

Қарағанды техникалық университеті

*Дәріс барлық мамандыққа
арналған*

Дәріс тақырыбы:

ТАСЫМАЛДАУ ҚҰБЫЛЫСЫ.

НАҚТЫ ГАЗДАР

Физика кафедрасының аға оқытушысы,

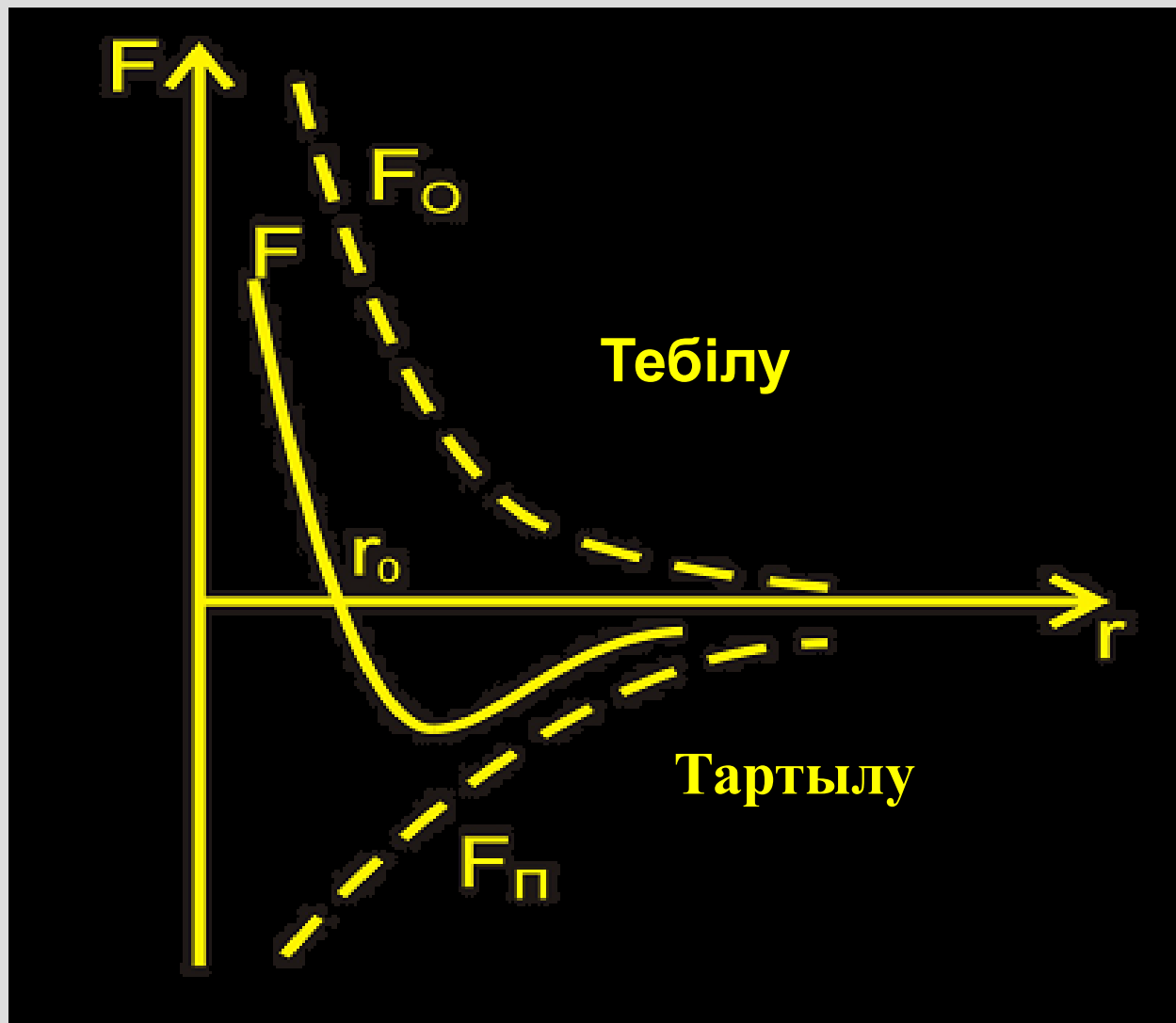
физика магистрі: Копбалина Қ.Б.

Дәріс жоспары

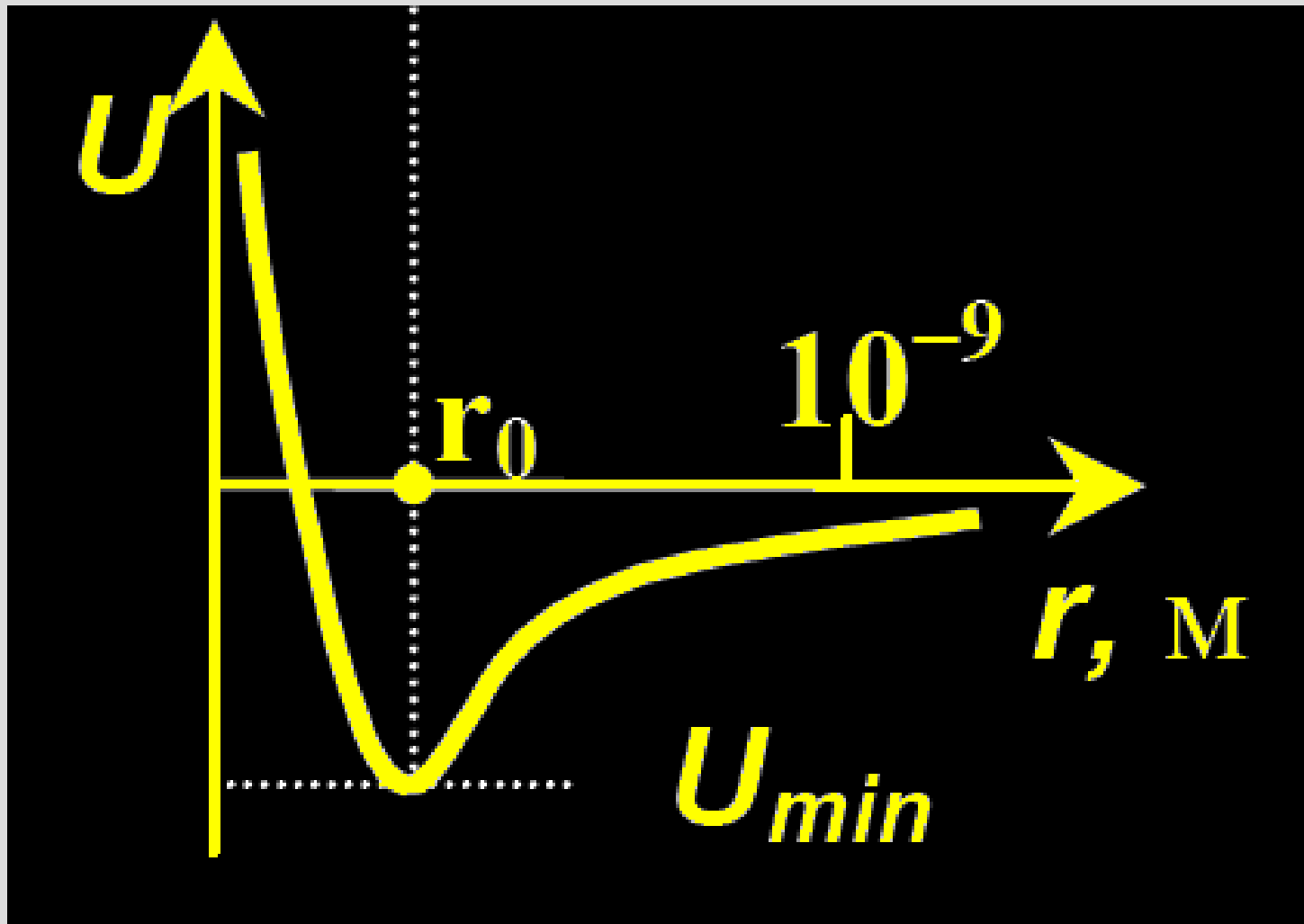
- Эффе́ктивтік диаметр
- Тасымалдау құбылысы
- Молекулалардың өзара әсерлесуі
- Ван-дер-Ваальс теңдеуі
- Ван-дер-Ваальс изотермасы
- Фазалық ауысу
- Күй диаграммасы

