

“Toshkent irrigatsiya va qishloq  
xo’jaligini mexanizatsiyalash  
muhandislari instituti”  
Milliy tadqiqot universiteti



## Termodinamika va Issiqlik uzatish asoslari fani

**Mavzu:**  
**Termodinamikaning birinchi  
qonuni**



texnika fanlari nomzodi, dotsenti  
Nuritov Ikrom Rajabovich



# Termodinamikaning birinchi qonuni

## *Reja:*

- 1. Asosiy tushunchalar. Qaytar va qaytmas termodinamika jarayonlari.*
- 2. Gazning ichki energiyasi. Gazning tashqi ishi.*
- 3. Termodinamika birinchi qonunining mohiyati va uning matematik ifodasi.*
- 4. Gazlarning issiqlik sig'imi.*
- 5. Gaz entalpiyasi. Gaz entropiyasi.*

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Joseph M Powers. LECTURE NOTES ON THERMODYNAMICS. Department of Aerospace and Mechanical Engineering University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana 46556-5637, USA, updated 01 July 2014.
3. R.A.Zohidov, M.M.Alimova, Sh.S.Mavjudova. Issiqlik texnikasi (darslik). – T.: “O’zbekiston faylasuflari milliy jamiyati” nashriyoti, 2010. – 200 b.
4. T.S.Xudoyberdiev, B.P.Shaymardanov, R.A.Abduraxmonov, A.N.Xudoyorov, B.R.Boltaboyev. Issiqlik texnikasi asoslari (darslik)–T.: “Cho’lpon” nashriyoti, 2008. – 216 b.
5. Ш. Ж. Имомов, И. Р. Нуритов, К.Э.Усмонов. Сборник задач по основам термодинамики и теплопередачи /Учебное пособие–T.:ТИИИМСХ.2021.-116 с.

<https://uz.khanacademy.org/science/physics/thermodynamics/laws-of-thermodynamics/v/quasistatic-and-reversible-processes>

<https://m.youtube.com/watch?v=TRhEUlxJals>

<https://resh.edu.ru/subject/lesson/5897/main/150908/>

<https://m.youtube.com/watch?v=TRhEUlxJals>

**Ideal gaz deb qanday gazga aytiladi?**

**XIX asr o'rtalarida M.V.Lomonosov tomonidan asos solingan gazlarning molekulyar kinetik nazariyasi**

$$p = \frac{n \cdot m \cdot \omega^2}{3}$$

**Real gazlarda qanday gazga aytiladi?**

*ideal gazning issiqlik holatining termik tenglamasini*

$$\frac{p \mathcal{V}}{T} = R, \quad p \mathcal{V} = RT$$

**Real gaz holatini golland fizigi Yan Diderik Van-der Vaals tomonidan**

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

**Real gaz holatini rus olimlari M.P.Vukalovich va I.I.Novikovlar**

$$\left( p + \frac{a}{\mathcal{V}^2} \right) (\mathcal{V} - b) = RT \left[ 1 - \frac{A_1 \cdot T}{\mathcal{V} - b} - \frac{A_2 \cdot T}{(\mathcal{V} - b)^2} \right]$$

## ***1.Asosiy tushunchalar. Qaytar va qaytmas termodinamika jarayonlari.***

Agar moddiy jismlar o'zaro va tashqi muhit bilan mexanik hamda issiqlik ta'sirida bo'lsalar, u holda bunday moddiy jismlar tizimini **termodinamika tizimi** deb yuritildi.

Tizim tashqi muhitdan to'la ajratilgan bo'lsa – **yopiq**, tashqi muhitdan ajratilmagan bo'lsa – **ochiq termodinamik tizim** bo'ladi.

Agar termodinamik tizimning hamma nuqtalarida tashqi muhit bilan bir xil bosim va bir xil harorat, vaqtga bog'liq bo'lmagan holda saqlansa (masalan, xonaga olib kirilgan biron ochiq idishdagi suyuqlik, bir necha soatdan keyin),bunda termodinamik tizim **teng salmoqli holatda** deyiladi. Ya'ni tizimda vaqt davomida ichki va tashqi issiqlik almashinish bo'lmaydi.

Agar idishdagi gaz xonada turaversa, bir qancha vaqtdan so'ng ishchi jism (gaz) yangi **teng salmoqli holatiga** keladi. Shu yangi teng salmoqli holatiga kelishi uchun sarflanadigan vaqt **tizimning reaksiya vaqti** deyiladi.

