## I Mavzu. NURLANISH QONUNLARI. YULDUZIY KATTALIKLAR

Asosiy yorug’lik kattaliklari yorug’lik kuchi, oqim, yoritilganlik, ravshanlik, yorqinlik hisoblanadi.

Kirxgof qoninu: jismning yutish qobiliyatiga uning nurlanish qobiliyati nicbati haroratning universal funksiyasidir:

*a*/*e=*В(λ,T).

Absolyut qora jism uchun (issiqlik muvozanati holatida bo’lgan) *a*=1, uning nurlanishi esa Plank funksiyasiga bo’ysunadi

В(λ,T) =  - chastotalarda, yoki

В(λ,T) =  - to’lqin uzunliklarda.

Oxirgi holatni juda kichik yoki juda katta to’lqin uzunliklarda qaraydigan bo’lsak, undan Vinn va Reley-Jins formulalarini olish mumkin. Plank funksiyasini hamma chastotalarda integrallasak, Stefan-Bolsman formulasini olamiz.

Ko’rinma yulduziy kattaligi quyidagi ifoda orqali topiladi:

m=-.

Yulduziy kattaliklar farqi esa Pogson formulasidan aniqlanadi:

.

Pikering usulida *a k V l b* deb yozilganda va bunda *k+l*=10 bo’lganda osmon sferasida bir-biriga yaqin joylashgan hamda yulduziy kattaligi ma’lum bo’lgan yulduzlarga taqqoslash orqali osmon yoritqichining ravshanligini ko’z bilan chamalashga imkon beradi:

.

**1 - namuna**. Vodorod atomida elektronning qanday o’tishida spektrning qizil qismida yotadigan Hα (λ=6563 Å) chizig’i paydo bo’ladi?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| λ=6563 Å | *Yechimi:* |  |
| m, n =? |  | Vodorod atomining m satxdan n satxga o’tishida chiqarayotgan fotonning chastotasi quyidagi formula bilan beriladi:  , |
|  | bu yerda ν1=3,29.1015 Gs – birinchi satxdan ionlanish chastotasi chegarasi. Chastotadan to’lqin uzunlikka o’tamiz:  ,  bu yerda λ1=c/ν1=912 Å.  Avvalo n=1 bo’lsin.  m=2 uchun λ12=1216 Å , bu Lα chizig’i.  m>2 uchun λ1m < 1216 Å.  Endi n=2 deb olamiz. m=3 uchun λ23=6566 Å – bu esa biz izlayotgan Hα chizig’ini beradi.  *Javob:* 3-satxdan 2 satxga o’tishda. | |

**2 - namuna**. O’zgaruvchan yulduzning charaqlashi minimumdan maksimumgacha 7 yulduz kattaligiga o’zgargan. Bu yulduzning yorqinligi necha marta ortadi?

|  |  |
| --- | --- |
| Δm=7m | *Yechimi:*  m1, L1 va m2, L2 – mos ravishda yulduzning minimumdagi va maksimumdagi yulduz kattaliklari va yorqinliklari bo’lsin, unda m1 -m2 =2,5 lg (L2/L1). Demak, L2/L1 = 630,9.  *Javob:* yorqinlik 630 marta ortadi. |
| =? |

**3 - namuna**. Agar yulduzgacha bo’lgan masofani 40 foizga kamaytirsak, uning yulduz kattaligi qanday o’zgaradi? 40 foizga uzoqlashtirsak-chi?

|  |  |
| --- | --- |
| ε=0,4 | *Yechimi:*  Δm=m1 -m2 = 2,5 lg (E2/ E1)=5 lg (r1/ r2)= ,    *Javob:* 1) 1m,11 ga yorug’roq bo’ladi; 2) 0 m,73 ga xiraroq bo’ladi. |
| Δm1 =?  Δm2=? |

**4 - namuna**. Agarda γ And qo’shaloq yulduzi komponentalarining vizual yulduz kattaliklari 2,28 va 5,08 ga teng bo’lsa, uning natijaviy vizual yulduz kattaligi nimaga teng?

|  |  |
| --- | --- |
| m1=2m,28  m2=5m,08 | *Yechimi:*  Yulduz kattaligi uchun ikkita formula yozamiz: |
| mΣ=? |
|  | (1)  (2)  (qo’shaloq yulduz bo’lganligi uchun ikkala komponenta bir xil masofada joylashgan deb hisoblash mumkin, shu sababli E o’rniga L olamiz). |
|  | (2) tenglamani quyidagicha yozamiz:    ni (1) tenglamani topamiz:  Nihoyat, mΣ=2m,20 ekanligini topamiz.  *Javob:* mΣ=2m,20 |

**5 - namuna**. O’z-o’zidan nurlanuvchi obyektgacha bo’lgan masofa juda kam o’zgarganda (<<1) uning ko’rinma yulduz kattaligi  miqdorga o'zgarishini ko'rsating.

|  |  |
| --- | --- |
| <<1 | *Yechimi:*    ( dagi |x|<<1 da ln(1+x)≈x taqribiy tenglikdan foydalanildi). |
| Δm=? |

***Mustaqil yechish uchun misol va masalalar***

**1.** O’lchamlari bir xil bo’lgan ikkita yulduzning haroratlari 2 marta farqlanadi. Ularning yoritilganligi, spektrning maksimumiga to’g’ri keladigan to’lqin uzunligi qanday farq qiladi?

**2**. 8-chi yulduz kattalikdagi yulduz beradigan 1,4 .10 -9 lyuks yoritilganlikni hosil qilish uchun xalqaro shamni qanday masofaga joylashtirish lozim bo’ladi (havo tomonidan yorug’lik yutilishi hisobga olinmasin)?

**3**. Nima uchun bitta qorajism fotonining o’rtacha energiyasi (3/2)kT ga teng emas? Uni toping.

**4.** Plank egri chiziq maksimumidagi qorajismli intensivlik Вλ(Т) Vin yaqinlashuvidan foydalanilganda juda yaxshi chamalanadi. Nima uchun shunday bo’lishini tushuntiring va xatoligini chamalab ko’ring, Maksimumdan qanchalik uzoqda, ya’ni, λ>λmax sohada Vin yaqinlashuvidan foydalanish mumkin bo’ladi? T ortib borishi bilan Вλ(Т) maksimumda qanday o’sadi?

**5**. Turli harorat qiymatlariga mos keluvchi to’lqin uzunliklar shkalasidagi Plank egri chiziqlari to’plamini olib ko’ring. Ular kesishmasligini, bunda yuqoriroq haroratga mos keladiganlari yuqoriroq joylashishini isbotlang. Nega harorat qanchalik yuqori bo’lsa bu Plank egri chiziqlaridagi maksimumlar shunchalik “uchli” bo’lib boradi? Harorat ortishi bilan chastotalar shkalasidagi Plank egri chiziqlarining shakli qahday o’zgarib boradi?

**6**. Qorajism intensivligi Вλ(Т) ni Т=Т0 atrofidagi haroratga bog’lanishning darajaviy approksimatsiyasini oling.

**7**. Yulduzlararo vodorod chizig’i Н10α ni (elektronning 11-dan 10-chi satxga o’tishi) Yerdan turib kuzatsa bo’ladimi?

**8**. Vodorodning rekombinatsion radiochizig’i Н nα (n>>1) ning to’lqin uzunligini chamalab ko’ring.

**9**. Vodorodning rekombinatsion radiochiziqlari nα, nβ, nγ, nδ chastota bo’yicha ekvidistant ekanligini isbotlang.

**10**. λ=5000 Å to’lqin uzunlikdagi nurlanish ikkinchi satxda joylashgan vodorod atomlarini ionlashtira oladimi?

**11.** 1-yulduz kattaligidagi yulduz ko’zga ko’rinuvchi eng xira yulduzdan (ya’ni 6-yulduz kattaligidagi yulduzdan) necha marta yorug’roq?

**12**. Agarda 4-yulduz kattaligidagi yulduzgacha bo’lgan masofani ikki marta kamaytirsak, uning ko’rinma yulduz kattaligi qanday bo’ladi?

**13**. 1-yulduz kattalikdagi bitta yulduz beradigan yorug’likni 6-chi, 5-chi, 4-chi va 3-chi yulduz kattalikdagi nechta yulduz beraoladi?

**14**. Teleskopda bir xil ravshanlikka ega va bir-biriga juda yaqin joylashgan yulduz ko’rinmoqda. “Qurollanmagan” ko’zga ular bitta bo’lib qo’shilib ketgan. Ularning natijaviy ravshanligi har birining yulduz kattaligidan qanchaga farqlanadi?

