

## 2-МАВЗУ: ИДЕАЛ ГАЗЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ.

### Кўриладиган ма салалар.

1. Идеал газларнинг асосий қонунлари.
2. Идеал газларнинг аралашмаси.
3. Аралашманинг ҳолат кўрсаткичларини ҳисоблаш: молекуляр массани, газ доимийлигини ва ташкил этувчиларининг парциал босимларини аниқлаш.
4. Газларнинг иссиқлик сиғими.

### Таянч сўз ва иборалар.

*Идеал газ; қонунлар; ҳолат тенгламаси; газ доимийлиги; газ аралашмаси.*

### 1. Идеал газнинг асосий қонунлари.

Бойл-Мариот ва Гей-Люссак қонунларига тўлиқ бўсинидаган газлар идеал газлар деб аталади. Идеал газларда молекулаларининг ўзаро тортишиш ва итариш кучлари бўлмайди, молекулаларнинг ҳажми эса газнинг ҳажмига нисбатан жуда кам.

Ҳамма реал газлар юқори ҳароратларда ва паст босимларда «Идеал газ» тушунчасига моз келади, деярли хусусияти билан идеал газдан фарк қолмайди.

Бойл-Мариот қонуни ўзгармас ҳарорат жараёнида идеал газни солиштирма ҳажми билан абсолют босимини ўзаро боғлиқлигини ўрнатади, яъни ўзгармас ҳароратда идеал газни ҳажми босмига нисбатан тескари пропорционалда ўзгариши.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_1}{P_2} \quad \text{ёки} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{const}$$

Бойл-Мариот қонуни  $PV$  координат тизимида тенг томонлиги гиперболани тасвирлайди. Бу эгри чизик изотерма деб юритилади, ўзгармас ҳароратда кечадиган жараён эса **изотермик жараён** деб аталади.

Гей-Люссак қонуни ўзгармас босимда солиштирма ҳажми билан абсолют ҳароратини ўзаро боғлиқлигини ўрнатади, яъни ўзгармас босимда идеал газнинг бир ҳил ҳажмли миқдори абсолют ҳароратга нисбатан тўғри пропорционалда ўзгаради.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \quad \text{ёки} \quad \frac{V}{T} = \text{const}$$

Гей-Люссак қонуни  $PV$  координат тизимида абсцисса ўқиға параллел тўғри чизикни тасвирлайди. Бу тўғри чизик изобар деб юритилади. Ўзгармас босимда кечадиган жараён эса **изобарик жараён** деб аталади.

Шарл қонуни идеал газни солиштирма ҳажми ўзгармас бўлганда босмини ҳароратга боғлиқлигини ўрнатади, яъни идеал газни солиштирма ҳажминини ўзгармас ҳолатида, уни абсолют босими абсолют ҳароратига тўғри пропорционалда ўзгаради.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \quad \text{ёки} \quad \frac{P}{T} = \text{const}$$

Бойл-Мариот, Гей-Люссак ва Шарл қонунлари идеал газнинг учта асосий кўрсаткичларини иккитасини ўзаро боғлиқлигини ўрнатади. Ҳолат тенгламаси идеал газнинг учта асосий кўрсаткичларини ўзаро боғлиқлигини ўрнатади.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Идеал газнинг босимини солиштира ҳажмига кўпайтмасини абсолют ҳароратига бўлган нисбати ўзгармасдир.

$$\frac{PV}{T} = const$$

Бу ўзгармас миқдорни **газни солиштира доимийлиги** деб аталади ва  $R$  ҳарфи билан белгиланади.

$$\frac{PV}{T} = R \quad \text{ёки} \quad PV = RT$$

Ушбу тенгламани идеал газни **ҳолат тенгламаси** деб аталади.

1 кмоль газ учун ҳолат тенглама қўйидаги кўринишига эга бўлади.

$$PV_\mu = \mu RT \quad \text{бу тенгламадан}$$

$$\mu R = \frac{PV_\mu}{T} \quad (2.1)$$

$\mu R$  кўпайтмани **универсал газ доимийси** деб аталади. Универсал газ доимийси  $\mu R$  1 кмоль идеал газнинг ўзгармас босимида ва ҳароратини  $1^0$  ўзгариш жараёнидаги иши ҳисобланади.

