali

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/states-of-matter-basics>

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/under-pressure>

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/fluid-pressure-and-flow>

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties>