

**ИДЕАЛ ГАЗ. МОЛЕКУЛАЛЫ-
КИНЕТИКАЛЫҚ ТЕОРИЯНЫҢ
НЕГІЗГІ ТЕНДЕУІ. МОЛЕКУЛАЛЫҚ
ОРТАША КВАДРАТТЫҚ
ЖЫЛДАМДЫҒЫНА ЕСЕПТЕР**

ШЫҒАРУ

Идеал газ

- Идеал газ дегеніміз – молекулалары шексіз аз көлем алатын серпімді шариктер болып табылатын және өзара әрекеттесуі тек олардың бір-бірімен тікелей немесе ыдыстың қабырғасымен соқтығысуы кезінде ғана білінетін газ болып табылады.
- Есептеулерді жеңілдету үшін МКТ нақты газдардың қарапайым физикалық моделі –идеал газ моделі енгізілді.

Молекулалалы-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі

$$P = \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2$$

(макроскопиялық және микроскопиялық шамалар арасындағы байланыс)

$$\begin{cases} P = \frac{N \cdot F_1}{S} \\ N = \frac{1}{2} n \bar{v}_x \Delta t S \\ F_1 = \frac{2 m_0 \bar{v}_x}{\Delta t} \end{cases}$$

($N = nV = n l S$; $l = v_x \cdot \Delta t$; молекулалар үшін оң, теріс екі бағыт бірдей болғандықтан 2-ге бөлінеді)

(молекулалардың ыдыс қабырғасымен соқтығысуы абсолют серпімді деп есептеледі)

(Ньютонның II заңы)

$$P = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$$

ρ – газдың тығыздығы

$$P = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$$

\bar{E}_k – молекулалардың орташа кинетикалық энергиясы

Молекулалы-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі:

- 1) Ол макро және микродүниелерді байланыстырып тұр;
- 2) Тәжірибе арқылы алынған барлық газ заңдарын теориялық жолмен алуға мүмкіндік береді;
- 3) Ол микроәлемде өтіп жатқан процестер жайлы ақпара береді.

Температура - идеал газ молекуласының орташа кинетикалық энергиясының өлшемі

Барлық газдар жылу тепе-теңдігі кезінде температуралары бірдей болады. Молекулалардың жылулық қозғалысы сөз болғандықтан, температураны молекулалық деңгейдегі физикалық шамалар арқылы жазу керек. Бұндай шама ретінде молекуланың ілгерлемелі қозғалысының кинетикалық энергиясын алуға болады.

$\theta = pV/N$ қатынасы температурадан басқа ештеңеден тәуелді емес, θ – энергетикалық температура. Ол Джоульмен өлшенеді. Біз темперутаруаны градуспен өлшеуге үйреніп кеткенбіз. Сондықтан энергетикалық темперутара және градуспен өлшенетін температура өзара тікелей байланысты: сондықтан оны T температураның бірден-бір өлшемі ретінде қарастыруға болады.

$$\theta = kT \text{ немесе } pV/N = kT, (1)$$

мұнда k – Больцман тұрақтысы деп аталатын пропорционалдық коэффициенті.

(1) теңдігімен анықталатын температура теріс шама болуы мүмкін емес. Сондықтан ол *абсолютті температура* деп аталады.

Температураның *абсолютті нөлі* ($T = 0$) деп молекулалық қозғалыстардың тоқтаған кезін ($E = 0$) айтады. Бұл табиғаттағы ең төмен температура. Осы анықтама негізінде ағылшын ғалымы У. Кельвин *температураның абсолютті шкаласы* ұғымын енгізді. Бұл шкала бойынша температура абсолютті нөлден бастап саналады және оның бөліктері Цельсий шкаласының градусына тең. Абсолютті T температура мен Цельсий шкаласы бойынша t температураның арасындағы байланыс $T = t + 273$ теңдігімен беріледі. ХБЖ жүйесінде абсолютті температура кельвинмен өлшенеді және ол K әрпімен белгіленеді. Бір кельвин Цельсий шкаласы бойынша бір градусқа тең ($1 K = 1^\circ C$).

(1) өрнегін молекулалық-кинетикалық теорияның $PV/N = 2/3$ түріндегі негізгі теңдеуімен теңестіріп

$$\bar{E} = \frac{3}{2} kT \quad (2)$$

Осылайша, *абсолютті температура газ молекулаларының жылулық қозғалысының орташа кинетикалық энергиясының өлшемі* болып табылады.

Идеал газ молекулаларының ілгерлемелі қозғалысының орташа кинетикалық энергиясының осы мәнін молекулалы-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуіне қойып,

$$p = \frac{2}{3} n W_{k0} = \frac{2}{3} n \frac{3}{2} kT = nkT$$

аламыз. Бұл молекулалы-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуінің жазылуының тағы бір түрі:

$$p = nkT = \frac{N}{V} kT$$

теңдеуінен бірдей температура мен қысым кезінде газдың тең көлемдеріндегі молекулалар саны бірдей болатыны шығады. Бұл- *Авогадро заңы*.

Газ молекуласының жылдамдығы.

