
MODDALARNING AGREGAT HOLATLARI

Reja

1. Fizikaviy kimyo predmeti.
2. Kirish.
3. Moddaning gazsimon holati.
4. Moddaning suyuq holati.
5. Moddaning qattiq holati.
6. Moddaning suyuq kristall holati.
7. Plazma.

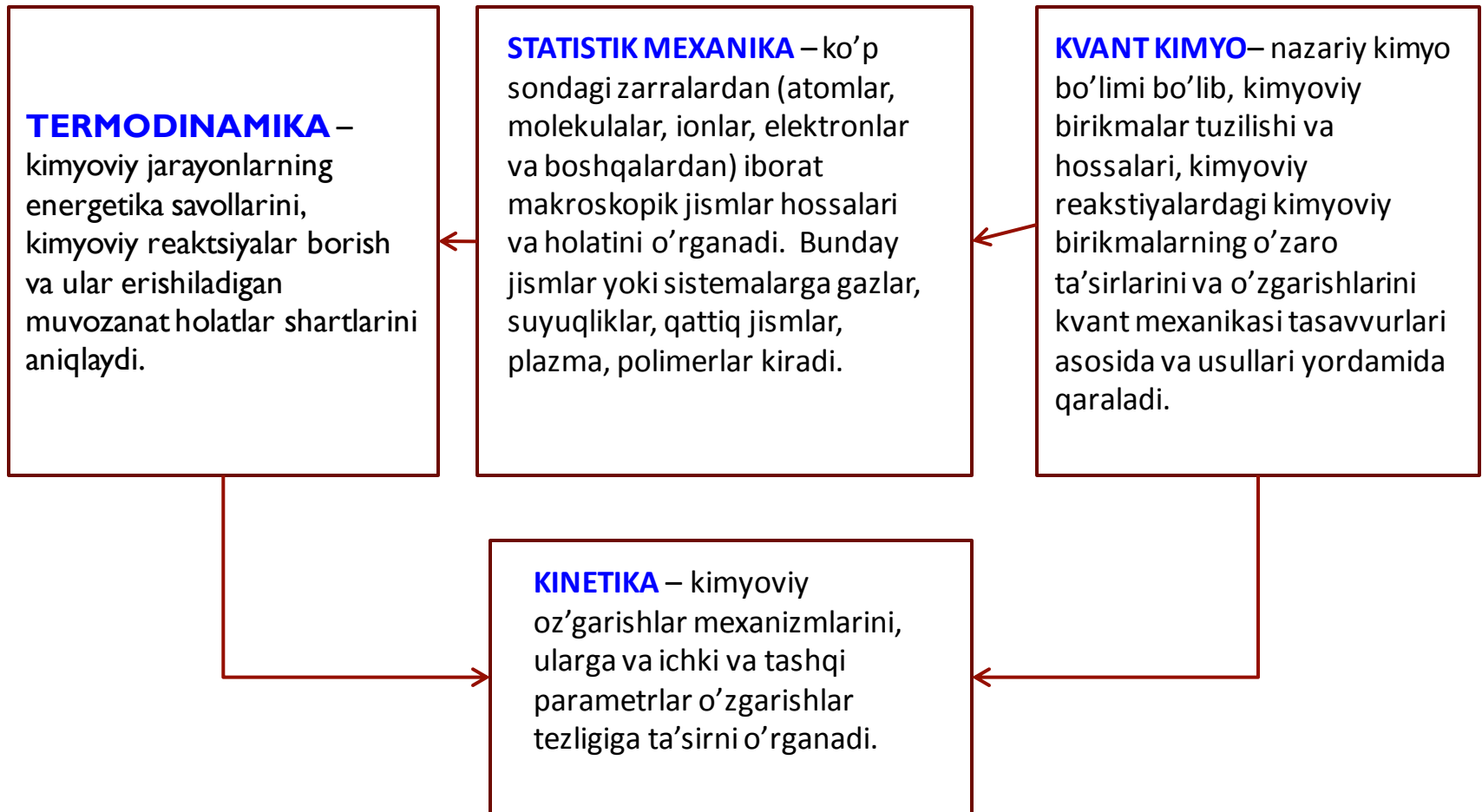
1.1. FIZIKAVIY KIMYO PREDMETI

- ▶ **Fizikaviy kimyo** – kimyoviy jarayonlar va ular bilan birga boruvchi fizik hodisalar orasidagi o'zaro bog'liqlikni o'rganuvchi fan; modda kimyoviy tarkibi, tuzilishi va uning hossalari orasidagi qonuniyatni o'rganadi; borish sharoitiga bog'liq ravishda kimyoviy reaksiyalar mexanizmi va tezligini o'rganadi.
- ▶ **Fizikaviy kimyo** moddalarning tashkil qiluvchi atom va molekulalarning fizik hossalari asosida moddalarning kimyoviy hossalari o'rganadi.

1.1. FIZIKAVIY KIMYO O'RGANISH OB'EKTI

- ▶ Kimyoviy o'zgarishlar bo'lishi mumkin bo'lgan har qanday sistemalar fizikaviy kimyo **o'rganish ob'ekti** hisoblanadi.
- ▶ Fizikaviy kimyoning **asosiy masalasi** – kimyoviy reaksiylarni borishini, ularning yonalishini, ularga muhitlarning, aralashmalarning ta'sirini, shuningdek maxsulotlarning maksimal chiqishini olish sharoitlarini o'rganadi.
- ▶ Fizikaviy kimyoning nazariy asosi fizikaning umumiy qonunlari hisoblanadi.

1.1. FIZIKAVIY KIMYONING ASOSIY BO'LIMLARI



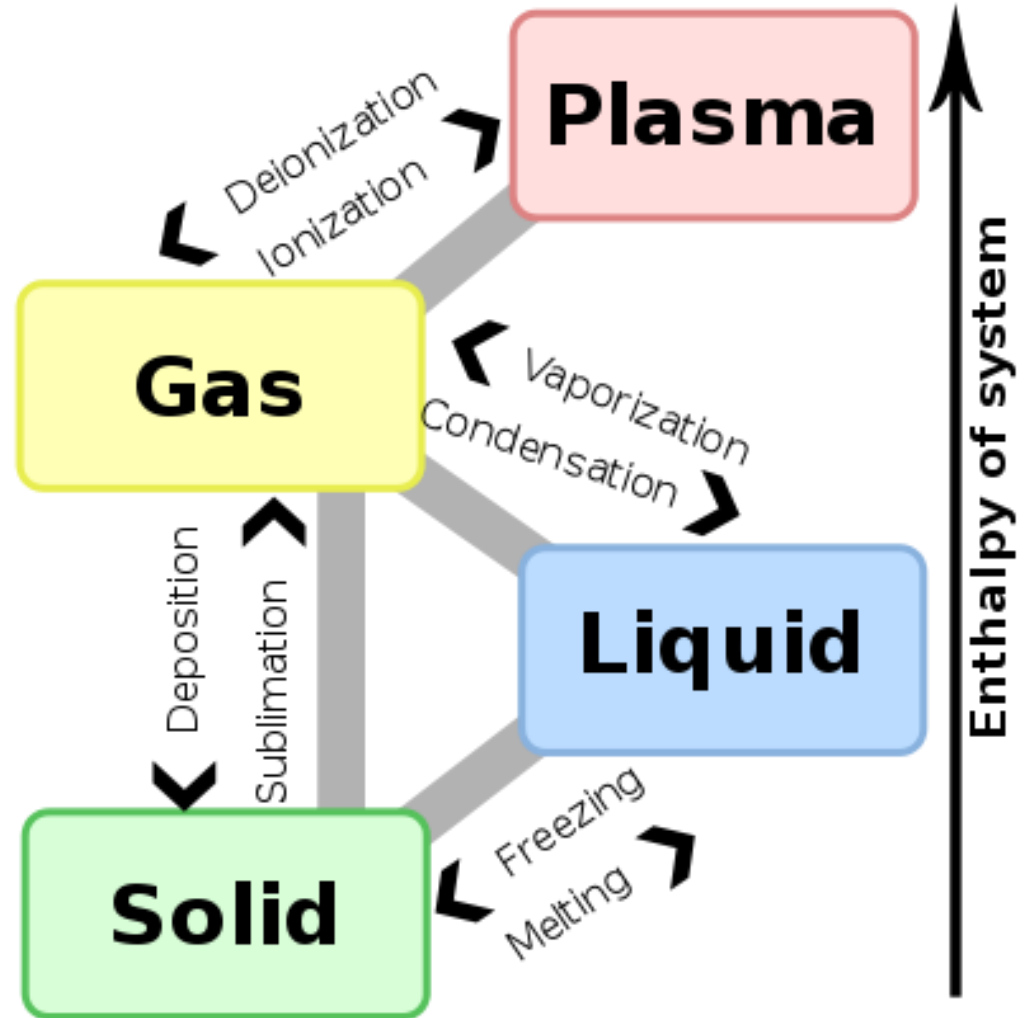
2. Kirish

- ▶ **Moddaning agregat holati** – zarralar orasidagi masofaga va ular orasidagi o'zaro ta'sirga bog'liq bo'lgan moddaning mavjud bo'lish shakli.
- ▶ Gazsimon, suyuq, qattiq, plazma.
- ▶ Haq qanday modda uchun – gazsimon holatning bitta shakli va suyuq holatning bitta shakli bo'ladi.
- ▶ Moddaning qattiq holati uchun bir nechta shakllar (modifikatsiyalar) bo'lishi mumkin, y'ani polimorflar - tuzilishi va hossalari bilan farq qiladi.
- ▶ Oddiy moddalar polimorf holatlari allotrop modifikatsiyalar deyiladi.

