

**БОБОЕВ Х., СУЛАЙМОНИ А.**

## **ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҶОИ МАЗМУНИ ТАЪРИХИ ДОШТА АЗ АСТРОНОМИЯ**



**Душанбе-2025**

~ 1 ~

**ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН**

**ФИЛИАЛИ МУАССИСАИ ДАВЛАТИИ “ДОНИШКАДАИ  
ҶУМҲУРИЯВИИ ТАКМИЛИ ИХТИСОС ВА БОЗОМЎЗИИ  
КОРМАНДОНИ СОҶАИ МАОРИФ” ДАР ШАҲРИ КЎЛОБ**

**Бахшида ба «Бистсолаи омӯзиш ва  
рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ  
ва риёзӣ дар соҳаи илм ва маориф»**

Бо қарори шурои илмӣ-методи Донишкадаи ҷумҳуриявии тақмили ихтисос ва бозомӯзии кормандони соҳаи маориф аз 30.05.2025, №5/4 ба ҷоп тавсия дода шудааст.

**Душанбе-2025**

~ 2 ~

**ТДУ:52 (075) (075.8)**

**ТКБ:22.63 (2-Точ)**

**Б - 74**

**Бобоев Х., Сулаймони А. Ҳалли масъалаҳои мазмуни таърихи дошта аз астрономия (Дастури таълимӣ – методӣ). – Душанбе: Матбаа, 2025. – 84 с.**

**Зери назари:**

номзади илмҳои физика ва математика, дотсент, Ғаффоров С.

**Муқарризон:**

Тошматов А.Д. – н.и.ф.м., дотсент кафедраи физика умумӣ ва назариявии ДДК ба номи Абӯабдуллоҳи Рӯдакӣ.

Қодирова Д.Т. – н.и.п, дотсенти кафедраи методикаи таълими Физикаи ва технологияи материалҳо ДДК ба номи Абӯабдуллоҳи Рӯдакӣ.

Дастури таълимии мазкур дар асоси мавзӯҳои китоби дарсии синфи 10-11 астрономия ва адабиёти мактабҳои олии таҳия шудааст. Дастури таълимӣ бо низоми таҳсилоти кредитӣ мутобиқ буда, асосҳои амалии астрономия, методҳои ҳисоб намудани бузургҳои астрономӣ оварда шудааст. Дар дастур, инчунин масъалаҳои тестӣ барои ҳалли мустақилона нишон дода шудааст.

**ISBN:**

## МУНДАРИЧА

Мукаддима.....	5-6
Боби I. Афканишоти офтоб. Интевсияти рӯшной.....	7-15
Боби II. Қонуни стефан –болсман. Қонуни ҷойивазкунии вин. Формулаи релей – чинс. Табиати физикии офтоб ва ситораҳо.....	16-44
Боби III. Фишори рӯшной. Эффеќти комптон.....	45-59
Боби IV. Ҳаракати ситораҳо дар галактика. Қонуни ҳабл.....	60-75
Боби V. Маълумоти мухтасар оиди иттифоқи байналмилали астрономҳо ва рӯзи астрономҳо.....	76-81
Рӯйхати адабиёти истифодашуда.....	82-84

## МУҚАДДИМА

Асосгузори сулҳу ваҳдати миллӣ Пешвои миллат, Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мухтарам Эмомалӣ Раҳмон зарурати рушди илмҳои табиатшиносӣ ва дақиқро ба асос гирифта, дар Паёми худ ба Маҷлиси Олӣ (26 – декабри соли 2019) солҳои 2020 - 2040 – ро **“Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф”** эълон намуд. Ин иқдом барои беҳтар гардидани ҳолати таълиму тадриси фанҳои табиатшиносӣ дақиқ ва риёзӣ, аз ҷумла фанни астрономия заминаи мусоид фароҳам меоварад.

Таълими астрономия дар ҳамбастагӣ бо дигар фанҳои табиатшиносӣ дар муассисаҳои таҳсилоти миёнаи умумӣ ва муассисаҳои таҳсилоти олӣ - касбӣ дар шароити имрӯза яке аз воситаҳои асосии барои омӯختан ва дарки ҳодисаҳои табиат мебошад. Маҳз хангоми омӯзиши фанни астрономия (нучум) ҷаҳонбинии хонандагон васеъ гардида, дар зехну шуури онҳо қобилияти эҷодкорӣ, ихтироъкорӣ ва навовариро пайдо хоҳад шуд.

Дар шароити лабораторӣ таҳқиқи ҷирмҳои осмонӣ аз сабаби дастнорас буданашон, барои дуруст ба роҳ мондани таълими илми астрономия ҳалли масъалаҳо мавқеи муайянеро ишғол мекунад.

Дар мафҳуми ҳалли машқ ва масъалаҳо комплекси усулҳои такроршавандаеро фаҳмидан мумкин аст, ки барои мукаммалтар аз худ намудани масъалаҳои назариявӣ ва амалии гирифташуда равона карда мешавад. Ҳалли масъалаҳо гаштаву баргашта ба такрорёбиҳо алоқамандии зич дорад.

Дар ҷаҳони муосир аксарияти мамлакатҳои мутараққӣ аз системаи таълими низомии кредитӣ дар мактабҳои олӣ ва дар муассисаҳои таҳсилоти миёнаи умумӣ истифода мебаранд, ки асоси санҷиши дониши хонандагон ва донишҷӯён бо методи тестӣ гузаронида мешавад. Ин метод имконият медиҳад, ки дар вақти

кӯтоҳ самаранокии донишҳои хонандагон ва донишҷӯёнро санчида бароянд.

Мазмуни дидактикии масъалаҳои тестӣ аз он иборат аст, ки хонанда ё донишҷӯ ҳангоми иҷро кардани онҳо пеш аз вуқӯи ҳар як амал моҳияти онро дарк мекунад. Ин гуна масъалаҳое, ки бо тарзи фронталӣ ташкил карда мешаванд, ба омӯзгорон имконият медиҳад, ки дар вақти шартан қабулшуда донишҳои хонандагон ва донишҷӯёнро санчида бароянд.

Омӯзгорони фанни астрономия аз сабаби дастрасӣ надоштан ба адабиёти илмӣ ва методи зарурӣ дар таълими мавзӯҳои астрономия, бахусус дар рафти ҳалли масъалаҳо ба душворӣ рӯ ба рӯ мешаванд. Аз ин лиҳоз, барои беҳтар ва хубтар намудани сифати таълими астрономия дар муассисаҳо ҳангоми рафти ҳалли масъалаҳо лозим донистем, ки китоби «**Ҳалли масъалаҳои мазмуни таърихи дошта аз астрономия**»-ро ба чоп расонем. Хотиррасон менамоем, ки дар ин китоб 100 масъала оварда шудааст, ки аз ин миқдор 40 бо усули содда ва фаҳмо ҳалл карда нишон дода шудааст.

Барои беҳтар шудани сифтаи дастури мазкур, хонандагон метавонанд фикру хулосаҳои худро ба почтаи зерин [khbobo@mail.ru](mailto:khbobo@mail.ru) ва [abdukahor.1992@mail.ru](mailto:abdukahor.1992@mail.ru) ирсол намоянд.

**Муаллифон**

## БОБИ 1. АФКАНИШОТИ ОФТОБ. ИНТЕВСИЯТИ РҶШНОЙ.

Офтоб чирми марказӣ ва аз ҳама массивноки системаи Офтоб мебошад. Массаяи вай аз массаи Замин 333000 маротиба ва аз массаи чамеи сайёраҳо 750 маротиба зиёд мебошад. Офтоб манбаи пурзӯри энергияест, ки вай дар ҳамаи қисмҳои спектри мавҷҳои электромагнитӣ аз нурҳои рентгенӣ то ултрабунафш оғоз карда, то радиомавҷҳо афканда мешавад. Таъсири чунин афканишот ба ҳамаи ҷирмҳои системаи Офтоб таъсири пурзӯре мерасонад. Яъне сайёраҳо гарм мекунад, ба атмосфераи онҳо таъсир мерасонад ва барои ҳаёти рӯи Замин нақши калиди дорад.

Аз таъсири афканишоти Офтоб боиси тағйир ёфтани атмосфераи сайёраҳои системаи Офтоб мегардад. Аз ҳамин сабаб, боиси нестшавии ҳаёт дар сайёраҳои дигари системаи Офтоб гардидааст.

Дар айни Замон Офтоб ба мо ситораи наздиктарин аст. Фарқи Офтоб аз дигар ситораҳо дар он аст, ки дар курси он бо ёрии телескоп хурдтарин чӯзиётҳои онро, ки андозаашон ҳамагӣ ба чандсад километр баробар аст, омӯхта метавонем. Офтоб, аз ҷумла ситораҳои муқаррарист, бинобар ин омӯзиши он умуман барои фаҳмиши табиати ситорагон кӯмак мерасонанд.

Формулаи интевсияти рӯшноӣ ё Офтобро чунин менавсем.

$$I = \frac{W}{s \cdot t} \quad (1) \quad \text{аз баски дар формулаи (1) } s - \text{масоҳати қурраро ифода}$$

мекунад, ки  $s = 4\pi R^2$  он гоҳ формулаи (1) шакли зеринро мегирад:

$$I = \frac{W}{4\pi R^2} \quad (3) \quad W = I \cdot 4\pi R^2 \quad (4)$$

Дар асоси қонуни Стефан – Болсман формулаи (4) – ро дар шакли зерин менавсем:

$$W = \sigma \cdot T^4 \cdot 4\pi R^2 \quad (5)$$

### Намунаи ҳалли масъала оид ба афканишоти Офтоб. Интевсияти рӯшноӣ:

**Масъалаи 1.** Афканиши пурраи Офтобро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Замину Офтоб ба  $R = 150 \text{ млн км}$  баробар буда доими

интевсияти Офтоб  $\omega = 1,96 \frac{\text{ккал}}{\text{см}^2 \cdot \text{дак}}$  баробар бошад ?

Дода шуда аст :

$$R = 150 \text{ млнкм} = 150 \cdot 10^9 = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$$

$$\omega = 1,96 \frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{дак}} = \frac{1,96 \cdot 4,2}{1 \cdot 10^{-4} \cdot 60} = \frac{8,232}{6 \cdot 10^{-3}} = 1,372 \cdot 10^3 = 1372 \frac{\text{BT}}{\text{м}^2}$$

$$N = ?$$

Ҳал:

Барои ёфтани тавоноии афканишоти Офтоб формулаи интевсияти рӯшноиро дар намуди зерин менавсем:

$$\omega = \frac{W}{S \cdot t} \rightarrow (1)$$

$$\omega \cdot S \cdot t = W \rightarrow (2)$$

$$W = \omega \cdot S \cdot t \rightarrow (3)$$

Ба формулаи тавоноии офтобро дар шакли зерин менавист:  
 $A = W$  қабул мекунем.

$$N = \frac{A}{t} \rightarrow (4) \rightarrow (3)$$

$$N = \frac{\omega \cdot S \cdot t}{t} \rightarrow (5)$$

$$N = \omega \cdot S \rightarrow (6)$$

Азбаски сайёраҳо курашакл ҳастанд, он гоҳ масоҳати кура ба

$$S = 4\pi R^2 \rightarrow (7) \rightarrow (6)$$

$$N = \omega \cdot 4\pi R^2 \rightarrow (8)$$

Қиматҳои дар шарти масъала додашударо ба формулаи (8) гузошта ҳисоб мекунем.

$$\begin{aligned} N &= \omega \cdot 4\pi R^2 = 1,372 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2 = \\ &= 17,23 \cdot 10^3 \cdot 2,25 \cdot 10^{22} = 3,87 \cdot 10^{20} \text{ MBT} \end{aligned}$$

**Масъалаи 2.** Афканиши фурубурди пурраи сайёраи Аторудро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Уторид то Офтоб  $r = 0,39$  ва

баробар сели афканишоти Офтоб дар сатҳи сайёра ба  $\omega = 9,127 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$

баробар бошад?

Дода шуда аст: $r = 0,39$ в.а.	Ҳал: Масъалаи дуҷумро ба монанди масъалаи якум
$\omega = 9,127 \frac{KBm}{M^2}$	карда исботи онро истифода набурда аз
$N = ?$ менавсем:	формулаи (8) -ро истифода бурда дар чунин шакл
	$N = \omega \cdot 4\pi a^2 \quad (1)$

Ба формулаи (1) қиматҳои дар шарти масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$N = \omega \cdot 4\pi R^2 = 1,372 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot (0,39 \cdot 150 \cdot 10^9)^2 =$$

$$= 114,635 \cdot 3422,25 \cdot 10^{18} = 3,87 \cdot 10^{20} \text{ MBT}$$

**Ҷавоб:**  $N = 3,87 \cdot 10^{20} \text{ MBT}$

**Масъалаи 3.** Тавоноии афканишоти умумии Офтоб  $N = 3,83 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$  аст. Вобаста ба ин, массаи Офтоб сонияе чӣ қадар кам мешавад?

Дода шуда аст: $N = 3,83 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$ $t = 1 \text{ сония}$	Ҳал: Аз рӯи шарти масъала формулаи тавоноии механикиро дар шакли зерин менавсем:
$m = ?$	$N = \frac{A}{t} \quad (1)$

Азбаски кори иҷрокардаи ба энергия чунин мутаносибӣ дорад:  $A = W$ , он гоҳ мувофиқи вобастагии масса аз энергия чунин менавсем.

$$W = m \cdot c^2 \quad (2)$$

Аз формулаи (1) ва (2) чунин таносубро ҳосил мекунем:

$$N = \frac{m \cdot c^2}{t} \quad (3)$$

$$N \cdot t = m \cdot c^2 \quad (4)$$

$$m = \frac{N \cdot t}{c^2} \quad (5)$$

Ба формулаи (5) қиматҳои дар шарти масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$m = \frac{N \cdot t}{c^2} = \frac{3,83 \cdot 10^{26} \cdot 1}{9 \cdot 10^{16}} = \frac{3,83 \cdot 10^1}{9} = 0,425 \cdot 10^{10} \text{ кг} = 4,25 \cdot 10^9 \text{ кг}$$

4,25 Гкг

**Ҷавоб:**  $m \approx 4,3 \text{ Гкг}$

**Масъалаи 4.** Массайи Офтоб дар тӯли як сол аз ҳисоби радиатсия чӣ қадар кам мешавад? Чӣ қадар вақт ба камшавии массайи Офтоб тӯл мекашад? Ҳарорати сатҳи Офтобро  $T = 5800 \text{ К}$  ва радиатсия аз Офтоб доимӣ қабул намуда, ҳисоб намоед.

Дода шуда аст:

$$T = 5800 \text{ К}$$

$$R_o = 7 \cdot 10^8 \text{ м}$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$$

$$C = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

$$\Delta m = ?$$

$$t = ?$$

Ҳал:

Тавоноии афканишоти офтоб бо формулаи

$$N = R_o \cdot s \quad (1) \quad \text{зерин ифода карда}$$

мешавад: Азбаски сайёраҳо шакли

кураҳо дорад масоҳати онро чунин ифода

кардан мумкин аст:  $s = 4\pi R_o^2 \quad (2)$

$$N = 4\pi R_o R_o^2 \quad (3)$$

Мувофиқи қонуни Стефан – Болсман нурафкани энергетикаи ҷисми мутлақ сиёҳ ба дараҷаи чоруми ҳарорати мутаносиби роста аст. Янеъ

$$R_o = \sigma \cdot T^4 \rightarrow (4) \rightarrow (3)$$

$$N = 4 \cdot \pi \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot R_o^2 \quad (5)$$

Тағйирёбии энергияи офтобро вобаста ба вақт ва тавоноии афканишоти он чунин ифода мекунем:

$$\Delta E = N \cdot t \quad (6)$$

Формулаи (5) –ро ба (формулаи (6)) гузошта чунин ҳосил мекунем:

$$\Delta E = t \cdot 4\pi \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot R_o^2 \quad (7)$$

Аз тарафи дигар, вобастагии энергия аз масса бо чунин формула ифода карда мешавад:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \quad (8)$$

Аз баробари (7) ва (8) чунин формула ҳисоб мекунем:

$$\Delta m \cdot c^2 = t \cdot 4\pi \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot R_o^2 \quad (9)$$

$$\Delta m = \frac{4\pi \cdot \sigma \cdot R_o^2 \cdot T^4 \cdot t}{c^2} \quad (10)$$

Ба формулаи (10) киматҳои дар шarti масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$\begin{aligned} \Delta m &= \frac{4\pi \sigma \cdot R_o^2 \cdot T^4 \cdot t}{c^2} = \frac{71,2152 \cdot 10^{-8} \cdot (7 \cdot 10^8)^2 \cdot (5800)^4 \cdot 31,54 \cdot 10^6}{9 \cdot 10^{16}} = \\ &= \frac{3489,545 \cdot 10^8 \cdot 1,132 \cdot 10^{15} \cdot 31,54 \cdot 10^6}{9 \cdot 10^{16}} = \frac{124588,20 \cdot 10^{29}}{9 \cdot 10^{16}} = \\ &= 14 \cdot 10^{16} \text{ кг} \end{aligned}$$

Мувофиқи шarti масъала баъди чӣ қадар фосилаи вақт массаи Офтоб ду маротиба кам мешавад. Аз ин лиҳоз, формулаи (9) – ро дар шакли зерин менавсем:

$$\frac{4\pi \cdot \sigma \cdot R_o^2 \cdot T^4 \cdot \tau}{c^2} = \frac{1}{2} M_o \quad (11)$$

$$8\pi \cdot \sigma \cdot \tau \cdot T^4 \cdot R_o^2 = c^2 \cdot M_o \quad (12)$$

Аз формулаи (12) вақтеро меёбем, ки дар муддати он массаи Офтоб ду маротиба кам мешавад:

$$\tau = \frac{c^2 \cdot M_o}{8\pi \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot R_o^2} \quad (13)$$

Ба формулаи (13) киматҳои дар шarti масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{c^2 \cdot M_o}{8\pi \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot R_o^2} = \frac{9 \cdot 10^{16} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{25,12 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (5800)^4 \cdot (7 \cdot 10^8)^2} = \\ &= \frac{18 \cdot 10^{46}}{142,43 \cdot 10^{-8} \cdot 1,132 \cdot 10^{15} \cdot 49 \cdot 10^{16}} = \frac{18 \cdot 10^{46}}{7900,31 \cdot 10^{23}} = \\ &= 2,2784 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{23} = 2,2784 \cdot 10^{20} \text{ с} = 7,23 \cdot 10^{12} \text{ Сол} \end{aligned}$$

**Ҷавоб:**  $\Delta m \approx 14 \cdot 10^{16} \text{ кг}$ ,  $\tau = 7,23 \cdot 10^{12} \text{ сол}$

**Масъалаи 5.** Физики немис оҳангсоз ва ихтироъкори нусхабардории ксерокопӣ, инчунин маъруф ҳамчун адабиётшинос, махсусан барои

афоризмҳои **Георг Лихтенберг (1742–1799)** дар яке аз эҷодиёташ чунин навишта шудааст?

Ҳангомае, ки Замин ором истода буд,  
Астрономия (нучум) низ хомӯш буд.  
Аммо чун инсон пайдо шуд,  
Ки ба Офтоб гуфт “исто”,  
Астрономия зуд ҳаракат кард.

Чаро олим ва муҳақиқи немис Георг Лихтенберг ин аллегория (як воситаи бадеии муҳими адабиёт аст, ки барои ифодаи маъноӣ амиқтар ва пинҳон тавассути тасвир ё рамз истифода мешавад) баён кардааст?

Ҷавоб:

Илми астрономия ҳалли бисёр ҳодисаҳо ва қонунҳоро ошкор мекунад, ки барои инсон аҳмияти аввалиндараҷа дорад. Ба монанди донишмандони ҷаҳонӣ, шабу рӯз, ивзшавӣ ҷаҳонӣ сол ва инчунин дигар ҳодисаҳоро мефаҳмонад. Дар ин афоризм таваққуфи илм дар муқобили амри инсонро, ки Офтобро "истодан" фармон медиҳад, таъкид мекунад. Инчӯ ба ҷаҳонии инсонии истифодабарӣ ишора мекунад:

Замоне, ки инсон вучуд надошт, илмҳо мавқеъ надоштанд — "хомӯш" буданд. Аммо бо пайдоиши инсон, ки меҳост табиатро омӯзад "ба фармони худ" қарор диҳад, илмҳо хусусияти амалӣ ва анҷомидаро гирифтанд — "ҳаракат карданд".

Яъне, муҳақиқ Лихтенберг ибраз мекунад, ки илм ва астрономия ҳангоме ба ҳаёти инсон таълим дода, ба эҳтиёҷоти инсонӣ ҷавобгӯ шуданд ва он замоне рушд карданд. Ин ғояи "илм барои инсон" — на илм танҳо барои дониш - дар ин аллегория изҳор гардидааст.

**Ҳулоса:** Лихтенберг дар ин афоризм нишон дод, ки илм ҳангоме воқеан рушд мекунад, ки инсон онро истифода мебарад. Илм танҳо дар фазои ҷаҳонӣ нест, балки амалӣ омӯхта шавад — замин ва осмон ба ҳаракат меоянд (яъне илм рушд мекунад), вақте инсон онро “ба фармон” гирифтанд мешавад.

**Масъалаи 6.** Чаро тақрибан 80 % ситораҳои дурахшон номи арабӣ доранд?

Ҷавоб:

Омӯзиш ва таҳқиқи қайҳон пеш аз ҳама дар расадхонаҳои оғоз мегардад. Аз ин лиҳоз, расадхонаҳои Бағдод (Байтул-Ҳикма) тахминан

асрҳои VIII ғ 1X дар замони ҳукмрони хилофати Аббосиён илми ситорашиноӣ ба комёбиҳои беназир соҳиб гардидааст.

Дар замони ҳукмрони Халифати Аббосӣ олимони мусулмон— хусусан дар Бағдод, Самарқанд ва Ал-Андалус—асарҳои илмии Юнони қадимро, аз ҷумла китобҳои Птолемей (масалан “Алмагест”), ба арабӣ тарҷума ва тавзеҳ карданд. Яке аз чунин олимони он замон Абдурахмон ал-Суфӣ буд, ки дар қарни X дар китоби “Сурат ал-кавокиб ал-собита” (Book of the Fixed Stars) номи зиёда аз 100 ситораро ба арабӣ тарҷума карда ва тавсифу харитакашӣ намуд ([islamicbridge.com](http://islamicbridge.com)).

Азбаски ин асарҳо бо номи арабӣ ва баъдан ба лотинӣ (Latinized) ба Аврупо ворид шуданд, номи арабии ситораро дар байни олимони аврупоӣ паҳн гардид ва онро арабӣ истифода бурда мешудаанд аз тарафи мунаҷимон. Аммо олимони аврупоӣ баъд аз аввали асри X-XIII, ба монанди Ҷохан Байер, дар китобҳои минбаъда чопшуда (ба монанди Deneb, Aldebaran, Rigel, Algol) ва ғайра истифода бурданд. Дар маҷмӯъ, гуфта метавонд, ки тақрибан 200–300 ситорани нозир бо номи арабӣ боқӣ мондааст.

Ҳамин аст, ки мо имрӯз ҳам мебинем, ки беш аз 80 % ситораро ин барҷаста номи арабӣ доранд.

**Масъалаи 7.** Бори аввал дар илми астрономия мафҳум астероидро ки ба илм дохил кард?

**Ҷавоб:**

Астероидҳо (юн.aster –ситора ва eidos –навъ) – маҷмуи ҷирмҳои хурди гуногунондозаи гуногуншакл буда, дар атрофи Офтоб ҷарх мезананд. Аслан, астероидҳо дар байни сайёраи Миррих ва Муштарӣ ҷойгир буда, онҳо минтақаи ҷойгиршавии онҳо мебошад ва 98% тамоми астероидҳои системаи офтобиро ташкил медиҳад. Дар ибтидои омӯзиши астероидҳоро ҳамчун сайёраи хурд гумон медоштанд.

Истилоҳи астероид дар илм бори аввал аз тарафи олими англис Уялиям Ҳершел пас аз кашфи сайёраи Уран дар соли 1781 ба миён омад, ки мувофиқи қоидаи Титиус – Боде масофаи гелиосентрикӣ мувофиқат мекунад.

Оид ба пайдоиши астероидҳо олимони фарзияҳои гуногунро пешниҳод мекунанд. Фарзияе ҷой дорад, ки дар ҷойи минтақаи астероидҳои байни Миррих ва Муштарӣ сайёрае гардиш менамудааст, ки онро Фэтон номидаанд. Қувваҳои маддии Муштарӣ ва ғ зарбаи ҷирми калони беруна онро ба пораҳои хурди гуногуншакли алоҳида тақсим намудааст. Дигар муҳаққиқон ва олимони андеша мекунанд, ки дар он ҷо сайёра набудааст, балки дар ибтидои пайдоиши системаи Офтобӣ Муштарӣ бо таъсири худ намондааст, ки маҷмуи ҷирмҳои хурд ҳамчун сайёраи алоҳида ташаккул ёбанд.

Чунин пиндоштан мумкин аст, ки массаи мачмуи астероидҳо аз массаи Моҳ чандин маротиба хурд аст, пас гумон аст, ки аз онҳо сайёраи калон ба вучуд оянд.

Астероид чирми хурди сайёрамонанд (сайёраи хурд) буда, андозааш то ҳазор километрро ташкил медиҳад. Астероидҳоро чун боқимондаҳои модда ҳисоб мекунамд, ки аз онҳо системаи Офтобӣ пайдо шудааст. Ин фарзия ба он асоснок карда шудааст, ки таркиби астероид дар дохили минтақаи қойгиршавиашон бо зиёд шудани масофа аз Офтоб тағйир меёбанд. Задухӯрдҳои байниҳамдигарии астероидҳо онҳоро ба қисмҳои хурд тақсим менамоянд. Ҳангоми гардиш дурахшонии худро тағйир додани астероидҳо нишонаи шакли аниқ надоштани онҳост.

Дар асоси ин, гуфтан мумкин аст, ки аз сабаби хурд будани массаи астероидҳо қувваи қозибай байни астероидҳо кам буда, шакли муайян надоранд. Маҳз бо таъсири қувваи қозибай хурд онҳо шакли курашакл дошта натавонистаанд.

Астероиди аввалинро олими итолиявӣ Джузеппе Пиатси соли 1801 тасодуфан кафш кард. Ин олим ва муҳаққиқи итолиявӣ дар рушди илми астрономия саҳми калон дошта, дар бунёди якҷанд расадхонаҳои Италия саҳмгузор мебошад.

Бояд зикр намуд, ки миқдори астероидҳо дар минтақаи астероидҳо ба 250 000 миллион мерасад, ки андозаҳояшон аз 1 метр калонтар ва дар масофаи 92000 км аз Офтоб қойгир шудаанд. Астероидҳо аз рӯи хусусиятҳои физикӣ ва таркиби кимёвӣ аз ҳамдигар фарқ доранд.

Соли 1975 дар асоси нишондиҳандаи ранг, албедро ва тавсифи спектриали астероидҳоро ба гурӯҳҳои зерин тақсим намудаанд: С- карбонӣ (75 %), S- сангинӣ (17 %) ва М- филизӣ ва филизию сангин. Таҳқиқоти муфассали минбаъда шумораи гурӯҳҳоро зиёд намуда, дигар синфҳои астероидҳо (синфҳои А, В, D, E, F, G, P, Q, R, N, ва V) маълум мебошад, ки шумораи онҳо хело кам аст [18, с.168 -169].

**Астероидҳои С – карбонӣ.** Аз сабаби он, ки миқдори зиёди таркиби ин астероидҳо аз пайвастиҳои карбонии сода иборатанд, чунин номгузорӣ карда шудааст. Ин гурӯҳи астероидӣ 75 %-и астероидҳои тасмаи асосиро ташкил медиҳанд. Зичии ин гуна астероидҳо  $1,38 \text{ г/см}^3$  мебошад.

**Астероидҳои S –сангинӣ.** Сатҳи ин астероидҳо аз силикатҳои гуногун ва аз баъзе металлҳо ба монанди оҳан ва мағний таркиб ёфтааст. Онҳо 17%-и астероидҳои тасмаи асосиро ташкил медиҳанд. Зичии чунин гурӯҳи астероидҳо ба  $2,71 \text{ г/см}^3$  баробар аст.

**Астероидҳои М – металлӣ.** Ин гурӯҳи астероидҳо таркибашон аз металлҳои оҳан ва никел иборат мебошад. Ба ин астероидҳо 10 % тасмаи астероидҳо мансуб буда, зичии гурӯҳи астероидҳои М – металлӣ  $5,32 \text{ г/см}^3$  баробар аст.

**Масъалаи 7.** Олим ва муҳақиқи олмонӣ Иоганн Кеплер дар номае ба устодаш Михаэль Мёстлин (1550–1631), санаи 16 феввали соли 1599 (дар услуби қадим) менависад: “Фикри ман оид ба Тихо чунин аст: вай хазинаҳои бемисл дорад, вале намедонад, ки чӣ гуна бояд онҳоро истифода кунад...” Ва баъдтар дар номае ба хомии худ, канслери баварии Герварт фон Гогенбург, 12 июли 1600 менависад: “Тихо беҳтарин додаҳои мушоҳидавиро дорад гӯё матойл барои сохтани бинои нав инчунин додаҳои мушоҳидавӣ ва ҳама чизеро, ки барои ин меҳодад. Танҳо ба ӯ муҳандис-меъморе лозим аст, ки ҳамаи инро мувофиқи нақшаи худ, Тихо, истифода кунад. Гарчанде Тихо бисёр бошӯҳрат ва маҳоратнок бошад, маълумоти иловагӣ гуногунанд ва ҳақиқат гоҳе хеле пинҳон аст, ин монанди комёбиҳояш мешавад.”

#### **Ҷавоб:**

Олим ва муҳақиқи олмонӣ Кеплер бо ин вучуд таҳияи назариявӣ ва систематизатсияи мушоҳидаҳои Тихо Браге-ро меномад. Яъне таркиби **моделли ғайригоҳ**, ки ҳамаи додаҳоро ба як сохтори математикӣ ва физикӣ муттаҳид мекунад. Ин “меъморӣ” ба маънои таҳияи асос ва ҷаҳорҷӯби назариявие аст, ки мушоҳидаҳоро шарҳ дода, ташаккули қонунҳои ҳаракати сайёраҳоро имконпазир мегардонад. Дар амал татбиқ намудани фарзияҳои Тихо Браге олим Иоганн Кеплер амали татбиқ карда тавонад.

Кеплер менависад, дар китоби худ *Astronomia Nova (1609)*, ки Тихо Браге **маводхо ва додаҳои мушоҳидавии густурда дорад**, аммо ба ӯ **меъмор (қаламбаро)** лозим аст, яъне шахсе, ки ҳамаи инъикоси мушоҳидаҳоро ба **ҷаҳорҷӯби назариявӣ (моделли астрономӣ)** табдил диҳад. Дар асл, ҳамин шахс **Кеплер** буд, ки нақшакашӣ намуд ва **моделли ҳаракати эллиптикӣ ва қонунҳои Кеплери сохт** ([en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)).

Хулоса, **Бо «архитектоника»**, Кеплер назарияи муштарақ ва мукаммали пайдобихоро ишорат мекунад ин ҷаҳорҷӯби моделсозист, ки мушоҳидаҳоро маънӣ мебахшад. **Ин “меъмор”** воқеан **Иоганн Кеплер** буд, ки аз таҳлил, баррасӣ ва формализатсияи додаҳои Тихо Браге **асосгузори қонунҳои ҳаракати сайёра** гардид.

**НАМУНАИ МАСЪАЛАҶОИ ТЕСТӢ ОИД БА МАВЗӢИ  
АФКАНИШОТИ ОФТОБ. ИНТЕВСИЯТИ РӢШНОӢ**

1.1. Афканиши пурраи Офтобро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Замину Офтоб ба  $R = 150$  млнкм баробар буда ва доимии интинсивияти

Офтоб  $\omega = 1,96 \frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{дак}}$  баробар бошад ?

- A)  $1,6 \cdot 10^{11}$ МВт;
- B)  $7,2 \cdot 10^{10}$ МВт;
- C)  $3,87 \cdot 10^{20}$ МВт;
- D)  $1,2 \cdot 10^{11}$ МВт;
- E)  $1,8 \cdot 10^{10}$ МВт;

1.2. Афканиши фурубурди пурраи сайёраи АторудРО ҳисоб намоед, агар масофаи байни Уторид то Офтоб  $r = 0,39$  в.а баробар буда, сели

афканишоти Офтоб дар сатҳи сайёра ба  $\omega = 9,127 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$  баробар бошад?

- A)  $1,6 \cdot 10^{11}$ МВт;
- B)  $7,2 \cdot 10^{10}$ МВт;
- C)  $3,83 \cdot 10^{20}$ МВт;
- D)  $1,2 \cdot 10^{11}$ МВт;
- E)  $1,8 \cdot 10^{10}$ МВт;

1.3. Афканиши фурубурди пурраи сайёраи Зухраро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Зухра то Офтоб  $r = 0,72$  в.а. баробар буда, сели

афканишоти Офтоб дар сатҳи сайёра ба  $\omega = 2,6 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$  баробар бошад?

- A)  $1,6 \cdot 10^{11}$ МВт;
- B)  $7,2 \cdot 10^{10}$ МВт;
- C)  $3,83 \cdot 10^{20}$ МВт;
- D)  $1,2 \cdot 10^{11}$ МВт;
- E)  $1,8 \cdot 10^{10}$ МВт;

1.4. Афканиши фурубурди пурраи сайёраи Заминро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Замину Офтоб  $R = 150$  млнкм баробар буда, сели

афканишоти Офтоб берун аз атмосфера ба  $\omega = 1,369 \frac{\kappa Bm}{m^2}$  баробар

бошад?

- A)  $1,6 \cdot 10^{11}$  МВт;
- B)  $7,2 \cdot 10^{10}$  МВт;
- C)  $3,83 \cdot 10^{20}$  МВт;
- D)  $1,2 \cdot 10^{11}$  МВт;
- E)  $1,8 \cdot 10^{10}$  МВт;

1.5. Афканиши фурубурди пурраи сайёраи Миррихро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Миррих то Офтоб  $r = 1,52$  в.а. баробар буда, сели

афканишоти Офтоб дар сатҳи сайёра ба  $\omega = 589 \frac{Bm}{m^2}$  чанд баробар аст?

- A)  $1,6 \cdot 10^{11}$  МВт;
- B)  $7,2 \cdot 10^{10}$  МВт;
- C)  $3,83 \cdot 10^{20}$  МВт;
- D)  $1,2 \cdot 10^{11}$  МВт;
- E)  $1,8 \cdot 10^{10}$  МВт;

1.6. Афканиши фурубурди пурраи сайёраи Муштариро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Муштарӣ то Офтоб  $r = 5,20$  в.а. баробар буда, сели

афканишоти Офтоб дар наздикии сайёра ба  $\omega = 50,5 \frac{Bm}{m^2}$  баробар

бошад?

- A)  $1,6 \cdot 10^{11}$  МВт;
- B)  $7,2 \cdot 10^{10}$  МВт;
- C)  $2,4 \cdot 10^{11}$  МВт;
- D)  $1,2 \cdot 10^{11}$  МВт;
- E)  $1,8 \cdot 10^{10}$  МВт;

1.7. Афканиши фурубурди пурраи сайёраи Зуҳалро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Зуҳал то Офтоб  $r = 9,54$  в.а. баробар буда, сели

афканишоти Офтоб дар сайёра ба  $\omega = 14,9 \frac{Bm}{m^2}$  баробар бошад?

- A)  $4,3 \cdot 10^{10}$  МВт;
- B)  $7,2 \cdot 10^{10}$  МВт;
- C)  $3,83 \cdot 10^{20}$  МВт;

D)  $1,2 \cdot 10^{11}$  МВт;

E)  $1,8 \cdot 10^{10}$  МВт;

1.8. Афканиши фурубурди пурраи сайёраи Уранро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Уран то Офтоб  $r = 19,18$  в.а. баробар буда, сели

афканишоти Офтоб дар сатҳи сайёра ба  $\omega = 3,71 \frac{Bm}{M^2}$  баробар бошад?

A)  $1,6 \cdot 10^{11}$  МВт;

B)  $7,2 \cdot 10^{10}$  МВт;

C)  $3,83 \cdot 10^{20}$  МВт;

D)  $1,2 \cdot 10^{11}$  МВт;

E)  $8 \cdot 10^8$  МВт;

1.9. Афканиши фурубурди пурраи сайёраи Нептунро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Нептун то Офтоб  $r = 30,06$  в.а. баробар буда, сели

афканишоти Офтоб дар сатҳи сайёра ба  $\omega = 1,51 \frac{Bm}{M^2}$  баробар бошад?

A)  $1,6 \cdot 10^{11}$  МВт;

B)  $5,4 \cdot 10^8$  МВт;

C)  $3,83 \cdot 10^{20}$  МВт;

D)  $1,2 \cdot 10^{11}$  МВт;

E)  $1,8 \cdot 10^{10}$  МВт;

1.10. Афканиши фурубурди пурраи сайёраи Пултонро ҳисоб намоед, агар масофаи байни Пултон то Офтоб  $r = 30,06$  в.а. баробар буда ва сели

афканишоти Офтоб дар сатҳи сайёра ба  $\omega = 1,51 \frac{Bm}{M^2}$  баробар бошад?

A)  $1,6 \cdot 10^{11}$  МВт;

B)  $5,4 \cdot 10^8$  МВт;

C)  $3,83 \cdot 10^{20}$  МВт;

D)  $1,2 \cdot 10^{11}$  МВт;

E)  $1,8 \cdot 10^{10}$  МВт;

## БОБИ II. ҚОНУНИ СТЕФАН –БОЛСМАН. ҚОНУНИ ҚОЙИВАЗКУНИИ ВИН. ФОРМУЛАИ РЕЛЕЙ – ЧИНС. ТАБИАТИ ФИЗИКИИ ОФТОБ ВА СИТОРАҲО

Яке аз қонунҳои хело ҳам татбиқшаванда дар астрофизика ин қонунҳои Стефан - Болсман - Вин ва Релей –Чинс мебошанд. Яке аз тавсифҳои муҳимтарини нурафкани ҳароратӣ қобилияти нурафкани чисм ( $E_T$ ) мебошад.

Қобилияти нурафканӣ гуфта, миқдори энергияро меноманд, ки дар ҳарорати  $T$ - дар воҳиди вақт, дар интервали дарозии мавҷ (аз  $\lambda = 0$  то  $\lambda = \infty$ ) дар воҳиди сатҳи чисм мебарояд.

$$E_T = \frac{W}{s \cdot t} \quad (1)$$

**Дар ин ҷо:**  $W$  – энергияе, ки чисм меафканад. Қобилияти нурафкание, ки интервали дарози мавҷҳо аз  $\lambda$  то  $\lambda + d\lambda$  тааллуқ доранд, ба тавсифи спектралӣ нурафкани ҳароратӣ мебошад. Онро интенсивноки нурафкани чисм меноманд ва бо нисбати зайл муайян кардан мумкин аст.

$$J_{T,\lambda} = \frac{dE_T}{d\lambda} \quad (2)$$

Қобилияти нурбарорӣ ва интенсивноки нурафканӣ байни худ вобастагӣ зерин доранд:

$$E_T = \int_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} J_{T,\lambda} d\lambda \quad (3)$$

Чисми мутлақ сиёҳ интенсивноки қалонтарини нурафканӣ дар интервали дарозии мавҷ (ҳангоми ҳарорати дилхоҳ) доштан аст. Интенсивноки нурбарорӣ чисми мутлақ сиёҳ бо формулаи Планк муайян карда мешавад:

$$J_{o_r,\lambda} = \frac{c_1 \lambda^{-5}}{\exp[c_2 / (\lambda T)] - 1} \quad (4)$$

**Дар ин ҷо:**  $T$ -ҳарорати мутлақ ;  $\lambda$  - дарозии мавҷи нурафканиш. Бузургҳои доимии дар формула дохилбуда:  $c_1 = 3,22 \cdot 10^{-16} \text{ Вт} / \text{ м}^2$  ва  $c_2 = 1,24 \cdot 10^{-2} \text{ Вт} / \text{ м}^2$ . Интегрони вобастагии муодилаи (4) аз  $\lambda = 0$

то  $\lambda = \infty$  ба энергияи пурифодаи энергияи пурраи нурафканӣ ё кобилияти нурафкании ҷисми мутлақи сиёҳ меорад:

$$E = \sigma T^4 \quad (5)$$

Формулаи (5) нишон медиҳад, ки рӯшноидиҳии энергетикӣ интегралӣ ҷисми мутлақи сиёҳ ба дараҷаи чаҳоруми ҳароратии мутлақи ҷисм мутаносибан меафзояд. Ин қонун қонуни Стефан - Болсман номида мешавад. Қонуни Стефан - Болсман ба ҷисмҳои хира низ татбиқшаванда ҳаст.

$$E_r = \varepsilon \sigma_0 T^4 \quad (6)$$

Дар ин ҷо:  $\varepsilon = \frac{\sigma}{\sigma_0}$  -коэффитсиенти нисбии нурафканиш, ё дараҷаи сиёҳии

ҷисми хира,  $\sigma$  -коэффитсиенти нурафканиши ҷисмҳои хира. Қиматҳои  $\varepsilon$ -ҳама вақт аз 1 (як) кам аст ва вобаста ба ҳароратӣ ва табиати ҷисм дар интервали аз садҳо ҳиссаи воҳид то 0,96 барои сиёҳии дег қимат гирифта метавонад. Ченкуниҳо барои доимии  $\sigma$  қимати зеринро медиҳанд:

$$\sigma = 5,71 \cdot 10^{-5} \frac{\text{эрг}}{\text{сония} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{град}^4} = 5,71 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2 \cdot \text{град}^4}$$

Оид ба фаҳмиши қонуни Стефан – Болсман якҷанд намунаи методикаи ҳалли масъаларо нишон медиҳем.

**Масъалаи 1.** Нурафшони энергетикӣ ҷисми сиёҳ ҳангоми аз  $T_1 = 700 \text{ K}$  то  $T_2 = 2100 \text{ K}$  тағйир ёфтани ҳарорати ваи чӣ қадар меафзояд? Доимии Стефан –Болсманро  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$  қабул

намоед.

Дода шуда аст:

$$T_1 = 700 \text{ K}$$

$$T_2 = 2100 \text{ K}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = ?$$

Ҳал:

Мувофиқи қонуни Стефан-Болсман нурафшони

ҷисми мутлақ сиёҳ ба дараҷаи чоруми ҳарорат

баробар аст. Мувофиқи ин қонун нурафшони ҷисми

мутлақи сиёҳро чунин менавсем.  $R = \sigma \cdot T^4 (1)$

Ин формула дар ду маврид навишта истифода қиматҳоро гузошта масъаларо ҳал мекунем:

**Барои ҳолати аввал:**

$$R_1 = \sigma T_1^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot (700)^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 2,40 \cdot 10^{11} K = \\ = 13,61 \cdot 10^3 \frac{W}{m^2}$$

**Барои ҳолати дуюм:**

$$R_2 = \sigma T_1^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot (2100)^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1,945 \cdot 10^{13} K = \\ 1,103 \cdot 10^6 \frac{W}{m^2}$$

**Нисбати ҳолати дуюмро ба яқум мегирем:**

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1103 \cdot 10^3}{13,61 \cdot 10^3} = 81,1 \text{ маротиба зиёд мешавад.}$$

**Ҷавоб:**  $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1103 \cdot 10^3}{13,61 \cdot 10^3} = 81,1$  маротиба зиёд.

**Масъалаи 2.** Нурафшони энергетикии ситораи сафеди таснифоташ А-ро ёбед, агар ҳарорати атмосфераи он  $T = 10000 K$  бошад? Доимии

Стефан-Болсманро  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$  қабул намоед.

Дода шуда аст:

Ҳал:

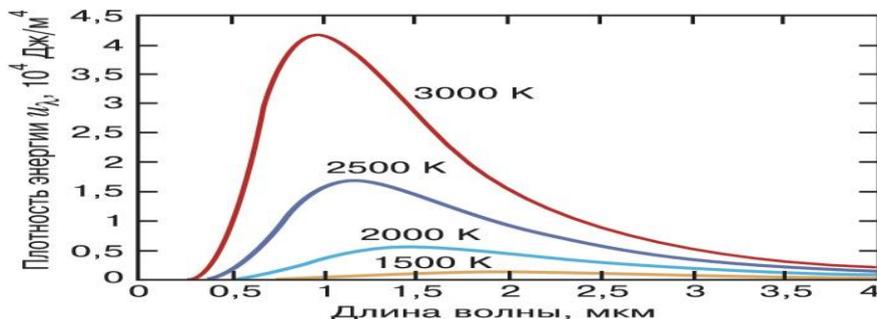
$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$ $T = 10000 K$ <hr/> $R = ?$	Боз барои ҳал намудани ин масъала мо аз қонуни Стефан -Болсман барои ҷисми мутлақи сиёҳ истифода мебарем. $R = \sigma \cdot T^4 (1)$
---	---

Ба формулаи (1) қиматҳо дар шарти масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем.

$$R = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot (1 \cdot 10^4)^4 \cdot K^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1 \cdot 10^{16} \frac{W}{m^2} = 5,67 \cdot 10^8 \frac{W}{m^2} = \\ = 567 \cdot 10^6 \frac{W}{m^2} = 567 \frac{MW}{m^2};$$

Ҷавоб:  $R = 567 \frac{MBm}{m^2}$ ;

Дарозии мавҷ ( $\lambda_{\max}$ ), ки ба вай максимуми лаёқати шуобарорӣ ( $r_\lambda$ ) мувофиқ меояд, нисбат ба ҳарорати мутлақ бо мутаносибии чаппа тағйир меёбад. Дар расми 1 вобастагии ҳарорати ҷисми мутлақи сиёҳ ба дарозии мавҷ нишон дода шудааст.



