

3-Laboratoriya ishi

TUTASH SPEKTRDA ENERGIYANING TAQSIMLANISHI

Ishning maqsadi: Yulduz kattaligining astrofizik va fizik kattaliklar bilan bog'lanishini o'rganish.

Qo'llanma: logarifmik jadval; fizik va astrofizik birliklar keltirilgan jadvallar; kalkulyator.

Adabiyot: [1], III Bob, 23-§; [3], 2 Bob, 2.1, 2.2-§§, Ilova B; [6], III Bob, 2-§; [7], 5 Bob, 44-§; [16], T.II, I Bob, 3-§;

Qo'shimcha adabiyot: [4], I Bob, 4-§; [9], 3-ma'ruza, 1,2-§§.

Masalalar: [8], № 50, 51, 78, 96÷102, 139, 149.

Qizdirilgan jism nurlanishining spektral tarkibi uning temperaturasiga bog'liq. Temperatura 1000 K bo'lganda jism qizil nurlarni, 6000 K bo'lganda sariq nurlarni ko'proq sochadi. Temperatura 8000 K ga etganda u sochayotgan nurlanish oq va yorug' bo'ladi, temperatura 10000 K dan oshgach, yoritkichning nurlanishi ko'kimtir tus oladi. Temperatura ko'tarilishi bilan yoritkich spektrining qisqa to'lqinli chegarasi binafsha nurlar tomon siljiy boradi shu bilan birgalikda spektrda energiya maksimumi ko'tarila boshlaydi va qisqa to'lqinlar tomon siljiy boradi.

Absolyut qora jism (atrof-muhit bilan energiya almashinmaydigan, energetik muvozanatdagi jism) spektrida energiyaning taqsimlanishi Plank formulasi yordamida aniqlanadi:

$$\varepsilon_\nu d\nu = \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu \quad (1)$$

Bu erda ε_ν —spektrda nurlanish zichligi, $\varepsilon_\nu d\nu$ -tasmaning 1 sm^2 yuzasidan barcha yo'nalishlar bo'ylab ν dan to $\nu + d\nu$ oraliqqacha bo'lgan intervalda sochilayotgan oqim quvvati. Uning birligi $erg/sm^3 \cdot sek$. Hisoblashlarni to'lqin uzunligi uchun bajarish maqsadga muvofiq. Ma'lumki, $\nu = \frac{c}{\lambda}$, $d\nu = -\frac{c}{\lambda^2} d\lambda$ u holda

$$\varepsilon_\lambda d\lambda = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} d\lambda \quad (2)$$

$h=6,62 \cdot 10^{-27} erg \cdot sek$, Plank doimiysi

c -yorug'lik tezligi $c=2,997925 \cdot 10^{10} sm/sek$

λ -to'lqin uzunligi, sm

k -Boltsman doimiysi $k=1,38062 \cdot 10^{-16} erg/grad$.

T -temperatura, K .

Bir birlik to'lqin (sm) uzunligi oralig'i uchun oqim

$$F_\lambda = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad [erg / sm^2 \cdot sek] \quad (3)$$

Bu erda λ - sm larda. Belgilash kiritamiz:

$$c_1 = 2\pi hc^2 = 3,74185 \cdot 10^{-5} \text{ erg} \cdot \frac{\text{sm}^2}{\text{sek}} \text{ va } c_2 = \frac{hc}{k} = 1,43883 \text{ sm} \cdot \text{grad}.$$

U holda $F_\lambda = \frac{c_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}$ bo'ladi.

$\varepsilon_\nu d\nu = F_\nu = h\nu \cdot N_\nu$ shaklda yozish mumkin. Bu erda $h\nu$ -nurlanish kvanti energiyasi, N_ν -bunday kvantlar soni. U holda (1) dan

$$N_\nu = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \quad (4)$$

(4) formula jismning 1 sm^2 yuzasidan 1 sek da va 1 chastota oralig'ida chiqqan fotonlar soni. (4) ni to'liq uzunligi uchun yozsak:

$$N_\lambda = \frac{2\pi c}{\lambda^4} \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} \text{ va } F_\lambda = \frac{hc}{\lambda} N_\lambda \quad (5)$$

Spektrning qizil tomoni oxiri uchun $1 > e^{\frac{hc}{\lambda T}}$ va (3) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$F_\lambda = \frac{2\pi ckT}{\lambda^4} = \frac{c_1}{c_2} \frac{T}{\lambda^4} \quad (6)$$

Reley-Jins formulasi.

Spektrni binafsha uchun $e^{\frac{hc}{\lambda kT}} > 1$ va (3) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$F_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} = \frac{c_1}{\lambda^5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} \quad (7)$$

Vin taqsimoti.