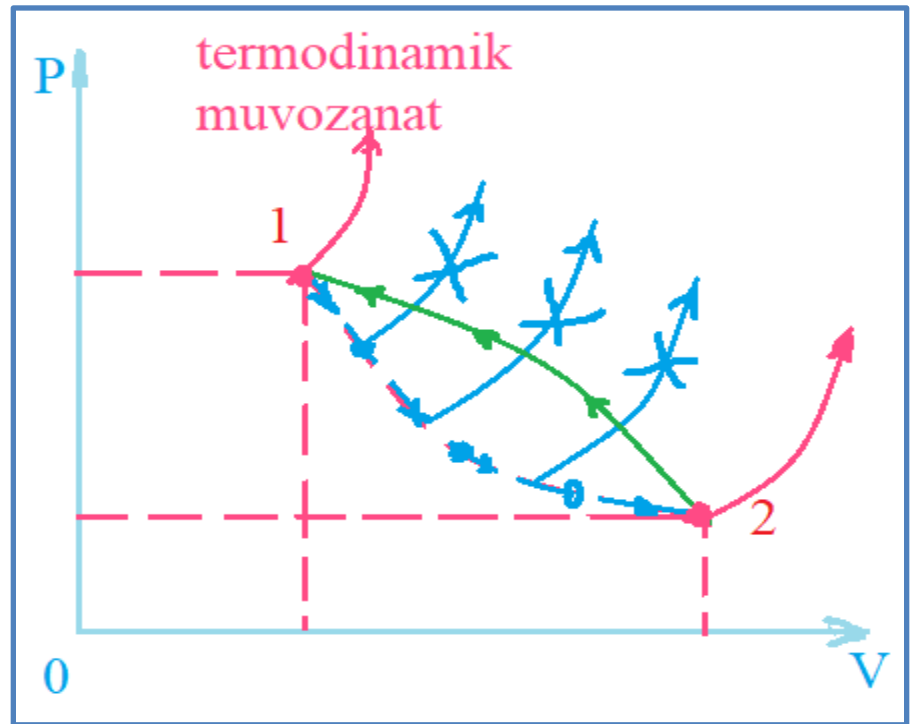
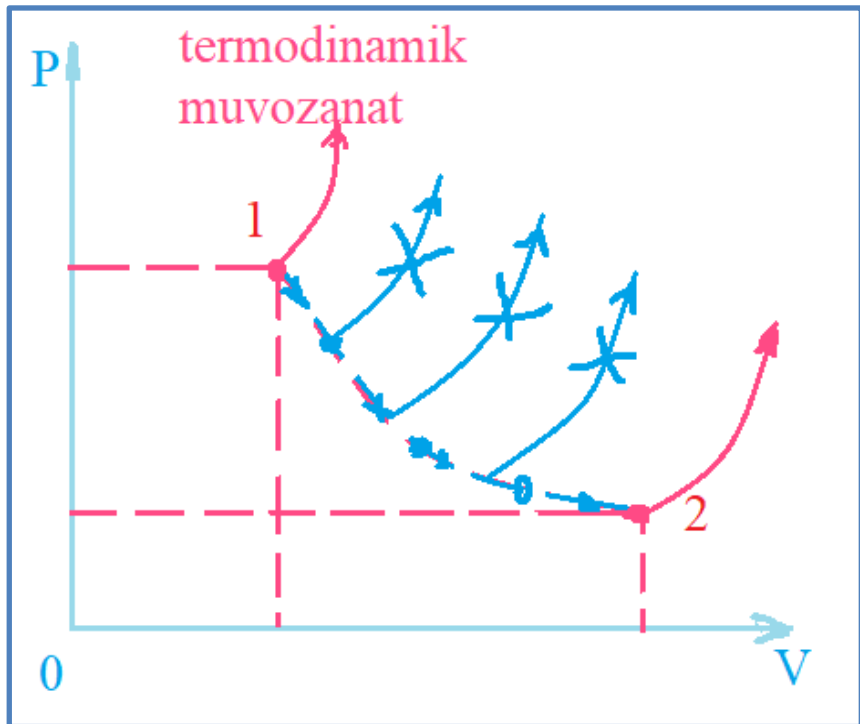
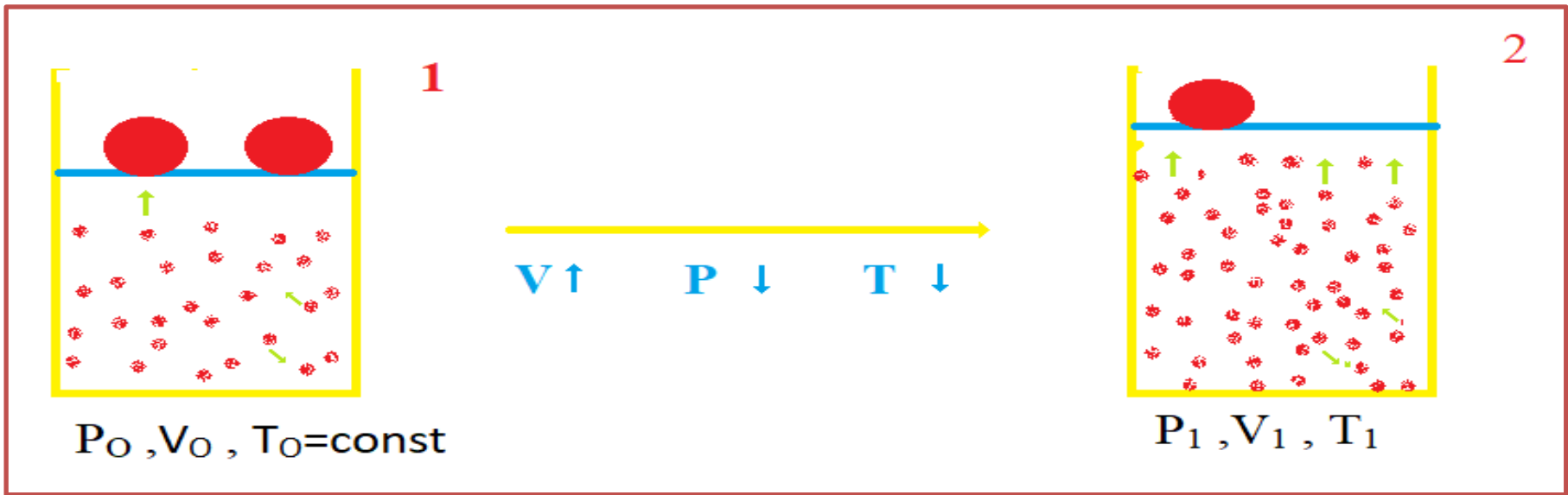
Gazning bir termodinamika holatdan ikkinchi termodinamika holatga o'tishi, ya'ni gaz holatini o'zgarishining ketma - ketligi ***termodinamik jarayon*** deyiladi.

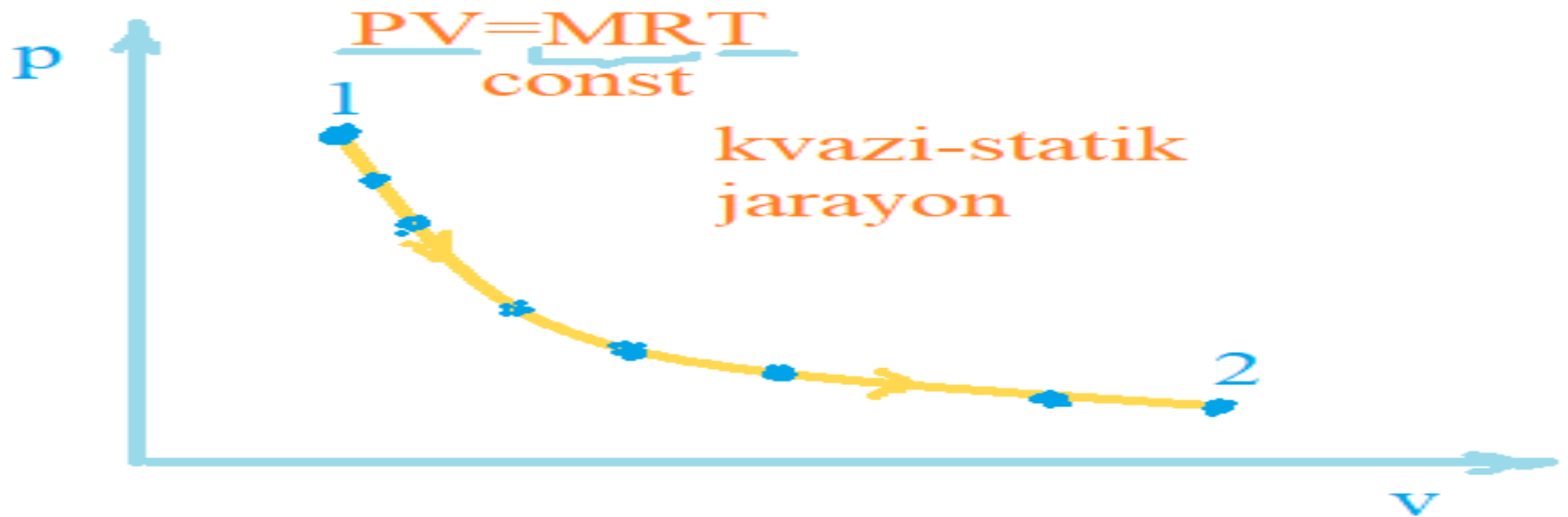
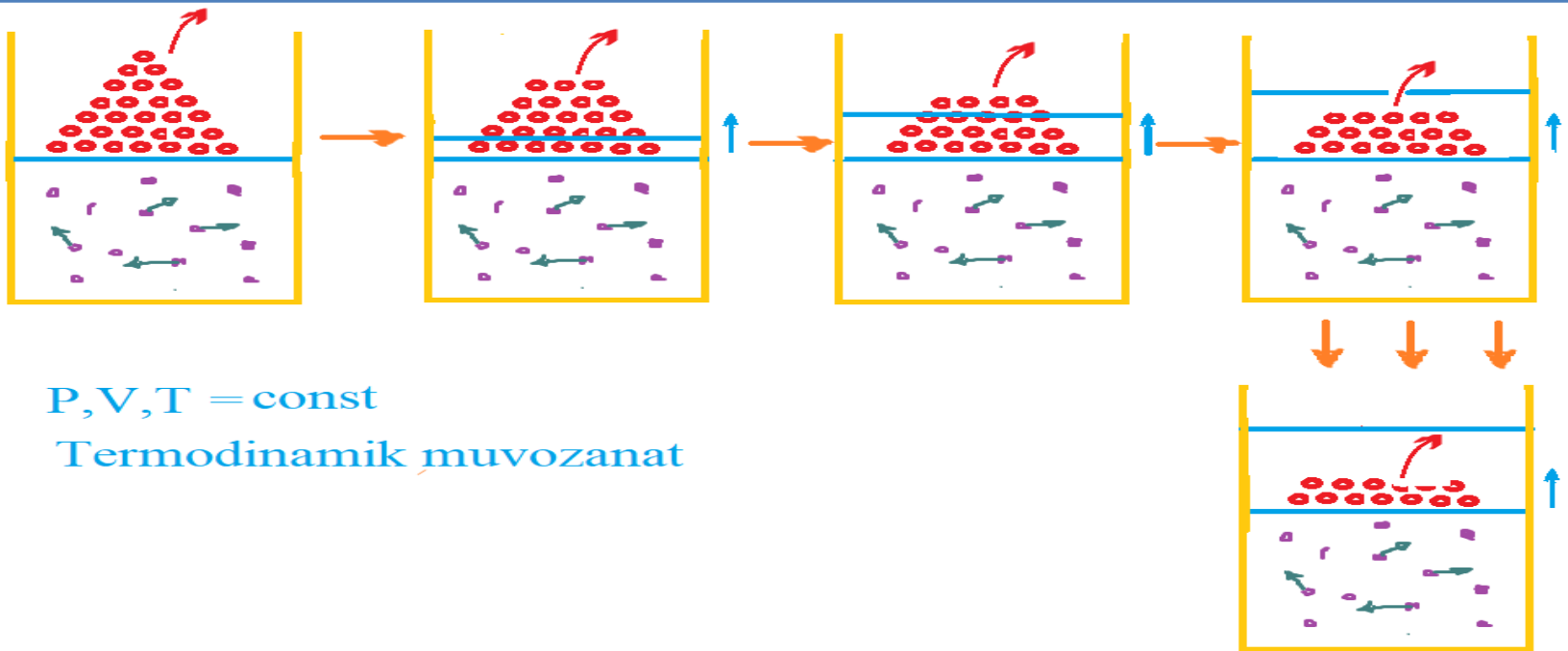
Agar termodinamika jarayonida gaz ketma - ket teng salmoqli holatini egallab borsa, jarayon ***teng salmoqli*** deyiladi.

Vaqtning har bir paytida jarayon teng salmoqli holatidan biroz farq qilsa, bunday jarayonlar, ***kvazistatik jarayon***, ya'ni teng salmoqli holatiga yaqin deyiladi.

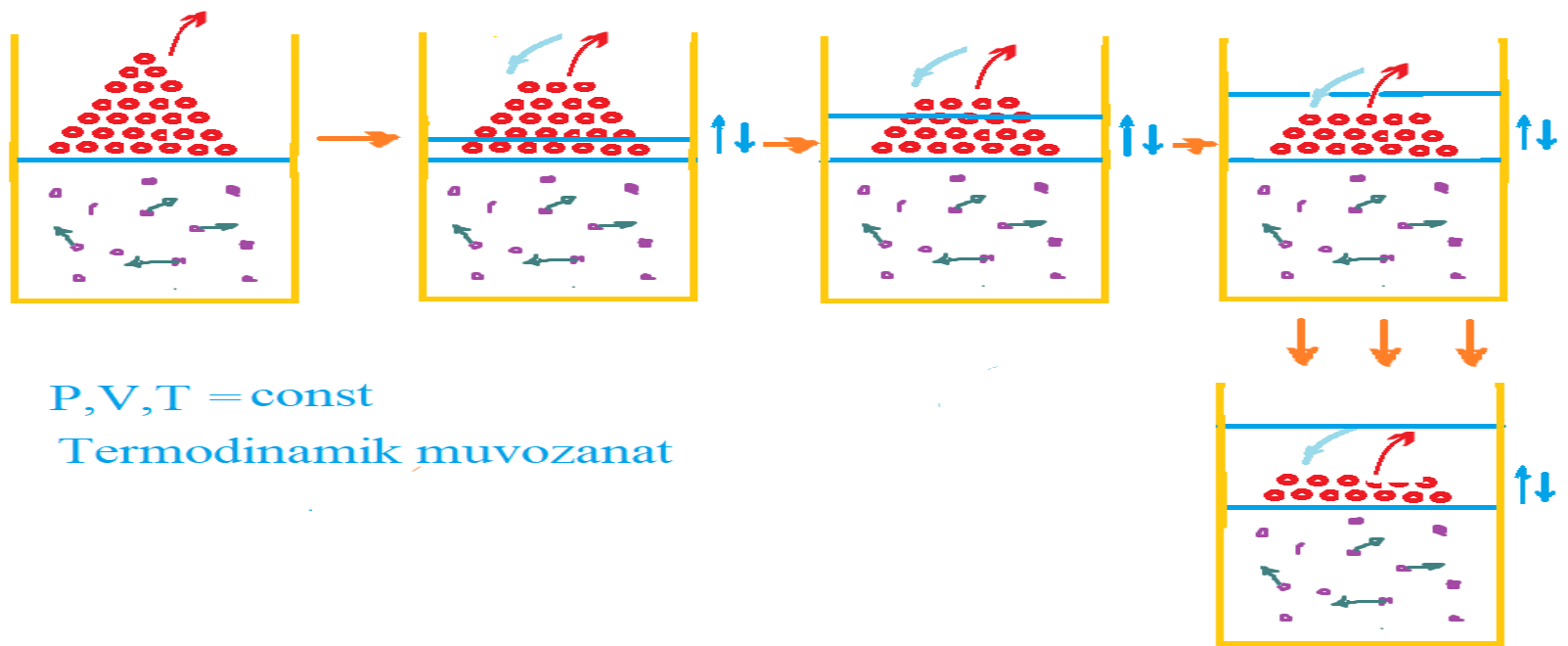
Bunday jarayonda gazning ayrim nuqtalarida bosim va harorat bir - biridan juda oz farq qiladi.

