**ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Физика техникалық факультеті**

**Қатты дене және бейсызық физика кафедрасы**

|  |  |
| --- | --- |
|   | Факультет әдістемелік кеңесінің мәжілісіндеБекітілген Хаттама № \_\_ «\_\_»\_\_\_\_\_\_2016ж. Факультет деканы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Давлетов А.Е |

**РАДИАЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛТАНУ**

**ПӘНІ БОЙЫША**

«5В071000 Материалтану және жаңа материалдар технологиясы»

мамандығының бакалавриатағы 3-ші курсына арналған

**ОҚУ-ӘДІСТЕМЕЛІК КОМПЛЕКСІ**

Оқыту түрі – күндізгі

Барлығы 3 кредит

Курсы 4

Дәрісі 2 кредит

Практикалық 1 кредит

**Алматы, 2016 ж.**

Пәннің ғылыми-әдістемелік комплексын дайындаған оқытушы Мархабаева А.А

5В071000 Материалтану және жаңа материалдар технологиясы мамандығының типтік бағдарлама негізінде құрастырылған.

Қатты дене физика кафедрасының мәжілісінде қарастырылған

« » 2016 хаттама №

Кафедра меңгерушісі,

профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Яр-Мухамедова Г.Ш

Оқытушы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Мархабаева А.А

**ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Физика техникалық факультеті**

**Қатты дене және бейсызық физика кафедрасы**

|  |  |
| --- | --- |
|   | Физика техникалық факультеті Ғылыми кеңесінінің мәжілісінде бекітілді №\_\_\_\_хаттама « \_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 2016 ж.Факультет деканы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Давлетов А.Е |

**Мамандық 5B071000 –Материалтану және жаңа материалдар технологиясы**

**СИЛЛАБУС**

**Радиациялық материалтану**

3курсы, қ/б, семестрі: көктемгі, кредит саны 3, пәннің түрі: таңдаулы

**Дәріс берушінің аты-жөні:** оқытушы Мархабаева Айымкул Алихановна

Телефон: 87071112698

e-mail: aiko\_marx@mail.ru

каб:309 физ.фак

**Семинар жүргізуші**: оқытушы Мархабаева Айымкул Алихановна

**Пәннің мақсаттары мен міндеттері:** иондаушы сәулеленудің түрлерімен танысу және олардың затпен әсерлесу механизімін түсіндіру, нәтижесінде пайда болатын радиациялық өзгерістерді қарастыру.

**Құзыреттері (оқытудың нәтижелері):**

**Пререквизиттері:** радиациялық материалтану пәнін оқу үшін студент ядролық физика, атомдық, молекулалық физика, қатты дене физикасын, сонымен қатар бакалавр бағдарламасын меңгерген болу керек.

**Постреквизиттері:**.курстың нәтижесінде студент иондаушы сәулелену әсерінен болатын қатты денедегі өзгерістермен таныса отырып, семинар сабағында есептеулер жүргізіп білетін болады. Курс алдағы арнайы курстардың бастамасы болып табылады және студенттің дипломдық жұмысына негіз болады.

**ПӘННІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН МАЗМҰНЫ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Апта | Тақырыптың аталуы | Сағат саны | Бағасы  |
| **1 Модуль**  |
| 1 | 1 дәріс. Негізгі дозиметрлік шамалар. Радиациялық материалтану пәніне кіріспе. Иондаушы сәулеленудің түрлері және көздері.  | 2 | 5 |
| 1 практикалық (зертханалық) сабақДозимерлік шамалар. Доза ұғымы  | 1 | 5 |
| 1 СОӨЖДозалардың түрлері. Керма тұрақтысы.  | 1 | 5 |
|  | **2 Модуль** |  |  |
| 2 | 2 дәріс. Иондаушы сәулеленудің затпен әсерлесуі.Ауыр зарядталған бөлшектердің затпен әсерлесуі. Электрондардың затпен әсерлесуі. | 2 | 5 |
| 2 практикалық (зертханалық) сабақЕсеп шығару | 1 | 5 |
| 2 СОӨЖРентген сәулеленуінің затпен әсерлесуі | 1 | 5 |
|  | **3 Модуль** |  |  |
| 3 | 3 дәріс. Гамма сәулеленудің затпен әсерлесуі. Фотоэффект. Комптон эффектісі және жұптардың түзілуі. Гамма сәулелену кезіндегі ионизациялық шығындар және атом қозуы. Нейтрондардың затпен әсерлесуі. Ядролық реакциялар. Ядроның бөлінуі.  | 2 | 5 |
| 3 практикалық (зертханалық) сабақИонизациялық шығын | 1 | 5 |
| 3 СОӨЖСызықтық энергия тасымалдау | 1 | 5 |
| **4 Модуль**  |
| 4 | 4 дәріс. Сәулелену нәтижесіндегі ақаулардың түрлері. Дислокациялар. Экситондар.Ақауды жою түрлері. Деформация және термиялық әсер кезіндегі ақаулардың түзілуі.  | 2 | 5 |
| 4 практикалық (зертханалық) сабақЕсептер шығару | 1 | 5 |
| 3 СОӨЖНейтрондардың ашылу тарихы. | 1 | 5 |
|  | **5 Модуль** |  |  |
| 5 | 5 дәріс. Қатты денедегі радиациялық ақаулардың түрлері.  | 2 | 5 |
| 5 практикалық (зертханалық) сабақМикроскопиялық қима. Масса ақауы | 1 | 5 |
| 5 СОӨЖЭлектрондардың заттың атомдарында шашырауын қарастыру | 1 | 5 |
| 6 | **6 Модуль** |  |  |
| 6 дәріс. Иондаушы сәулелерді тіркеу әдістері. Ионизациялық камералар және счетчиктер. Нейтрондарды тәріеу принціпі.  | 2 |  |
| 6 практикалық (зертханалық) сабақАқаулардың консентрациясын есептеу.  | 1 | 5 |
| 6 СОӨЖКристалдағы дислокациялардың қозғалуы | 1 | 5 |
|  | **7 Модуль** |  |  |
| 7 | 7 дәріс. Ядролық реактордың жұмыс істеу принціпі. Иондаушы сәулеленудің биологиялық әсері.  | 2 | 5 |
| 7 практикалық (зертханалық) сабақМатериалдардың механикалық қасиеттеріне иондаушы сәулеленудің әсері | 1 | 5 |
| 7 СОӨЖРадиациялық қорғану әдістері | 1 |  |
|  |  |  |
| **1 Аралық бақылау**  |  | **100** |
| **8 Модуль** |
| 8 | 8 дәріс. Материатанудағы зерттеу әдістері. Позитрондық спектроскопия, Мессбауэр спектроскопиясы. | 2 | 5 |
| 8 практикалық (зертханалық) сабақАктивация энергиясын табу және ақаулардың идентификациясы | 1 | 5 |
| 8 СОӨЖЖартылайөткізгіш дозиметрлері | 1 |  |
|  | **9 Модуль** |  |  |
| 9 | 9 дәріс. Ядролық энергетикадағы қолданылатын материалдарға талаптар.  | 2 | 5 |
| 9 практикалық (зертханалық) сабақЯдролық реакциялар | 1 | 5 |
| 9 СОӨЖАтомдық энергетикалық станциялардың жұмыс істеу принципі | 1 | 5 |
| 10 | **10 Модуль** |  |  |
| 10 дәріс. Ядролық материалдар және олардың түрлері. Жылутасығыштар, баяулатқыштар, нейтрон шашыратқыштар.  | 2 | 5 |
| 10 практикалық (зертханалық) сабақПластикалық деформацияны анықтау | 1 | 5 |
| 10 СОӨЖАктивті зонаның конструкциялық материалдары | 1 | 5 |
|  | **11 Модуль** |  |  |
| 11 | 11 дәріс. Реактор материалдарының коррозиясы | 2 |  |
| 11 практикалық (зертханалық) сабақКристалдағы дислокациялардың қозғалу жылдамдығы | 1 | 5 |
| 11 СОӨЖЯдролық реакторда қолданылатын материалдарға қойылатын талаптар | 1 | 5 |
| 12 | **12 Модуль** |  |  |
| 12 дәріс. Ядролық отын және оның түрлері. Уранның физикалық механикалық қасиеттері және оның қоспалары | 2 | 5 |
| 12 практикалық (зертханалық) сабақУран изотоптары | 1 | 5 |
| 12 СОӨЖАктивті зона материалдарының сәйкестігі | 1 | 4 |
|  | **13 Модуль** |  |  |
| 13 | 13 дәріс. Еркін радикалдар теориясы. Ядролық реактордағы радиолиз | 2 | 5 |
| 13 практикалық (зертханалық) сабақУранның радиациялық өсуі | 1 | 5 |
| 13 СОӨЖЯдролық реакторлардағы жылутасымалдағыш материалдары | 1 | 4 |
| 14 | **14 Модуль** |  |  |
|  | 14 дәріс. Плутоний және торий. Керамикалық және дисперсті ядролық отын материалдары | 2 | 5 |
| 14 практикалық (зертханалық) сабақДислокациялардың нүктелік ақаулармен әсерлесуі | 1 | 5 |
| 14 СОӨЖБете –Блоха қатынасына есептер шығару | 1 | 4 |
|  | **15 Модуль** |  |  |
| 15 | 15 дәріс. Электрондық үдеткіш және оның жұмыс істеу принципі | 2 | 5 |
| 15 практикалық (зертханалық) сабақЭлектрондардың физикалық параметрлерін есептеу | 1 | 5 |
| 15 СОӨЖҮдеткіштердің түрлері | 1 | 4 |
|  |  |  |
| **2 Аралық бақылау**  |  | **100** |
|  | **Емтихан**  |  | **100** |
|  | **Барлығы** |  | **100** |

**ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

**Негізгі:**

1.Томпсон М. Дефекты и радиационные повреждения в металлах. М.:Мир, 1971. - 367 с.

2.Кирсанов В.В., Суворов А.Л., Трушин Ю.В. Процессы радиационного дефектообразования в металлах. - М.: Энергоатомиздат, 1985. -272 с.

3.Ахиезер И.А., Давыдов Л.Н. Введение в теоретическую радиационную физику металлов и сплавов. - Киев: Наукова Думка, 1985. - 142 с.

**Қосымша:**

4.Лейман К. Взаимодействие излучения с твердым телом и образование элементарных дефектов. - М.: Атомиздат, 1979. - 296 с.

5.Винецкий В.Л., Холодарь Г.А. Радиационная физика полупроводников. - Киев: Наукова Думка, 1979. 335 с.

6.Шалаев А.М. Радиационно-стимулированные процессы в металлах.-М.:Энергоатомиздат, 1988.-175с.

7.Фазовые превращения при облучении под ред.Ф.В.Нолфа. - Челябинск:Металлургия, 1989. - 312 с.

8.Зайкин Ю.А. Прикладные направления радиационной физики. Учебное пособие для студентов физического факультета.-Алматы, КазГУ,1998 г., 53 с.

9.Зайкин Ю.А., Цой В.Л. Изучение устройства и принципа работы ускорителя электронов ЭЛУ-4. Метод. разработка для студентов физического факультета.-Алматы, КазГУ, 1998, 51 с.

10.Зайкин Ю.А., Иванов М.С., Гусар О.Л. Метод внутреннего трения и его применение в радиационной физике. Метод. разработка, Алма-Ата, КазГУ, 1990.

11.Купчишин А.И., Потатий К.В. Радиационное дефектообразование ионизирующими излучениями в металлах. - Методическая разработка для студентов физического факультета. - Алма-Ата, КазГУ, 1985. - 48 с.

12.Динс Дж., Виньярд Дж. Радиационные эффекты в твердых телах. - М.: ИЛ, 1960. - 243 с.

13.Дамаск А., Динс Дж.Точечные дефекты в металлах.- М.: Мир, 1966.-291 с.

14Точечные дефекты в твердых телах. Под ред.Б.И.Болтакса, Т.В.Машевиц и А.Н.Орлова. - М.:Мир, 1979. - 380 с.

15. Паршин А.М. Структура, прочность и радиационная повреждаемость коррозионно-стойких сталей и сплавов. - Челябинск, Металлургия, 1988. - 656 с.

**Білім мен құзыретті бақылау формалары:**

АБ: семестрде 2 рет, (7 және 15 апта).

**Аралық бақылау 1 (**Аралық бақылау пәннің мазмұнына кіретін теориялық және практикалық сұрақтар бойынша жүргізіледі (7, 8 апта)).

Теориялық сұрақтар бойынша ауызша коллоквиум - 30%

Семинар бойынша бақылау жұмысы -30%

СОӨЖ: силабус бойынша берліген тақырыптарды тапсыру -40 %

СӨЖ: Қосымша берліген есептерді шығару -0%

Барлығы: 100%

**Midterm exam 1 -** 1 рет 8 аптада. Төменде қосымша 1 келтірілген Midterm экзамен бағдарламасы бойынша өтеді

**Аралық бақылау 2**

Теориялық сұрақтар бойынша ауызша коллоквиум - 30%

Семинар бойынша бақылау жұмысы -30%

СОӨЖ: силабус бойынша берліген тақырыптарды тапсыру -40 %

СӨЖ: Қосымша берліген есептерді шығару -0%

Барлығы: 100%

**Midterm exam 2 -** 1 рет 15 аптада. Төменде қосымша 1 келтірілген Midterm экзамен бағдарламасы бойынша өтеді

**Экзамен** -15 аптадан кейін экзамен кестесі бойынша жазбаша түрде өтіледі.

**ПӘННІҢ АКАДЕМИЯЛЫҚ САЯСАТЫ**

Жұмыстардың барлық түрін көрсетілген мерзімде жасап тапсыру керек. Кезекті тапсырманы орындамаған, немесе 50% - дан кем балл алған студенттер бұл тапсырманы қосымша кесте бойынша қайта жасап, тапсыруына болады.