Maksimal oqimga mos keladigan to'liq uzunligi λ_{\max} (2-rasm)

$$T\lambda_{\max} = 0,28979 \text{ sm} \cdot \text{grad} \text{ yoki } \lambda_{\max} = \frac{0,28979}{T} \text{ sm}. \quad (8)$$

Bu yerda T - K larda ifodalanadi. Fotonlar oqimi maksimumini hisoblash uchun (5) dan foydalanamiz. Fotonlarning maksimal soni $N_{\lambda_m}^{\max}$ - λ_m to'liq uzunlikka to'g'ri keladi.

$$\lambda_m = \frac{0,36698}{T} \text{ sm}, \text{ } T\text{-}K \text{ larda} \quad (9)$$

Absolyut qora jismning 1 sm^2 yuzasidan barcha tomonga sochilayotgan to'la (barcha to'liq uzunliklariga sochilayotgan energiya yig'indisi) Stefan-Boltsman formulasi orqali ifodalanadi:

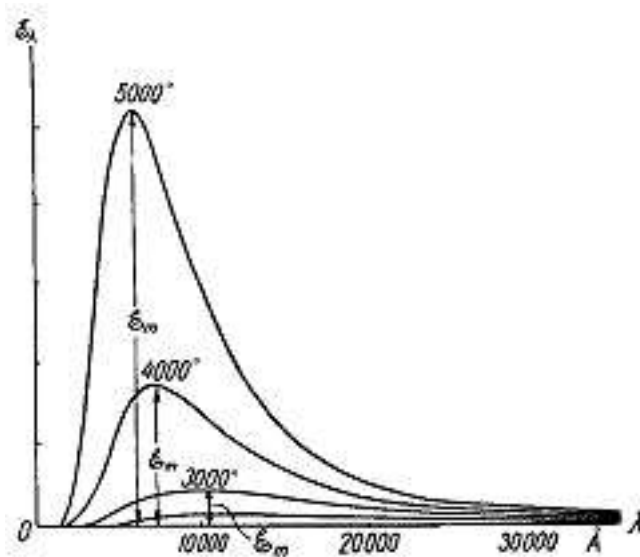
$$f = \int_0^\infty F_\lambda d\lambda = \sigma T^4 \quad (10)$$

$\sigma = 5,6696 \cdot 10^{-5} \text{ erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{grad}^4)$, T - K larda. Absolyut qora jism to'la nurlanishining intesivligi (yorug'lik kuchi)

$$I = \frac{\sigma T^4}{\pi} = 1,80468 \cdot 10^{-5} T^4, \left[\text{erg}/(\text{sm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{sr} \cdot \text{grad}^4) \right] \quad (11)$$

Absolyut qora jismning spektrida nurlanish intensivligi

$$I_{\lambda} = \frac{F_{\lambda}}{\pi} = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad (12)$$



2-rasm

V A Z I F A

Talabalarga har xil spektr sinfiga mansub yulduzlarning temperaturasi beriladi:

- 1) 3500 va 9000 K; 2) 4500 va 7000 K; 3) 4000 va 6000 K; 4) 5000 va 8000 K;
- 5) 3000 va 9500 K; 6) 2500 va 15000 K; 7) 2000 va 18000 K; 8) 1500 va 8500 K.

a) spektrida ($\lambda=0,3$ dan $0,8\mu$ gacha, $0,05\mu$ qadam bilan) F_{λ} ni hisoblang va λ bo'yicha o'zgarish grafigini chizining.

b) spektrida ($\lambda=0,3$ dan $0,8\mu$ gacha, $0,05\mu$ qadam bilan) N_{λ} ni hisoblang va grafigini chizing.

c) λ_{\max} (monoxromatik oqim F_{λ} maksimumi) va λ_m (monoxromatik fotonlar N_{λ} oqimi (soni)) ni hisoblang.

d) to'la oqim quvvati (f), to'la nurlanish intesivligi (I) va spektrida nurlanish intesivligi (I_{λ}) ni hisoblang.

e) barcha variantlar natijalarini tahlil qiling.

2-Laboratoriya ishi yuzasidan hisobot.

a-b. Ma'lum bir temteraturali jismning turli to'liqin uzunliklardagi nurlanish oqimi va fotonlar soni.

Variant	$T (K)$	$\lambda (\mu)$	F_λ	N_λ		$T (K)$	$\lambda (\mu)$	F_λ	N_λ
I	3500	0,3				9000	0,3		
		0,35					0,35		
		0,4					0,4		
		0,45					0,45		
		0,5					0,5		
		0,55					0,55		
		0,6					0,6		
		0,65					0,65		
		0,7					0,7		
		0,75					0,75		
		0,8					0,8		

$F_\lambda \sim f(\lambda)$ va $N_\lambda \sim f(\lambda)$ bog'lanish grafiklari taqdim qilinadi.

c-d.

Variant	$T (F_\lambda)$	λ_{\max}	$T (N_\lambda)$	λ_m	f	I	I_λ

e. tanlil natijalari: