

ILM FAN XABARNOMASI

Ilmiy elektron jurnali

YORUG‘LIK OQIMI TUSHUNCHASINI O‘QITISHDA ZAMONAVIY DASTURIY VOSITALARDAN FOYDALANISH

M.B.Dusmuratov

*Chirchiq davlat pedagogika universiteti
dotsenti*

J.Alimov

*Chirchiq davlat pedagogika universiteti
magistranti*

Annotatsiya: Ushbu maqolada Optika bo‘limini o‘qitishdagi yorug‘lik oqimi tushunchasini o‘zlashtirish jarayonida yuzaga keladigan qiyinchiliklarni bartaraf qilish maqsadida ularni zamonaviy dasturiy vositalarni qo‘llab bayon qilish haqida so‘z yuritilgan.

Kalit so‘zlar: elektromagnit nurlanish oqimi, yorug‘lik oqimi, sezgirlik egri chizig‘i, sezgirlik koeffitsiyenti, chastota, to‘lqin uzunlik, ko‘rish diapazoni, differensial, integral, dasturiy vosita.

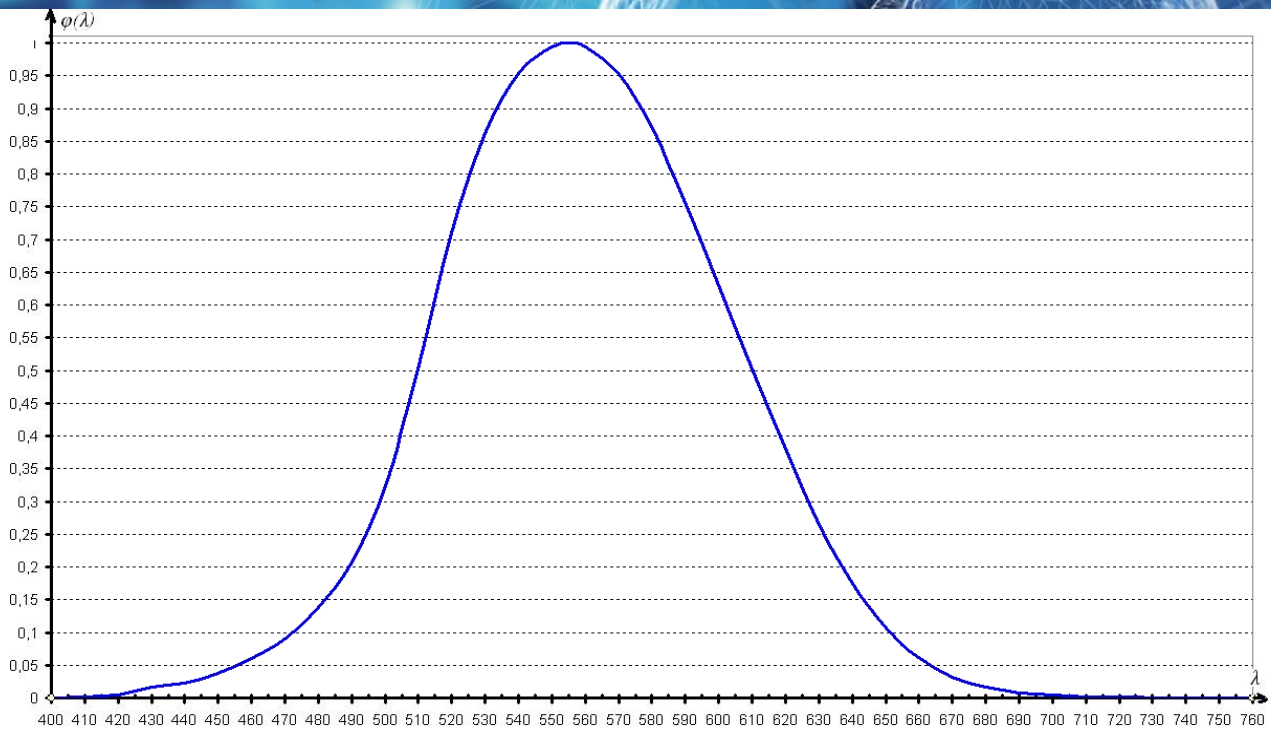
Ma‘lumki, pedagogika oliy ta‘lim muassasalarida Optika bo‘limining Fotometriya qonunlarini o‘qitish jarayonida “Yorug‘lik oqimi”, “Yorug‘lik kuchi”, “Yoritilganlik”, “Ravshanlik”, “Fazlovij burchak” va boshqa yangi tushunchalarga duch kelinadi. Shular orasida boshqa tushunchalarga nisbatan “Yorug‘lik oqimi” tushunchasini talabalarning o‘zlashtirishi va uning tub mohiyatini anglab yetishi bir muncha mushkul kechadi. Mazkur maqolada ana shu tushunchani kengroq yoritib berish maqsadida zamonaviy axborot texnologiyalari imkoniyatlaridan foydalanishni havola etamiz [1, 2].

Elektromagnit nurlanish oqimi hamda yorug‘lik oqimi tushunchalari bir-biriga o‘xshash bo‘lsada, aslida ular butunlay boshqa-boshqa ma‘nolarni anglatadi. Avvalo talabalar mana shu ikki kattalikning farqini yaxshi anglab olishlari zarur.

Boshqa to‘lqinlar kabi elektromagnit nurlanish ham biror muhitda tarqalayotganida bir nuqtadan boshqa nuqtaga energiya olib o‘tadi. Biror sirtidan vaqt birligi ichida o‘tgan elektromagnit to‘lqin energiyasiga *elektromagnit nurlanish oqimi* deyilishini bilamiz [2,3].

$$\Phi = \frac{W}{t}, \quad \frac{J}{s} = [W]$$

Elektromagnit nurlanish oqimi quvvatning o‘lchamiga egadir. Bu yerda W – sirt orqali o‘tuvchi to‘lqin uzunligi $0 \leq \lambda$ oraliqda bo‘lgan barcha elektromagnit to‘lqinlar (radioto‘lqinlar, mikroto‘lqinlar, infraqizil nurlar, oq yorug‘lik, ultrabinafsha nurlar, rentgen nurlari va gamma nurlar) energiyasidir. Hozirgina sanab o‘tilgan nurlarning ichida oq yorug‘likdan boshqa birorta nur, garchi qanchalik elektromagnit nurlanish oqimi katta bo‘lmasin, baribir inson ko‘zida ko‘rish tuyg‘usi hosil qilmaydi. Shuning uchun ham “Yorug‘lik oqimi” tushunchasi “Elektromagnit nurlanish oqimi” tushunchasidan keskin farqlanib, u inson ko‘zida ko‘rish tuyg‘usini hosil qiladigan faqat oq yorug‘likka tegishli bo‘lgan tushunchadir [4, 6].



1-rasm. Sezgirlik egri chizig'i.

Optikada bizni sirt orqali o'tuvchi to'liq elektromagnit to'lqin energiyasi emas, balki bu elektromagnit to'lqinlarning bevosita ko'zga ta'sir etadigan qismi qiziqtiradi. Oq yorug'lik ($\lambda = 400 - 760 \text{ nm}$) inson ko'ziga tushganda unda ko'rish tuyg'usi hosil qiladi. Lekin, ko'zga ko'rinuvchi nurlarning barchasi ham bir xil ko'rish tuyg'usini hosil qilmaydi. Keling, bizda oq yorug'likning har bir tor oraliqlari uchun bir xil quvvatga ega spektrlar olish imkoniyati bo'lsin. Bu spektrlar inson ko'ziga tushganida, ularning barchasi birdek sezgirlik uyg'otmasdan, balki $\lambda = 555 \text{ nm}$ ($\nu = 540 \text{ TGS}$) to'lqin uzunlikdagi yashil nurlarni inson ko'zi juda yaxshi sezar ekan [3, 4].

Ko'z sezgirligining to'lqin uzunligiga bog'liqligini baholash maqsadida tajribalarga asoslangan holda yangi sezgirlik koeffitsienti $\varphi(\lambda)$ degan kattalik kiritilgan. Sezgirlik koeffitsiyentining qiymati eng yaxshi ko'rinuvchi yashil ($\lambda = 555 \text{ nm}$) nur uchun $\varphi(\lambda) = 1$ bo'lib, qolgan barcha nurlar uchun $\varphi(\lambda) < 1$ bo'ladi. Sezgirlik koeffitsientining to'lqin uzunligiga bog'lanish grafigi *sezgirlik egri chizig'i* deyiladi (1-rasm). Uning tajribalar asosida olingan qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

λ, nm	φ_λ	λ, nm	φ_λ	λ, nm	φ_λ	λ, nm	φ_λ
400	0,0004	495	0,260	590	0,757	685	0,0126
405	0,0007	500	0,323	595	0,694	690	0,0082

410	0,0012	505	0,408	600	0,631	695	0,0060
415	0,0024	510	0,503	605	0,567	700	0,0041
420	0,004	515	0,605	610	0,503	705	0,0031
425	0,009	520	0,710	615	0,442	710	0,0021
430	0,016	525	0,786	620	0,381	715	0,00155
435	0,019	530	0,862	625	0,343	720	0,00105
440	0,023	535	0,914	630	0,265	725	0,00078
445	0,030	540	0,954	635	0,220	730	0,00052
450	0,038	545	0,978	640	0,175	735	0,00038
455	0,047	550	0,995	645	0,140	740	0,00025
460	0,06	555	1,000	650	0,107	745	0,00018
465	0,074	560	0,995	655	0,083	750	0,00012
470	0,091	565	0,977	660	0,061	755	0,00009
475	0,113	570	0,952	665	0,046	760	0,00006
480	0,139	575	0,918	670	0,032	765	0,00003
485	0,170	580	0,870	675	0,024	770	0,00001
490	0,208	585	0,816	680	0,017		

Biror sirt orqali vaqt birligida o'tadigan va ko'rish sezgisi bilan baholanadigan yorug'lik energiyasiga yorug'lik oqimi deb ataladi.

Boshqacha aytganda, yorug'lik oqimi yorug'lik nurlarining biz ko'zimiz bilan baholanadigan quvvatidir. Yorug'lik oqimi biror asbob bilan qayd etiladigan yoki o'lchanadigan kattalik bo'lmasdan, balki inson miyasining psixofizialogik xususiyati, ya'ni ko'rish tuyg'usi bilan baholanadigan kattalikdir. Shuning uchun bu kattalik quvvat birligi *Vatt (W)* larda emas, balki yangi kattalik *lyumen (lm)* larda o'lchanadi. Endi quvvat birligi *W* hamda yorug'lik oqimi birligi *lm* orasida bog'lanishni aniqlaydigan kattalikka *yorug'likning mexanik ekvivalenti* deyiladi [2, 6].

$$A = \frac{1}{683} \frac{W}{lm} = 0,01464 \frac{W}{lm}$$

Agar quvvati *P* bo'lgan yorug'lik manbai to'lqin uzunligi λ bo'lgan monoxromatik nurlar chiqarayotgan bo'lsa, bu yorug'likning oqimi quyidagicha bo'ladi.

$$\Phi = \varphi(\lambda) \frac{P}{A} = 683 \varphi(\lambda) P \quad [lm]$$

Quvvatlari $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ bo'lgan bitta joyda turgan yorug'lik manbalari mos ravishda uzunliklari $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ bo'lgan ko'rinuvchi monoxromatik to'lqinlar nurlayotgan bo'lsa, bu manbalar hosil qilgan natijaviy yorug'lik oqimi quyidagicha bo'ladi [1, 5]:

$$\Phi_{nat} = 683(\varphi_1 P_1 + \varphi_2 P_2 + \varphi_3 P_3 + \dots + \varphi_n P_n) = 683 \sum_{i=1}^n \varphi_i P_i \quad [lm]$$

