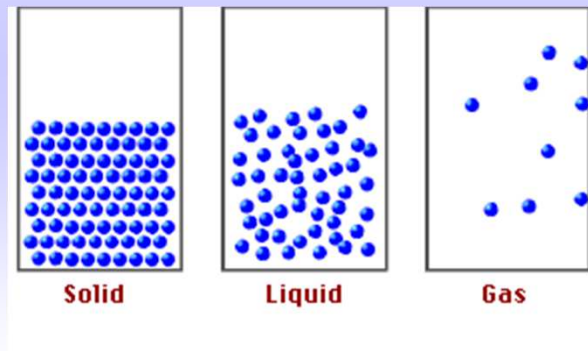
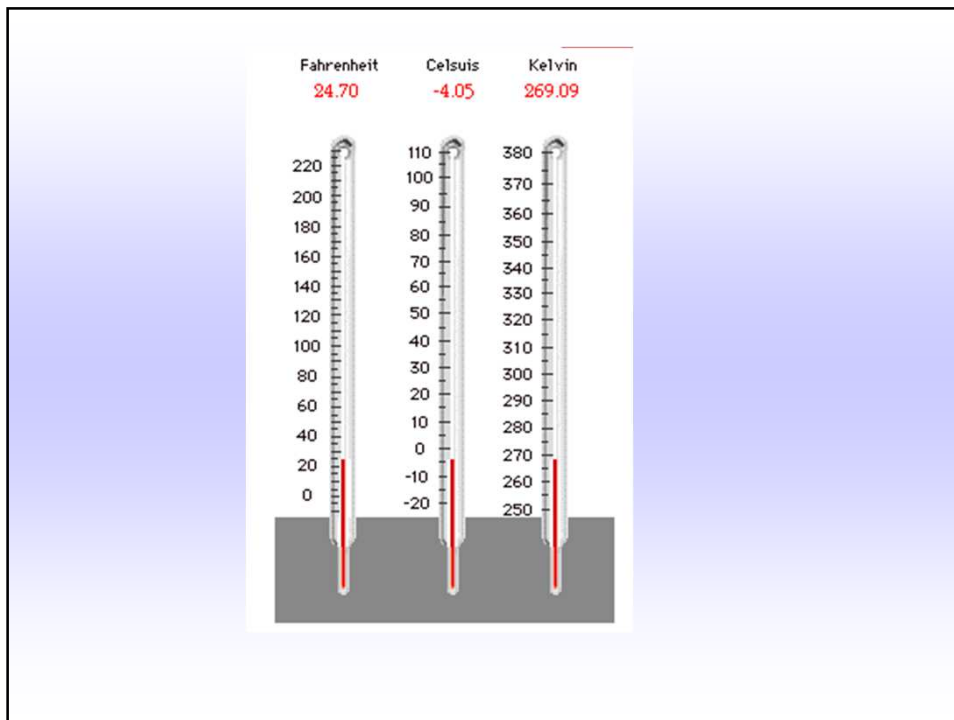


STRUKTURA ČISTIH TVARI



Pojam temperature

- Porastom temperature raste brzina gibanja plina, osciliranje atoma i molekula u kristalu i tekućini
- Temperatura izražava intenzivnost gibanja atoma i molekula u sistemu.
- *Apsolutna* ili *termodinamička nula* - mirovanje atoma ili molekula u sistemu je apsolutno



Priroda plina

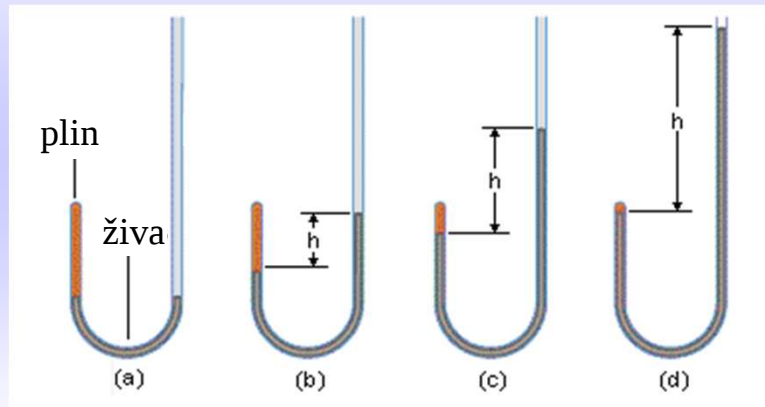
- Plin nema ni svoj oblik ni svoj volumen, već poprima oblik posude u kojoj se nalazi
- Molekule su slobodne, kreću se prostorom koji zauzima plin, volumen svih molekula plina puno je manji od volumena prostora
- Van der Waalsove sile su slabe
- **Idealni plin:**
 - **intermolekularne sile su nula**
 - **volumen samih čestica plina je nula.**