Расми 1. Қонуни Вин

$$\lambda_{\max} = \frac{K}{T} \quad (7)$$

Формулаи (7) қонуни Вин ном дорад. Дар ин ҷо  $K$  – доимии муайян аст. Ҳарорати ҷисми мутлақ сиёҳ чӣ қадаре, ки (мисол ситораҳо) баланд бошад, максимуми лаёқати шуобарорӣ ( $r_\lambda$ ) ҳамон қадар ба дарозии мавҷ ( $\lambda$ ) мувофиқтар аст. Ченкуниҳо барои доимии  $K$  қимати ададии зерин медиҳанд:  $K' = 2897 \cdot 10^4 A^0 \cdot \text{градус}$  ва бо сантиметрҳо бошад  $K' = 0,2897 \cdot \text{см} \cdot \text{град}$  ҳисоб карда мешаванд. Формулаи қонуни Винро акнун дар шакли зерин менависем.

$$\lambda_{\max} (A^0) = \frac{2897}{T} \quad (8)$$

Қобилияти шуобарории максималии ҷисми мутлақ сиёҳ ( $r_{\lambda_{\max}}$ ) нисбат ба дараҷаи панҷуми ҳарорати мутлақ мутаносибан меафзояд:

$$r_{\lambda_{\max}} = K'' T^5 \quad (9)$$

Ченкуниҳо барои  $K''$  қиматҳои зайлро медиҳанд:

$$K'' = 1,301 \cdot 10^{-15} \text{ Вм} / \text{см}^2 \cdot \text{мк} \cdot \text{град}^5$$

Қобилияти шуобарории чисми тира бо қобилияти фурубурди он бо қонуни Кирхгоф итоат мекунад, ки мувофиқи он нисбати қобилияти шуобарории чисми дилхоҳ ( $E_T$ ) бар қимати шуофурубурди он ( $A_T$ ) дар ҳамон як ҳарорат доимӣ буда ва ба қобилияти шуобарории чисми мутлақ сиёҳ баробар аст. Қонуни Кирхгоф чунин навишта мешавад:

$$\frac{E_T}{A_T} = \frac{E_{OT}}{A_{OT}} = E_{OT} \quad (10)$$

Дар ин ҷо  $A_{OT} = 1$  – қобилияти фурубурди чисми мутлақ сиёҳ.

Акнун татбиқи қонунҳои дар боло баён гардидаро дар табиати физикуи Офтоб ва ситораҳо дида мебароем. Қонуни Стефан – Болсман барои муайян кардани дараҷаи Т- факат дар он ҳолат истифода бурда мешавад, ки радиусҳои кунҷӣ маълум бошанд. Махсусан барои муайян кардани дараҷаи Офтоб ки ба  $\rho = 16'$  аст имконият медиҳад. Агар  $E$  – миқдори энергияе, ки аз ситора ё Офтоб меафтад ба  $1 \text{ см}^2$  худуди атмосфераи Замин дар як сония ва  $\rho$  – радиуси кунҷи чирм маълум бошад, он гоҳ ҳарорати он чунин мешавад:

$$T = 58,644 \sqrt{\frac{E}{\sigma \cdot \rho^2}} \quad (11)$$

ки дар ин ҷо:

$$\sigma = 1,37 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{сон} \cdot \text{град}^4} = 5,71 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Эрг}}{\text{см}^2 \cdot \text{сон} \cdot \text{град}^4} \quad \text{ин}$$

доими вобаста аз воҳиди ченаки Е- интиҳоб карда мешавад.

Дараҷаи Офтоб ва ситораҳо, дар маҷмуъ қиматҳое, ки тақсимшавии энергия маълум аст аз рӯи қонуни Вин муайян карда мешавад. Барои дурусттар муайян кардани ҳарорати ситора аз нишондиҳандаҳои рангаш С таснифот карда мешавад.

$$T = \frac{7200}{C + 0,65} \quad (12)$$

Массаи М- ситораҳо доимо аз рӯи массаи Офтоб ифода мешаванд ( $M_o = 1$ ) ва саҳеҳтар муайян кардан параметрҳои физикӣ ду ҷуфти ситораҳо (ҳангоми маълум будани параллакс  $\pi$ ) аз рӯи қонуни сеюми умумкардашудаи Кеплер ҳисоб карда мешаванд.

$$M_1 + M_2 = \frac{a^3}{T^2} \quad (13)$$

Дар ин чо:  $T$  – вақти гардиши ситора – радиф дар гирди ситораи асосӣ (ва ё ҳарду ситораҳо дар гирди маркази асосии массаҳо), ки бо солҳо ифода шудааст ва  $a$  – нимтираи калони мадори ситора – радиф бошад бо воҳидҳои астрономӣ (в.а) ифода карда мешаванд.

Бузургии  $a$  – дар воҳиди астрономии (в.а) ва мафҳуми нимтираи калон  $a''$  ва параллакси  $\pi''$ , ки аз рӯи мушоҳидаҳо бо сонияҳо калон ( $''$ ) муайян карда мешаванд.

$$a = \frac{a''}{\pi''} \quad (14)$$

Агар алокаи масофаи  $a_1$  ва  $a_2$  – кампанентсҳои чуфтӣ ситораҳо аз маркази массаҳои умумӣ маълум бошад, он гоҳ формулаи онро чунин менавсем.

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_2}{a_1} \quad (15)$$

Ҳар кадоми массаи кампанентро дар алоҳидаиғӣ ҳисоб кардан мумкин аст. Радиуси  $R$  – ситораҳоро доимо муқоиса бо радиуси Офтоб ( $R_o = 1$ ) ифода мешаванд.

$$LgR = \frac{5900^0}{T} - 0,20M_g - 0,02 \quad (16)$$

$$LgR = 0,82C - 0,20M_g + 0,51 \quad (17)$$

Дар ин чо:  $T$  – ҳарорати ситора,  $C$  – нишондоди ранг ва  $M_g$  – бузургии мутлақи визуалии ситораи ситораҳо. Азбаски ҳаҷми ситораҳо  $V$  доимо аз рӯи ҳаҷми Офтоб ( $V_o = 1$ ) муайян карда мешаванд, он гоҳ формулаи ҳаҷро чунин менавсем.

$$V = R^3 \quad (18)$$

Зичии миёнаи моддаи ситора (зичии миёнаи ситора) аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад.

$$\delta = \delta_o \frac{M}{R^3} \quad (19)$$

Дар ин чо:  $\delta_o$  – зичии миёнаи моддаи офтобист. Дар ҳоле ки  $\delta_o = 1$  зичии миёнаи ситораҳо аз зичии моддаҳои Офтоб гирифта мешавад. Агар дар ҳисобкунӣҳо  $\delta$  дар грамм ба сантиметри куб ҳисоб карда шавад, он гоҳ зичии Офтобро  $\delta_o = 1,41 \frac{г}{см^3}$  бояд қабул карда мешавад.

Микдори энергияе, ки ситора ё Офтоб дар як сония нур меафканад, бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад.

$$E_0 = 4\pi r^2 E \quad (20)$$

Дар ин чо:  $r$  – масофаи ҷирм то Замин бо сантиметрҳо ҳисоб карда мешаванд. Ҳар сония камшавии массаи ситора ва ё Офтоб бо формулаи зерин ҳисоб карда мешаванд.

$$\Delta M = \frac{E_o}{C^2} \quad (21)$$

Дар ин чо:  $C = 3 \cdot 10^{10} \frac{см}{с}$  суръати рӯшноӣ,  $E_o$  – бо Эрг дар як сония ва  $\Delta M$  – бо г/с ҳисоб карда мешаванд.

Барои дурусттар ба моҳияти формулаҳои дар боло зикр гардида маълумот пайдо кардан, яқинд методикаи ҳалли масъалаҳоро ҳал карда нишон медиҳем.

**Масъалаи 3.** Дарозии мавҷе, ки ба максимуми энергияи афканишоти ҷисми мутлақ сиёҳ мувофиқ меояд  $\lambda_{\max} = 60000 \text{ \AA}$  аст. Ҳарорати ҷисм ёфта шавад.

Дода шуда аст: $\lambda_{\max} = 60000 \text{ \AA}$ $K' = 2897 \cdot 10^4 \text{ \AA} \cdot град$ <hr style="border: 0.5px solid black;"/> $T = ?$	Ҳал: Барои ёфтани ҳарорати ҷисми мутлақи сиёҳ аз рӯи формулаи қонуни Вин истифода мебарем. $\lambda_{\max} (\text{\AA}) = \frac{2897}{T} \quad (1)$ $T = \frac{2897}{\lambda_{\max}} \quad (2)$
---	---

Ба формулаи (2) қиматҳои дар шарти масъала овардашударо гузошта ҳисоб мекунем.

$$T = \frac{2897}{\lambda_{\max}} = \frac{2897 \cdot 10^4 \cdot A^0 \cdot K}{60000A^0} = 0,048 \cdot 10^4 = 480K$$

**Ҷавоб:**  $T = 480K$

**Масъалаи 4.** Сатҳи Офтоб аз рӯи ҳосиятҳои ба ҷисми қомилан сиеҳ наздик ҳисобида, агар ҳарорати максималӣ дар дарозии мавҷи 0,48мкм бошад, ҳарорати сатҳи офтоб ва тавоноии радиатсияро барои воҳиди сатҳ муайян кунед.

<p>Дода шуда аст:</p> $\lambda = 0,48 \text{ мкм} = 48 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ $\epsilon = 2900 \text{ К} \cdot \text{мкм} = 29 \cdot 10^{-4} \text{ К} \cdot \text{м}$ $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$ <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p><math>T = ? \quad R = ?</math></p>	<p>Ҳал:</p> <p>Барои ёфтани ҳарорати ҷисми мутлақи сиеҳ аз рӯи формулаи қонуни Вин истифода мебарем.</p> $\lambda_{\max} = \frac{\epsilon}{T} \quad (1)$ $T = \frac{\epsilon}{\lambda_{\max}} \quad (2)$
---	--

Ба формулаи (2) қиматҳои дар шарт масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$T = \frac{\epsilon}{\lambda_{\max}} = \frac{29 \cdot 10^{-4}}{48 \cdot 10^{-8}} = 0,6 \cdot 10^4 \text{ К} = 6000 \text{ К}$$

Акнун барои ёфтани тавоноии афканишоти Офтоб дар воҳиди масоҳат аз қонуни Стефан –Болсман истифода бурда ҳисоб мекунем:

$$R = \sigma \cdot T^4 \quad (3)$$

$$R = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (6 \cdot 10^3)^4 = 7348 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{12} = 7,35 \cdot 10^6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

**Масъалаи 5.** Даври гардиши ситораи дугона 100 сол аст. Нимтираи қалони мадори зоҳириаш  $a = 2,0''$  ва параллаксаш бошад  $\pi = 0,05''$  аст. Ситораҳо аз маркази қуллии массаҳо дар масофае воқеъ мебошанд,

ки ҳамчун  $\frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{4}$  нисбат доранд. Ҳосили ҷамъи массаҳо ва массаи ҳар

қадом ситораҳоро алоҳида муайян кунед.

Дода шуда аст:	Хал:
$a = 2,0''$	Аввалан нимтирай калони ситораро аз формулаи
$\pi = 0,05''$	зерин муайян мекунем $a = \frac{a''}{\pi''}$ (1)
$\frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{4}$	$a = \frac{a''}{\pi''} = \frac{2,0}{0,05} = 40$ в.а
$T = 100$ сол	Мувофиқи қонуни умуми кардашудаи Кеплер
$M_1 + M_2 = ?$	ҳосили массаи компентҳои ситораҳоро чунин
$M_1 = ?$	менавсем. $M_1 + M_2 = \frac{a^3}{T^2}$ (2)
$M_2 = ?$	Қиматҳои дар шарти масъала овардашударо дар
формулаи (2) гузошта ҳисоб мекунем.	

$$M_1 + M_2 = \frac{a^3}{T^2} = \frac{(40)^3}{(100)^2} = \frac{64000}{10000} = \frac{64}{10} = 6,4$$

Агар алокаи масофаи  $a_1$  ва  $a_2$  – компонентҳои ҷуфтӣ ситораҳо аз маркази массаҳои умумӣ маълум бошад, он гоҳ формулаи оро чунин менавсем.

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_2}{a_1} \quad (3)$$

Қиматҳоро дар формулаи (3) гузошта ҳисоб мекунем.

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{1}{4} \quad (4)$$

$$M_1 = M_2 \cdot \frac{1}{4} \quad (5)$$

Қимати формулаи (5) ро ба формулаи (2) мегузorem.

$$M_2 \cdot \frac{1}{4} + M_2 = 6,4;$$

$$M_2 \left( \frac{1}{4} + 1 \right) = 6,4;$$

$$M_2 \frac{5}{4} = 6,4;$$

$$M_2 = \frac{6,4}{1,25} = 5,12$$

Инчунин барои ёфтани кимати  $M_1$ - аз формулаи (2) истифода мебарем.

$$M_1 + M_2 = 6,4;$$

$$M_1 + 5,12 = 6,4;$$

$$M_1 = 6,4 - 5,12 = 1,28$$

**Ҷавобҳо:**  $M_1 + M_2 = 6,4$ ;  $M_2 = 5,12$ ;  $M_1 = 1,28$ ;

**Масъалаи 6.** Агар қутри як ситораи фавқулазими сурх аз қутри Офтоб дида  $D_c = 300D_o$  маротиба ва массааш  $M_c = 30M_o$  маротиба калон бошад, зичии вай чӣ қадар аст?

Дода шуда аст:

$$D_c = 300D_o$$

$$M_c = 30M_o$$

$$\rho_c = ?$$

(1)

чунин менавсем.  $V = \frac{4}{3} \cdot \pi R^3$  (2) Ба (1) мегузorem.

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3} \cdot \pi R^3} = \frac{3M}{4\pi R^3} \quad (3)$$

Формулаи (3)- ро дар ду ҳолат менависем. Барои ситора ва Офтоб

$$\rho_c = \frac{3M_c}{4\pi R_c^3} = \frac{3M_c}{4\pi \left(\frac{D_c}{2}\right)^3} = \frac{3M_c \cdot 8}{4\pi D_c^3} \quad (4)$$

$$\rho_o = \frac{3M_o}{4\pi R_o^3} = \frac{3M_o}{4\pi \left(\frac{D_o}{2}\right)^3} = \frac{3M_o \cdot 8}{4\pi D_o^3} \quad (5)$$

Нисбати формулаи (4) - ро ба формулаи (5) мегирем:

$$\frac{\rho_c}{\rho_o} = \frac{\frac{24M_c}{4\pi D_c^3}}{\frac{24M_o}{4\pi D_o^3}} = \frac{24M_c}{4\pi D_c^3} \cdot \frac{4\pi D_o^3}{24M_o} = \frac{M_c \cdot D_o^3}{M_o \cdot D_c^3} \quad (6)$$

Ба формулаи (6) қиматҳои дар шартҳои масъала овардашударо гузошта ҳисоб мекунем.

$$\frac{\rho_c}{\rho_o} = \frac{M_c \cdot D_o^3}{M_o \cdot D_c^3} = \frac{30M_o \cdot D_o^3}{M_o \cdot (300D_o)^3} = \frac{30}{27 \cdot 10^6} = 1,12 \cdot 10^{-6} \quad ;$$

$$\frac{\rho_c}{\rho_o} = 1,12 \cdot 10^{-6} ;$$

$$\rho_c = 1,12\rho_o = 1,12 \cdot 1,41 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 = 1,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

**Ҷавоб:**  $\rho_c = 1,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

**Масъалаи 7.** Ҳарорати ситораи Бетелгейзе (Байт-ул-ҷавзо) (алфа - Орион) -ро муайян кунед, агар диаметри кунҷии он  $\rho = 0'',023$  бошад

ва энергияи  $E = 7,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{кал}}{\text{см}^2}$  дар ҳар дақиқа аз он ба Замин расад.

Дода шуда аст:

$$\rho = 0'',023$$

$$E = 7,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{кал}}{\text{см}^2}$$

Ҳал:

Аз формулаи қонуни Стефан – Болсман

истифода бурда ҳарорати ситораро миебем:

$$T = ? \qquad T = 58,644 \sqrt{\frac{E}{\sigma \cdot \rho^2}} \quad (1)$$

Дар ин ҷо:  $\rho$  – бо сонияҳои камон,  $E$  – бо калория дар  $\text{см}^2$  дар як дақиқа, пас мо  $\rho$  – ро дар дақиқаҳои камон ( $1'$ ),  $E$  – дар 1 сония ифода

карда, доимии Стефан – Болсманро  $\sigma = 1,37 \cdot 10^{-12} \frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \cdot \text{сон} \cdot \text{град}^4}$

баробар бошад.

$$\begin{aligned} T &= 58,644 \sqrt{\frac{E}{\sigma \cdot \rho^2}} = 58,644 \sqrt{\frac{7,7 \cdot 10^{-11} \cdot (60)^2}{60 \cdot 1,37 \cdot 10^{-12} \cdot (0,023)^2}} = \\ &= 58,644 \sqrt{\frac{27720 \cdot 10^{-11}}{434,838 \cdot 10^{-16}}} = 58,644 \sqrt{63747878} = \\ &= 58,64 \cdot \sqrt{63747878} \cdot \sqrt{63747878} = 58,64 \cdot 7984,23 \cdot 7984,23 = \\ &= 3,7 \cdot 10^9 K \end{aligned}$$

**Ҷавоб:**  $T = 3,7 \cdot 10^9 K$

**Масъалаи 8.** Ситораи дукуша  $\alpha$  – Кентаври давраи мадораш  $T = 79$  сол аст. Тири меҳварии мадор  $a'' = 17,6''$  ва параллакси солона  $\pi'' = 0,75''$  мебошад. Ҷамъи массаҳо ва массаи ҷузъҳои ситораро

алоҳида муайян кунед, агар онҳо аз маркази масса дар масофаи  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{3}{4}$

ҷойгир бошанд.

Дода шуда аст:

$$a'' = 17,6''$$

$$\pi'' = 0,75''$$

$$\frac{a_1''}{a_2''} = \frac{3}{4}$$

Ҳал:

Аввалан нимтираи калони ситораро аз формулаи

$$\text{зерин муайян мекунем.} \quad a = \frac{a''}{\pi''} \quad (1)$$

$$a = \frac{a''}{\pi''} = \frac{17,6''}{0,75''} = 23,5 \quad \text{в.а}$$

$$T = 79$$

$$M_1 + M_2 = ?$$

Мувофиқи қонуни умумикардашудаи Кеплер

ҳосили

массаи компентҳои ситораҳоро чунин

$$M_1 = ? \quad \text{менавсем.} \quad M_1 + M_2 = \frac{a^3}{T^2} \quad (2)$$

$M_2 = ?$  Қиматҳои дар шарти масъала овардашударо дар формулаи (2) гузошта ҳисоб мекунем.

$$M_1 + M_2 = \frac{a^3}{T^2} = \frac{(23,5)^3}{(79)^2} = \frac{12977,875}{6241} = 2,1$$

$$M_1 + M_2 = 2,1$$

Агар таносуби масофаи  $a_1$  ва  $a_2$  – кампанентҳои чуфтӣ ситораҳо аз маркази массаҳои умумӣ маълум бошад, он гоҳ формулаи онро чунин менавсем.

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_2''}{a_1''} \quad (3)$$

Қиматҳоро дар формулаи (3) гузошта ҳисоб мекунем.

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_2''}{a_1''} = \frac{4}{3} \quad (4)$$

$$M_1 = M_2 \cdot \frac{4}{3} \quad (5)$$

Қимати формулаи (5) ро ба формулаи (2) мегузорем.

$$M_2 \cdot \frac{4}{3} + M_2 = 2,1;$$

$$M_2 \left( \frac{4}{3} + 1 \right) = 2,1;$$

$$M_2 \frac{7}{3} = 2,1;$$

$$M_2 = \frac{7}{6,3} = 1,2$$

Инчунин барои ёфтани қимати  $M_1$ - аз формулаи (2) истифода мекунем.

$$M_1 + M_2 = 2,1;$$

$$M_1 + 1,2 = 2,1 ;$$

$$M_1 = 1,2 = 2,1 - 1,2 = 0,9 ;$$

**Ҷавобҳо:**  $M_1 + M_2 = 2,1; M_2 = 1,2; M_1 = 0,9;$

**Масъалаи 9.** Агар равшаноии Симоки Ромех  $L_C = 100L_{\oplus}$  ва ҳарораташ  $T_C = 4500 K$  бошад, вай аз Офтоб чанд маротиба калон аст?

Ҳарорати сатҳи Офтобро  $T_{\oplus} = 4500 K$  қабул кунед.

Дода шуда аст:

$$L_C = 100L_{\oplus}$$

$$T_C = 4500 K$$

$$T_{\oplus} = 4500 K$$

$$\frac{r_C}{r_{\oplus}} = ?$$

Ҳал:

Яке аз хусусиятҳои фарқкунандаи ситораҳо аз

дигар ҷирмҳои осмонӣ аз параметрии

физиқиашон вобастагӣ дорад. Мувофиқи

қонуни Стефан –Болсман нурафкани ҷисми мутлақи

сиёҳ ба дараҷаи чоруми ҳарорат мутаносиби роста аст. Формулаи онро дар шакли зерин менавсем:

$$R = \sigma \cdot T^4 \quad (1)$$

Аз тарафи дигар интензивияти рӯшноӣ ба энергия чунин вобастагӣ

дорад.  $R = \frac{L}{st}$  (2) азбаски сайёраҳо курашакл аст, масоҳати кура

чунин формула дорад.  $s = 4\pi r^2$  (3).

Дар асоси формулаи (1), (2) ва (3) чунин таносуб ҳосил мекунем:

$$L = R \cdot s \cdot t = 4\sigma \cdot T^4 \cdot \pi \cdot r^2 \quad (4)$$

Ин формуларо дар ду ҳолат менавсем.

$$L_C = 4\sigma \cdot T_C^4 \cdot \pi \cdot r_C^2 \quad (5)$$

$$L_{\oplus} = 4\sigma \cdot T_{\oplus}^4 \cdot \pi \cdot r_{\oplus}^2 \quad (6)$$

Нисбати формулаи (5) ва (6) - ро мегирем:

$$\frac{L_C}{L_{\oplus}} = \frac{4\pi\sigma \cdot T_C^4 \cdot r_C^2}{4\pi\sigma \cdot T_{\oplus}^4 \cdot r_{\oplus}^2} = \frac{T_C^4 \cdot r_C^2}{T_{\oplus}^4 \cdot r_{\oplus}^2} \quad (7)$$

Дар натиҷа чунин формуларо ҳосил мекунем:

$$\frac{L_C}{L_{\oplus}} = \frac{T_C^4 \cdot r_C^2}{T_{\oplus}^4 \cdot r_{\oplus}^2} \quad (8)$$

Қиматҳои дар шарти масъала додашударо дар формулаи (8) гузошта ҳисоб мекунем:

$$\frac{100L_{\oplus}}{L_{\oplus}} = \frac{T_C^4 \cdot r_C^2}{T_{\oplus}^4 \cdot r_{\oplus}^2};$$

$$\frac{r_C^2}{r_{\oplus}^2} = \frac{100 \cdot T_C^4}{T_{\oplus}^4};$$

$$\frac{r_C}{r_{\oplus}} = \sqrt{\frac{100 \cdot T_{\oplus}^4}{T_C^4}} = 10 \frac{T_{\oplus}^2}{T_C^2} = \frac{360 \cdot 10^6}{20,25 \cdot 10^6} = 17,77 \approx 18$$

$$r_C \approx 18r_{\oplus}$$

**Ҷавоб:**  $r_C \approx 18r_{\oplus}$

**Масъалаи 10.** Агар параллакси Ричл ба  $\pi = 0,0069''$  ва қадри зоҳирии ситоравии он  $m = 0,34^m$  бошад, равшаноии Ричл аз равшаноии Офтоб чанд маротиба зиёд аст?

