



GAZ QONUNLARI VA ICHKI ENERGIYASI.

Kamalova Dilnavoz Ixtiyorovna*NDU "Fizika va astronomiya" kafedrası professori***SHomurodova SHahzoda Akbar qizi***NDU "Fizika va astronomiya" yo'nalishi 2-bosqich talabasi*

Annotatsiya: Mazkur maqolada ideal gazlarning fizikaviy xossalarini tavsiflovchi asosiy gaz qonunlari hamda gazning ichki energiyasi haqida so'z boradi. Boyle–Mariott qonuni bosim va hajm o'zaro teskari proporsional ekanligini ko'rsatadi ($T = \text{const}$). Sharl qonuniga ko'ra, gaz hajmi harorat bilan to'g'ri proporsional ($p = \text{const}$), Gey–Lyussak qonuni esa bosim va harorat o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi ($V = \text{const}$). Avogadro qonuni bir xil sharoitda barcha gazlar teng hajmlarda bir xil miqdordagi molekulalarni o'z ichiga olishini bildiradi. Bu qonunlarning barchasi Mendeleyev–Klapeyron tenglamasi bilan umumlashtiriladi: $pV = nRT$. Maqolaning ikkinchi qismida gazning ichki energiyasi, uning molekulyar harakat bilan bog'liqligi va faqat haroratga bog'liqligi nazariy asosda yoritilgan. Ushbu material fizika o'quvchilari, talabalar va o'qituvchilar uchun amaliy va nazariy manbadir.

Kalit so'zlar: Gaz qonunlari, ideal gaz, Boyle–Mariott qonuni, Sharl qonuni, Gey–Lyussak qonuni, Avogadro qonuni, Mendeleyev–Klapeyron tenglamasi, ichki energiya, molekulyar harakat, bosim, hajm, harorat, modda miqdori.

Аннотация: В статье рассматриваются основные физические закономерности, описывающие поведение идеальных газов, а также понятие внутренней энергии. Закон Бойля–Мариотта описывает обратную зависимость между давлением и объемом ($T = \text{const}$). Закон Шарля устанавливает прямую зависимость объема от температуры ($p = \text{const}$), а закон Гей–Люссака — зависимость давления от температуры ($V = \text{const}$). Закон Авогадро утверждает, что при одинаковых условиях равные объемы различных газов содержат одинаковое число молекул. Все эти законы



объединены в общее уравнение состояния Менделеева–Клапейрона: $pV = nRT$. Вторая часть статьи посвящена внутренней энергии газа, её зависимости от температуры и связи с хаотическим движением молекул. Работа является полезным теоретическим и практическим источником для учащихся и преподавателей физики.

Ключевые слова: Газовые законы, идеальный газ, закон Бойля–Мариотта, закон Шарля, закон Гей–Люссака, закон Авогадро, уравнение Менделеева–Клапейрона, внутренняя энергия, молекулярное движение, давление, объём, температура, количество вещества.

Abstrakt : This article explores the main physical laws governing the behavior of ideal gases and the concept of internal energy. Boyle–Mariotte’s law states that pressure is inversely proportional to volume ($T = \text{const}$). Charles’s law shows that volume increases linearly with temperature ($p = \text{const}$), while Gay–Lussac’s law describes the direct relation between pressure and temperature ($V = \text{const}$). Avogadro’s law explains that equal volumes of gases under identical conditions contain the same number of molecules. All laws are unified into the general equation of state: $pV = nRT$. (Mendeleev–Clapeyron equation). The second part of the article discusses internal energy, its dependence solely on temperature, and its origin in molecular motion. This article serves as a theoretical and practical guide for students and teachers of physics.

Keywords: Gas laws, ideal gas, Boyle–Mariotte law, Charles’s law, Gay–Lussac law, Avogadro’s law, Mendeleev–Clapeyron equation, internal energy, molecular motion, pressure, volume, temperature, amount of substance.

Gaz jarayonlarida gaz holatining parametrlaridan biri o‘zgarmay qolib, qolgan ikkitasining o‘zgarishi ko‘p kuzatiladi. Bir vaqtda gazning hajmi ham, bosimi ham, temperaturasi ham o‘zgaradigan eng umumiy protsesslarini qaraymiz. Bunday protsesslarni tasvirlovchi qonunni Boyl-Mariott va Gey-Lyussak qonunlarini birlashtirish yo‘li bilan 1834-yilda fransuz fizigi (Sankt-Peterburg temir yoilar institutida ishlagan yillari) Klapeyron aniqlagan. Biror m massasi gazning holati V_1 ,



P_1 va T_1 , parametrlar bilan xarakterlansin. Uni V_2 , P_2 va T_2 parametrlar bilan xarakterlanuvchi boshqa holatga o'tkazamiz. Bu protsesni quyidagi ikki bosqich bilan bajaramiz:

1. Dastlab izoterm ilk ravishda temperatura ($T_1 = \text{const}$ bo'lganda) gazning hajmini V_2 qiymatgacha o'zgartiramiz, bunda uning bosimi P_1^1 ga teng bo'ladi.

2. So'ngra izoxorik (hajm $V_2 \approx \text{const}$ bo'lganda) gazning temperaturasini shunday T_2 qiymatgacha o'zgartiramizki, bunda uning bosimi P_2 b o'lib qolsin. Protsessning birinchi bosqichi Boyle-Mariott qonuni bilan tavsiflanadi va shuning uchun

$$P_1 V_1 = P_1^1 V_2$$

Bunda
$$P_1^1 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

Protsessning ikkinchi bosqichi Gey-Lyussak qonuni bilan ifodalanadi va demak,

$$\frac{P_1^1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Bu formulaga P_1^1 ni formuladan qo'yib, quyidagi munosabatni olamiz.

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

Binobarin, gazning berilgan massasi uchun $\frac{PV}{T}$ kattalik o'zgarmas qolar ekan.

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

Bu ifoda Klapeyron tenglamasi (qonuni) deb ataladi.

Klapeyron tenglamasining kamchiligi shundan iboratki, B doimiy kattalik turli gazlar uchun turlichadir.

Bu kamchilikni yo'qotish uchun 1875-yilda Mendeleyev-Klapeyron qonuni ko'rinishinin Avagadro qonuni bilan birlashtirib biroz o'zgartiradi.

Buning uchun 1 kilomol gazni ko'raylik va uning hajmini V_0 bilan belgilaylik. Bu holda Klapeyron tenglamasi quyidagi ko'rinishga keladi.

$$\frac{PV_\mu}{T} = B$$



Avagadro qonuniga asosan P va T ning quyidagi qiymatlarida hamma gazlarning 1 kilomoli bir xil hajmni egallaydi, demak, B doimiy barcha gazlar uchun bir xil bo'ladi. B ning bu qiymatini, R deb belgilasak, u holda

$$\frac{PV_{\mu}}{T} = R$$

Bo'lib bu yerda R universal gaz doimiysi deyiladi. formuladan

$$PV_{\mu} = RT$$

Tengligi kelib chiqadi. bu ifoda *kilomol* gaz uchun Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi(qonuni) deb ataladi. SI sistemada R ni hisoblaymiz.

$$\frac{PV_0}{T} = R = \frac{101325 \cdot 0,024}{273} \cdot \frac{N}{m^2} \cdot \frac{m^3}{mol} \cdot \frac{1}{K} = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$$

Formulani ixtiyoriy massali gaz uchun yozsak

$$\frac{m}{M} RT = PV$$

Hosil bo'ladi.

Formulani eksperimental gaz qonunlarini umumlashtirgani uchun umumiy formulasi, ya'ni ideal gazning holat tenglamasi deyiladi.

Formulani gazning zichligi ρ orqali ifodalaymiz.

$$\frac{m}{V_{\mu}} RT = P$$

Bunda $\rho = \frac{m}{V}$ ekanligini e'tiborga olsak, formula quyidagi ko'rinish oladi.

$$\frac{\rho}{M} RT = P$$

$$\rho = \frac{PM}{RT} \quad \text{Bundan gazning zichligini}$$

Formula bilan ifodalanishini olamiz.

Masala: Og'zi tiqin bilan zich berkitilgan shisha ichidagi bosim $t_1 = 7^{\circ}\text{C}$ temperaturada $P_1 = 1 \text{ atm}$ edi. Shisha qizdirilganda tiqin otilib ketadi. Agar tiqin $P_2 = 1,3 \text{ atm}$ bosimiga chidash bersa, shisha idishni qanday t_2 temperaturagacha qizdirilgan?

