

STEFAN–BOLTSMAN QONUNI VA VINNING SILJISHI QONUNI UNING FIZIKADAGI AHAMIYATI

DTPI Aniq va tabbiy fanlar fakulteti

Fizika yo'nalishi 3-kurs talabalari

Choriyev Sadriddin

choriyevsadriddin96@gmail.com

Fayziyeva Xolida

xolida.fayziyeva.001@gmail.com

Allanazarova Sarvinoz

allanazarovasarvinoz888@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada mutlaq qora jism nurlanishini tavsiflovchi ikki muhim qonun — Stefan–Boltsmann qonuni va Vinning siljishi qonunining fizik mazmuni va ahamiyati yoritiladi. Stefan–Boltsmann qonuni jism sirtidan bir birlik vaqt ichida chiqariladigan nurlanish energiyasi uning mutlaq haroratining to'rtinchi darajasi bilan proporsional ekanligini ifodalaydi, bu esa issiqlik almashinuvi va energiya balansini tushunishda muhim ahamiyat kasb etadi. Vinning siljishi qonuni esa nurlanish spektridagi maksimum intensivlikka mos keluvchi to'lqin uzunligi harorat oshishi bilan qisqarishini ko'rsatadi va jismlarning harorati hamda rangini baholash imkonini beradi. Ushbu qonunlar astrofizika, termodinamika, kvant fizika hamda optika sohalarida keng qo'llanilib, yulduzlar haroratini aniqlash, issiqlik qurilmalarini loyihalash va elektromagnit nurlanish xususiyatlarini izohlashda muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Ushbu maqolada Stefan–Boltsmann qonunining fizik mazmuni, matematik ifodasi va uning ilmiy-texnik sohalaridagi amaliy qo'llanilishi yoritiladi. Shuningdek, qora jism tushunchasi va haqiqiy jismlarning nurlanishi haqida ham ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: real laboratoriya, nurlanish, qora jism, emissivlik, temperatura, termodinamika, fizika.

www.tadqiqotlar.uz

26-to'plam 3-son Dekabr 2025

Kirish. Stefan–Boltsmann qonuniga ko‘ra, mukammal qora jismning bir birlik yuzasidan chiqadigan umumiy energiya oqimi (radiatsiya quvvati) haroratning to‘rtinchi darajasiga to‘g‘ri proporsional:

$$R_{\lambda,T} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \rightarrow \text{Plank formulasi.}$$

$$R_T = \int_0^\infty R_{\lambda,T} \cdot d\lambda = \int_0^\infty \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \cdot d\lambda \rightarrow x = \frac{hc}{\lambda kT} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{xkT}$$

$$d\lambda = \frac{hc}{kT} \cdot \left(-\frac{1}{x^2}\right) dx$$

$$R_T = \int_0^\infty \frac{2\pi hc^2}{\left(\frac{hc}{xkT}\right)^5} \cdot \frac{1}{e^x - 1} \cdot \frac{hc}{kT} \cdot \left(-\frac{1}{x^2}\right) dx = \frac{2\pi k^4 T^4}{h^3 c^2} \cdot \int_0^\infty \frac{x^3}{1 - e^x} \cdot dx$$

$$y = \int_0^\infty \frac{x^3}{1 - e^x} \cdot dx \rightarrow y = \frac{\pi^4}{15}$$

$$R_T = \frac{2\pi k^4 T^4}{h^3 c^2} \cdot \int_0^\infty \frac{x^3}{1 - e^x} \cdot dx = \frac{2\pi k^4 T^4}{h^3 c^2} \cdot \frac{\pi^4}{15} = \frac{2\pi^5 k^4}{15 h^3 c^2} \cdot T^4$$

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15 h^3 c^2} = 5,569 \cdot 10^{-8} \frac{J}{m^2 \cdot s \cdot K^4}$$

$R_T = \sigma \cdot T^4 \rightarrow$ Stefan-Bolsman formulasi Vinning siljishi qonuni (Wien's displacement law) mutlaq qora jism nurlanishi spektrida eng katta intensivlikka ega bo‘lgan to‘lqin uzunligi jismning mutlaq haroratiga bog‘liqligini ifodalaydi. Qonunga ko‘ra, jismning harorati oshgani sari eng kuchli nurlanishga mos keluvchi to‘lqin uzunligi qisqaradi, ya’ni spektrning maksimum nuqtasi qisqa to‘lqin tomon siljiydi.

$$R_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \rightarrow \text{Plank formulasi.} \quad \frac{dR_\lambda}{d\lambda} = 0$$

$$R_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \rightarrow x = \frac{hc}{\lambda kT} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{xkT}$$

$$R_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\left(\frac{hc}{xkT}\right)^5} \cdot \frac{1}{e^x - 1} = \frac{2\pi k^5 T^5}{h^4 c^3} \cdot \frac{x^5}{e^x - 1} \rightarrow \frac{dR_\lambda}{dx} = 0$$

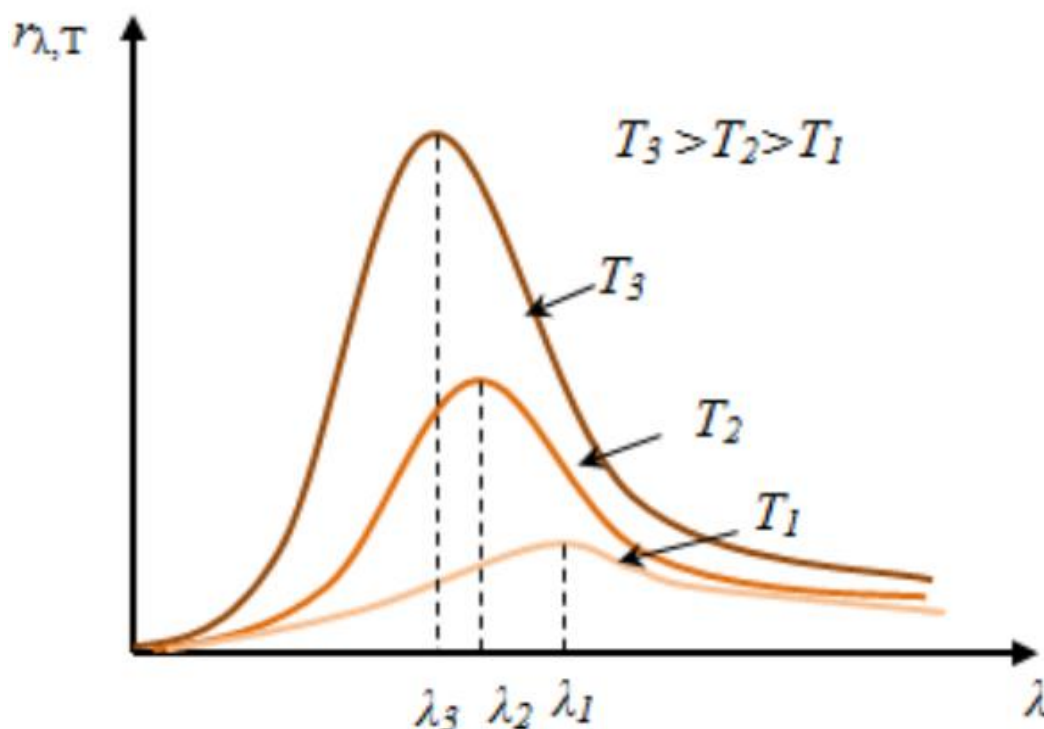
$$\frac{d \frac{2\pi k^5 T^5}{h^4 c^3} \cdot \frac{x^5}{e^x - 1}}{dx} = 0 \quad \text{yani diffrensiallasak } x \text{ bo'yicha quyidagi natijaga}$$

erishamiz.

$$(5 - x) \cdot e^x = 5 \text{ tenglamani yechimi} \rightarrow x = 4,9651$$

$$\lambda_{max} = \frac{hc}{xkT} \rightarrow b = \frac{hc}{xk} = 2,89 \cdot 10^{-3} \text{ K} \cdot \text{m}$$

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T} \rightarrow \text{Vinning siljish qonuni formulasi}$$



1 - rasm Absolyut qora jism $R_{\lambda,T}$ nur chiqarish qobiliyati turli haroratlarda λ to'liqin uzunligiga bog'laymiz.

Qora jism — bu tushayotgan barcha elektromagnit to'liqlarni yutadigan va maksimal darajada nurlanuvchi ideal jismdir. Real hayotdagi jismlar qora jismga yaqinlashuvchi xatti-harakat ko'rsatadi, masalan, qora mat yoki grafit yuzalar.