Дода шуда аст:

$$\pi = 0,0069''$$

$$m = 0,34^m$$

$$L = ?$$

Ҳал:

Барои муайян кардани қадри мутлақи ситора аз

формулаи вобастаги қадри зоҳири ситора аз

параллакси он чунин менавсем:

$$M = m + 5 + 5Lg\pi \quad (1)$$

Ба формулаи (1) қиматҳои дар шарти масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$M = m + 5 + 5Lg\pi = 0,34 + 5 + 5Lg0,0069 = 5,34 + 5 \cdot (-2,16) = 5,34 - 10,8 = -5,46^m$$

Акнун формулаи равшанноки ситораҳоро аз рӯи қадри зоҳири он бо формулаи зерин ифода мекунем:

$$\lg \frac{L_1}{L_2} = 0,4(M_2 - M_1) \quad (2)$$

Аз сабабе, ки дар шарти масъала равшаноки ситораро нисбат ба равшаноки Офтоб ҳисоб карда шавад  $L_{\oplus} = 1$  қабул карда, формулаи (2) -ро дар шакли зерин менавсем:

$$\lg L = 0,4(M_{\oplus} - M) \quad (3)$$

Формулаи (4) равшаноки ситора нисбат ба равшаннокии Офтоб муайян карда мешавад, ки дар ин ҷо  $M_{\oplus} = 4,70^m$  баробар аст:

$$\lg L = 0,4(M_{\oplus} - M) = 0,4(4,70 - (-5,46)) = 0,4(4,70 + 5,46) = 0,4 \cdot 10,16 = 4,064$$

$$\lg L = 4,064 ;$$

$$L = 10^{4,064} = 11588 ;$$

**Ҷавоб:**  $M = -5,46^m ; L = 11588 ;$

**Масъалаи 11.** Ҳарорати ситораи  $\varepsilon$  Гераклро ҳисоб намоед, агар нишондиҳандаи ранги ситора ба  $C = 0^m,00$  баробар бошад.

Дода шуда аст:

$$C = 0^m,00$$

$$T = ?$$

Ҳал:

Барои муайян кардани ҳарорати ситораи Геракл аз

формулаи вобастагии нишондиҳандаи ранги ситора аз

ҳарорат истифода бурда, дар шакли зерин менавсем:

$$T = \frac{7200}{C + 0,^m65} \quad (1)$$

Дар ин ҷо:  $C$  – нишондиҳандаи ранги ситора мебошад, ки барои ҳар як ситора киматҳои гуногунро қабул мекунад:

$$T = \frac{7200}{C + 0,^m65} = \frac{7200}{0,00 + 0,65} = \frac{7200}{0,65} = 11077^0$$

**Ҷавоб:**  $T = 11077^0$

**Масъалаи 12.** Ҳарорати фотосфераи Офтоб ба  $T = 6000^0$  баробар аст. Нишондиҳандаи ранги Офтоб, дарози мавҷи ва тавоноии интенсияти Офтобро дар воҳиди масоҳати сатҳ муайян намоед.

Дода шуда аст:

$$T = 6000^0$$

$$v = 2897 \cdot 10^4 \text{ A}^0 \cdot \text{градус}$$

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$$

$$C = ? \quad \lambda = ? \quad E = ?$$

Ҳал:

Аз формулаи вобастагии нишондиҳандаи

ранги ситора аз ҳарорати он истифода

бурда муайян мекунем:

$$T = \frac{7200}{C + 0,^m65} \quad (1)$$

$$T(C + 0,65) = 7200 \quad (2)$$

$$T \cdot C + T \cdot 0,65 = 7200 \quad (3)$$

$$T \cdot C = 7200 - T \cdot 0,65 \quad (4)$$

$$C = \frac{7200 - T \cdot 0,65}{T} \quad (5)$$

Ба формулаи (5) киматҳои дар шартӣ маъсала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$C = \frac{7200 - T \cdot 0,65}{T} = \frac{7200 - 6000 \cdot 0,65}{6000} = \frac{7200 - 3900}{6000} = \frac{3300}{6000} = 0,55$$

Сипас барои муайян кардани дарозии мавҷ вобаста ба ҳарорат аз формулаи қонуни Вин истифода бурда дар чунин шакл менавсем:

$$T = \frac{2897 \cdot 10^4}{\lambda_{\max}} \quad (6) \quad \lambda_{\max} = \frac{2897 \cdot 10^4}{T} \quad (7)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{2897 \cdot 10^4}{T} = \frac{2897 \cdot 10^4 A^0 \cdot \text{градус}^4}{6000 \text{градус}^4} = 0,4828 \cdot 10^4 A^0 = 4828 A^0$$

Аз рӯи натиҷаҳои дар боло ҳосилкардашуда тавоноии интенсияти Офтобро дар ҳарорати 6000 градус ҳамчун қисми мутлақ сиёҳ қабул карда ҳисоб мекунем. Аз қонуни Стефан –Болсман истифода мебарем, ки формулаи онро чунин менавсем:

$$E_0 = \sigma \cdot T^4 \quad (8)$$

$$E_0 = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (6000)^4 = 7348,32 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{12} = 73,5 \frac{MBm}{m^2}$$

Агар тавоноии интенсияти Офтоб дар воҳиди масоҳати сатҳ афтад он гоҳ чунин ифода мекунем:  $E = E_0 \cdot S$  (9)

Формулаи масоҳати сатҳи қураро чунин ифода мекунем:

$$S = 4\pi r^2 \quad (10)$$

$$E = E_0 \cdot 4\pi r^2 = 73,5 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 49 \cdot 10^{16} = 45 \cdot 10^{25} \frac{J}{c}$$

**Ҷавоб:**  $C = 0,55$ ;  $\lambda = 4828 A^0$ ;  $E = 45 \cdot 10^{25} \frac{J}{c}$ ;

**НАМУНАИ МАСЪАЛАҲОИ ТЕСТӢ ОИД БА ҚОНУНИ СТЕФАН –  
БОЛСМАН. ҚОНУНИ ҚОЙИВАЗКУНИИ ВИН. ФОРМУЛАИ  
РЕЛЕЙ – ЧИНС. ТАБИАТИ ФИЗИКИИ ОФТОБ ВА СИТОРАҲО**

2.1. Нурафшони энергетикаи чисми сиёҳ хангоми аз  $T_1 = 700\text{ K}$  то  $T_2 = 21000\text{ K}$  тағйир ёфтани ҳарорати ваи чӣ қадар меафзояд? Доимии

Стефан – Болсманро  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$  қабул намоед.

A)  $\frac{R_2}{R_1} = 81;$

B)  $\frac{R_2}{R_1} = 85;$

C)  $\frac{R_2}{R_1} = 88;$

D)  $\frac{R_2}{R_1} = 83;$

E)  $\frac{R_2}{R_1} = 84;$

2.2. Нурафшони энергетикаи ситораи сафеди таснифоташ А-ро ёбед, агар ҳарорати атмосфераи он  $T = 10000\text{ K}$  бошад? Доимии Стефан –

Болсманро  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$  қабул намоед.

A)  $R = 567 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2};$

B)  $R = 467 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2};$

C)  $R = 367 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2};$

D)  $R = 767 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2};$

Е)  $R = 867 \frac{MBm}{M^2}$ ;

2.3. Энергияи кванти нурафкании гамма – нурҳоро, ки дарозии мавҷашон  $\lambda = 0,1nm$  аст, ёбед?

А)  $\lambda = 2 \cdot 10^{-15} \text{ Ч}$  ;

В)  $E = 4 \cdot 10^{-12} \text{ Ч}$  ;

С)  $E = 6 \cdot 10^{-12} \text{ Ч}$  ;

Д)  $E = 8 \cdot 10^{-12} \text{ Ч}$  ;

Е)  $E = 10 \cdot 10^{-12} \text{ Ч}$  ;

2.4. Ҳарорати манбаи рӯшноӣ бояд чӣ қадар бошад, то ки максимуми энергияи нурафканӣ бо нурафкании рентгенӣ, ки дарозии мавҷаш  $\lambda = 30nm$  мебошад, мувофиқ ояд?

А)  $T = 96650 \text{ К}$  ;

В)  $T = 9640 \text{ К}$  ;

С)  $T = 96670 \text{ К}$  ;

Д)  $T = 96680 \text{ К}$  ;

Е)  $T = 10000 \text{ К}$  ;

2.5. Нурафшонии энергетикаи ситораи кабудӣ таснифи спектралӣ 0, ки ҳарорати атмосферааш  $T_1 = 30000 \text{ К}$  аст, ва нисбат ба нурафкании энергетикаи ситораи зард, ки таснифоти спектралӣ G дорад ва ҳарорати атмосферааш  $T_2 = 6000 \text{ К}$  мебошад, чанд маротиба зиёд аст?

А)  $\frac{R_1}{R_2} = 625$  маротиба;

В)  $\frac{R_1}{R_2} = 627$  маротиба;

С)  $\frac{R_1}{R_2} = 629$  маротиба;

Д)  $\frac{R_1}{R_2} = 631$  маротиба;

Е)  $\frac{R_1}{R_2} = 640$  маротиба;

2.6. Энергияи ситораи зарди таснифоти спектралаш G (мисол, Офтоб) аз сатҳи масоҳаташ  $1 \text{ м}^2$  дар як сония меафканад, муайян кунед. Агар ҳарорати сатҳи вай  $T = 6000 \text{ К}$  бошад?

А)  $E = 73,40 \text{ МҶ}$ ;

В)  $E = 73,42 \text{ МҶ}$ ;

С)  $E = 73,46 \text{ МҶ}$ ;

Д)  $E = 73,48 \text{ МҶ}$ ;

Е)  $E = 73,49 \text{ МҶ}$ ;

2.7. Дарозии мавҷи энергияи максималии дар спектри ситораи нилгуни таснифоти спектралаш К ба он мувофиқ ояндаро муайян намоед, агар ҳарорати атмосфераи вай  $T = 4000 \text{ К}$  бошад. Дар кадом қисми спектри нурафкании электромагнитӣ чунин мавҷ мебошад?

А)  $\lambda_{\text{мак}} = 722 \text{ нм}$  ;

В)  $\lambda_{\text{мак}} = 724 \text{ нм}$  ;

С)  $\lambda_{\text{мак}} = 726 \text{ нм}$  ;

Д)  $\lambda_{\text{мак}} = 728 \text{ нм}$  ;

Е)  $\lambda_{\text{мак}} = 730 \text{ нм}$  ;

2.8. Ҳарорати қисми сиёҳ  $300 \text{ К}$  мебошад. Нурафкании энергетикаи чунин қисмро ёбед?

А)  $R = 459 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$  ;

В)  $R = 459,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$  ;

С)  $R = 459,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$  ;

Д)  $R = 459,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$  ;

Е)  $R = 460 \frac{Вт}{м^2}$ ;

2.9. Дарозии мавче, ки максимуми энергия дар спектри ситораи сафеди таснифи спектралаш А ба вай мувофиқ аст, ёфта шавад. Агар ҳарорати атмосфераи вай  $T = 15000 K$  бошад. Дар кадом спектри нурафканӣ чунин мавҷ меҳобад?

А)  $\lambda_{мак} = 193$  нм;

В)  $\lambda_{мак} = 196$  нм;

С)  $\lambda_{мак} = 199$  нм;

Д)  $\lambda_{мак} = 210$  нм;

Е)  $\lambda_{мак} = 220$  нм;

2.10. Нурафкании ситораи кабудӣ таснифаш О – ро муайян намоед, агар ҳарорати атмосфераи вай  $T = 30000 K$  бошад. Доимии Стефан –

Болсманро  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Вт}{м^2 \cdot K^4}$  қабул намоед?

А)  $R = 46 \frac{ГВт}{м^2}$ ;

В)  $R = 67 \frac{ГВт}{м^2}$ ;

С)  $R = 49 \frac{ГВт}{м^2}$ ;

Д)  $R = 86 \frac{ГВт}{м^2}$ ;

Е)  $R = 60 \frac{ГВт}{м^2}$ ;

2.11. Дарозии мавҷи ба максимуми энергияи спектри ситораи сурхи таснифоти спектралаш М мувофиқро муайян намоед, агар ҳарорати атмосфераи он  $T = 3000 K$  бошад. Доимии Винро  $v = 2,898 \cdot 10^{-3} м \cdot K$  қабул намоед?

А)  $\lambda_{мак} = 966$  нм;

В)  $\lambda_{\text{мак}} = 699$  нм;

С)  $\lambda_{\text{мак}} = 965$  нм;

Д)  $\lambda_{\text{мак}} = 968$  нм;

Е)  $\lambda_{\text{мак}} = 220$  нм;

2.12. Энергияи дар 6 дақиқа аз сатҳи  $1 \text{ см}^2$  –и ҷисми мутлақ сиёҳ ҳарораташ  $T = 1000 \text{ К}$  афкандашударо муайян намоед?

А)  $W = 2.6$  кҶ;

В)  $W = 3.6$  кҶ;

С)  $W = 2.1$  кҶ;

Д)  $W = 4.6$  кҶ;

Е)  $W = 3.2$  кҶ;

2.13. Дарозии мавҷе, ки ба максимуми энергияи афканишоти ҷисми мутлақ сиёҳ мувофиқ меояд  $\lambda_{\text{мак}} = 6$  мкм аст. Ҳарорати ҷисм ёфта шавад?

А)  $T = 494$  К;

В)  $T = 481$  К;

С)  $T = 474$  К;

Д)  $T = 464$  К;

Е)  $T = 454$  К;

2.14. Сели афканиши ҷисми мутлақи сиёҳ чӣ тавр ва бо кадом андоза тағйир меёбад, агар максимуми энергияи афканиш аз ҳудуди сурх ( $\lambda = 780$  нм) то ҳудуди ултрабунафши он ( $\lambda = 390$  нм) ҷой иваз кунад.

А)  $\frac{R_2}{R_1} = 12$  маротиба;

В)  $\frac{R_2}{R_1} = 14$  маротиба;

С)  $\frac{R_2}{R_1} = 16$  маротиба;

D)  $\frac{R_2}{R_1} = 18$  маротиба;

E)  $\frac{R_2}{R_1} = 19$  маротиба;

2.15. Сели афканиши қисми мутлақ сиёҳ  $\Phi = 10$  кВт аст ва максимуми энергияи афканиш ба дарозии мавҷи  $\lambda = 0,8$  мкм мувофиқ меояд. Масоҳати қисми шуоафкананда ёфта шавад?

A)  $s = 22\text{см}^2$ ;

B)  $s = 13\text{см}^2$ ;

C)  $s = 16\text{см}^2$ ;

D)  $s = 14\text{см}^2$ ;

E)  $s = 12\text{см}^2$ ;

2.16. Ҳарорати қисми мутлақ сиёҳ  $T_1 = 500\text{K}$  аст. Ҳарорати  $T_2$  чӣ гуна хоҳад шуд, агар ҳангоми гармшавӣ сели афканиш 5 маротиба афзояд?

A)  $T = 750$  К;

B)  $T = 755$  К;

C)  $T = 760$  К;

D)  $T = 765$  К;

E)  $T = 770$  К;

2.17. Агар аз суроҳии масоҳаташ  $s = 6,1\text{см}^2$ , гармкнак дар 1 сония 8,28 калория энергия афканад, ҳарорати он чӣ қадар аст. Гармкунакро қисми мутлақи сиёҳ ҳисоб намоед?

A)  $T = 999$  К;

B)  $T = 1000$  К;

C)  $T = 1001$  К;

D)  $T = 1002$  К;

E)  $T = 1003$  К;

2.18. Агар қисми мутлақ сиёҳ ба ҳарорати бадани одам  $37^0\text{C}$  баробар бошад, максимуми энергияи афканиши он ба кадом дарозии мавҷ мувофиқ меояд?

A)  $\lambda = 5.35$  мкм;

B)  $\lambda = 6.35$  мкм;

C)  $\lambda = 7.35$  мкм;

D)  $\lambda = 8.35$  мкм;

E)  $\lambda = 9.35$  мкм

2.19. Дарозии мавҷе, ки ба максимуми энергияи афканиши ҷисми мутлақ сиёҳ мувофиқ меояд,  $\lambda = 0,44$  мкм аст. Нурафкани энергияи сатҳи ҷисми ёфта шавад?

A)  $R = 35,4 \frac{MBm}{m^2}$ ;

B)  $R = 33,4 \frac{MBm}{m^2}$ ;

C)  $R = 45,4 \frac{MBm}{m^2}$ ;

D)  $R = 65,4 \frac{MBm}{m^2}$ ;

E)  $R = 55,4 \frac{MBm}{m^2}$ ;

2.20. Нишондиҳандаи ранги ситораҳои азим, ки ба ҳарорати  $T = 5400 - 2900$  рост меояд, дар кадом ҳудуд меҳобад?

A) аз -0,21 то +1,15;

B) аз +0,65 то +1,85;

C) аз -0,91 то +1,15;

D) аз -0,21 то +2,15;

E) аз -0,91 то +1,75;

2.21. Нишондиҳандаи ранги ситораҳои фавқулазим, ки ҳарораташон ба 21000 то 28000 рост меояд, дар кадом ҳудуд меҳобад?

A) аз -0,21 то +1,15;

B) аз +0,21 то -1,15;

C) аз -0,91 то +1,15;

D) аз -0,21 то +2,15;

E) аз -0,91 то +1,75;

2.22. Мувофиқи қонуни Вин максимуми афканишот дар ситораҳои азими тафсоии кабудӣ ҳарораташ  $T=29000$  К ба КАДОМ дарозии мавҷи зерин мувофиқ аст:

- A)  $\lambda = 1$  мкм (соҳаи инфрасурхи тайф);
- B)  $\lambda = 400$  нм (соҳаи кабудӣ тайфи дидашаванда);
- C)  $\lambda = 0,1$  мкм (соҳаи ултрабунафши тайф);
- D)  $\lambda = 0,01$  мкм (соҳаи ултрабунафши тайф);
- E)  $\lambda = 1$  мм (радиомавҷ);

2.23. Миқдори энергияи хориҷкардаи Офтобро дар муддат як соия ҳисоб намоед?

- A)  $3,84 \times 10^{25}$  Ҷ;
- B)  $3,84 \times 10^{26}$  Ҷ;
- C)  $3,84 \times 10^{22}$  Ҷ;
- D)  $3,84 \times 10^{18}$  Ҷ;
- E)  $3,84 \times 10^{28}$  Ҷ;

2.24. Ду ситораи нейтронӣ дар маркази массаи умумӣ дар муддати 7 соат давр мезананд. Дар кадом масофа онҳо ҷой доранд, агар массаи онҳо 1,4 маротиба аз массаи Офтоб зиёд бошад?

- A)  $4 \times 10^6$  м;
- B)  $7 \times 10^6$  м;
- C)  $3 \times 10^6$  м;
- D)  $9 \times 10^6$  м;
- E)  $13 \times 10^6$  м;

2.25. Даври гардиши ҷузъҳои ситораи каратии Шабоҳанг ( $\alpha$ -Қалби Акбар) дар атрофи маркази масса ба 50 сол ва нимтири калони мадорашон ба 20 в. а. баробар аст; Суммаи массаи ҷузъҳои ситораи каратиро нисбат ба массаи Офтоб ҳисоб намоед:

- A) 3,2;
- B) 32;
- C) 2,4;
- D) 4,15;
- E) 24;

2.26. Массаи умумии ситораи дугоники Капелларо ҳисоб намоед, нисбати массаи Офтоб, агар нимтири калони мадори онҳо ба 0,85 в. а. ва даври гардишашон ба 0,285 соли заминӣ баробар бошад;

- A) 0,15 массаи Офтоб;
- B) 0,50 массаи Офтоб;
- C) 7,5 массаи Офтоб;

D) 75 массаи Офтоб;

E) 0,75 массаи Офтоб;

2.27. Параллакси қўшаситора (ситораи дукўша)  $\alpha$  Цавзо ба  $0'',76$ , андозаи кунчи зоҳирии нимтири калонии мадор ба  $6'',06$  ва даври гардиши он ба  $306\text{сол}$  баробар аст. Массаи умумии ситораҳои дукўша ёфта шавад.

A) 5,5 массаи Офтоб;

B) 6,5 массаи Офтоб;

C) 7,5 массаи Офтоб;

D) 8,5 массаи Офтоб;

E) 7,5 массаи Офтоб;

2.28. Даври гардиши ситораи дукўшаи  $\varepsilon$  Шучоъ ба  $15,3\text{сол}$  ва параллакси он ба  $0'',002$  баробар аст. Нимтири калон ва массаи умумии ситораи дукўшаро ҳисоб кунед.

A)  $11,5\text{в.а}$  \_ 6,5 массаи Офтоб

B)  $10,5\text{в.а}$  \_ 6,5 массаи Офтоб

C)  $11,5\text{в.а}$  \_ 6,5 массаи Офтоб

D)  $10,5\text{в.а}$  \_ 6,5 массаи Офтоб

E)  $10,9\text{в.а}$  \_ 5,8 массаи Офтоб

### **БОБИ Ш. ФИШОРИ РЎШНОЙ. ЭФФЕКТИ КОМПТОН**

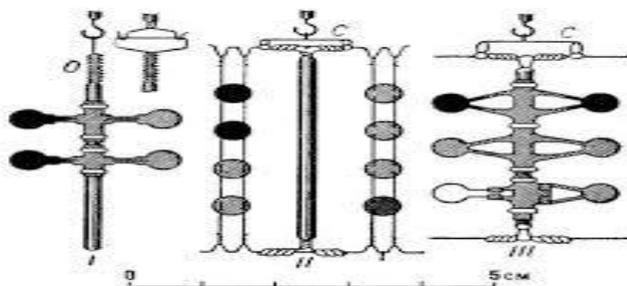
Фишори рӯшноӣ вақте рух медиҳад, ки як фотон (нури электромагнитӣ) бо як электрон дар як атом бархӯрд мекунад ва тамоми энергияи худро ба электрон интиқол медиҳад. Ин боиси хориҷ шудани электрон аз атом мегардад. Ин падида дар маводҳои бо атоми калон (масалан, йод, сурб ё устухон) бештар мушоҳида мешавад.

Фишори рӯшноӣ (photoelectric effect) аввалин бор дар соли 1887 аз ҷониби физики олмонӣ Генрих Рудолф Ҳерцс (Heinrich Rudolf Hertz) мушоҳида карда шуд. Вай ҳангоми таҷрибаҳои худ оид ба мавҷҳои радиояӣ, ба хулосае расид, ки агар нур (спектри ультрафиолет) ба электродҳои металлӣ, ки байни онҳо шиддати барқ мавҷуд аст, тобонида шавад, шиддати зарбаи барқӣ тағйир меёбад. Ҳамин тариқ, ӯ аввалин бор таъсири фишори рӯшноиро мушоҳида кард, ки дар он нур бо электрони атом бархӯрд мекунад ва боиси хориҷ шудани электрон аз сатҳи металлӣ мегардад.

Бо вучуди мушоҳидаи Ҳерцс, шарҳи амиқи механизми фишори рӯшноӣ танҳо дар соли 1905 тавассути Алберт Эйнштейн пешниҳод шуд. Вай пешниҳод кард, ки нур на танҳо мавҷи электромагнитӣ, балки инчунин квантаҳои энергия (фотонҳо) дорад, ки бо электрони атом бархӯрд мекунад ва боиси хориҷ шудани он мегарданд. Шарҳи Эйнштейн барои фишори рӯшноӣ асоси муҳими рушди назарияи квантии нур гардид. Ҳамин тариқ, ҳарчанд Ҳерцс аввалин шуда таъсири фишори рӯшноиро мушоҳида кард, шарҳи амиқи механизми он ва таъсири квантии нурро Алберт Эйнштейн пешниҳод намуд, ки барои ин кор дар соли 1921 Нобелевии физика гирифт.

Дар соли 1873, Максвелл дар доираи электродинамикаи классикии худ назарияи фишори рӯшноиро дод. Аввалин бор фишори рӯшноиро П.Н.Лебедев соли 1899 дар таҷриба таҳқиқ карда буд. Дар таҷрибаҳои ӯ дар зарфи эвакуатсияшуда дар риштаи тунуки нукура, тарозуи торсион боздошта шуд, ки ба дастҳои рокераш дискҳои тунуки аз слюда ва металлҳои гуногун васлшуда баста мешуданд. Мушкилии асосӣ фарқ кардани фишори рӯшноӣ дар заминаи қувваҳои радиометрӣ ва конвективӣ буд (қувваҳои, ки дар натиҷаи фарқияти ҳарорати гази атроф аз паҳлӯҳои равшан ва равшаннашуда ба вучуд меоянд). Илова бар ин, азбаски дар он замон насосҳои вакуумӣ, ки аз механикаи оддӣ механикӣ фарқ мекарданд, таҳия карда нашуда буданд, Лебедев наметавонист таҷрибаҳои худро дар шароити ҳатто миёна, мувофиқи таснифоти муосир, вакуум гузаронад.

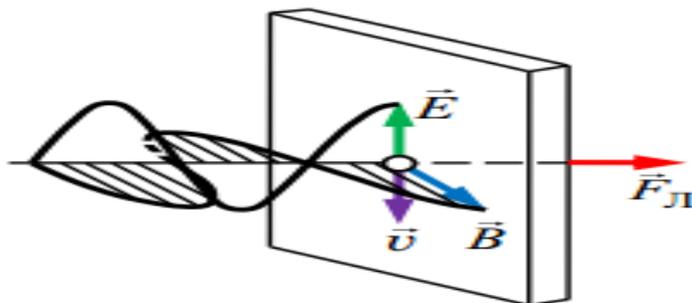
Лебедев бо навбат бо нурдиҳии пахлуҳои гуногуни болҳо қувваҳои радиометриро безарар намуда, бо назарияи Максвелл мувофиқан қаноатбахш ( $\pm 20\%$ ) ба даст овард. Баъдтар, солҳои 1907-1910, Лебедев таҷрибаҳои дақиқтар оид ба омӯзиши фишори рӯшноӣ дар газҳоро гузаронд ва инчунин бо назарияи мувофиқ қобили қабул ба даст овард. Дастгоҳи Лебедев оид ба муайян кардани фишори рӯшноӣ дар расми 1 нишон дода шудааст.



Расми  
1.

### Дастгоҳи Лебедев барои муайян кардани фишори рӯшноӣ

Бигзор сели нурбарории монохроматикӣ басомадаш  $\nu$  перпендикуляр ба сатҳ афтад. Агар дар 1с дар  $1\text{м}^2$ - и сатҳи қисм  $N$  фотонҳо афтад, он гоҳ ҳангоми коэффисиенти инъикос  $\rho$  будан, рӯшноӣ аз сатҳи қисм  $\rho N$  фотонҳоро инъикос менамояд ва  $(1 - \rho)N$  фотонҳоро – фуру мебарад.



Ҳар як фотони фурубардашуда ба сатҳ импульси  $p_\gamma$  ва ҳар як фотони инъикосшуда - импульси  $2p_\gamma$  медиҳад.

Фишори рӯшноӣ дар сатҳ ба импульсе, ки сатҳҳо дар 1с,  $N$  фотонҳоро медиҳад, баробар аст:

$$p = \frac{2hv}{c} \rho N + \frac{hv}{c} (1 - \rho) N = (1 + \rho) \frac{hv}{c} N. \quad (1)$$

Равшаннокии энергетикии сатҳ чунин мешавад:  $Nh\nu = E_e$  (энергияи хамаи фотонҳое, ки дар воҳиди вақт ба воҳиди сатҳ меафтад). Зичии ҳаҷми энергияи нурбарорӣ:

$$w = \frac{E_e}{c} \quad (2)$$

$$p = \frac{E_e}{c} (1 + \rho) = w(1 + \rho) \quad (3)$$

Формулаи гази фотонии изотропӣ бо зичии энергияи  $w$  ва фишор меорад:

$$p = \frac{1}{3} w \quad (4)$$

Аз ҷумла, агар гази фотон дар мувозинат бошад (радиатсияи ҷисми қомилан сиёҳ) бо ҳарорати  $T$ , пас фишори онро чунин навиштан мумкин аст:

$$p = \left( \frac{\pi^2 \cdot K^4}{45 \cdot c^3 \cdot \hbar^3} \right) \cdot T^4 = \sigma T^4 \quad (4)$$

**Мухаррикҳои кайҳонӣ:** Мухаррикҳои кайҳонӣ — ё мухаррикҳои ракетӣ — дастгоҳҳои мебошанд, ки барои ҳаракат додани объектҳо дар фазо, аз қабилҳои ракетҳо, моҳвораҳо ва киштиҳои кайҳонӣ, истифода мешаванд. Фарзияи парвоз дар кайҳон бо истифода аз бодбонии офтобӣ солҳои 20-уми асри XX дар Россия ба миён омада, ба яке аз пешравони соҳаи ракетасозӣ **Фридрих Зандер** тааллуқ дорад, ки аз зарбаи нури офтоб - фотонҳо импульс дорад ва онро ба ҳама гуна равшани медихад.

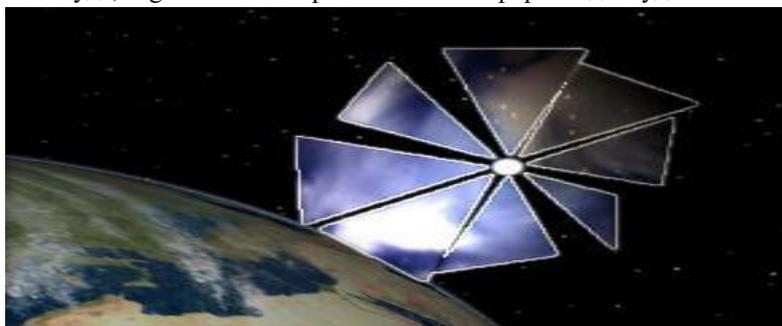
Фишори нури офтоб нисбатан хурд аст (дар мадори Замин – тақрибан  $p = 9 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$  ва мутаносибан ба квадрати масофа аз Офтоб кам мешавад [1]). Масалан, қувваи умумии ба бодбонии офтобӣ 800 x 800 метр таъсиркунанда тақрибан 5 Нютонро дар масофаи Замин аз Офтоб ташкил медиҳад. Киштии офтобӣ метавонад муддати тӯлонӣ номаҳдуд кор кунад ва истеъмоли моеи кориро умуман талаб намекунад ва аз ин рӯ, дар баъзе ҳолатҳо истифодаи он метавонад афзалтар бошад. Аммо, то имрӯз ҳеҷ кадоме аз киштиҳои кайҳонӣ аз сабаби ниҳоят паст будани ҳаракат бодбонии офтобиро ҳамчун мухарриқи асосӣ истифода накардааст.

Киштии кайҳонӣ бо истифода аз бодбонҳои офтобӣ Олимони шӯравӣ нақшаи ба эътидол овардани радиатсионӣ-ҷозибавии киштии кайҳониро дар асоси истифодаи бодбонии офтобӣ ихтироъ карданд. Аввалин ҷобачогузори бодбонии офтобӣ дар кайҳон дар киштии кайҳонии Россия Прогресс М-15 24 феввали соли 1993 дар доираи лоиҳаи Знамя-2 амалӣ карда шуд.

Аввалин воситаи нақлиёт, ки киштии кайҳониро ҳамчун муҳаррик истифода кард, ИКАРОС-и Чопон буд, ки он нахустин киштии бодбонии кайҳонӣ дар таърих ба ҳисоб меравад. 21 майи соли 2010 Агентии кайҳонии Чопон (JAXA) як ҳавопаймои партоби Н-ПА -ро бо киштии кайҳонии IKAROS бо киштиҳои офтобӣ ва дастгоҳи метеорологӣ барои омӯзиши атмосфераи Зухра ба роҳ андохт. IKAROS бо бодбон сохта шудааст, ки аз тунуктарин мембрана сохта шуда дарозӣ ва паҳнаш 14 x 14 метр аст. Бо ёрии он, бояд хусусиятҳои ҳаракати нақлиётро бо ёрии нури офтоб таҳқиқ кунанд.

Барои эҷоди дастгоҳ 16 миллион доллар сарф шудааст. Ҷойгиркунии бодбонии офтобӣ 3 июни соли 2010 оғоз ёфт ва 10 июн бомуваффақият ба анҷом расид. Аз наворҳои, ки аз тахтаи ИКАРОС интиқол дода шудаанд, ба чунин хулоса омадан мумкин аст, ки ҳамаи 196 метри мураббаъ матои ултра-тунук бомуваффақият рост карда шуданд ва панелҳои офтобии тунук ба истехсоли энергия шурӯъ карданд.

Ҳоло дар Россия консорсиуми "Space Regatta" вучуд дорад, ки бо мақсади равшан кардани минтақаҳои истихроҷи нафту газ якҷанд таҷриба бо индикаторҳои офтобӣ гузаронидааст. Инчунин, лоиҳаҳои ғудохтани оинаҳо дар мадор аз астероидҳо мавҷуданд. 20 майи соли 2015, аз космодроми Кейп Канаверал, аввалин моҳвораи хусусии дар бодбонии офтобӣ буда, LightSail-1 ба парвози озмоишӣ фиристода шуд.



**Расми 3. Киштии офтобӣ дар киштии кайҳонии Космос 1 (модел)**

Қайд кардан ба маврид аст, ки татбиқи фишори рӯшноӣ дар соҳаҳои гуногун истифода бурда мешавад.

#### **Намунаи ҳалли масъала оид ба фишори рӯшноӣ:**

**Масъалаи 1.** Радифи Замин шакли кураи диаметраш  $D = 40\text{ м}$  – ро дорад ва берун аз атмосфераи Замин ҳаракат мекунад. Агар собити Офтоб

(зичии сели энергияи Офтоб) –ро ба  $\omega = 1,39 \frac{\text{кҶ}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$  қабул кунем, пас

тахмин он сатҳи радиф нурҳои офтобро пуррагӣ инъикос мекунад. Қувваи фишри нурҳои Офтобро ба радиф муайян кунед?

Дода шуда аст:

$$D = 40\text{м}$$

$$\omega = 1,39 \frac{\text{кҶ}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

$$F = ?$$

Ҳал:

Формулаи интенсивияти рӯшноиро чунин менавсем:

$$I = \frac{W}{s \cdot t} \quad (1) \text{ аз тарафи дигар қувваи ба сатҳи}$$

чисм таъсиркунанда ба  $F = p \cdot s$  (2) аст, он гоҳ

чунин менавсем  $p = \frac{E}{c}(1 + \rho)$  (3) аз ифодаҳои

(1), (2) ва (3) чунин менавсем:

$$F = \frac{E}{c}(1 + \rho) \cdot s \quad (4)$$

Азбаски радиуси давра ба диаметри давра чунин вобастагӣ дорад, он гоҳ формулаи радиуси давраро чунин менавсем:

$$R = \frac{D}{2} \rightarrow (5) \text{ ва масоҳати кура ба } s = 4\pi R^2 \text{ (6) баробар аст.}$$

$$F = \frac{E}{c}(1 + \rho) \cdot 4\pi R^2 = \frac{E}{c}(1 + \rho) \cdot 4\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 2 \frac{E \cdot 4\pi D^2}{4c} = \frac{2E \cdot \pi D^2}{c} \quad (7)$$

Ба формулаи (7) қиматҳои дар шарти масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$F = \frac{2E \cdot \pi D^2}{c} = \frac{2 \cdot 1,39 \cdot 10^3 \cdot 3,14 \cdot 1600}{3 \cdot 10^8} = \frac{13966,72 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 4655,57 \cdot 10^{-5} \text{ Н} = 46,55 \text{ мН}$$

**Ҷавоб:**  $F = 46,55 \text{ мН}$

**Масъалаи 2.** Фишори рӯшноӣ ба сатҳи сиёҳи амудан афтандаи Офтобро ҳисоб кунед. Собиқи Офтобро (зичии сели энергияи Офтоб)

$$E_p = 1,39 \frac{\text{кҶ}}{\text{м}^2} \text{ қабул кунед.}$$

Дода шуда аст:

Ҳал:

$$E_p = 1,39 \frac{кҶ}{м^2} \quad \text{Формулаи фишори рӯшноиро чунин менавсем:}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с} \qquad p = \frac{E}{c} (1 + \rho) \quad (1)$$

$p = ?$  Азбаски коэффитсенти фурубарӣ барои ҷисми мутлақ сиёҳ ба нол баробар аст, он гоҳ формулаи (1) – ро чунин менавсем:

$$p = \frac{E}{c} \quad (2)$$

Ба формулаи (2) қиматҳои дар шартӣ масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$p = \frac{E}{c} = \frac{1,39 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 0,46 \cdot 10^{-5} = 4,6 \cdot 10^{-6} \text{ Па} = 4,6 \text{ мкПа}$$

**Ҷавоб:**  $p = 4,6 \text{ мкПа}$

**Масъалаи 3.** Рӯшноии якрангаи дарозии мавҷаш  $\lambda = 0,55 \text{ нм}$  ба сатҳи мутлақан инъикоскунанда амудан меафтад. Сели нурҳо (тавоноии нур)  $N = 0,45 \text{ Вт}$  – ро ташкил мекунад.

1. Қувваи фишори ба сатҳ таъсиркунанда.
2. Адади фотонҳои ҳар сония ба сатҳ афтандаро ёбед?

Дода шуда аст: $\lambda = 0,55 \text{ нм} = 45 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ $N = 0,45 \text{ Вт}$ $F = p \cdot s \rightarrow (1)$	Ҳал: Қувваи рӯшноӣ ба сатҳафтандаро бо формулаи зерин ифода мекунем: $t = 1с$ азбаски фишори рӯшноӣ ба $p = \frac{E}{c} (1 + \rho) \rightarrow (2)$ аст,
$F = ? \quad N = ?$	

он гоҳ сели нури афтанда ба  $\Phi = E_p \cdot s \rightarrow (3)$  баробар аст.

Формулаҳои (1), (2) ва (3) – ро чунин менавсем:

$$F = \frac{E_p}{c} (1 + \rho) \cdot s = \frac{\Phi}{c} (1 + \rho) \cdot s = \frac{\Phi \cdot (1 + \rho)}{c \cdot s} \cdot s = \frac{\Phi \cdot (1 + \rho)}{c} \quad (4)$$

Ба формулаи (4) киматҳои дар шартҳои масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$F = \frac{\Phi \cdot (1 + \rho)}{c} = \frac{0,45(1 + 1)}{3 \cdot 10^8} = \frac{0,45 \cdot 2}{3 \cdot 10^8} = \frac{0,9}{3 \cdot 10^8} = 0,3 \cdot 10^{-8} = 3нН$$

Сели энергияи афтанда ба адади фотонҳоро чунин менавсем:

$\Phi = N \cdot E \rightarrow (5)$  аз тарафи дигар энергияи фотон ба дарозии мавҷ чунин вобастагӣ дорад.

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \rightarrow (6)$$

Аз ифодаи (5) ва (6) чунин ҳосил мекунем:

$$\Phi = N \cdot \frac{h \cdot c}{\lambda} \rightarrow (7)$$

$$\Phi \cdot \lambda = N \cdot h \cdot c \rightarrow (8)$$

$$N = \frac{\Phi \cdot \lambda}{h \cdot c} \quad (9)$$

Қиматҳои дар шартҳои масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$N = \frac{\Phi \cdot \lambda}{h \cdot c} = \frac{55 \cdot 10^{-11} \cdot 55 \cdot 10^{-11}}{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = \frac{24,75 \cdot 10^{-22}}{19,86 \cdot 10^{-26}} = 12,46 \cdot 10^{14} \frac{\text{фотон}}{c}$$

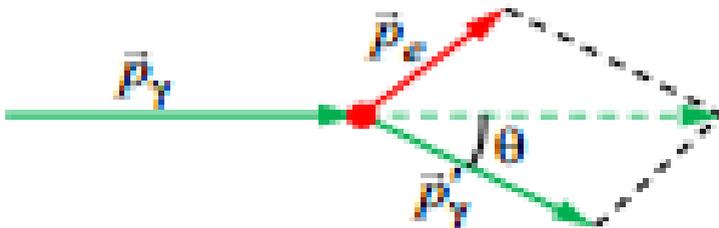
**Ҷавоб:**  $F = 3нН$ ,  $N = 12,46 \cdot 10^{14} \frac{\text{фотон}}{c}$

**Эффекти Комптон** ё парокандагии Комптон ин пароканда шудани фотон бо зарраи заряднок, одатан электрон мебошад, ки ба номи кашфкунанда Артур Холли Комптон гузошта шудааст. Агар парокандагӣ боиси коҳиш ёфтани энергия гардад, зеро як қисми энергияи фотон ба электрони инъикосшуда интиқол дода мешавад, ки ин ба афзоиши дарозии мавҷҳои фотон мувофиқат мекунад (он метавонад рентген ё гамма фотон бошад), пас ин раванд эффекти Комптон номида мешавад. Парокандагии ба қафо баргаштаи Комптон вақте рух медиҳад ва зарраи заряднок як қисми энергияашро ба фотон медиҳад, ки ин ба камшавии дарозии мавҷҳои квантҳои рӯшноӣ мувофиқат мекунад.

Соли 1923 аз ҷониби физики амрикоӣ Артур Комптон дар таҷрибаҳо бо нуруҳои рентгенӣ кашф шудааст. Барои ин кашфиёт Комптон дар соли 1927 Ҷоизаи Нобелро дар соҳаи физика ба даст овард.

Эффекти Комптон аз ҷиҳати табиӣ ба фотоэффект монанд аст - фарқ дар он аст, ки дар фотоэффект фотонро электрон комилан ғарк мекунад, дар пароканда шудани Комптон бошад, танҳо самти ҳаракат ва энергияро тағйир медиҳад.

Ҳосияти корпускулярӣ рӯшноӣ равшану возеҳ дар Эффекти Комптон –пароканиши чандирии нурбарорӣ мавҷи кӯтоҳи электромагнитӣ (нурбарорихои рентгенӣ ва  $\gamma$ - нурҳо) дар электронҳои озоди (ё ин ки суфт алоқаманд) модда, ки ба афзоиши дарозии мавҷи нурбарорӣ оварда мерасонад, ошкор карда мешавад.



Ин афзоиш  $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$  аз дарозии мавҷи  $\lambda$  афтандаи нурбарорӣ ва табиати моддаи парокандакунанда вобаста нест ва фақат бо кунҷи пароканиш  $\theta$  муайян карда мешавад:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_C \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (5)$$

ки  $\lambda'$  - дарозии мавҷи нурбарорӣ пароканиш,  $\lambda_C$  - **дарозии мавҷи комптонӣ мебошад**:

$$\lambda_C^e = \frac{h}{m_e c} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м.}$$

Фотон (бо энергия  $\varepsilon_\gamma = h\nu$  ва импульси  $p_\gamma = \frac{h\nu}{c}$ ) бо электрон (энергияи оромнаш  $W_0 = m_e c^2$ ,  $m_e$  - массаи оромии электрон) бархӯрда, қисми энергия ва импульси худро ба он медиҳад ва самти ҳаракати худро тағйир медиҳад (пароканда мешавад). Дар чунин раванди бархӯрди чандирий конуни бақои энергия  $W_0 + \varepsilon_\gamma = W + \varepsilon_\gamma'$  ва импульс  $\vec{p}_\gamma = \vec{p}_e + \vec{p}'$  иҷро мешавад, ки  $W = \sqrt{p_e^2 c^2 + m_e^2 c^4}$  - энергияи релятивӣ электрон баъди бархӯрд мебошад. Ҳамин тарик,

$$m_e c^2 + h\nu = \sqrt{p_e^2 c^2 + m_e^2 c^4} + h\nu', \quad (6)$$

$$p_e^2 = p_\gamma^2 + p_\gamma'^2 - p_\gamma p_\gamma' \cos \theta = (h\nu/c)^2 + (h\nu'/c)^2 - 2(h^2/c^2) \cos \theta \quad (7)$$

Азбаски  $m_e c^2(\nu - \nu') = h\nu\nu' \cos \theta$  баробар будан, бо назардошти  $\nu = c/\lambda$ , ҳосил мекунем

$$\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (8)$$

Эффекти баръакси Комптон барои шуодиҳои рентгени манбаъҳои галактикӣ, чузӣи рентгени радиатсияи пасзаминаи реликтӣ (эффект Суняев – Зелдович) ва ба мавҷи электромагнитӣ табдил ёфтани мавҷҳои плазма масъул аст. Инчунин вақте, ки таъсир дида мешавад фотонҳо аз заминаҳои печи кайҳонӣ тавассути гази гарм, ки кластери галактикаро иҳота кардаанд, ҳаракат мекунад. Фотонҳои СМВ тавассути электронҳои ин газ ба энергияҳои баланд пароканда мешаванд, ки ин ба таъсири Суняев – Зелдович оварда мерасонад. Мушоҳидаҳои ин таъсир воситаи тақрибан аз сурх гузаштанро барои муайян кардани кластерҳои галактика фароҳам меоранд.