- Tlak plina je posljedica udaranja molekula plina o stijenke posude
- Povećanje temperature - brže gibanje - raste tlak, ako je volumen ostao konstantan (balon na suncu)
- Ako želimo s povećanjem temperature zadržati isti tlak plina, volumen se mora povećati

Plinski zakoni i jednadžba stanja idealnog plina

- Gay - Lussacov zakon spojnih volumena
- Boyle-Mariottov zakon
- Charles - Gay Lussacov zakon

Boyle-Mariottov zakon



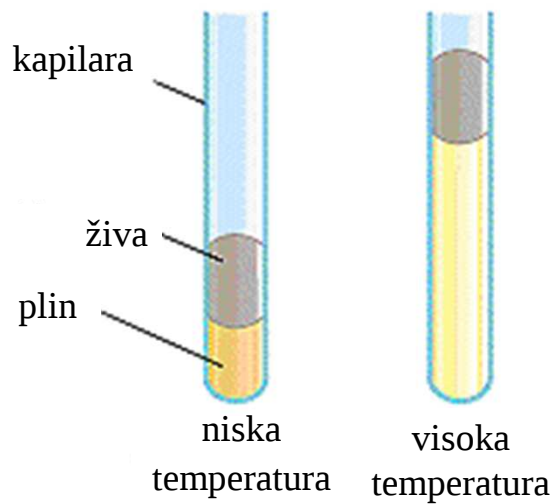
Boyle-Mariottov zakon

- Volumen plina pri stalnoj temperaturi obratno se mijenja s tlakom
- Umnožak tlaka i volumena plina kod konstantne temperature je konstantan

$$V = \frac{\text{konstanta}}{p}$$
$$pV = \text{konstanta}$$

- vrijednost konstante ovisi o temperaturi i množini plina

Charles - Gay Lussacov zakon



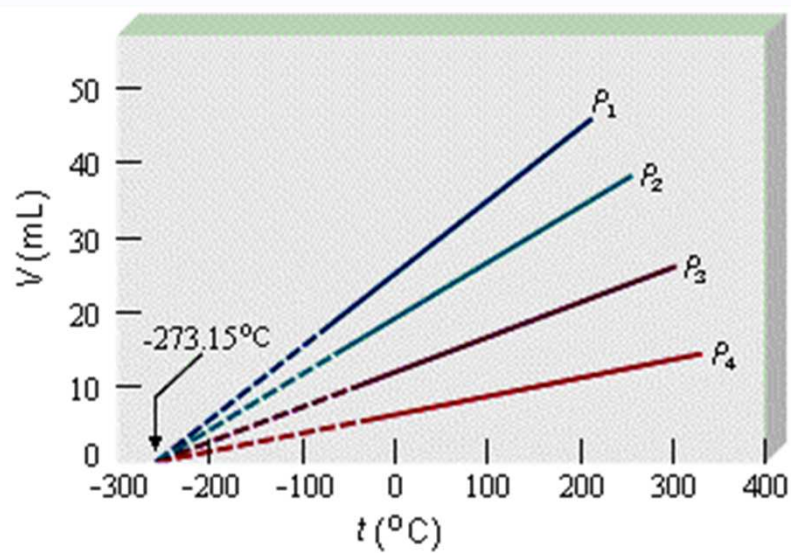
Charles-Gay Lussacov zakon

- Odredio je porast volumena plina pri porastu temperature za 1°C
- Pri stalnom tlaku volumen određene mase plina raste (ili pada) za $1/273.15$ **volumena pri 0°C** , kada temperatura poraste (ili padne) za 1°C .