**Kvazistatik jarayonlarni amalda uchratish qiyin bo'lganligi uchun ularni *ideal jarayonlar* deyish mumkin**



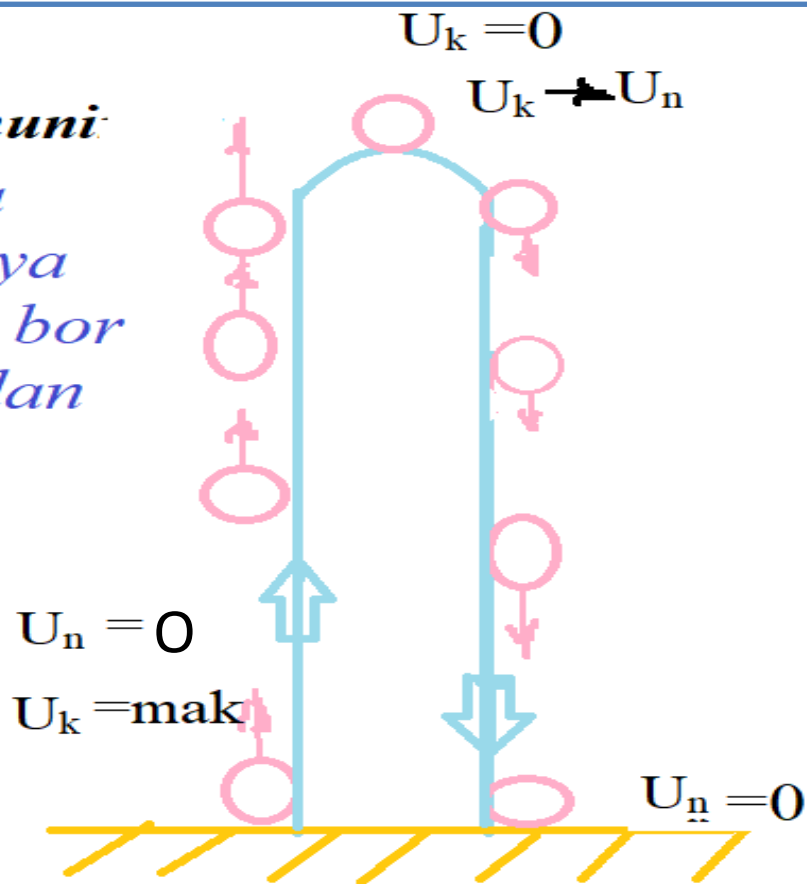




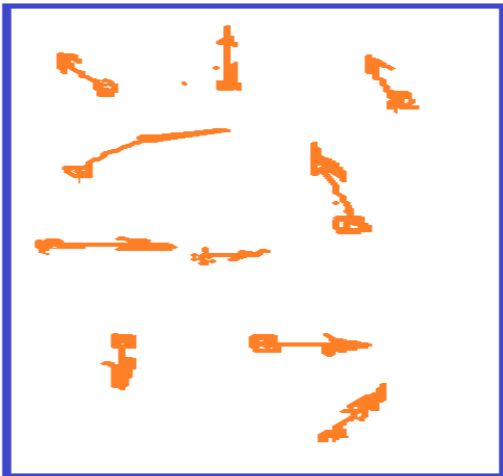


## 2. Gazning ichki energiyasi. Gazning tashqi ishi.

*Termodinamika birinchi qonuni: energiyaning aylanish va saqlanish qonuni, energiya yo'q bo'lmaydi, yo'qdan bor bo'lmaydi. Faqat bir turdan bosh turga aylanadi.*