**15**. Qandaydir yulduzning deyarli o’zgarmas haroratda, ya’ni, yulduz yuza birligidagi yorqinlik o’zgarmasligida, davriy pulsatsiya sodir etilayotgan bo’lsin. Pulsatsiya vaqtidagi chetki holatlarida yulduz radiuslari nisbatlari 1:2 ga teng. Yulduzning yulduz kattaliklardagi natijaviy ravshanligi o’zgarish amplitudasi nimaga teng?

**16**. Kuzatuvlarning quyidagi yozuvlaridan o’zgaruvchan yulduzning yulduz kattaligini aniqlang (4 ta aloxida kuzatuvlardan o’rtachasini olish kerak):

*a*7*v*3*b, a*9*v*1*d, c*8*v*2*d, c*7*v*3*b*.

**17**. Yerdagi eng yirik teleskoplar (xususan, dunyoda eng katta 10 metrli Keka teleskoplari) orqali 28m yulduz kattalikdagi yulduzlarni kuzatsa bo’ladi. U yulduzlar “qurollanmagan” ko’zga ko’rinadigan eng xira yulduzlarga nisbatan qanchalik xira (zaif)?

**18**. Yorituvchanligi bir xil ikkita yulduzlarning yulduz kattaliklari ayirmasi 2m,5 ga teng. Biri ikkinchisidan qanchalik uzoqda joylashgan?

**19**. Sayyoraning ro’baro’ turishdagi yulduz kattaligi birlashishdagiga nisbatan 3m,43 ga kichik. Bu qaysi sayyora bo’lishi mumkin?

**20**. To’siluvchan qo’shaloq sistema bir xil komponentalarga ega. Bitta komponenta to’liq to’silgan momentida sistemaning ravshanligi necha yulduz kattalikka o’zgaradi?

**21**. 100-vattli lampochka 0-chi yulduz kattalikdagi yulduz bo’lib ko’rinishi uchun uni qanday masofada joylashtirish lozim bo’ladi?

## II Mavzu. ASTRONOMIK ASBOBLAR VA USULLAR

Teleskon xarakteristikalari: D – obyektiv diametri; μ ≈ α/*l* – tasvir masshtabi, bu erda α - obyektning burchak o’lchami, *l* – tasvirning chiziqli o’lchami; F – obyektivning fokus masofasi; δ ≈ λ/D – ajrata olish kuchi; m=F/D=f – fokal munosabat yoki, uning o’rniga yorug’lik kuchi yoinki nisbiy tirqich А=1/m ko’rsatiladi; f0 – okulyarning fokus masofasi; W=D/d=F/f0 – teleskopning kattalashtirishi; m=7,5+5lgD - farqlash kuchi, u butkul ochiq qorongu tunda muayyan teleskop orqali kuzatish mumkin bo’lgan chegaraviy yulduziy kattalikni ko’rsatadi (D - santimetrlarda).

Spektral apparatlarning xarakteristikalari:

- spectral ajrataolish kuchi: ,

bu yerda Δλ - alohida bo’lib qayd etiladigan bir-biriga yaqin chiziqlarni ajratib turuvchi minimal oraliq;

- burchak dispersiya: ,

Δα - dispersiyalovchi elementdan o’tgan va λ dan Δλ ga farqlanuvchi ikkita parallel dasta orasidagi burchak;

- chiziqiy dispersiya:  - kameraning fokal tekisligidagi spektr masshtabi, *f* – kameraning fokus masofasi.

Dopler effekti:

Yorug’lik manbaning ko’rish nuri bo’ylab kuzatuvchiga nisbatan harakatlanishi yoritqichlar spektridagi spektral chiziqlarni ularning normal joylaridan (kuzatuvchiga nisbatan qo’zg’almas yorug’lik manba spektrida) silgishiga olib keladi:

,

*c* – yorug’lik tezligi, *v* – yoritqich tezligi. Δλ>0 hol “qizilga siljish”ga mos keladi, yani yoritqich kuzatuvchidan uzoqlashayotgan bo’ladi.

**1 - namuna**. Obyektivining diametri 8 sm bo’lgan teleskopning nazariy ajrataolish va farqlash kuchlari nimaga teng?

|  |  |
| --- | --- |
| D=8 sm | *Yechimi:* |
| S=? m=? |  |
|  | Ajrataolish kuchi nazariy jihatdan S=11//,6/D[sm]=1//,45 kattalik bilan tasniflanadi.  Teleskopning farqlash kuchi taqriban quyidagi formula bilan ifodalanadi:  m=7,5+5lgD[sm]= 12m,0.  *Javob:* S=1//,45; m=12m,0. |

**2 - namuna**. Quyosh (ko’rinma diamentri β=32') fokus masofasi 40 sm bo’lgan obyektivning fokusida qanday diametrdagi tasvir bo’lib ko’rinadi?

|  |  |
| --- | --- |
| β=32'  F=40 sm | *Yechimi:*  Teleskopda nurning tasvirini ifodalovchi sxematik rasm chizamiz:    Σ - fokal tekislik.  х/2=F tg(β/2). Demak, x=2F tg(β/2)=3,72 mm  *Javob:* х=3,72 mm |
| x=? |
|  |

**3 - namuna**. Sinish burchagi γ=360 bo’lgan flintglasli prizmaga bosh kesim tekisligida oq nur tushmoqda, bunda qizil nur prizmaning ikkinchi qirrasiga perpendikulyar yo’nalishda chiqib ketmoqda. Binafsha nurning og’ishi hamda prizmaning to’liq dispersiyasi hisoblansin; qizil va binafsha ranglar sinish ko’rsatgichlari nq=1,602 va nb=1,634.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| γ=360  β=900  nq=1,602  nb=1,634 | *Yechimi:* | Qizil: rq2 =00 , rq1+rq2=γ, bo’lgani tufayli  rq1=γ=360; iq2=00 , sin(iq1)=  sin(rq1)nq= 0,94163203.  Demak, iq1=700,327≡ib1 |
| δq=?  dε0/dn=? |
|  | Binafsha: δb=ib1+ib1-γ. sin(ib1)=sin(rb1) nb .  Demak, rb1=350,188914; rb1+rb2=γ,  rb1 =00,811086.  sin(ib2)=sin(rb2) nb , ib2=10,3253883.  Shunday qilib: δb=35039/ | |
| To’liq dispersiya:    dε0/dn=1025'  *Javob:* δb=35039/, dε0/dn=1025' | | |

***Mustaqil yechish uchun misol va masalalar***

**1.** Astrografning fokusiga o’rnatilgan oynada Oy 5 smli tasvir bo’lib ko’rinadi. Ushbu astrografning focus masofasi nimaga teng?

**2.** Qo’shaloq yulduz komponentalari orasidagi minimal burchak masofa diametrlari 20 sm va 1 m bo’lgan teleskoplarda qanday bo’lishi mumkin?

**3**. Fashistlar tomonidan buzilishidan oldin Pulkovo rasadxonasida ishlagan obyektivi 75 sm li teleskopning ajrata olish va farqlash kuchlari qanday bo’lgan?

**4**. Obyektivning fokus masofasi 160 sm bo’lganda okulyar 200 marta kattalashtirsa, fokus masofasi 12 m bo’lgan obyektivdan foydalanilganda kattalashtirish nimaga teng bo’ladi?

**5**. Teleskopning ajrataolish kuchi formulasidan foydalangan holda obyektivi 24 dyuymli teleskopda kuzatilganda arang ajrata olishi mumkin bo’lgan ikkita yulduz disklari markazlari orasidagi burchak masofani nazariy jixatdan toping.

**6**. Qizil nurlar uchun tebranishlar soni sekundiga ν=451.1012 ni tashkil etsa, binafsha uchun 783.1012 bo’ladi. Ularga mos keluvchi to’lqin uzunliklari λ nimaga teng?

**7**. Gerkules turkumidagi yangi yulduz (1934 yil) spektrida qora chiziqlar normal vaziyatiga nisbatan binafsha tomon siljigan. Нγ (λ=4341 Å) chizig’i 10,1Å ga siljigan. O’zining yutilishi cababli spektrda qora chiziqlarni hosil qilgan yulduzdan otilib chiqqan gazning tezligi qanday bo’lgan?

**8**. Agar universal asbob yoki teodolit quvurini avval yerdagi predmetga qaratib, undan so’ng quvurnu vertikal o’q atrofida 1800 ga burib, yana predmetga qaratilsa, unda vertikal doiradagi mos keluvchi hisoblanishlarning yarim yig’indisi quvur zenitga qaratilgandek natijani berishini ("zenit o’rni"), bu hisoblanishlarning yarim ayirmalari esa predmetning zenit nasofasini berishini isbotlang.

**9**. Optik asbob uchun bosh fokus masofalari F1 va F2 bo’lgan ikkita yig’uvchi linza bir-biriga zich qilib qo’yildi. Hosil bo’lgan tizimning bosh fokus masofasi F nimaga teng?

**10**. Oq nur sinish burchagi 600 bo’lgan kronglasli prizmaga tushmoqda. Qizil va binafsha ranglar uchun sinish ko’rsatgichlari nq=1,524 va nb=1,543. Binafsha nur minimal og’ish bilan o’tmoqda; prizmadan chiqishda ikkala nur o’zaro qanday burchak δ ni tashkil etmoqda? Agar bu prizmani fokus masofasi 57 sm bo’lgan fotografik kamera oldiga joylashtirilsa, qizil rangdan binafshagacha plastinkadagi yulduz spektrining uzunligi nimaga teng bo’ladi?

**12**. Kronglasli yoki flintglasli prizmadan foydalanilganda spektrning qizil, yashil, binafsha qismlaridagi D, E, H fraungofer chiziqlariga mos ravishda nq=1,526; n=1,533; nb=1,547; yoki n/q=1,695; n/=1,712; n/b=1,751 sinish ko’rsatgichlari mos keladi. Flintglasli prizmaning sinish burchagi γ/=120 ga teng. Agar chiqishdagi qizil va binafsha nurlar mos tushayotgan bo’lsa, unda kronglasli prizmaning sindiruvchi burchagi nimaga teng? Yashil δy va qizil δq nurlarning og’ishi nimaga teng?

**13**. Andromeda tumanligida Quyoshga o’xshash yulduzlarni eng yirik teleskoplar orqali kuzatsa bo’ladimi?

**14**. а) Quyoshdan, b) Cen α yulduzidan, c) 25m yulduz kattalikdagi yulduzdan kelayotgan foton oqimini (fotonlar soni /(sm2 . s)) chamalab ko’ring.

**15**. Dunyoda eng yirik deb hisoblangan Keka teleskopi (D=10 m) ko’zgusiga Vega va 30m yulduz kattalikdagi yulduzdan sekundiga nechta foton tushadi?

**16**. Nyuton teleskopidagi botiq ko’zguning fokus masofasi F=60 sm ga teng. Kuzatilayotgan narsaning uzoqligi f=500 m. Savol: a) tasvir o’qdan с=15 sm masofada joylashishi uchun kichik yassi ko’zguni quvur o’qining qaysi nuqtasiga joylashtirish lozim bo’ladi? b) hosil bo’ladigan kichraytirish nimaga teng? c) eng yaxshi ko’rish masofasi S=24 sm bo’lganda kichik tasvirni fokus masofasi f=30 sm bo’lgan linza orqali qaralganda kattalashtirish nimaga teng?

## III. QUYOSH

Quyosh – plazmaviy sharga o’xshashdir, u qattiq jism kabi aylanmaydi. Aylanishining eng katta burchak tezligi uning ekvatoriga to’g’ri keladi. Siderik aylanish davri ekvatorda 25 sutka atrofida, sinodik aylanish davri (Yerga nisbatan) ekvatorda 27 sutkani tashkil etadi.

Quyosh ekvatorining ekliptikaga og’maligi 7010/,5, chiqish tugunining uzunlamasi esa 73047/.

Quyosh radiusi Yerning ekvatorial radiusidan 109 marta, massasi esa Yer massasidan 333000 marta kattadir. Quyoshning o’rtacha zichligi 1,41 gr/sm3.

Quyoshning nurlanish quvvati 3,86.1026 Vt. Quyosh sirtida effektiv harorat 57800 K. Quyosh energiyasining asosiy manbai uning markaziy qismi – yadrosida sodir bo’layotgan yadroviy reaksiyalar (vodoroddan geliyning hosil bo’lish reaksiyasi) hisoblanadi. Yadroga nur o’tkazish sohasi tutashadi, undan keyingi qism konvektiv soha hisoblanadi, u Quyosh atmosferasi bilan tutashadi, Quyosh atmosferasi (fotosfera va xromosferadan iborat)dan keyin toj qismi hisoblanadi.

Quyosh spektrida 70 ta kimyoviy elementlarning 30000 dan ortiq chiziqlari aniqlangan. Eng ko’p element vodorod hisoblanadi, geliy atomlari undan taxminan 10 marta kam, boshqa hamma elementlarning atomlari vodorod atomlarining bir necha ming marta kam ulushini tashkil etadi.

Quyosh Yerdan qaraganda o’rtacha burchak diametri 1920 sekundga teng bo’lgan aylanadir. Teleskop orqali ko’rinma diapazonda kuzatuvlar olib borilganda Quyosh sirti yorqin maydonchalar, ya’ni, nisbatan qoraroq oraliqlar bilan o’rab ajratilgan quyosh granulalari majmuasidan iborat bo’lib tuyuladi.

Ko’pincha Quyosh ekvatoridan ±300 bo’lgan sohalarda quyosh dog’lari va mash’allar kuzatiladi. Dog’lar soni (Volf soni bilan xarakterlanadi) o’rtacha 11 yillik davr bilan o’zgaradi:

W=k(f+10g),

bu yerda, W – Volf soni, f – dog’lar soni, g – dog’ guruhlari soni. Quyosh aktivligining sikli davomiyligi 7 - 17 yil.

Quyosh faolligini namoyon etuvchi boshqa turdagi ko’rinishlar – bu flokkulalar, tojdagi kondensatlar, protuberaneslar, xromosferadagi chaqnashlardir.

**1 - namuna**. Qishki quyosh turish kundagi tush paytida Qozonda va Yerevanda Quyoshning gorizontdan balandligini hisoblang.

|  |  |
| --- | --- |
| Т=12h  ϕQ =58049/  ϕY =40012/ | *Yechimi:*  Tush paytda Quyosh yuqori kulminatsiyada bo’lib, uning balandligi hC=900 - ϕ +δС ga teng. Qishki quyosh turish |
| hQ =? | kunida Quyoshning og’ishi |
|  | δQ= - 23026/ ga teng. Shunday qilib,  hQQ =10045/ ; hQY =26022/ .  *Javob:* hQQ =10045/ ; hQY =26022/ . |

**2 - namuna**. Quyoshda “qurollanmagan” ko’z bilan o’lchami Yer diametridan ikki marta katta bo’lgan dog’ni ko’rish mumkinmi? Kattalashtirishi 20 marta bo’lgan ko’rish quvuridachi? Ko’zning ajrataolish kuchini 3/, Quyoshni esa, diametri bo’yicha Yerdan 100 marta katta deb hisoblansin.

|  |  |
| --- | --- |
| DD=2 dYer  dYer =12742 km  W=20  S=3/  dQ =100 dYer | *Yechimi:*  Yerdan ko’rinadigan Quyoshning ko’rinma burchak diametri taxminan 30/ ga teng. Dog’ 50 marta kichik (dQ/D marta), ya’ni, 0/,6 bo’lishi kerak, bu esa, ko’z yuzasi S dan 5 marta kichik, binobarin, bu dog’ni ko’z bilan ko’rib bo’lmaydi. Ko’rish quvuri bu dog’ni 0/,6x20 = 12/ burchak ostida ko’rsatadi.  *Javob:* 1) yo’q 2) ha |
| D/ = ? |

**3- namuna**. Bizdan 137 km/s tezlik bilan uzoqlashayotgan Quyosh diskidagi nuqtada vodorodni yashil-havorang Hβ (λ=4861,5 Å) chizig’ining to’lqin uzunligi necha angstremga o’zgaradi?

|  |  |
| --- | --- |
| λ=4861,5 Å  v=137 km/s | *Yechimi:*  Dopler effekti formulasi:  bu yerda *с* – yorug’lik tezligi. Δλ=2,22 Å  *Javob:* Δλ =2,22 Å |
| Δλ=? |

**4 - namuna**. Quyoshda butun diskini to’sib qolgan ulkan dog’ paydo bo’ldi deb faraz qiling. Kunduzi oyli tun kabi qorongu bo’ladimi?