$$V = V_0 + \frac{V_0}{273.15^\circ \text{C}} t$$

$$V = \frac{V_0}{273.15^\circ \text{C}} (273.15^\circ \text{C} + t)$$

$$V = \text{konstanta} \cdot T$$



Jednadžba stanja idealnog plina

- Avogadrov zakon;
 $V = \text{konstanta } n$
- Charles - Gay Lussacov zakon
 $V = \text{konstanta } T$
- Boyle-Mariottov zakon
 $V = \text{konstanta } / P$

- $pV = \text{konstanta} \times n \times T$
- $pV = n R T$
- $R = pV / nT$

za

$n = 1 \text{ mol}; \quad T = 273.15 \text{ K}; \quad p = 101325 \text{ Pa}; \quad V = 22.414 \text{ dm}^3$

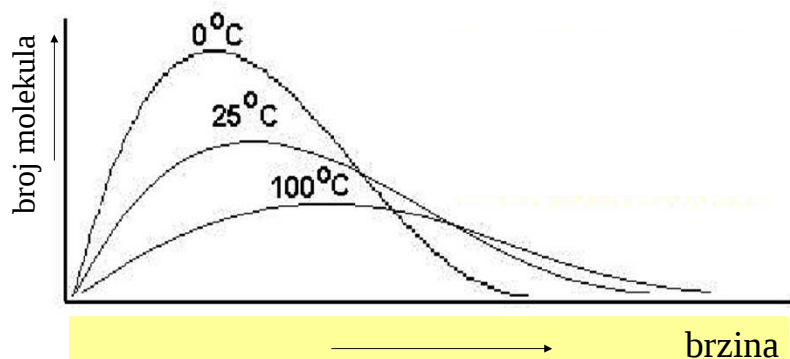
- $R = 8314 \text{ Pa dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- $R = 8.314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Kinetička teorija plinova

- Molekule bilo kojeg plina pri određenoj termodinamičkoj temperaturi T imaju istu srednju kinetičku energiju po molekuli:

$$\overline{E_k} = \frac{mv^2}{2} (T = konst)$$

- sve čestice zbog sudara nemaju pojedinačno istu kinetičku energiju, odnosno istu brzinu
- govorimo o prosječnoj brzini čestice
- imamo Maxwell-Bolzmanovu razdiobu brzina molekula



- molekule plina kreću se nepravilno, međusobno se sudaraju i sudaraju se sa stjenkom posude
- sudar je elastičan: kinetička energija prije sudara jednaka je onoj poslije sudara
- *Srednja kinetička energija molekula* upravo je razmjerna termodinamičkoj temperaturi:

$$\overline{E_k} = \frac{3kT}{2}$$

k - Boltzmanova konstanta; $1.38 \times 10^{-23} \text{ J / K}$

Srednja brzina gibanja molekula /treba voditi računa o razdiobi brzina/:

$$\overline{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

Temperatura je toplinska veličina stanja koja označuje mjeru srednje kinetičke energije kretanja molekula.

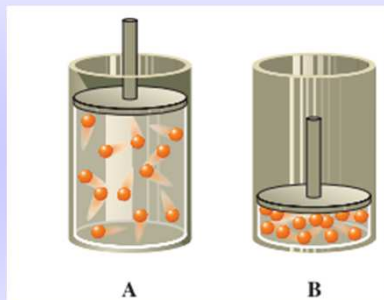
Pri stalnoj temperaturi ($3kT = \text{konstantno}$) srednja brzina gibanja molekula obrnuto je razmjerna drugom korjenu njihove mase

$$\bar{v} = \frac{\text{konstanta}}{\sqrt{m}}$$

Srednja brzina težih molekula manja je od one lakših molekula.

