

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM
VAZIRLIGI**



**OLIIY TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL
ETISH BOSH ILMIY - METODIK MARKAZI**

**BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARINI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH MINTAQAVIY MARKAZI**

**“Zamonaviy astrofizikada yulduzlarning turlari va ularning evolutsion
bosqichlarini o‘rganish” modulining**

Ўқув услубий мажмуа

**AKADEMIK LISEYLAR O‘QITUVCHILARI MALAKA OSHIRISH
KURSLARI UCHUN**

Malaka oshirish kursi yo‘nalishi: “Fizika va astronomiya”

Tinglovchilar kontingenti: Akademik liseyning Fizika va astronomiya
fani o‘qituvchilari

BUXORO – 2025

Annotatsiya
O‘QUV –USLUBIY MAJMUA TARKIBI

Annotatsiya.....	2
O‘QUV –USLUBIY MAJMUA TARKIBI.....	2
I.ISHCHI DASTUR	3
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI.	6
III.NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI.....	9
1-Mavzu: Yulduzlar evolyutsiyasi.	9
IV.AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI	14
1-amaliy mashg‘ulot: Protoyulduzning vujudga kelishi va uning shartlari.....	14
2-Mavzu: Gersshprung-Rassel ketma-ketligining asosiy tushunchalari.....	15
V. KEYSLAR BANKI.....	17
VI. MUSTAQIL TA’LIM MAVZULARI.....	19
VII. GLOSSARIY	19
VIII. ADABIYOTLAR RO‘YXATI.....	29

I.ISHCHI DASTUR

KIRISH

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentyabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 3-dekabrda “Iqtidorli yoshlarni saralab olish tizimi va akademik litseylar faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4910-son hamda Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 1-iyundagi “Akademik litseylar rahbar va pedagog xodimlarining uzduksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi 296-son Qarorlarida belgilangan ustuvor yo‘nalishlar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u zamonaviy talablar asosida malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda akademik litseylar pedagog xodimlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan tayanch modullari mavzulari orqali akademik litseylarda faoliyat olib borayotgan pedagog xodimlarning borliq haqidagi qarashlar evolutsiyasini o‘zlashtirish, yulduz turlari va ularning evolutsion bosqichlarini o‘rganish, astrofizik kompakt gravitatsion ob'ektlardan foydalanish darajasini oshirish hisobiga ularning pedagogik mahorat va kasbiy kompetentligini muntazam takomillashtirish bilan birgalikda pedagog xodimlarning ehtiyojlari asosida tanlab olingan tanlov modullari bo‘yicha bilim, ko‘nikma va malakalarga ega bo‘lishlari ta‘minlanadi.

Modulning maqsadi va vazifalari

Modulning **maqsadi** pedagog xodimlarning o‘quv-tarbiyaviy jarayonlarini yuqori ilmiy-metodik darajada ta‘minlashlari uchun zarur bo‘ladigan kasbiy bilim, ko‘nikma va malakalarini muntazam yangilash, kasbiy kompetentligi va pedagogik mahoratining uzluksiz rivojlanishini ta‘minlashdan iborat.

Modulning vazifalari

- pedagog xodimlarning kasbiy bilim, ko‘nikma, malakalarini uzluksiz yangilash va rivojlantirish;
- pedagoglarning zamonaviy talablarga mos holda akademik litseylardagi o‘qitish sifati va samaradorligini ta‘minlash uchun zarur bo‘lgan kasbiy mahorat darajasini oshirish;
- o‘qitishning innovasion texnologiyalari va ilg‘or xorijiy tajribalarni o‘zlashtirish hamda ulardan o‘quv jarayonida samarali foydalanish ko‘nikmalarini shakllantirish;
- o‘quv jarayonini ilm-fan va ishlab chiqarish bilan samarali integratsiyasini ta‘minlashga qaratilgan faoliyatni tashkil etish.

**Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikma va malakalariga
qo'yiladigan talablar**

“Fizika va astronomiya” modulini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

- yulduzlar evolyutsiyasini;
- yulduzlarni kuzatish va ularning imkoniyatlarini;
- yangi yulduzning tug'ilishini;

Tinglovchi:

- galaktikalar to'g'risidagi ma'lumotlar, ularning tamoyillari va imkoniyatlarini o'rganish;
- protoyulduzning vujudga kelishi va uning shartlaridan foydalanish **ko'nikma va malakalariga** ega bo'lishi lozim.

Tinglovchi:

- yulduzlarning koinotda taqsimlanishini o'rganish;
- gersshprung-Rassel ketma-ketligining asosiy tushunchalarini amaliyotda samarali qo'llash;
- astrofizika nuqtai-nazaridan yulduzlarda kechadigan jaryonlarni tahlil etish, baholash va umumlashtirish **kompetensiyalariga** ega bo'lishi lozim.

Zamonaviy astrofizikada yulduzlarning turlari va ularning evolutsion bosqichlarini o'rganish moduli bo'yicha soatlar taqsimoti

	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat			
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi		
			Jami	jumladan	
				Nazariy	Amaliy
1	Yulduzlar evolyutsiyasi.	2	2	2	
2	Protoyulduzning vujudga kelishi va uning shartlari.	2	2		2
3	Gersshprung-Rassel ketma-ketligining asosiy tushunchalari.	2	2		2
Jami:		6	6	2	4

NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-Mavzu: Yulduzlar evolyutsiyasi.

Yulduzlar evolyutsiyasi. Yulduz turlari. Yulduzlarni kuzatish va ularning imkoniyatlari. Yangi yulduzning tug‘ilishi. Yulduzlarning ichki energiyasi. Yulduzlarning statsionarlik sharti. Hidrodinamik bosim. Yulduzlarning magnit maydoni. Yulduzlar klassifikatsiyasi. Galaktikalar to‘g‘risidagi ma’lumotlar, ularning tamoyillari va imkoniyatlari.

AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-Mavzu: Protoyulduzning vujudga kelishi va uning shartlari.

Protoyulduzning vujudga kelishi va uning shartlari. Olamning rivojlanishidagi hal qiluvchi bosqichlar. Yulduzlarda moddalarining shakllanishi va ularning koinot bo‘ylab taqsimlanishi haqida.

2-Mavzu: Gersshprung-Rassel ketma-ketligining asosiy tushunchalari.

Gersshprung-Rassel ketma-ketligining asosiy tushunchalari. Astrofizika nuqtai-nazaridan yulduzlarda kechadigan jaryonlar. Yulduzlarning koinotda taqsimlanishi. Zamonaviy kuzatish asboblari.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

I. Maxsus adabiyotlar

1. Tolmen R. Otnositelnost, termodinamika i kosmologiya. -M.:Nauka,1974.
2. 14. Shapirov S., Tyukolskiy S. Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды. Физика компактных об’ектов. V dvux chastyax.- M.:Nauka, 1985.
3. K.A. Postnov, A.V. Zasov.Kurs obshchey astrofiziki.-M.: MGU, 2005.
4. Jo Marchant, The Human Cosmos: A Secret History of the Stars, Canongate Books, 2020.
5. Akademik litseylar uchun fizika fanidan o‘quv dasturi. -T., 2020.
6. Nurmatov J, Isroilov M.I, Nishonova M. Fizika Laboratoriya ishlari. - T.:O‘qituvchi’’, 2002.
7. N. Sadriddinov, A. Rahimov, A. Mamadaliev, Z. Jamolova. Fizika o‘qitish uslubi asoslari. -T.: O‘zbekiston, 2006.
8. Kononovich E. V., Moroz V. I. Obshchey kurs astronomii.- M.: URSS, 2004.
9. Nuritdinov S.N, Ziyaxanov R.F., Tadjibaev I.U. Umumiy astronomiyadan masalalar to‘plami.- T., O‘zbekiston, 2013.

10. Nuritdinov S.N. Galaktik astronomiya kursi, ma'ruzalar matni.-T.: O'zMU, 2000.
11. Nuritdinov S.N. Umumiy astronomiya kursi.-T.: O'zMU, 2000.
12. Surdin V.G. Zvezdy.-M.: FIZMATLIT, 2009. ISBN: 978-5-9221-1116-4.
13. Surdin V.G. Galaktiki.- M.: FIZMATLIT, 2013.
14. Ivanov V.V. Fizika zvyozd.Uchebnoe posobie.- SPb, 2005.

II. Internet saytlar

15. <http://edu.uz>
16. <http://lex.uz>
17. <http://bimm.uz>
18. <http://ziyonet.uz>
19. <http://natlib.uz>

II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI.

“SWOT-tahlil” metodi.

Metodning maqsadi: mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

S – (strength)	• кучли томонлари
W – (weakness)	• заиф, кучсиз томонлари
O – (opportunity)	• имкониятлари
T – (threat)	• тўсиқлар

Namuna: Koinotni katta portlash natijasida yaratilishi, inflyatsiya jarayoni. Fundamental o'zaro ta'sirlar SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

S	Koinotni katta portlash natijasida yaratilishi, inflyatsiya jarayoni. Fundamental o'zaro ta'sirlar foydalanishning kuchli tomonlari	Ushbu nazariya yordamida koinotning rivojlanishini 4 ta fundamental o'zaro ta'sir kuchlari yordamida tushuntiriladi.
----------	---	--

W	Koinotni katta portlash natijasida yaratilishi, inflyatsiya jarayoni. Fundamental o'zaro ta'sirlar foydalanishning kuchsiz tomonlari	Xozirgi paytda eksperimentda tekshirish imkoniyati yo'q.
O	Koinotni katta portlash natijasida yaratilishi, inflyatsiya jarayoni. Fundamental o'zaro ta'sirlar foydalanishning imkoniyatlari (ichki)	Fizikaning qonunlarini o'zaro bog'liqligini ko'rsatadi.
T	To'siqlar (tashqi)	Nazariyaning matematik apparati murakkab.

“Xulosalash” (Rezyume, Veer) metodi

Metodning maqsadi: Bu metod murakkab, ko'ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o'rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo'yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo'yicha o'rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o'quvchilarning mustaqil g'oyalari, fikrlarini yozma va og'zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma'ruza mashg'ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg'ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Методни амалга ошириш тартиби:



тренер-ўқитувчи иштирокчиларни 5-6 кишидан иборат кичик гуруҳларга ажратади;



тренинг мақсади, шартлари ва тартиби билан иштирокчиларни таништиргач, ҳар бир гуруҳга умумий муаммони таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари туширилган тарқатма материалларни



ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрофлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатмага ёзма баён қилади;



навбатдаги боскичда барча гуруҳлар ўз тақдимотларини ўтказадилар. Шундан сўнг, тренер томонидан таҳлиллар умумлаштирилади, зарурий ахборотлар билан тўлдирилади ва мавзу

Namuna:

Fundamental o'zaro ta'sir kuchlar							
Kuchli		Kuchsiz		Elektromagnit		Gravitatsion	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi

Xulosa:							

“Assesment” metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod ta’lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o’zlashtirish ko’rsatkichi va amaliy ko’nikmalarini tekshirishga yo’naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta’lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo’nalishlar (test, amaliy ko’nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo’yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assesment” lardan ma’ruza mashg’ulotlarida talabalarning yoki qatnashchilarning mavjud bilim darajasini o’rganishda, yangi ma’lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg’ulotlarda esa mavzu yoki ma’lumotlarni o’zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o’z-o’zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o’qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o’quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo’shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Namuna. Har bir katakdagi to’g’ri javob 5 ball yoki 1-5 balgacha baholanishi mumkin.



iz ўzaro taъsирни ташувчи
рни кўрсатинг.

- A. W-бозон
- B. фотон
- C. глюон



й таҳлил
иментал ўзaro таъсир
рини таққосланг



гча таҳлили
бозон тушунчасини
ҳланг...



й кўникма
рачанинг энергиясини
обланг

III.NAZARIY MASHG’ULOTLAR MAZMUNI.

1-Mavzu: Yulduzlar evolyutsiyasi.

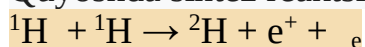
Yulduzlar evolyutsiyasi. Yulduz turlari. Yulduzlarni kuzatish va ularning imkoniyatlari. Yangi yulduzning tug’ilishi. Yulduzlarning ichki energiyasi. Yulduzlarning statsionarlik sharti. Hidrodinamik bosim. Yulduzlarning magnit maydoni. Yulduzlar klassifikatsiyasi. Galaktikalar to’g’risidagi ma’lumotlar, ularning tamoyillari va imkoniyatlari.

Atrofimizdagi dunyo turli xil kimyoviy elementlardan iborat. Bu elementlar tabiiy sharoitda qanday shakllangan? Hozirgi kunda Quyosh tizimini tashkil etuvchi elementlar yulduzlar evolyutsiyasi jarayonida shakllanganligi umumiy qabul qilingan.

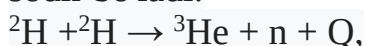
Yulduz shakllanishi qayerdan boshlanadi? Yulduzlar gigant molekulyar gaz bulutlaridan tortishish kuchlari ostida kondensatsiyalanadi (“molekulyar” atamasi gazning asosan molekulyar shakldagi moddalardan iboratligini bildiradi). Molekulyar bulutlarda to'plangan moddalar massasi galaktikalar umumiy massasining muhim qismini tashkil qiladi.

Birlamchi materiyaning bu gaz bulutlari asosan vodorod yadrolaridan iborat. Kichkina aralashma yulduzdan oldingi davrda birlamchi nukleosintez natijasida hosil bo'lgan geliy yadrolaridan iborat.

Yulduz materiya­si­ning to'planishi natijasida massasi 0,1 quyosh massasiga yetganda, yulduz markazidagi harorat 1 million K ga yetadi va protoyulduz hayotida yangi bosqich – termoyadro sintezi reaksiyalari boshlanadi. Biroq, bu termoyadroviy reaksiyalar yulduzlarda, masalan, Quyosh kabi statsionar holatda sodir bo'ladigan reaksiyalardan sezilarli darajada farq qiladi. Gap shundaki, Quyoshda sintez reaksiyalari sodir bo'ladi:



~10 million K yuqori haroratni talab qiladi. Protoyulduzning markazidagi harorat atigi 1 million K. Bu haroratda deyteriy sintezi reaksiyasi ($d \text{ } {}^2\text{H}$) samarali tarzda sodir bo'ladi:



bu erda $Q = 3,26 \text{ MeV}$ - ajratilgan energiya.

Deyteriy, xuddi 4He kabi, koinot evolyutsiyasining yulduzgacha bo'lgan bosqichida hosil bo'ladi va protoyulduz materiya­si­da uning tarkibi protonlar tarkibining 10-5 qismini tashkil qiladi. Biroq, bu kichik miqdor ham protoyulduzning markazida samarali energiya manbai paydo bo'lishi uchun etarli. Protoyulduzlar materiya­si­ning shaffofligi yulduzda konvektiv gaz oqimlarining paydo bo'lishiga olib keladi. Isitilgan gaz pufakchalari yulduzning markazidan chetiga otilib chiqadi. Va sirt­dan sovuq modda protovessa markaziga tushadi va qo'shimcha miqdorda deyteriy beradi.

Yonishning keyingi bosqichida deyteriy protoyulduzning periferiyasiga o'ta boshlaydi, uning tashqi qobig'ini isitadi, bu esa protoyulduzning shishishiga olib keladi. Massasi Quyoshning massasiga teng bo'lgan protoyulduzning radiusi Quyoshnikidan besh baravar katta.

Gravitatsion kuchlar ta'sirida yulduz moddasining siqilishi yulduz markazida haroratning oshishiga olib keladi, bu esa vodorod yonishining yadroviy reaksiyasini boshlash uchun sharoit yaratadi (1-rasm).



Yulduz markazidagi harorat 10-15 million K ga ko'tarilganda, to'qnashuvchi vodorod yadrolarining kinetik energiyalari Kulon itilishini engish uchun etarli bo'ladi va vodorod yonishning yadroviy reaksiyalari boshlanadi.

Yadro reaksiyalari yulduzning cheklangan markaziy qismida boshlanadi. Termoyadro reaksiyalarining boshlanishi yulduzning keyingi siqilishini darhol to'xtatadi. Vodorodning yonishining termoyadroviy reaksiyasi paytida ajralib chiqadigan issiqlik tortishish siqilishiga qarshi turadigan va yulduzning qulashiga to'sqinlik qiladigan bosim hosil qiladi. Yulduzda energiyaning ajralib chiqish mexanizmida sifat o'zgarishi mavjud.

Agar vodorod yonishining yadroviy reaksiyasi boshlanishidan oldin yulduzning qizishi tortishish siqilishi tufayli sodir bo'lgan bo'lsa, endi boshqa mexanizm kashf etilmoqda - yadro sintezi reaksiyalari tufayli energiya chiqariladi. Yulduz barqaror o'lcham va yorqinlikka ega bo'lib, massasi Quyoshga yaqin bo'lgan yulduz uchun vodorod yonishi sodir bo'lganda milliardlab yillar davomida o'zgarmaydi.

Bu yulduzlar evolyutsiyasining eng uzun bosqichidir. Shunday qilib, termoyadro sintez reaksiyalarining dastlabki bosqichi to'rtta vodorod yadrosidan geliy yadrolarining hosil bo'lishidan iborat. Yulduzning markaziy qismida vodorod yonishi natijasida uning zahiralari tugaydi va geliy to'planadi.

Yulduzning markazida geliy yadrosi hosil bo'ladi. Yulduz markazidagi vodorod yonib ketganda, vodorod yonishining termoyadroviy reaksiyasi tufayli energiya ajralib chiqmaydi va tortishish kuchlari yana kuchga kiradi. Geliy yadrosi qisqara boshlaydi. U qisqarganda yulduz yadrosi yanada qiziydi va yulduz markazidagi harorat ko'tarilishda davom etadi.

To'qnashuvchi geliy yadrolarining kinetik energiyasi ortadi va Kulon itarilish kuchlarini yengish uchun yetarli qiymatga etadi.

Termoyadro reaksiyasining keyingi bosqichi boshlanadi - geliyning yonishi. Geliyning yadroviy yonish reaksiyalari natijasida uglerod yadrolari hosil bo'ladi. Keyin uglerod, neon va kislorodning yonish reaksiyalari boshlanadi. Yuqori Z li elementlar yonishi natijasida yulduz markazidagi harorat va bosim doimiy ortib borayotgan tezlikda ortadi, bu esa yadro reaksiyalarining tezligini oshiradi (2-rasm).



Agar massiv yulduz (yulduz massasi ~ 25 quyosh massasi) uchun vodorodning yonish reaksiyasi bir necha million yil davom etsa, geliyning yonishi o'n baravar tezroq sodir bo'ladi. Kislorodning yonish jarayoni taxminan 6 oy davom etadi va kremniyning yonishi bir kun ichida sodir bo'ladi. Termoyadro sintez reaksiyalarining ketma-ket zanjirida yulduzlarda qanday elementlar hosil bo'lishi mumkin?

Javob aniq. Og'irroq elementlarning yadroviy termoyadroviy reaksiyalari energiya ajralib chiqmaguncha davom etishi mumkin. Kremniyning yonishi paytida termoyadro reaksiyalarining yakuniy bosqichida temir hududida yadrolar hosil bo'ladi. Bu yulduz termoyadroviy sintezining yakuniy bosqichidir, chunki temir mintaqasidagi yadrolar maksimal o'ziga xos bog'lanish energiyasiga ega.

Termodinamik muvozanat sharoitida yulduzlarda sodir bo'ladigan yadro reaksiyalari sezilarli darajada yulduz massasiga bog'liq. Bu yulduzning massasi tortishish siqilish kuchlarining kattaligini aniqlaganligi sababli sodir bo'ladi, bu esa oxir-oqibat yulduz markazida erishish mumkin bo'lgan maksimal haroratni aniqlaydi. Jadvalda 1-jadvalda turli massali yulduzlar uchun mumkin bo'lgan yadro sintezi reaksiyalarining nazariy hisobi natijalari ko'rsatilgan.

Har xil massali yulduzlarda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan yadro reaksiyalarini nazariy hisoblash

Massa, $M_{\odot}$	Mumkin bo'lgan yadro reaksiyalari
0,08	Yo'q
0,3	Vodorodning yonishi
0,7	Vodorod va geliyning yonishi
5.0	Vodorod, geliy, uglerodning yonishi
25.0	Energiyani chiqaradigan barcha termoyadroviy reaksiyalar

Agar yulduzning dastlabki massasi $10M_{\odot}$ dan ohsa, uning evolyutsiyasining yakuniy bosqichi "superyanova portlashi" deb ataladi. Massiv yulduzning yadroviy energiya manbalari tugagach, tortishish kuchlari yulduzning markaziy qismini

siqishda davom etadi. Degeneratsiyalangan elektron gazning bosimi siqish kuchlariga qarshi turish uchun etarli emas. Siqish haroratning oshishiga olib keladi. Bunda harorat shunchalik ko'tariladiki, yulduzning markaziy qismini (yadrosini) tashkil etuvchi temir yadrolarining neytron, proton va α -zarrachalarga bo'linishi boshlanadi. Bunday yuqori haroratlarda ($T \sim 5 \cdot 10^9$ K) proton + elektron juftligi samarali ravishda neytron + neytrino juftligiga aylanadi.

Kam energiyali neytrinolarning ($E_n < 10$ MeV) materiya bilan o'zaro ta'siri uchun kesma kichik ($\sigma \sim 10^{-43}$ sm²) bo'lgani uchun neytrinolar yulduzning markaziy qismini tezda tark etib, energiyani samarali olib ketadi va yulduz yadrosini sovutadi. . Temir yadrolarining bo'laklarga bo'linishi ham yulduzning markaziy qismini intensiv ravishda sovutadi. Yulduzning markaziy qismida haroratning keskin pasayishi oqibati yulduzdagi barqarorlikning yakuniy yo'qolishidir. Yulduzning yadrosi bir necha soniya ichida siqilib, yuqori darajada siqilgan neytron yulduzi yoki qora tuynukga aylanadi. O'ta yangi yulduz portlashi sodir bo'lib, juda katta energiya chiqaradi. Zarba to'lqinining shakllanishi natijasida tashqi qobiq $\sim 10^9$ K haroratgacha isitiladi va radiatsiya bosimi va neytrino oqimi ta'sirida atrofdagi bo'shliqqa tashlanadi. Ilgari ko'zga ko'rinmas yulduz bir zumda yonadi. Ko'rinadigan diapazonda o'ta yangi yulduz chiqaradigan energiya butun galaktikaning nurlanishi bilan taqqoslanadi. O'ta yangi yulduz portlashi paytida harorat keskin ko'tariladi va yulduzning tashqi qatlamlarida portlovchi nukleosintez deb ataladigan yadro reaksiyalari sodir bo'ladi. Xususan, hosil bo'lgan intensiv neytron oqimlari massa sonlari $A > 60$ bo'lgan mintaqada elementlarning paydo bo'lishiga olib keladi. O'ta yangi yulduz portlashi juda kam uchraydigan hodisa. $\sim 10^{11}$ yulduzli Galaktikamizda so'nggi 1000 yil ichida faqat 3 ta o'ta yangi yulduz kuzatilgan. Biroq, o'ta yangi yulduz portlashlarining chastotasi va yulduzlararo bo'shliqqa chiqarilgan material miqdori kosmik nurlarning intensivligini tushuntirish uchun etarli. O'ta yangi yulduz portlashidan so'ng, yulduzning quyuqlashgan yadrosi portlayotgan o'ta yangi yulduzning markaziy qismida qolgan material massasiga qarab neytron yulduz yoki qora tuynuk hosil qilishi mumkin.

Shunday qilib, vodorod yulduz ichidagi og'irroq elementlarga eritiladi. Keyin hosil bo'lgan elementlar o'ta yangi yulduz portlashlari yoki qizil gigantlarda sodir bo'ladigan kamroq halokatli jarayonlar natijasida atrofdagi kosmosga tarqaladi. Yulduzlararo fazoga chiqarilgan materiya ikkinchi va keyingi avlod yulduzlarining shakllanishi va evolyutsiyasi jarayonida yana ishlatiladi. Populyatsiya I va II populyatsiya yulduzlari evolyutsiyalashgan sari, tobora og'irroq elementlar hosil bo'ladi.

IV.AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot: Protoyulduzning vujudga kelishi va uning shartlari.

Protoyulduzning vujudga kelishi va uning shartlari. Olamning rivojlanishidagi hal qiluvchi bosqichlar. Yulduzlarda moddalarining shakllanishi va ularning koinot bo'ylab taqsimlanishi haqida.

Yulduzlarning paydo bo'lishi haqida bundan yuz yillar avval ham qizg'in fikrlar bildirilgan. Rus astronomi V.Ya.Struve yulduzlararo fazoda yorug'likni yutuvchi muhit mavjudligini va bu yulduzlararo diffuz muhitdagi moddaning quyuqlashishi natijasida yulduzlarning paydo bo'lishini aytib o'tgan.

Shuningdek, yulduzlarni sovuq gaz-chang bulutlardan gravitasion kondensasiya (ya'ni zarralarning o'zaro tortishishi) yo'li bilan paydo bo'lishligi ko'pgina dalillar yordamida aniqlangan. Ulardan eng muhimiga ko'ra, yulduzlarning vujudga kelishi, yulduzlararo gazning eng zich va sovuqlari to'plangan joy – galaktika tekisligi yaqinida ro'y beradi.

Yangi tug'ilayotgan yulduzning (protoyulduzning) zichligi va temperaturasi uncha katta bo'lmaganligi sababli u to'lqin uzunliklari shkalasining infraqizil qismida nurlanishi mumkin. Yulduzlar vujudga kelayotgan sohalarda, infraqizil nurlanishning ulkan manbalari topiladi. Bu manbalar shakllanayotgan yoki yaqinda shakllangan, lekin hali o'zlari tashkil topgan gaz-chang muhitga o'ralgan yulduzlar bo'lishi mumkin.

Protoyulduzning siqilishidan uning markazidagi temperatura bir necha mln. gradusga yetganida termoyadro reaksiyasi boshlanadi. Avval deyteriy, keyin litiy berilliy va bor yonadi. Bunda qo'shimcha energiyaning chiqishi sababli protoyulduz siqilishi sekinlashadi. Temperatura ortgan sari proton-proton (massasi Quyosh massasidan 1,5 marta kichik yulduzlar uchun) yoki karbon-azot (massasi Quyosh massasidan 1,5 marta katta yulduzlar uchun) reaksiyalari boshlanadi. Bu reaksiyalar uzoq vaqt davom etadi, siqilish jarayoni to'xtaydi. Yulduzlarning ichki bosimi tortishish kuchi bilan muvozanatlashadi va yulduz turg'un holatga o'tadi.

Agar yulduz massasi Quyosh massasidan 2-3 marta katta bo'lsa, Oq karlik yulduz hosil bo'ladi. Oq karliklarda yadro reaksiyasi bo'lmaydi. Ular ilgari to'plangan issiqlik energiyasi hisobiga nur sochadi. Galaktikada yulduz va yulduzlararo moddaning nisbati vaqt o'tishi bilan o'zgarib boradi, chunki moddaning bir qismi oq karliklarga aylanib, yulduzlarda gaz va chang kamayadi.

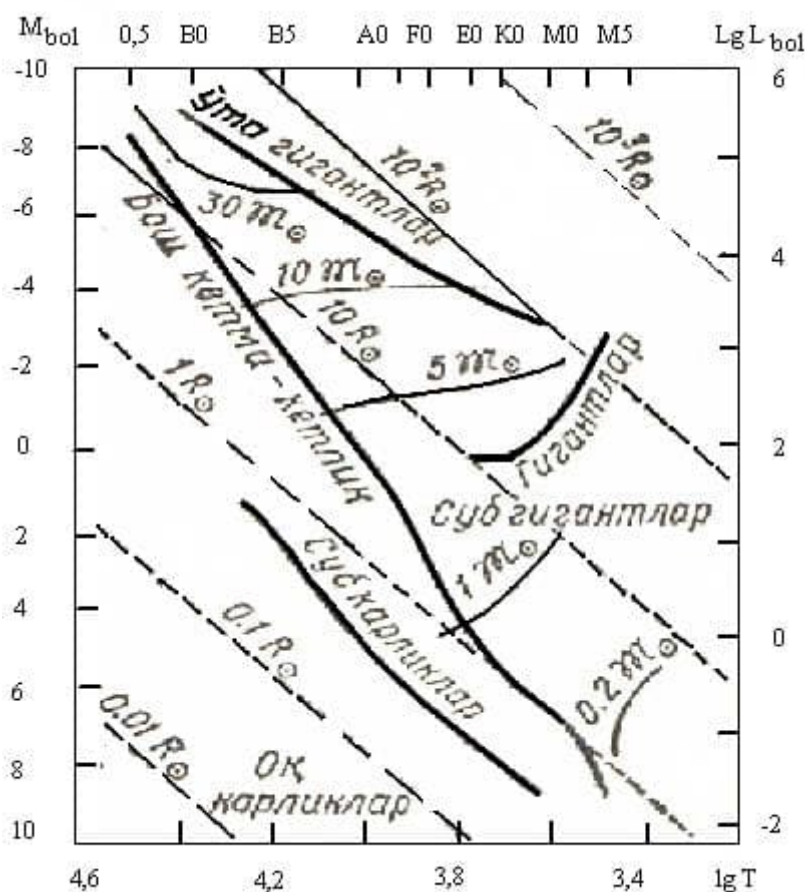
2-Mavzu: Gersshprung-Rassel ketma-ketligining asosiy tushunchalari.

Gersshprung-Rassel ketma-ketligining asosiy tushunchalari. Astrofizika nuqtai-nazaridan yulduzlarda kechadigan jaryonlar. Yulduzlarning koinotda taqsimlanishi. Zamonaviy kuzatish asboblari.

Yulduzlarni xarakterlovchi parametrlar ichida ikkita asosiy parametr – temperatura va asosiy yulduz kattaliklari muhim ahamiyatga egadir. Temperatura ko'rsatkichi

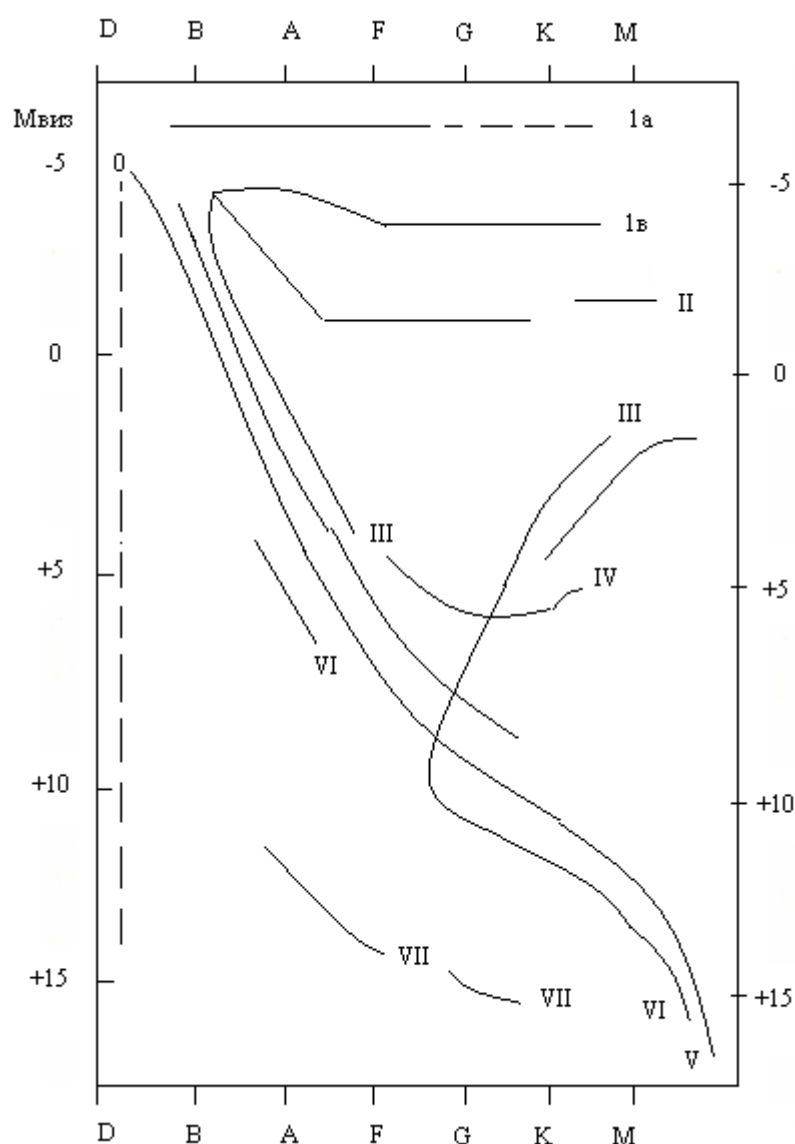
yulduzlarning rang ko'rsatkichlari bilan bog'liq bo'lsa, absolyut yulduz kattaligi yulduzlarning spektral sinflariga bog'liq bo'ladi.

Spektral sinflar lotin alfavitining O, B, A, G', G, K va M harflari bilan belgilanishini avvalgi mavzularimizda ham aytib o'tgan edik. Eng qaynoq yulduzlar O sinfiga, eng sovuq yulduzlar esa M sinfiga mansub bo'ladi (1-rasm).



1-rasm.

1913 yilda golland astronomi Eynar Gersshprung va amerikalik astrofizik olim Norris Rassel bir-biridan mutlaqo xabarsiz holda yulduzlarning bu ikki parametrini



absissalar va ordinatalar o'qlaridagi diagrammalarini ifodalashdi. Ularning xulosalari bo'yicha yulduzlarning absolyut ravshanligi va unga mos spektral sinfi ixtiyoriy kombinasiyaga ega bo'lishi mumkin emas.

Bizga ma'lumki, yulduzlarning ko'rinma ravshanligi absolyut ravshanlik deyiladi. Absolyut ravshanlikka mos keluvchi kattalik absolyut yulduz kattaligi deyiladi va M bilan belgilanadi. Yulduzlarning ravshanligini ularning temperaturasi va rangi bilan solishtirish nihoyatda katta ahamiyatga egadir.

Agar koordinatalar sistemasining ordinatalar o'qi bo'ylab absolyut kattalik M , absissalar o'qi bo'ylab spektral sinf joylashtirilsa, uning diagrammasi quyidagicha bo'ladi (2-rasm):

Bu diagramma *spektral-yorqinlik* yoki *Gersshprung-Rassel diagrammasi* deyiladi. Bu diagrammada ordinatalar o'qi bo'yicha yulduzlarning absolyut kattaliklari M yoki yorqinlikning logarifmlari, absissa o'qi bo'yicha esa yulduzlarning spektral sinfi yoki ularga mos keladigan temperaturalar yoki rangini belgilovchi kattaliklar ham qo'yiladi. Xarakteristikalar ma'lum bo'lgan yulduzlarga tegishli nuqtalar diagrammada betartib joylashmasdan, qandaydir chiziqlar bo'yicha ma'lum *ketma-ketlik*da joylashadi. Yulduzlarning yorqinligi, radiusi va temperaturasi bir vaqtda kamayib borish holati bosh ketma-ketlikdir. Bosh ketma-ketlikka parallel holda subkarliklar ketma-ketligi joylashadi. Diagrammaning yuqorisida, absissalar o'qiga parallel ravishda o'ta gigantlar ketma-ketligi, bosh ketma-ketlikning o'rtasidan o'ng tomonga va yuqoriga qarab qizil gigantlar ketma-ketligi joylashgan.

Yulduzlarning diagrammadagi vaziyati uning fizikaviy tabiati (yulduzning o'rni, massasi, yoshi) va *evolyusion* bosqichini tavsiflaydi.

Yulduzlarning evolyutsiya jarayoni quyidagicha yuz beradi: yulduz va gaz bulutidan gravitasion beqarorlikning paydo bo'lishi va undan keyingi qisilish natijasida protoyulduz vujudga keladi. Gravitasiya energiyasi ichki qatlamlarning qizishiga imkon yaratadi, ustki qatlamda chaqnash yuz beradi. Natijada termoyadro reaksiyasining boshlanishi uchun kerakli bo'lgan temperatura hosil bo'ladi. U vaqtda protoyulduz yulduzga aylanadi. Bu yo'lni bizning Quyoshimiz 2 million yil davomida bosib o'tadi.

V. KEYSLAR BANKI

Mini-keys 1.

«Ekspert kengashi: intilish va yuksalish?»

Tinglovchilarni bilimini baholashda ularni bilishi talab etilgan me'yor darajasida sinov o'tkaziladi. Materiallarni yaxshi o'zlashtirgan tinglovchilar baholangan so'ng odatda erishgan bilimlari doirasida to'xtab qoladi va qo'shimcha

bilinishi yuksaltirishga intilmaydi. Materiallarni yaxshi o'zlashtirmagan tinglovchilar baholash sinovidan ozod qilishlarini hohlaydi va unga intiladilar, ammo bilimi tiklash intilmaydilar.

Nega bunday vaziyat kuzatiladi? Buni bartaraf etish uchun o'zingizning taklifingizni bering.

Mini-keys 2.

“Yulduzlarning yashash davrlarini Gersshprung-Ressel diagrammasi yordamida aniqlash”

Gersshprung-Ressel diagrammasi yulduzlar yorqinligi yoki temperaturasining uning massasiga bog'lanishini ifodalaydi. Kuzatuvlar natijasida olingan yorqinlik yordamida va diagrammadan foydalangan xolda uning massasini aniqlash mumkin bo'ladi. Yulduzlarning yashash davri ularning massalariga teskari proporsional ravishda bog'langan. Yulduzning massasi qanchalik katta bo'lsa, uning yashash davri shunchalik kichik bo'ladi.

Nega yulduzlar yashash vaqti ularning massasiga teskari proporsional ravishda bog'liq? Yulduzlardagi termoyadroreaksiyalarining kechish samaradorligi uning massasiga qanday bog'liq?

Mini-keys 3

«Nega koinotning dastlabki davrlarida u yorug' bo'lgan, xozirda esa biz qorong'i koinotni kuzatib turibmiz?»

Ma'lumki Koinotdagi nurlanish zichligi koinot kengayishi bilan uning o'lchamlarining 4-darajasiga teskari proporsional ravishda kamayib boradi. Moddaning zichligi esa koinot o'lchamlarining 3-darajasiga teskari proporsional ravishda kamayib boradi. Moddaning zichligi nurlanishning zichligiga nisbatan sekinroq kamaygani uchun, dastlabki paytda katta zichlikka ega bo'lgan yorug'lik tez orada moddaning zichligidan kamroq bo'lib qoladi.

Ushbu xodisani tushuntirish uchun siz ham o'zingizning fikrlaringizni bildiring. Nega yorug'lik zichligi tez kamayadi va koinot rivojlanishining dastlabki davrida modda zichligidan ko'ra katta zichlikka ega bo'lgan?

Asosiy keysni ishlab chiqish.

Har bir guruh minikeyslarni ishlab chiqishda asosiy keysni yechimini topish bo'yicha erishgan bilimlari bo'yicha o'zining taklifini beradi. Buning natijasida u yoki bu qaror qabul qilinadi yoki xulosaga kelinadi.

«Refleksiya savati»

Tinglovchilar sinf-ustasini ishini baholaydi. O'zining taqrizini maxsus savatga solishadi.

Keys o'tkazish bo'yicha umumiy xulosa qiling (assessment).

VI. MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI

Mustaqil ishni tashkil etishning shakli va mazmuni

Tinglovchi mustaqil ishni muayyan modulni xususiyatlarini hisobga olgan xolda quyidagi shakllardan foydalanib tayyorlashi tavsiya etiladi:

- me'yoriy xujjatlardan, o'quv va ilmiy adabiyotlardan foydalanish asosida modul mavzularini o'rganish;
- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;
- avtomatlashtirilgan o'rgatuvchi va nazorat qiluvchi dasturlar bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha modul bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
- tinglovchining kasbiy faoliyati bilan bog'liq bo'lgan modul bo'limlari va mavzularni chuqur o'rganish.

Mustaqil ta'lim mavzulari

1. Fundamental o'zaro ta'sir nazariyalarning kashf etilish tarixi.
2. Koinotning yopiq, ochiq va yassi modellari.
3. Yulduzlardagi reaksiyalarning kesimlari.
4. Yulduzlar klassifikatsiyasi va kataloglari.
5. Galaktikalar kataloglari.
6. Gravitatsion linza sistemalari.
7. Pulsarlar va magnetarlar.
8. Kosmologiyada magnit maydonlar.
9. Yulduz paydo bo'lishida magnit maydonining roli.
10. Elementar zarralarning kashf etilish tarixi.
11. Dunyodagi katta tezlatgichlar to'g'risida ma'lumotlar.
12. Dunyodagi katta radioteleskoplar to'g'risida ma'lumotlar.

VII. GLOSSARIY

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
--------	------------------------	------------------------

Adronlar	Kuchli o‘zaro ta’sirda ishtirok etuvchi elementar zarralar	In particle physics, a hadron is a composite particle made of quarks held together by the strong force in a similar way as the electromagnetic force holds molecules together.
Adronlarning kvark modellari	adronlarning elementar tashkil etuvchilar – kvarklarning bog‘langan tizimidan iborat deb qaraluvchi modeli.	A quark is an elementary particle and a fundamental constituent of matter. Quarks combine to form composite particles called hadrons, the most stable of which are protons and neutrons, the components of atomic nuclei. Due to a phenomenon known as color confinement, quarks are never directly observed or found in isolation; they can be found only within hadrons, such as baryons (of which protons and neutrons are examples), and mesons.
Bozon	butun sonli spinga ega bo‘lgan zarracha	In <u>quantum mechanics</u> , a boson is a particle that follows <u>Bose–Einstein statistics</u> . Bosons make up one of the two classes of <u>particles</u> , the other being <u>fermions</u> . The name boson was coined by <u>Paul Dirac</u> ^[4] to commemorate the contribution of the <u>Indian</u> physicist <u>Satyendra Nath Bose</u> ^{[5][6]} in developing, with Einstein, <u>Bose–Einstein statistics</u> —which theorizes the characteristics of elementary particles. Bosons are integer spin particles.
Buyuk birlashuv	kuchli, kuchsiz va elektromagnit o‘zaro ta’sirlarning yagona tabiatiga ega ekanligi haqidagi tasavvurga asoslangan fundamental fizikaviy hodisalarning nazariy modeli	Great integration of the fundamental interactions, also known as fundamental forces, are the interactions in physical systems that do not appear to be reducible to more basic interactions. There are four conventionally accepted fundamental interactions— <u>gravitational</u> , <u>electromagnetic</u> , <u>strong nuclear</u> , and <u>weak nuclear</u> . Each one is understood as the dynamics of a <i>field</i> . The gravitational force is modelled as a continuous <u>classical field</u> . The other three are each modelled as discrete <u>quantum fields</u> , and exhibit a measurable unit or <u>elementary particle</u> .
Vaynberg-Salam nazariyasi	elektromagnit va kuchsiz o‘zaro ta’sirlarning birlashgan nazariyasi.	Electromagnetic and weak interactions unified theory. In <u>particle physics</u> , the electroweak interaction is the <u>unified description</u> of two of the four known <u>fundamental interactions</u> of nature: <u>electromagnetism</u> and the <u>weak interaction</u> . Although these two forces appear very different at everyday low

		energies, the theory models them as two different aspects of the same force. Above the unification energy , on the order of 100 GeV , they would merge into a single electroweak force .
Galaktika	yulduzlar, yulduz turkumlari, yulduzlararo gaz va chang, xamda qorong'i moddadan iborat gravitatsion bog'langan tizim	Stars, constellations, interstellar gas and dust, and dark matter to gravitationally bound system. The Milky Way is the galaxy that contains our Solar System . Its name "milky" is derived from its appearance as a dim glowing band arching across the night sky whose individual stars cannot be distinguished by the naked eye.
Gamma-Astronomiya	turlicha kosmik manbalarini ularning gamma diapazonidagi (to'lqin uzunliklari $\lambda < 10^{-12} \text{ m}$, foton energiyasi esa $\varepsilon > 10^5 \text{ eV}$ bo'lgan) elektromagnit nurlanishlari bo'yicha o'rganuvchi astronomiya bo'limi.	Gamma-ray astronomy is the astronomical observation of gamma rays , ^[nb 1] the most energetic form of electromagnetic radiation , with photon energies above 100 keV . Radiation below 100 keV is classified as X-rays and is the subject of X-ray astronomy . September 02 2011 Fermi Second catalog of Gamma Ray Sources constructed over 2 years. An all sky image showing energies greater than 1 billion electron volts (1 GeV) ub. Brighter colors indicate gamma-ray sources. Gamma rays in the MeV range are generated in solar flares (and even in the Earth's atmosphere), but gamma rays in the GeV range do not originate in the Solar System and are important in the study of extrasolar, and especially extragalactic astronomy.
Glyuon	birga teng spinli va nolga teng tinchlik massali hamda kvarklar orasidagi kuchli o'zaro ta'sirni tashuvchi elektrik neytral zarra.	Gluons are elementary particles that act as the exchange particles (or gauge bosons) for the strong force between quarks , analogous to the exchange of photons in the electromagnetic force between two charged particles . ^[6] In layman terms, they "glue" quarks together, forming protons and neutrons . In technical terms, gluons are vector gauge bosons that mediate strong interactions of quarks in quantum chromodynamics (QCD). Gluons themselves carry the color charge of the strong interaction.

Yorug'lik yili	astronomiyada qo'llaniladigan uzunlik birligi; yorug'lik bir yilda bosib o'tadigan masofaga teng. (1 Yo.y. = 9,4605 · 10 ¹⁵ m)	A light-year (or light year , abbreviation: ly) is a <u>unit</u> of <u>length</u> used informally to express astronomical distances. It is approximately 9 <u>trillion kilometres</u> (or about 6 trillion <u>miles</u>). As defined by the <u>International Astronomical Union</u> (IAU), a light-year is the distance that <u>light travels in vacuum</u> in one <u>Julian year</u> (365.25 days). Because it includes the word <i>year</i> , the term <i>light-year</i> is sometimes misinterpreted as a unit of time.
Kuchsiz o'zaro ta'sir	bir nacha attometrda (10 ⁻¹⁸ m) kichik masofalarda elementar zarralar orasidagi o'zaro ta'sir; bunday o'zaro ta'sir xususan atom yadrolarining betta yemirilishiga olib keladi.	In <u>particle physics</u> , the weak interaction is the mechanism responsible for the weak force or weak nuclear force , one of the four known <u>fundamental interactions</u> of nature, alongside the <u>strong interaction</u> , <u>electromagnetism</u> , and <u>gravitation</u> . The weak interaction is responsible for the <u>radioactive decay</u> of <u>subatomic particles</u> , and it plays an essential role in <u>nuclear fission</u> . The theory of the weak interaction is sometimes called quantum flavordynamics (QFD) , in analogy with the terms <u>QCD</u> and <u>QED</u> , but the term is rarely used because the weak force is best understood in terms of <u>electro-weak theory</u> (EWT).
Kvazar	uzoqlashgan gallaktikaning faol o'zagidan iborat bo'lgan qudratli kosmik elektromagnit nurlanish manbai.	Quasars or quasi-stellar radio sources are the most energetic and distant members of a class of objects called <u>active galactic nuclei</u> (AGN). Quasars are extremely luminous and were first identified as being high <u>redshift</u> sources of <u>electromagnetic energy</u> , including <u>radio waves</u> and <u>visible light</u> , that appeared to be similar to <u>stars</u> , rather than extended sources similar to <u>galaxies</u> . Their spectra contain very broad <u>emission lines</u> , unlike any known from stars, hence the name "quasi-stellar."
Kvarklar	hozirga tasavvurga ko'ra barcha adronlarning tarkibiy qismlarini tashkil qiluvchi fundamental zarrachalar.	A quark (/ˈkwɔːrk/ or /ˈkwaːrk/) is an <u>elementary particle</u> and a fundamental constituent of <u>matter</u> . Quarks combine to form <u>composite particles</u> called <u>hadrons</u> , the most stable of which are <u>protons</u> and <u>neutrons</u> , the components of <u>atomic nuclei</u> . ^[1] Due to a phenomenon known as <u>color confinement</u> , quarks are never

		directly observed or found in isolation; they can be found only within hadrons, such as baryons (of which protons and neutrons are examples), and mesons . For this reason, much of what is known about quarks has been drawn from observations of the hadrons themselves.
Koinot	moddiy dunyoning kuzatish mumkin bo'lgan qismi.	part of the material world that can be observed. The Universe is all of time and space and its contents. The Universe includes planets , natural satellites , minor planets , stars , galaxies , the contents of intergalactic space , the smallest subatomic particles , and all matter and energy . The observable universe is about 28 billion parsecs (91 billion light-years) in diameter at the present time . The size of the whole Universe is not known and may be either finite or infinite.
Kollayder	zaryadlangan zarralarning qarama – qarshi dastalarining uchrashuvi yuz beradigan tezlatgich.	A collider is a type of particle accelerator involving directed beams of particles . Colliders may either be ring accelerators or linear accelerators , and may collide a single beam of particles against a stationary target or two beams head-on. Colliders are used as a research tool in particle physics by accelerating particles to very high kinetic energy and letting them impact other particles. Analysis of the byproducts of these collisions gives scientists good evidence of the structure of the subatomic world and the laws of nature governing it. These may become apparent only at high energies and for tiny periods of time, and therefore may be hard or impossible to study in other ways.
Kosmik radionurlanish	kosmik obektlarning radioto'lqinlar sohasida elektromagnit nurlanishi.	Space objects in the field of radio electromagnetic radiation. Radio waves are a type of electromagnetic radiation with wavelengths in the electromagnetic spectrum longer than infrared light. Radio waves have frequencies from 3 THz to as low as 3 kHz , and corresponding wavelengths ranging from 100 micrometers (0.0039 in) to 100 kilometers (62 mi). Like all other electromagnetic waves, they travel at the speed of light . Naturally occurring radio waves are made by lightning , or by

		astronomical objects .
Kuchli o‘zaro ta’sir	bir nechta femtometrdan (10^{-15} m) kichik masofalarda adronlar orasidagi o‘zaro ta’sir. Xususan, atom yadrolaridagi nuklonlarning o‘zaro bog‘lanishini ta’minlaydi.	In particle physics , the strong interaction is the mechanism responsible for the strong nuclear force (also called the strong force , nuclear strong force), one of the four known fundamental interactions of nature, the others being electromagnetism , the weak interaction and gravitation . Despite only operating at a distance of a femtometer , it is the strongest force, being approximately 100 times stronger than electromagnetism, a million times stronger than weak interaction and 10^{38} times stronger than gravitation at that range.
Leptonlar	kuchli o‘zaro ta’sirda ishtirok etmaydigan elementar zarralarning umumiy nomi.	A lepton is an elementary , half-integer spin (spin $\frac{1}{2}$) particle that does not undergo strong interactions . ^[1] Two main classes of leptons exist: charged leptons (also known as the electron-like leptons), and neutral leptons (better known as neutrinos). Charged leptons can combine with other particles to form various composite particles such as atoms and positronium , while neutrinos rarely interact with anything, and are consequently rarely observed. The best known of all leptons is the electron .
Maydon nazariyasi	yagona elementar zarralar xossalari va o‘zaro ta’sirlarining barcha xilma – xilligini uncha kam sonli universal tamoyillarga keltirishga qaratilgan materiyaning yagona nazariyasi.	In physics , a unified field theory (UFT), occasionally referred to as a uniform field theory , ^[1] is a type of field theory that allows all that is usually thought of as fundamental forces and elementary particles to be written in terms of a single field . There is no accepted unified field theory, and thus it remains an open line of research. The term was coined by Einstein , who attempted to unify the general theory of relativity with electromagnetism . The " theory of everything " and Grand Unified Theory are closely related to unified field theory, but differ by not requiring the basis of nature to be fields, and often by attempting to explain physical constants of nature .
Myuonlar	massasi elektron massasidan taqriban 207 marta katta va	The muon is an elementary particle similar to the electron , with electric charge of $-1 e$ and a spin of $\frac{1}{2}$, but with

	elektromagnit hamda kuchsiz o'zaro ta'sirlarda ishtirok etuvchi zaryadlangan elementar zarralar.	a much greater mass. It is classified as a lepton . As is the case with other leptons, the muon is not believed to have any sub-structure—that is, it is not thought to be composed of any simpler particles. The muon is an unstable subatomic particle with a mean lifetime of 2.2 μ s. Among all known unstable subatomic particles , only the neutron (lasting around 15 minutes) and some atomic nuclei have a longer decay lifetime; others decay significantly faster.
Neytron yulduzlar	yulduzlarning ichki tuzilishi nazariyasiga ko'ra ozgina elektronlar aralashgan neytronlardan o'ta og'ir atom yadrolari va protonlardan tashkil topgan eng zich yulduzlar.	A neutron star is a type of compact star . Neutron stars are the smallest and densest stars known to exist in the Universe . With a radius of only about 11–11.5 km (7 miles), they can, however, have a mass of about twice that of the Sun. They can result from the gravitational collapse of a massive star that produces a supernova . Neutron stars are composed almost entirely of neutrons , which are subatomic particles with no net electrical charge and with slightly larger mass than protons . They are supported against further collapse by quantum degeneracy pressure due to the phenomenon described by the Pauli exclusion principle .
Nukleosintez	yengilroq yadrolardan og'irroq yadrolar hosil bo'lishiga olib keluvchi yadroviy reaksiyalar zanjiri.	Nucleosynthesis is the process that creates new atomic nuclei from pre-existing nucleons , primarily protons and neutrons. The first nuclei were formed about three minutes after the Big Bang , through the process called Big Bang nucleosynthesis . It was then that hydrogen and helium formed to become the content of the first stars , and this primeval process is responsible for the present hydrogen/helium ratio of the cosmos. With the formation of stars, heavier nuclei were created from hydrogen and helium by stellar nucleosynthesis , a process that continues today.
Oq mittilar	massalari Quyosh massasi tarkibida bo'lgan va radiuslari Quyosh	A white dwarf , also called a degenerate dwarf , is a stellar remnant composed mostly of electron-degenerate

	radiusining $\sim 0,01$ hissasini tashkil qiluvchi kichik yulduzlar.	matter . A white dwarf is very dense : its mass is comparable to that of the Sun , while its volume is comparable to that of Earth . A white dwarf's faint luminosity comes from the emission of stored thermal energy ; no fusion takes place in a white dwarf wherein mass is converted to energy. The nearest known white dwarf is Sirius B , at 8.6 light years, the smaller component of the Sirius binary star . There are currently thought to be eight white dwarfs among the hundred star systems nearest the Sun. [[] The unusual faintness of white dwarfs was first recognized in 1910. The name <i>white dwarf</i> was coined by Willem Luyten in 1922. The universe has not been alive long enough to experience a white dwarf releasing all of its energy as it will take close to a trillion years.
Parsek	astronomiyada ishlatiladigan uzunlik birligi; $1\text{pk} = 3,0857 \cdot 10^{16}\text{m}$.	A parsec (symbol: pc) is a unit of length used to measure large distances to objects outside the Solar System . One parsec is the distance at which one astronomical unit subtends an angle of one arcsecond . ^[1] A parsec is equal to about 3.26 light-years (31 trillion kilometres or 19 trillion miles) in length. The nearest star, Proxima Centauri , is about 1.3 parsecs (4.24 light-years) from the Sun. Most of the stars visible to the unaided eye in the nighttime sky are within 500 parsecs of the Sun.
Pozitron	kattaligi jihatdan elektron zaryadiga teng musbat zaryadli, massasi elektron massasiga teng bo'lgan elementar zarra, elektronga nisbatan antizarra.	The positron or antielectron is the antiparticle or the antimatter counterpart of the electron . The positron has an electric charge of $+1 e$, a spin of $\frac{1}{2}$, and has the same mass as an electron. When a low-energy positron collides with a low-energy electron, annihilation occurs, resulting in the production of two or more gamma ray photons (see electron–positron annihilation). Positrons may be generated by positron emission radioactive decay (through weak interactions), or by pair production from a sufficiently energetic photon which is interacting with an atom in a material.
Fermion	yarim butun spinga ega bo'lgan zarracha.	In particle physics , a fermion (a name coined by Paul Dirac from the surname

		of Enrico Fermi) is any particle characterized by Fermi–Dirac statistics. These particles obey the Pauli exclusion principle. Fermions include all quarks and leptons, as well as any composite particle made of an odd number of these, such as all baryons and many atoms and nuclei. Fermions differ from bosons, which obey Bose–Einstein statistics. A fermion can be an elementary particle, such as the electron, or it can be a composite particle, such as the proton. According to the spin-statistics theorem in any reasonable relativistic quantum field theory, particles with integer spin are bosons, while particles with half-integer spin are fermions.
Xabbl doimiysi	ko‘rinuvchi Koinotning kosmologik kengayishi tufayli gallaktikadan tashqari obektlarning uzoqlashishi tezliklari bilan ulargacha bo‘lgan masofalar orasidagi bog‘lanishlardagi mutanosiblik koeffitsienti.	The value of the Hubble constant is estimated by measuring the redshift of distant galaxies and then determining the distances to the same galaxies (by some other method than Hubble's law). Uncertainties in the physical assumptions used to determine these distances have caused varying estimates of the Hubble constant. The value of the Hubble constant was the topic of a long and rather bitter controversy between Gérard de Vaucouleurs, who claimed the value was around 100, and Allan Sandage, who claimed the value was near 50. In 1996, a debate moderated by John Bahcall between Sidney van den Bergh and Gustav Tammann was held in similar fashion to the earlier Shapley-Curtis debate over these two competing values.
Yulduz turkumlari	birday yoshdagi va birgalikda vujudga kelgan gravitatsion bog‘langan yulduzlar guruhlar.	Star clusters or star clouds are groups of stars. Two types of star clusters can be distinguished: globular clusters are tight groups of hundreds or thousands of very old stars which are gravitationally bound, while open clusters, more loosely clustered groups of stars, generally contain fewer than a few hundred members, and are often very young. Open clusters become disrupted over time by the gravitational influence of giant molecular clouds as they move through the galaxy, but cluster members

		will continue to move in broadly the same direction through space even though they are no longer gravitationally bound; they are then known as a stellar association , sometimes also referred to as a <i>moving group</i> .
Yulduzlar	gravitatsiya kuchlarining issiq modda (gaz) ning bosimi hamda nurlanishlar bilan muvozanati xisobiga barqaror bo'lgan ulkan nurlanuvchi plazmaviy sharlar.	A star is a luminous sphere of plasma held together by its own gravity . The nearest star to Earth is the Sun . Other stars are visible to the naked eye from Earth during the night, appearing as a multitude of fixed luminous points in the sky due to their immense distance from Earth. Historically, the most prominent stars were grouped into constellations and asterisms , the brightest of which gained proper names. Extensive catalogues of stars have been assembled by astronomers, which provide standardized star designations . For at least a portion of its life, a star shines due to thermonuclear fusion of hydrogen into helium in its core, releasing energy that traverses the star's interior and then radiates into outer space .
Yadroviy astrofizika	yulduzlar va boshqa samoviy obektlarda sodir bo'luvchi barcha yadroviy jarayonlarni tadqiq qiluvchi fan.	Nuclear astrophysics is an interdisciplinary branch of physics involving close collaboration among researchers in various subfields of nuclear physics and astrophysics , with significant emphasis in areas such as stellar modeling , measurement and theoretical estimation of nuclear reaction rates, cosmology , cosmochemistry , gamma ray , optical and X-ray astronomy , and extending our knowledge about nuclear lifetimes and masses. In general terms, nuclear astrophysics aims to understand the origin of the chemical elements and the energy generation in stars .
Qora tuynuk	gravitatsiya kuchlari jismni uning gravitatsiyaviy radiusidan kichikroq o'lchamlargacha siqilishi natijasida yuzaga keluvchi kosmik ob'ekt.	A black hole is a region of spacetime exhibiting such strong gravitational effects that nothing—including particles and electromagnetic radiation such as light—can escape from inside it. The theory of general relativity predicts that a sufficiently compact mass can deform spacetime to form a black hole. The boundary of the region from which no escape is possible is called the event horizon .

VIII. ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. Me'yoriy- huquqiy xujjatlar.

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «Oliy ta'lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida» 2015 yil 12 iyundagi PF-4732-son Farmoni.

2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2010 yil 2 noyabrdagi «Oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagog kadrlar tayyorlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi PQ-1426-sonli Qarori.

3. Kadrlar tayyorlash milliy dasturi. O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining Axborotnomasi, 1997 yil. 11-12-son, 295-modda.

4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2012 yil 24 iyuldagi «Oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagog kadrlar tayyorlash va attestatsiyadan o'tkazish tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida»gi PF-4456-son Farmoni.

5. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2012 yil 28 dekabrdagi «Oliy o'quv yurtidan keyingi ta'lim xamda oliy malakali ilmiy va ilmiy pedagogik kadrlarni attestatsiyadan o'tkazish tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi 365- sonli Qarori.

II. Maxsus adabiyotlar.

1. James B. Hartle, Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity, Pearson Education Ltd., 2013, 554 p.
2. Arnab Rai Choudhuri, Astrophysics for Physics, Cambridge University Press, 2010, 471 p.
3. Max Camenzind, Compact Objects in Astrophysics, Springer, 2007, 682 p.
4. Sivuxin D.V, Kurs obshchey fiziki, uchebnoe posobie dlya vuzov, t. 5 – Atomnaya i yadernaya fizika, 3-ye izdanie, FIZMATIZ, 2011.
5. L. Rezzolla, O. Zanotti, Relativistic Hydrodynamics, Oxford University Press, 2013, 752 p.
6. T. Padmanabhan, Theoretical Astrophysics, Volume I-III, Cambridge University Press, 2010.
7. Povh, K.Rith, C.Scholz, F. Zetsche, Particles and nuclei. An introduction to the physical concepts. Springer, 2006.
8. Filchenkov M.L., Gravitatsiya, astrofizika, kosmologiya: dopolnitelnye glavy, «LIBROKOM», 2010.
9. Bochkarev N.G.b Magnitnye polya v kosmose, M.: Knizhnyy dom «LIBROKOM», 2011. – 216 s.

Internet ma'lumotlari

1. http://hea.iki.rssi.ru/HEAD_RUS/links_k.htm
2. <https://books.google.com/books?isbn=0226069710>
3. <https://books.google.com/books?isbn=0226724573>
4. [https:// nuclphys.sinp.msu.ru/](https://nuclphys.sinp.msu.ru/)