*Yechimi:*

Stefan-Boltsman qonuniga binoan absolyut qora jism sirtidan chiqayotgan nurlanish oqimi haroratning 4-chi darajasiga teng. Quyosh va quyosh dog’i spektrlaridagi energiya taqsimoti qora jismnikiga yaqin. Shuning uchun oqimlar nisbati:



bo’ladi. Shunday qilib, dog’lar ularni o’rab turgan fotosferaga nisbatan yorqinliklari faqat bir tartibga kamroq bo’lib, fotosfera ustida kontrastligi tufayli qoraroq bo’lib ko’rinadi. Ulkan dog’ bilan to’silgan Quyosh avvalgidek charog’on bo’lib qolardi.

*Izoh.* Yechimida noaniqlik mavjud. Biz integral nurlanish oqimlar nisbatini topdik. Biroq, dog’ bilan to’silgan Quyosh spektridagi maksimum ko’rinma sohadan infraqizil sohaga siljiydi, natijada ko’rinma sohadagi (ko’zning sezgirligi maksimumi (5000 Å) amalda Quyosh spektridagi energiya taqsimoti maksimumiga mos keladi) dog’ va osuda fotosferaning nurlanish oqimlari ko’proqqa farq qiladilar.

Vin munosabatini qo’llab,



ni topamiz. Natijani Vin funksiyasini maksimumga o’rganib chiqib, osongina chamalash mumkin:

=5.

Unda

(chunki ).  mQV=-26m,7+3m,8=-22m,9, shu paytning o’zida to’lin Oy uchun mOy=-13m

*Javob:* Quyosh qip-qizil tusga kirgan bo’lardi.

***Mustaqil yechish uchun misol va masalalar***

**1.** Quyoshning vizual yulduz kattaligi −26m,78, fotografik kattaligi esa −26m,21, asosiy rang ko`rsatkichi +0m,63. U sariq va havorang nurlarda qanchaga farqlanadi?

**2**. Yozgi va qishki quyosh turish kunlari Quyosh gorizontning qaysi nuqtalari orasidan chiqadi va qaysi nuqtalari orasiga botadi?

**3**. Yulduzlar xaritasidan foydalangan holda Quyosh bugun bo’lgan nuqtani ko’rsating; bir oydan so’ng bo’ladigan nuqtani ko’rsating.

**4**. Quyoshning to’g’ri chiqishi va og’ishi qachon eng tez va qachon eng sekin o’zgaradi?

**5**. Hulkar yulduz turkumidan turib Quyoshni qurollanmagan ko’z bilan ko’rsa bo’ladimi?

**6**. Arxangelskda (ϕ=64035/) 22 iyun kuni yarim tunda Quyosh markazi gorizont ostida qanchalik botadi?

**7**. Quyosh ekliptika bo’ylab yillik harakatlanishi davomida o’zining diametriga teng kattalikka qanchada siljiy oladi?

**8**. 22 iyun kuni yarim tunda Quyosh aniq gorizontda kuzatilgan paytda Yerning o’sha joyida olam qutbining balandligi nimaga teng bo’lgan (refraksiya yo’q deb faraz qilinsin)?

**9**. Quyosh Janubiy qutbda qanday balandlikda ko’rinadi?

**10**. Sferik uchburchak tomonlari uchun kosinuslar formulasidan foydalangan holda Quyoshning uzunlamasi L ni uning to’g’ri chiqishi α va og’ishi δ ni bog’lovchi formulani chiqaring. Undan avval chizma tayyorlang. Xuddi shu hulosani sinuslar formulasidan foydalangan holda chiqaring.

**11**. Quyosh ekvatorial koordinatalari har doim tgδ=tgεsinα munosabat bilan bog’lanishini isbotlang, bu yerda ε - ekliptikaning ekvatorga og’ishi.

**12**. Sferaning katta aylanasi sifatida qaraladigan Somon Yo’li markaziy chizig’ining shimoliy qutbi koordinatalari α=12h40m, δ=+280 ni tashkil etadi. Quyosh o’zining ekliptika bo’ylab yillik harakatida qachon va qayerda Somon Yo’lini kesib o’tadi? *Ko’rsatma:* Avval Somon Yo’lning ekliptik koordinatalari, undan so’ng uning ekliptika bilan kesishadigan nuqtalari topilsin.

**13**. Quyoshdagi dog’ning chiziqiy diametri Yer radiusiga, ya’ni, 6371 km ga teng bo’lishi uchun qanday burchak ostida ko’rinishi kerak?

**14**. Agar teleskopda kuzatish mumkin bo’lgan eng kichik Quyosh dog’ining diametri 0//,7 bo’lsa, uning chiziqiy diametri nimaga teng?

**15**. Ma’lumki, Yerga o’rtacha 1 minutda har 1 m2 yuzasiga Quyoshdan  J nurlanish energiyasi tushadi. 100 m balandlikdan tushayotgan qanday massa o’zining tushishi ohirida 10 m2 Yer yuzasi 1 soat davomida olgan Quyosh nurlanishi ehergiyasiga teng keladigan kinetik energiyaga erishadi?

**16**. Agar har 1 m2 Yer yuzasini Quyosh tomonidan isitilishi minutiga  J ni tashkil etsa, Quyoshdan tik tushayotgan nurlar Yerni 1 sm qalinlikda qoplab yotgan yaxni qancha vaqtda erita oladi?

**17**. Quyosh doimiysi 2 kal/(sm2 .min) ga teng, Yer esa, minutiga har 1 m2 yuzasiga Quyoshdan 5 kkal oladi. Quyoshdan bir yil mobaynida Yerning har 1 m2 yuzasi oladigan issiqlik miqdorini tashkil etish uchun Yerning har kvadrat metr yuzasiga 40 km/s tezlik bilan yil davomida meteor moddaning necha kilogrami tushishi lozim bo’ladi?

**18**. Quyoshning gorizontal sutkalik parallaksi 8//,8 ga, burchak radiusi esa 16/ ga teng. Yerga nisbatan Quyoshning chiziqiy radiusini, yuzasini va hajmini toping.

**19**. Quyosh dog’i atrofida diskning qaysidir nuqtasidagi spektrida qizil vodorod chizig’i Нα (λ=6563 Å) siljib, uning o’lchalgan to’lqin uzunligi qiymati 6566 Å bo’lib qoldi. Bu nuqtadagi vodorodning nuriy tezligi nimaga teng?

**20**. Quyosh eng yaqin yulduzdan kuzatilganda qanday ko’rinma yulduz kattalikka ega bo’ladi? Yulduzgacha masofa taxminan 270000 а.b. tashkil etadi.

**21**. Shimoliy yarimsharda osmon sferasi bilan Quyoshning aylanish o’qi kesishgan nuqtaning astronomik kenglamasi va uzunlamasi nimaga teng?

**22**. Quyosh dog’larining sutkalik aylanish tezligi uchun  formula chiqarilgan, bu yerda ϕ dog’larning geliografik kengligi. Quyoshning ekvatorida, 300 hamda 450 kenglamalarda aylanish davri nimaga teng?

**23**. Quyosh o’z o’qi atrofida aylanishining siderik davri (ekvatorda) 25 sutkaga teng. Agar biz uni a) Merkuriydan, b) Yerdan, c) Plutondan kuzatayotgan bo’lsak, uning aylanishining sinodik davri nimaga teng bo’ladi?

**24**. Vin formulasi



Plank formulasiga yaqinlashuvdir. Undan foydalangan holda Quyosh haroratini aniqlang, bunda spektrobolometr yordamida o’lchalgan Quyosh spektridagi 4330 va 8660 Å to’lqin uzunliklarining energiyasi mos ravishda 456 va 174 (shartli birliklarda) ga teng. Vin formulasida с2=1,432, λ santimetrlarda ifodalangan, *Е* harf bilan esa energiya belgilangan.

**25**. Quyosh massasining () uchdan bir qismi vodoroddan tashkil topgan deb hisoblash mumkin. Agar Quyosh har yili  erg energiyani sarflayotgan va bu energiya vodorodning geliyga aylanishi hisobiga to’ldirilib borilayotgan bo’lsa, uning nurlanishi necha yilga yetadi? *Ko’rsatma*: 1 g vodorodning geliyga aylanishi natijasida “o’ralish” effekti tufayli  erg energiya ajralib chiqadi.

**26**. Quyosh dengiz gorizontidan ko’tarilmoqda. Bitta odam chiqishni kema palubasidan, ikkinchi odam esa okeandagi vulkanik orolda joylashgan balandligi 4 km bo’lgan tog’dan (masalan, Gavayyadagi Mauna-Kea rasadxonasidan) kuzatishayapti. Kuzatuvchilarning qaysi biriga Quyosh diski ravshanroq va necha marta yorqinroq bo’lib ko’rinadi?