Realni plinovi

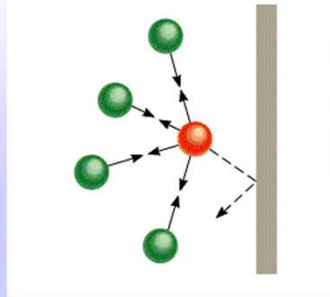
Korekcija za volumen



$$\text{Volumen molekula} = V_M = b n$$

$$\text{Volumen na raspolaganju} = V - b n$$

Korekcija za tlak



tlak plina – posljedica
sudara molekula plina
sa stijenkom posude

Privlačne sile među molekulama smanjuju
udarnu snagu molekule o stijenke posude,
smanjuju tlak

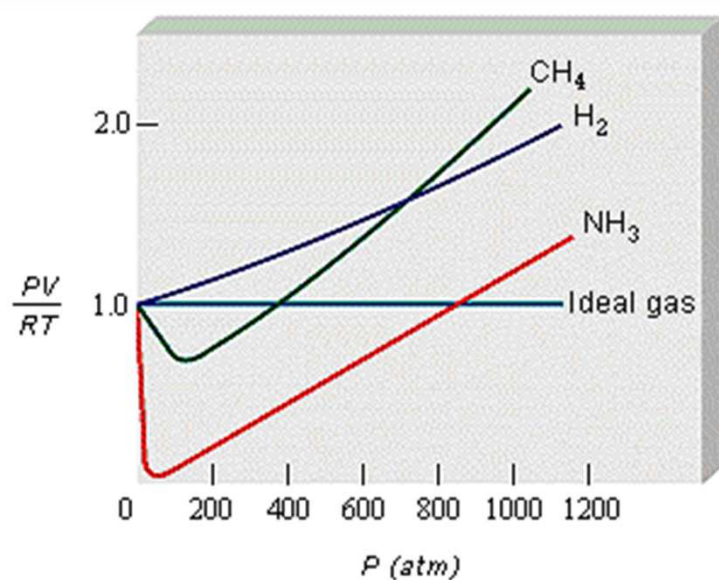
$$F = a \rho^2 = a (n/V)^2$$

Van der Waalsova jednažba stanja realnog plina

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2} \right) (V - bn) = nRT$$

- a i b, konstante karakteristične za svaki plin, literatura

Gas	$a (\text{atm} \cdot \text{L}^2 / \text{mol}^2)$	$b (\text{L} / \text{mol})$
He	0.034	0.0237
Ne	0.211	0.0171
Ar	1.34	0.0322
Kr	2.32	0.0398
Xe	4.19	0.0266
H ₂	0.244	0.0266
N ₂	1.39	0.0391
O ₂	1.36	0.0318
Cl ₂	6.49	0.0562
CO ₂	3.59	0.0427
CH ₄	2.25	0.0428
CCl ₄	20.4	0.138
NH ₃	4.17	0.0371
H ₂ O	5.46	0.0305



Parcijalni tlak komponenata plinske smjese

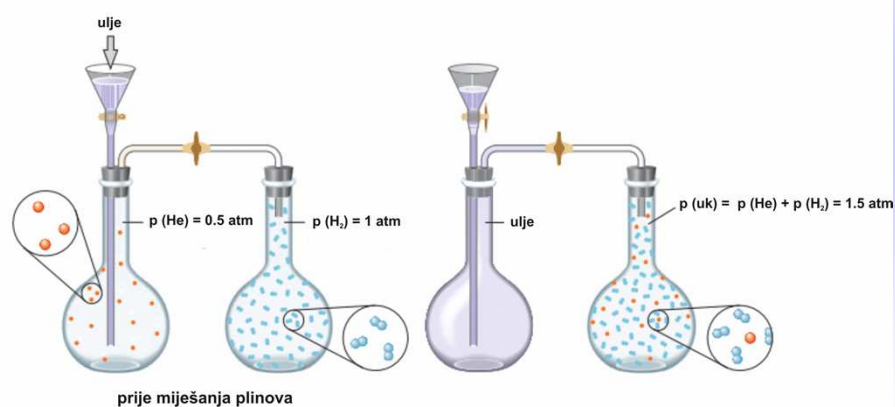
- Dalton: miješanjem dvaju uzoraka različitih plinova pod istim tlakovima ne mijenja se volumen nastale smjese.
- Ukupni tlak plinske smjese jednak je sumi parcijalnih tlakova komponenata (plinova koji čine smjesu)

$$p = p_1 + p_2 \dots + p_i$$

$$p_{\text{atm}} = p(\text{O}_2) + p(\text{N}_2) + p(\text{Ar}) + p(\text{CO}_2) + p(\text{H}_2\text{O})$$