Yechilishi: shishani qizdirish izoxorik protsess bo'lib, unga Sharl qonunining formulasini qo'llash mumkin.



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

Bu yerda T_1 va T_2 -shishadagi havoning boshlang'ich va oxirgi absolyut temperaturalari.

$$\text{U holda } T_2 = \frac{P_2}{P_1} T_1$$

$$T_2 = \frac{1,3 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} * 280K = \frac{1,3 * 10^5 \frac{N}{m^2}}{1 * 10^5 \frac{N}{m^2}} * 280K = 364K. t_2 = 91^\circ\text{C}$$

2-masala: hajmi 1l bo'lgan idishda azot molekulalari 27°C temperaturada va 10^6 mm.sm.ust. bosimida saqlanadi. Idishdagi azot molekulalari sig'imini aniqlang.

Berilgan:

$$V = 1l = 10^{-3}m^3$$

$$T = t^\circ + 273^\circ = 27^\circ\text{C} + 273^\circ\text{C} = 300K$$

$$P = 10^{-6} \text{ mm.sm.ust.} = 133,3 * 10^{-6} Pa$$

Yechish: idishning hajm birligidagi qismida

$$n = \frac{P}{kT}$$

Molekulalar bor.

Bu yerda idishdagi azot molekulalar sonini

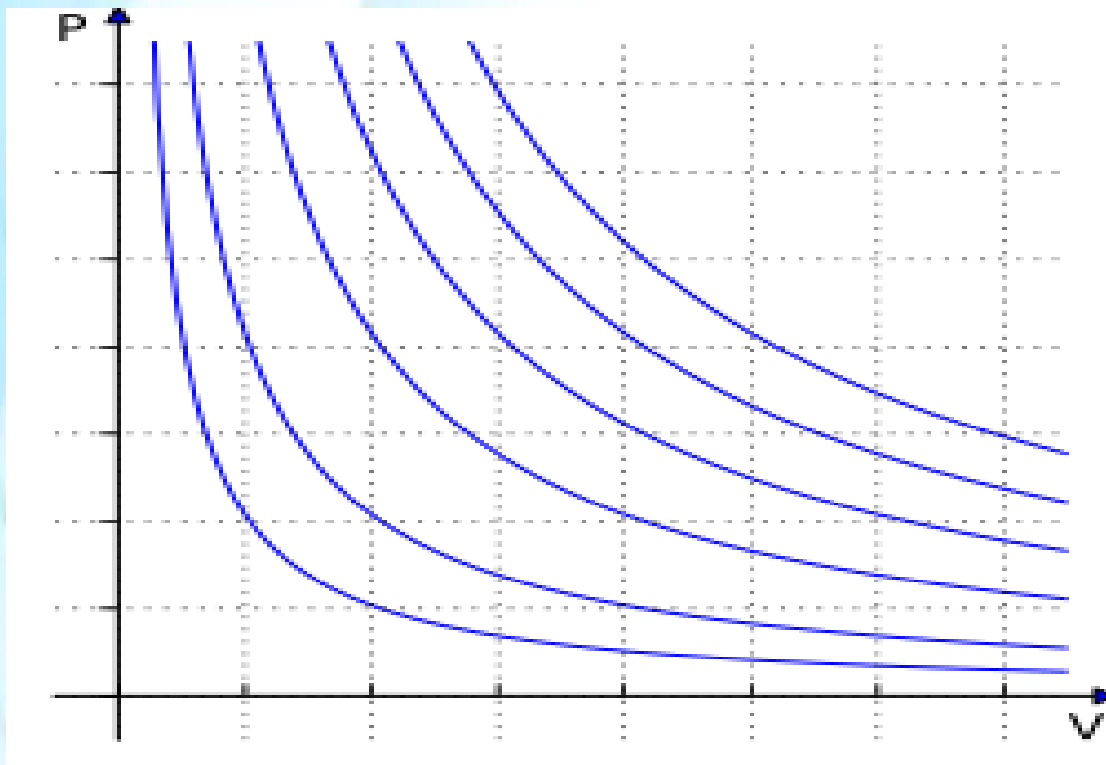
$$N = nU = \frac{PV}{kT}$$

Formuladan topamiz.

Jadvaldan $k = 1,38 * 10^{-23} \frac{J}{K}$ bolsman doimiysi.

$$N = \frac{PV}{kT} = \frac{133,3 * 10^{-6} Pa * 10^{-3} m^3}{1,38 * 10^{-23} \frac{J}{K} 300K} = 3,22 * 10^{13}$$

IDEAL GAZ HOLAT TENGLAMASI



Har xil haroratlar uchun ideal gazning izotermalari. Egri chiziqlar $y = a/x$ ko'rinishdagi to'rtburchak giperbolalardir. Ular turli haroratlarda ideal gaz uchun bosim (vertikal o'qda) va hajm (gorizontal o'qda) o'rtasidagi munosabatni ifodalaydi: boshlang'ichdan uzoqroq bo'lgan chiziqlar (ya'ni yuqori o'ng tomonga yaqinroq bo'lgan chiziqlar). diagramma burchagi) yuqori haroratlarga to'g'ri keladi.

Umumiy gaz tenglamasi deb ham ataladigan ideal gaz qonuni gipotetik ideal gazning holat tenglamasidir. Bu bir nechta cheklovlarga ega bo'lsa-da, ko'p sharoitlarda ko'plab gazlarning xatti-harakatlarining yaxshi yaqinlashuvidir. Bu birinchi marta 1834-yilda Benoit Pol Emile Klapayron tomonidan empirik Boyle qonuni, Charlz qonuni, Avogadro qonuni va Gey-Lyusak qonunining kombinatsiyasi sifatida ta'kidlangan. Ideal gaz qonuni ko'pincha empirik shaklda yoziladi: $PV = URT$ bu yerda

p -bosim

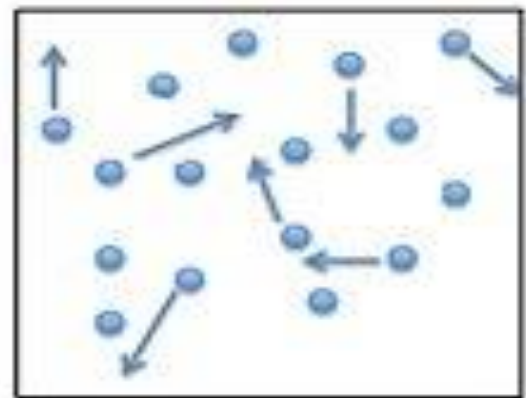
V -hajm

T -harorat

U –modda miqdori

R – universal gaz doimiysi hisoblanadi

U 1856-yilda Avgust Krönig va 1857-yilda Rudolf Klauizis erishgan (aftidan mustaqil ravishda) mikroskopik kinetik nazariyadan ham olinishi mumkin.



Yopiq konteyner (propan idishi) ichidagi molekulyar to‘qnashuvlar ko‘rsatilgan (o‘ngda). Oklar bu molekulalarning tasodifiy harakatlari va to‘qnashuvlarini ifodalaydi. Gazning bosimi va harorati to‘g‘ridan-to‘g‘ri proporsionaldir: harorat oshishi bilan propan gazining bosimi bir xil omilga ortadi. Ushbu mutanosiblikning oddiy natijasi shundaki, issiq yoz kunida propan tankining bosimi ko‘tariladi va shuning uchun propan tanklari bosimning bunday o‘shishiga bardosh bera oladigan darajada baholanishi kerak.

Gaz miqdorining holati uning bosimi, hajmi va harorati bilan belgilanadi. Tenglamaning zamonaviy shakli ularni ikkita asosiy shaklda bog‘laydi. Holat tenglamasida ishlatiladigan harorat mutlaq haroratdir: tegishli SI birligi kelvindir.

- p – gazning mutlaq bosimi ,
- v – gazning hajmi ,
- U – gaz moddasining miqdori (mol soni deb ham ataladi),



- R – Boltsman doimiysi va Avagadro doimiysi mahsulotiga teng ideal yoki universal gaz doimiysi,
- k – Boltsman doimiysi,
- N_A – Avagadro doimiysi,
- T – gazning mutlaq harorati,
- N – gazning zarrachalari (odatda atomlar yoki molekulalar) soni.

SI birliklarida p paskalda, V kub metrda, n molda va T kelvinda o'lchanadi (Kelvin shkalasi Selsiy bo'yicha siljish shkalasi bo'lib, bu yerda $0,00 K = -273,15 ^\circ C$, mumkin bo'lgan eng past harorat). R qiymati $8,314 J/(mol \cdot K) = 1,989 \approx 2 kal/(mol \cdot K)$ yoki $0,0821 L \cdot atm/(mol \cdot K)$ qiymatiga ega.

Kombinatsiyalangan gaz qonuni

Charlz, Boyl va Gey-Lyussak qonunlarini birlashtirib, birlashgan gaz qonunini beradi, u ideal gaz qonunida aytilgan mollar soni aniqlanmagan va nisbati bir xil funktsional shaklni oladi. PV uchun T oddiygina doimiy sifatida qabul qilinadi:

$$PV/T = k,$$

bu yerda P gaz bosimi, V gazning hajmi, T gazning mutlaq harorati, va k doimiy hisoblanadi. Xuddi shu moddani ikki xil shartlar to'plamida taqqoslaganda, qonun quyidagicha yozilishi mumkin

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

- Boltsman doimiysi – Zarrachalar kinetik energiyasini harorat bilan bog'lovchi fizik konstanta Konfiguratsiya integrali – Termodinamika va statistik fizikadagi funksiya Dinamik bosim – suyuqlik hajmining birligi uchun kinetik energiya Gaz qonunlari Ichki energiya – Tizimdagi energiya Van der Vaals tenglamasi – Gazning ideal bo'lmagan harakatini hisobga oladigan gaz holati tenglamasi

JISMLARNING ICHKI ENERGIYASI



Ichki energiya – jismning faqat ichki holatiga bog‘liq bo‘lgan energiya; jismni tashkil etuvchi molekulalarining xaotik (tartibsiz) ilgarilanma va aylanma harakat kinetik energiyalari bilan molekulalarning o‘zaro ta’sirlashishi natijasida vujudga kelgan potensial energiyalari hamda molekulalardagi atomlarning xaotik tebranma harakat kinetik va potensial energiyalarining umumiy yig‘indisiga teng. Jismlar sistemasining I.e.si har bir jismning alohida olingandagi I.e.lari yig‘indisi bilan jismlar orasidagi o‘zaro ta’sir energiyasining yig‘indisidan iborat.

$$U = \frac{im}{2M}RT; \quad U = \frac{i}{2}URT; \quad U = \frac{i}{2}N/N_A RT; \quad U = \frac{i}{2}PV$$

- Ideal gaz ichki energiyasining o‘zgarishi:

$$U = \frac{im}{2M}R\Delta T; \quad U = \frac{i}{2}UR\Delta T; \quad U = \frac{iN}{2N_A R\Delta T}; \quad \Delta T = T - T_a$$

- Bir atomli gazning ichki energiyasi:

$$U = \frac{3m}{2M}RT; \quad U = \frac{3}{2}URT; \quad U = \frac{3}{2}N/N_A RT; \quad U = \frac{3}{2}PV$$

- Bir atomli gazning ichki energiyasining o‘zgarishi:

$$\Delta U = \frac{im}{2M}R\Delta T; \quad \Delta U = \frac{i}{2}UR\Delta T; \quad \Delta U = \frac{iN}{2N_A R\Delta T}; \quad \Delta T = T - T_a$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. G‘ulomov, A. M., Abduqodirov, M. M. Umumiy fizika kursi: Molekulyar fizika. – Toshkent: O‘qituvchi, 2001.
2. Klementyev, L. M. Molekulyar fizika va termodinamika. – Toshkent: O‘qituvchi, 1990.
3. Karimov, T. A., Nurmatov, D. I. Molekulyar fizika va issiqlik. – Toshkent: Fan, 2010.
4. Demidovich, B. P., Fizika darsliklari va masalalar to‘plami (molekulyar fizika bo‘yicha) – Moskva: Nauka, 1985.



5. Savelyev, I. V. Fizika kursi: Molekulyar fizika va termodinamika. – Moskva: Nauka, 1983.
6. Abdurahimov, M., To‘xtayev, U. Fizika: Molekulyar fizika bo‘limidan masalalar to‘plami. – Toshkent: TDPU, 2016.
7. Nasriddinov, A. N., Qodirov, J. N. Zamonaviy fizika asoslari: Molekulyar-fizikaviy yondashuv. – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2020.
8. B.I.Xojiyev., D.I.Kamalova va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizika. Toshkent: Ijod nashr. 2023.