2. Kirish

- ▶ Fazaviy o'tish – moddaning bir agregat holatidan boshqasiga o'tishi
 - S-G bug' hosil bo'lishi (bug'lanish)
 - Q-G haydash (vozgonka-sublimatsiya)
 - G-S suyulish (kondensatsiya)
 - G-Q desublimatsiya (kondensatsiya)
 - Q-S erish
 - S-Q qotish (muzlash)
 - ▶ Fazaviy o'tishlar - issiqlik ajralishi yoki yutilishi bilan boradi
- qattiq va suyuq
holatlar – kondensirlangan deyiladi

Gas – Gazsimon holat
Liquid – Suyuq holat
Solid – Qattiq holat
Plasma – Ionlashgan gaz



3. Moddaning gazsimon holati

1.2.1. Asosiy tushunchalar

- ▶ **Gaz** – moddaning agregat holati bo'lib, uni tashkil qilgan zarralar (atomlar, molekulalar, ionlar) bir-biri bilan bog'lanmagan yoki kuchsiz o'zaro ta'sir kuchlari bilan bog'langan, erkin harakatlanishi mumkin, o'zi turgan idish hajmini to'la egallaydi.
- ▶ Gazlarning asosiy xarakteristikalar:
 - ▶ Past bosimga ega, chunki zarralar bir-biridan uzoq masofada joylashadi.
 - ▶ Xususiy shaklga, xususiy hajmga ega emas; qaysi idishda bo'lsa, shu idishni to'la egallaydi va shakliga ega bo'ladi.
 - ▶ Oson siqiladi.

3. Moddaning gazsimon holati

Ideal gaz:

- ▶ Gaz zarralari (atomlar, molekulalar, ionlar) material nuqta deb qaraladi (ya'ni hajmga ega emas)
- ▶ Zarralar orasida o'zaro tortishish kuchlari (molekulalararo kuchlar) yoq
- ▶ Molekulalararo o'zaro ta'sir absolyut elastik to'qnashuvga keltiriladi (ya'ni to'qnashganda bir ob'ektdan boshqasiga kinetik energiya to'liq o'tadi.)

Real gaz:

- ▶ Gaz zarralari (atomlar, molekulalar, ionlar) hajmga ega
- ▶ Gaz zarralari, masofa ortishi bilan kamayib boruvchi o'zaro ta'sir kuchlari bilan bog'langan
- ▶ Molekulalararo to'qnashuvlar absolyut elastik hisoblanmaydi

Real gaz kuchli siyraklashtirilganda va normal haroratlarda
ideal gazga o'hshaydi

3. Moddaning gazsimon holati

1.2.2. Gaz qonunlari

- ▶ Gaz holati uning harorati, bosimi, hajmi va molyar massasi bilan to'liq harakterlanadi.
- ▶ **Ideal gaz holat tenglamasi** (Mendeleev-Klapeyron tenglamasi) – bosim, hajm va harorat qiymatlarini bir-biriga bog'lovchi munosabatdir:

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT$$

Ushbu qonung bo'ysunuvchi gaz ideal deb ataladi.

3. Moddaning gazsimon holati

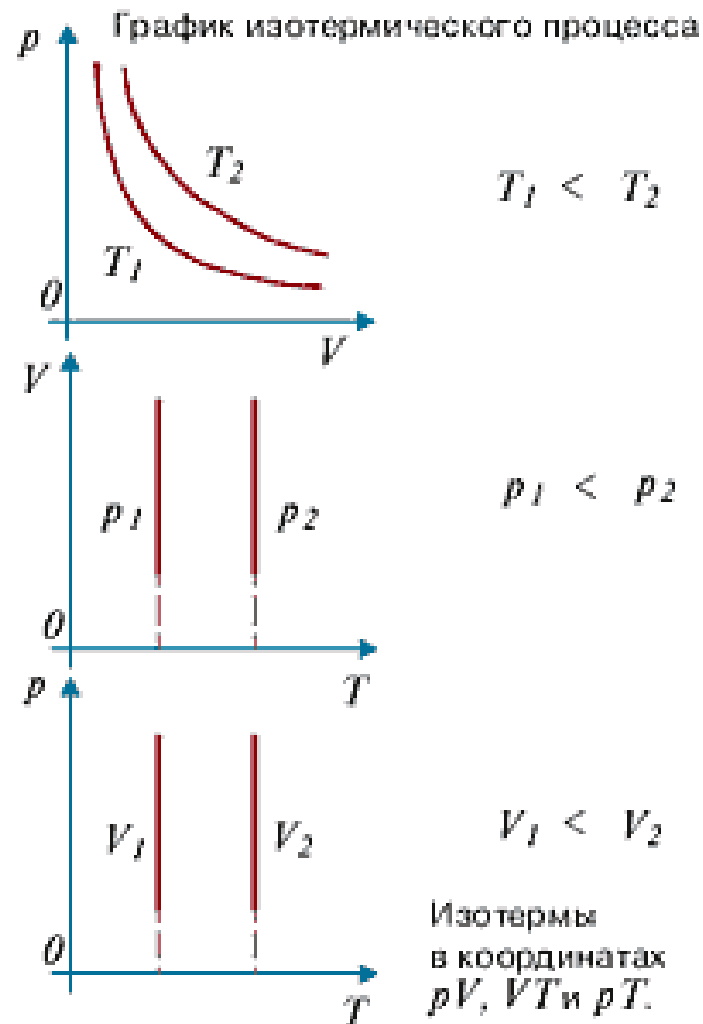
Boyl-Mariott qonuni

$T = \text{const}$ va $m = \text{const}$ bo'lganda

$$pV = \text{const}$$

Doimiy harorat va massada gaz hajmi uning bosimiga teskari proportsionaldir

Qonun **izotermik jarayonni** izohlaydi



3. Moddaning gazsimon holati

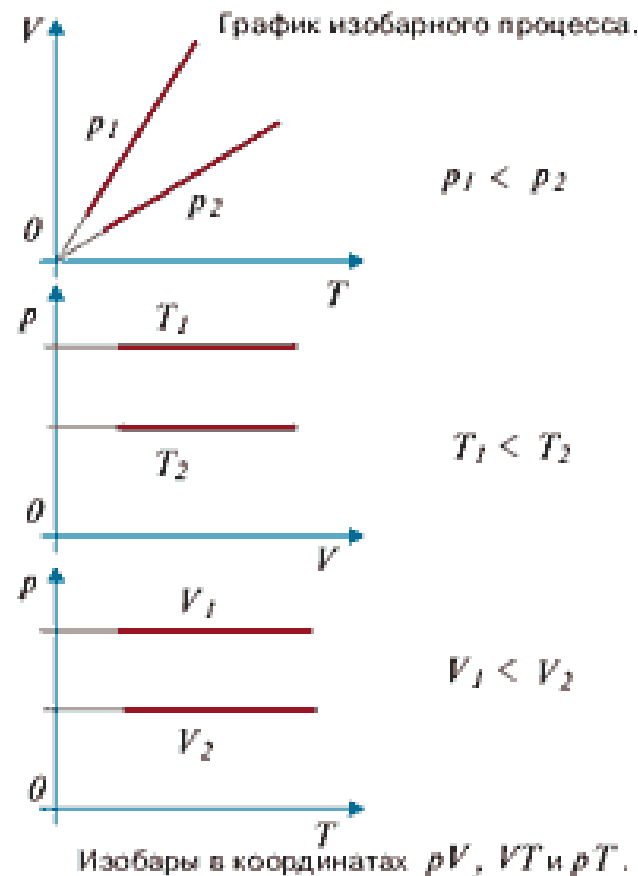
Gey-Lyussak qonuni

$p = \text{const}$ va $m = \text{const}$ bo'lganda

$$V / T = \text{const}$$

Gazning berilgan massadagi hajmi doimiy bosimda absolyut haroratga to'g'ri proportsional

Qonun **izobarik jarayonni** izohlaydi



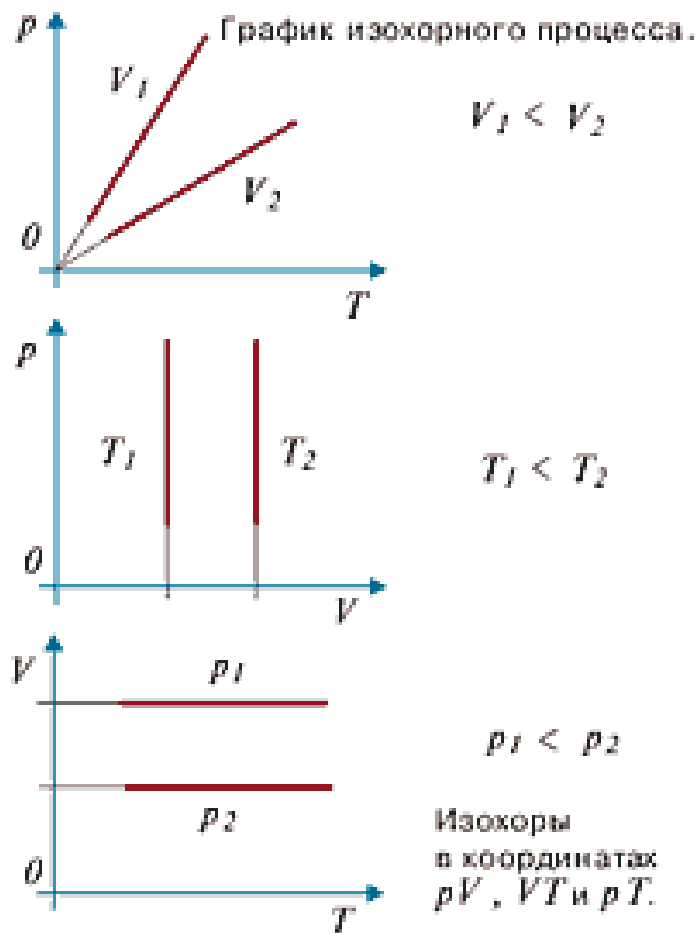
3. Moddaning gazsimon holati

Sharl qonuni

$$p/T = \text{const}$$

Gazning berilgan massadagi bosimi doimiy hajmda absolyut haroratga to'g'ri proportsional