Нормал физик-шароитда (босим  $101325 \text{ Н/м}^2$  ва ҳарорат  $273,15 \text{ К}$  бўлганда) 1 кмоль газнинг ҳажми  $22,4143 \text{ м}^3/\text{Кмоль}$  га тенг, шунинг учун универсал газ доимийлиги қуйидагига тенг бўлади.

$$\mu R = \frac{101325 \times 22,4143}{273,15} = 8,3142 \text{ кж} / (\text{кмоль град}) \quad (2.2)$$

1 кмоль газга тўғри келадиган ҳолатни универсал тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$PV_\mu = 8314,20T$$

Универсал газ доимийлигини билган ҳолда газни солиштира доимийлигини аниқлаш мумкин.

$$R = 8314,2 / \mu, \text{ ж} / (\text{кг град}) \quad (2.3)$$

## 2. Идеал газларнинг аралашмаси.

Ўзаро кимёвий бирикмайдиган айрим газларни аралашмасига **газлар аралашмаси** деб аталади.

Аралашмадаги ҳар бир газ бошқа газларга боғлиқ бўлмаган ҳолда аралашмани ҳажмини бир ўзи эгаллагандек ҳамма хусусияларини сақлаб қолади. Газнинг молекулалари идишнинг деворида босим ҳосил қилади, бу босим эса аралашмани ташкил этувчиларини парциал босми деб аталади.

Идеал газларнинг аралашмаси ДАЛЬТОН қонунига бўйсунди, яъни газлар аралашмасининг умумий босими айрим газларнинг парциал босимларини йғиндисига тенг.

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n = \sum_1^n P_1 \quad (2.4)$$

бу ерда  $P_1, P_2, \dots, P_n$  - парциал босим.

*Аралашманинг таркибидаги ҳар бир газнинг аралашмадаги миқдори, ҳажми ва аралашма ҳароратида ўзи эгаллагандаги босими парциал босим деб аталади.*

Газ аралашмасининг кўрсаткичлари Клайперон тенгаламаси орқали аниқланиши мумкин.

$$PV = mR \quad (2.5)$$

бу ердаги миқдорларни ҳаммаси газ аралашмасига тааллуқли.

Шундай қилиб, газ аралашмасини ҳисобини вазифаси газ аралашмасини берилган таркибига асосан ўртача молекуляр массасини ёки газ аралашмасини газ доимийлигини аниқлаш, сўнгра бошқа ҳамма кўрсаткичларни аралашмани ҳолат тенгламасидан олиш мумкин.

Газ аралашмаси массали, ҳажмий ва молли қисмлар орқали берилиши мумкин.

Аралашмани ташкил этувчиларини ҳар бирини массасини газ аралашмасини умумий массасига бўлган нисбати **масса улуши** деб аталади.

$$q_1 = \frac{m_1}{m}; \quad q_2 = \frac{m_2}{m}; \dots; \quad q_n = \frac{m_n}{m};$$

бу ерда  $q_1, q_2, \dots, q_n$  - аралашмани ташкил этувчиларини улуши:  $m_1, m_2, \dots, m_n$  - аралашмани ташкил этувчи ҳар бир газнинг массаси. Ҳар бир газнинг масса улушларини йғиндиси бирга тенг.

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \sum_1^n q_1 = 1 \quad (2.6)$$

Ҳар бир газнинг массаларини йғиндиси аралашмани умумий масасига тенг.

$$m_1 + m_2 + \dots + m_n = \sum_1^n m_1 = m \quad (2.7)$$

Аралашманинг ташкил этувчиларини ҳар бирини парциал (келтирилган) ҳажмларини газ аралашмасини умумий ҳажмига бўлган нисбати ўша компонентни ҳажмий улуши деб аталади.

$$r_1 = \frac{V_1}{V}; \quad r_2 = \frac{V_2}{V}; \dots; \quad r_n = \frac{V_n}{V};$$

бу ерда  $r_1, r_2, \dots, r_n$  - аралашмани ташкил этувчиларини ҳажмий улуши;  $V_1, V_2, \dots, V_n$  ҳар бир газнинг парциал (келтирилган) ҳажми;  $V$  - аралашмани ҳажми.

Ҳарорати ва босими газ аралашмасини босими ва ҳароратига тенг бўлганда эгаллайдиган ҳар бир газнинг ҳажми **келтирилган ҳажм** деб аталади.

Ҳар бир газни парциал ҳажмини Бойл-Мариот қонуни бўйича аниқлаш мумкин.

$$V_1 = \frac{P_1 V}{P}; \quad V_2 = \frac{P_2 V}{P}; \dots; \quad V_n = \frac{P_n V}{P};$$

Ҳар бир газнинг парциал ҳажмини йиғиндиси газ аралашмасини ҳажмини тенг.

$$V_1 + V_2 + \dots + V_n = \sum_1^n V_i = V \quad (2.8)$$

Аралашманинг ташкил этувчи газларнинг ҳажмий улушларини йиғиндиси бирга тенг.

$$r_1 + r_2 + \dots + r_n = \sum_1^n r_i = 1 \quad (2.9)$$

Аралашмани ташкил этувчиларини молли улуши ва уларнинг ҳажмий қисмлари бир ҳил маънони билдиради.

$$\mu_i = \frac{m_i}{m_i} \quad \text{ва} \quad \mu = \frac{m}{m}$$

бу ерда  $m_i$  - аралашмани ташкил этувчи ҳар бир газни киломол сони  $m$  - аралашмани киломол сони.

$$\frac{m_i}{m} = \frac{m_i}{m} \frac{\mu}{\mu} = \frac{\rho_i V_i \mu}{\rho V \mu_i}$$

бу ерда  $\rho_i$  - газ аралашмасини ташкил этувчи ҳар бир газни зичлиги;  $\rho$  газ аралашмасини зичлиги.

Бир ҳил босимда ва ҳароратда Авагадро қонунига асосан

$$\frac{\rho_i}{\rho} = \frac{\mu_i}{\mu} \quad \text{шунинг учун}$$

$$\frac{m_i}{m} = \frac{V_i}{V} = r_i$$

Ҳар қандай газни ва аралашмани солиштирма ҳажми, зичлиги, молекуляр массаси ва газ доимийлиги Авогадро ва Клайперон-Менделеев қонунга асосан қуйидаги боғлиқликга эга,

$$\frac{\rho_i}{\rho} = \frac{V}{V_i} = \frac{\mu_i}{\mu} = \frac{R}{R_i}$$

бу ерда  $\mu_i$  - ҳар бир газнинг молекуляр массаси;  $\mu$  - газ аралашмасининг молекуляр массаси;  $R_i$  ҳар бир газнинг газ доимийлиги;  $R$  - аралашманинг газ доимийлиги;  $V$  - аралашмани солиштирма ҳажми;  $V_i$  - ҳар бир газнинг солиштирма ҳажми. Қуйидагича ёзиш ҳам мумкин,

$$q_i = \frac{m_i}{m} = \frac{\rho_i V_i}{\rho V} = \frac{\rho_i}{\rho} r_i$$

Охирги икки нисбат массали ва ҳажмий қисмларини боғлиқлиги бўйича бир нечта тенгламани тузишга имком беради.

$$q_i = \frac{V}{V_i} r = \frac{\mu_i}{\mu} r = \frac{R}{R_i} r_i$$

$$r_i = \frac{\rho_i}{\rho} q_i = \frac{V_i}{V} q_i = \frac{R_i}{R} q_i = \frac{\mu}{\mu_i} q_i$$

### 3. Аралашманинг ҳолат кўрсаткичларини ҳисоблаш: молекуляр массани, газ доимийлигини ва ташкил этувчиларининг парциал босимларини аниқлаш.

#### Газ аралашмасининг газ доимийлиги.

Газ аралашмаси ҳолат тенгламасига бўйсунди.

$$PV = mRT \quad \text{ва} \quad R = \frac{PV}{mT} \quad (2.10)$$

тенгламадан

$$r_i = \frac{q_i R_i}{R} \quad \text{ва} \quad \sum_{R=1} r_i = \sum_{R=1} \frac{q_i R_i}{R} \quad \text{бундан}$$

$$R = \sum q_i R_i = q_1 R_1 + q_2 R_2 + \dots + q_n R_n$$

Аралашмани ташкил этувчи ҳар бир газнинг массали қисмини уни газ доимийлигига кўпайтмасини йиғиндиси аралашмани газ доимийлигига тенг.