## *Ideal gazlarda ichki energiya quyidagilardan tashkil topadi:*



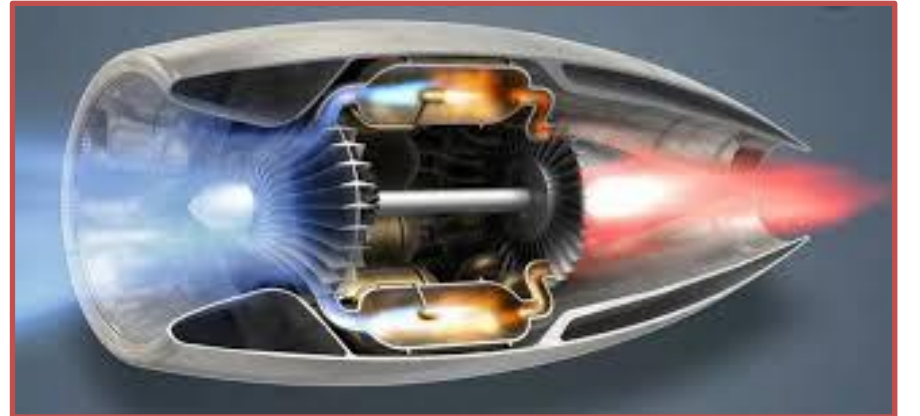
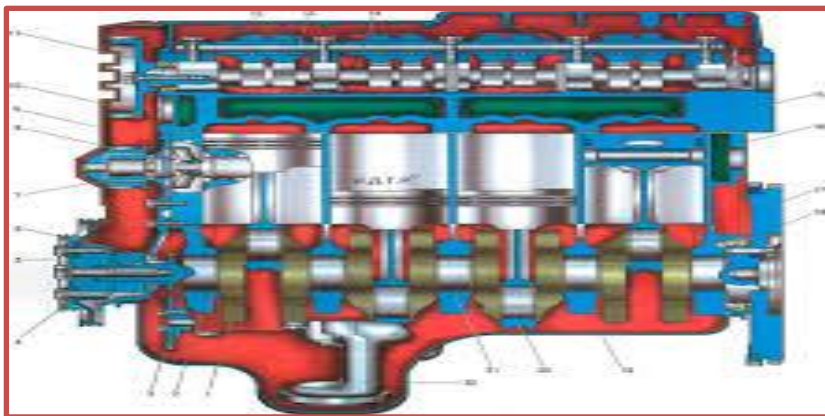
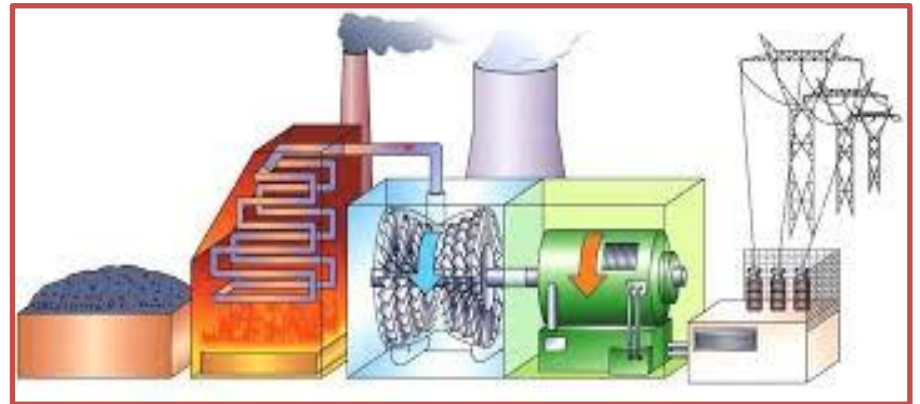
- a) molekula ilgarilanma harakatining kinetik energiyasi;
- b) molekula aylanma harakatining kinetik energiyasi;
- v) atomlar aylanma harakatining kinetik energiyasi;
- g) molekula ichidagi atomlar tebranma harakatining kinetik energiyasi.

Real (mavjud) gazlarda esa, yuqoridagidan tashqari molekulalarning o'zaro ta'siri natijasida sodir bo'ladigan *potensial energiya* ham hisobga olinadi.

$$U = U_k + U_n$$

$\Delta U = Q + L$  gaz ustida tashqik kuchlaning bajargan ishi

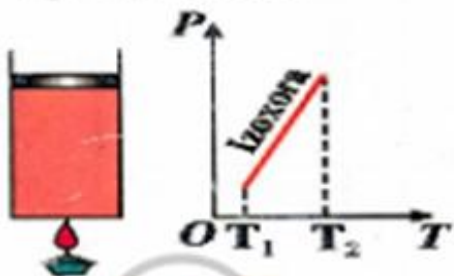
$\Delta U = Q - L$  gazning bajaradigan ishi



# Termodinamika jarayonlarda gazning bajargan ishi

## 1. Izoxorik jarayon

$$V_1 = V_2 = \text{const}$$

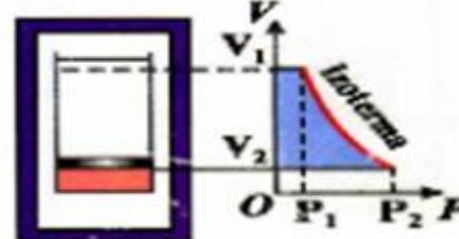


$$Q = \Delta U$$

Keltirilgan issiqlik ichki energiya o'zgarishiga sarflanadi.

## 2. Izotermik jarayon

$$T_1 = T_2 = \text{const}$$

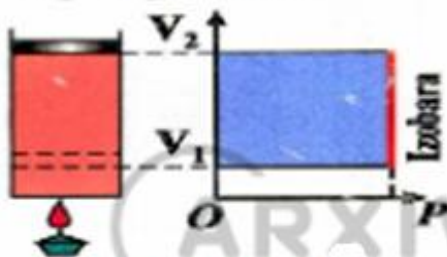


$$Q = L$$

Keltirilgan issiqlik faqat ishga sarflanadi.

## 3. Izobarik jarayon

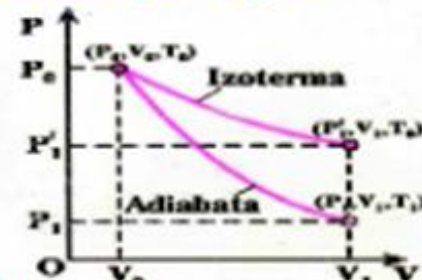
$$P_1 = P_2 = \text{const}$$



$$Q = \Delta U + L$$

Keltirilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o'zgartirishga va o'zgarmas bosimda ish bajarishga sarf etiladi.