Нақты газдар

Молекулалар арасында тартылыс және тебіліс күштері болады

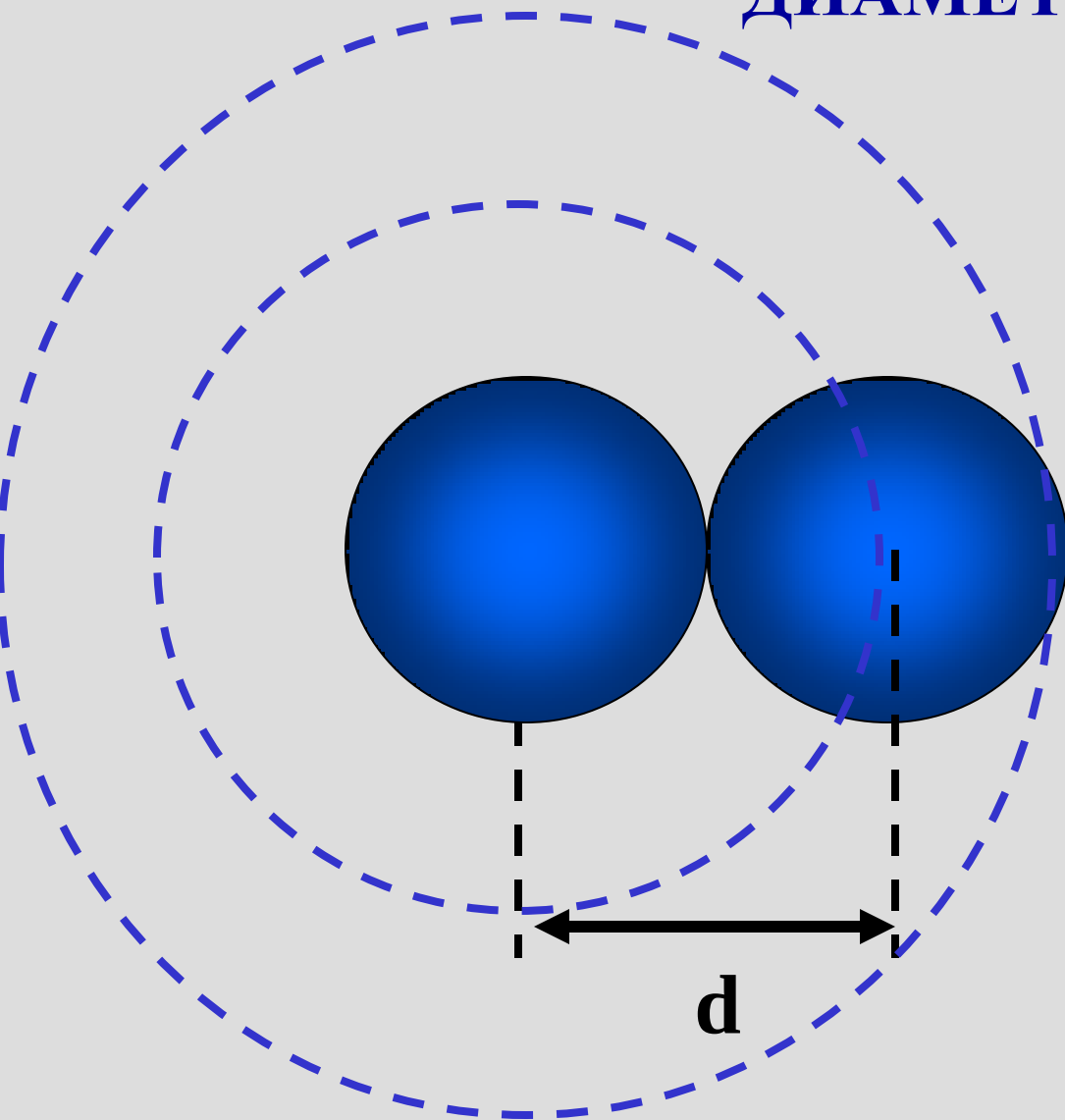


Молекулалардың өзара әсерлесу энергиясы



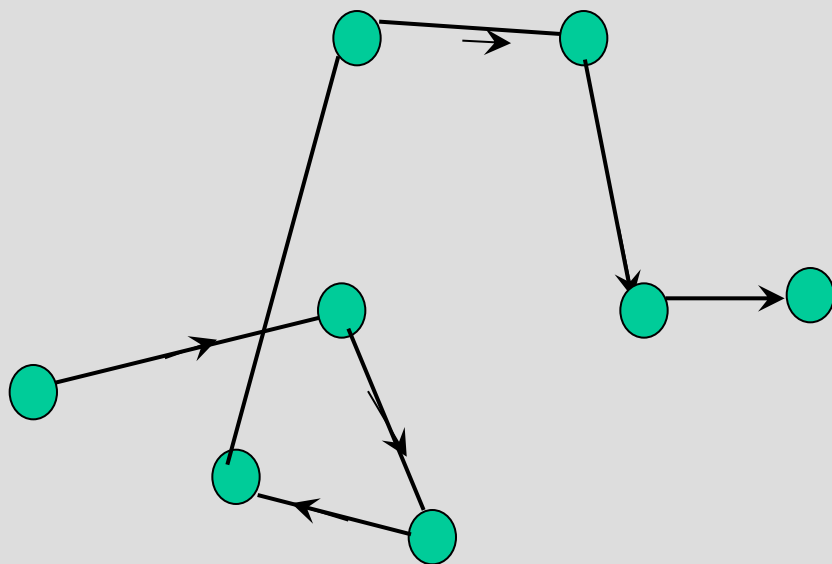
МОЛЕКУЛАНЫҢ ЭФФЕКТИВТІК ДИАМЕТРІ

*Молекуланың
эффeктивтік диаметрі –
молекулалардың жақындай
алатын минимал
қашықтығы*



d - Эффективтік
диаметр

$\sigma = \pi d^2$ - молекуланың эффективті қимасы



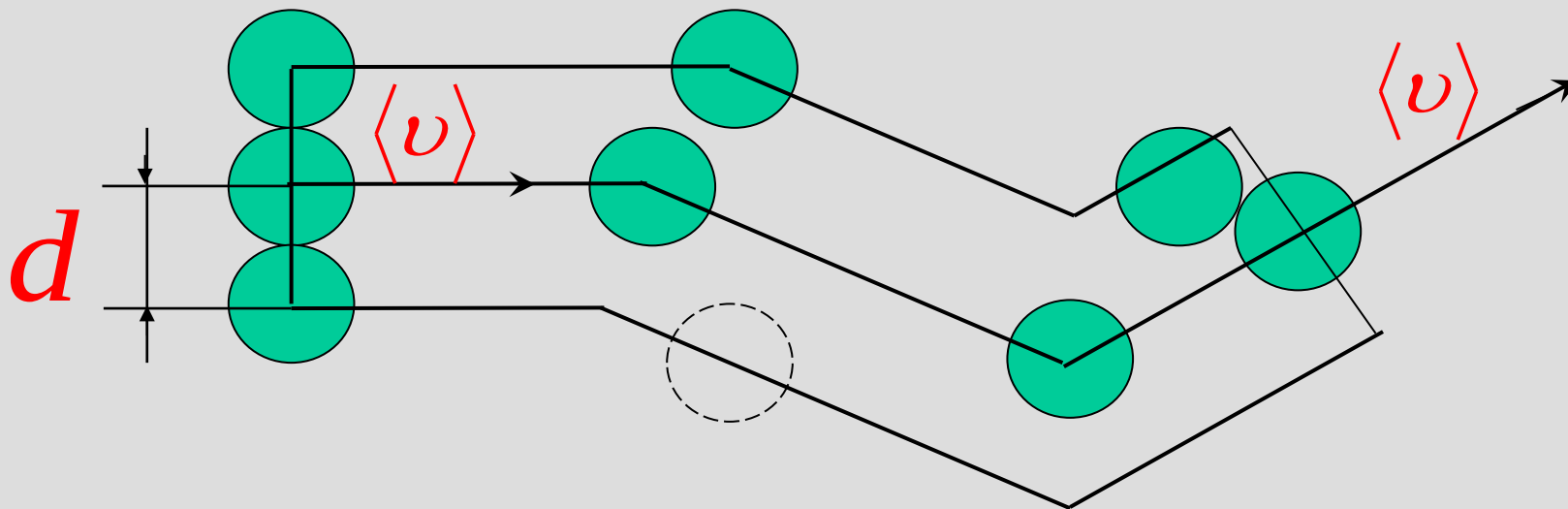
λ

Z

$$\langle Z \rangle = \frac{\langle v \rangle}{\langle \lambda \rangle}$$

$$\lambda = \frac{\langle v \rangle}{Z}$$

- орташа еркін жүру жолының ұзындығы



$$\langle z \rangle = nV;$$

$$V = \pi d^2 \langle v \rangle$$

$$\langle z \rangle = n\pi d^2 \langle v \rangle$$

$$\langle z \rangle = \sqrt{2}\pi d^2 n \langle v \rangle$$

$$\lambda = \frac{\langle \nu \rangle}{Z}$$

$$\lambda = \frac{\langle \nu \rangle}{Z} = \frac{\langle \nu \rangle}{\sqrt{2\pi d^2 \langle \nu \rangle n}} = \frac{1}{\sqrt{2\pi d^2 n}}$$

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2\pi d^2 n}}$$

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2\sigma n}}$$

Орташа еркін жол ұзындығы

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}$$

$$T = \text{const} \quad \frac{\langle \lambda_1 \rangle}{\langle \lambda_2 \rangle} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{p_2}{p_1}$$

$$\lambda \sim \frac{1}{n}$$

$$\lambda \sim \frac{1}{P}$$

Тасымалдау кұбылысы

Диффузия



$$dN_i = -D \frac{dn_i}{dx} \Delta S,$$

$$dM_i = -D \frac{d\rho_i}{dx} \Delta S,$$

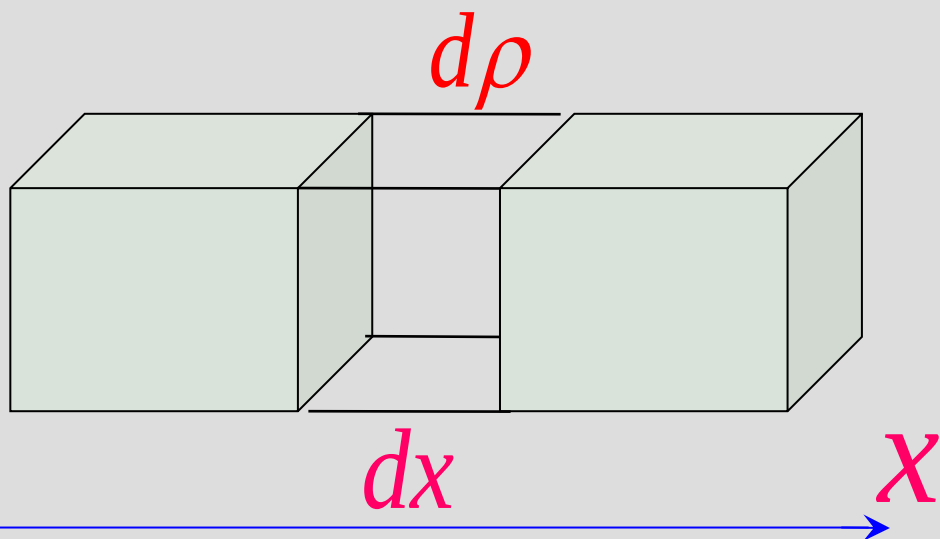
Фик заңы

$$\rho = nm$$

$$[M - \kappa c / c]$$

$$D = \frac{1}{3} \langle v \rangle \lambda$$

-диффузия коефициенті

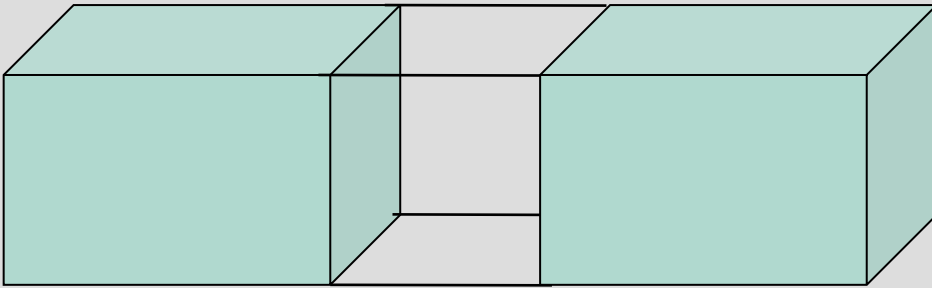


$$D - 1 \text{ м}^2 / \text{с}$$

$$\rho_1 > \rho_2$$

Жылу өткізгіштік

$$T_1 > T_2$$
$$dT$$



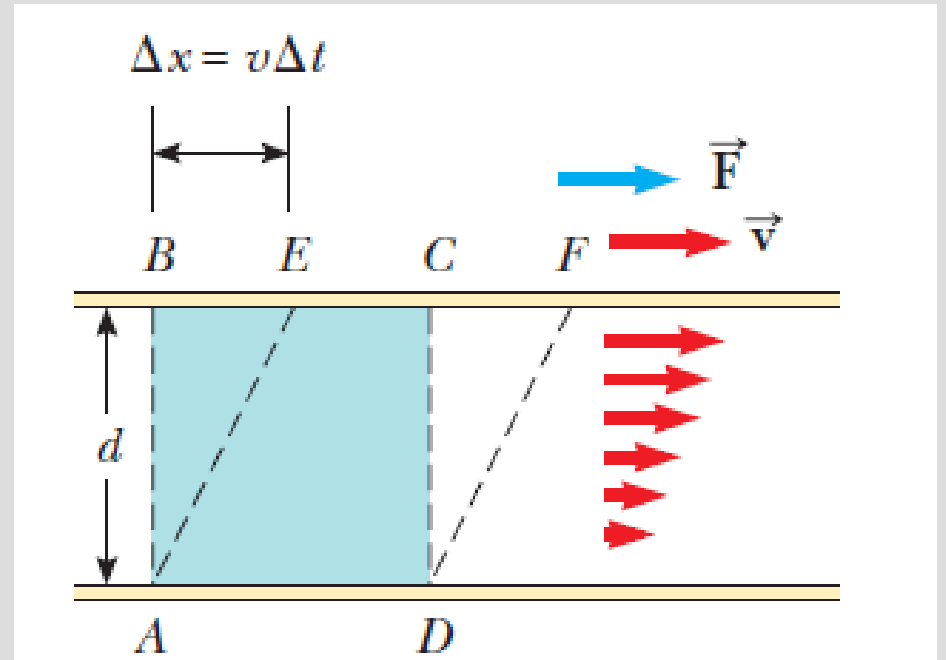
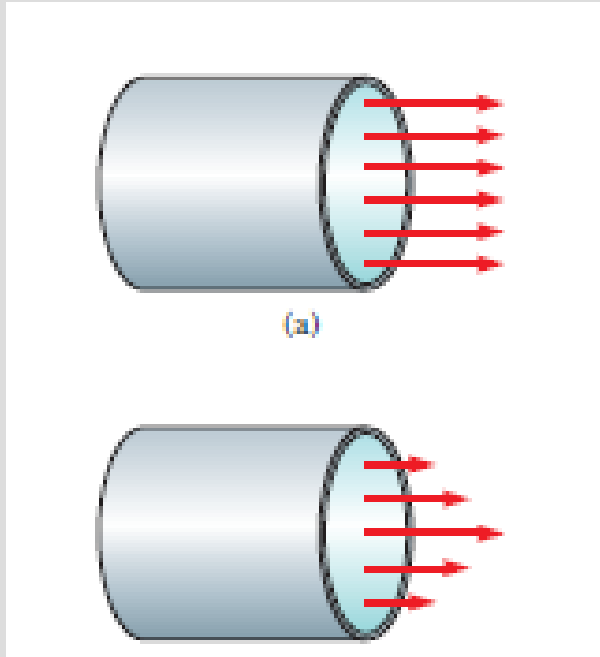
$$q = -\chi \frac{dT}{dx} dS$$

$$\chi = \frac{1}{3} \langle v \rangle \lambda \rho c_v$$

q - Дж/с

χ - Вт/м К

Тұтқырлық



$$F = -\eta \frac{dv}{dx} \Delta S$$

$$K = -\eta \frac{dv}{dx} S$$

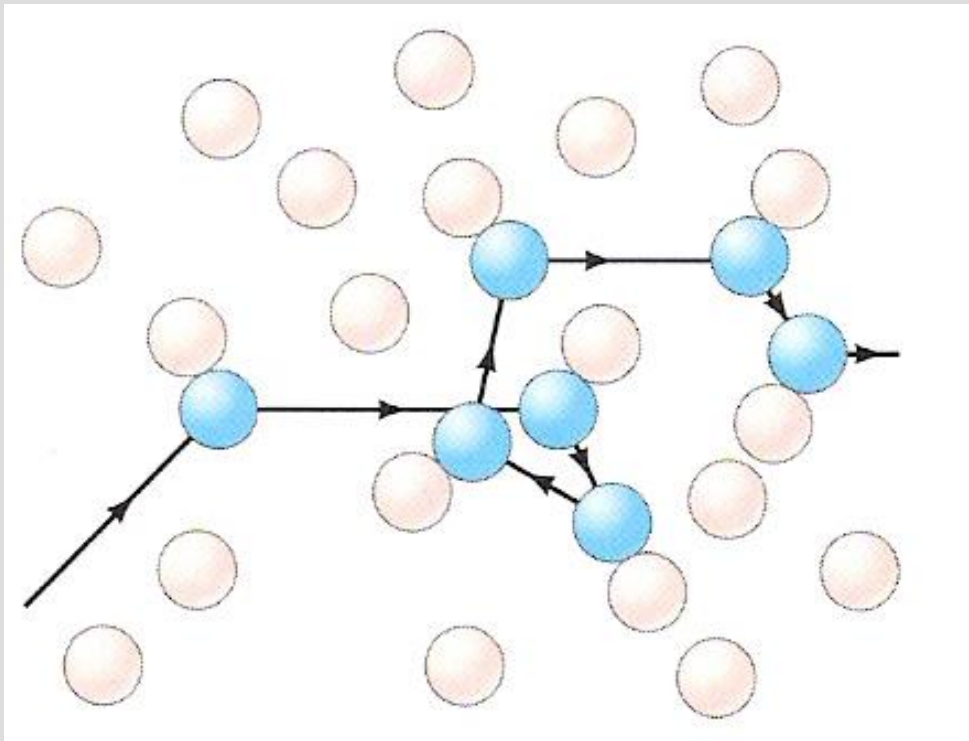
$$\eta = \frac{1}{3} \rho v \lambda$$

$$\eta = \rho D$$

$$\chi = c_v \eta = D \rho c_v$$

Нақты газдар

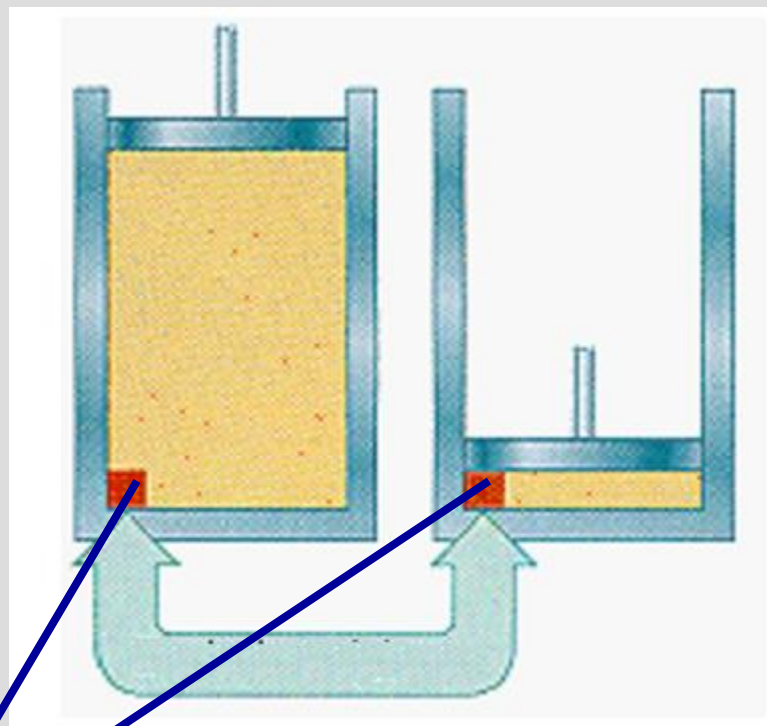
Дәлдіктің жеткілікті дәрежесіндегі сиретілген нақты газдар идеал газдар заңына бағынады. Бұл дегеніміз - молекулалардың арасындағы өзара әсерлесу күштері олардық ара қашықтығына байланысты



