

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



Termodinamika va Issiqlik uzatish asoslari fani

Mavzu:
**Ideal va real gazlarning asosiy
qonunlari**



texnika fanlari nomzodi, dotsenti
Nuritov Ikrom Rajabovich



Ideal va real gazlarning asosiy qonunlari

Reja:

- 1. Ideal va real gazlar. Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.*
- 2. Ideal gazning issiqlik holati tenglamasi.*
- 3. Real gaz holatining tenglamalari.*
- 4. Ideal gaz aralashmalari.*

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.
2. Yunus A. Çengel. Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer, 2/e. University of Nevada, Reno ISBN: 0073380172, 2008
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.

<http://www.library.ru>;

www.ziyonet.uz;

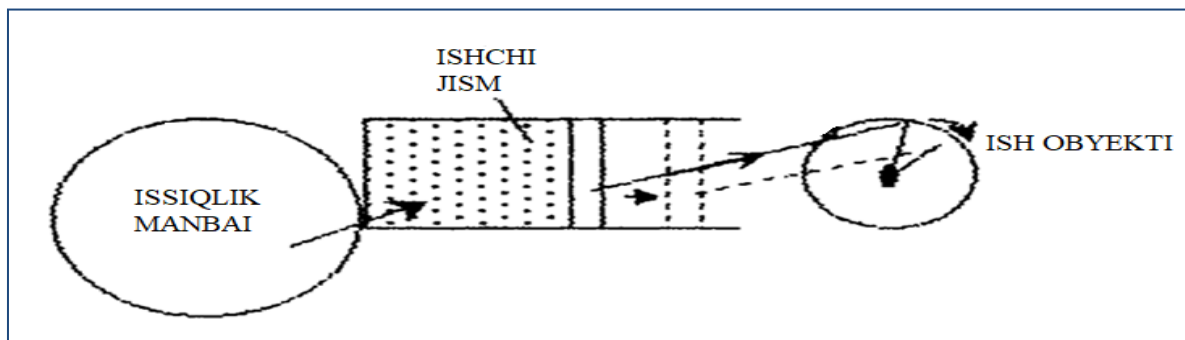
<https://www.youtube.com/watch?v=WEObtFTms28>

<https://tezz.uz/product/1280-102857>

“Termodinamika va issiqlik uzatish asoslari” fani nimani o’rganadi?

Termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonuni ?

Ishchi jism nima?



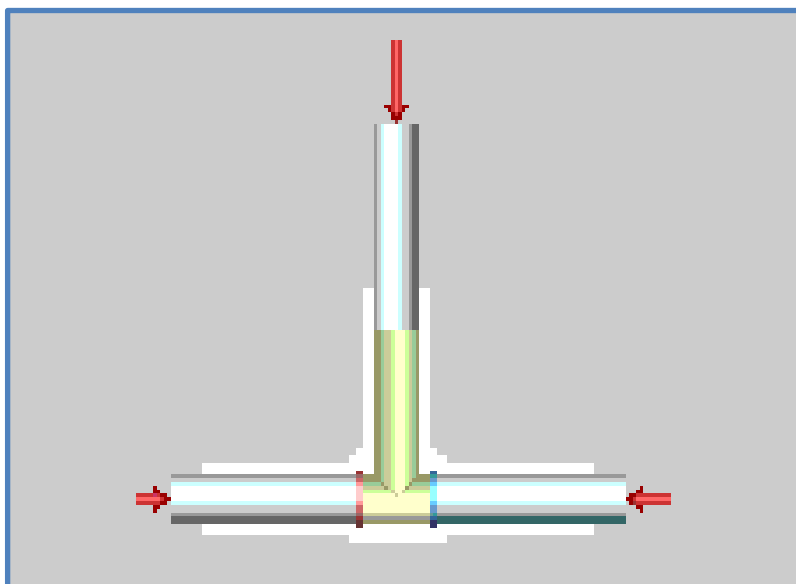
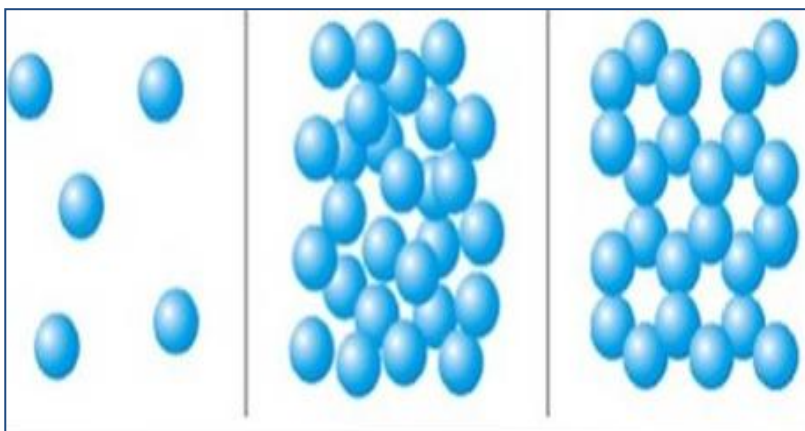
Termodinamikaning holat parametrlari

1. Ideal va real gazlar. Gazlar kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.

Ideal gaz deb, shunday faraziy gazga aytiladiki, uning molekulalari nuqtaviy hisoblanib, ular (molekulalar) orasidagi o'zaro tortish kuchi nolga teng va zarrachalar egallagan hajm material nuqtaga teng bo'ladi. Bunday gazlarning o'zgarishi to'laligicha Boyle-Mariot va Gey-Lyussak qonunlariga bo'ysunadi.

Ma'lumki, tabiatda bunday gazlar uchramaydi. Tabiatdagi gazlar (shu jumladan, bug'lar ham) ***hammasi real***, mavjud gazlardir. ***Real gazlarda*** molekulalar ma'lum hajmga ega va ular o'zaro tortish kuchi bilan bog'langandir.

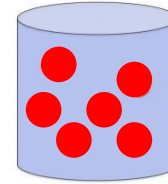
Ideal gaz qonunlarini texnik masalalarda qo'llanilganda, ***natija yuqori fizik aniqlikda bo'lmasada, yetarli darajada texnik aniqlikda bo'ladi.***



XIX asr o'rtalarida M.V.Lomonosov tomonidan asos solingan gazlarning molekulyar kinetik nazariyasiga asosan, idishdagi ideal gaz molekulalari ma'lum hajmda teng tarqalgan va ular uzluksiz issiqlik harakatida bo'ladi. Molekulalar o'zaro to'qnashadi hamda joylashgan idish devorlariga uriladi. Molekulalarning idish devoriga urilishi natijasida gaz turgan idishning har bir tomoniga normal (tik) va miqdor jihatdan bir xil bo'lgan bosim ta'sir qiladi.

Yuqorida aytilgan nazariyaga ko'ra, fizika kursida gazlarning kinetik nazariyasidan quyidagi asosiy tenglamasi keltirilib chiqariladi.

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



bu yerda p - ideal gazning idish devoriga bo'lgan absolyut (mutloq) bosimi;

n - hajm birligidagi molekulalar soni, ya'ni ;

$$n = \frac{N}{V}$$

V - ma'lum massadagi gazning hajmi;

N - shu hajmdagi molekulalar soni;

m - 1 ta molekulaning massasi (bir xil tarkibdagi gazlar uchun molekulalar massalari teng);

ω - molekula ilgariylanma harakatining o'rtacha kvadratik tezligi. O'rtacha kvadratik tezlik, gazni tashkil qiluvchi alohida molekulalarning ($\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$) tezliklari orqali quyidagicha aniqlanadi

$$\omega = \sqrt{\frac{\omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_n^2}{n}}$$

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

Tenglikning surat va maxrajini 2 ga ko'paytirib quyidagiga ega bo'lamiz:

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

Bunda, $\frac{m\omega^2}{2}$ ifoda 1 ta molekulaning o'rtacha kinetik energiyasini ifodalaydi.

$$\frac{m\omega^2}{2} = B \cdot T$$

Molekulalarning kinetik energiyasi bilan gaz harorati orasida ma'lum bog'lanishning mavjudligi. B - proportsionallik koeffitsienti bo'lib, son jihatidan gazning harorati bir darajaga o'zgargandagi molekulaning kinetik energiyasini o'zgarishiga teng.

$$p = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \cdot B \cdot T \quad , \quad pV = \frac{2}{3} NBT$$

gazlar molekulyar kinetik nazariyasining termodinamikadagi ifodasi bo'ladi.

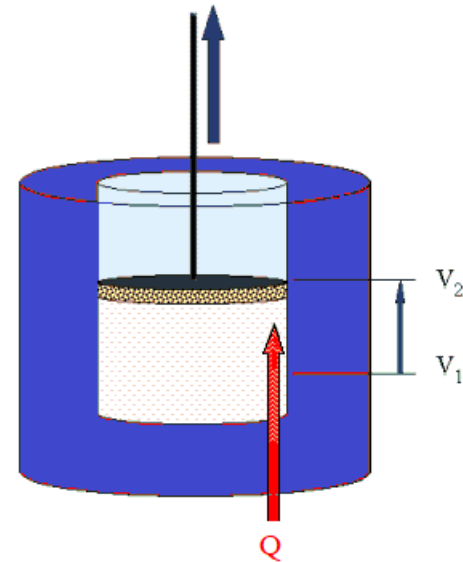
2. Ideal gazning issiqlik holati tenglamasi

Agar ko'rsatilgan idishga ideal gaz to'ldirilgan deb faraz qilib uni qizdirsak, ya'ni gazga issiqlik miqdori bersak, gazning holati o'zgaradi.

$$p_1 V_1 = \frac{2}{3} N B T_1,$$

$$p_2 V_2 = \frac{2}{3} N B T_2$$

Yuqoridagi ikkala tenglikning bir-biriga mos ravishda nisbatini olib, quyidagilarni hosil qilamiz.



$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

1kg ideal gaz uchun esa

$$\frac{p\mathcal{V}}{T} = \text{const}$$

tenglikdan ko'rinib turibdiki, $\frac{p\mathcal{V}}{T}$ ifoda gaz uchun o'zgarmas miqdor ekan. Bu o'zgarmas miqdor **gaz doimiysi deb yuritiladi** va **R** bilan ifodalanadi.

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

1kg ideal gaz uchun harorat, bosim va hajm orasidagi bog'liqlikni ifodalab **ideal gazning issiqlik holatining termik tenglamasini** belgilaydi.

Gaz doimiysi - R gazni tavsiflovchi kattalik bo'lib, u faqat gazning ximiyaviy tarkibiga bog'liqdir.

$$R = \frac{p\vartheta}{T} = \left[\frac{N / m^2 \cdot \frac{m^3}{kg}}{K} \right]; \quad R = \left[\frac{N \cdot m}{kg \cdot K} \right]; \quad R = \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right].$$

Gaz doimiysining fizik ma'nosi – 1 kg gazni 1 gradusga isitilganda uning kengayishidagi bajargan ishidir.

Bir xil haroratda va bosimda har qanday ideal gaz teng (bir xil) hajmni egallaydi. Bu hajmni Ω bilan belgilaymiz. U holda

$$\mu \cdot V = \Omega, \quad m^3/kmol.$$

Fizik me'yoriy (normal) sharoit ($P = 760$ mm.sim.ust. va $T = 273$ °K) uchun $\Omega = 22,4$ m³/kmol.