Газ температурасы белгілі болса, онда оның молекуласының қозғалысының орташа түзу сызықты жылдамдығын есептеуге болады. $\bar{E} = 3kT/2$ теңдеуімен орташа кинетикалық энергия анықтамасынан $\bar{E} = m_0\bar{v}^2/2$ теңдігімен теңестіріп жылдамдықтың орташа квадраты үшін келесі өрнекті аламыз: $\bar{v}^2 = 3kT/m_0$. Бұл шамадан алынған квадраттық түбір *орташа квадраттық жылдамдық* деп аталады:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

Менделеев-Клапейрон теңдеуі

- Молекулалық кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі p қысым, V көлем және T температура арасында байланыс орнатуға мүмкіндік береді. Бұндай байланысты жазатын өрнек **күй теңдеуі** деп аталады. Егер газ молекуласы концентрациясының өрнегін $n = N/V = mN_A/VM$ түрінде алса, онда $p = nkT$ теңдігінен мынау шығады:

$$pV = mkN_A T/M.$$

- Больцман** тұрақтысының k Авогадро санына N_A көбейтіндісін **универсал газ тұрақтысы** деп атап, R әрпімен белгілейді:

$$R = k N_A = 8.31 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К}).$$

Бұл енгізілген R тұрақтыны тағы да пайдаланып кез келген массасы m үшін идеал газ күйінің теңдеуін аламыз:

$$pV = mRT/M.$$

Бұл **Менделеев-Клапейронның күй теңдеуі** деп аталады.

Есептер шығару

1. Радон ваннасына көлемі 1дм^3 суда $1,8 * 10^6$ радон атомдары бар. Судың қанша молекуласына радонның бір атомы сәйкес келеді?

($1,9 * 10^{19}$)

2. Егер газдың бір молекуласына $5,56 * 10^5$ су молекуласы сәйкес келсе, онда көлемі $0,5\text{л}$ бөтелкедегі лимонадта CO_2 көмірқышқыл газының қандай m массасы ерітілген?

($2,2\text{ мг}$)

3. Қалыпты жағдайдағы газ молекуласының орташа арақашықтығын анықтаңдар.

($3,35\text{нм}$)

4. Егер абсолют температурасын 30% -ға азайтса, онда неон атомының орташа кинетикалық энергиясы қанша есе өзгереді?

(1,43 есе кемиді)

5. Оттек молекулаларының қайсыбір температурадағы орташа квадраттық жылдамдығы 460 м/с. Осындай температура кезінде азот молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы қандай болады?

(492 м/с)

6. Қайсыбір газдың 296 К температурадағы орташа квадраттық жылдамдығы 480 м/с. Осы газдың 10 г массасында қанша молекула бар?

$(1,88 * 10^{25})$

7. Қысымы 10^5 Па ауаның тығыздығы $1,29 \text{ кг/м}^3$.
Ауа молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығын есептеңдер.

(482 м/с)

8. Температурасын 37°C -тан 40°C -қа дейін арттырғанда су буы молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы қанша пайызға артады?

(48%)

Тест тапсырмасы

№1. Идеал газды қыздырғанда молекуланың орташа квадраттық жылдамдығы 4 есе артса, газдың абсолюттік температурасы қалай өзгереді?

- a) 2 есе артады
- b) 4 есе артады
- c) 8 есе артады
- d) 16 есе артады
- e) 12 есе артады

№2. Өзгермейтін концентрацияда идеал газ молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығы 3 есе артса, газдың қысымы қалай өзгереді?

- a) 9 есе артады
- b) 3 есе артады
- c) 3 есе кемиді
- d) Өзгермейді
- e) 9 есе кемиді

№3. Төменде келтірілген теңдеулердің қайсысы идеал газдың молекула-кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі болып табылады?

- a) $p = nkT$
- b) $p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}$
- c) $p = \frac{2}{3} n m_0 \overline{v^2}$
- d) $p = \frac{1}{3} p \overline{v^2}$
- e) $p = n m_0 \overline{v^2}$

№4. Идеал газдың ішкі энергиясы қай шамаға тәуелді?

- a) қысымға
- b) көлемге
- c) температураға
- d) газ массасына

№5. Қандай тұжырым МКТ-ң негізгі қағидаларына жатпайды?

- a) заттар бөлшектерден тұрады;
- b) бөлшектер хаосты қозғалыста болады;
- c) бөлшектер бір-бірімен әсерлеседі;
- d) молекулалардың массасы мен өлшемі аз
- e) жауаптардың арасында дұрысы жоқ

№6. $T=267\text{ K}$ температурасы Цельсий шкаласы бойынша қандай температураға сәйкес?

- а) 540 в) 6 с) -6 д) -540 е) дұрыс жауабы жок.

№7. Идеал газдың қандай x параметрін формуласымен анықтауға болады?

- а) көлем в) қысым с) температура
д) молекулалар концентрациясы
е) молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығы

№8. Авогадро тұрақтысы:

- а) $N_A \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$. в) $N_A \approx 0,6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.
с) $N_A \approx 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}$. д) $N_A \approx 1,38 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.
е) $N_A \approx 8,31 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

№9. Газдың абсолюттік температурасын 3 есе арттырса молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығы қалай өзгереді?

- а) 3 есе көбейеді в) 9 есе көбейеді
с) 6 есе көбейеді д) есе көбейеді
е) 2 есе көбейеді

№10. Герметикалық жабық ыдыста су және су буы бар. Суды қыздырғанда су буы молекулаларының концентрациясы қалай өзгереді?

- а) артады
в) кемиді
с) өзгермейді
д) бастапқыда кемиді, кейін артады
е) бастапқыда артады, кейін кемиді

Үйге тапсырма

- §4.5 Идеал газ. Молекулалы-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі. (Физика 10-сынып)
- Есептер шығару:
№9 өзіндік жұмыс 1-нұсқа.