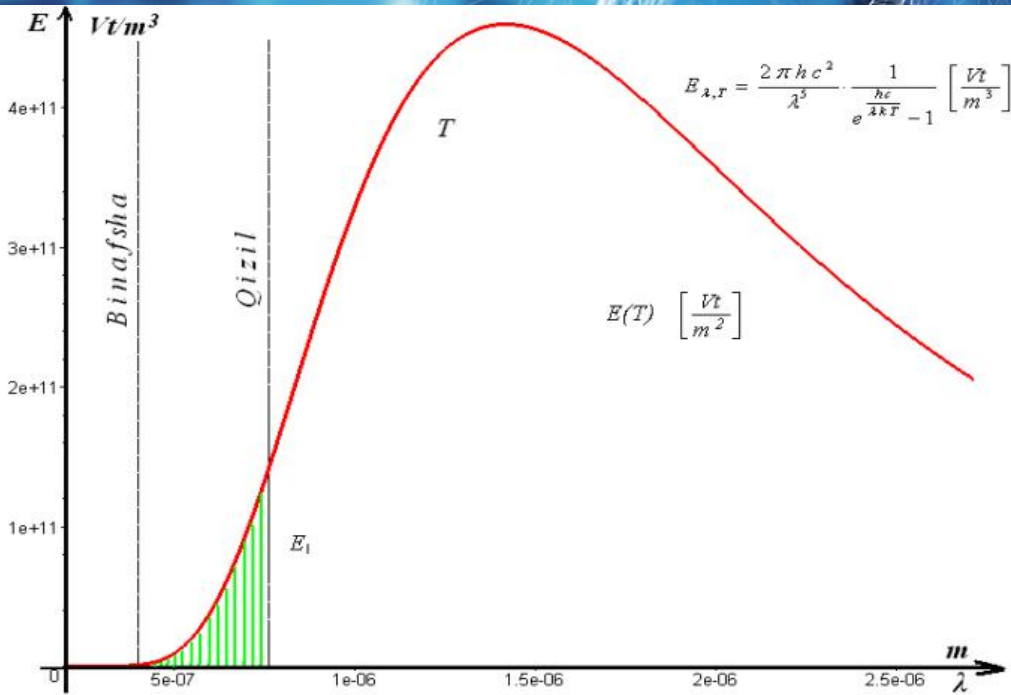
Tabiiy yorug'lik manbai hosil qilgan yorug'lik oqimini topish uchun uning ko'rinuvchi to'lqinlari joylashgan oraliqni $d\lambda$ qalinlikdagi elementar kesmalarga bo'lamiz. Manbaning ixtiyoriy λ va $\lambda+d\lambda$ oraliqdagi qismining nurlanish qobiliyati – $E_\lambda = \frac{\partial P}{\partial \lambda}$, uning sezgirlik

koeffitsienti – φ , elementar nurlanish quvvati – $dP = E_\lambda d\lambda = \frac{\partial P}{\partial \lambda} d\lambda$ va elementar yorug'lik

oqimi – $d\Phi = 683 \varphi dP = 683 \varphi \frac{\partial P}{\partial \lambda} d\lambda$ bo'lsin. Buni $\lambda = 400 - 760 nm$ oraliqda integrallash orqali tabiiy yorug'lik manbai hosil qilgan to'la yorug'lik oqimini topish mumkin [2, 6].

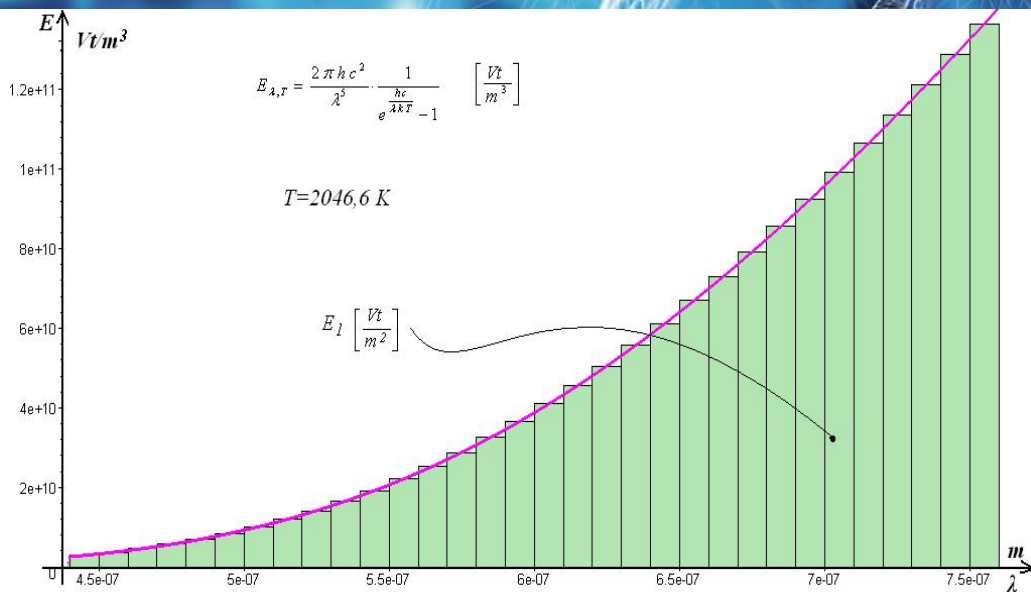
$$\Phi = \int_{400 nm}^{760 nm} d\Phi = 683 \int_{400 nm}^{760 nm} \varphi E_\lambda d\lambda = 683 \int_{400 nm}^{760 nm} \varphi \frac{\partial P}{\partial \lambda} d\lambda$$

Cho'g'lanma lampalarning yorug'lik berishi juda past, shuningdek FIK ham juda past, taxminan $\eta = 5 - 6\%$ dan oshmaydi. Sarflanayotgan elektr energiyasining katta qismini infraqizil nurlar, ya'ni issiqlik tarzida nurlaydi. Kunduzgi lampalar hamda akva lampalarining yorug'lik berishi va FIK cho'g'lanma lampalarga qaraganda ancha yuqori bo'ladi va shu sabadan ham ular ko'p qizimaydi [2, 4].



2-rasm. Cho'g'lanma lampaning elektromagnit nurlanishi.

Ana endi ixtiyoriy cho'g'lanma lampaning qancha yorug'lik oqimi hosil qilishini o'rganishga kirishamiz. Turmushda ishlatiladigan lampalar 2000 –2500 K atrofida qiziydi. Bu temperaturada absalyut qora jism λ uzunlikidagi to'liqinni chiqarish qobiliyatini Eynshteyn formulasidan hisoblab topish mumkin. Buning uchun esa 2-rasmdagi egri chiziq tagidagi bo'yalgan yuzani hisoblash kerak bo'ladi. Uning uchun esa bu oraliqni juda mayda bo'laklarga bo'lib (3-rasm) har bir yuzacha uchun quvvat hamda sezgirlik egri chizig'idagi bunga mos qiymatlarni aniqlab, so'ng elementar yorug'lik oqimi hisoblanadi va barcha yuzachalar uchun zamonaviy dasturlardan foydalangan holda ularni qo'shib chiqiladi, yoki integrallanadi. Ana shunda manbaning umumiy yorug'lik oqimini hisoblagan bo'lamiz. Lekin, shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, biz bu yerda lampani absalyut qora jism deb oldik. Aslida esa real jismlarda nur chiqarish qobiliyatini aniqlash uchun qo'shimcha koeffitsiyent kiritish kerak bo'ladi. Bu esa yana qo'shimcha hisoblashlarni talab etadi [4].



3-rasm. Cho‘g‘lanma lampaning ko‘rish sohasiga to‘g‘ri kelgan nurlanishini taqribiy hisoblash.

Cho‘g‘lanma lampalarning yorug‘lik berishi juda past, shuningdek FIK ham juda past taxminan $\eta = 5 - 6\%$ dan oshmaydi. Sarflanayotgan elektr energiyasining katta qismini infraqizil nurlar, ya‘ni issiqlik tarzida nurlaydi. Kunduzgi lampalarning yorug‘lik berishi va FIK cho‘g‘lanma lampalarga qaraganda ancha yuqori bo‘ladi. Kunduzgi lampalar sarflanayotgan elektr energiyasining asosiy qismini yorug‘likka aylantirib beradi. Shuning uchun kunduzgi lampalar cho‘g‘lanma lampalar kabi qizimaydi.

Yorug‘lik kuchi birligiga berilgan 2-ta‘rifda 2046,6 K temperaturadagi platinaning $1/60 \text{ sm}^2$ yuzasidan tik holda hosil qilgan yorug‘lik kuchi ekanligi ta‘kidlandi. Bunda qanday elektromagnit nurlanishi va yorug‘lik oqimi hosil bo‘lishini hisoblab ko‘raylik.

Platina sirtini abalyut qora jism deb uning qotish temperaturasida to‘la nur chiqarish qobiliyati ($0 \leq \lambda \leq \infty$) Stefan-Bolsman qonuniga ko‘ra $E_T = 991607 \text{ Vt/m}^2$ ekanligi topiladi (2-rasm). Shundan $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 760 \text{ nm}$ oraliqdagi ko‘rinuvchi nurlarni nurlash qobiliyati esa zamonaviy hisob-kitoblarga ko‘ra $E_T = 16140 \text{ Vt/m}^2$ ekanligi aniqlanadi (3-rasm). Demak, platina sirtidan nurlanayotgan jami energiyaning taxminan 1,63 % yorug‘lik energiyasiga aylanar ekan.

Axborot texnologiyalaridan foydalangan holda to‘lqin uzunligi $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 760 \text{ nm}$ bo‘lgan ko‘rinuvchi nurlarni eni $\Delta\lambda = 10 \text{ nm}$ bo‘lgan yuzachalarga ajratamiz va har bir yuzacha uchun nur chiqarish qobiliyati, yorug‘lik oqimi va sirtning yorug‘lik berishi hisoblaymiz.

2-jadval.

To‘lqin uzunligi, nm	Sezgirlik k-ti $\varphi(\lambda)$	Quvvati $\Delta P, \text{ Vt}$	Yorug‘lik oqimi $\Delta\Phi, \text{ lm}$	Yorug‘lik berish k, lm/Bm
400 – 410	$\varphi(405) = 0,0007$	9,783	4,6772523	0,4781

ILM FAN XABARNOMASI

Ilmiy elektron jurnali

410 – 420	$\varphi(415)= 0,0024$	13,159	21,5702328	1,6392
420 – 430	$\varphi(425)= 0,009$	17,405	106,988535	6,147
430 – 440	$\varphi(435)= 0,019$	22,667	294,149659	12,977
440 – 450	$\varphi(445)= 0,03$	29,096	596,17704	20,49
450 – 460	$\varphi(455)= 0,047$	36,851	1182,953951	32,101
460 – 470	$\varphi(465)= 0,074$	46,092	2329,581864	50,542
470 – 480	$\varphi(475)= 0,113$	56,982	4397,813778	77,179
480 – 490	$\varphi(485)= 0,17$	69,681	8090,66091	116,11
490 – 500	$\varphi(495)= 0,26$	84,346	14978,16268	177,58
500 – 510	$\varphi(505)= 0,408$	101,125	28179,897	278,664
510 – 520	$\varphi(515)= 0,605$	120,161	49652,32762	413,215
520 – 530	$\varphi(525)= 0,786$	141,585	76008,20823	536,838
530 – 540	$\varphi(535)= 0,914$	165,515	103324,7249	624,262
540 – 550	$\varphi(545)= 0,978$	192,054	128287,0786	667,974
550 – 560	$\varphi(555)= 1$	221,294	151143,802	683
560 – 570	$\varphi(565)= 0,977$	253,306	169028,814	667,291
570 – 580	$\varphi(575)= 0,918$	288,146	180665,8131	626,994
580 – 590	$\varphi(585)= 0,816$	325,854	181607,5581	557,328
590 – 600	$\varphi(595)= 0,694$	366,452	173698,9809	474,002
600 – 610	$\varphi(605)= 0,567$	409,942	158754,5489	387,261
610 – 620	$\varphi(615)= 0,442$	456,312	137754,2044	301,886
620 – 630	$\varphi(625)= 0,343$	505,532	118430,4761	234,269
630 – 640	$\varphi(635)= 0,22$	557,554	83778,06404	150,26
640 – 650	$\varphi(645)= 0,14$	612,320	58550,0384	95,62
650 – 660	$\varphi(655)= 0,083$	669,751	37967,51444	56,689
660 – 670	$\varphi(665)= 0,046$	729,760	22927,59968	31,418
670 – 680	$\varphi(675)= 0,024$	792,245	12986,48004	16,392
680 – 690	$\varphi(685)= 0,0126$	857,094	7375,979545	8,6058