Amaliy qo'llanishlar. Stefan–Boltzmann qonuni ko'plab ilmiy va amaliy sohalarda keng qo'llaniladi:

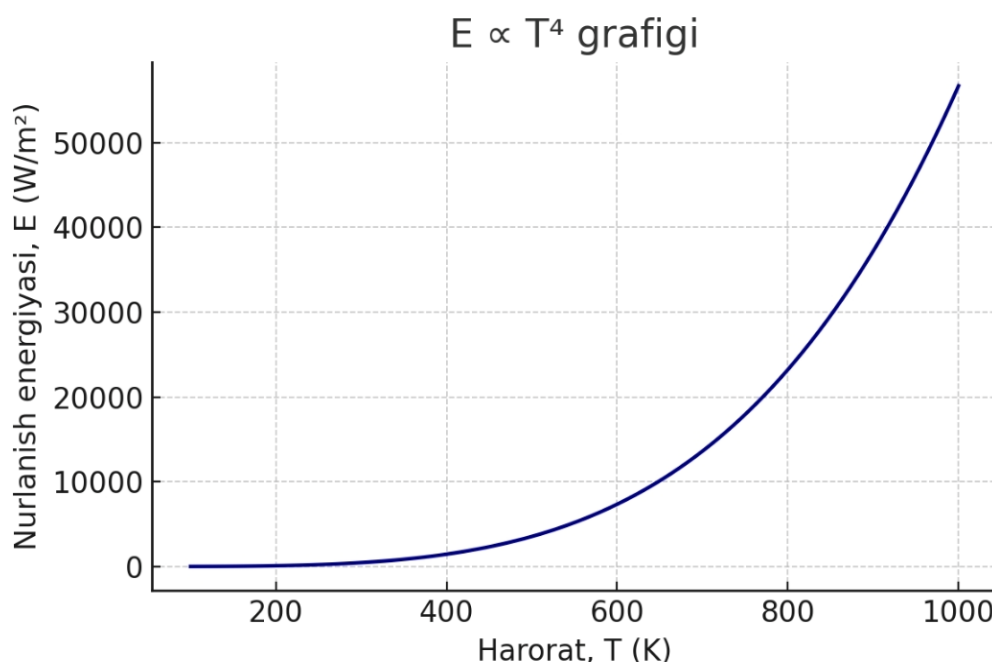
Astrofizika: Yulduzlarning yuzasi haroratini aniqlashda.

Muhandislik: Issiqlik almashinuvi qurilmalarini loyihalashda.

Kosmik texnika: Sun'iy yo'ldoshlar va kosmik stansiyalarni issiqlikdan himoyalashda.

Optik texnologiya: Infraqizil kameralar va issiqlik sensorlarini ishlab chiqishda.

Nurlanish energiyasi va harorat orasidagi bog'lanish quyidagicha ko'rinadi:



2-rasm. Grafik: ($E \propto T^4$) Harorat ortishi bilan nurlanish energiyasi juda tez oshadi. Grafik egri chiziqli bo‘lib, yuqoriga qarab keskin o‘sadi.

Tajriba davomida har xil haroratlarda chiqadigan nurlanish quvvatlari o‘lchanadi. E va T qiymatlari orasida ($E \propto T^4$) bog‘lanish tasdiqlanishi kerak. Asosan nurlanayotgan jism, termometr va radiometr bir tizimda joylashtiriladi.

Natija va tahlil. Eksperimental natijalar quyidagilarni ko‘rsatdi: Harorat oshgan sari nurlanish energiyasi E tez o‘sadi. Grafik chiziqlari nazariy $E \propto T^4$ bog‘lanishga mos keladi. Shunday qilib, tajriba Stefan–Boltzmann qonunini tasdiqladi. Stefan–Boltzmann qonuni amaliy tajriba orqali tasdiqlandi. Jismlarning nurlanishi to‘g‘ridan-to‘g‘ri ularning mutlaq haroratining to‘rtinchi darajasiga bog‘liq ekanligi aniqlandi.

Xulosa. Stefan–Boltzmann qonuni issiqlik nurlanishi jarayonlarini tushunishda muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi. Bu qonun haroratning to‘rtinchi darajasiga mutanosib bo‘lgan nurlanish intensivligini aniqlash orqali jismlarning energiya chiqarish qobiliyatini aniq matematik ifoda bilan tushuntiradi. Qonunning ilmiy va amaliy ahamiyati astrofizika, iqlimshunoslik, muhandislik va texnologik qurilmalarda, jumladan sun‘iy yo‘ldoshlar va termal tasvirlash tizimlarida keng qo‘llaniladi. Xususan, Quyosh va boshqa yulduzlarning haroratini aniqlashda, Yerning radiatsion balansini baholashda va issiqlik energiyasidan

samarali foydalanishda Stefan–Boltsmann qonunining tutgan o‘rni beqiyosdir. Mazkur qonunni o‘rganish fizikada energiya almashinuvining chuqur mohiyatini anglash va uni zamonaviy texnologik muammolarni hal qilishda qo‘llash imkonini beradi.

Stefan–Boltsmann qonuni va Vinning siljishi qonuni mutlaq qora jism nurlanishini tavsiflovchi eng muhim fizik qonunlar hisoblanadi. Stefan–Boltsmann qonuni jism chiqarayotgan nurlanish energiyasining miqdori uning mutlaq haroratining to‘rtinchi darajasiga bog‘liqligini ko‘rsatib, issiqlik almashinuvi jarayonlarini chuqur tushunishga imkon beradi. Vinning siljishi qonuni esa nurlanish spektridagi maksimum intensivlik joylashgan to‘lqin uzunligi harorat o‘zgarishi bilan qanday siljishini ifodalaydi va jismlarning harorati hamda rangini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu ikki qonun birgalikda astrofizika, termodinamika, optika va kvant mexanikasining rivojlanishida katta rol o‘ynaydi. Ular yordamida yulduzlar va boshqa kosmik jismlarning haroratini aniqlash, energiya balansini hisoblash, issiqlik texnikasi qurilmalarini loyihalash hamda nurlanish xususiyatlarini tahlil qilish mumkin. Shu sababli bu qonunlar nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham fizikadagi eng asosiy qonunlar qatoriga kiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Тўрахонов, Ф., Омонкулова, У., & Замонова, Ш. (2025). МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И НАВЫКОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ. Предпринимательства и педагогика, 4(1), 100 – 112.
2. Omonqulova Umida Husanovna, Toshtemirov Botir Rustamovich, and Choriyeva Gulsora Yusupovna. "UMUM TA'LIM MAKTABLARIDA FIZIKADAN NAMOYISH TAJRIBALARINING O'QUV MAZMUNDORLIGINI ANIQLASH VA ULARNI JORIY ETISH METODIKASI." Science and innovation 3.Special Issue 29 (2024): 317 – 321.
3. To‘raxonov, F. B., & Omonqulova, U. H. (2024). FIZIKA FANINI REAL VA

VIRTUAL NAMOYISH TAJRIBALAR ASOSIDA O‘QITISH. Educational Research in Universal Sciences, 3(13), 110 – 117.

4. Serway R. A., Jewett J. W. **Physics for Scientists and Engineers**. — Cengage Learning, 2013.

5. Planck M. **Theory of Heat Radiation**. — Dover Publications, 1959.

6. Boltzmann L. **Lectures on Gas Theory**. University of California Press, 1964.

7. Krane K. S. **Modern Physics**. — Wiley, 2012.

8. Atamuratov R., Mirzayev B. **Umumiy fizika kursi**. Toshkent: O‘qituvchi, 2007.

9. Tohirov A. **Issiqlik fizikasi va molekulyar fizika**. — Toshkent, 2012.

10. Rasulov U. **Fizikadan ma’ruzalar to’plami**. — Toshkent, 2018.

11. To'raxonov Fozil Bobonazarovich, OU Husanovna (2024) fizikani tajribalar yordamida ta'minlashning metodik asoslari. Universal fanlar bo'yicha ta'lim tadqiqotlari ISSN , 2181-3515.

12. Омонкулова, У., & Ергашева, С. (2025). METHODOLOGY FOR IMPROVING PHYSICS DEMONSTRATION EXPERIMENTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES. Международный мультидисциплинарный журнал исследований и разработок, 1(5), 95-99.

13. Омонкулова У. ., & Ергашева С. (2025). METHODOLOGY FOR IMPROVING PHYSICS DEMONSTRATION EXPERIMENTS IN THE CONTEXT OF DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES. Международный мультидисциплинарный журнал исследований и разработок, 1(5), 95–99.
извлечено от <https://inlibrary.uz/index.php/imjrd/article/view/114248>

14. Resnick, Halliday, Walker — Fundamentals of Physics, 10 — nashri.

15. Sears and Zemansky — University Physics, 13 — nashri.

16. Fizika o‘quv qo‘llanmasi, O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim vazirligi.