Баракси эффекти комптон дар астрофизика нақши муҳим дорад. Дар астрономияи рентгенӣ тахмин мезананд, ки диски афзоиш дар атрофи сӯрохи сиёҳ спектри гармиро ба вучуд меорад. Фотонҳои энергияи хурд аз ин спектр ба электронҳои релятивистӣ дар тоҷи атроф ба энергияҳои баланд пароканда мешаванд. Тахмин мезананд, ки ин як чузӣи қонуни кудратро дар спектрҳои рентгенӣ (0,2-10 кэВ) афзоиши сӯрохиҳои сиёҳро ба вучуд меорад.

#### Намунаи ҳалли масъалаҳо оид ба эффекти Комптон:

**Масъалаи 4.** Кунҷи  $\theta$  парокандагии фотонро, ки бо электронҳои озод бархӯрд мекунад, муайян кунед, агар тағйирёбии дарозии мавҷи хангоми пароканда  $\Delta\lambda = 3,63$  нм баробар бошад.

Дода шуда аст:	Ҳал:
$\Delta\lambda = 3,63$ нм	Аз формулаи дарозии мавҷи Комптон истифода
$\theta = ?$	бурда дар шакли зерин менавсем:
	$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_e (1 - \cos \theta) \quad (1)$

Аз формулаи (1) кунҷи парокандакундаи фотонро, ки ба электрони озод бармехурад, миёбем:

$$(1 - \cos \theta) = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_e} \quad (2)$$

$$\theta = \arccos \left( 1 - \frac{\Delta\lambda}{\lambda_e} \right) \quad (3)$$

Ба формулаи (3) киматҳои дар шартҳои масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$\theta = \arccos \left( 1 - \frac{\Delta\lambda}{\lambda_e} \right) = \arccos \left( 1 - \frac{2,63}{2,426} \right) = \arccos(1 - 1,084) = \arccos 0,084 =$$

**Ҷавоб:**  $\theta = \arccos =$

**Масъалаи 5.** Дар натиҷаи эффекти Комптон, фотони энергияи  $E_1 = 1,02$  МэВ тавассути электронҳои озод бо кунҷи  $\theta = 150^\circ$  пароканда мешавад. Энергияи  $E_2$  фотони парокандаро муайян намоед?

Дода шуда аст:

$$\begin{array}{l} E_1 = 1,02 \\ \theta = 150^\circ \\ \hline E_2 = ? \end{array}$$

Ҳал:

Мувофиқи формулаи Комптон, тағирёбии дарозии

мавҷҳои фотон ҳангоми пароканда шудан бо

электронҳои озод чунин менавсем:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{h \cdot c}{E_0} (1 - \cos \theta) \quad (1)$$

**Дар ин ҷо:**  $\lambda_2$  – дарозии мавҷҳои фотон,  $\lambda_1$  – дарозии мавҷҳои фотони пароканда,  $\theta$  – кунҷи парокандакунанда электрон,

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Ҷ} \cdot \text{с}$  доими Планк,  $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$  суръати рӯшноӣ дар

ваккум,  $E_0$  – энергияи ороми электрон.

Аз формулаи энергияи фотон истифода бурда, чунин ҳосил мекунем:

$$E_1 = \frac{h \cdot c}{\lambda_1} \quad (2)$$

$$E_2 = \frac{h \cdot c}{\lambda_2} \quad (3) \text{ ва}$$

$$E_0 = m_0 \cdot c^2 \quad (4)$$

Аз формулаҳои (2), (3) дарозии мавҷро ёфта, ба формулаи (1) гузошта чунин менавсем:

$$\frac{h \cdot c}{E_2} - \frac{h \cdot c}{E_1} = \frac{h \cdot c}{m_o \cdot c^2} (1 - \cos \theta) \quad (5)$$

$$h \cdot c \left( \frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1} \right) = \frac{h \cdot c}{m_o \cdot c^2} (1 - \cos \theta) \quad (6)$$

$$\frac{1}{E_2} - \frac{1}{E_1} = \frac{1}{m_o \cdot c^2} (1 - \cos \theta) \quad (7)$$

$$\frac{1}{E_2} = \frac{1}{E_1} + \frac{1}{m_o \cdot c^2} (1 - \cos \theta) \quad (8)$$

$$\frac{1}{E_2} = \frac{m_o \cdot c^2 + E_1 (1 - \cos \theta)}{E_1 \cdot m_o \cdot c^2} \quad (9)$$

$$E_1 \cdot m_o \cdot c^2 = E_2 (m_o \cdot c^2 + E_1 (1 - \cos \theta)) \quad (10)$$

$$E_2 = \frac{E_1 \cdot m_o \cdot c^2}{m_o \cdot c^2 + E_1 (1 - \cos \theta)} \quad (11)$$

Ба формулаи (11) қиматҳои дар шартҳои масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{E_1 \cdot m_o \cdot c^2}{m_o \cdot c^2 + E_1 (1 - \cos \theta)} = \frac{1,02 \cdot 0,511}{0,511 + 1,02(1 - \cos 150^\circ)} = \frac{0,52122}{0,511 + 1,02(1 - (-0,87))} = \\ &= \frac{0,52122}{0,511 + 1,02 \cdot 1,87} = \frac{0,52122}{0,511 + 1,9074} = \frac{0,52122}{2,4184} = 0,216 \text{ МэВ} \end{aligned}$$

**Ҷавоб:**  $E_2 = 0,216 \text{ МэВ}$

**Масъалаи 6.** Тағйирёбии максималии дарозии мавҷро барои парокандагии Комптон муайян кунед:

- 1) дар электронҳои озод;
- 2) дар протонҳои озод;

Дода шуда аст:

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$m_p = 1672 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Ҳал:

Формулаи Комптон чунин менавсем:

$$\Delta \lambda = \lambda' - \lambda = \frac{2h}{m_o \cdot c} \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (1)$$

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Ч} \cdot \text{с}$     Азбаски дарозии мавҷи максималӣ чуни

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}} \quad \text{аст:} \quad \lambda_{\text{мак}} = \frac{2h}{m_0 \cdot c} \quad (2)$$

$\lambda_{\text{мак.э.}} = ?$     Барои электрон ҳисоб мекунем:

$$\lambda_{\text{мак.р}} = ?$$

$$\lambda_{\text{мак.э.}} = \frac{2h}{m_0 \cdot c} = \frac{2 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} = \frac{13,24 \cdot 10^{-34}}{27,3 \cdot 10^{-23}} = 0,485 \cdot 10^{-11} \text{ м} = 4,85 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 4,85 \text{ нм}$$

Барои протон дарозии мавҷи максималиро ҳисоб мекунем:

$$\lambda_{\text{мак.п.}} = \frac{2h}{m_0 \cdot c} = \frac{2 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34}}{1,672 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^8} = \frac{13,24 \cdot 10^{-34}}{5,016 \cdot 10^{-19}} = 0,2639 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 0,264 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 0,264 \text{ нм}$$

**Ҷавоб:**  $\lambda_{\text{мак.э.}} = 4,85 \text{ нм}$ ,  $\lambda_{\text{мак.п.}} = 0,264 \text{ нм}$

## НАМУНАИ МАСЪАЛАҲОИ ТЕСТӢ ОИД БА ФИШОРИ РУШНОӢ. ЭФФЕКТИ КОМПТОН

3.1 Кунчи байни самти ибтидоии дастаи рӯшноиро ва самти парешхӯрии комптонии фотонхоро дар электронҳои ором ёбед, агар дарозии мавҷи фотонҳои дастаи ибтидоӣ  $\lambda = 0,04$  нм ва дарозии мавҷи фотонҳои дастаи интиҳой (парешхӯрда)  $\lambda^1 = 4,04 \cdot 10^{-11}$  м бошад. Дарозии мавҷи комптонии электрон  $\lambda_0 = 2,426 \cdot 10^{-12}$  м мебошад.

А)  $\varphi = 33^{\circ} 20'$ ;

В)  $\varphi = 35^{\circ} 22'$ ;

С)  $\varphi = 37^{\circ} 24'$ ;

Д)  $\varphi = 39^{\circ} 26'$ ;

Е)  $\varphi = 3^{\circ} 29'$ ;

3.2. Дарозии мавҷи нурафканиши ултрабунафшро ёбед, ки импульси кванташ хангоми фурубарии пурра ба  $F \cdot t = 3 \cdot 10^{-27} \text{ Н} \cdot \text{с}$  баробар меояд?

А)  $\lambda = 200$  нм;

В)  $\lambda = 210$  нм;

С)  $\lambda = 220$  нм;

Д)  $\lambda = 230$  нм;

Е)  $\lambda = 240$  нм;

3.3. Ба ҳар як сантиметри квадрати сатҳи нурафканиши пурра фурубурдашудаи рӯшноӣ дар ҳар як сония  $N = 3 \cdot 10^8$  фотони нурафканиши нилобӣ (дарозии мавҷашон  $\lambda = 600$  нм) меафтанд. Фишори чунин нурафканиро муайян намоед?

А)  $P = 3,23 \cdot 10^{-5}$  Па ;

В)  $P = 3,26 \cdot 10^{-5}$  Па ;

С)  $P = 3,29 \cdot 10^{-5}$  Па ;

Д)  $P = 3,31 \cdot 10^{-5}$  Па ;

Е)  $P = 3,53 \cdot 10^{-5}$  Па ;

3.4. Басомади лаппиши мавҷи рӯшноиро, ки массаи фотонаш  $m = 3,31 \cdot 10^{-36}$  кг мебошад, ёбед?

А)  $\nu = 4,3 \cdot 10^{14}$  Ҳс;

В)  $\nu = 4,5 \cdot 10^{14}$  Ҳс;

С)  $\nu = 4,7 \cdot 10^{14}$  Ҳс;

Д)  $\nu = 4,9 \cdot 10^{14}$  Ҳс;

Е)  $\nu = 4,8 \cdot 10^{14}$  Ҳс;

3.5. Импулси фотони нури сурхи дарозии мавҷаш, ки  $\lambda = 720$  нм мебошад, хангоми дар ҳисм пурра фурубурдашавӣ ва пурра инъикосшавӣ ёбед?

А)  $F \cdot t = 9,2 \cdot 10^{-28}$  Н · с ;  $F \cdot t = 18,4 \cdot 10^{-28}$  Н · с ;

В)  $F \cdot t = 9,4 \cdot 10^{-28}$  Н · с ;  $F \cdot t = 18,6 \cdot 10^{-28}$  Н · с ;

С)  $F \cdot t = 9,6 \cdot 10^{-28}$  Н · с ;  $F \cdot t = 18,8 \cdot 10^{-28}$  Н · с ;

Д)  $F \cdot t = 9,8 \cdot 10^{-28}$  Н · с ; Е)  $F \cdot t = 18,9 \cdot 10^{-28}$  Н · с ;

3.6. Кунчи байни самти ибтидоии дастаи рӯшноӣ ва самти парешхӯрии комптонии фотонҳо дар электронҳои сокин  $38^\circ$  аст. Дарозии мавҷи нури ибтидоӣ аз дарозии мавҷи парешхӯрда чӣ қадар зиёд аст? Дарозии мавҷи комптонии электрон  $\lambda_0 = 2,426 \cdot 10^{-12}$  м мебошад?

А)  $\lambda = 0,01$  нм;

В)  $\lambda = 0,03$  нм;

С)  $\lambda = 0,05$  нм;

Д)  $\lambda = 0,07$  нм;

Е)  $\lambda = 0,08$  нм;

3.7. Дарозии мавҷи нурафкании намоёнро, ки массаи фотонаш  $m = 4 \cdot 10^{-36}$  кг аст, ёбед?

А)  $\lambda = 543$  нм;

В)  $\lambda = 546$  нм;

С)  $\lambda = 549$  нм;

Д)  $\lambda = 600$  нм;

Е)  $\lambda = 560$  нм;

3.8. Зичии сели нурафкании офтобӣ, ки ба Замин мерасад,

$$\omega = 1,4 \cdot 10^3 \frac{Вт}{м^2}$$

мебошад. Фишори нурафкании офтобро ба сатҳ

муайян намоед, ки коэффисенти инъикоскунандагӣ ба 1 баробар аст (сатҳи идеалии оинагӣ).

А)  $P = 9,3 \cdot 10^{-6}$  Па;

В)  $P = 9,2 \cdot 10^{-6}$  Па;

С)  $P = 9,5 \cdot 10^{-6}$  Па;

Д)  $P = 9,9 \cdot 10^{-6}$  Па;

Е)  $P = 9,7 \cdot 10^{-6}$  Па;

3.9. Энергияи  $E = 4,5 \cdot 10^{18}$  Ҷ ба кадом масса эквивалент аст?

А)  $m = 43$  кг

В)  $m = 45$  кг ;

С)  $m = 48 \text{ кг}$  ;

Д)  $m = 50 \text{ кг}$  ;

Е)  $m = 49 \text{ кг}$  ;

3.10. Ба ҳар як сантиметри квадратии сатҳи нури сабзи пурра инъикосёфтаи дарозии мавҷаш  $\lambda = 540 \text{ нм}$  , дарҳар сония

$N = 2,7 \cdot 10^{17}$  фотон меафтад. Фишори нурафканиро муайян кунед.

А)  $P = 9,3 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$ ;

В)  $P = 9,2 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$ ;

С)  $P = 9,5 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$ ;

Д)  $P = 9,9 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$ ;

Е)  $P = 9,7 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$ ;

## БОБИ IV. ҲАРАКАТИ СИТОРАҲО ДАР ГАЛАКТИКА. ҚОНУНИ ҲАБЛЛ

Дар замонҳои қадим ситораҳоро бесабаб «ситораҳои собита» наномидаанд. Танҳо дар асри XVIII ошкор намуданд, ки ситораи Шеърое Яманӣ дар байни ситораҳо басо бо оҳистагӣ ҷой иваз мекардааст. Дар давоми даҳсолаҳо ҷойивазкунии вазъи онро дар осмон дақиқ чен карда. Ин ҳодисаро ошкор намуданд.

**Ҳаракати хоси ситора  $\mu$  гуфта, лағзиши зоҳирии кунҷиро меноманд, ки ситора дар фони ситораҳои камнури дур дар давоми як сол ба амал меорад. Чунин лағзиш бо ҳиссаҳои сонияҳои камон дар як сол ифода карда мешавад.**

Танҳо ситораи Барнард дар давоми як сол камони ба  $10''$  баробарро тай мекунад ва ё дар давоми 200 сол ба андозаи  $0,5^0$  ҷой иваз мекунад, ки баробари зоҳирии Моҳ баробар меояд, барои чунин суръаташ ситораи Барнардро «ситораи даванд» меноманд. Ҳоло фотографияҳои қитъаҳои муайяни осмонро, ки бо ҳамон як телескоп бо фокуси вақти ба солҳо ва ҳатто даҳсолаҳо баробар гирифта шудааст, муқоиса намуда ҳаракати хоси ситораҳоро муайян мекунанд. Аз сабаби он ки ситораҳо ҳаракат мекунанд, дар ин муддат мавқеи он дар фони ситораҳои бештар дур як андоза тағйир мубад. Дар фотографияи лағзиши ситораҳоро бо ёрии микроскопии махсус чен мекунанд. Танҳо лағзиши ситораҳои нисбатан наздикро чен кардан имконпазир мегардад.

Вале агар масофа то ба ситора номаълум бошад, аз рӯи ҳаракати хоси ситора дар хусуси суръати аслии ҳаракати вай чизе доништан мушкул аст. Масалан роҳеро, ки ситора дар давоми сол тай кардааст ( $S_1$  A,  $S_2$  C) гуногун буда, ҳаракати хоси онҳо ( $\mu$ ) яхселаанд (нигаред ба расми 1).

Суръати ситораро дар фазо ҳамчун суммаи векториҳои ду ташкилдихандае тасаввур кардан мумкин аст, ки яке ба самти нури назаре раван шудаасту дигаре ба он перпендикуляр мебошад. Ташкилдихандаи аввалро суръати шуӣ, дигареро суръати тангенсӣ меноманд. Ҳаракати хоси ситора танҳо аз рӯи суръати тангенсӣ муайян карда мешавад ва аз суръати шуӣ вобастагӣ надорад.

Барои суръати тангенсӣ ( $\mathcal{G}_\tau$ )- ро дар воҳиди  $\frac{\text{км}}{\text{сония}}$  ҳисоб кардан

$\mu$  - ро ки ба воситаи  $\frac{\text{радиан}}{\text{сол}}$  ифода ёфтааст, масофаи то ба ситора ( $r$ ), ки дар навбати худ бо километрҳо ифода меёбад, зарб кардан ва ба микдори сонияҳои сол тақсим кардан лозим аст. Вале азбаски дар амалия  $\mu$  фақат бо сонияҳои камон ва  $r$  бо парсекҳо ифода мешавад, барои бо  $\frac{\text{км}}{\text{сония}}$  ифода кардани  $\mathcal{G}_\tau$  аз формулаи зерин ҳисоб карда мешавад.

$$\mathcal{G}_\tau = 4,74 \cdot \frac{\mu}{\pi} = 4,74\mu \cdot \frac{1}{\pi} = 4,74\mu \cdot r \quad (1)$$

Агар аз рӯи спектри суръати шуоии ситора  $\mathcal{G}_r$  муайян карда шуда бошад, он гоҳ суръати фазои он  $\mathcal{G}$  чунин мешавад:

$$\mathcal{G} = \sqrt{\mathcal{G}_\tau^2 + \mathcal{G}_r^2} \quad (2)$$

Азбаски суръати шуоии ситора чунин навишта мешавад:

$$\mathcal{G}_r = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \quad (3)$$

### Намунаи ҳалли масъалаҳо оид ба суръати тангенсӣ:

**Масъалаи 1.** Ҳаракати хоси ситора дар як сол  $\mu = 0,1''$  - ро ташкил медиҳад. Масофа то ба он  $r = 10\text{пк}$  мебошад. Суръати тангенсии вай чӣ қадар аст?

Дода шуда аст:

$$\mu = 0,1''$$

$$r = 10\text{пк}$$

$$\mathcal{G}_\tau = ?$$

Ҳал:

Истифода аз формулаи (1) масъаларо ҳал мекунем.

$$\mathcal{G}_\tau = 4,74 \cdot \frac{\mu}{\pi} = 4,74\mu \cdot \frac{1}{\pi} = 4,74\mu \cdot r \quad (1)$$

Қиматҳои дар шарти масъала додашударо ба формулаи

(1) гузошта ҳисоб мекунем

$$\mathcal{G}_\tau = 4,74 \cdot \frac{\mu}{\pi} = 4,74\mu \cdot \frac{1}{\pi} = 4,74\mu \cdot r = 4,74 \cdot 0,1 \cdot 10 = 5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

**Ҷавоб:**  $\mathcal{G}_\tau = 5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

**Масъалаи 2.** Суръати тангенсии ситораи 61 Сигнусро муайян кунед, ки параллакси он  $\pi = 0'',292$  ва чузъҳои ҳаракати дуруст дар болоравии рост  $\mu_\alpha = +1''89$  ва моил  $\mu_\delta = +3'',45$  баробар будан ҳисоб кунед?

Дода шуда аст:

$$\pi = 0'',292$$

$$\mu_\alpha = +1''89$$

$$\mu_\delta = +3'',45$$

$$\mathcal{G}_\tau = ?$$

Ҳал:

Барои ёфтани бузурги  $\mu$  аз формулаи зерин

истифода мебарем: 
$$\mu = \sqrt{\mu_\alpha^2 + \mu_\delta^2} \quad (1)$$

Қиматҳои дар шартӣ масъала додашударо гузошта

ҳисоб мекунем:

$$\mu = \sqrt{\mu_\alpha^2 + \mu_\delta^2} = \sqrt{(3,89)^2 + (3,45)^2} = \sqrt{15,1332 + 11,9025} = \sqrt{27,0357} = 5'',20$$

Суръати тангенсиро бо формулаи зерин истифода бурда, масъаларо ҳал мекунем:

$$\mathcal{G}_\tau = 4,74 \cdot \frac{\mu}{\pi} = 4,74 \mu \cdot \frac{1}{\pi} = 4,74 \mu \cdot r \quad (2)$$

Қиматҳои дар шартӣ масъала додашударо ба формулаи (2) гузошта ҳисоб мекунем

$$\mathcal{G}_\tau = 4,74 \cdot \frac{\mu}{\pi} = 4,74 \cdot \frac{5'',20}{0'',292} = 4,74 \cdot 17,81 = 84,42 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

**Ҷавоб:**  $\mathcal{G}_\tau = 84,42 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

**Қонуни Ҳабл:** Астрономи амеркӣ Э. Ҳабл (1889 -1953) дар Андроида фотографияи туманотро ба навор гирифтааст, ки дар он доғи туманмонанд аз маҷмӯи ситораҳо иборат аст (нигаред ба расми 2). Ҳабл дар ин туманот, инчунин тоароқумҳои мансура ва манзума, ситораҳои нав ва сефеидҳоро дарёфт. Вай давраҳои тағйирёбӣ ва кадрҳои зохирии ин



сефеидхоро муайян карда, муқаррар намуд, ки онҳо берун аз галактикаи мо, дар масофаҳои хеле дур воқеъ будаанд.

**Расми 2. Галактикаи спирали М 31 дар бурчи Андромеда ва радиҳои он шакли галактикаи хурди эллипсӣ (аз рост) тасвир ёфтааст**

Ҳаблл ошкор намуд, ки дар спектри галактикаҳои, ки масофаашон то ба мо аз рӯи дурахши равшантарин ситораҳои он муайян карда шудаанд, хатҳо рӯ ба самти раҳҳои сурх лағзидаанд. Ин лағзиш лағзиши сурх ном дошта, мутаносибан ба масофа то ба галактика меафзояд (нигаред ба расми 2).

Лағзиши сурх чунин маънӣ дорад, ки манбаи нур аз манбаи мушоҳида дур мешавад. Суръати дуршавӣ ба бузургии лағзиш аз ин ҷо ба масофа низ мутаносиб аст. Чунин мутаносиби байни масофа то ба галактикаҳо ва суръат қонуни Хаблл ном дорад, ки формулаашро чунин менавсем:

$$v = H \cdot D \quad (4)$$

**Дар ин ҷо:**  $H$  – коэффитсенти мутаносиби Хаблл буда қиматҳои зеринро қабул мекунад:

$$1. H = 100 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}} \quad 2. H = 65 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}} \quad 3. H = 54 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$$

Ин доимӣ чунин маъно дорад: Ҳангоми ба андозаи як миллион парсек афзудани масофа суръат ба андозаи 100 км/с меафзояд. Бинобар ин, масофа то ба галактикаҳои дурро аз рӯи лағзиши сурхи хатҳо дар

спектр муайян кардан мумкин аст:  $D = \frac{v}{H}$ , ки ин ҷо  $v$  - суръатест, ки аз

рӯи лағзиши сурх муайян карда мешавад. Масалан агар лағзиши хатҳои спектре ба 10000 км/с рост ояд, он гоҳ масофа то ба галактика ба 100 Мпс баробар аст.

**Намунаи ҳалли масъалаҳо оид ба қонуни Хаблл:**

**Масъалаи 3.** Дарозии мавҷи озмоишгоҳи гидроген  $H_{\alpha}$   $\lambda_0 = 6563 \text{ \AA}^0$  аст ва дар спектри галактика он дар дарозии мавҷҳои  $\lambda = 6670 \text{ \AA}^0$  баробар аст. Бузургии зоҳирии галактика  $m = 14^m$  будан, масофаро то галактика (бо мегапарсекҳо) ва қадри мутлақро ҳисоб кунед. Доими

Хаббл  $H = 70 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$ , суръати рӯшноӣ  $c = 300000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  ва бузургии

ситорагӣ Офтоб  $M = 4,8^m$  кабул намоед.

Дода шуда аст:

$$\lambda_0 = 6563 \text{ \AA}$$

$$\lambda = 6670$$

$$m = 14^m$$

$$H = 70 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$$

$$c = 300000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$M = 4,8^m$$

$$M = ? \quad r = ?$$

Ҳал:

Барои ёфтани дарозии мавҷ аз формулаи Доплер

истифода бурда, дар шакли зерин менавсем:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda} = \frac{g}{c} = Z \quad (1)$$

Қиматҳои дар шарти масъала додашударо

гузошта ҳисоб мекунем: Формулаи қонуни

$$\text{Ҳабблро чунин менавсем: } g = H \cdot r \quad (2)$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda} = \frac{6670 - 6563}{6563} = \frac{107}{6563} = 0,0163$$

Аз формулаи (1) суръати лағзиши сурхро миёбем:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{g}{c} \quad (3)$$

$$g = \frac{\Delta\lambda \cdot c}{\lambda} \quad (4)$$

Формулаи (3) ва (2) – ро ба ҳам баробар карда масофаро миёбем:

$$r = \frac{g}{H} = \frac{\frac{\Delta\lambda \cdot c}{\lambda}}{H} = \frac{\Delta\lambda \cdot c}{\lambda \cdot H} \quad (4)$$

Ба формулаи (4) қиматҳои дар шарти масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$r = \frac{\Delta\lambda \cdot c}{\lambda \cdot H} = \frac{c}{H} \cdot 0,0163 = \frac{300000}{70} \cdot 0,0163 = 4286 \cdot 0,0163 = 69,85 \text{ Mpc}$$

Барои ёфтани кадри зохирии ситора аз формулаи зерин истифода мекунем:

$$M = m + 5 - 5Lgr \quad (5)$$

Ба формулаи (5) киматҳоро гузошта ҳисоб мекунем:

$$M = m + 5 - 5Lgr = 14 + 5 - 5Lg70000000 = 19 - 5 \cdot 7,8451 = 19 - 39 = -20^m$$

**Ҷавоб:**  $r = 69,85$  Мпк,  $M = -20^m$

**Масъалаи 4.** Суръати дуршавии ситорасро муайян кунед, ки агар хати спектрии гидрогени он (H), ки дарозии мавҷаш  $4340 \text{ \AA}$  мебошад, ба тарафи канори бунафши спектр  $\Delta\lambda = 0,43 \text{ \AA}$  лағжида бошад.

Дода шуда аст:

$$\lambda = 4340 \text{ \AA}^0$$

$$\Delta\lambda = 0,43 \text{ \AA}^0$$

$$\mathcal{G}_r = ?$$

Ҳал:

Суръати дуршавии ситорасро вобаста ба

сипектрашон чунин менавсем:

$$\mathcal{G}_r = -\frac{c \cdot \Delta\lambda}{\lambda} \quad (1)$$

Барои спектри ранги бунафш суръати дуршавии нур минусро қабул мекунем:

$$\mathcal{G}_r = -\frac{c \cdot \Delta\lambda}{\lambda} = -\frac{3 \cdot 10^8 \cdot 0,43}{4340} = -\frac{1,29 \cdot 10^8}{4340} = -3 \cdot 10^{-4} \cdot 10^8 = -30 \frac{\text{KM}}{\text{c}}$$

Чунин маъно дорад, ки галактика бо суръати  $\mathcal{G}_r = -30 \frac{\text{KM}}{\text{c}}$  ба мо наздик мешавад.

**Ҷавоб:**  $\mathcal{G}_r = -30 \frac{\text{KM}}{\text{c}}$

**Масъалаи 5.** Дар спектри Галактика хати сурхи серияи Балмер бо дарозии мавҷи  $\Delta\lambda = 656,3 \text{ нм}$  ҳамчун рӯшноии дарозии мавҷаш  $\lambda = 678,6 \text{ нм}$  шинохта мешавад. Галактика бо кадом суръат аз мо дур шуда истодааст?

Дода шуда аст: $\Delta\lambda = 656,3 \text{ нм}$ $\lambda = 678,6 \text{ нм}$	Хал: Суръати дуршавии ситораро вобаста ба сипектрашон чунин менавсем:
$\mathcal{G}_r = ?$	$\mathcal{G}_r = -\frac{c \cdot \Delta\lambda}{\lambda} \quad (1)$

Барои спектри ранги сурх суръати дуршавии нур мусбатро қабул мекунад:

$$\mathcal{G}_r = -\frac{c \cdot \Delta\lambda}{\lambda} = -\frac{3 \cdot 10^8 \cdot 656,3}{678,6} = -\frac{1968,9 \cdot 10^8}{678,6} = 3 \cdot 10^8 = 300000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Чунин маъно дорад, ки галактика бо суръати  $\mathcal{G}_r = 300000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  аз мо дурр мешавад.

**Ҷавоб:**  $\mathcal{G}_r = 300000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

**Масъалаи 6.** Дар галактикае, ки дар он лағзиши сурхи раҳҳои спектраш  $\mathcal{G} = 2000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  аст, ситорай навтарин афрӯхт. Дурахшони он дар максимум ба 18 –умин қадри зоҳирии ситоравӣ баробар аст. Қадри мутлақи ситоравӣ ва равшаноии он чӣ қадар аст?

Дода шуда аст: $\mathcal{G} = 2000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ $m = 18^m$ $H = 100 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Mnc}}$ $M = ?$ $\frac{L_1}{L_2} = ?$	Хал: Аз формулаи қонуни Ҳаббл истифода бурда дар шакли зерин менавсем: $\mathcal{G} = H \cdot R$ (1) $R = \frac{\mathcal{G}}{H}$ (2) Барои ёфтани масофаи ситора то галактика аз формулаи (2) истифода мебарем: $R = \frac{\mathcal{G}}{H} = \frac{2000}{100} = 20 \text{ Mnc} = 2 \cdot 10^7 \text{ м}$
--	---

Акнун барои ёфтани қадри мутлақи ситора аз формулаи вобастагӣ қадри зоҳирии ситора аз масофаи он истифода бурда, дар шакли зерин менавсем:

$$M = m + 5 - 5 \lg R \quad (3)$$

Ба формулаи (3) киматҳои дар шарти масъала додашударо гузошта кадри мутлакии ситораро ҳисоб мекунем:

$$M = m + 5 - 5 \lg R = 18 + 5 - 5 \lg 20000000 = 18 + 5 - 5 \cdot 7,3 = 23 - 36,5 = -13,^m 5$$

Дурахшони ситораро нисбат ба Офтоб ( $L_{\oplus} = 1$ ) бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\lg \frac{L_1}{L_2} = 0,4(M_2 - M_1) \quad (4)$$

Ҳангоми  $L_{\oplus} = 1$  будан формулаи (4) чунин навишта мешавад:

$$\lg L = 0,4(M_{\oplus} - M_1) \quad (5)$$

$$\lg L = 0,4(M_{\oplus} - M_1) = 0,4(4,70 - (-13,5)) = 0,4(4,70 + 13,5) = 0,4 \cdot 18,2 = 7,28$$

$$\lg L = 7,28 ;$$

$$L = 10^{7,28} = 1,9 \cdot 10^7 \approx 2 \cdot 10^7 \text{ маротиба}$$

**Ҷавобҳо:**  $R = 2 \cdot 10^7 \text{ м}$ ;  $M = -13,^m 5$ ;  $L \approx 2 \cdot 10^7 \text{ маротиба}$ :

**Масъалаи 7.** Доимии Ҳабблро  $H = 54 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпс}}$  қабул карда, масофаи то дигар галактикаҳоро муайян кунед. Галактика аз мо бо суръати  $\mathcal{G} = 1000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  дур мешавад?

Дода шуда аст:

Ҳал:

$$H = 54 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпс}}$$

Аз формулаи қонуни Ҳаббл истифода бурда, дар

$$\mathcal{G} = 1000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

шакли зерин менавсем:  $\mathcal{G} = H \cdot R \quad (1)$

$$R = ?$$

$$R = \frac{\mathcal{G}}{H} \quad (2)$$

Барои ёфтани масофаи то галактика аз формулаи (2) истифода мекунем:

$$R = \frac{\mathcal{G}}{H} = \frac{1000}{54} = 18,52 \text{ Мпс}$$

**Ҷавоб:**  $R = 18,52 \text{ Мпс}$

**Масъалаи 8 .** Лағзиши спектри галактикаи дур ба дараҷае ғечонида шудааст, ки он ба суръати дуршавии  $\mathcal{G} = 15000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  рост меояд. Масофа то ба ин галактика чӣ қадар аст? Агар вай ба шакли доғи қутраш  $\rho = 20''$  намудор бошад, пас андозааш чӣ қадар будааст?

Дода шуда аст:

$$\mathcal{G} = 15000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$\rho = 20''$$

$$R = ?$$

$$d = ?$$

Ҳал:

Аз қонуни Ҳаббл истифода бурда масофа то ба галактикаро муайян мекунем. Формулаи қонуни Ҳабблро чунин менавсем:  $\mathcal{G} = H \cdot R$  (1)

$$R = \frac{\mathcal{G}}{H} \quad (2)$$

$$R = \frac{\mathcal{G}}{H} = \frac{15000}{100} = 150 \text{ Mpc}$$

Барои муайян кардани андозаи хаттии галактика аз формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$d = R \cdot \sin \rho \quad (3)$$

$$d = R \cdot \sin \rho = 150 \cdot \sin 20'' = 150 \cdot 10^6 \cdot 96,96 \cdot 10^{-6} = 14544 \text{ pc} = 14,5 \text{ kpc}$$

**Ҷавоб:**  $R = 150 \text{ Mpc}$ ;  $d = 14,5 \text{ kpc}$ ;

**Масъалаи 9 .** Дар галактика ситораи наvero ошкор намуданд, ки қадри зоҳирии ситорагиаш  $m = +18^m$  ва қадри мутлақи ситорагиаш  $M = -7^m$  аст. Масофа то ба ин галактика чӣ қадар аст ва он аз мо ба кадом суръат дур мешавад?

Дода шуда аст:

$$m = +18^m$$

$$M = -7^m$$

$$R = ?$$

$$\mathcal{G} = ?$$

Ҳал:

Барои муайян кардани масофа то ба галактика аз рӯи нишондоди қадри зоҳирӣ ва қадри мутлақи ситорагиаш бо формулаи зерин муайян карда мешавад:  $M = m + 5 - 5 \text{Lg} R$  (1) Аз формулаи

(1)  $R$  – ро миёбем:

$$\text{Lg} R = 0,2(m - M) + 1 \quad (2)$$

$$R = 10^{0,2(m-M)+1} \quad (3)$$

Ба формулаи (3) қиматҳои дар шартҳои масъала додашударо гузошта ҳисоб мекунем:

$$R = 10^{0,2(m-M)+1} = 10^{0,2(18-(-7))+1} = 10^{0,2(18+7)+1} = 10^{0,2 \cdot 25+1} = 10^{5+1} = 10^6 \text{ pc} = 1 \text{ Mpc}$$

Акнун аз рӯи қимати масофа то ба галактика суръати дуршавии галактикаро аз рӯи қонуни Ҳаббл миёбем:

$$v = H \cdot R \quad (4)$$

$$v = H \cdot R = 100 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Mpc}} \cdot 1 \text{ Mpc} = 100 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

**Ҷавоб:**  $R = 1 \text{ Mpc}$  ;  $v = 100 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  ;

**Масъалаи 10.** Эдвин Ҳаббл фаҳмид, ки ҳамаи галактикаҳо, ба ҷуз се галактикаи наздик, аз системаи ситораии мо дур мешаванд. Чаро ҳамин се галактика ба мо наздик мешаванд?

**Ҷавоб:** Эдвин Ҳаббл дар соли 1929 кашф кард, ки аксарияти галактикаҳо аз системаи ситораии мо, ки галактикаи Мелкӣ аст, дур мешаванд. Ин кашфиёт асоси қонуни Ҳабблро гузошт, ки нишон медиҳад, ки суръати дуршавии галактикаҳо бо масофаи онҳо аз мо пропорционалӣ аст. Аммо, баъзе галактикаҳо, ба монанди галактикаи Андромеда, ба мо наздик мешаванд.

Ин падида ба таъсири ҷозибаи гравитатсионӣ вобаста аст. Галактикаи Андромеда ва галактикаҳои дигар, ки ба мо наздик мешаванд, қисми гурӯҳи маҳаллӣ (Local Group) мебошанд, ки бо қувваи ҷозибаи гравитатсионӣ якҷо нигоҳ дошта мешаванд. Ин қувваи ҷозиба метавонад бар таъсири умумии васеъшавии кайнат ғолиб ояд ва ба онҳо имкон диҳад, ки ба мо наздик шаванд.

Дар асл, галактикаи Андромеда ва галактикаи Мелкӣ дар як миллиард соли оянда бо ҳам бархӯрд мекунанд ва як галактикаи ягонаи калонро ташкил медиҳанд. Ин бархӯрд эҳтимолан бо шиддат хоҳад буд, вале бо сабаби масофаи бузурги байни ситораҳо, эҳтимоли бархӯрди мустақим байни ситораҳо хеле кам аст.

**Масъалаи 11.** Думи комета чӣ тавр пайдо мешавад?

**Ҷавоб:**

Комета яке аз чирмҳои хурди системаи Офтобӣ иборат, буда таркиби онҳоро газу ҷанги ғуборҳои кайҳон ташкил медиҳад. Вақте ки комета ба Офтоб наздик мешавад, аз гармӣ яхҳои он, ки аз об, метан, CO<sub>2</sub> ва ғайраҳо иборатанд ба газ табдил меёбонад (сублиматсия).

Ин газҳо микдори зиёди чангу газро ба муҳити атроф кома мебароранд. Ҳангоми наздикшави комета ба Офтоб ду шоҳаи комета пайдо мешаванд?

**1. Шоҳаи газӣ (ионӣ).** Шоҳаи газии комета, ки онро инчунин шоҳаи ионӣ ё шоҳаи плазма меноманд, як хати тунуки ва мустақим аст, ки аз гази ионизатсияшудаи комета ташкил ёфтааст. Ин шоҳа ба воситаи таъсири бодии офтобӣ (солар винд) ва майдони магнитии офтобӣ, ки заряднокиҳои гази ионизатсияшударо аз кома (атмосфераи муваққатии комета) дур мекунад, ташаккул меёбад.

#### **Хусусиятҳои шоҳаи газии комета**

**Таркиб:** Шоҳаи газӣ асосан аз ионҳои гази комета, ки аз қабилҳои  $\text{CO}^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+$  ва дигар ионҳои молекулаҳои гази комета иборат аст.

**Ранг:** Шоҳаи газӣ одатан ранги кабудӣ хира дорад, ки ба сабаби флуоресценсияи молекулаи  $\text{CO}^+$  аст, ки нурро дар мавҷи 4200 ангстром (сабзӣ) мебарорад.

**Шакл ва равона:** Шоҳаи газӣ хати мустақим ва тунук буда, ҳамеша мустақиман аз ҷониби офтоб дур мешавад, ки ин ба сабаби таъсири бодии офтобӣ ва майдони магнитии офтоб аст.

**Дарозӣ:** Шоҳаи газӣ метавонад ба ҳазорҳо километр расад ва дар баъзе ҳолатҳо ҳатто ба миллионҳо километр мерасад.

**2. Шоҳаи чангӣ.** Зарраҳои чангӣ (андозаи аксарият – микрометр) аз кома паст мекунад ва нуре, ки аз Офтоб бархӯрдашон инъикос мешавад онҳоро ба кучое тела медиҳад. Ба хоҳири энергияи хурди онҳо нисбат ба газҳо, ин чангҳо каме қач мешаванд ва шоҳаи паҳно ва нозуқеро ташкил медиҳанд, ки одатан заррин ё хокистарранг аст.

Ҳар ду шоҳа ҳам ба сӯи муқобили Офтоб нигоҳ мекунад шоҳаи газӣ рост ва шоҳаи чангӣ каме қач, вобаста ба траекторияи комета ва раванди ҳаракати онҳо.

**Хулоса:** Комета аз ҳисоби гармии Офтоб ба ҳолати сублиматсия → кома ба амал меояд.

**Масъалаи 12.** Дар замони Гиппархи (асри II пеш аз милод), мафҳуми «величинаи ситора» барои таснифи равшании ситораҳо истифода мешуд. Гиппархи ситораҳоро ба 6 гурӯҳ тақсим мекард, ки гурӯҳи аввал равшантарин ва гурӯҳи шашум камтарини ситораҳое буданд, ки бо чашми оддӣ дар осмон дида мешуданд. Бо вучуди ин, бо пешрафти илм ва истифодаи дастгоҳҳои муосир чаро дигар гурӯҳи пешниҳод нахудаанд?

**Ҷавоб:** Олими юнони Қадим Гиппарх ҷилоҳои ситораҳоро ба 6 дараҷа тақсим кард: **1-ум дараҷа** — дурахшонтарин ситораҳо, **ва дараҷаи 6-ум дараҷа** — заъифтарин ситораҳо, ки равшани онҳо камтар ҳаст ([ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org)). Ин тақсим маҳсули субъективии чашм буд: зеро

бевосита аз чашм ва эҳсоси он бармехӯрд ситорахоро ба гурӯҳҳо чудо мешуданд.

Дар физика ин система нишонаи нисбии чило аст. Яъне маънои онро дорад, ки чашм фарқиятҳои фосилавино байни ситораҳо медонад. Тадқиқотҳои психофизикии Қонуни Вебер–Фехнер нишон доданд, ки чашми инсон ба логарифми тағйироти равшанӣ хеле ҳассос аст: фарқияти як дараҷа баробар ба афзоиши тақрибан 2.5 дар равшании воқеӣ аст.

**Хулоса:** Дар замони Гиппарха: Звёздная величина - Қадри ситораҳои ин чило ё ранги дурахшонӣ буд, ки чашми ё тасаввурӣ арзёбӣ мешуд. Ин як система буд барои таснифи ситораҳо ба 6 гуруҳ асосан барои сохтани каталогҳои ситорай. Аз назари физикӣ, он нишони фанниҳои равшании нисбӣ буд – ақсуламал ба чашм, ба ҷилоҳои нисбӣ; Ин аввалин қадам барои тадқиқоти бештар ва рушди фотометрияи муосир буд.

**Масъалаи 13.** Дар замонҳои Қадим спектри ситорахоро чӣ тавр кашф карда шуд, ҳоло он, ки асбобҳои спектрасан ихтиро карда нашуда буд?

**Ҷавоб:** Оид ба пайдоиши ва барангҳо ҷудошудани рушноӣ сафедро мо омукта буде, вале дар замонҳои пеш спектри ситорахоро чӣ тавр ошкор мекардан ва сабабҳои онро муайян мекарданд.

Дар замонҳои қадим то асри II–VII м. м., вақте асбобҳои спектрасан (мисли спектроскопҳо ё спектрографҳо) ханӯз ихтироъ нашуда буданд, олимони ба воситаи чашм ва пайдоиши назарӣ ба ранги ситораҳо диққат мекарданд. Фарқияти ранги ситора (масалан, сурх, сафед, кабуд ё зард) барои онҳо аломати тағйиротҳои ҳароратӣ, таркиби сохти ситора ва ҳатто ҳолати атмосфераи Замин буд.

Хулоса: Дар замонҳои қадим, ҳеҷ спектрасан набуд – олимони танҳо рангҳоро бо чашм пайгирӣ мекарданд ва дар бораи таркиб ва ҳарорати ситора гумон мекарданд. Танҳо баъд аз ихтироӣ призми ва спектроскоп, аз ҷумла Fraunhofer дар соли 1814 барои ситораҳо ва Kirchhoff & Bunsen дар соли 1859 барои бароҳ мондани хати абсорбсион, спектроскопияи ситорай ҳамчун илм шакл гирифт.

**Масъалаи 14.** Дар мавзӯи таълими зиёд мегӯянд, ки “сидерикӣ” давраи гардиши сабади экватории Офтоб тақрибан 25 рӯз аст. Оё ин рост аст?

**Ҷавоб:** “Ин давра (25 рӯз) ба сатҳи фотосфера тааллуқ дорад ва бо ҳаракати доғҳои офтоб дар минтақаи экваторӣ муайян карда мешавад. Аммо, дар қабатҳои болоии гази офтоб дар ҳамин минтақа суръати гардиш баландтар аст. Масалан, дар баландии фаулаҳо давра 24 рӯз 16 соат аст; дар баландии +5000 км болои фотосфера (таъйиншуда бо хати Ca II) – 24 рӯз; дар баландии +14 000 км – 23 рӯз 6 соат.”

**Масъалаи 15.** Кометаи Энке-ро ки кашф кардааст?

**Ҷавоб:** Комета Энке аввалин бор 1786, 17 январ аз тарафи астрономи фаронсавӣ Пьер Франсуа Андре Мешен мушоҳида карда шудааст. Аммо комета бо номи Энке номгузори шудааст, зеро соли 1819 олими олмонӣ Иоганн Франц Энке мадори онро ҳисоб карда, муайян намуд, ки мушоҳидаҳо аз 1786, 1795, 1805 ва 1818 ба як объект тааллуқ доранд, ва даври онро (тақрибан 3,3 сола) дуруст пешгӯӣ кард.

Хусусиятҳои физикӣ ва таркиби ин комета: Диаметри ядроаш тақрибан 4.8 км ( $\approx 2.9$  мил) аст. Ядро ба таркиби "ҳокчашма", яъне омехтаи хок, санг, яхҳои об ва газҳои яхбаста  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$  ба мисли (ҳокчаҳои яхнок) гузориш мешавад.

Кома ва газҳо: Мушкили спектроскопӣ нишон доданд, ки дар кома Енске мавҷуданд:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ . Нигаронӣ пайдо шудани газҳои органикии асосӣ: Енске нисбат ба дигар кометаҳо дар бархе маҳсулоти газӣ ( $\text{HCN}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ) камтар дорад, вале  $\text{CH}_3\text{OH}$  (метанол) дар он хеле зиёд аст — нишонаи эҳтимоли пайдоиш дар наздикии Офтоб.

Ташкилшавӣ зарраҳои чанг: Дар аксҳои инфрасурх (спитзер, ISO), комета намунаи хеле босифати чанг дорад: Зарраҳои крейштаби карбон, бо қавли ғайр-минералӣ, "ирфонист" занҷираи карбон, водород, оксиген, нитроген ва монанди "полимери астрономӣ". Дар кома ҳолқунанда иборат аз чанг ( $\approx 2.9$ ) зиёдтар аз дигар кометаҳо.