Аралашмани газ доимийлигини аниқлайдиган бошқа тенгламани кўриниши қуйидагича

$$R = \sum q_i r_i = 8314,2 \left( \frac{q_1}{\mu_1} + \frac{q_2}{\mu_2} + \dots + \frac{q_n}{\mu_n} \right)$$

Аралашмани ўртача молекуляр массаси орқали ҳам газ аралашмасини газ доимийлигини аниқлаш мумкин.

$$R = 8314,2 / \mu \quad (2.11)$$

Газ аралашмасининг ташкил этувчи ҳар бир газнинг газ доимийлиги ҳам аралашмани газ доимийлигини аниқлайдиган ифода орқали, ҳар бир газни молекуляр массасини иштироки натижасида аниқланади.

Агарда аралашма ҳажмий қисм билан берилган бўлса, унда

$$q_1 = \frac{R}{R_1} r_1 \quad \text{ва} \quad \sum q_1 = R \sum \frac{r_1}{R_1} = 1$$

Бундан келиб чиққан ҳолда

$$R = \frac{1}{\sum \frac{r_i}{R_i}} = \frac{1}{\frac{r_1}{R_1} + \frac{r_2}{R_2} + \dots + \frac{r_n}{R_n}} \quad (2.12)$$

Аралашманинг ўртача молекуляр массаси.

Агарда газ аралашмасини газ доимийлиги маълум бўлса, у ҳолда аралашмани ўртача молекуляр массаси қуйидагича аниқланади.

$$\mu = \frac{8314,2}{R}; \quad \mu = \frac{8314,2}{q_1 R_1 + q_2 R_2 + \dots + q_n R_n} \quad (2.13)$$

Агарда аралашма массали қисм бўйича берилган бўлса.

$$\mu = \frac{1}{\sum \frac{r_i}{R_i}} = \frac{1}{\frac{q_1}{\mu_1} + \frac{q_2}{\mu_2} + \dots + \frac{q_n}{\mu_n}}$$

Агарда аралашма ҳажмий қисм бўйича берилган бўлса, у ҳолда

$$R = \frac{1}{\sum r_i R_i} = \frac{8314,2}{\sum r_i \mu_i} \quad (2.14)$$

$$\mu = \sum r_i \mu_i = r_1 \mu_1 + r_2 \mu_2 + \dots + r_n \mu_n$$

### Парциал босим.

Агарда газнинг асосий кўрсаткичлари берилган бўлса, газни парциал босими массали қисми орқали аниқланиши мумкин.

$$P_i = \frac{m_i R_i T_i}{V} = P \frac{m_i R_i}{m R} = P q_i = \frac{R_i}{R} = P q_i \frac{\mu}{\mu_i} \quad (2.15)$$

Аралашма ҳажмий қисмда берилганда ҳар бир газни парциал босимини аниқлашда Бойл-Мариот қонунидан фойдаланиш мумкин.

$$P_i V = P V_i \quad \text{ва} \quad P_i = P \left( \frac{V_i}{V} \right) = P r_i \quad (2.16)$$

### 4. Газларнинг иссиқлик сиғими.

Иссиқлик аппаратларни ҳисоблашда жараёнда иштирок этадиган иссиқлик миқдорини аниқлаш катта аҳамиятга эга. Уни аниқ аниқланиши иқтисодий нуқтаи назаридан, иссиқлик аппаратини ишлашини тўғри баҳолашни таъминлайди.

