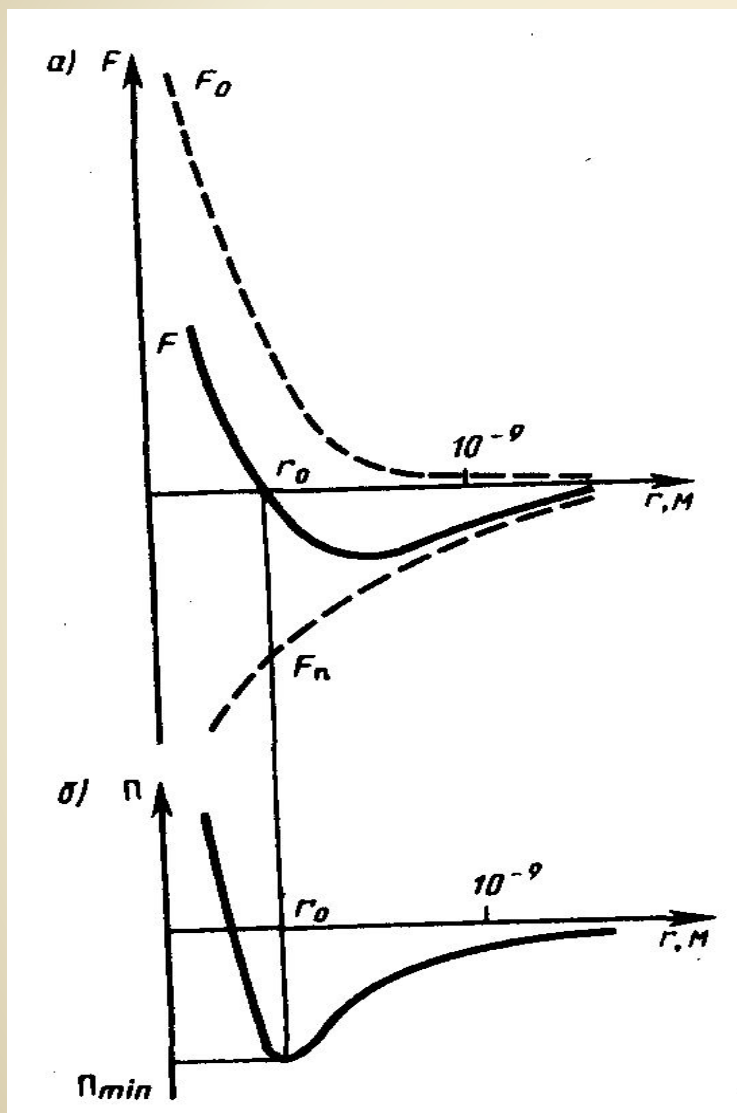


НАҚТЫ ГАЗДАР, СҰЙЫҚТАР ЖӘНЕ ҚАТТЫ ДЕНЕЛЕР

- ✓ Молекулалар арасындағы өзара әсер күштері және потенциалдық энергиясы
- ✓ Ван-дер-Ваальс теңдеуі және Ван-дер-Ваальс изотермасы
- ✓ Нақты газдың ішкі энергиясы
- ✓ Джоуль — Томсон эффектісі
- ✓ Сұйықтардың қасиеттері. Беттік керілу
- ✓ Капиллярлық құбылыстар
- ✓ Қатты денелер. Моно- және поликристалдар
- ✓ Қатты денелердің жылу сыйымдылығы
- ✓ Булану, сублимация, балқу және кристалдану. Аморф денелер

Молекулалар арасындағы өзара әсер күштері және потенциалдық энергиясы



Қасиеттері олардың молекулаларының арасындағы өзара әсерлесуге тәуелді болатын **нақты газдарды қарастырғанда, молекула аралық өзара әсер күштерін** ескеру қажет. Бұл күштер $\leq 10^{-9}$ м қашықтықта әсер етеді және молекулалардың ара қашықтығы артқан сайын, жылдам азаяды. Мұндай күштер жақыннан әсер етуші күштер деп аталады.

$P_{min} \ll kT$ – зат газ тәрізді күйде болады

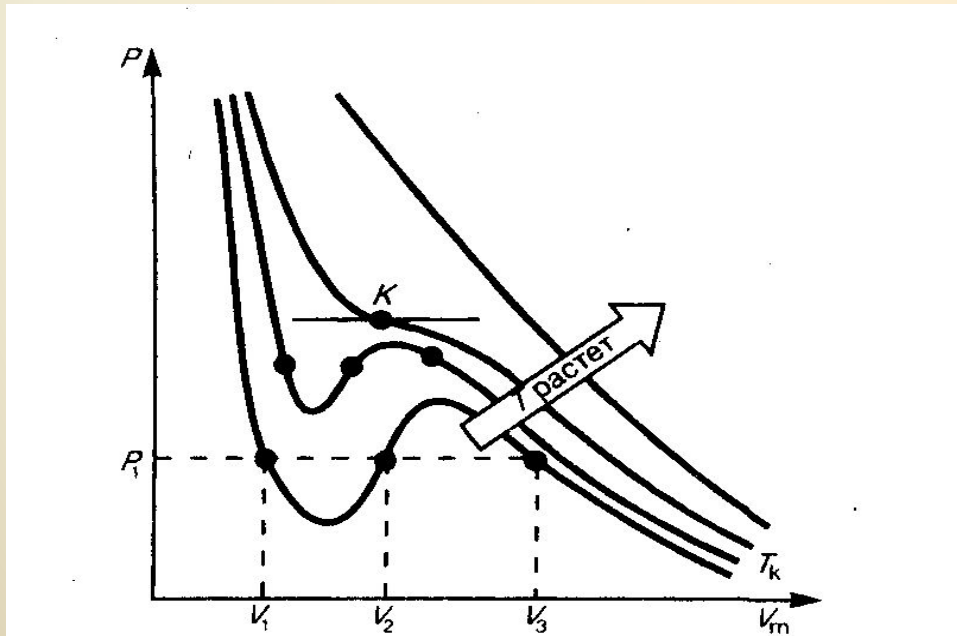
$P_{min} \approx kT$ – зат сұйық күйде болады

$P_{min} \gg kT$ – онда зат қатты күйде болады

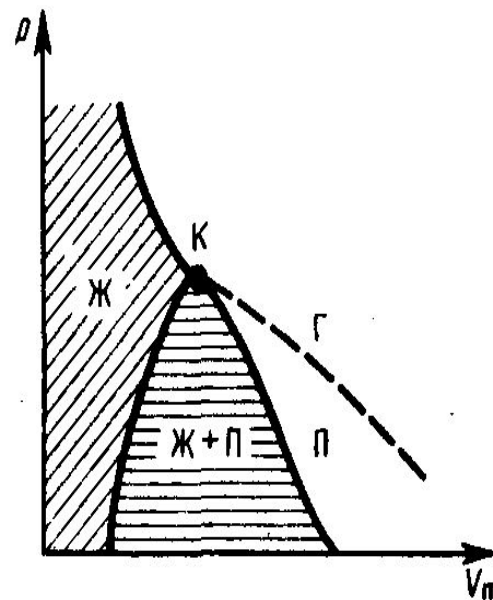
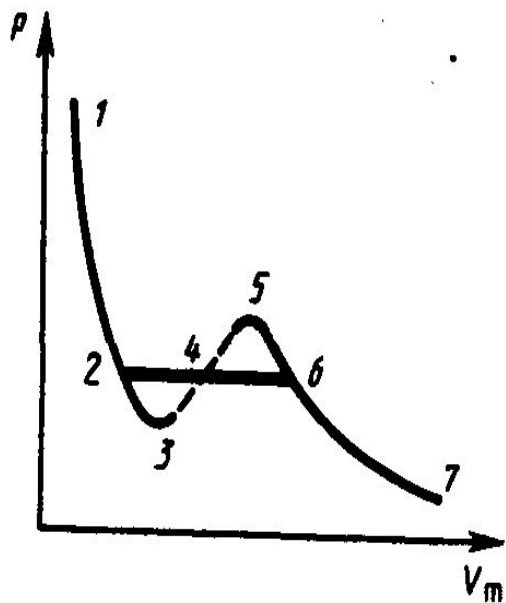
Ван-дер-Ваальс теңдеуі және Ван-дер-Ваальс изотермасы

