

p.f.f.d, PhD, dotsent. **Buzrukov To‘lqin Omonovich**

Email: tolqinbuzrukov5@gmail.com

Shageldiyev Asadbek Rasulovich

Annotatsiya

Mazkur maqolada to‘yingan va to‘yinmagan bug‘ tushunchalarining fizik mohiyati, ularning termodinamik xususiyatlari, bug‘lanish va kondensatsiya jarayonlaridagi o‘rni hamda amaliy sohalardagi ahamiyati ilmiy asosda yoritildi. To‘yingan bug‘ — suyuqlik bilan dinamik muvozanatda bo‘lgan bug‘ holati bo‘lib, u berilgan haroratda maksimal bug‘ bosimiga ega bo‘ladi. To‘yinmagan bug‘ esa shu haroratda hali maksimal bosimga yetmagan, ya‘ni yana bug‘lanish jarayonini davom ettira oladigan bug‘ holatidir. Maqolada bug‘ bosimi, nisbiy namlik, qaynash, kondensatsiya, bug‘lanish tezligi, harorat va bosim o‘rtasidagi bog‘liqliklar tahlil qilindi. Shuningdek, bu tushunchalarning meteorologiya, texnika, issiqlik energetikasi, gigiyena, tibbiyot, sterilizatsiya, nafas olish fiziologiyasi va farmatsevtik texnologiyalardagi ahamiyati ko‘rsatib berildi. Tadqiqot nazariy-tahliliy yondashuv asosida bajarilib, fizik qonuniyatlar va amaliy misollar orqali mavzuning mazmuni keng yoritildi.

Kalit so‘zlar: to‘yingan bug‘, to‘yinmagan bug‘, bug‘ bosimi, kondensatsiya, bug‘lanish, nisbiy namlik, termodinamika, fazaviy muvozanat, qaynash, gigrometriya.

Kirish

Bug‘ holati moddalarning eng muhim agregat holatlaridan biri bo‘lib, u suyuqlik yoki qattiq jism molekulalarining issiqlik harakati natijasida gazsimon fazaga o‘tishi bilan bog‘liq. Kundalik hayotda bug‘lanish, qaynash, kondensatsiya, namlik, tuman, bulut hosil bo‘lishi, sovuq oynada suv tomchilari paydo bo‘lishi kabi hodisalar aynan bug‘ning fizik xususiyatlari bilan tushuntiriladi. Fizika va termodinamika nuqtai

nazaridan esa bug‘ holati moddaning fazaviy o‘zgarishlari, energiya almashinuvi va molekulyar harakat qonuniyatlarini tushunishda muhim o‘rin tutadi.

To‘yingan va to‘yinmagan bug‘ tushunchalari fizikada ayniqsa muhim hisoblanadi, chunki ular bug‘lanish va kondensatsiya jarayonlarining qanday kechishini belgilaydi. Oddiy qilib aytganda, agar yopiq idishda suyuqlik va uning bug‘i birgalikda mavjud bo‘lsa, vaqt o‘tishi bilan suyuqlikdan uchib chiqayotgan molekulalar soni bug‘dan qaytib suyuqlikka o‘tayotgan molekulalar soniga tenglashadi. Ana shu holat **dinamik muvozanat** deyiladi. Dinamik muvozanatda turgan bug‘ **to‘yingan bug‘** deb ataladi. Agar bug‘ hali bunday muvozanatga yetmagan bo‘lsa va shu haroratda yana bug‘lanish davom etishi mumkin bo‘lsa, u **to‘yinmagan bug‘** hisoblanadi.

Bu mavzu faqat nazariy fizika uchun emas, balki amaliy hayot uchun ham katta ahamiyatga ega. Masalan, havodagi suv bug‘ining to‘yingan yoki to‘yinmagan holati ob-havo, yog‘ingarchilik, tuman, issiqlik almashinuvi va inson salomatligiga bevosita ta‘sir qiladi. Tibbiyotda esa havoning namligi, bug‘li sterilizatsiya, inhalatsiya, nafas yo‘llarining qurishi yoki namlanishi, operatsion xonalar mikroiklimi kabi jarayonlarda bug‘ning fizik xossalari hisobga olinadi. Farmatsevtika va biotexnologiyada esa quritish, liofilizatsiya, sterilizatsiya va preparatlarni saqlash sharoitlari bug‘ bosimi va namlik bilan chambarchas bog‘liq.