Qonun **izohorik jarayonni** izohlaydi



3. Moddaning gazsimon holati

- ▶ Klapeyron tenglamasi yoki birlshgan gaz qonuni

$$pV/T = \text{const}$$

- ▶ Avvalgi uchta hususiy qonunlarni birlashtiradi
- ▶ Birdaniga birdan ortiq o'zgaruvchini almashtirishga imkon beradi

3. Moddaning gazsimon holati

- ▶ Boyle-Mariott qonuni

$$pV = \text{const}$$

- ▶ Gey-Lyussak qonuni

$$V/T = \text{const}$$

- ▶ Sharl qonuni

$$p/T = \text{const}$$

- ▶ Klapeyron tenglamasi yoki birlashgan gaz qonuni

$$pV/T = \text{const}$$

3. Moddaning gazsimon holati

1.2.3. Ideal gazlar aralashmasi

- ▶ Gazlar aralashmasi ham toza gazlar qonunlariga bo'ysinadi
- ▶ Aralashma komponentlari – aralashmaning tashkil etuvchi gazlar
- ▶ **Aralashma komponentasining partsial bosimi** – aralashma haroratida bir komponent butun hajmini egallagandagi bosimi (yani gazning boshqa komponentlari yoq bo'lganda)
- ▶ Dalton qonuni: komponentlarning partsial bosimlari yig'indisi gazlar aralashmasining umumiy bosimiga teng

$$p_{\text{смеси}} = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_{i=1}^n p_i$$

$$p_i = n_i \frac{RT}{V} \quad , \quad \text{u holda} \quad p_{\text{смеси}} = \frac{RT}{V} (n_1 + n_2 + \dots + n_i)$$

3. Moddaning gazsimon holati

I.2.4. Gazlar kinetik nazariyasi

Molekulyar-kinetik nazariya (MKN). R. Klauzius

Asosiy holatlar:

- ▶ Molekulalar – ma'lum bir massali moddiy nuqtala. Molekula o'lchamlari ular orasidagi masofaga nisbatan hisobga olmaydigan darajada kichik.
- ▶ Gaz molekulalari uzluksiz va tartibsiz harakatda bo'ladi. To'qnashishlar orasida to'g'ri chiqizqli harakat qiladi. Harakat barcha yonalishlar bo'yicha bir hil.
- ▶ Molekulalar orasida tortishish va itarish kuchlari yoq. Molekulalar to'qnashganda o'zlarini elastik sharlar kabi tutadi.
- ▶ Gazning o'rtacha kinetik energiyasi uning haroratiga to'g'ri proportsional. Molekulalar tezligi ihtiyoriy bo'lishi mumkin: 0 dan ∞ gacha.

3. Moddaning gazsimon holati

- ▶ MKN asosiy tenglamasi

$$pV = \frac{1}{3}mN\bar{v}^2$$

Gaz bosimini molekularning ilgari lanma harakat o'rtacha kinetik energiyasi bilan bog'likligini ifodalaydi

$$\bar{v}^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{N}$$

- ▶ Absolyut harorat ideal gaz molekularining kinetik energiya o'lchovi hisoblanadi. Gaz molekulasi kinetik energiyasi haroratga to'g'ri proportsional:

$$E = \frac{3}{2}kT$$
$$k = \frac{R}{N_A} \text{ - Boltsman doimiysi, } k = 13,805 \cdot 10^{-24} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

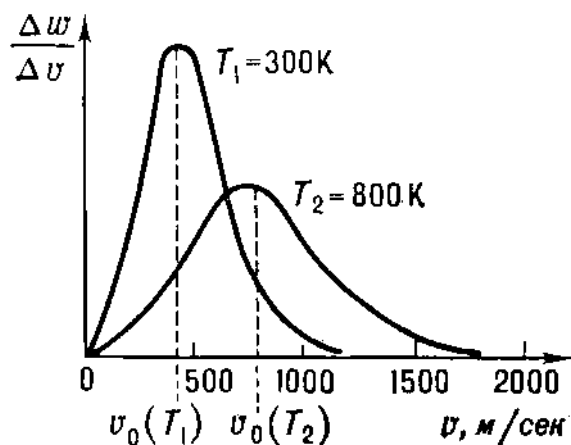
Bir hil haroratdagi gazlar molekulari bir hil kinetik energiyaga ega

3. Moddaning gazsimon holati

- ▶ Berilgan haroratda molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi

$$\bar{v} = \sqrt{\bar{v}^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

- ▶ Doimiy haroratdagi molekular energiya yig'indisi doimiy bo'ladi, ammo turli molekular energiyasi bir hil bo'lmaydi va uzluksiz o'zgarib turadi.
- ▶ Gaz molekulalarining tezliklar (energiyalar) bo'yicha taqsimoti Maksvell qonuniga bo'ysinadi.



Harorat qancha ortsa, molekulalarning o'rtacha tezligi ham shuncha katta bo'ladi. Lekin o'rtacha tezlikka ega bo'lgan molekulalarning soni kamayadi, molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimoti kengayadi.

Molekula qanchalik og'ir bo'lsa? Shunchalik sekin harkatlanadi:

Vodorod molekulas (n.sh.) – 1840 m/s

Kislorod molekulas (n.sh.) – 480 m/s

Simob bug'lari (bug'lar, n.sh.) – 170 m/s

3. Moddaning gazsimon holati

Ideal gazlar bir hil molyar hajmga ega.

Normal sharoitda $V_M = 22,4140 \text{ dm}^3$

Boshqa harorat va bosimlarda bu qiymat o'zgaradi.

3. Moddaning gazsimon holati

1.2.5. Real gazlar

- ▶ Ideal gaz qonunlariga bo'ysinmaydi. Chetlanishning asosiy sabablardan gaz molekulalarining o'zaro tortishishi va ularning hususiy hajmga ega bo'lishi.
- ▶ V_M Molyar hajm chetlanishlar xarakteristikasini bildiradi

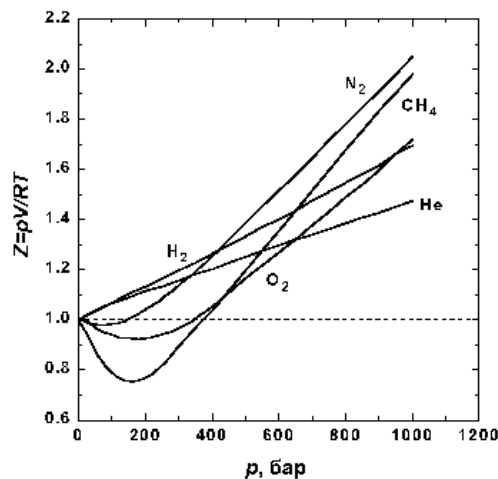
Gaz	0°S va 1 atm , <i>lit</i> r da molyar hajm
H ₂	22,43
He	22,43
N ₂	22,40
CH ₄	22,36
CO ₂	22,26
SO ₂	22,89
C ₄ H ₁₀	21,50

3. Moddaning gazsimon holati

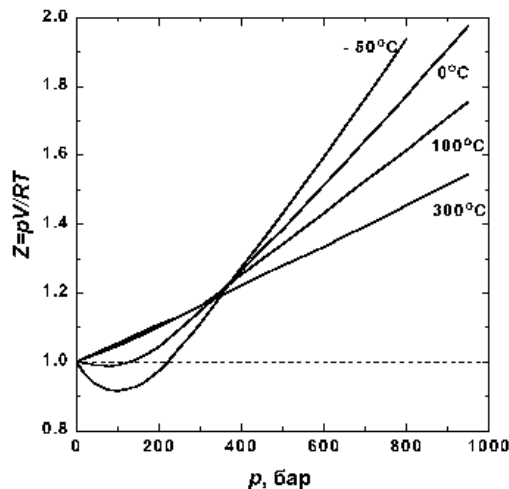
- ▶ Gazning ideal holatdan chetlanishi siquvchanlik faktori bilan xarakterlanadi

$$z = \frac{V_{M \text{ реал.}}}{V_{M \text{ ид.}}} = \frac{pV_{M \text{ реал.}}}{RT}$$

- ▶ Ideal gaz uchun $z=1$



298 K da ba'zi gazlarning siqiluvchanlik faktorini bosimga bog'likligi



Turli haroratlarda azotning siqiluvchanlik faktorini bosimga bog'likligi

Past bosimlarda real gazlar ideal gazlarga nisbatan ko'proq siqiluvchan bo'ladi ($z < 1$), yuqori haroratlarda esa – kamroq siqiluvchan bo'ladi ($z > 1$).