1 моль газға арналған Ван-дер-Ваальс теңдеуі (нақты газ күйінің теңдеуі): $\left(p + a/V_m^2\right)(V_m - b) = RT$

$$\left(p + \frac{v^2 a}{V^2}\right)\left(\frac{V}{v} - b\right) = RT \quad \left(p + v^2 a/V^2\right)(V - vb) = vRT$$



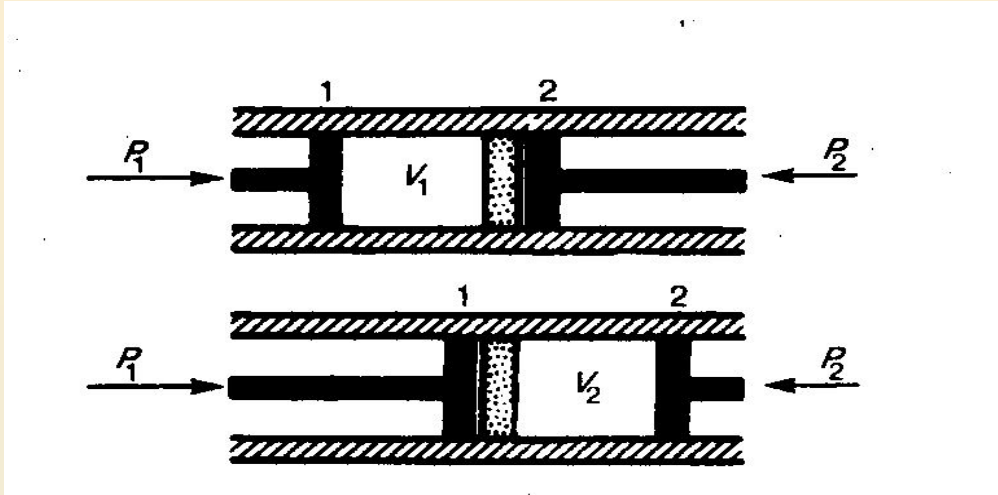
$$V_K = 3b, \quad p_K = a/(27b^2), \\ T_K = 8a/(27Rb).$$



5—6 және 2—3 бөліктердегі күйлер — метастабильдік күйлер деп аталады. 2—3 бөлік аса қызған сұйықты көрсетеді, 5—6 аса қаныққан буды көрсетеді.

Нақты газдың 1 молінің ішкі энергиясы: $U_m = C_V T - a / V_m$

Джоуль — Томсон эффектiсi



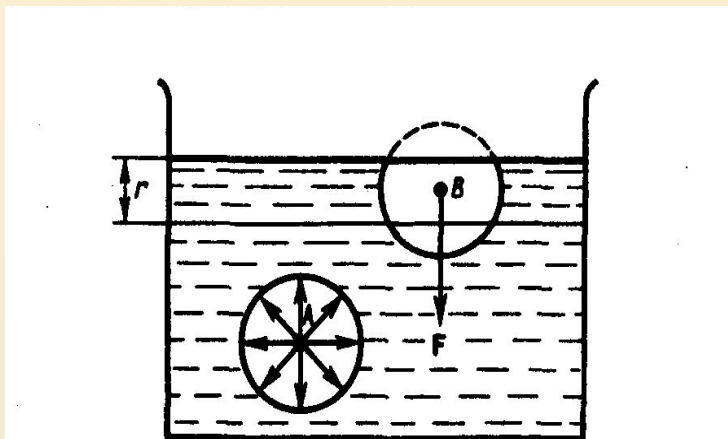
$$\delta Q = (U_2 - U_1) + \delta A = 0.$$