Қандайдир жараёнга иссиқлик берилиши уни ҳолатини ўзгаришга олиб келади, яъни ҳарорати ўзгаради. Жисмнинг бирлик миқдорини олган  $dq$  иссиқлигини ҳароратини ўзгариши  $dt$  га бўлган нисбати **иссиқлик сиғими** деб аталади.

$$C_x = dq_x / dt \quad (2.17)$$

(2.17) тенгламадаги  $q$  ни миқдори фақат ҳароратга боғлиқ бўлмасдан, иссиқлик бериш жараёнини турига ҳам боғлиқ ( $V = const, P = const$ ). Берилган жараёнда олинган

иссиқликни умумий миқдори қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$q_{1-2,X} = \int_{t_1}^{t_2} C_X dT \quad (2.18)$$

$dq_{1-2,X}$  иссиқлик миқдори жараённинг кечишига боғлиқ. Жараёнининг кечишига қараб бир тизимни ўзи турли иссиқлик сиғимига эга бўлиш мумкин, яъни сон қиймати  $-\infty$  дан  $+\infty$  гача ўзгариши мумкин.

### Газларнинг массали, ҳажмий ва моляр иссиқлик сиғими.

1кг газга тўғри келадиган иссиқлик сиғими **массали иссиқлик сиғими** деб аталади ва  $C_X$ , билан белгиланади, ўлчам бирлиги *кж/кг.град*.

1м<sup>3</sup> газга тўғри келадиган иссиқлик сиғими, **ҳажмий иссиқлик сиғими** деб аталади ва  $C_X$  билан белгиланади, ўлчам бирлиги *кж/м<sup>3</sup>град*.

1кмол газга тўғри келадиган иссиқлик сиғими **моляр иссиқлик сиғими** деб аталади ва  $\mu C_X$  билан белгиланади, ўлчам бирлиги *кж/кмол.град*.

Келтирилган иссиқлик сиғимлари орасида қуйидагича боғлиқлик мавжуд.

$$C_X = C_X' V_0 = \mu C_X / \mu$$

бу ерда  $V_0$  - нормал термодинамик шароитдаги солиштирма ҳажм;

$\mu$  - молекуляр масса.

### Ўзгармас ҳажмдаги ва ўзгармас босимдаги иссиқлик сиғимларнинг аналитик ифодаси.

Ўзгармас ҳажмдаги иссиқлик сиғими  $C_1$ , термодинамикада катта аҳамиятга эга ҳисобланади ва ўзгармас ҳажм жараёнидаги  $dq_1$  иссиқликни жисм ҳароратини ўзгаришига бўлган нисбати билан аниқланади.

$$C_1 = dq_V / dT \quad (2.19)$$

Ўзгармас босимдаги иссиқлик сиғими  $C_1$ , ўзгармас босим жараёнидаги  $dq_1$ , иссиқликни жисмни ҳароратини ўзгаришига бўлган нисбати билан аниқланади.

$$C_1 = dq_1 / dT \quad (2.20)$$

Жисмни турғун жараёнда иситишда иссиқликни элементар миқдори қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$\begin{aligned} dq &= du + Pdv, \\ du &= (\partial u / \partial T)_V dT + (\partial u / \partial V)_T dV, \text{ бўлганлиги учун,} \\ dq &= (\partial u / \partial T)_V dT + [(\partial u / \partial V)_T dV + P]dV \end{aligned} \quad (2.21)$$

Олинган ифода ўзгармас ҳажмдаги жараён учун қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$dq_V = (\partial u / \partial T)_V dT$$

Шунинг учун  $V=const$  бўлганда иссиқлик сиғими қуйидагича бўлади.

$$C_V = (\partial u / \partial T)_V \quad (2.22)$$

$V=const$  бўлганда, жисм ташқи иш бажармаганлиги учун берилган иссиқликнинг ҳаммаси ички энергияни ошириш учун кетади.

$$dq_V = du_V = C_V dT_V \quad (2.23)$$

Ёки  $C_V = const$  бўлганда  $q_{1-2,V} = U_2 - U_1 = C_V(t_2 - t_1)$ .

Идеал газнинг ички энергиясини ўзгариши ўзгармас ҳажмдаги иссиқлик сифимини жисмни ҳароратларини фарқига кўпайтмасига тенг.

(2.23) идеал газ тенгламасини ҳароратни  $0^0C$  дан  $t^0C$  оралиғида интеграллаб қўйидагини оламиз:

$$U = \int_0^t C_V dT = C_{Vm} \Big|_0^t$$

бу ерда  $C_{Vm} = V = const$  бўлгандаги ўртача иссиқлик сифими.