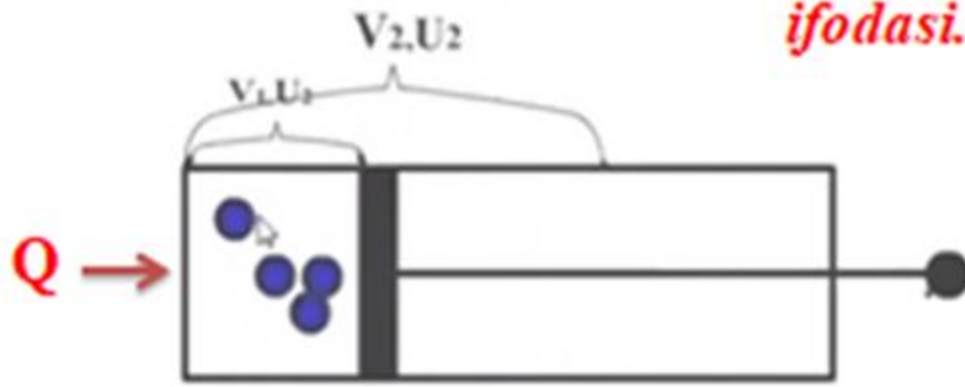
## 4. Adiabatik jarayon



$$L = -\Delta U$$

Issiqlik almashmaydigan qilib izolyatsiyalangan sistemada bo'ladigan jarayon adiabatik jarayon deyiladi. Ish ichki energiya kamayishi evaziga bajariladi.

### 3. Termodinamika birinchi qonunining mohiyati va uning matematik ifodasi.



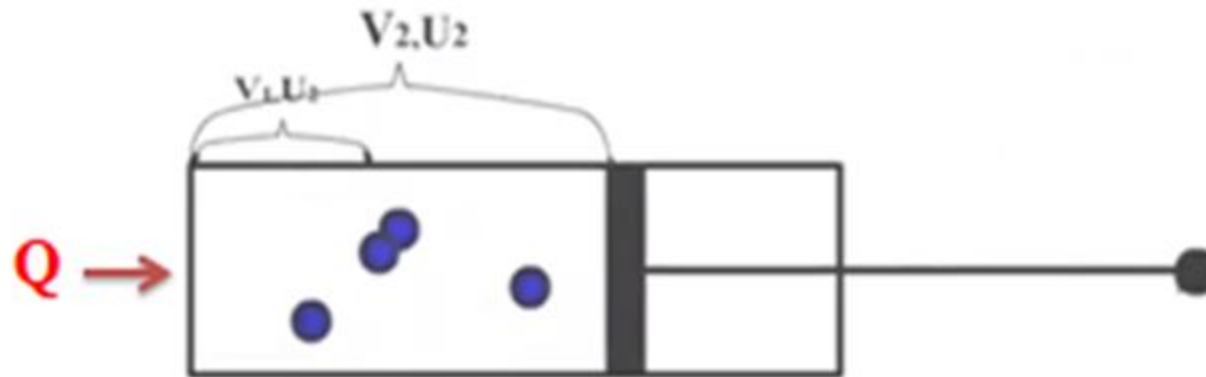
$$Q = \Delta U + L$$

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

$$Q = \Delta U + P \Delta V$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$L = P \Delta V$$



$$Q = \Delta U + P \Delta V$$

$$dQ = dU + PdV$$

$$dU = dQ - PdV$$

$$L = \int_{V_1}^{V_2} PdV$$

## *4. Gazlarning issiqlik sig'imi.*

Bir birlik miqdordagi (1kg, 1m<sup>3</sup> yoki 1 kmol) gazni 1<sup>0</sup>S ga isitish uchun sarflanadigan issiqlikning miqdoriga, gazning issiqlik sig'imi deb yuritiladi.

Shunga mos ravishda, gazning issiqlik sig'imi ham 3 xil bo'ladi, ya'ni

1. Gazning massa bo'yicha issiqlik sig'imi;
2. Gazning hajm bo'yicha issiqlik sig'imi;
3. Gazning kilomol bo'yicha issiqlik sig'imi.

Shuningdek, ularning o'lchov birliklari ham 3 xil bo'ladi, ya'ni

1.  $c$  - massa bo'yicha issiqlik sig'imi, J / (kg K);
2.  $\bar{C}$  - hajm bo'yicha issiqlik sig'imi, J / (m<sup>3</sup> K);
3.  $\mu c$  - kilomol issiqlik sig'imi, J / kmol.

## 5. *Gaz entalpiyasi.*

Faraz qilaylik, qo'zg'aluvchan porshenli silindrga **1kg** ishchi jism (gaz) to'ldirilgan. Silindr ichidagi gazning bosimi  **$P$**  muhit bosimidan yuqori.

U holda porshen ko'tarilib ketmasligi uchun (muvozanatlash uchun) biror yuk qo'yish kerak bo'ladi. Uning og'irligi

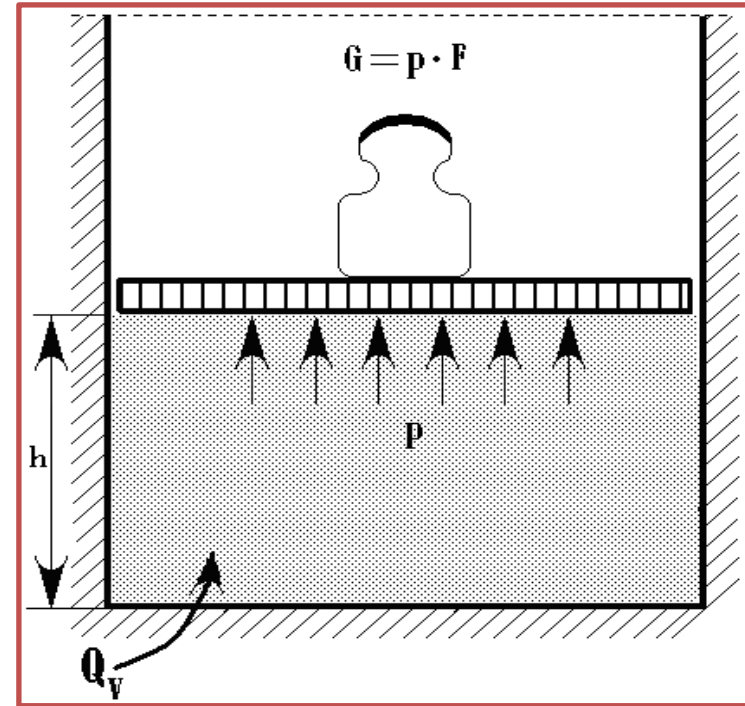
**$G = p \cdot F$**  bo'lishi kerak.

Bu yerda  **$F$**  - silindrning ko'ndalang kesim yuzasi.

Yukni muvozanat holatda ushlab turgan gazning potensial energiyasi quyidagicha bo'ladi

$$G g h = p F g h = p V g,$$

chunki bu yerda  **$g$**  - erkin tushish tezlanishi.



***Ushbu misolimizdagi gazning to'la energiyasi quyidagicha bo'ladi:***

$$h = u + p \mathcal{V}$$



## Gaz entropiyasi

Yuqorida ko'rib o'tganimizdek,  $P$ ,  $V$ ,  $T$ ,  $U$  va  $h$  gaz holatining parametrlari (ko'rsatkichlari) bo'lib hisoblanadi.

Lekin issiqlik miqdori  $q$  va ish  $\ell$  gaz holati ko'rsatkichlari bo'la olmaydi.

Har qanday termodinamika jarayonida qatnashadigan issiqlik miqdorini bilish nuqtainazaridan termodinamikada yana bir gaz holatining ko'rsatkichi – *entropiya* kiritilgan.

Faraz qilaylik, boshlang'ich va oxirgi holatiga ega bo'lgan ideal gaz qaytuvchan termodinamikaning jarayonini bajarmoqda. Jarayon davomida gazning harorati o'zgarib turadi.

Agar jarayonni cheksiz kichik va bir-biriga cheksiz yaqin bo'laklarga bo'lsakda, har bir bo'lakda  $dq$  issiqlik beriladi deb olsak, bunda biz cheksiz kichik jarayon oralig'ida gazning harorati deyarli o'zgarmaydi deyishimiz mumkin.

Cheksiz kichik jarayonda gazga berilgan issiqlikni gazning mutloq haroratiga nisbatini *keltirilgan issiklik* deb ataymiz va **Gaz entropiyasi**

$ds$  bilan belgilaymiz, ya'ni:

$$\frac{dq}{T} = ds$$

## ***Nazorat savollari va topshiriqlar***

1.Qaytuvchan jarayon va qaytuvchan sikl nima ? 2.Tizim ichki energiyasi ma'nosi nima? U mikrozarralarning qaysi turdagi harakatlaridan iborat? Ichki energiya holat parametri ekanligini isbotlang. Ideal va real ishchi jism ichki energiyalari farqi nimada? 3.Ishni ifodasini ketirib chiqaring.  $pV$  – koordinatlarda jarayon egri chizig'i ostidagi maydon son jihatdan ishga tengligini tasvirlang. 4.Ish va issiqlik nima? Ular orasidagi umumiylik va farqlanishlar nimalardan iborat ? 5.Termodinamikaning birinchi tenglamasini keltirib chiqaring. 6.Haqiqiy va o'rtacha issiqlik sig'imi nima ? Ular orasidagi bog'lanishni (grafik va analitik) ko'rsating. Issiqlik sig'imining har xil turlarini sanang, ularning o'lchov birliklarini ayting.7.Gaz aralashmalari issiqlik sig'imi, komponentlari massaviy va hajmiy ulushlari orqali qanday ifodalanadi ? 8.Entalpiya nima,o'lchamlari qanday? Ichki energiya va entalpiya uchun hisoblash ifodalarini keltiring.Termodinamika birinchi qonunining entalpiya orqali ifodalanishini keltiring.

***E`TIBORINGIZ UCHUN  
RAHMAT***