

## 13 – ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

### **КЛЕМАН - ДЕЗОРМ УСУЛИ БИЛАН ГАЗ ИССИҚЛИҚ СИҒИМЛАРИНИ НИСБАТИНИ АНИҚЛАШ**

**Ишнинг мақсади:** Клеман - Дезорм усули билан газ иссиқлик сиғимлари нисбати  $C_p/C_v$  ни ўлчаш.

**Керакли асбоблар ва материаллар:** 1. Клеман - Дезорм қурилмаси  
2. Манометр  
3. Насос

### НАЗАРИЙ МУҚАДДИМА

#### **1. ГАЗНИНГ ИССИҚЛИҚ СИҒИМИ**

Газнинг ҳолатини урта катталиқ - ҳолат параметрлари: босим -  $P$ , ҳажм -  $V$  ва температура  $T$  билан характерлаш мумкин. Бу катталиқларни ўзаро боғловчи тенгламага модданинг ҳолат тенгламаси дейилади. Идеал газ учун эса ҳолат тенглама Менделеев – Клайперон тенгламасидир. У бир моль газ учун:

$$PV = RT \quad (1)$$

бунда  $R$  - универсал газ доимийси.

Газ иссиқлик сиғимининг катталиги иситиш шароитларига боғлиқ бўлиб, бу боғланишни аниқлаш учун ҳолат тенгламаси (1) дан ва термодинамиканинг биринчи қонунидан фойдаланамиз.

**Термодинамиканинг 1-қонуни:** системага берилган иссиқлик миқдори -  $dQ$ , унинг ички энергияси  $dU$  ни оширишга ва системанинг ташқи кучларга қарши иш бажариш -  $dA$  га сарфланади, яъни:

$$dQ = dU + dA \quad (2)$$

Иссиқлик сиғимининг таърифига кўра:

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{dU}{dT} + \frac{dA}{dT} \quad (3)$$

Бу тенгламадан кўринадики, иссиқлик сиғими газнинг қандай усул билан иситилишига қараб ҳар хил қийматларига эга бўлиши мумкин, чунки  $dT$  нинг бирдан – бир қийматига  $dA$  ва  $dU$  нинг ҳар хил қийматлари тўғри келиши мумкин. Элементар иш  $dA$  га тенг:

$$dA = PdV \quad (4)$$

Температура ўзгарганда идеал газда ўтадиган асосий процессларни кўриб чиқайлик, бунда газнинг массаси ўзгармас ва бир мольга тенг деб олинади. Бир моль газни бир градусга иситиш учун керак бўлган иссиқлик микдорига мольяр иссиқлик сифими дейилади.

## 2. ИЗОХОРИК ПРОЦЕСС

Агар температура ўзгарганда жисмнинг (газнинг) ҳажми ўзгармасдан қолса, яъни  $V = \text{const}$  бўлса, бундай процессга изохорик процесс дейилади. У ҳолда  $dV = 0$  бўлади. (4) формулага асосан  $dA = 0$  бўлади. (2) формулага асосан газга берилган барча иссиқлик унинг ички энергиясини оширишга сарфланади. У ҳолда (3) формулага асосан ўзгармас ҳажмда газнинг мольяр иссиқлик сифимини қуйидагича ёзиш мумкин

$$C_V = \frac{dU}{dT} + P \frac{dV}{dT} \quad (6)$$

Ўзгармас босимда ( $P = \text{const}$ ) ўтадиган процессга изобарик процесс дейилади. Бу ҳол учун (3) формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$PdV + VdP = RdT \quad (7)$$

$P = \text{const}$  бўлганда  $dP = 0$  бўлади. Шунинг учун  $PdV = RdT$ . Бу муносабати (6) га қўйсак ва  $dU$  ни  $C_V dT$  билан алмаштираем:

$$C_P = C_V + R \quad (8)$$

## 3. ИЗОТЕРМИК ПРОЦЕСС

Изотермик процесс деб температура ўзгармас ( $T = \text{const}$ ) бўлганда ўтадиган процессга айтилади. Бу ҳолда  $dT = 0$  ва термодинамиканинг 1 қонуни қуйидагича ёзилади:  $dQ = dA$  яъни газнинг ички энергияси ўзгармасдан қолади ва узатилган иссиқлик иш бажаришга сарфланади.