Тәжірибелер көрсеткендей, 1нм аса қашықтықтағы молекулааралық әсерлесуді ескермеуге болады

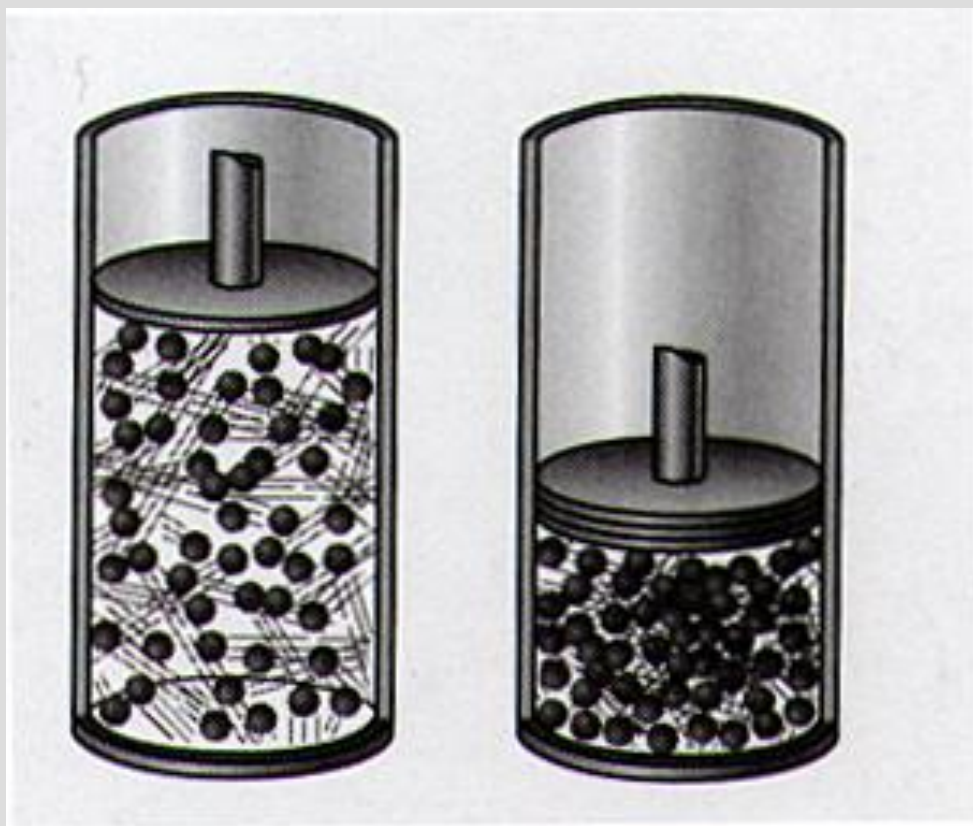
Нақты газдар

Идеал газ моделіндегі молекулалар — арасында әсерлесу күштері болмайтын материалдық нүктелер. Дегенмен 100 атм қысымда молекулалардың өзіндік көлемі барлық қысымның 50% құрайды, және олардың арасындағы әсерлесу күші бірден өседі



Молекулалардың
өзіндік көлемі

**Қысым ұлғайғанда сығылған газ көлемі
молекулалардың өздері алатын көлемге
теңеседі**



➤ Идеал газ күйінің теңдеуі төмен қысымда және жоғары температурадағы газдар әрекетін сипаттауға пайдалы.

➤ Идеал газдың берілген күйден ауытқуы сығылу коэффициентімен Z сипатталады

$$\frac{pV}{\nu RT} = Z$$

➤ Егер $Z = 1$ болса, идеал газ қасиетіне жақын болады

➤ Сығылу коэффициенті Z 1-ден өзгеше болса, солғұрлым идеал газдан ауытқуы күштірек болады

Молекулалардың потенциалдық және кинетикалық энергиялары арасындағы арақатынас агрегаттық күйлерге бөлу үшін сындық болып табылады

Нақты газ күйінің теңдеуі –Ван-дер-Ваальс теңдеуі

Нақты газдарда келесі ескерілу керек:

➤**Бөлшектерде өз көлемі болады**

➤**Молекулалар арасында тартылыс және тебіліс күштері бар**

$$pV = \nu RT$$

Идеал газ күйінің теңдеуі

молекулалардың өз көлемі мен олардың әсерлесуі ескерілетіндей түрлендірілуі қажет

ВАН-ДЕР-ВААЛЬС ТЕНДЕУІ

Газдың 1 молі үшін

$$\left(p + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = RT$$

Молекулалардың
өзара әсерлесуін
ескеру

Молекуланың өз
көлеміне түзетілім

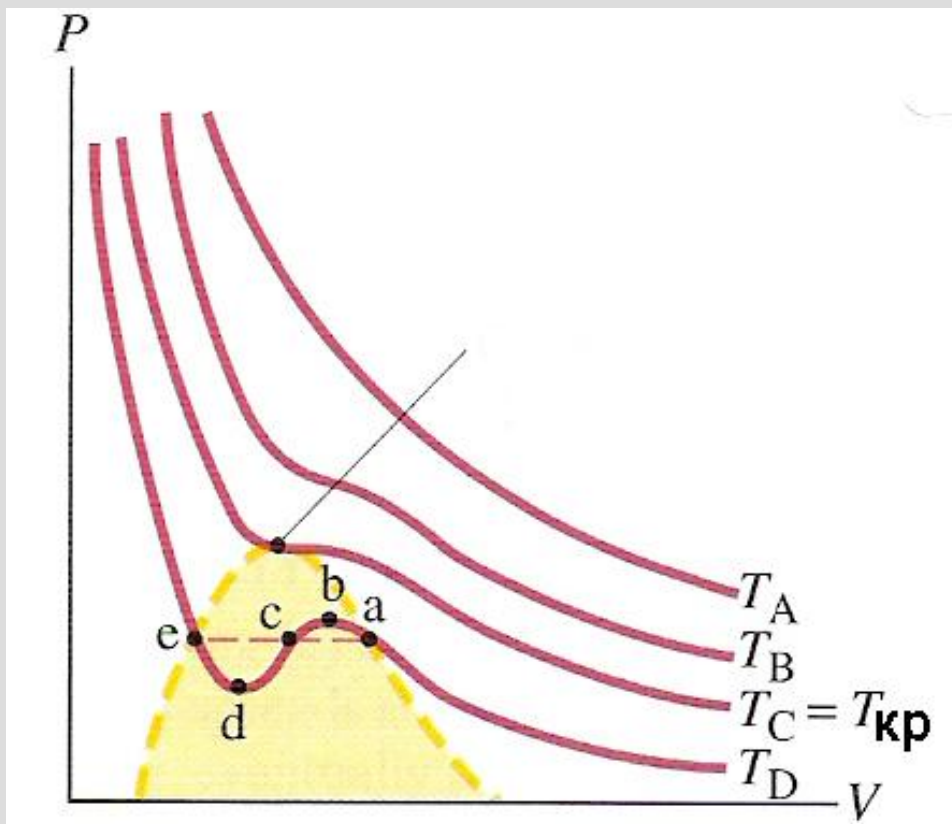
$$\left(p + \frac{\nu^2 a}{V^2} \right) (V - \nu b) = \nu RT$$