### НАМУНАИ МАСЪАЛАҲОИ ТЕСТӢ ОИД БА ҲАРАКАТИ СИТОРАҲО ДАР ГАЛАКТИКА. ҚОНУНИ ҲАБЛЛ

4.1. Суръати дуршавии ситораеро муайян кунед, ки агар хати спектрии водороди он (H), ки дарозии мавҷаш  $4340 \text{ \AA}$  мебошад, ба тарафи канори бунафши спектр  $\Delta\lambda = 0,43 \text{ \AA}$  лағжида бошад.

$$A) v_r = -30 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$B) v_r = 40 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$C) v_r = 35 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$D) v_r = 10 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$E) \vartheta = 40 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

4.2. Суръати дуршавии ситораи Канопус ( Думи Кимсӣ)-ро, ки хати гидрогени он (H) ба дарозии мавҷи  $4102 \overset{0}{\text{Å}}$  соҳиб буда, ба тарафи канори ранги сурхи спектр ба  $\Delta\lambda = 0,27 \overset{0}{\text{Å}}$  лағжида шудааст, муайян кунед.

$$A) \vartheta = 20 \frac{\text{км}}{\text{с}} .;$$

$$B) \vartheta = 40 \frac{\text{км}}{\text{с}} .;$$

$$C) \vartheta = 45 \frac{\text{км}}{\text{с}} ;$$

$$D) \vartheta = 35 \frac{\text{км}}{\text{с}} ;$$

$$E) \vartheta = 30 \frac{\text{км}}{\text{с}} ;$$

4.3. Дар Офтоб тарқиш ба амал омад, дар натиҷа миқдори зиёди плазма партофта шуд. Баъди 3 рӯз плазмаи партофташуда аз Офтоб ба Замин расид ва дар магнитосфераи Замин ошуби зиёд ба амал омад. Бо кадом суръат плазма ҳаракат кард?

A) 578 км/с;

B) 978 км/с;

C) 878 км/с;

D) 778 км/с;

E) 678 км/с;

4.4. Ду ситораи нейтронӣ дар маркази массаи умумӣ дар муддати 7 соат давр мезананд. Дар кадом масофа онҳо ҷой доранд, агар массаи онҳо 1,4 маротиба аз массаи Офтоб зиёд бошад?

A)  $4 \times 10^6 \text{м}$ ;

B)  $7 \times 10^6 \text{м}$ ;

C)  $3 \times 10^6 \text{м}$ ;

D)  $9 \times 10^6 \text{м}$ ;

E)  $14 \times 10^8 \text{м}$ ;

4.5. Масофаи ҷойгиршавии галактикаро муайян созед, агар суръати дуршавии он 2000км/с ва  $H=75$  км/(с·Мпк) бошад;

- A) 26,67 Мпк;
- B) 266,7пк;
- C) 26,67пк;
- D) 266,7 Мпк;
- E) 20 Мпк;

4.6. Суръати васеъшавӣ барои галактикаҳои дар масофаи 1 Мпс буда ба чанд км/сон баробар аст? Агар доими Ҳаббл  $H=75$  км/(с·Мпк) баробар бошад.

- A) 60;
- B) 65;
- C) 70;
- D) 75;
- E) 80;

4.7. Дар галактикае, ки дар он лағжиши сурхи хатҳои спектри ба

$$z = 2000 \frac{km}{c}$$
 мувофиқ аст, ситораи навтарин афрӯхт. Дурахши зохирии

он дар максимум ба  $m = 18^m$  - қадри зохирии ситорагӣ баробар аст. Қадри мутлақи ситорагӣ ва равшаноии он ба чӣ баробар аст ? Доими Ҳабблро  $H=75$  км/(с·Мпк) қабул намоед.

- A)  $M = -7,13^m$   $L = 54 \cdot 10^4$  ;
- B)  $M = -4,13^m$   $L = 24 \cdot 10^4$  ;
- C)  $M = -8,13^m$   $L = 64 \cdot 10^4$  ;
- D)  $M = -17,13^m$   $L = 44 \cdot 10^4$  ;
- E)  $M = -8,13^m$   $L = 34 \cdot 10^4$  ;

4.8. Масофаи ҷойгиршавии галактикаро муайян созед, агар суръати дуршавии он 2000 км/с ва  $H=75$  км/(с·Мпк) бошад;

- A) 26,67 Мпк;
- B) 266,7пк;
- C) 26,67пк;
- D) 266,7 Мпк;
- E) 20 Мпк;

4.9. Офтоб аз маркази Галактика дар масофаи 7,5 кпк ҷойгир буда, бо суръати 220 км/с ҳаракат мекунад. Дар чанд муддат Офтоб дар атрофи Галактика як даври пурра мезанад?

- A)  $200 \times 10^6$  сол;
- B)  $300 \times 10^6$  сол;
- C)  $500 \times 10^6$  сол;
- D)  $200 \times 10^8$  сол;
- E)  $200 \times 10^9$  сол;

4.10. Агар лағзиши раҳҳои спектри галактика  $\mathcal{G} = 10000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  ва қутри

зоҳирии галактика  $\rho = 2'$  бошад, ситораи навтарин дар проексияи гунбази осмон аз маркази галактика дар кадом масофа (ба ҳисоби парсек) ва андозаи ҳатти онро муайян кунед? Доими Ҳабблро  $H=100$  км/(с·Мпк) қабул намоед.

- A)  $R = 100 \text{ Mpc}$ ;  $d = 58,2 \text{ kpc}$ ;
- C)  $R = 170 \text{ Mpc}$ ;  $d = 482 \text{ kpc}$ ;
- D)  $R = 340 \text{ Mpc}$ ;  $d = 902 \text{ kpc}$ ;
- E)  $R = 600 \text{ Mpc}$ ;  $d = 200 \text{ kpc}$ ;

4.11. Лағзиши спектри галактикаи дурр ба дараҷае ғечонида шудааст, ки он ба суръати дуршавии  $\mathcal{G} = 15000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$  мувофиқ меояд. Масофа то ба

ин галактика чӣ қадар аст? Агар он ба шакли доғи диаметраш  $\rho = 20''$  намудор бошад, пас андозааш чӣ қадар будааст? Доими Ҳабблро  $H=100$  км/(с·Мпк) қабул намоед.

- A)  $R = 150 \text{ Mpc}$ ;  $d = 15000$  ;
- C)  $R = 170 \text{ Mpc}$ ;  $d = 482 \text{ kpc}$ ;
- D)  $R = 340 \text{ Mpc}$ ;  $d = 902 \text{ kpc}$ ;
- E)  $R = 600 \text{ Mpc}$ ;  $d = 200 \text{ kpc}$ ;

## **БОБИ V. МАЪЛУМОТИ МУХТАСАРА ОИДИ ИТТИФОҚИ БАЙНАЛМИЛАЛИ АСТРОНОМҲО ВА РӮЗИ АСТРОНОМҲО**

Мархилаҳои инкишофи тамадуни инсонияти қурраи Замин ба он ҳодисаҳои ноаёни қайҳони рӯз то рӯз зиёд мешавад. Аз ин лиҳоз боиси таъсисёби як иттиҳодияи навро ба миён овард. Таърихи таъсиси Иттиҳоди байналмилалии астрономӣ (ИБА) метавонад аз ҳамкориҳои байналмилалӣ дар лоиҳаи «харитаи осмон» сарчашма гирад. Дар соли 1887 Комиссияи доимӣ оид ба харитаи ақсҳои осмон манфиатҳои худро ба дигар соҳаҳои астрономия паҳн кард ва аз ин рӯ онро асосгузори ИБА ҳисобидан мумкин аст.

Иттиҳоди байналмилалии астрономӣ (IAU) сомонест, ки ҷомеаҳои астрономиро дар саросари ҷаҳон муттаҳид мекунад. Моҳи июли соли 1919 дар Брюссел (Белгия) таъсис ёфтааст.

ИБА аз давлатҳои аъзо (аз ҷониби академияҳои миллӣ ё дигар муассисаҳои давлатӣ) ва астрономҳои алоҳидаи касбӣ иборат аст. То 20 октябри соли 2020 ба иттиҳодия 82 давлат ва 11826 аъзои инфиродӣ (аз ҷумла 717 аъзои хурд) дохиланд, СССР соли 1935 дохил шуд.

Якҷоя бо ташкилотҳои шабеҳи дигар соҳаҳои илм, ИБА узви Шӯрои байналмилалии илм мебошад, ки марказаш дар Париж аст. Таҳти сарпарастии иттиҳодия Бюрои марказии телеграммаҳои астрономӣ ва Маркази Сайёраҳои Минор, ки дар расадхонаи астрофизикии Смитсон ҷойгиранд, фаъолият мекунанд.



Сиёсатҳои дарозмуддатро Ассамблеяҳои Генералӣ муайян мекунанд ва аз ҷониби Кумитаи иҷроия амалӣ карда мешаванд. Қорҳои кунунии ташкилиро 9 шӯъбаи илмӣ анҷом медиҳанд, ки 35 комиссияи тахассусӣ ва 55 гурӯҳи қориро дар бар мегиранд.

Ҳар се-чор сол як маротиба (танҳо дар давраи Ҷанги Дуюми Ҷаҳон танаффус буд), дар яке аз кишварҳои ширкаткунанда Ассамблеяҳои Генералӣ (конгрессҳо) баргузор мешаванд. Даҳумин Ассамблеяи Генералии IAS дар соли 1958 дар Маскав баргузор шуда буд. Маҷлиси охиринаи IAS соли 2018 дар Вена баргузор шуд, ҷаласаи навбатӣ соли

2021 дар Пусан (Шаҳрест дар Ҷумҳурии Корея. Ин як шаҳри метрополитӣ мебошад) баргузор хоҳад шуд.

ИБА ҳамчун мақомоти олии байналмилалӣ дар ҳалли масъалаҳои астрономӣ, ки ҳамкорӣ ва стандартизатсияро талаб мекунанд, ба монанди номгузории расмӣ мақомоти астрономӣ ва ҷузъиёти онҳо эътироф карда мешавад. ИБА инчунин мушоҳидаҳои астрономиро дар кишварҳои рӯ ба тараққӣ тарғиб мекунанд. Ассамблеяи генералии ИБА ҳар се сол як маротиба чамъ меояд, симпозиумҳо ва коллоквиумҳои мутахассисон мунтазам ташкил карда мешаванд. Иттиҳоди Байналмилалӣ Астрономӣ кайд мекунанд, ки барои номгузории ҷирмҳои осмонӣ хидматрасонии пулакӣ наметад.

Мақонҳо ва солҳои Ассамблеяҳои Генералии ИБА:

### Ҳалли масъала дар ИБА

Дар аввалин Ассамблеяи Генералии ИБА дар соли 1922 тақсими осмон ба 88 бурҷ қарор дода шуд, як қатор бурҷҳо истисно карда шуданд ва номи баъзеҳо содда карда шуд, контурҳои бурҷҳо муайян карда шуданд. Худуди ниҳони бурҷҳо дар соли 1928 муқаррар карда шуда буд. Сарҳадҳо бо хатҳои қад-қадӣ



параллелҳои осмонӣ ва доираҳои қоҳиш нисбат ба шабакаи координатҳо барои давраи 1875 қарор дода шуданд. Аз сабаби пешгузарӣ, шабакаи координатҳо тадриҷан тағир меёбад ва худуди бурҷҳо, бо самтҳои доираҳо ва параллелҳои осмонӣ мувофиқат карданро бас кард ва аз ин рӯ дар атласҳои баъдӣ нисбат ба шабакаи координатҳо каме қарор дода шуданд. (Барои халқҳои гуногун дар замонҳои гуногун принсипи тақсим кардани осмони ситораро гуногун буд: дар асри IV пеш аз милод дар Чин 122 бурҷ 809 ситораро дар бар мегирифт; дар асри 18 Муғулистон 237 бурҷ дошт; дар «Алмагест» -и К.Птолемей 47 бурҷ тасвир шудааст бурҷҳои осмони шимолӣ, ки дар ин рӯйхат ҳифз шудаанд ва боқимондаи номҳои бурҷҳо дар замони муосир И.Байер, Ҷ. Гевелиус, А. Рой, Н. Лакайл ва дигарон додаанд.)

Дар 1930, ИБА қарори расмӣ қабул кард, ки Плутон сайёра ҳисобида шавад. Дар Ассамблеяи X Генералии ИБА, ки соли 1958 дар Москва

баргузор гардид, системаи нави координатаи галактикӣ барои иваз кардани системаи кӯҳна муайян карда шуд .

Бо қарори Ассамблеяи Генералии ИБА дар соли 1976 Гурӯҳи кории ИБА оид ба координатҳои картографӣ ва элементҳои гардиши сайёраҳо ва мохвораҳо таъсис дода шуд, ки, аз ҷумла, таърифҳои системаҳои координатаҳоро барои сатҳҳои сайёраҳои системаи офтобӣ ҷорӣ ва нашр мекунад, баъдан аз ҷониби AMS истифода мешавад (масалан, "Venus-15", "Venus-16", "Magellan" ҳангоми харитаи Зӯҳра)

23 июли соли 2003 Ассамблеяи Генералии ИБА дар Сидней (Австралия) қатъномае қабул кард, ки соли 2009 Соли байналмилалӣ астрономия эълон карда шуд.

Соли байналмилалӣ астрономия (IGA-2009, 2009) Соли байналмилалӣ СММ аст, ки дар иҷтисоии 62-юми Ассамблеяи Генералии СММ эълон шудааст. Ташаббускорони сол Иттиҳоди байналмилалӣ астрономӣ ва ЮНЕСКО мебошанд. Сол ба 400-умин солгард рост меояд: дар соли 1609 Галилео Галилей аввалин шуда телескопро барои мушоҳида кардани сайёраҳо истифода бурд.



Президенти Иттиҳоди байналмилалӣ астрономӣ (ИБА) Кэтрин Сесарский: "Соли байн 3434 алмилалӣ астрономия-2009 ба ҳамаи кишварҳо имконият медиҳад, ки дар инқилоби ҷолиби илмӣ-техникӣ, ки ҳоло ба амал омада истодааст, ширкат варзанд

#### Концепсия

«Ба шахрвандони тамоми ҷаҳон тавассути нигоҳи осмони рӯзу шаб кумак кунед, ки ҷойгоҳашонро дар олам дубора пайдо кунанд - ва ба ин васила қобилияти одамонро барои кашф ва ҳайрон кардан ташвиқ мекунанд. Ҳамаи одамон бояд нақши астрономия ва дигар илмҳоро дар ҳаёти ҳаррӯзаи мо дарк кунанд ва дарк кунанд, ки чӣ гуна дониши илмӣ метавонад дар бунёди ҷомеаи одилонатар ва осоишта саҳм гирад. "

#### Вазифаҳо

Барои ҳавасманд кардани тамоми ҷаҳон, алахусус ҷавонон, тавачҷӯҳ ба астрономия ва умуман илм дар доираи мавзӯи марказӣ: "Қоинот барои

шумост." Мусоидат ба дарки дурусти чанбаҳои эҷодии астрономия, ки барои тамоми кишварҳо манбаи бебаҳои умумӣ мебошанд.

### **Мақсади рӯзи астрономҳо:**

- Баланд бардоштани фаҳмиши илмӣ.
- Дастрасии васеъ ба донишҳои нав ва мушоҳидаҳои ҳодисаҳои астрономӣ.
- Тавонмандсозии ҷомеаҳои астрономӣ дар кишварҳои рӯ ба тараққӣ
- Нигоҳ доштан ва баланд бардоштани таҳсилоти ҳам расмӣ ва ҳам ғайрирасмӣ
- Модернизатсияи тасвирҳои илм ва олимон.
- Мусоидат дар ташаққули шабакаҳои нав ва таҳкими шабакаҳои мавҷуда.
- Такмили тавозуни гендерии академикҳо, ки дар ҳама сатҳҳо намояндагӣ мекунанд ва ҳавасмандгардонии иштироки фаъолтари ақаллиятҳои намояндагӣ дар соҳаи илм ва мансабҳои муҳандисӣ.
- Мусоидат ба ҳифз ва ҳифзи мероси фарҳангӣ ва табиии осмони тираи ҷаҳон дар рӯи замин. Ба монанди: воҳаҳои шахрӣ, боғҳои миллӣ ва мавзӯҳои астрономӣ.

Дар соли 2006, дар робита бо кашфи миқдори зиёди ашӯи бузурги камарбанди Куйпер, ИБА мафҳуми "сайёра" -ро ба расмият даровард ва таърифи мафҳуми "сайёраи карахт" -ро ҷорӣ кард. ИБА тасмим гирифт, ки Плутонро "сайёраи ҷилодор" ҳисоб кунад .

11 июни соли 2008, ИБА дар бораи ҷорӣ намудани мафҳуми плутоид - объекти транс-Нептуния, ки ҳамчун сайёраи луч шинохта шудааст, эълон кард. Сайёраҳои карахтӣ Плутон ва Эрис ва баъдтар - Макмаке ва Хаумеа ҳамчун плутоидҳо тасниф карда шуданд. Сайёраи карахти Ceres плутоид нест .

Қайд бояд кард, ки Ҷумҳурии Тоҷикистон азиз дар рӯшди илми астрономия ва астрофизика саҳми калон дорад. Аз ҳисоби кашфиётҳои олимони Тоҷик ИБА якчанд ҷирмҳои хурди системаи Офтобиро номгузори карданд.

## ФОРМУЛАҲОИ АСОСИ АСТРОНОМИЯ ВА АСТРОФИЗИКА

1.  $Lg \frac{E_1}{E_2} = 0,4(m_2 - m_1)$  - Формулаи Погсон (Ҳисоб намудани нисбати дурахшони ситораҳо)
2.  $M = m - 5 + 5Lgr$  - Муайян кардани қадри мутлақ вобаста ба қадри зоҳирӣ ситора
3.  $r = \frac{1}{\pi}$  - Муайян кардани масофа то ба ситора аз рӯи параллакшан (бо Парсек)
4.  $q = a_0(1 - e)$  - Масофаи перигелий (масофа ба Офтоб наздиктар)
5.  $Q = a_0(1 + e)$  - Масофаи афелеи (масофа ба Офтоб дуртар)
6.  $a = \frac{q + Q}{2}$  - Нимтираи калони мадори сайёра
7.  $e = 1 - \frac{q}{Q}$  - Эксцентрисенти мадори сайёра
8.  $T_2 - T_1 = N_2 - N_1$  - Ҳисоб намудани вақти маҳал аз рӯи минтақаи соатӣ
9.  $A = 90 - h$  - Муайян кардани азимути ҷирми мунир
10.  $Z = 90 - h$  - Муайян кардани масофаи зенитӣ ҷирми мунир
11.  $\vartheta = HR$  - Қ онуни Ҳаббл
12.  $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$  - Қонуни сеюми Кеплер

$$13. \frac{T_1^2 (M_1 + m_1)}{T_2^2 (M_2 + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3} - \text{Қонуни умумикардашудаи сеюми}$$

Кеплер

$$14. \vartheta_Q = \vartheta_0 \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} - \text{Суръати ҳаракати сайёра дар нуқтаи}$$

афелеи

$$15. \vartheta_q = \vartheta_0 \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} - \text{Суръати ҳаракати сайёра дар нуқтаи}$$

перигелий

$$16. r = 10^{0,2(m-M)+1} - \text{Муайян кардани масофа то ба ситора аз}$$

рӯи қадри зоҳирӣ ва мутлақаш

$$17. I = \frac{W}{s \cdot t} - \text{Формулаи интевсияти рӯшноӣ (ё Офтоб)}$$

$$18. W = \sigma \cdot T^4 \cdot 4\pi R^2 - \text{Формулаи Қонуни Стефан -Болсман дар асоси}$$

интевсияти рӯшноӣ.

### Адабиёт

1. Дагаев М.М. Астрономия Москва: Просвещение , 1983. – 383 с.
2. Дагаев М.М. Задачник – практикум по курсу общей астрономии Москва: Провещение, 1965. – 139 ст.
3. Бакулин П.И. Курс общей астрономия Москва: Наука, 1983. – 560 с.
4. Левитан Е.П. Эволюционирующая вселенная кинга для учащихся 10 -11 классов. Москва « Просвещение» - 1993, 169 с.
5. Г.И. Малахова, Е.К. Страут. Дидактический материал по астрономии. Москва «Просвещение « - 1984 , 64 с.
6. А. В. Веселова, М. И. Волобуева, М. А. Пирогов., И.А. Утешев Астрофизический дивертисмент задачи и упражнения по астрономии и астрофизике. Москва, 2018 – 149 с.
7. Л.А. Кирик., В.А. Захожай., К.П. Бондаренко Астрономия – разноуровневые самостоятельные работы с примерами решения задач. Москва «Илекса» - 2018, 81 с.
8. И.В. Галузо., В.А. Голубев, А.А. Шимбалев. Астрономия- учебное пособие для 11 класса . Минск «Народная асвета» - 2009, 216 с.

9. И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалев. *Астрономия – решения домашние задания*. Минск издательство «Юнипресс» - 2010, 175 с.
10. И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалев. *Практические работы и тематические задания по астрономии для 11 класса*. Минск издательство «Юнипресс» - 2015, 150 с.
11. М.А. Кунаш. *Методические пособие к учебнику астрономия 11 класс*. Москва «Дрофа» -2018, 217 с.
12. М. Мамадазимов. *Астрономия учебник для 11 классов средних и средних специальных, профессиональных учебных учреждений*. Тошкант: «DAVR NASHRIYONI» - 2018. 176 с.
13. И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалев. *Астрономия учебник для 11 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения*. Минск «Ауукацыя и Выхаванне» - 2015. 224 с.
14. О.В. Котова, Е.Ю. Романенко. *Астрономия сборник проверочных и контрольных работ 10 -11 классы*. Логион «Ростов – на – Дону» - 2018. 96 с.
15. В.М. Чаругин. *Астрономия 10 – 11 классы учебник для общеобразовательных организаций*. Москва «Просвещение», 2018. – 144 с.
16. М.М. Дагаев. *Лабораторный практикум по курсу общей астрономии*. Москва Издательство «Высшая школа», 1972 – 424 с.
17. М.М. Дагаев. *Кинга для чтения по астрономии*. Москва «Просвещение», 1980. – 190 с.
18. В.Н. Глазов. *Курсу общей астрономии*. Москва: 2015. – 231.
19. Р.У. Ибатуллин. *Астрономические формулы*. Москва, 2014. – 44 с.

20. Е.Б. Гусев. Сборник вопросов и качественных задач по астрономии . Москва «Просвещение», 2002. – 173 с.
21. Р.Б. Гусев, В.Г.Сурдин. “Расширяя границы вселенной: История астрономии задачах». Москва -20003, 176 с.

Коғази офсетї, чопи офсетї, андозааш 60/84  
Ҳачми 1/16. Ҷузъи чопї 4,7.  
Китоб дар чопхонаи “Матбаа”  
аз чоп баро варда шуд.