3. Moddaning gazsimon holati

- ▶ Real gazlar Mendeleev-Klapeyron tenglamasiga bo'sinmaydi.
- ▶ Real gaz holat tenglamasi (Van der Vaals tenglamasi)

$$\left(p + \frac{a}{V_M^2}\right)(V_M - b) = RT \quad \text{bir mol uchun}$$

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT \quad \mathbf{n} \text{ mol uchun}$$

a – molekulalararo o'zaro ta'sirlarni hisobga oladi;

b – molekulaning hususiy hajmini hisobga oladi.

- ▶ **a** va **b** koeffitsientlar turli gazlar uchun turlicha bo'ladi, shuning uchun Van der Vaals tenglamasi universal hisoblanmaydi.
- ▶ Past bosimlarda va yuqori haroratlarda Van der Vaals tenglamasi ideal gaz holat tenglamasiga o'tadi.

3. Moddaning gazsimon holati

- ▶ Ditterichi tenglamasi

$$p = \frac{RT}{V_M - b} \exp\left(-\frac{a}{V_M RT}\right)$$

- ▶ Virial tenglama yoki virial koeffitsientli tenglama

$$pV_M = RT \left(1 + \frac{B}{V_M} + \frac{C}{V_M^2} + \frac{D}{V_M^3} + \dots \right)$$

B, C, D va h.k. – ikkinchi, uchinchi, to'rtinchi va h.k. virial koeffitsientlar. Ular gaz tabiatiga, haroratiga bog'liq va p, V, T larning tajribaviy qiymatlaridan hisoblanadi.

- ▶ Ko'p hollarda ikkinchi virial koeffitsientli tenglamadan foydalaniladi.

3. Moddaning gazsimon holati

- ▶ Real gazlarning holat tenglamasi texnologik hisoblarda eng ko'p qo'llanilgan

$$pV = znRT$$

bu erda z – gaz siqiluvchanlik koeffitsienti

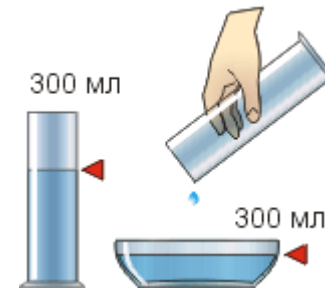
3. Moddaning gazsimon holati

- ▶ Gazlar sezirarli siyraklashtirilganda ideal gaz qonunlari yahshi qo'llaniladi, lekin gazlarning ba'zi xossalari anchagina o'zgaradi. Masalan, gaz siyraklashtirilishi bilan molekulalarning erkin yugurish yo'li ortadi, natijada gazlarning issiqlik o'tkazuvchanligi kamayadi. Bu hodisadan termoslarda, Dyuar idishlarida foydalaniladi.
- ▶ Yuqori bosimlarda (100 atm va undan yuqori) molekulalararo masofa molekula o'lchamlariga yaqin bo'lib qoladi, va turli hossalarga ko'ra gaz suyuqlikka o'hshab qoladi.
- ▶ Yuqori haroratlarda gazda erkin atomlar, radikallar va ionlar hosil bo'ladi. O'ta yuqori haroratlarda gaz plazma holatiga o'tadi.

4. Moddaning suyuq holati

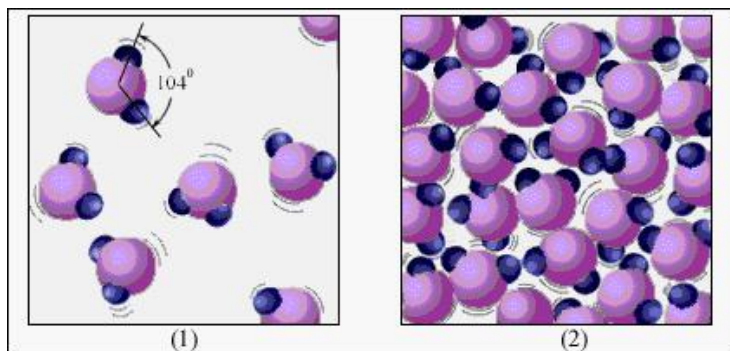
1.3.1. Asosiy tushunchalar

- ▶ Suyuq agregat holati qattiq va gazsimon orasidagi holat hisoblanadi
- ▶ Suyuqliklar hususiy hajmga ega
- ▶ Suyuqliklar o'zi turgan idish shaklini egallaydi

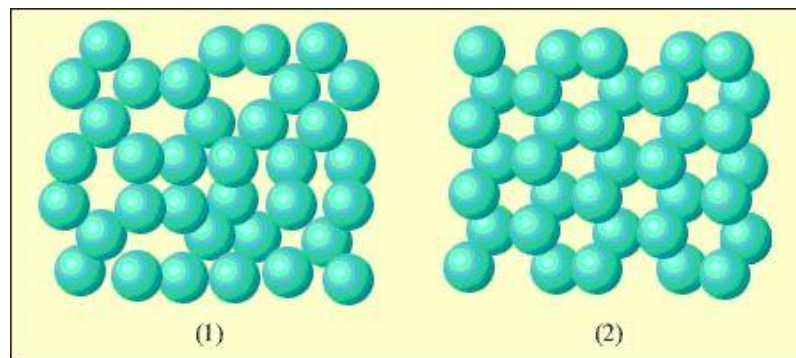


4. Moddaning suyuq holati

- ▶ Suyuqlikning yaqin joylashgan molekulari bir nechta molekuladan iborat tartibli strukturalarni hosil qilishi mumkin. Bu holat **yaqin tartib** deyiladi.
- ▶ **Yaqin tartib** — zarrachalar orasidagi masofaga yaqin masofalarda takrorlanuvchi, modda atomlar yoki molekular o'zaro joylashuvidagi tartiblilik, ya'ni yaqin tartib qo'shni zarralar joylashuvidagi qonuniyat.



Suv strukturasi:
(1) –suv bug'i;
(2) – suyuq suv



Suyuqlik molekularining yaqin tartibi va
kristall modda molekularining uzoq
tartibi: (1) –suyuq suv;
(2) – muz (qattiq jism)

4. Moddaning suyuq holati

Suyuqlik holatiga ta'sir etuvchi faktorlar:

► **Suyuqlik kimyoviy tabiati**

- ❑ Qutbsiz suyuqliklarda molekulalararo o'zaro ta'sirlar kuchsiz bo'ladi, shuning uchun bunday suyuqliklar hossalari bo'yicha gazlarga yaqinroqdir
- ❑ Qutbli suyuqliklarda molekulalararo o'zaro ta'sirlar kuchli bo'ladi, shuning uchun bunday suyuqliklar tuzilishi va hossalari bo'yicha qattiq jismlarga yaqinroqdir.

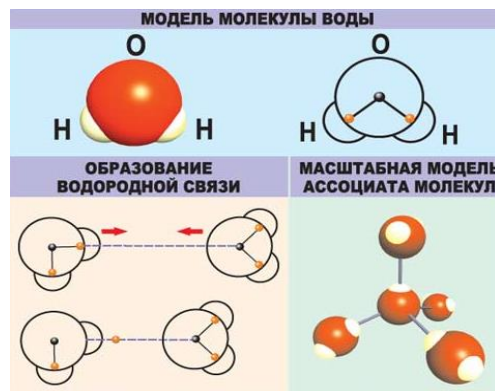
► **Tashqi sharoitlar, hususan, harorat**

- Harorat qanchalik past bo'lsa va suyuqlik harorati kristallanish haroratiga yaqin bo'lsa, zarrachalarni tartiblanish darajasi shunchalik katta va suyuqlik hossalari qattiq jism hossalari qattiq jismlariga shunchalik yaqin bo'ladi
- Harorat qanchalik yuqori va qaynash haroratiga yaqin bo'lsa , shunchalik suyuqlik va gazlar holatlarida o'xshashlik bo'ladi

4. Moddaning suyuq holati

Suyuqliklardagi molekulararo bog'larning turlari:

- ▶ Van-der-Vaals o'zaro ta'sirlar
 - ▶ Orientatsion kuchlar (dipol-dipol o'zaro ta'sirlar)
 - ▶ Dispersion kuchlar (qutbsiz molekulararo o'zaro ta'sirlar)
 - ▶ Induktsion kuchlar (Qutbli va qutbsiz molekulararo o'zaro ta'sirlar)
- ▶ Vodorod bog'lar