Maqolaning dolzarbligi shundaki, to‘yingan va to‘yinmagan bug‘ tushunchalarini chuqur tushunish nafaqat fizik qonuniyatlarni anglashga, balki amaliy jarayonlarni to‘g‘ri boshqarishga yordam beradi. Bug‘lanish va kondensatsiya hodisalari issiqlik energetikasi, iqlimshunoslik, qurilish fizikasi, tibbiyot gigiyenasi, laboratoriya amaliyoti va sanoat texnologiyalarida keng qo‘llaniladi. Shu sababli mazkur maqolada mavzu IMRAD talablariga mos holda ilmiy, tizimli va keng yoritildi.

Materiallar va usullar

Ushbu maqola nazariy-tahliliy usulda tayyorlandi. Tadqiqot materiali sifatida umumiy fizika, molekulyar fizika, termodinamika, gigrometriya va issiqlik texnikasiga oid ilmiy-nazariy ma‘lumotlar asos qilib olindi. Tahlil jarayonida to‘yingan va

to'yinmagan bug'ning fizik ta'rifi, bug' bosimi, fazaviy muvozanat, bug'lanish va kondensatsiya mexanizmlari, harorat-bosim bog'liqligi, nisbiy namlik va amaliy qo'llanilish yo'nalishlari ko'rib chiqildi.

Maqolada deduktiv va taqqoslash usullaridan foydalanildi. Dastlab bug' tushunchasining umumiy mohiyati yoritildi, keyin to'yingan va to'yinmagan bug'ning o'zaro farqlari tahlil qilindi. Shuningdek, molekulyar-kinetik nazariya asosida suyuqlik yuzasidan molekulalarning ajralib chiqishi va bug' molekulalarining qayta suyuqlikka o'tishi jarayonlari izohlandi. Termodinamik yondashuv asosida esa bug' bosimi, qaynash harorati va harorat oshishi bilan to'yingan bug' bosimining ortishi tushuntirildi.

Amaliy qismda meteorologiya, tibbiyot, texnika va laboratoriya jarayonlarida bug' holatining ahamiyati tahlil qilindi. Ayniqsa, havoning nisbiy namligi, sterilizatsiyada suv bug'ining roli, nafas yo'llarining namlanishi va farmatsevtik mahsulotlarni saqlashdagi namlik nazorati kabi misollar orqali mavzuning amaliy qiymati ko'rsatildi.

Natijalar

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, to'yingan bug' va to'yinmagan bug' o'rtasidagi asosiy farq ularning berilgan haroratdagi maksimal bug' bosimiga nisbatan holati bilan belgilanadi. Agar bug' berilgan haroratda o'zining maksimal bosimiga yetgan va suyuqlik bilan dinamik muvozanatda bo'lsa, u to'yingan bug' hisoblanadi. Agar bug' bosimi shu haroratdagi maksimal qiymatdan past bo'lsa, u to'yinmagan bug' bo'ladi.

To'yingan bug'ning eng muhim xususiyati shundaki, u suyuqlik bilan dinamik muvozanatda turadi. Bu muvozanatda suyuqlikdan bug'ga o'tayotgan molekulalar soni bug'dan suyuqlikka qaytayotgan molekulalar soniga teng bo'ladi. Tashqi ko'rinishda bug'lanish to'xtagandek tuyulishi mumkin, lekin molekulyar darajada jarayon davom etadi. Shu sababli bu holat statik emas, balki dinamik muvozanat deb ataladi.