R - universal gaz doimiysining son qiymatini me'yoriy sharoit uchun aniqlaymiz, ya'ni **Fizik normal sharoit deb, $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ va $p = 760 \text{ mm.sim.ust.} = 101325 \text{ N/m}^2$, $\Omega = 22,4 \text{ m}^3/\text{kmol}$, yoki $T = 273 \text{ }^\circ\text{K}$.**

$$\mu R = R_y = \frac{p\Omega}{T} = \frac{101325 \cdot 22,4}{273} = 8314 \text{ j/ kmol.K}$$

Universal gaz doimiysining son qiymatini tenglikka keltirib qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

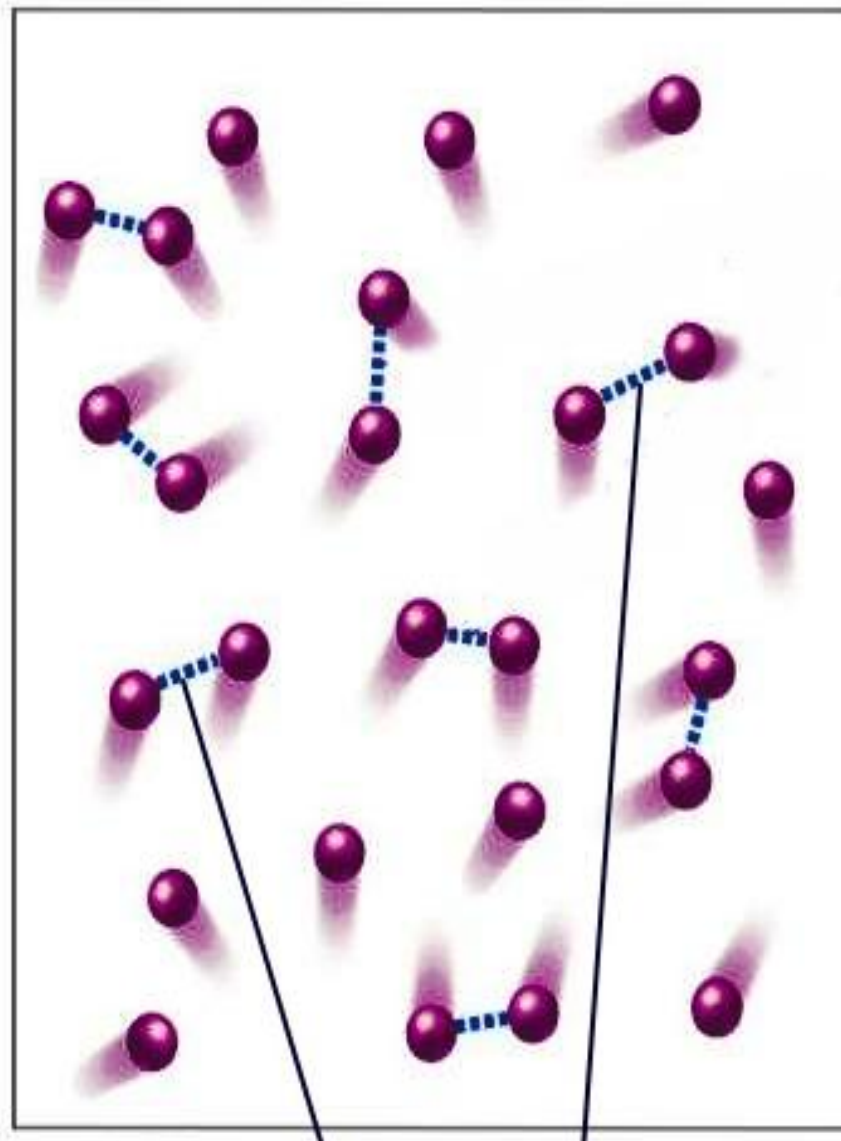
$$p\Omega = 8314 \cdot T$$

Olingan tenglik, **1 kmol gaz uchun holat tenglamasi** deyiladi. Bu tenglama birinchi marta D.I.Mendeleyev tomonidan taklif qilinganligi uchun uning nomi bilan yuritiladi, ya'ni **Mendeleyev tenglamasi** deyiladi.