690 – 700	$\varphi(695)= 0,006$	924,185	3787,31013	4,098
700 – 710	$\varphi(705)= 0,0031$	993,386	2103,296178	2,1173
710 – 720	$\varphi(715)= 0,00155$	1064,560	1126,996444	1,05865
720 – 730	$\varphi(725)= 0,00078$	1137,563	606,0253126	0,53274
730 – 740	$\varphi(735)= 0,00038$	1212,244	314,6258078	0,25954
740 – 750	$\varphi(745)= 0,00018$	1288,449	158,4019201	0,12294
750 – 760	$\varphi(755)= 0,00009$	1366,023	83,96943381	0,06147

Platinaning $1m^2$ sirtidan jami $P_{UM} = \sum_{i=1}^{36} \Delta P_i \approx 16\,140\,Vt$ quvvat nurlanib, uning yorug'lik oqimi

$\Phi_{UM} = \sum_{i=1}^{36} \Delta \Phi_i \approx 1\,920\,300\,lm$ ga teng bo'ladi. Ta'rifda keltirilgan $1/60sm^2$ yuzasidan esa

$P_0 = \frac{16140}{600\,000} = 0,0269\,Vt$ quvvat nurlanib, uning yorug'lik oqimi $\Phi_0 = \frac{1920\,300}{600\,000} = 3,2 \approx \pi\,lm$ ga

teng bo'ladi. Bunda ko'rinuvchi to'lqinlar uchun platina sirtining o'rtacha yorug'lik berishi

$k = \frac{1920300}{16140} \approx 119\,lm/Vt$ ga teng bo'lib, barcha nurlanishlar uchun esa

$k = \frac{1\,920\,300}{991\,607} \approx 1,937\,lm/Vt$ ga teng bo'ladi.

Yuqorida biz platinani oddiy jism emas, balki absalyut qora jism deb hisob-kitob ishlarini bajardik. Aslida biz uni oddiy jism ekanini, ya'ni har bir tor orqliqqa mos to'lqin uzunlikka mos nur yutish qobiliyatlarini e'tiborga olib hisoblash ishlarini bajarganimizda edi umuiy yorug'lik oqimi $\Phi_0 = 2\pi \approx 6,28lm$ qiymat chiqargan bo'lar edik. Lekin shunga qaramasdan bu hisob-kitob ishlari orqali har qanday qizigan jismlar hosil qilgan yorug'lik oqimi hisoblash mumkinligiga ishonch hosil qilish mumkin.

Yuqorida aytib o'tilgan tushunchani zamonaviy dasturlar yordamida o'zlashtirish qator afzalliklarga ega bo'lib, bu talabalarda jarayonni to'laroq anglab yetish imkonini beradi, talabalarni dasturlashga o'rgatadi hamda ularning matematik bilimlarni yanada mustahkamlashga xizmat qiladi.

Adabiyotlar:

1. Д.Джанколи. Физика, 2-часть. Москва.: Мир. 1989.
2. Г.С.Ландсберг. Оптика. Тошкент.:ўқитувчи. 1981.
3. А.Н.Ремизов, А.Я.Потопенко. Курс физики. –М.: Дрофа, 2004.
4. Samuyel J.Ring, Jeff Sanny, William Moyebs. Massachusetts. University Physics, volume 3. Copyright © 2018 by Rice University.618 pages.

ILM FAN XABARNOMASI

Ilmiy elektron jurnali

5. Grant.R.Fowles. Introduction to modern optics, 2nd edition. New York. Copyright © 1989 by Dower publications. 333 pages.
6. Halliday & Resnick. Principles of physics. Cleveland state university. Cover image from © M.Darlush/Shutterstock, 9th edition. 2011. 1248 pages.