Газдың туынды массасы үшін

b-тұрақтысы молекула өлшеміне
байланысты: үлкен молекула үшін оның
мәні де үлкен

a-молекулалар арасындағы тартылыс
күшінің шамасы

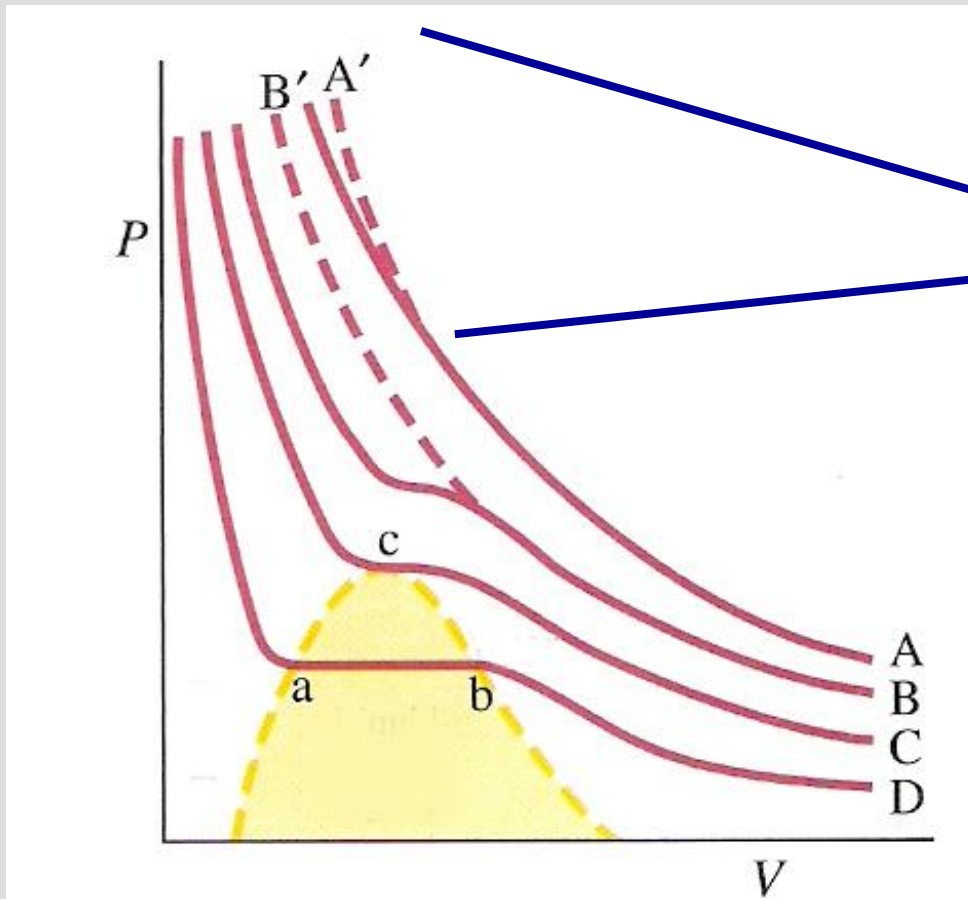
ВАН-ДЕР-ВААЛЬС ИЗОТЕРМАЛАРЫ



Ван-дер-Ваальса теңдеуі – 3-дәрежеде V қатысты, сондықтан 3 заттық түбірі болуы мүмкін

db жеріндегі ұлғаю қысым ұлғаюымен жүреді, оның физикалық мағынасы жоқ, сол себепті бірден ea секірісі болады

ВАН-ДЕР-ВААЛЬС ИЗОТЕРМАЛАРЫ



Жоғары
температураларда
идеал газ
изотермаларынан
ауытқу кішірек
көрсетілген

Нақты газдың ішкі энергиясы

Нақты газдың ішкі энергиясы
молекулалардың кинетикалық ,сондай –ақ
потенциалдық энергияларынан құралады

Газдың 1молі үшін:

$$U = C_v T - \frac{a}{V}$$

Молекулалардың
кинетикалық
энергиясының қосындысы

Молекулалардың
потенциалдық
энергиясының қосындысы

**Ван-дер-Ваальс теңдеуіне бағынатын газ үшін
күйлердің сындық шамаларының мәндері**

$$\left\{ \begin{array}{l} p_k = \frac{1}{27} \cdot \frac{a}{b^2} \\ V_k = 3b \\ T_k = \frac{8}{27} \cdot \frac{a}{bR} \end{array} \right.$$

Фазалық ауысулар

Фаза – химиялық құрамы бірдей және 1 термодинамикалық күйдегі

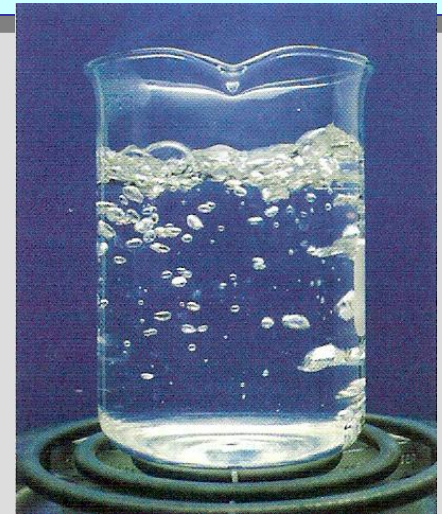
жүйенің барлық бөліктерінің байланысы

1 реттік фазалық ауысу мысалдары:

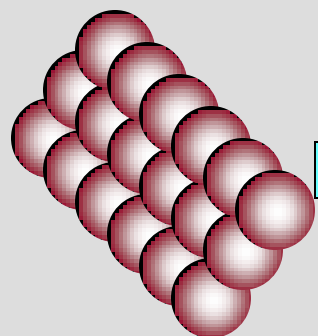
- балқу – қату
- булану – конденсация
- Сублимация

2 реттік фазалық ауысу мысалдары:

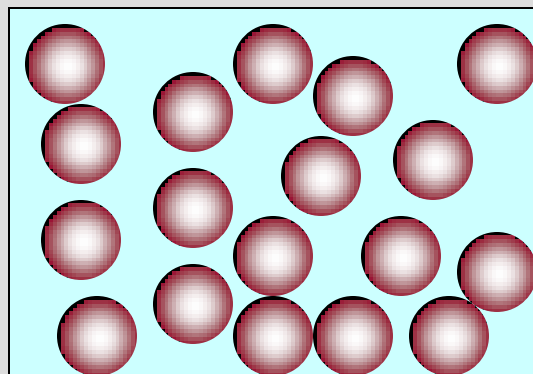
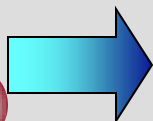
- ферромагнетиктің парамагнетикке ауысуы және керісінше. Металдың жоғары өтімді күйге ауысуы
- Сұйық гелийдің аққыштығы жоғары күйге айналуы



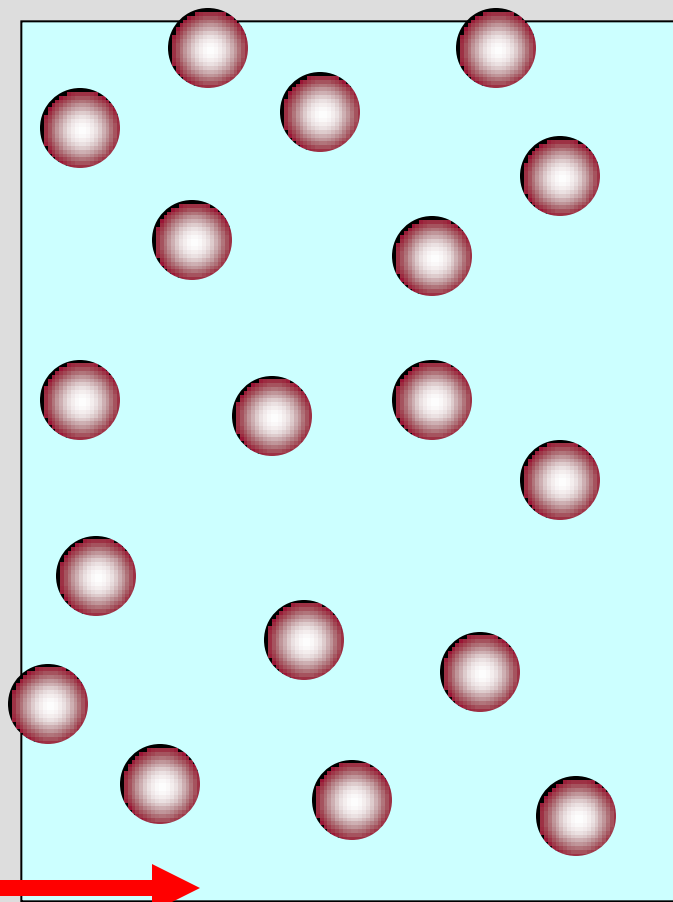
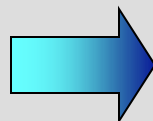
**Біртекті қоспа үшін фаза ұғымы
агрегаттық күймен сәйкес келеді**