$$U_1 + p_1 V_1 = U_2 + p_2 V_2.$$

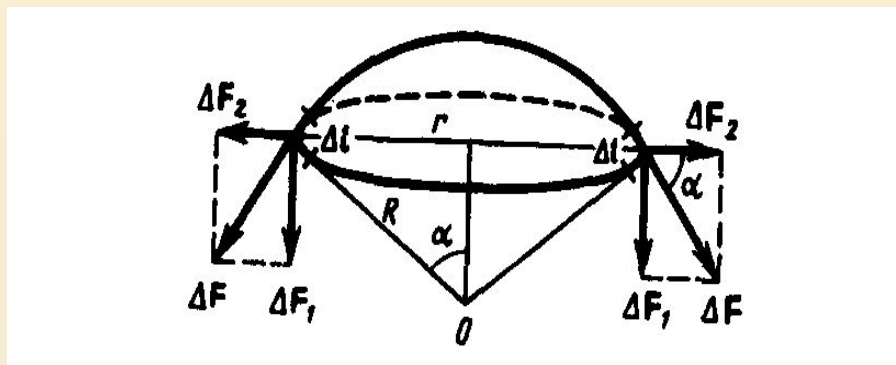
Джоуль — Томсон тәжірибесінде $U + pV$ шамасы сақталады (өзгеріссіз қалады). Ол күй функциясы болып табылады және **энтальпия** деп аталады.

Нақты газдың адиабаталық ұлғаюы нәтижесіндегі температурасының өзгеруі оның **адиабаталық дросселденуі** деп айтылады. Бұл құбылыс **Джоуль-Томсон эффектiсi** деп аталады.

Сұйықтардың қасиеттері. Беттік керілу



$$\Delta E = \sigma \Delta S \text{ – беттік энергия}$$



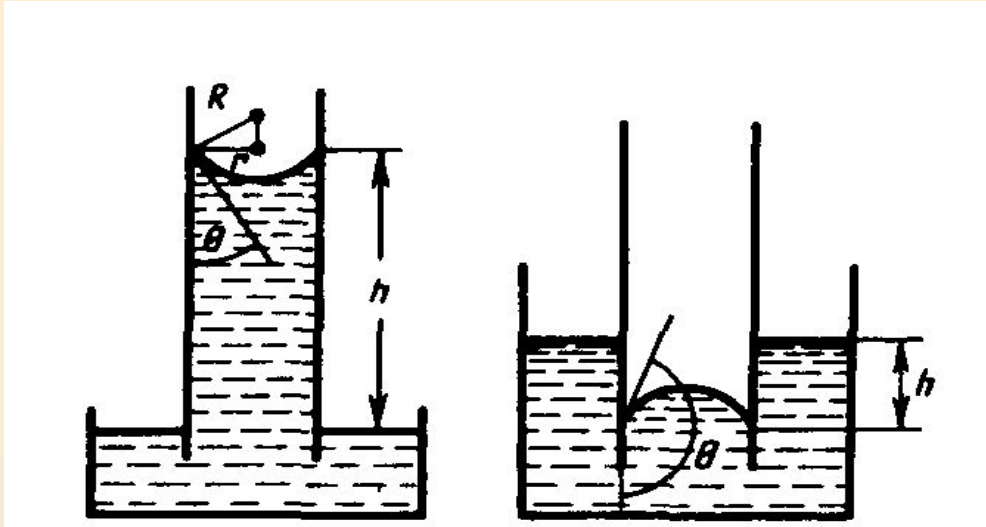
$$F = \sum \Delta F_1 = \sum \Delta F \sin \alpha = \sum \sigma \Delta l \frac{r}{R} = \frac{\sigma r}{R} \sum \Delta l = \frac{\sigma r}{R} 2\pi r.$$

$$\Delta p = \frac{F}{S} = \frac{2\sigma \pi r^2}{R \pi r^2} = \frac{2\sigma}{R} \quad \text{– беттік керілудің әсерінен болатын сұйыққа түсірілетін қосымша қысым}$$

$$\Delta p = -2\sigma / R \quad \text{сұйықтың беті ойыс болса}$$

$$\Delta p = \sigma (1/R_1 + 1/R_2) \quad \text{– Лаплас формуласы}$$

Капиллярлық құбылыстар



$$2\sigma / R = \rho gh$$

$$(2\sigma \cos\theta)/r = \rho gh$$

$$h = (2\sigma \cos\theta) / (\rho gr)$$

Жұғатын сұйық капилляр бойымен көтеріледі, ал жұқпайтын сұйықм – төмен түседі, осыған сәйкес, $\theta < \pi/2$ ($\cos\theta > 0$) болғанда, h -ң оң мәндерін аламыз, ал $\theta > \pi/2$ ($\cos\theta < 0$) болғанда, теріс мәндерді аламыз.