Бундан идеал газни ҳолатини ўзгаришини исталган жараёни охири учун

$$U_2 - U_1 = C_{Vm} \Big|_{t_1}^{t_2} (t_2 - t_1) = C_{Vm} \Big|_0^{t_2} t_2 - C_{Vm} \Big|_0^{t_1} t_1, \text{ бўлади.}$$

$du = C_V dT$  ни қийматини термодинамиканинг биринчи қонунини асосий тенгламасини ўрнига қўйиб, идеал газни ҳолатини чексиз кичик ўзгаришини, кайтар жараён учун умумий ҳолда қўйидагига эга бўламиз:

$$dq = C_V dT + PdV \quad (2.25)$$

Агарда  $T$  ва  $V$  ўзгарувчиларни боғлиқ бўлмаган ўзгарувчилар деб қабул қилсак, термодинамикани биринчи қонундан қўйидагини оламиз:

$$dq = (\partial u / \partial T)_V dT + [P(\partial u / \partial T)_T] dV \quad (4.7)$$

$P = const$  бўлганда:

$$dq_P = (\partial u / \partial T)_V dT_P + [P(\partial u / \partial T)_T] dV_T$$

$$\text{ёки, } dq_P = C_P dT_P \text{ бўлганлиги учун} \quad (2.26)$$

$$C_P = (\partial u / \partial T)_V + [P + (\partial u / \partial V)_T](\partial V / \partial T)_P$$

(2.22) тенгламани қўллаб, қўйидагини оламиз:

$$C_P = C_V + [P + (\partial u / \partial V)_T](\partial V / \partial T)_P \quad (2.27)$$

(2.27) тенглама умумий ҳолда  $C_P$  ва  $C_V$  ларнинг ўзаро боғлиқлигини ўрнатади.

Идеал газ учун  $(\partial u / \partial V)_T = 0$  ҳолат тенгламаси  $PV = RT$  дан  $P(\partial V / \partial T)_P = R$  шунинг учун (4.10)

$$C_P = C_V + R \text{ ва } C_P - C_V = R$$

бу тенгламани Майер тенгламаси деб юритилади ва 1кмол учун қўйидаги кўринишга эга бўлади.

$$\mu C_P = \mu C_V + \mu R \text{ ёки } \mu C_P - \mu C_V = 8.3142 \text{ кж / (кмол.град)}$$

Демак идеал газлар учун  $\mu C_P$  ва  $\mu C_V$  ларнинг айирмаси ўзгармас миқдордир.

### Ҳақиқий ва ўртача иссиқлик сиғим.

Термодинамик тизимнинг қандайдир жараёнига берилган элементар иссиқлик миқдорини чексиз кичик ҳароратлар фарқига бўлган нисбати ҳақиқий иссиқлик сиғими деб аталади.

Реал газларни ҳақиқий иссиқлик сиғимини икки қўшилувчини йиғиндиси билан ифодалаш мумкин.

$$C_X = C_{X0} + \Delta C_X$$

Биринчи қўшилувчи берилган газни сийракланган (идеал газ) ҳолатидаги ( $P \rightarrow 0$  ёки  $V \rightarrow \infty$  бўлгандаги) иссиқлик сиғими ва у фақат ҳароратга боғлиқ.

$C_P$  ва  $C_V$  иссиқлик сиғимларнинг ҳароратга боғлиқлиги тахминан ҳароратни учинчи даражали полинома кўринишига эга.

$$C_{X0} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$$

Ҳозирги пайтда ҳисоблашларда аниқроқ бўлган жадвалда бериладиган қийматлардан фойдаланилади.

Иккинчи қўшилувчи  $\Delta C_X$  иссиқлик сиғимини босимга ёки солиштирма ҳажмга боғлиқлигини белгилайди ва реал газнинг ички энергиясини потенциал ташкил этувчисини ўзгариши билан боғлиқ.

Амалий ҳисоблашда иссиқликни аниқлаш учун иссиқлик сиғимини ўртача қийматидан фойдаланилади.