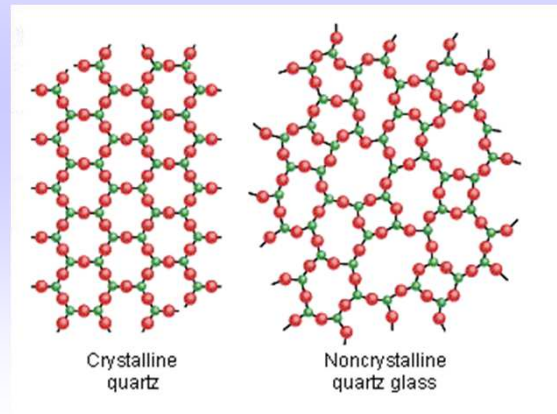
$$p = p_1 + p_2 \dots + p_i$$

$$p_A V = R \times n_A \times T$$



STRUKTURA KRUTINA

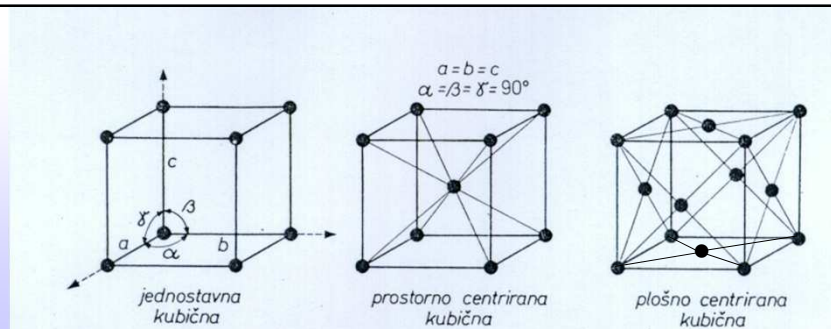
- Krutine su nestlačive
- Struktura većine krutina je kristalna
- Neke krutine su amorfne strukture



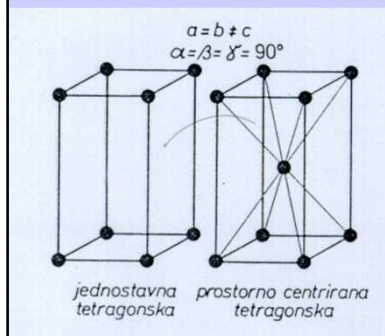
Karakteristike kristala

- Kristalične tvari imaju određeni oblik i volumen, koji se mijenja samo pod utjecajem znatnih sila.
- Imaju **određen geometrijski oblik**.
- **Kutovi među plohama** kristala neke tvari **konstantni** su i za tu tvar karakteristični.
- Kalanjem kristala nastali djelovi imaju ravne površine kojih kutovi su konstantni i za tu tvar karakteristični.
- Neka svojstva kristala ovisna su o smjeru mjerenja.

- Geometrijski oblik kristala u vezi je s određenim rasporedom njegovih **strukturnih jedinica** - atoma ili molekula.
- **Jedinična ili elementarna ćelija ili stanica** kristala je najmanji dio prostorne rešetke koji ponavljan u tri dimenzije daje cijelu kristalnu rešetku.

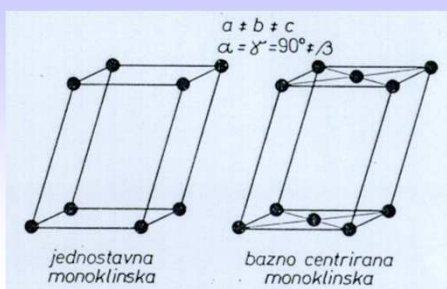
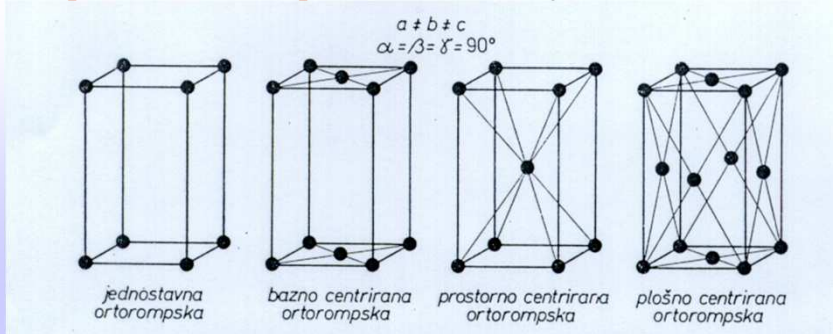


kubični ili **teseralni**; jedinična ćelija je kocka

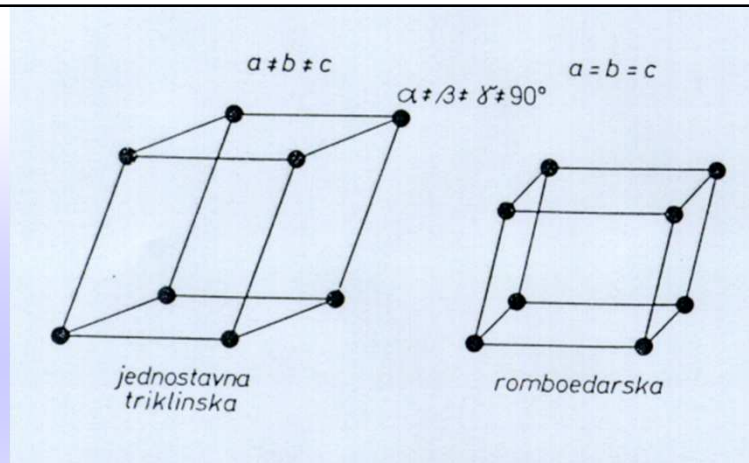


tetragonski; kocka izdužena u jednom smjeru

rompski ili **ortorompski**; bridovi ćelije su međusobno okomiti

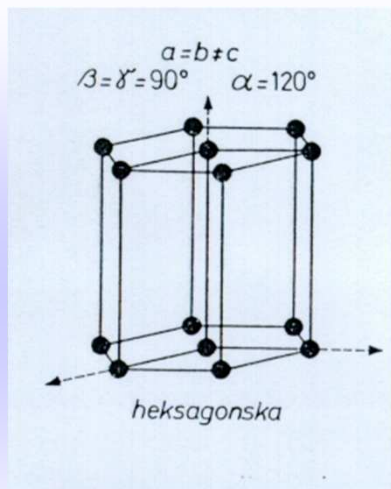


monoklinski; razlikuje se od ortorompskog time što bridovi uzduž jedne osi nisu okomiti s ravninom koju čine druge dvije osi



triklinski; ni jedna od triju osi nije okomita na bilo koju drugu os

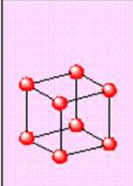
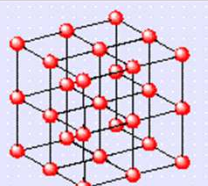
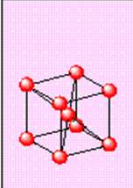
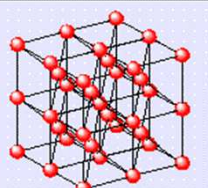
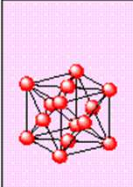
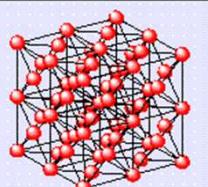
trigonski ili **romboedarski**; jednaka duljina bridova u sva tri smjera, ali bridovi nisu međusobno okomiti



• *heksagonski*; strukturne jedinice čine šesterokute koji su naslagani jedan pored drugog

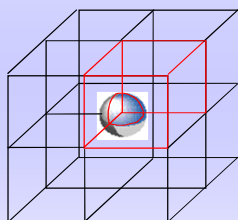
- Kristalna struktura određena je *jediničnom ćelijom*
- Jedinična ćelija određena je dimenzijama, tj. razmakom pojedinih strukturnih jedinica, kao i njihovim brojem i rasporedom u jediničnoj ćeliji.

Kubični ili teseralni kristalni sustav

Jednostavna			Polonij metal 6
Volumno centrirana			Uran metal 8
Plošno centrirana			Zlato metal 12

Broj atoma koji okružuje svaki pojedini atom naziva se koordinacijski broj

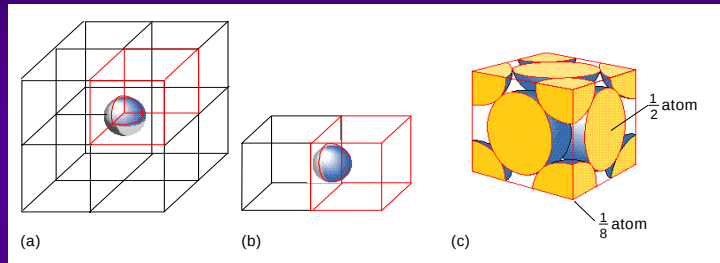
Računanje broja atoma koji pripadaju jediničnoj ćeliji
Primjer: *jednostavna jedinična ćelija*



$$8 \times (1/8) = 1$$

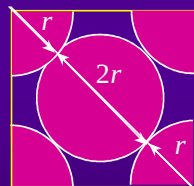


*Računanje broja atoma koji pripadaju jediničnoj ćeliji
Primjer: plošno centrirana jedinična ćelija*



$$(8 \times 1/8) + (6 \times 1/2) = 4$$

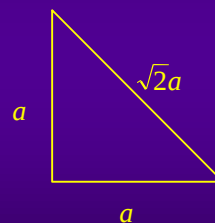
*Određivanje veličine jedinične ćelije iz
atomskeg radijusa u plošno centriranoj
jediničnoj ćeliji*



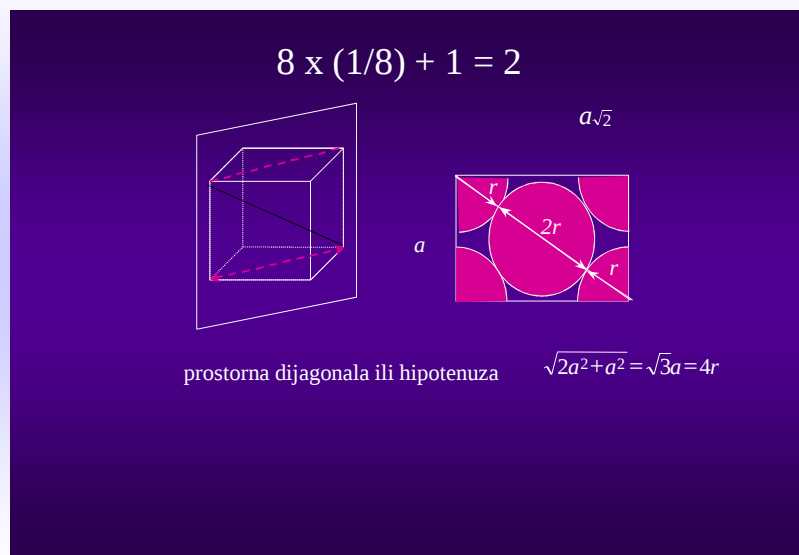
Plošna diagonalna = $4r$

$$\sqrt{2}a = 4r$$

$$a = \frac{4}{\sqrt{2}}r = \sqrt{8}r$$



Volumno centrirana jedinična ćelija



- između čestica postoje privlačne sile
- čestice se nastoje maksimalno približiti
- najgušća je plošno centrirana k.r.
- intersticije - prazan prostor u k.r.

ionski kristali	soli (NaCl)	<i>Coulombove sile</i>
kovalentni kristali	dijamant	<i>kovalentne veze</i>
molekulski kristali	kristal joda	<i>van der Waalsove sile</i>
metalni kristali	metali	<i>metalna veza</i>