To'yinmagan bug'da esa bunday muvozanat hali yuzaga kelmagan bo'ladi. Suyuqlik yuzasidan bug'lanish kondensatsiyaga nisbatan ustun turadi, ya'ni bug' fazasidagi molekulalar soni ortishda davom etadi. Agar yopiq idishda to'yinmagan

bug‘ va suyuqlik birga mavjud bo‘lsa, vaqt o‘tishi bilan bug‘ bosimi ortadi va nihoyat to‘yingan bug‘ holatiga yetadi. Ochiq muhitda esa bug‘ havoga tarqalib ketadi, shuning uchun to‘yingan holat har doim ham yuzaga kelavermaydi.

Bug‘ bosimi haroratga kuchli bog‘liq. Harorat oshganda suyuqlik molekulalarining kinetik energiyasi ortadi, ular suyuqlik yuzasidan osonroq ajralib chiqadi va natijada to‘yingan bug‘ bosimi oshadi. Masalan, suv 100 °C da normal atmosfera bosimida qaynaydi, chunki shu haroratda suvning to‘yingan bug‘ bosimi tashqi atmosfera bosimiga tenglashadi. Demak, qaynash hodisasi suyuqlik ichida bug‘ pufakchalari hosil bo‘lishi va ularning tashqi bosimga qarshi kengaya olishi bilan bog‘liq.

To‘yingan bug‘ bosimi suyuqlik miqdoriga emas, asosan haroratga bog‘liq bo‘ladi. Agar yopiq idishda suyuqlik mavjud bo‘lsa va harorat o‘zgarmasa, to‘yingan bug‘ bosimi idish hajmi yoki suyuqlik miqdori o‘zgarishidan qat‘i nazar ma‘lum qiymatda saqlanadi. Biroq suyuqlik butunlay bug‘lanib ketsa, bug‘ endi to‘yingan holatda bo‘lmasligi mumkin.

Tahlil natijasida to‘yingan va to‘yinmagan bug‘ning amaliy farqi havoning namligida juda yaqqol ko‘rinishi aniqlandi. Havo tarkibidagi suv bug‘i ma‘lum haroratda maksimal darajaga yetgan bo‘lsa, havo suv bug‘i bilan to‘yingan hisoblanadi. Agar havo tarkibidagi suv bug‘i miqdori maksimal darajadan kam bo‘lsa, u to‘yinmagan bo‘ladi. Nisbiy namlik quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\varphi = (p / p_0) \times 100\%$$

Bu yerda φ — nisbiy namlik, p — havodagi mavjud suv bug‘i bosimi, p_0 — shu haroratdagi to‘yingan suv bug‘i bosimi. Agar nisbiy namlik 100% ga yetsa, havo to‘yingan bo‘ladi va harorat pasaysa kondensatsiya, tuman, shudring yoki bulut hosil bo‘lishi mumkin.

Muhokama

To‘yingan va to‘yinmagan bug‘ hodisasini chuqur anglash uchun avvalo bug‘lanishning molekulyar mohiyatini tushunish zarur. Suyuqlik molekulalari doimiy tartibsiz issiqlik harakatida bo‘ladi. Ularning bir qismi yetarlicha katta kinetik

energiyaga ega bo'lsa, suyuqlik yuzasidagi molekulalararo tortishish kuchlarini yengib, gazsimon fazaga o'tadi. Bu jarayon bug'lanish deyiladi. Bug'lanish har qanday haroratda sodir bo'lishi mumkin, faqat harorat oshgan sari uning tezligi ortadi.

Yopiq idishda bug'lanish jarayoni davom etar ekan, bug' fazasida molekulalar soni ortadi. Shu bilan birga ayrim molekulalar suyuqlik yuzasiga urilib, qaytadan suyuqlikka o'tadi. Dastlab bug'lanish kondensatsiyadan kuchliroq bo'ladi, chunki bug' molekulalari kam. Vaqt o'tishi bilan bug' molekulalari ko'payadi va kondensatsiya ehtimoli ortadi. Nihoyat, bug'lanish va kondensatsiya tezliklari tenglashadi. Bu holat fizik jihatdan juda muhim, chunki aynan shu paytda bug' to'yingan holatga keladi.