## 4. АДИАБАТИК ПРОЦЕСС

Ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмасдан ( $Q = 0$ ) туриб ўтадиган процессга адиабатик процесс дейилади. Бунда термодинамиканинг 1 қонуни қуйидагича ифодаланади:

$$dQ = 0, \quad dU + dA = 0: \quad dA = -dU$$

Яъни адиабатик процессда кенгайиш ва сиқилишда бажарилган иш газ ички энергиясининг ўзгариши ҳисобига содир бўлади.

Адиабатик процесс учун тенглама (Пуассон тенгламаси) ни келтириб чиқарамиз.

$$dA = -dU, \quad \text{лекин } dA = PdU \quad \text{ва } dU = C_V dT$$

шунинг учун

$$PdV = -C_v dT \quad (9)$$

(7) тенгламани (9) га бўлиб, (8) ни ҳисобга олиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$1 + \frac{V}{P} \frac{dP}{dV} = \frac{C_p - C_v}{C_v}$$

ёки 
$$\frac{dP}{P} = -\gamma \frac{dV}{V} \quad (10)$$

бунда 
$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

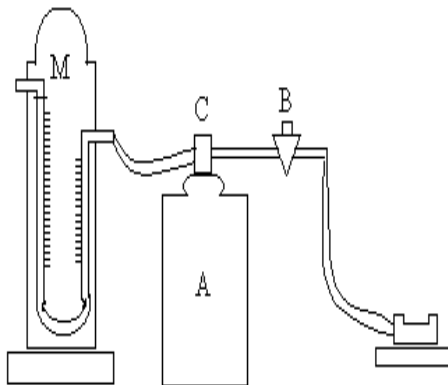
(10) тенгламани интеграллаб ва потенциаллаб Пуассон тенгламасини ҳосил қиламиз:

$$PV^\gamma = \text{const}$$

### 5. ҲАВО УЧУН $C_p/C_v$ НИ АНИҚЛАШ

$C_p/C_v$  нисбати Клеман - Дезорм асбоби ёрдамида аниқлаш мумкин. У асбоб ҳавоси бўлган А баллондан, насосдан ва сувли манометр - М дан иборат (1-расм). В - кран беркилган. А - баллонга насос билан ҳаво дам берилади. Баллондаги ҳаво босими ортади ва қуйидаги тенг бўлади:

$$P_1 = H + h_1$$



1-расм. Асбобнинг умумий кўриниши

Бунда  $h_1$  - баландликдаги ҳавонинг атмосфера босими  $P$  дан ортиқча босими.  $H$  катталиги  $M$  - манометр билан ўлчанади. Сўнгра  $B$  - кранни қисқа вақтга очилади, бунда баллондаги ҳаво босими атмосфера босимига тенглашади ( $P_2 = H$ ).

Кейин кран тезда ёпилади. Баллонга насос билан тортилган  $V$  ҳажмга эга бўлган ҳавонинг массаси -  $m$  бўлсин.

Кран очилганда ҳавонинг бир қисми баллондан чиқиб кетади, уни массасини  $\Delta m$  билан белгилайлик. У ҳолда баллонда қолган ҳавонинг массаси  $m_1 = m - \Delta m$  бўлади.  $V$  ҳажмни эгаллаган  $m_1$  массали ҳаво кран очилмасдан аввал  $V_1$  кичикроқ ҳажмни эгаллаган эди. Процесс қисқа вақтли ва газ билан баллон деворлари орасида иссиқлик алмашиши сезирли

бўлмагани учун уни адиабатик процесс деб ҳисоблаш мумкин. Унда Пуассон тенгламасига асосланиб,  $m_1$  массали газ учун