Universal gaz doimiysining amaliy ahamiyati shundan iboratki, agar ixtiyoriy gazning molekulyar massasi ma'lum bo'lsa, uning gaz doimiysini aniqlash mumkin:

$$R = \frac{R_y}{\mu} = \frac{8314}{\mu} \text{ j/ kg.K}$$

Ideal va real gazlar orasidagi tafovut yuqorida aytib o'tilgan edi. **Shu tafovutlar sababli Klapeyron tenglamasini real gazlarga qo'llanilganda ancha noaniqlik kelib chiqadi.** Ba'zi gazlar oddiy atmosfera sharoitidayoq ideal gaz tenglamasidan **2-3 %** ga farq qilishi mumkin. **Yuqori bosim va past haroratlarda real gaz bilan ideal gaz orasidagi tafovut sezilarli darajada ortib boradi.** Jahon olimlari tomonidan real gaz holatini harakterlovchi juda ko'p (**150 dan ortiq**) tenglamalar taklif qilingan. Lekin tenglamalar, u yoki bu sabablarga ko'ra yetarli aniqlik va umumiylikka ega emas edi.



Real gazning molekular orasidagi o'zaro ta'siri

Real gaz holatini yaxshiroq (nisbatan) harakterlovchi tenglama 1873 yilda golland fizigi Yan Diderik Van-der Vaals tomonidan taklif qilingan bo'lib, u quyidagi ko'rinishga ega:

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

a

- 1) $\frac{a}{\mathcal{V}^2}$ ichki yoki molekulyar bosim, ya'ni molekulalarning o'zaro tortish kuchi hisobiga olinadigan bosim;
- 2) ϵ - siqib bo'lmas hajm - ya'ni molekulalarning egallagan hajmlari hisobga olinadi.

Bu yerda "a" va " ϵ " koeffitsientlarini, Van-der-Vaals faqat gazning turiga bog'liq (ko'rsatkichlariga bog'liq emas) deb tushuntiradi.

Keyingi paytlarda yuqori bosim bilan ishlovchi issiqlik mashinalarining tez rivojlanishi sababli **Van-der-Vaals** tenglamasi yetarli aniqlik bermay qoldi.

Shuning uchun rus olimlari **M.P.Vukalovich** va **I.I.Novikov**lar yuqoridagi tenglamani yanada rivojlantirib va aniqlik kiritib, o'zlarining quyidagi tenglamasini taklif qildilar (1946 y.):

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

Bu yerda, $A_1(T)$ va $A_2(T)$ - haroratlarning ma'lum funktsiyalari;

" a " va " ϵ " - tuzatmalar, **Van-der-Vaals** tenglamasidagi ma'noga ega.

Bu tenglamada molekular orasidagi o'zaro tortish kuchi va molekular egallagan hajm tuzatmalari hisobga olinishi bilan birga molekularning birlashmalari ham hisobga olingan.

4. Ideal gaz aralashmalari

Gaz aralashmalari uchun holat tenglamasini quyidagicha yozish mumkin,
 $p V_{ar} = m_{ar} R_{ar} T$.

Bu yerda, p - aralashmaning umumiy bosimi;

V_{ar} - aralashmaning hajmi;

R_{ar} - aralashmaning gaz doimiysi;

m_{ar} - aralashmaning massasi.