**27**. Quyoshning gravitatsion maydoni Quyosh tojidagi elektronlarni tutib qolishga qodir emasligini isbotlang.

**28**. Xromosferada chaqnash sodir etilganiga bir sutka o’tganidan so’ng turli geofizik galayonlanishlar yuzaga keladi. Ularni yuzaga keltiruvchi protonlarning kinetik energiyasi nimaga teng (eV larda)?

**29**. Quyosh markazidagi zichlik va harorat mos ravishda 150 g/sm3 va  К ga teng. U yerda nima ko’p – fotonlarmi yoki zarralarmi?

**30**. Bo’lishi mumkin bo’lmagan narsani faraz qiling: Quyosh ichida gaz bosimi yo’q bo’lib qoldi. Qancha vaqtda u nuqtaga aylanib ulguradi? Boshlang’ich zichligi 10-21 g/sm3 bo’lgan yulduzlararo bulutning siqilishiga qancha vaqt ketadi?

**31.** Quyosh atmosferasining asosiy tashkil etuvchisi vodorod, kalsiy esa kichik bir qo’shimcha bo’lsada, Quyosh spektridagi ionlashgan kalsiy H va K chiziqlari vodorod chiziqlariga nisbatan ancha kuchli ko’rinadi. Nima uchun?

## IV. QO’SHALOQ YULDUZLAR. NOSTATSIONAR YULDUZLAR

Qo’shaloq yulduzlarni shartli ravishda optik va fizik qo’shaloqlarga ajratish mumkin. Optik qo’shaloq sistema deb osmon sferasida ikkita yulduz bir-biriga proyeksiyalanishi tufayli yaqin bo’lib qolgan yulduzlarga aytiladi. Fizik qo’shaloqlarni topish va tadqiq qilish usullariga muvofiq visual, spektral va fotometrik qo’shaloq yulduzlarga ajratish mumkin.

Odatda yorqinroq yoki massasi kattaroq bosh yulduzga nisbatan yo’ldosh yulduzning orbitasi kuzatiladi. Bosh yulduzga nisbatan yo’ldoshning vaziyati burchak masofa ρ va soat mili yo’nalishiga qarshi tomonga hisoblanadigan uning pozitsion burchagi θ bilan tasniflanadi. Qo’shaloq yulduz orbita elementlariga quyidagilar kiradi: *i* – orbitaning tasviriy tekislikka og’ish burchagi; *а* – yo’ldosh orbitasining katta yarim o’qi; *Р* – aylanish davri; *ω* - periastrning tugundan burchak masofasi (periastr uzunlamasi); *е* – ekssentrisitet; *t0* – periastrdan o’tish momenti; *р* – pozitsion burchak (ko’tariluvchi tugun va olamning shimoliy qutbining tasvir tekisligidagi vaziyatlari).

Keplerning III qonuniga muvofiq qo’shaloq yulduzlar massalarining yig’indisini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

,

bu yerda *а* va π - katta yarim o'qi va yoy sekundlarida ifodalangan parallaks, А – kilometrlarda ifodalangan katta yarim o’q, Р – yillarda ifodalangan aylanish davri. Massalar nisbati  formula bilan ifodalanadi. Bu ikkala formulani birlashtirib, qo’shaloq yulduzning ikkala komponentalar massalarini hisoblab topamiz.

Nostatsionar yulduzlar – fizik o’zgaruvchan yulduzlar – yulduzlarda sodir etiladigan fizik jarayonlar tufayli nisbatan qisqa vaqt ichida yorqinliklari o’zgarishi bilan tasniflanadilar. Nostatsionar yulduzlar ikki turga, ya’ni, pulsatsiyalanuvchi o’zgaruvchan hamda eruptiv yulduzlarga bo’linadilar. Pulsatsiyalanuvchi o’zgaruvchan yulduzlarga RR Lyr turidagi yulduzlar hamda I va II xildagi sefeidlar kiradi. Sefeidlar Galaktika chegarasida va yaqin galaktikalargacha bo’lgan masofalarni chamalashda yaxshi indikator (belgi) bo’la oladi. Masofalarni chamalash uchun "davr-yorqinlik" munosabatidan foydalaniladi:  - RR Lyr turidagi yulduzlar uchun,  va  - I va II turdagi sefeidlar uchun, bu yerda P – sutkalarda ifodalangan davr.

**1 - namuna**. Agarda Yer bilan birga Quyosh atrofida yana bir Quyosh harakat qilsa, ularning aylanish davri qanday bo’lar edi?

|  |  |
| --- | --- |
| m1=m2=1 mQ | *Yechimi:*  Keplerning 3 qonunidan:  [*a*]=1 a.b., [T]=1 yil. Shunday qilib,  1+1=  Т= 0,707 yil.  *Javob:* Т=0,707 yil. |
| T=? |
|  |

**2 - namuna**. α Sentavr qo’shaloq yulduzining dinamik parallaksini aniqlang. Uning komponentalari massalari yig’indisi ikkita quyosh massasiga, komponentalarining aylanish davri 78,8 yilga, orbitasi katta yarim o’qi 17//,65 ga teng deb hisoblang.

|  |  |
| --- | --- |
| m1=m2= 2 mQ  Т=78,8 yil  *a*=17//,65 | *Yechimi:*  Qo’shaloq yulduzning dinamik parallaksi quyidagi formuladan aniqlanadi:    Bundan π=0//,76 ekanligini topamiz.  *Javob:* π=0//,76 |
| π=? |

**3 - namuna**. Mira Ceti o’zgaruvchan yulduz ravshanligi maksimumida 2,5 yulduz kattalikka, minimumida 9,2 yulduz kattalikka erishadi. U minimumiga nisbatan maksimumida necha marta yorqinroq?

|  |  |
| --- | --- |
| mmax=2m,5  mmin=9m,2 | *Yechimi:*  mmax - mmin=2,5lg;  *Javob:* 478,63 marta |
|  |

**4 - namuna**. Sefeidlar uchun V tizimdagi davr – absolyut yulduz kattalik bog’lanishi  ko’rinishga ega, bu yerda Р – davr (sutkalarda),  - absolyut yulduz kattalikning o’rtacha qiymati. δ Cep yulduzigacha masofani chamalang (davri 5d,3).

|  |  |
| --- | --- |
| P=5d,3 | *Yechimi:*  Davr – yorqinlik bog’lanishiga muvofiq  = - 3,475 m.  δ Cep yorqinligi bo’yicha Sefey yulduz turkumida to’rtinchi yulduzdir. Sefey – yorqin yulduz turkum emas, uning yulduzlari Katta Ayiq yulduzlaridan anchaga, 1,5m -2m ga xiraroq. Demak, ravshanlikni oqilona baholashda o’rtacha qiymati sifatida 4 m qabul qilish mumkin.Yulduzning haqiqiy xarakteristikalari:  bundan lg*r*≈2,5, *r*≈316 ps  *Javob:* *r*=316 ps |
| r=? |
|  |
|  |
|  |

***Mustaqil yechish uchun misol va masalalar***

**1.** Qo`shaloq yulduzning birinchi komponentasi ravshanligi 3m,46, ikkinchi komponenta unga nisbatan 1m,68 ga yorqinroq. Qo`shaloq yulduzning ko`rinma yulduziy kattaligi topilsin.

**2.** Qo`shaloq yulduzning komponentalari vizual ravshanligi 1m,99 va 2m,85, parallaksi esa 0”,072. Komponentalarning vizual yorqinligi va umumiy yorqinligi topilsin.

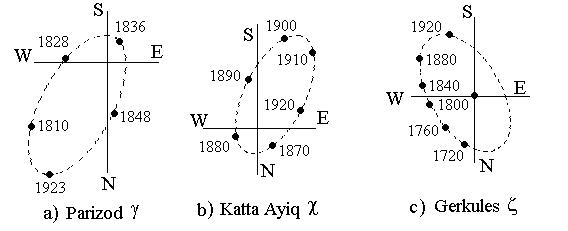
**3**. Agar Kapella qo’shaloq yulduzining orbitasi katta yarim o’qi 0,85 a.b., aylanish davri 0,285 yil bo’lsa, uning massalar yig’indisini hisoblang.

**4**. Protsion qo’shaloq yulduzining yo’ldosh yulduzi aylanish davri 39 yil, orbita katta yarim o’qi 13 a.b. bo’lsa, uning massalar yig’indisini toping.