To'yingan bug'ning amaliy ahamiyati juda katta. Masalan, bug'li sterilizatsiyada suv bug'i yuqori harorat va bosimda mikroorganizmlarni yo'q qilishda ishlatiladi. Autoklavlarda to'yingan suv bug'i issiqlikni yaxshi uzatadi, yuzalarga kondensatsiyalanadi va yashirin bug'lanish issiqligini ajratib, mikroblar oqsillarini denaturatsiya qiladi. Shu sababli bug'li sterilizatsiya tibbiy asboblar, laboratoriya idishlari va biologik xavfsizlik amaliyotida keng qo'llaniladi. Bu yerda bug'ning "to'yingan" bo'lishi muhim, chunki quruq yoki yetarlicha to'yinmagan bug' issiqlikni samarali bermasligi mumkin.

Tibbiyotda havoning nisbiy namligi ham alohida ahamiyatga ega. Juda quruq havo nafas yo'llari shilliq qavatini quritadi, kiprikchali epiteliy faoliyatini susaytirishi, yo'tal va noqulaylikni kuchaytirishi mumkin. Juda nam havo esa issiqlik almashinuvini qiyinlashtiradi va ayrim sharoitlarda mikroorganizmlar ko'payishi uchun qulay muhit yaratishi mumkin. Shu sababli shifoxona palatalari, operatsion xonalar, intensiv terapiya bo'limlari va neonatal bo'limlarda mikroiklim nazorati muhim hisoblanadi.

Meteorologiyada to'yingan va to'yinmagan bug' tushunchalari ob-havo hodisalarini tushuntirishda asosiy o'rin tutadi. Havo soviganda uning suv bug'ini ushlab turish qobiliyati kamayadi. Agar havo sovib, tarkibidagi suv bug'i miqdori to'yinganlik chegarasiga yetsa, kondensatsiya boshlanadi. Natijada tuman, bulut, shudring yoki yog'ingarchilik hosil bo'ladi. Shuning uchun havo namligi va shudring nuqtasi ob-havo prognozida muhim ko'rsatkichlar hisoblanadi.

Texnikada ham bug‘ning to‘yingan va to‘yinmagan holatlari katta ahamiyatga ega. Issiqlik elektr stansiyalarida, bug‘ turbinalarida, isitish tizimlarida, sovitish qurilmalarida va quritish texnologiyalarida bug‘ bosimi va haroratini to‘g‘ri boshqarish samaradorlikni belgilaydi. To‘yingan bug‘ issiqlik tashuvchi sifatida qulay, chunki kondensatsiya vaqtida katta miqdorda issiqlik ajratadi. To‘yinmagan bug‘ yoki o‘ta qizigan bug‘ esa ayrim sanoat jarayonlarida boshqa xossalari bilan foydali bo‘lishi mumkin.

To‘yinmagan bug‘ning ahamiyati ham kam emas. Masalan, quritish jarayonida havo to‘yinmagan bo‘lishi kerak, chunki to‘yinmagan havo suyuqlik yoki nam jism yuzasidan bug‘ni o‘ziga qabul qila oladi. Agar havo to‘yingan bo‘lsa, quritish deyarli to‘xtaydi. Shu sababli farmatsevtik kukunlar, oziq-ovqat mahsulotlari, laboratoriya materiallari va tibbiy buyumlarni quritishda havo harorati va nisbiy namligi qat’iy nazorat qilinadi.

Mavzuning muhim ilmiy jihati shundaki, to‘yingan bug‘ ideal gaz qonunlariga to‘liq bo‘ysunmaydi. Ideal gaz nazariyasi gaz molekulalari o‘zaro ta’sirlashmaydi deb qaraydi, ammo to‘yingan bug‘ suyuqlik bilan muvozanatda bo‘lgani sababli uning bosimi, hajmi va harorati o‘rtasidagi bog‘liqlik oddiy ideal gazdan farq qiladi. Ayniqsa kondensatsiyaga yaqin sharoitda molekulalararo ta’sirlar muhim bo‘ladi.