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \quad (12)$$

Адиабатик кенгайиш натижасида газнинг температураси қисқа вақт ичида хона температурасига тенглашади, бунда газнинг босими  $P_3 = P_2 + \rho g h_2$  гача ортади. Газнинг бошланғич ва охириги ҳолатлари бир хил температурада кузатилади. Шунинг учун Бойль-Мариотт қонуни қуйидагича ёзилади:

$$P_1 V_1 = P_3 V_3 \quad (13)$$

(12) ва (13) тенгламаларини  $\gamma$  га нисбатан ечсак, қуйидаги муносабат ҳосил бўлади:

$$\gamma = \frac{\lg P_1 - \lg P_2}{\lg P_1 - \lg P_3} \quad (14)$$

Бу ҳолда  $P_1$  ва  $P_3$  лар  $P_2$  дан кам фарқ қилгани учун (14) тенглама қийматларнинг логарифмларини айримлари нисбатини шу қийматларининг айримлари нисбати билан алмаштириш мумкин, яъни

$$\gamma = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_3} \quad (15)$$

$P_1 = P_2 + \rho g h_1$ ,  $P_2 = P_3$ ;  $P_3 = P_2 + \rho g h_2$  бўлгани учун, уларни (15) га қўйсак:

$$\gamma = \frac{P_2 + \rho g h_1 - P_2}{P_2 + \rho g h_1 - P_2 - \rho g h_2} = \frac{\rho g h_1}{\rho g (h_1 - h_2)}$$

У ҳолда

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad (16)$$

дан  $\gamma$  ҳисобланади.

### ИШНИ БАЖАРИШ ТАРТИБИ

1. А – идишга насос билан ҳаво юбориб, манометр суяқлиги сатҳларининг фарқини 15-20 см бўлишига эришилади ва идиш ичидаги температура атроф муҳит температурасига тенглашгунча, яъни манометр суяқлиги сатҳларининг фарқи ўзгармасдан қолгунча кутиб турилади (бунда 2 – 3 минут вақт кетади).

2. Манометрдан сатҳлар айирмасини, яъни ҳавонинг қўшимча босими  $h_1$  ни ўлчаб мм сув устунида ёзиб олинади.
3. Кран тўла очилади (яъни А идиш атмосферага туташтирилади) ва манометрдан суюқликнинг сатҳлари бир-бирига тенглашиши билан кран беркитилади.
4. 2-3 минутдан сўнг адиабатик кенгайишда совиган газнинг температурасигача кўтарилади ва қўшимча босим  $h_2$  ўлчанади.

Эслатма:  $h_1$  ва  $h_2$  лар U шаклидаги манометр суюқлиги сатҳларини баландликлари орасидаги фарқ бўлиб, мм ларда ўлчанади.

5. (16) формула ёрдамида  $\gamma$  ни, яъни  $C_p/C_v$  нисбатни ҳисобланади.
6. Олинган натижалар жадвалга киритилади ва қуйидаги хатоликлар ҳисобланади:  $\Delta\gamma$ ,  $\Delta\gamma_{\text{урт}}$ ,

$$E_\gamma = \frac{\Delta\gamma_{\text{урт}}}{\gamma_{\text{урт}}} 100 \%$$

7.  $\gamma$  нинг ҳақиқий қиймати қуйидагича ёзилади:

$$\gamma_{\text{ҳақ}} = \gamma_{\text{урт}} \pm \Delta\gamma_{\text{урт}}$$

### КУЗАТИШ ЖАДВАЛИ

№	$h_1$	$h_2$	$\gamma$	$\gamma_{\text{урт}}$	$\Delta\gamma$	$\Delta\gamma_{\text{урт}}$	$E_\gamma$
1							
2							
3							
4							
5							

### КОНТРОЛ САВОЛЛАР

1. Термодинамиканинг биринчи асоси ва уни газ процессларига тадбиқ этилиши.
2. Моляр иссиқлик сиғими деб нимага айтилади?
3.  $C_p$  ва  $C_v$  лар нима? Уларнинг тенгламасини ёзинг.
4. Нима учун  $C_p > C_v$  дан катта?
5. Қандай процессларга адиабатик, изохорик, изобарик ва изотермик процесслар дейилади?
6. Адиабатик процессда ички энергия қандай ўзгаради?
7. Бу ишда хатоликлар қандай ҳисобланади?
8. Термодинамиканинг иккинчи асосини айтинг.