4. Moddaning suyuq holati

1.3.2. Suyuqlik hossalari

1. **Zichlik** – berilgan haroratdagi hajm birligidagi massa

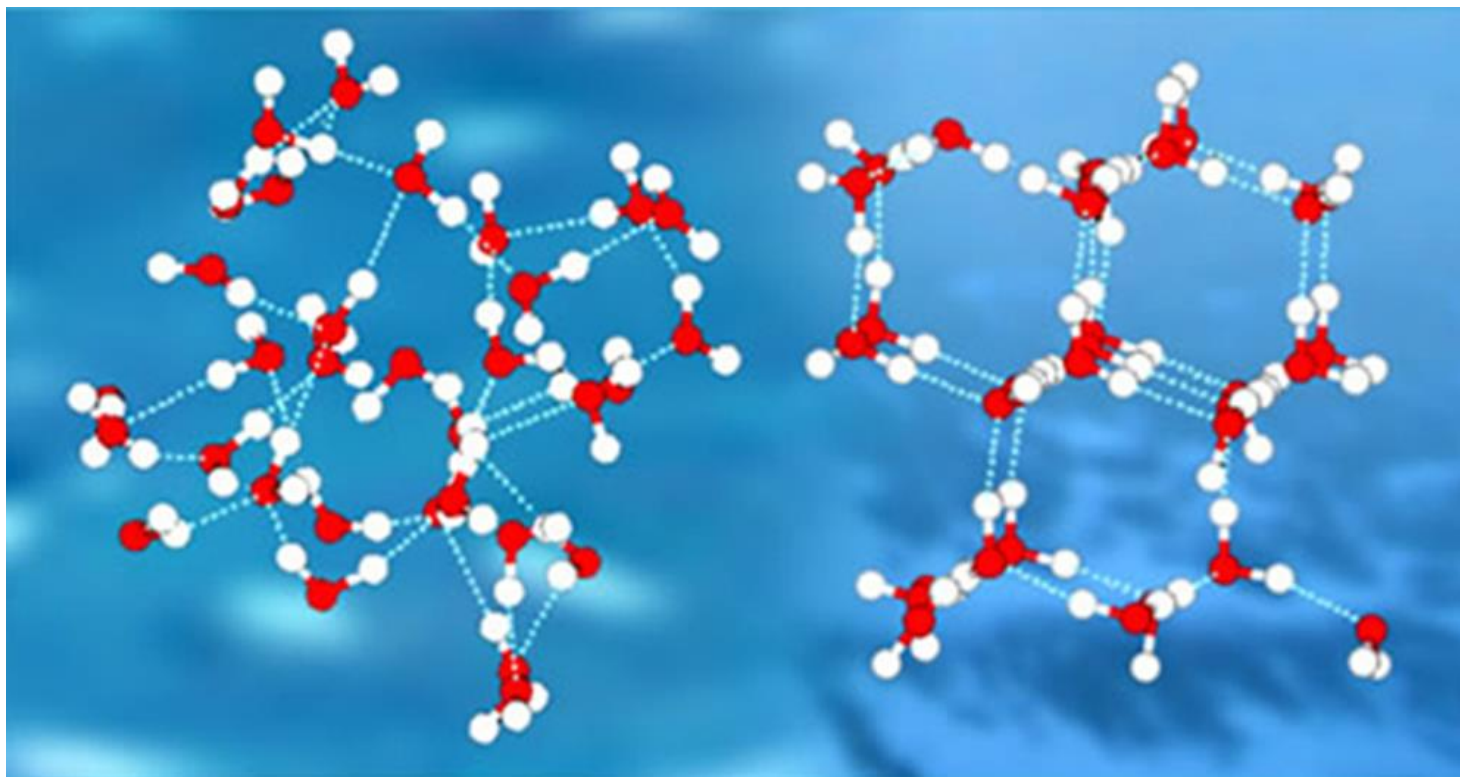
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Suyuqliklar zichligi gazlar suyuqliklaridan bir necha ming marotaba katta bo'ladi.

Harorat ortishi bilan barcha suyuqliklar zichligi kamayadi (mustasno –suv)

$$\rho_t = \rho_0(1 - kt)$$

Suv anomaliyasi !!!



Suvning(chapda) va muzning (o'ngda) strukturasi

Suvning noyobligi



Sayoradagi uchta agregat
holatdagi yagona modda.

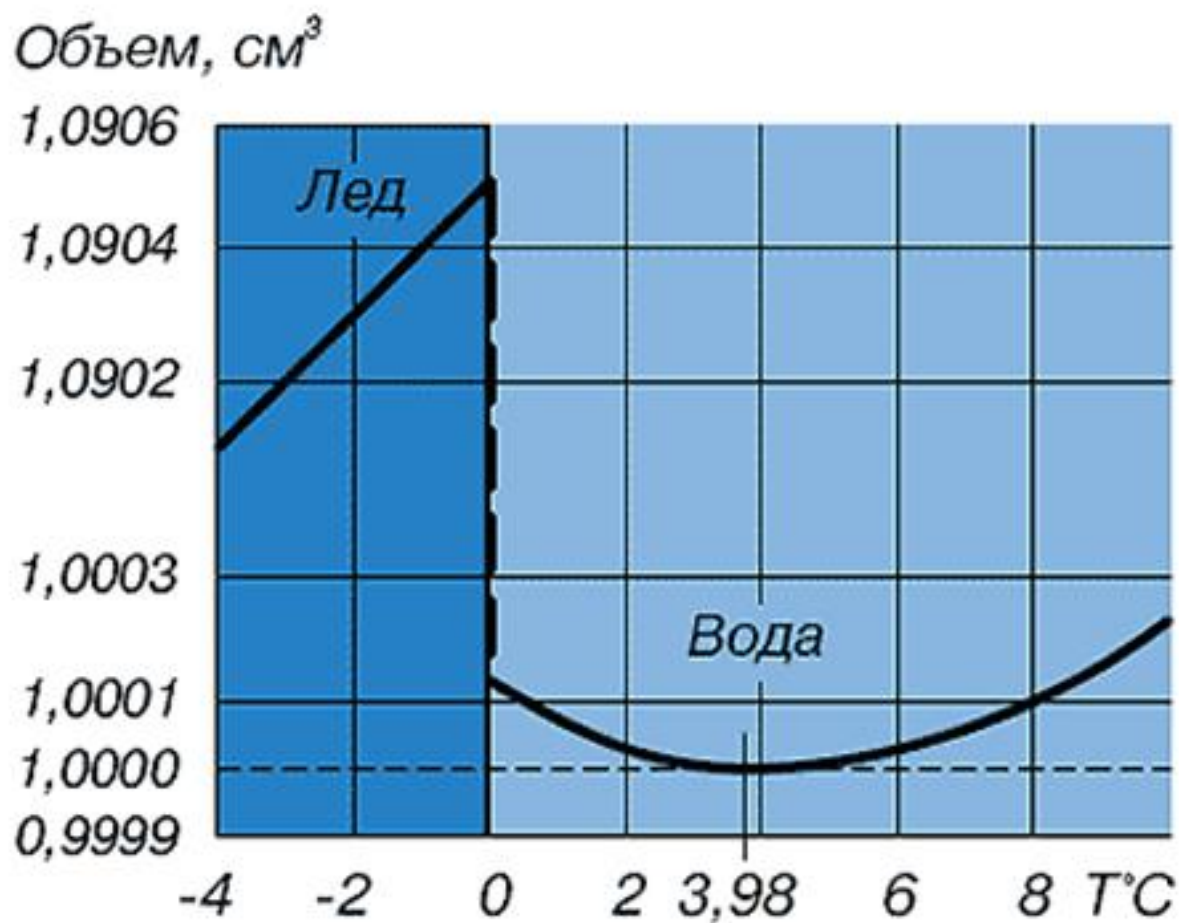


Suv zichligining anomal o'zgarishi

$t, ^\circ\text{S}$	$\rho, \text{kg/m}^3$
0	999,841
2	999,941
3	999,965
4	999,973
5	999,965
6	999,941
10	999,700
20	999,203



Suv hajmini haroratga boglanish grafigi



4. Moddaning suyuq holati

2. Suyuqlik **molyar** hajmi

$$V_M = \frac{M}{\rho}$$

Turli suyuqliklar uchun molyar hajm turlicha bo'ladi!!!

Masalan: suv uchun

$$V_M = \frac{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{1000 \frac{\text{г}}{\text{л}}} = 0,018 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$$

4. Moddaning suyuq holati

3. **Sirt taranglik** – yangi sirt hosil qilish uchun zarur bo'lgan energiya.

σ – sirt taranglik koeffitsienti

$$\sigma = \frac{A}{S} \left[\frac{\Delta_{\text{ж}}}{\text{м}^2}; \frac{H}{\text{м}} \right]$$

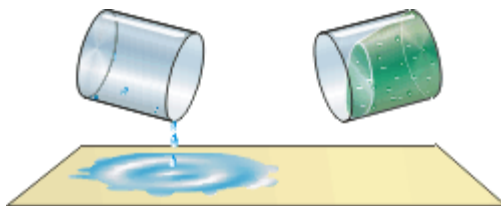
A – ish, J

S – sirt yuazasi, m²

- ▶ Suyuqlik tabiatiga, ta'sirlashib turgan jism tabiatiga, haroratga, suyuqlikda aralashmalarning mavjudligiga bog'liq.
- ▶ Harorat ortishi bilan va sirt-faol moddalar (поверхностно-активных вещества -ПАВ) qo'shilganda kamayadi.

4. Moddaning suyuq holati

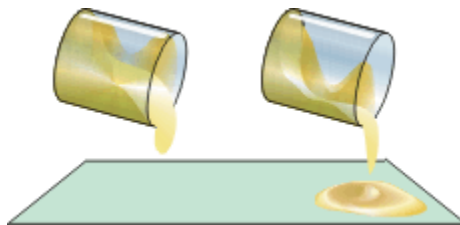
4. **Oquvchanlik** – o'z miqdordagi kuch ta'sirida kichik vaqt oralig'ida shaklni o'zgartirish hususiyati. Shuning uchun barcha suyuqliklar ingichka oqim ko'rinishida, tomchi bo'lib sochrashi, kuyilgan idish shaklini egallashi mumkin.