Gaz aralashmalarining asosiy xususiyatlarini Dalton qonuni yaxshi ifodalaydi. **Bu qonunga muvofiq, aralashmadagi har bir gaz idishda boshqa gazlar yo'q holdagidek tutadi va o'zining bosim ulushini (partsiyal bosimini) hosil qiladi.**

Shunday qilib, aralashma tarkibidagi har bir gaz uchun uning partsiyal bosim bog'liq holda holat tenglamasini yozish mumkin:

$$p_i V_{ar} = m_i R_i T$$

bu yerda, V_{ar} - aralashmaning egallagan hajmi;

p_i – alohida olingan gazning partsiyal bosimi;

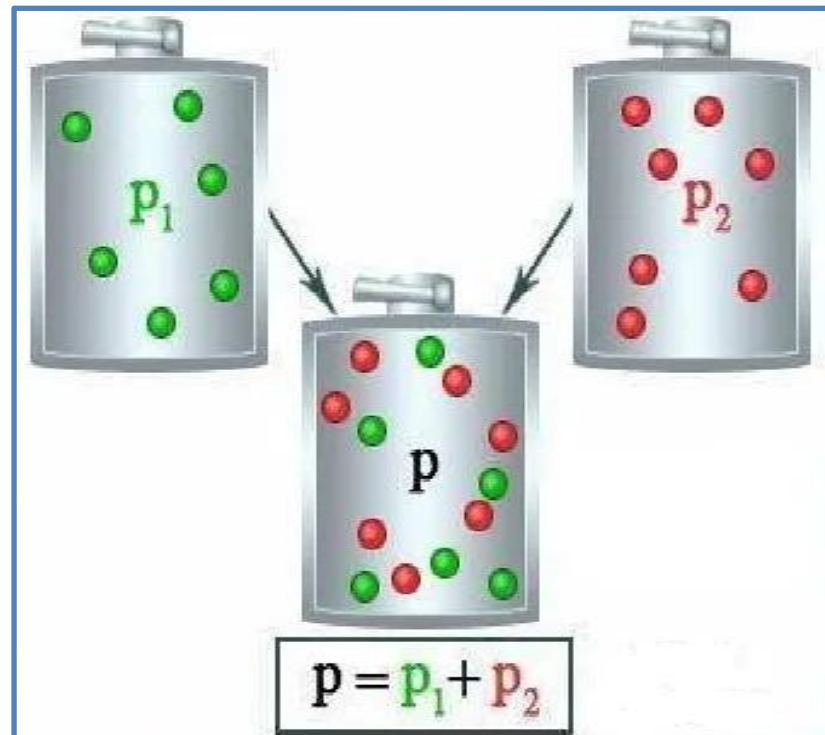
m_i va R_i - mos holda alohida olingan gazning massasi va gaz doimiysi.

Dalton qonuniga binoan,

aralashmaning bosimi (p) alohida olingan gazlarning partsial bosimlarining yig'indisiga teng bo'ladi.

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_1^n p_i$$

bu yerda, p_1, p_2, \dots, p_n - alohida olingan gazlarning partsial bosimlari.



Ba'zi hollarda aralashma tarkibi tashkil etuvchi gazlarning kilomollar soni orqali berilishi ham mumkin, u holda

$$p_i = \frac{\mu_i}{\mu_{ar}} \cdot p$$

bu yerda, μ_i - i - nchi gazning (1 ta gazning) kilomollar soni;

μ_{ar} - aralashmadagi jami kilomollar soni;

p - aralashmaning umumiy bosimi.

Nazorat savollari va topshiriqlar

1. Ideal va real ishchi jism uchun holat parametrlari orasidagi funktsional bog'lanishlarni keltiring.
2. Gaz doimiysi nima?
3. Gaz aralashmasi uchun holat tenglamasini keltiring va tenglamaga kiritilgan har bir kattaliklar fizik ma'nosini ayting.
4. Gaz aralashmasi uchun partsial bosim va partsial hajm qanday aniqlanadi ?
5. Gaz aralashmasi uchun gaz doimiysi, komponentlarning massaviy va xajmiy ulushlari qanday aniqlanadi ?

***E`TIBORINGIZ UCHUN
RAHMAT***