**5**. α Egizaklar qo’shaloq yulduzi 0//,076 parallaksga, katta yarim o’qining ko’rinma burchak o’lchami 6//,06 ga va aylanish davri 306 sutkaga teng. Bu qo’shaloq yulduzning massalar yig’indisi nimaga teng?

**6**. Agar 0//,75 parallaksga ega, bizga eng yaqin bo’lgan Sentavr α yulduzidan kuzatilganda Yerning Quyoshdan eng katta uzoqlashishi nimaga teng bo’lardi? U yerdan obyektivi 1 m bo’lgan teleskop orqali Yerni kuzatish mumkinmi (Yerning ko’rinma yorqinligi haqidagi masala ahamiyatga ega emas deb faraz qilinadi)?

**7**. Rasmlardan birini tanlang (а-c), qo’shaloq yulduzning aylanish davrini, osmondagi u ellips markazi hamda bosh yulduzdan o’tishini bilgan holda katta yarim o’qi proyeksiyasini chamalang. Ko’rinma orbitaning ekssentrisitetini chamalang (unga haqiqiy orbitaning ekssentrisiteti ham mos keladi). Katta yarim o’qning burchak o’lchamini aniqlang. Parallaksi berilgan yulduzlar uchun katta yarim o’qi uzunligini (a.b. larda) hamda komponentalar massalarini hisoblang: Gerkules ζ π=0//,11; Katta Ayiq ξ π=0//,146.



**8**. Agar sefeid ravshanligi o’zgarish amplitudasi 1m,5 ga teng, biroq yuza birligining yorqinligi o’zgarmasdan qolsa, uning radiusi necha marta o’zgarayotgan bo’ladi?

**9.** Pegas χ qo’shaloq yulduzining parallaksi 0//,026 deb topilib, extimol xatoligi ±0//,005 gacha etadi. Agar parallaksni keltirilgan qiymatidan xatolik miqdoriga kattaroq olinsa, bu juft yulduzlarning hisoblangan massalar yig’indisi qanday o’zgaradi?

**10**. Faraz qilamiz, qo’shaloq yulduzni tashkil etuvchilarining zichliklari Quyoshnikiga teng va sferik shaklda deb qabul qilingan ikkala tashkil etuvchi bir-biriga tegib turibdi; agar ularning har birining massasi 1/10 Quyosh massasiga teng bo’lsa, ularning aylanish davri qanday bo’ladi? Ularning kilometr sekundda ifodalangan nisbiy tezligi nimaga teng bo’ladi?

**11**. Katta yarim o’qi *а*=2//,87 va davri *Р*=317,5 yil bo’lgan qo’shaloq yulduz β 7642 ning dinamik parallaksini hisoblang. Uning trigonimetrik parallaksi 0//,088. Parallakslar orasidagi farqni qanday tushintirish mumkin?

**12**. Mitsar yulduzining spektrida davriy ravishda ikkiga bo’linayotgan Нγ vodorod chizig’ining (to’lqin uzunligi 4341 Å) komponentalari orasidagi eng katta masofa 0.5 Å ni tashkil etadi. Komponentalarining ko’rish nuri proeksiyasidagi nisbiy orbital tezligi qanday?

**13**. Agar Chayonning β si spektral-qo’shaloq yulduzining bosh va yo’ldosh yulduzlari nuriy tezliklarining yarim amplitudasi mos ravishda k1=152 va k2=126 km/sek bo’lsa, uning komponentalari massalari nisbatini aniqlang.

**14**. Spektral-qo’shaloq sistemani komponentasi sifatida nisbiy orbital tezligi 91 km/sek va 4d0h19m davrga ega Spikaning orbita radiusini aniqlang. *Ko’rsatma:* orbita doiraviy, uning tekisligi esa Quyoshdan o’tgan deb hisoblansin.

**15**. Bir xil spektrdagi (G sinf) 7,3 va 7,3 kattaliklardan iborat vizual qo’shaloq yulduzning doiraviy orbitasi ko’rish nuriga 450 ostida og’gan. Bosh yulduzga nisbatan yo’ldoshning eng katta kuzatilayotgan nuriy tezligi 20 km/sek bo’lib, yiliga kuzatilayotgan yo’ldoshning eng katta tezligi esa 0//,05. Aylanish davri 6 yilni tashkil etdi; orbitasi doiraviy. Sistemani tashkil etavchi komponentalari har birining o’lchamini, parallaksini, massasini va yorqinligini hamda nisbiy orbitaning radiusini aniqlang. Topilgan massalarni aniqlangan yorqinlik va “massa – absolyut kattalik” bog’lanishidan topiladigan qiymatlari bilan taqqoslang.

**16**. Davri 10 sutkaga va o’rtacha ko’rinma fotografik yulduz kattaligi 4,8 ga teng bo’lgan Egizaklarning ζ sefeidigacha bo’lgan masofani sefeidlar uchun topilgan “davr-absolyut kattalik” bog’lanishidan foydalanib aniqlang.

|  |  |
| --- | --- |
| **17**. Yulduzlarning radiuslari nisbatlari *r:R* ni, ravshanligi o’zgarish davri (aylanish davri) *P* ni hamda o’zgarish davomiyligi (tutilish davomiyligi) *p* ni bilgan holda Algol turidagi to’siluvchan qo’shaloq sistemadagi “qora” yo’ldoshning nisbiy orbitasi radiusi *D* ni yorqin yulduzning radiusi R birliklarida ifodalab aniqlang, bunda orbita doiraviy deb hisoblansin. *Ko’rsatma:* tasvirdan foydalaning, unda А – bosh yulduz, В1 va В2 esa, tutilish boshlanishida va ohirida yo’ldosh. |  |

**18**. O’zgaruvchan yulduzning ravshanligining o’zgarish davri 3 sutka, uning nuriy tezligi +30 km/sek ga teng. Bu yulduzning bevosita kuzatilayotgan davri nimaga teng? Ko’rsatma: nurning tarqalish tezligi hisobga olinsin.

**19**. Aniq bir xil davrga ega ikkita sefeid Andromeda tumanligida – biri diskining bizga eng yaqin, ikkinchisi bizdan eng uzoq qismlarida joylashgan. Bu sefeidlarning yulduz kattaliklari ayirmalarini chamalang.

## V. KOINOT TUZILISHI.

Osmonda ko’rinayotgan yulduzlarning katta qismi Galaktika deb nomlanuvchi sistemani tashkil etadi. Galaktika sharsimon to’dalar bilan o’ralgan, undan katta masofalarda, uzoqroqda boshqa galaktikalar – gigant yulduz sistemalari joylashgan.

Galaktikagadi va undan tashqaridagi obyektlargacha bo’lgan masofani aniqlash uchun ko’pincha *M=m+*5-5lg*r* formula ishlatiladi. Bizdan o’ta uzoqlashgan sharsimon to’dalar va yaqin galaktikalar (20-30 million yorug’lik yil chegarasida) gacha masofalar bu yulduzli sistemalarda absolyut kattaliklar va ravshanliklari o’zgarish davrlari orasida bog’lanishlar mavjud bo’lgan sefeidlar kuzatilganda aniqroq topiladi (XII bobga qaralsin).

Juda olisdagi (>100 million yorug’lik yili) galaktikalargacha bo’lgan masofa Habbl qonuniga asosan aniqlanadi: galaktika bizdan qanchalik uzoq bo’lsa, uning tezligi shuncha katta bo’ladi:

*,*

bu yerda Н – Habbl doimiysi, uning zamonaviy qiymati Н∈[50; 100] km/(sek.Mps) intervalda joylashgan. Turli usullar yordamida topilgan qiymatlarining o’rtachasi 71 km/(sek.Mps) ni bersada, quyida masalani tez va kerak bo’lsa og’zaki yechish maqsadida shartli ravishda H=100 km/(sek.Mps) deb olish mumkin.

Galaktikaning uzoqlashish tezligini Dopler effektidan aniqlaymiz. Bunda klassik formulasi (Nyuton mexanikasi doirasida)



(Δλ - galaktika spektrida chiziqning siljishi), yoki relyativistik formuladan foydalanamiz:

.

Bu yerda z kattalik qizilga siljish deb ataladi va u kuzatuvlardan topiladi.

**1 - namuna**. 10000 km/s tezlik bilan uzoqlashayotgan galaktikada o’tayangi yulduz chaqnadi (18m). Galaktikagacha bo’lgan masofa, uning absolyut yulduz kattaligi va yorqinligi nimaga teng?

|  |  |
| --- | --- |
| v=10000 km/s  m=18m | *Yechimi:*  Habbl doimiysini Н=100 km/(s.Mps) deb olib, galaktikagacha bo’lgan masofani aniqlaymiz.  r=v/H=133,3 Mps=1,3 .108 ps. |
| r=?  M=?  L=? |
|  | M=m+5-5lgr= -17,57m  lgL=0,4(4,8-M)=8,95, L≈8,9 .108  *Javob:* r=1,3 .108 ps; Mgal=-17,57m; L=8,9 .108 |

**2 - namuna**. Koinotda nima ko’p – protonlarmi yoki relikt fotonlarmi? Koinotdagi moddaning o’rtacha zichligi 10-30 gr/sm3. Relikt nurlanishning harorati 2,7 К.

|  |  |
| --- | --- |
| ρ=10 -30 gr/sm3  Т=2,7 К | *Yechimi:*  Hajm birligidagi fotonlar soni |
|  |

 ifodani qo’yish orqali quyidagini hosil qilamiz:

 bu yerda  Shunday qilib, 

Bu yerda argumenti s=3 bo’lgan Riman dzeta-funksiyasi uchun  ifoda ishlatiladi.

Shunday qilib, . Binobarin, 1 sm3 hajmda .

(Xuddi shu narsani boshqacharoq olish mumkin: teng muvozanatli nuriy energiya zichligi  - nurlanish zichligi doimiysi. Fotonning o’rtacha energiyasi , demak  ).

Agar Koinotning o’rtacha zichligiga qo’shiladigan asosiy ulush vodorodniki bo’lsa, unda 1 см3 dagi protonlarning o’rtacha konsentratsiyasi  va undan ham kichik bo’ladi.

*Javob:* relikt fotonlar protonlarga nisbatan ancha ko’p.

***Mustaqil yechish uchun misol va masalalar***

**1.** Yaqinda “o’tayangi” yulduzlar bo’yicha uzoq galaktikalargacha bo’lgan masofa Habbl qonunidan topiladigan masofa qiymatidan ancha katta ekani ma’lum bo’ldi. Ushbu fakt Koinot kengayishi jarayoniga qanday tuzatmalarni kiritish zarurligiga olib keladi?

**2.** NGC 5694 sharsimon to’dasida yulduzlarning ko’rinma yulduz kattaligi absolyut yulduz kattaligidan 18m ga katta. Bu to’dagacha bo’lgan masofa nimaga teng?

**3**. Gerkulesdagi yulduz to’dasi bizdan 10,5 ming parsek masofada joylashgan. Uning burchak diametri 12/ va jami yorqinligi 5m,9 ga teng. To’daning haqiqiy diametrini va absolyut yulduz kattaligini hisoblang.

**4**. Habbl doimiysini 100 km/(sek.Mps) deb hisoblab, spektrida qizilga siljishi 10000 km/sek bo’lgan galaktikagacha bo’lgan masofani baholang.

**5**. Mess’e 3 sharsimon to’dasida joylashgan qisqa davrli sefeidning (o’rtacha davri 0d,54) ko’rinma fotografik yulduz kattaligi 15m,50 ga teng. “Davr-absolyut kattalik” egri chizig’idan foydalanib, shu to’dagacha bo’lgan masofani aniqlang.

**6**. Agar ayrim galaktikalarning absolyut fotografik kattaligi М=-13m,8, 2,5-metrli reflektor uchun ularning chegaraviy fotografik ko’rinma yulduz kattaligi esa m=20m,2 bo’lsa, shu teleskop bilan kuzatish mumkin bo’lgan eng uzoq masofa yorug’lik yillarda nimaga teng?

**7**. “Sefeidlar usuli” bo’yicha bir qancha spiralsimon galaktikalargacha masofalar aniqlangan edi. Keyinchalik ma’lum bo’lishicha, yulduzlararo fazodagi chang undan o’tuvchi yorug’likning bir qismini yutib olib qolarkan. Bu kashfiyot spiralsimon galaktikalarning ilgari hisoblangan diametrlariga qanday ta’sir etadi?

**8**. Agar barcha sharsimon to’dalarning absolyut summar yulduz karraliklari hamda chiziqiy o’lchamlari bir xil deb faraz qilsak, va bu to’dalargacha masofalar turlicha ekanligini hisobga olsak, ularning ko’rinma summar yulduz kattaliklari *m* va ko’rinma burchak diametrlari *d* qaysi formulaga asosan bog’langan bo’lishi mumkin?

**9**. 1987 yilda Katta Magellan Bulutida charaqlagan o’tayangi yulduzning absolyut yulduz kattaligini baholang. Uning maksimum vaqtdagi ko’rinma yulduz kattaligi 3m atrofida bo’lgan.

**10**. HII sohalarining radiusi gaz zarrachalarining konsentrasiyasiga *n*-2/3 ko’rinishida bog’liqligini ko’rsating.

**11**. Harorati T=100000 К va R=10RQ bo’lgan yulduz har sekundda nechta yulduzlararo vodorod atomlarini ionlashtiradi?

**12**. Astronomlar ilk bor ultranoma’lum (UN) va infranoma’lum (IN) diapazonlarda kuzatuvlar bajarishdi. UN da ular diskret manbalar topishdi, aniqlanishicha ular butun osmon sferasi bo’ylab tekis taqsimlangan ekan. IN da ham hanuzgacha noma’lum bo’lgan obyektlar topildi, bu manbalar Galaktikaning markaziga emas, balki uning diskida konsentratsiyalanishi aniqlandi. UN diapazonda kashf qilingan obyektlargacha masofalar haqida nima deyish mumkin? IN-manbalargacha masofa haqida-chi?

**13**. Galaktika markazigacha bo’lgan masofa va Quyoshning galaktik orbita bo’ylab harakat tezligidan Galaktika massasini baholang.

**14**. Juda issiq (Т=80000 К) yadroga ega bo’lgan planetar tumanlik mavjud. Tumanlikda yulduzdan chiqayotgan nurlanishning sezilarli qismi yutiladi. Numa uchun tumanlik uzoq galaktikalar orasidan juda yaxshi ko’rinadi?

**15**. Т=16000 К ega yulduz yulduzlararo muhitga botgan. U nurlantirayotgan energiyaning qanday qismi yulduzlararo vodorodni ionlantirishga sarflanishini chamalang. Yulduz qora jism kabi nurlanayapti deb qabul qilinsin.

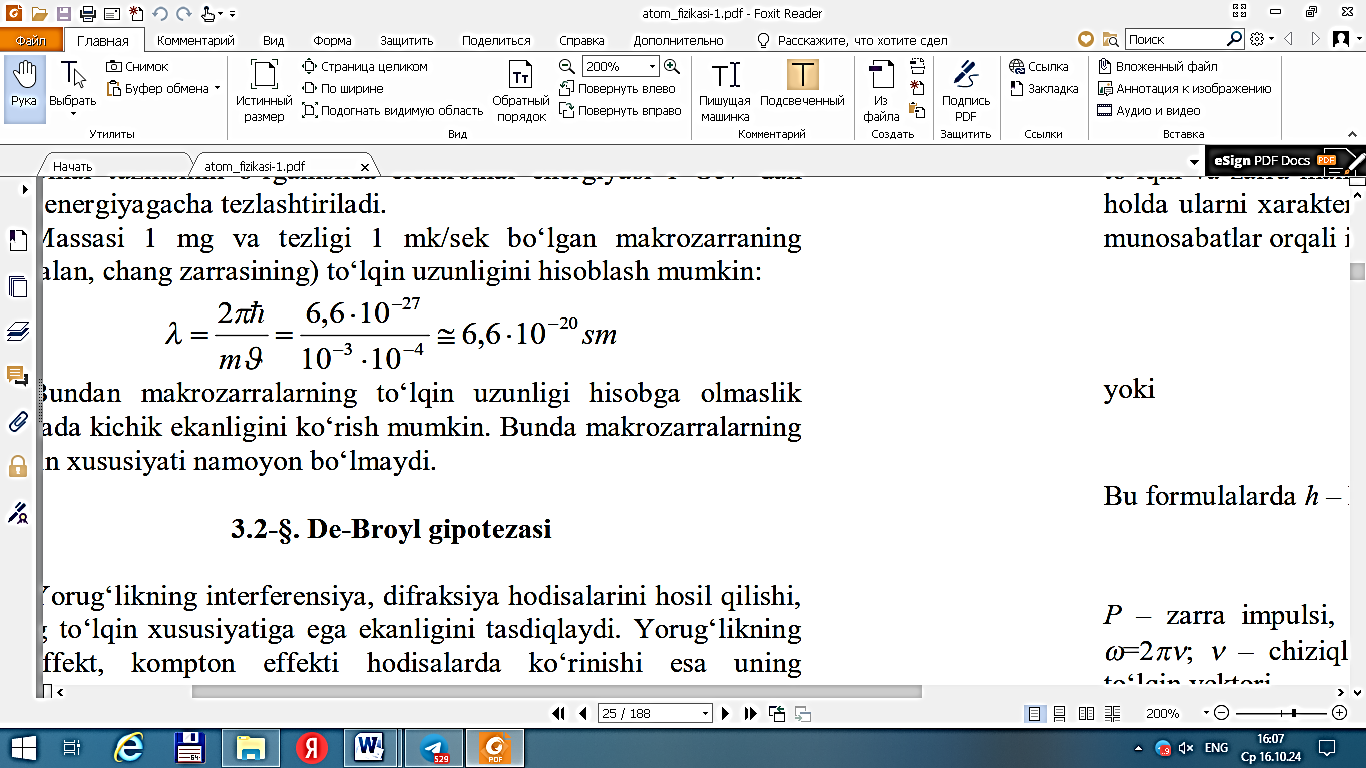
**16**. Asosan Н2 dan iborat, o’lchami ~10 ps, konsentrasiyasi ~102 sm-3 bo’lgan molekulyar bulutning massasini baholang.