Oquvchanlik – qovushqoqlikka teskari bo'lgan kattalik.

4. Moddaning suyuq holati

5. **Qovushqoqlik** (ichki ishqalanish, oqimning qarshiligi) – bu suyuqlik ichidagi ma'lum bir qatlamlarning boshqa qatlamlarga nisbatan turli tezliklarda harakatlanishida paydo bo'ladigan qarshilik.



Qovushqoqlik – oquvchan moddaning termodinamik hossasi.

Suyuqlik qovushqoqligi harorat ortishi bilan kamayadi (mustasno -suv).

Oquvchanlik oquvchan materiallarni quvurlar orqali transportirovkasi, suyuqlik va gazlar aralashtirishi, kemalar va samolyotlar harakati va shu kabilar bilan bog'liq bo'lgan ishlab chiqarish masalalarini yechishda muhim ahamiyatga ega.

4. Moddaning suyuq holati

- **Dinamik qovushqoqlik** (ichki ishqalanish koeffitsienti) μ

$$\mu = \frac{F \cdot l}{S \cdot v} \quad [\text{Па} \cdot \text{с}] = [10^3] = [10^3 \text{ сПа}]$$

F – siljishga qarshilik kuchi, N

l – masofa, $l = 1 \text{ m}$

S – sirt yuzasi, $S = 1 \text{ m}^2$

v – tezlik, $V = 1 \text{ m/s}$

$$1 \text{ Па} = 0,1 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2} = 0,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

- **Kinematik qovushqoqlik** ν – suyuqlik dinamik qovushqoqligini uning zichligiga nisbati

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \left[\frac{\text{М}^2}{\text{с}} \right] = [10^4 \text{ СТ}]$$

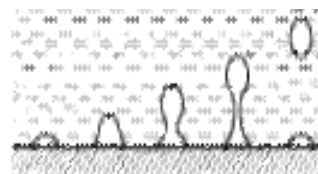
4. Moddaning suyuq holati

1.3.3. Bug' hosil bo'lishi

- ▶ Bug' hosil bo'lishi – moddaning gazsimon holatga o'tishi.
- ▶ Suyuqlik uchun ikkita bug' hosil bo'lishi shakli mavjud: bug'lanish va qaynash.
- ▶ Bug'lanish faqat suyuqlik ochiq sirtida hosil bo'ladi.
- ▶ **Qaynash** – Suyuqlikning butun hajmi bo'ylab bug' hosil bo'lish jarayoni.



Bug'lanish



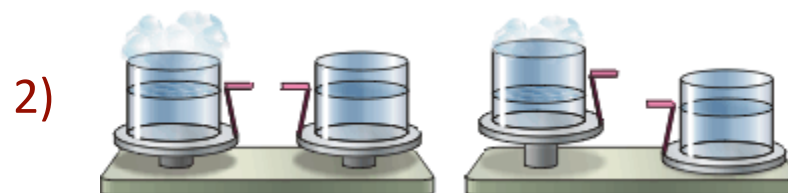
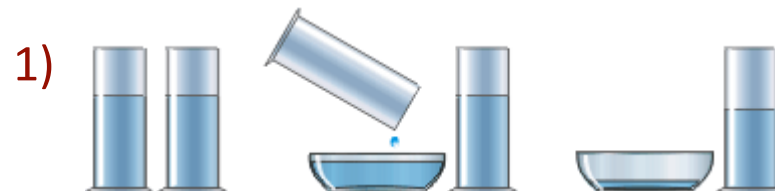
Qaynash



4. Moddalarning suyuq agregat holati

► Bug' hosil bo'lish issiqligiga quyidagilar ta'sir qiladi:

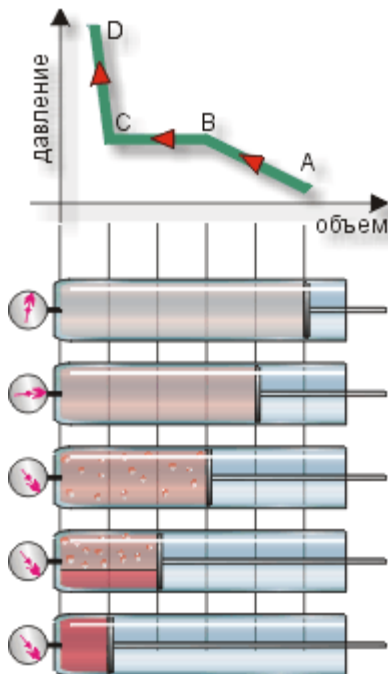
- 1) Ochiq sirt yuzasi
- 2) Suyuqlik harorati
- 3) Bug' hosil bo'layotgan sirt ustidagi bug' bosimi
- 4) Suyuqlik tabiati



4. Moddalarning suyuq agregat holati

1.3.4. Kondensatsiya

- ▶ Moddaning gazsimon holatdan suyuq yoki qattiq (kondensirlangan) holatlarga o'tishi **kondensatsiya** deyiladi.



A nuqta – modda gazsimon holatda

AB – gaz hajmi kamayadi, gaz bosimi ortadi, tsilindrda faqat gaz bo'ladi

B nuqta – gaz kondensatsiyasi boshlanadi

BC – hajm kamayadi, bosim o'zgarmas, gaz kondensatsiyasi sodir bo'ladi, suyuqlik hosil bo'ladi, tsilindrda suyuqlik+to'yingan bug' bo'ladi

C nuqta – kondensatsiya tugadi, tsilindrda faqat suyuqlik bo'ladi

CD – bosim ortadi, hajm deyarli o'zgarmaydi, suyuqlik siqilishga qarshilik ko'rsatadi

4. Moddalarning suyuq agregat holati

► To'yingan bug' bosimi

O'z suyuqligi bilan termodinamik muvozanatda bo'lgan gaz **to'yingan bug'** deyiladi. "To'yingan" deganda berilgan haroratda bug' molekulalari ortmaydi, ya'ni zichligi ham ortmaydi.

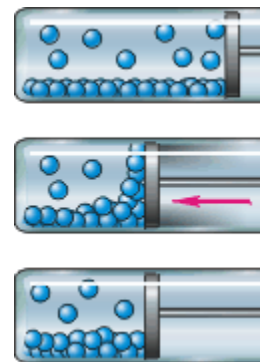
Tsilindrning BC qismida bir vaqtda gaz va suyuqlik bo'ladi (avvalgi slaydaga qarang).

Ularning harorati va bosimi bir hil.

Bu bosim suyuqlik va gaz miqdorifa bog'liq emas.

Porshenni ichkariga surib, qisqa vaqtga porshen oldidagi gaz bosimini orttiramiz, bu esa molekulalar bir qismini suyuqlikka o'tishiga olib keladi, va bosim yan avvalgidek bo'lib qoladi.

Bunday holatni, tsilindrda termodinamik muvozanat kuzatilyapti deyiladi.



4. Moddalarning suyuq agregat holati

- ▶ **To'yingan bug' bosimi** – moddaning xarakteristikalaridan biri.
- ▶ Qoidaga ko'ra, turli moddalar uchun turlicha bo'ladi.
- ▶ Normal sharoitlarda to'yingan bug' bosimi kichik qiymatga ega bo'lgan moddalar qattiq yoki suyuq, katta qiymatga ega bo'lgan moddalar – gazsimon bo'ladi. O'rtacha qiymatlarda esa modda engil bug'lanuvchan suyuqlik, yoki engil suyultiriladigan gaz bo'ladi.

Modda	To'yingan bug' bosimi, kPa, 20°S haroratda
Simob	0,0002
Suv (0°S da)	2,3
Suv (100 °S da)	101,3
Etanol	5,9
Freon	570

4. Moddalarning suyuq agregat holati

- ▶ Harorat ortishi bilan to'yingan bug' bosimi ortib boradi

Modda	To'yingan bug' bosimi, kPa
Suv (0°C da)	2,3
Suv (100 °C da)	101,3

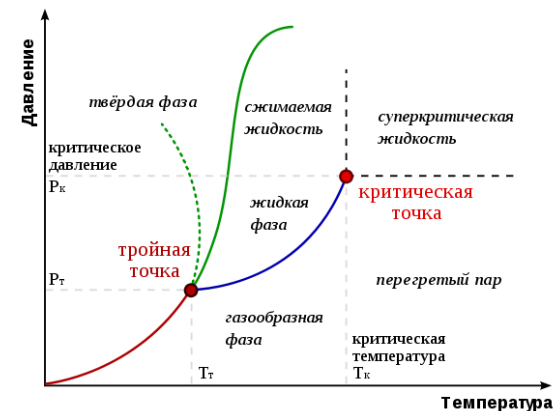
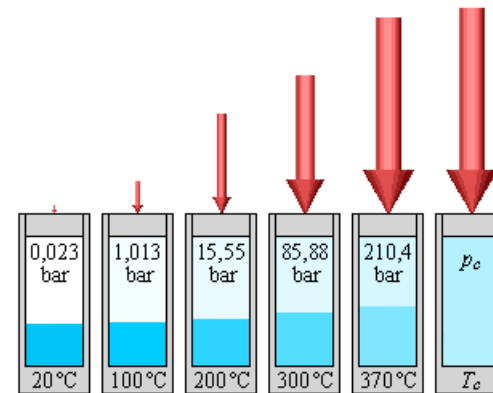
- ▶ **Suyuqlik qaynashi to'yingan bug' bosimi va tashqi bosim tengligi bilan xarakterlanadi**