Ҳароратларнинг  $t_1$  дан  $t_2$  оралиғидаги жараённи ўртача иссиқлик сиғими деб  $q_{1-2}$  иссиқлик сиғимини ҳароратлар айирмасига бўлган нисбатига айтилади.

$$C_{Xm} \Big|_{t_1}^{t_2} = q_{1-2, X} / (t_2 - t_1) \quad (2.28)$$

$q_{1-2, X}$  иссиқлик,  $X=0$  бўлган жараёнда, (4.2) тенглама орқали аниқланади, шунинг учун

$$C_{Xm} \Big|_{t_1}^{t_2} = [1/(t_2 - t_1)] \int_{t_1}^{t_2} C_X dt \quad (2.29)$$

(4.12) тенглама жисми ўртача ва ҳақиқий иссиқлик сиғими орасидаги боғлиқликни ўрнатади.

Агарда иссиқлик сиғими  $0^0C$  гача ҳарорат оралиғида жадвалда берилган бўлса, у ҳолда ўртача иссиқлик сиғими қуйидаги ифода орқали аниқланиши мумкин.

$$C_{Xm} \Big|_{t_1}^{t_2} = (C_{Xm} \Big|_0^{t_2} t_2 - C_{Xm} \Big|_0^{t_1} t_1) / (t_2 - t_1) \quad (2.30)$$

Идеал газ қандайдир жараёнда  $t_1$  ҳароратдан  $t_2$  ҳароратгача иситилган бўлса, иситиш учун сарф бўлган иссиқлик қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$Q_X = m [C_{Xm} \Big|_0^{t_2} t_2 - C_{Xm} \Big|_0^{t_1} t_1] = V_H [C_{Xm} \Big|_0^{t_2} t_2 - C_{Xm} \Big|_0^{t_1} t_1] \quad (2.31)$$

### Идеал газ аралашмасининг иссиқлик сиғими.

Агарда газ аралашмаси массали қисм бўйича берилган бўлса, уни иссиқлик сиғими массали қисмининг массали иссиқлик сиғими кўпайтмаларини йиғиндиси

орқали аниқланади.

$$C_{V,ap} = g_1 C_{V1} + g_2 C_{V2} + \dots + g_n C_{Vn} = \sum_1^n g_i C_{Vi} \quad (2.32)$$

$$C_{P,ap} = g_1 C_{P1} + g_2 C_{P2} + \dots + g_n C_{pn} = \sum_1^n g_i C_{Pi} \quad (2.33)$$

бу ерда  $q_1, q_2, \dots, q_n$  - аралашма таркибига кирувчи газларнинг массали қисми.

Агарда газ аралашмаси ҳажмий қисм бўйича бершиш бўлса, уни ҳажмий иссиқлик сиғими ҳажмий қисмини ҳажмий иссиқлик сиғимига кўпайтмаларини йиғиндисига тенг бўлади.

$$C_{V,ap} = r_1 C_{V1} + r_2 C_{V2} + \dots + r_n C_{Vn} = \sum_1^n r_i C_{Vi} \quad (2.34)$$

$$C_{P,ap} = r_1 C_{P1} + r_2 C_{P2} + \dots + r_n C_{pn} = \sum_1^n r_i C_{Pi} \quad (2.35)$$

бу ерда  $r_1, r_2, \dots, r$  - аралашма таркибига кирувчи газларнинг ҳажмий қисми.

Аралашмани моляр иссиқлик сиғими қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$C_{V,ap} = r_1 \mu_1 C_{V1} + r_2 \mu_2 C_{V2} + \dots + r_n \mu_n C_{Vn} = \sum_1^n r_i \mu_i C_{Vi}$$

$$C_{P,ap} = r_1 \mu_1 C_{P1} + r_2 \mu_2 C_{P2} + \dots + r_n \mu_n C_{pn} = \sum_1^n r_i \mu_i C_{Pi}$$

### Мавзуга оид назорат саволлари.

1. Идеал газ деб нимага айтилади?
2. Молекуляр масса деб нимага айтилади?
3. Идеал газни холатини характеристик тенгламаси.
4. Киломол деб нимага айтилади?
5. Газ аралашмаси деб нимага айтилади?
6. Дальтон қонуни.
7. Парциал босим деб нимага айтилади?
8. Аралашманинг газ доимийлиги қандай аниқланади?