Priroda tekućine

- Zauzima određeni volumen, poprima oblik posude u kojoj se nalazi
- Utjecaj tlaka - malo smanjenje volumena
- Povišenjem temperature - malo povišenje volumena

• **Privlačne sile** među molekulama tekućina su znatne

• Molekule u unutrašnjosti su obavijene približno jednakim brojem molekula

• Privlačne sile među molekulama u unutrašnjosti približno su jednake

• Na površinske molekule djeluju privlačne sile koje ih vuku u unutrašnjost tekućine

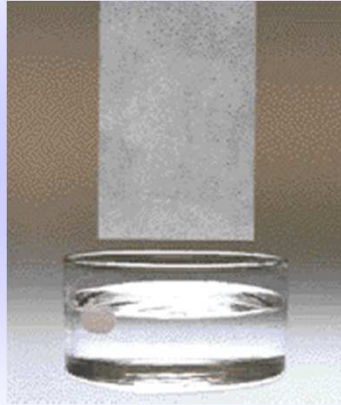
• **Površinska napetost** - sila koja ih nastoji smanjiti (nastoji smanjiti površinu tekućine)

• Karakteristična za pojedine tekućine

• Kapljica



- Kapilarni efekt – penjanje tekućine pod utjecajem adhezijskih sila medija jačih od kohezijskih sila molekula tekućine



Viskozitet – unutarnje trenje molekula tekućine



Tipično svojstvo tekućine je njeno isparavanje

Na svakoj temperaturi pod utjecajem toplinske energije dio molekula prelazi u plinovito stanje – isparavanje

Što su jače međumolekularne sile potrebno je dovesti veću energiju da dođe do isparavanja pri istom tlaku



- U zatvorenom prostoru koji je samo dijelom ispunjen tekućinom preostali prostor zasiti se parom

- Uspostavlja se ravnoteža

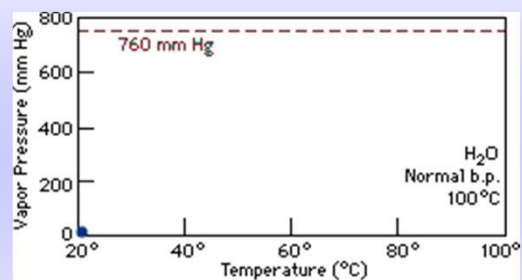
- Ovisi o temperaturi i karakterizirana je određenim tlakom pare

- U ravnoteži - broj molekula koje isparavaju u jedinici vremena jednak je broju molekula koje kondenziraju (vraćaju se u tekućinu)





- U prostoru pare udaranje molekula o stijenke posude izaziva tlak - **tlak para tekućine** pri određenoj temperaturi
- Porastom temperature povećava se tlak para



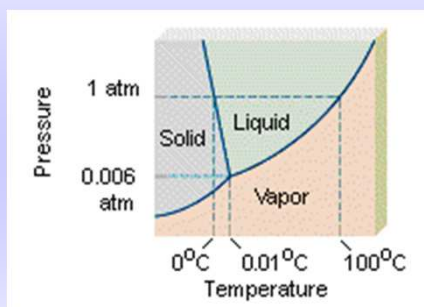
Kada tlak para postane jednak vanjskom tlaku (tlaku okoline) tekućina vrije
 Temperatura pri kojoj dolazi do toga jest **vrelište tekućine**

- Tekućina će na istoj temperaturi vriti pri nižem tlaku okoline

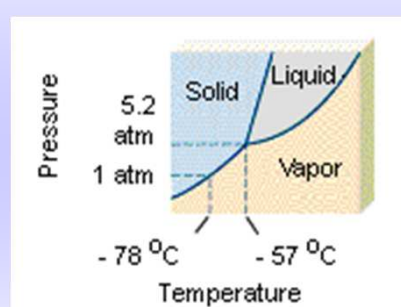


- Tri agregatna stanja: kruto, tekuće I plinovito
- Kruta tvar zagrijavanjem prelazi u tekuću (talište), tekuća u plinovitu (vrelitište)

- Vrelište - temperatura na kojoj tlak pare tekućine dostigne vrijednost tlaka okoline
- Standardno vrelište - 101325 Pa



voda



ugljkov dioksid