**Қатты
күй**

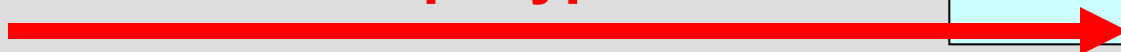


сұйықтық

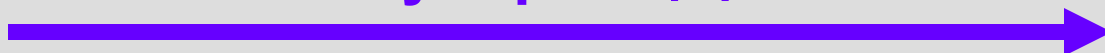


газ

температура



Молекулярлық қозғалыс



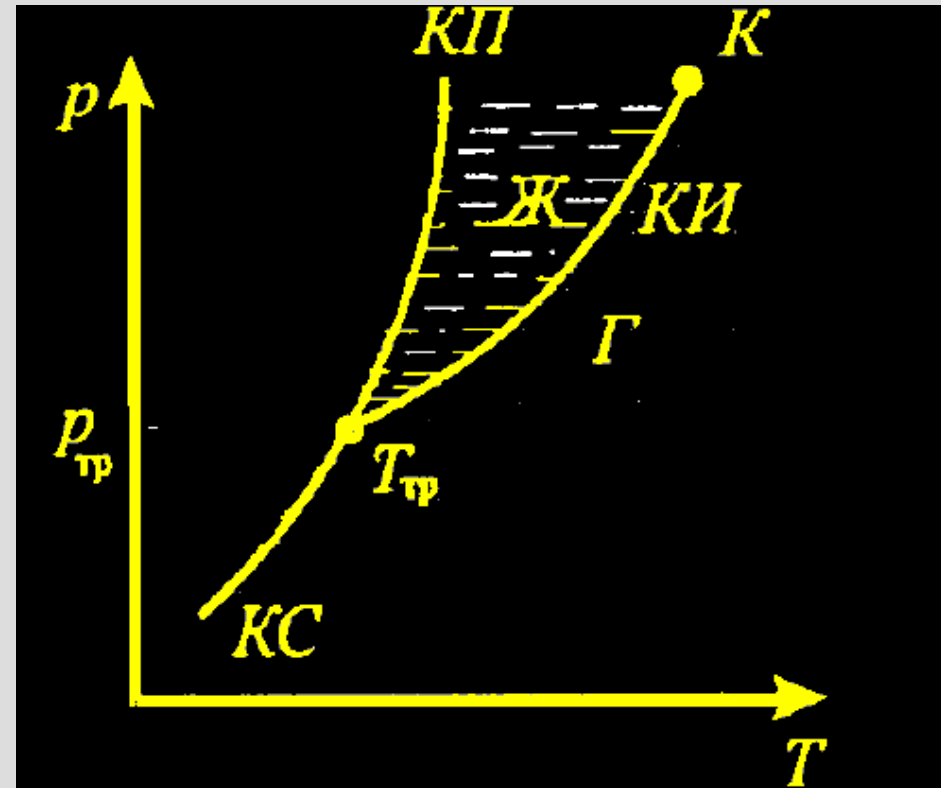
**Молекулалардың өзара
әсерлесуі**



Күй диаграммасы

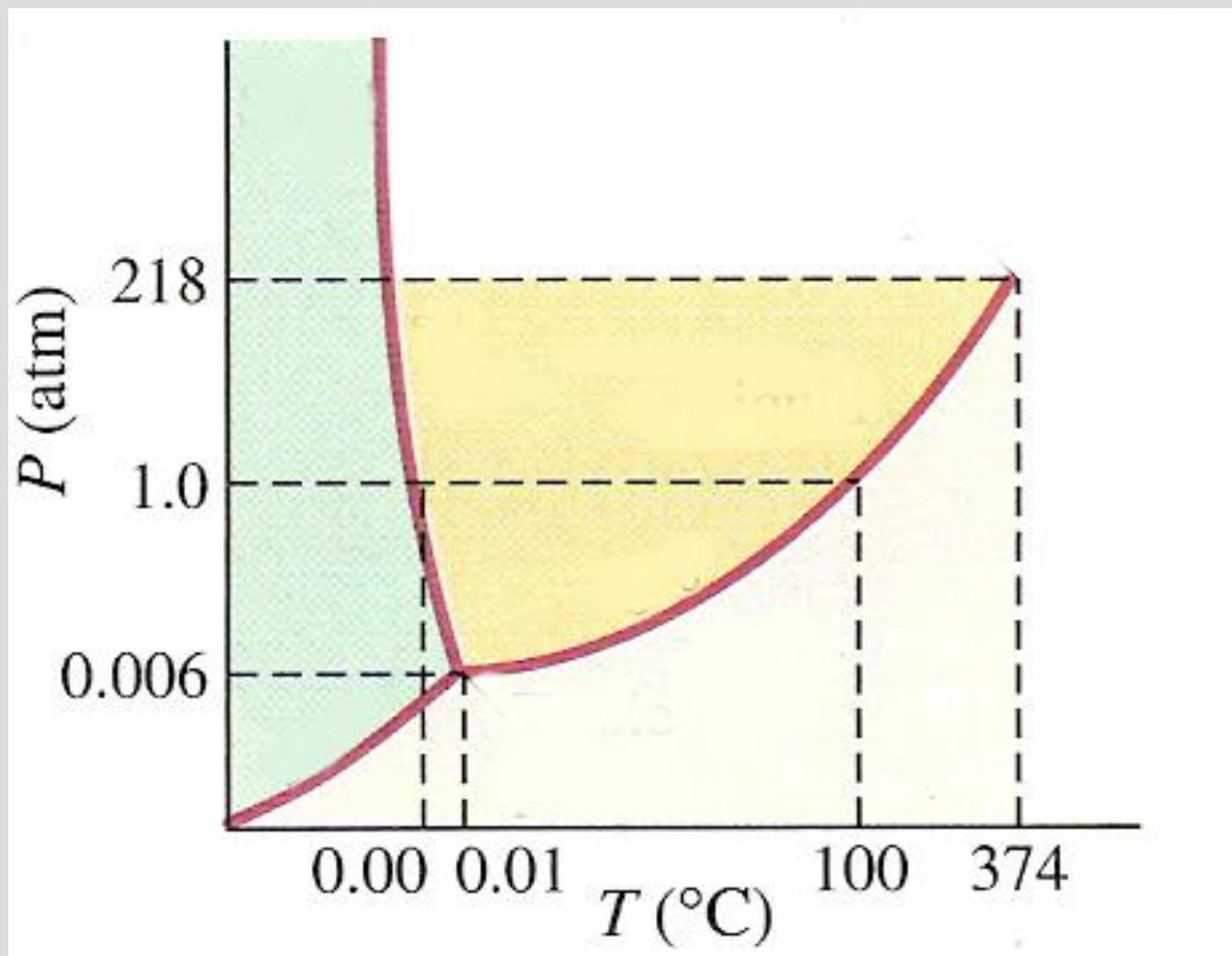
Егер жүйе біртекті болса, онда фаза ұғымы агрегаттық күймен сәйкес келеді

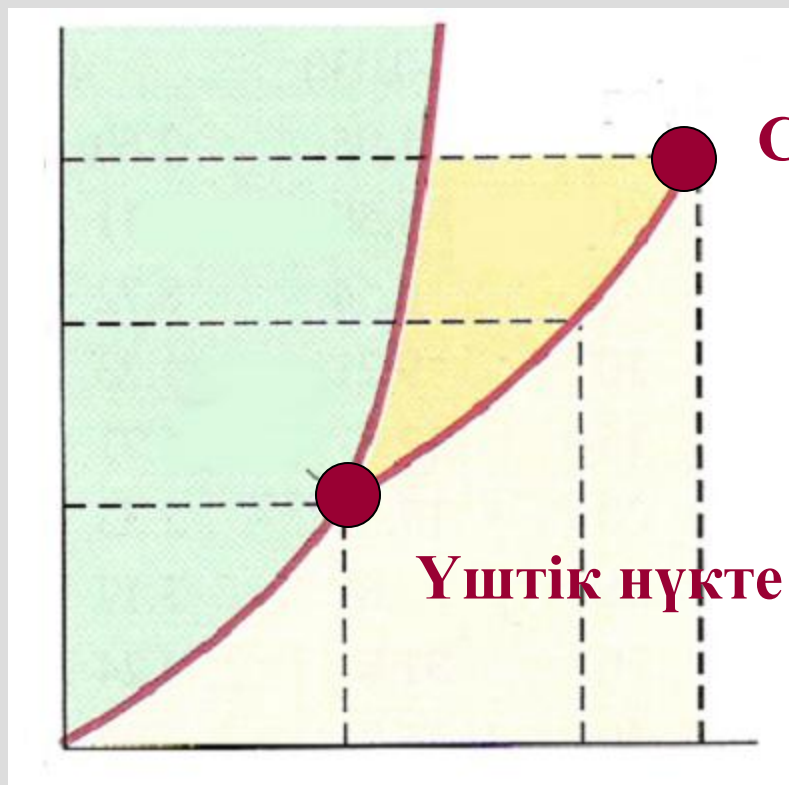
Күй диаграммасы –
фазалық ауысудың
температурасы мен қысымы
арасындағы тәуелділік
диаграмманы 3-ке бөлетін
қатты, сұйық, газ
шарттарына сай
булану, балқу, сублимация
қисықтары түріндегі
графикте бейнеленген



Күй диаграммасы

Су үшін





Сындық нүкте

Үштік нүкте

Сындық нүкте: сындықтан жоғары температурада ешқандай қысым ұлғаюымен газды сұйыққа айналдыруға болмайды

Үштік нүкте: заттың 3 фазасының бірдей болуының шарты

Бақылау сұрақтары

1. Молекулар арасындағы өзара әсер күштері (графигі).
2. Молекулардың өзара әсерлесу потенциалдық энергиясы (графигі).
3. Потенциалдық шұңқыр деп нені айтады?
4. Әртүрлі агрегаттық күйлер үшін молекулардың өзара байланыс потенциалдық энергиясы және жылу қозғалысынын кинетикалық энергиясы арасындағы теңдеулер.
5. Бір моль газ үшін Ван-дер-Ваальс теңдеуі.
6. Ван-дер-Вальс теңдеулеріндегі a және b тұрақтыларының физикалық мағынасы.
7. Әртүрлі температуралар үшін Ван-дер-Вальс изотермаларын суретеңіз.
8. Фаза , фазалық ауысу деп нені айтады?
9. Бірінші текті фазалық ауысуларға қандай құбылыстар жатады?
10. Екінші текті фазалық ауысуларға қандай құбылыстар жатады?
11. Біркомпоненттік қоспа үшін фазалық диаграмманы сызыңыз және балқу, булану, сублимация қисықтарын көрсетіңіз.
12. Үштік нүкте деп нені айтады?
13. Кризистік температура деп нені айтады?

Негізгі әдебиеттер

- 1.Савельев И.В. Жалпы физика курсы. 1 том. Алматы, 2010– 505 б.
- 2 Савельев И.В. Жалпы физика курсы. 2 том. Алматы. 2010,429 б.
- 3. Трофимова Т.И. Физика курсы: ЖОО-лар үшін оқу құралы, 15 басылымы., М: "Академия" баспа орталығы , 2011. – 482 бет.
- 4. Волькенштейн В.С. Жалпы физика курсының есептер жинағы. М: "Мектеп" баспа орталығы. 2009 ж. 486 бет.
- 5. Савельев И.В. Курс физики в 3-х томах. – М.: Наука, 2010. – 1 т, 2 т.
- 6. Койшибаев Н.Механика, 1 том, Алматы 2005 ж, 494 бет
- 7. Бижігітов Т. Жалпы физика курсы, Алматы 2013, 889 б.
- 8. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики для вузов. – М.: Оникс 21 век, 2007 – 384 с.
- 9. Савельев И.В. Жалпы физика курсы 3 том, Карағанды -2012, 324 б
- 10. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: ACADEMIA, 2007. – 558 с.

**Назар
аударғандарыңызға
рахмет!**