Modda	To'yingan bug' bosimi, kPa	Tashqi bosim, kPa
Suv (100 °C da)	101,3	101,3

4. Moddalarning suyuq agregat holati

Haroratni tashqi bosim va to'yingan bug' bosimiga bog'liqligi:

- ▶ Tashqi bosim ortishi bilan qaynash harorati ortadi;
- ▶ To'yingan bug' bosimi harorat ortishi bilan doimo ortib boradi;
- ▶ Tashqi bosimni orttirib qaynash haroratini ma'lum bir chegarali kritik haroratgacha va kritik bosimgacha orttirish mumkin. Bundan yuqori holatda suyuq va gazsimon faza chegarasi yoq bo'lib ketadi (flyuidli suyuqlik).
- ▶ Suvning kritik harorati:
 $T=647\text{K}$, $p=218,3\text{ bar}$



5. Moddalarning qattiq holati

- ▶ Qattiq modda o'z hususiy shakliga va shaklini o'zgartirilishiga yo'naltirilgan barcha ta'sirlarga qarshilik ko'rsatadi
- ▶ Zarrachalarning yuqori tartiblanganligi (uzoq tartib)
- ▶ Uzoq tartib — cheksiz katta masofalarda takrorlanuvchi, moddadagi atom yoki molekulalar o'zaro joylashuvidagi tartiblanganlik.
- ▶ Qattiq moddalar ikki holatda bo'lishi mumkin:
 - ❑ kristall
 - ❑ amorf

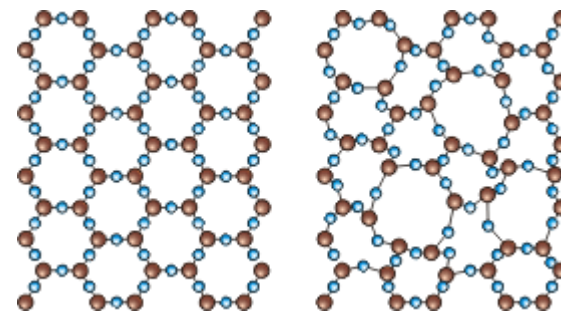
5. Moddalarning qattiq holati

► Kristall moddalar:

- ❑ Aniq ifoda qilingan erish harorati
- ❑ Kristallarning aniq geometrik shakli (kristall panjara)

► Amorf moddalar:

- ❑ Ma'lum bir erish haroratiga ega emas (isitilganda asta-sekin yumshaydi, oquvchan bo'lib boraveradi).
- ❑ Yuqori bo'lmagan haroratlarda ham oquvchanlikka ega bo'ladi, shuning uchun ularni juda qo'yiqlik va qovushqoqlik suyuqliklari deb qarash mumkin.
- ❑ Zarrachalar joylashuvida aniq tartib yo'q
- ❑ Vaqt o'tishi bilan o'z-o'zidan kristal holatga o'tadi

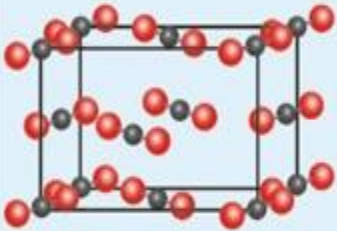
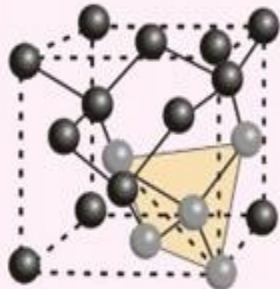
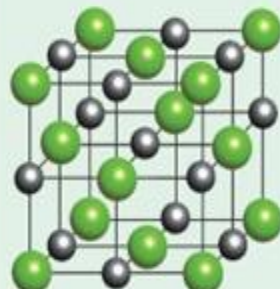
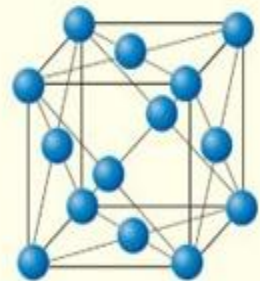


Chapdagi rasmda kristall kvarts (SiO_2) ning, o'ngdagi rasmda esa amorf kvarts (SiO_2) ning zarrachalari joylashuvi tasvirlangan.

Bu moddalar bir hil zarralardan – kremniy va kislorod atomlaridan tashkil topgan.

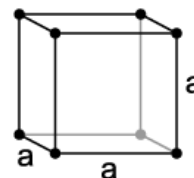
5. Moddalarning qattiq holati

Kristal panjara turlari:

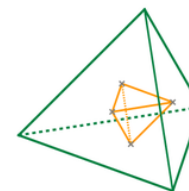
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ CO_2	АТОМНЫЕ C	ИОННЫЕ NaCl	МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ Cu
 Углекислый газ  $t_{\text{кип}} -78^\circ\text{C}$ Твердая двуокись углерода 	 $t_{\text{пл}} 3500^\circ\text{C}$ $t_{\text{кип}} 4200^\circ\text{C}$ Алмаз 	 $t_{\text{пл}} 801^\circ\text{C}$ $t_{\text{кип}} 1465^\circ\text{C}$ Галит 	 $t_{\text{пл}} 1083^\circ\text{C}$ $t_{\text{кип}} 2567^\circ\text{C}$ Медь 

5. Moddalarning qattiq holati

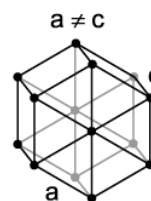
- ▶ Kristall –fazoda davriy ravishda takrorlanuvchu, tartibli zarralardan tashkil topgan qattiq jism
- ▶ Kristallning eng kichik struktura birligi elementar yacheyka hisoblanadi.
- ▶ Unda zarralar eng zich tahlanish printsipiga ko'ra joylashadi, bunda bu zarralar orasida hajm bo'yicha eng kichik bo'shliq qoladi.
- ▶ Asosiy elementar yacheykalar:
 - 1) Kubik
 - 2) Tetragonal yoki tetraedrik
 - 3) Geksagonal
 - 4) Romboedrik yoki trigonal
 - 5) Rombik
 - 6) Monoklinnik
 - 7) Triklinnik



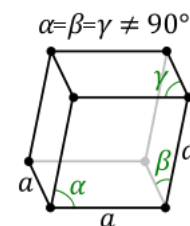
1)



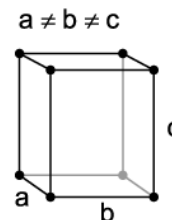
2)



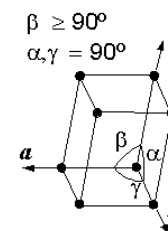
3)



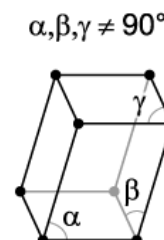
4)



5)



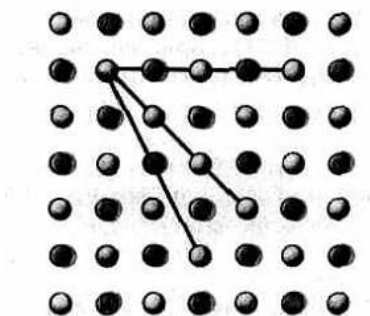
6)



7)

5. Moddalarning qattiq holati

- ▶ Kristall jismlarning fizik (uzilishga mustahkamlik, elastiklik, issiqlik- va elektro'tkazuvchanlik, yorug'lik o'tkazuvchanligi va h.k. kabi) hossalari turli yo'nalishlarda bir hil emas, lekin parallel yo'nalishlarda mos keladi.
- ▶ Jismlarning bunday hossalari **anizotropiya** deyiladi.



- ▶ Amorf jismlarning hossalari barcha yonalishlarda bir hil bo'ladi, ya'ni amorf jismlar **izotropdir**.

5. Moddalarning qattiq holati

- ▶ Kristal jismlar monokristall va polikristallarga bo'linadi.
- ▶ **Monokristallar** (monolit, yagona kristallar) butun hajm bo'ylab davriy takrorlanuvchi ichki strukturaga ega bo'ladi.



- Germaniy, kremniy va b. monokristallarini yarim o'tkazgichli apparaturalar tayorlashda foydalaniladi.
- Kvarts, germaniy, litiy ftorid va b. monokristallarini ko'plab asboblarni optik qismlarida foydalaniladi.
- Olmos monokristallarini o'ta qattiq materiallarni qayta ishlashda foydalaniladi
- Taqinchoqlar – brilliantlar, topazlar, sapfirlar, yoqutlar va b.
- ▶ **Polikristall jismlar** haotik orientirlangan kichik kristallarning bir-biri bilan qo'shilib o'sishi – kristallitlardir.
- ▶ Polikristall jismning har bir kichik monokristalli anizotropdir, lekin polikristall jism izotrop.

5. Moddalarning qattiq holati

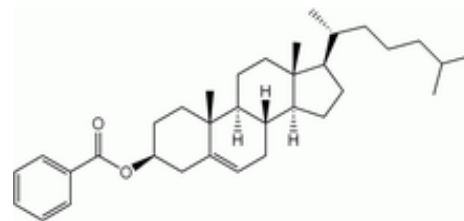
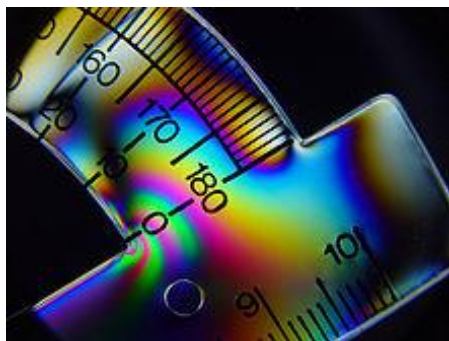
- ▶ Tuzlar kristallogidratlari – tarkibida suv molekulari bo'lgan ion kristalli qattiq tuzlar
- ▶ Tuzlar kristallogidratlarini kristallangab suv miqdori va kristallni tashkil qiluvchi boshqa zarralar bilan suv molekulasini bog'lanish xarakteri (koordinatsion, vodorod bog'lar) bo'yicha farqlanadi.
- ▶ $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,
- ▶ Kristallogidratlar hosil bo'lishi doimo issiqlik ajralishi bilan sodir bo'ladi
- ▶ Suv molekulari ham kationlar, ham anionlar bilan bog'lanishi mumkin



$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kristalli

6. Moddaning suyuq kristall holati

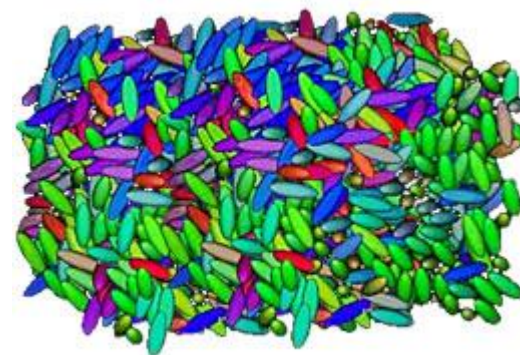
- ▶ Moddaning suyuq kristalli (mezomorf) holati deb, hossasi qattiq kristall va suyuqliklar hossalariga oraligida bo'lgan holatga aytiladi.
- ▶ Suyuq kristallar qattiq kristall jismlar hossalariga (uzoq orientatsion tartibga egaligi, optik hossalari – yorug'lik sochilishi, qutblanishi va sinishi, anizotropiya) hamda suyuqlik hossalariga (oquvchanlikni namoyon bo'lishi, qovushqoqlik) ham ega bo'ladi.
- ▶ Suyuq kristallar - ba'zi organik moddalarning alohida holati bo'lib, ular oquvchanlik va kristal strukturalar kabi fazoviy strukturalar hosil qilish hossasiga ega bo'ladi.
- ▶ Xolesterilbenzoat, 145°S da erib suyuq kristallga ega bo'lgan loyqa qotishma hosil qiladi; 179°S haqiqiy tiniq suyuqlik bo'lib qoladi.



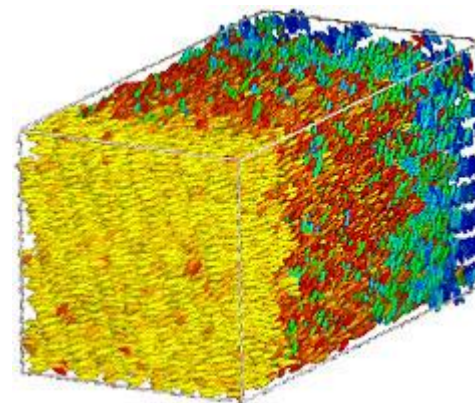
6. Moddaning suyuq kristall holati

Molekulalari cho'ziqsimon shaklga ega bo'lgan moddalar suyuq kristallar hosil qiladi. Ushbu molekulalar o'zaro orientatsiyasi fizik hossalari anizotropiya (ya'ni bir-biriga o'xshashlik) sini belgilab beradi.

Suyuq kristallar o'z strukturasini va yorug'lik optik hossalari elektr kuchlanish ta'sirida o'zgartirishi mumkin.



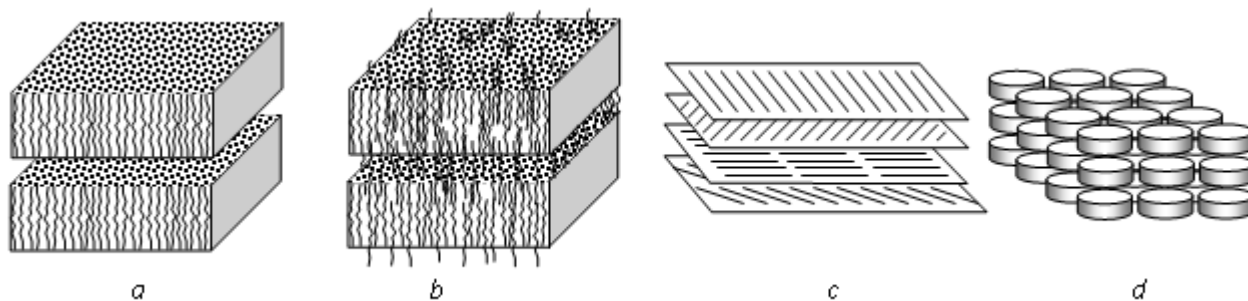
Hossalari barcha yo'nalishlarda bir hil bo'lgan oddiy suv



Orientatsion tartibga ega bo'lgan suyuq kristall

6. Moddaning suyuq kristall holati

- ▶ Suyuq kristallar molekularining fazodagi orientatsiya usuliga bog'liq ravishda to'rt sinfga bo'linadi: nematiklar, smektiklar, xolesteriklar va diskotiklar.
- ▶ Nematik suyuq kristallarda molekular o'qlari bir-biriga nisbatan parallel orientirlangan. Molekulalar qatlamlar bilan joylashadi, molekular o'qlarining yo'nalishlari qatlamlarga perpendikulyar bo'ladi (a-rasm).
- ▶ Smektiklar molekulari ham qatlamlarga perpendikulyar joylashadi (b-rasm), ammo molekularning ma'lum bir qismi qisman boshqa qatlamlarda joylashadi.
- ▶ Xolesteriklar molekulari ham qatlamlar bilan joylashadi (c - rasm), lekin molekula o'qlari o'zlari yotgan tekisliklarga parallel orientirlangan va molekular yo'nalishi bir qatlamdan ikkinchisiga o'tishda burama chiziqlar bo'yicha o'zgaradi.
- ▶ Diskotiklarda (d - rasm) uzun molekular disklar (tabletkalar) shakli ko'rinshida o'ramlarga o'raladi.

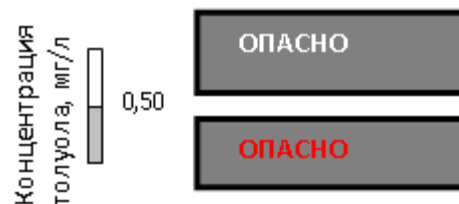


6. Moddaning suyuq kristall holati

- ▶ Suyuq kristallar o'zlarining fizik hossalari turli fizik omillar (harorat, elektr va magnit maydonlar, mexanik kuchlanishlar, nurlanishlar) ta'sirida o'zgartiradi, bu esa zamonaviy qurilmalar va texnologiyalarda keng foydalaniladi:
 - ▶ Indikatorli qurilmalar (elektronika, soatlar, mobil telefonlar);
 - ▶ Monitorlar, televizorlar, tablolar va h.k.larni suyuq kristalli ekranlari;
 - ▶ Termometrlar, termoskoplar, haroratni ortganini ko'rsatuvchi qurilmalar;
 - ▶ Termobo'yoqlar (sirtini qiziganligini ko'rsatuvchi);
 - ▶ Kimyoviy havfni signalizatsiyasi uchun.

Kimyoviy havf signalizatsiya qurilmalari

- ▶ Bunday qurilmalarning ishlash printsipti suyuq kristall molekulalarining ba'zi kimyoviy moddalar bilan o'zaro ta'sirga kirib, yirikroq molekulalar hosil qilish qobiliyatiga asoslanadi. Bu jarayon ingichka suyuq kristall plyonkalarining rangini o'zgarishi bilan boradi.
- ▶ Qurilma neytral rangdagi tablodan iborat bo'lib, unda suyuqkristall modda yordamida havf signali tasvirlanadi. Agarda zararli modda (masalan, toluol) konsentratsiyasi uncha katta bo'lmasa, suyuq kristall plyonkasining rangi neytral bo'ladi. Havodagi toluolning konsentratsiyasi belgilangan me'yordan oshib ketsa, tablodagi yozuv qizil rangga aylanadi.



7. Plazma

- ▶ Plazma — qisman yoki to'liq ionlashgan gaz bo'lib, unda manfiy va musbat zaryadlar zichligi deyarli bir hil.
- ▶ Plazmaning asosiy hossalari – yuqori harorat (10^3 dan 10^9 gacha K) va erkin zaraydalangan zarralarning intensiv harakatiga bog'liq bo'lgan elektro'tkazuvchanlik.



Plazmali lampa



Quyosh plazmasi

- ▶ Plazmani metallarni issiqlik bilan qayta ishlashda (plazmali payvandlash); boshqa sharoitlarda amalga oshmaydigan, endotermik reaksiyalarning amalga oshishi uchun (NO sintezi, tabiiy gazdan vodorodni olish) va boshqalar.