Капилляр неғұрлым жіңішкерген сайын, соғұрлым сұйықтың көтерілу биіктігі арта түседі.

Капиллярлық құбылыстардың табиғатта және техникадағы маңызы зор. Мысалы, топырақтағы ылғалдың алмасуы және өсімдіктердің бойымен судың жоғары көтерілуі жіңішке капиллярлар арқылы жүреді.

Қатты денелер. Моно- және поликристалдар

Бөлшектердің үш өлшемде периодты түрде қайталанатын белгілі тәртіппен орналасуымен сипатталатын құрылымды **кристалдық тор** деп атаймыз.

Монокристалдар — бөлшектері бір кристалдық торды құрайтын қатты денелер.

Монокристалдарға тән қасиет — олардың **анизотроптығы** болып табылады, яғни, физикалық — серпімділік, механикалық, жылулық, механикалық, магниттік, оптикалық қасиеттердің бағытқа тәуелділігі.

Ретсіз орналасқан ұсақ кристалдық түйіндерден тұратын қатты денелер ***поликристалдар*** деп аталады.

Кристалдық тордың түйіндерінде орналасқан бөлшектердің табиғатына және олардың арасындағы әсерлесуші күштердің сипатына байланысты кристалдар төрт түрге бөлінеді: ***иондық, атомдық, металдық, молекулалық*** кристалдар.

Қатты денелердің жылу сыйымдылығы

$$C_V = \frac{dU_m}{dT} = 3R = 25 \text{ Дж / (моль} \cdot \text{K)}$$

— қатты дененің мольдік жылу сыйымдылығы

Дюлонг және Пти заңы

Булану, сублимация, балқу және кристалдану. Аморф денелер

Қатты денелерде, сұйықтар сияқты, басқа молекулалармен тартылысты жеңуге жеткілікті энергиясы болатын молекулалар болады, олар сұйық немесе қатты дене бетінен ұшып шығып, өзін қоршаған кеңістікке өте алады. Бұл процесс сұйықтар үшін **булану**, қатты денелер үшін — **сублимация** деп аталады.

Өз сұйығымен тепе-теңдікте болатын бу **қаныққан бу** деп аталады .

Тұтқырлығының мәні үлкен болғандықтан, аса салқындатылған сұйықтар қатты денелер сияқты, өз пішінін сақтай отырып, аққыштық қасиетін жояды. Бұл денелер **аморф денелер** деп аталады; оларға қарамайлар, шайыр, сургуч, шыны жатады.

Фаза деп заттың мүмкін болатын басқа тепе-теңдік күйлерінен физикалық қасиеттерімен ерекшеленетін термодинамикалық тепе-теңдік күйін айтады.

I текті фазалық ауысу (мысалы, балқу, кристалдану және т.б.) **фазалық ауысу жылуы** деп аталатын жылудың бөлінуімен немесе жұтылуымен қатар жүреді. I текті фазалық ауысулар көлем мен энтропияның өзгеруі, температураның тұрақты болуымен сипатталады.

Көлемнің өзгеруіне және жылудың бөліну немесе жұтылуына байланыссыз фазалық ауысулар **II текті фазалық ауысулар** деп аталады. Бұл ауысулар көлем мен энтропияның тұрақты, бірақ жылу өткізгіштіктің секірмелі өзгеруі арқылы сипатталады.

II текті фазалық ауысулар: белгілі температура мен қысымда ферромагниттік заттардың парамагниттік күйге ауысуы (темір, никель); 0 К температураға жақын температурада металдар мен кейбір қорытпалардың асқын өткізгіштік күйге өтуі; $T=2,9$ К болған кезде сұйық гелийдің (гелий I), асқын аққыштық қасиетке ие болатын басқа сұйық модификацияға өтуі (гелий II).