**17**. Ko’rish nuri bo’ylab Lα chiziq markazida sezilarli yutilishni (~10%) hosil qiluvchi neytral vodorodning massasini (g/sm3 larda) chamalang. Gazning harorati ~100 К bo’lganda chiziq markazida bir atomga hisoblangan yutilish koeffitsienti κ0~10-12 sm2 ga teng deb olinsin.

**18**. Lira yulduz turkumidagi planetar tumanlikning burchak diametri 83// ga teng va u bizdan 660 ps masofada joylashgan. Uning chiziqli o’lchami astronomik birliklarda nimaga teng?

**VI. Mikro va makrozarralarning to‘lqin xususiyatlari.**

Kvant mexanikasida o’rganiladigan namunalarning (mikrozarralar elektron, proton, neytron, yadro, atom va boshq.) chiziqli o’lchami m tartibidadir. Agar zarra v<<c tezlik bilan harakatlansa norelyativistik kvant mexanikasi bilan ish ko'riladi. Mikrozarralar ustida o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, mikrozarralar ham to'lqin ham zarra xossasiga ega. To'lqin xossasi ularning tarqalish jarayonida (interferensiya, difraksiya hodisaları), zarra xossasi esa zarralarning o'zaro ta'sirida (fotoeffekt, kompton effekti va boshqalarda) namoyon bo'ladi. Oddiy ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lgan zarralar makrozarralar deyiladi. Mikro va makrozarralar orasida muhim farq yo'q. Zarralarda to'lqin xossalari namoyon bo'lishi uchun zarralar tarqalishi jarayonida paydo bo'ladigan to'lqin uzunligi zarralar sochiladigan namunaning o'lchamidan katta bo'lishi kerak, ya'ni λ>>d bo'lishi talab qilinadi Bunda d-namunaning o'lchami, λ - tarqalayotgan zarraning to'lqin uzunligi λ>>d bo'lgan hollarda zarraning tarqalish jarayonida uning to'lqin xossasi namoyon bo'ladi va bunda kvant mexanikasi qonunlarini tatbiq qilish mumkin. d>>λ bo'lgan hollarda zarraning to'lqin xossasi namoyon bo'lmaydi, bu holda kvant mexanikasini tatbiq qilish talab qilinmaydi. Makrozarralar harakatidagi to'lqin uzunligi juda kichik bo'lib, uni hisobga olmaslik mumkin. Mikrozarralarning to'lqin xossasiga ega ekanligini aniqlash maqsadida Devidson va Jermerlar tomonidan o'tkazilgan tajribalarda elektronlarning de-Broyl to'lqin uzunligi λ=1Å tartibda bo'lgan. Elektronlar kristall panjara tugunlaridagi atomlarda sochiladi. Kristall panjara tugunlari orasidagi masofa d=1Å tartibidadir Shuning uchun ham Devidson va Jermer tajribalarida elektronlar difraksiyası yaqqol namoyon boʻladi Zarralarning energiyasi oshirilganda, ularning to'lqin uzunligi kamayadi. Energiyasi 1 GeV gacha tezlatilgan elektronlarning to'lqin uzunligi λ=sm tartibda bo'ladi. Bunday elektronlar kristallarda sochilishida to'lqin xossalari kuzatilmaydi, chunki kristall panjara tugunlari orasidagi masofa d=1Å=sm, ya'ni d>> λ. Lekin agar shu elektronlar o'lchami d=sm bo'lgan namunalardan sochilsa, ularning to'lqin xossalari namoyon bo'ladi. Shuning uchun ham o'lchami R=sm bo'lgan yadrolar va nuklonlar tuzilishini o'rganishda elektronlar energiyasi 1 GeV dan ortiq energiyagacha tezlashtiriladi.

Massasi 1 mg va tezligi 1 mk/sek bo'lgan makrozarraning (masalan, chang zarrasining) to'lqin uzunligini hisoblash mumkin:

Bundan makrozarralarning to'lqin uzunligi hisobga olmaslik darajada kichik ekanligini ko'rish mumkin. Bunda makrozarralarning to'lqin xususiyati namoyon bo'lmaydi.

***Mustaqil yechish uchun misol va masalalar***

1. Kinetik energiyasi: 1) 10*keV*, 2) 10*MeV* bo‘lgan elektron uchun de-Broyl to‘lqin uzunligini toping.
2. 20S temperaturada ko‘proq ehtimol tezlikda harakat qilayotgan  
   vodorod atomi uchun de-Broyl to‘lqin uzunligini toping.
3. 1) 1*V* va 2) 100*V* potensiallar ayirmasida o‘tgan elektronlar uchun de-Broyl to‘lqin uzunligi topilsin.
4. **-zarracha kuchlanganligi 250 *V* bo‘lgan bir jinsli magnit maydonida 0,83 *sm* radiusli aylana bo‘yicha harakat qiladi. Shu **-zarracha uchun de-Broyl to‘lqin uzunligini toping.
5. Agar elektronning tezligi **=1 *Mm*/*s* bo‘lsa, elektronning to‘lqin xususiyatini xarakterlovchi de-Broyl to‘lqin uzunligi **aniqlansin. Shunday hisob-kitob proton uchun ham bajarilsin.
6. Elektron **=200 *Mm*/*s* tezlik bilan harakatlanadi. Elektron massasining uning tezligiga bog‘liq ravishda o‘zgarishi hisobga olingan holda de-Broyl to‘lqin uzunligi **aniqlansin.
7. Elektron uchun de-Broyl to‘lqin uzunligi **=0,1 *nm* bo‘lishi uchun u qanday tezlantiruvchi potensiallar farki *U* ni o‘tishi kerak?
8. 1) 1 *kV*; 2) 1 *MB* – tezlantiruvchi potensiallar farqidan o‘tgan protonning de-Broyl to‘lqin uzunligi **aniqlansin.
9. Agar elektronning de-Broyl to‘lqin uzunligi **uning kompton to‘lqin uzunligi *s* ga teng bo‘lsa, elektron qanday tezlik bilan harakatlanmoqda?
10. Vodorod atomining ikkinchi orbitasida turgan elektronning deBroyl to‘lqin uzunligi **aniqlansin.
11. Asbob elektromagnit impulsning tarqalish tezligini qayd qildi. Asbob qanday tezlikni qayd qilgan – fazaviy tezliknimi yoki guruhiynimi?
12. Guruhiy tezlikning umumiy ifodasini bilgan holda norelyativistik va relyativistik hollar uchun de-Broyl to‘lqinining guruhiy tezligi *u* topilsin.
13. Harakatlanayotgan zarra koordinatasining noaniqligini de-Broyl to‘lqin uzunligiga teng deb faraz qilib, shu zarra impulsining nisbiy noanikligi *p*/*p* aniqlansin.
14. *x**px**ħ* noanikliklar munosabatidan foydalanib, vodorod atomidagi elektronning eng pastki energetik sathi baholansin. Atomning chiziqli o‘lchamlari *l*0,1 *nm* deb qabul qilinsin.