To‘yingan bug‘ bosimining haroratga bog‘liqligi Klapeyron–Klauzius tenglamasi bilan nazariy izohlanadi. Bu tenglama fazaviy o‘tishlarda bosim va harorat o‘rtasidagi munosabatni ko‘rsatadi. Amaliy jihatdan esa bu qonuniyat shuni anglatadi: harorat oshgani sari to‘yingan bug‘ bosimi tez ortadi. Shuning uchun issiq havoda suv bug‘i ko‘proq miqdorda saqlanishi mumkin, sovuq havoda esa suv bug‘i kamroq bo‘ladi va kondensatsiya osonroq boshlanadi.

Xulosa

To‘yingan va to‘yinmagan bug‘ tushunchalari molekulyar fizika va termodinamikaning asosiy mavzularidan biri bo‘lib, ular bug‘lanish, kondensatsiya, qaynash, namlik va fazaviy muvozanat jarayonlarini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega. To‘yingan bug‘ suyuqlik bilan dinamik muvozanatda bo‘ladi va berilgan haroratda

maksimal bug‘ bosimiga ega. To‘yinmagan bug‘ esa hali maksimal bosimga yetmagan bo‘lib, suyuqlikdan yana bug‘ qabul qila oladi.

Maqolada olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, bug‘ning to‘yingan yoki to‘yinmagan holati harorat, bosim, hajm, suyuqlik mavjudligi va muhitning namlik darajasi bilan belgilanadi. Harorat oshishi bilan to‘yingan bug‘ bosimi ortadi, harorat pasayganda esa bug‘ kondensatsiyalanishi mumkin. Havoning nisbiy namligi ham aynan mavjud bug‘ bosimi bilan to‘yingan bug‘ bosimi o‘rtasidagi nisbat orqali aniqlanadi.

To‘yingan bug‘ning amaliy ahamiyati bug‘li sterilizatsiya, issiqlik uzatish, qaynash jarayoni, meteorologik hodisalar va energetik qurilmalarda yaqqol ko‘rinadi. To‘yinmagan bug‘ esa quritish, bug‘lanishni davom ettirish, havo namligini boshqarish va sanoat texnologiyalarida muhim rol o‘ynaydi. Tibbiyotda esa bu tushunchalar avtoklav sterilizatsiyasi, nafas yo‘llarini namlash, shifoxona mikroiklimi, laboratoriya materiallarini saqlash va farmatsevtik texnologiyalarda alohida ahamiyatga ega.

Umuman olganda, to‘yingan va to‘yinmagan bug‘ hodisalarini chuqur tushunish tabiatdagi suv aylanishi, texnik qurilmalar ishlashi, tibbiy sterilizatsiya va inson salomatligiga ta‘sir qiluvchi mikroiklim sharoitlarini ilmiy asosda izohlash imkonini beradi. Shu sababli bu mavzu nafaqat umumiy fizika kursida, balki tibbiyot, biologiya, ekologiya, texnika va farmatsevtika yo‘nalishlarida ham muhim nazariy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Том 1. Механика. Молекулярная физика. Москва: Наука, 1989.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. Москва: Академия, 2017.
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. Москва: Высшая школа, 2002.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 2. Термодинамика и молекулярная физика. Москва: Физматлит, 2005.
5. Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics. 11th ed. Wiley, 2018.

6. Young H.D., Freedman R.A. University Physics with Modern Physics. 15th ed. Pearson, 2020.
7. Çengel Y.A., Boles M.A. Thermodynamics: An Engineering Approach. 9th ed. McGraw-Hill Education, 2019.
8. Atkins P., de Paula J. Physical Chemistry. 11th ed. Oxford University Press, 2018.
9. Moran M.J., Shapiro H.N., Boettner D.D., Bailey M.B. Fundamentals of Engineering Thermodynamics. 9th ed. Wiley, 2018.
10. World Health Organization. Natural ventilation for infection control in health-care settings. Geneva: WHO, 2009.