Орынды себептермен зертханалық сабақтарға қатыспаған студенттер оқытушының рұқсатынан кейін лаборанттың қатысуымен қосымша уақытта зертханалық жұмыстарды орындауға болады. Тапсырмалардың барлық түрін өткізбеген студенттер емтиханға жіберілмейді

Бағалау кезінде студенттердің сабақтағы белсенділігі мен сабаққа қатысуы ескеріледі.

Толерантты болыңыз, яғни өзгенің пікірін сыйлаңыз. Қарсылығыңызды әдепті күйде білдіріңіз. Плагиат және басқа да әділсіздіктерге тыйым салынады. СӨЖ, аралық бақылау және қорытынды емтихан тапсыру кезінде көшіру мен сыбырлауға, өзге біреу шығарған есептерді көшіруге, басқа студент үшін емтихан тапсыруға тыйым салынады. Курстың кез келген мәліметін бұрмалау, Интранетке рұқсатсыз кіру және шпаргалка қолдану үшін студент «F» қорытынды бағасын алады.

Өзіндік жұмысын (СӨЖ) орындау барысында, оның тапсыруы мен қорғауына қатысты, сонымен өткен тақырыптар бойынша қосымша мәлімет алу үшін және курс бойынша басқа да мәселелерді шешу үшін оқытушыны оның келесі офис-сағаттарында таба аласыз:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Әріптік жүйе бойынша бағалау | Балдардың сандық эквиваленті | % мәні | Дәстүрлі жүйе бойынша бағалау |
| А | 4,0 | 95-100 | Өте жақсы  |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| В+ | 3,33 | 85-89 | Жақсы  |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 | Қанағаттанарлық  |
| С | 2,0 | 65-69 |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D- | 1,0 | 50-54 |
| F | 0 | 0-49 | Қанақаттанарлықсыз  |
| I (Incomplete) | - | - | Пән аяқталмаған*(GPA есептеу кезінде есептелінбейді)* |
| P (Pass) | **-** | **-** | «Есептелінді»*(GPA есептеу кезінде есептелінбейді)* |
| NP (No Рass) | **-** | **-** | « Есептелінбейді»*(GPA есептеу кезінде есептелінбейді)* |
| W (Withdrawal) | - | - | «Пәннен бас тарту»*(GPA есептеу кезінде есептелінбейді)* |
| AW (Academic Withdrawal) |  |  | Пәннен академиялық себеп бойынша алып тастау*(GPA есептеу кезінде есептелінбейді)* |
| AU (Audit) | - | - | « Пән тыңдалды»*(GPA есептеу кезінде есептелінбейді)* |
| Атт-ған  |  | 30-6050-100 | Аттестатталған |
| Атт-маған |  | 0-290-49 | Аттестатталмаған |
| R (Retake) | - | - | Пәнді қайта оқу |

Қосымша 1

**Midterm exam бағдарламасы**

**Аралық экзамен жазбаша түрде өтеді, студенттер экзамен кезінде пәннің академиялық саясатын ұстану керек. Ешқандай қосымша материалдар мен кітапты қолдануға рұқсат етілмейді. Экзамен сұрақтары алдын ала беріледі. Жазбаша жұмыс бір теориялық сұрақтан және есептен тұрады. Аралық экзамен уақыты 50 мин.**

**1 билет**

1 Иондаушы сәулеленудің түрлерін көрсетіңіз және оларға анықтама беріңіз.

2 Алюминийдегі мюондардың ионизациялық шығынын анықтаңыз егер олардың энергиясы 1) 50 МэВ, 2) 100 МэВ, 3) 500 МэВ. ρAl = 2.7 г/см3. Тыныштық энергиясы -938.3 МэВ.

**2 билет**

1 Радиациялық қатты дене физикасының негізгі мақсатын атаңыз және басқа пәндермен байланысын түсіндіріңіз.

2 Энергиясы 5 Мэв болатын альфа бөлшектерінің ауадағы еркін жүру жолын табыңыз.

**3 билет**

1 Негізгі дозиметриялық шамалары атаңыз және формулаларын жазыңыз. Дозаның классификацияларын келтіріп салыстырыңыз.

2 Энергиясы 5 Мэв болатын альфа бөлшектерінің биологиялық терідегі еркін жүру жолын табыңыз. Егер А=15.7, Z=7.5 және тығыздығы 1 г/см3

**4 билет**

1 Керма тұрақтысы және керма эквивалентіне анықтама беріп, физикалық мағынасын түсіндіріңіз.

2 Активтілігі 1 Бк  дың  массасын табыңыз, егер жартылай ыдырау периоды 138 тәулік болса

**5 билет**

1 Радиациялық ақаулардың классификациясын көрсетіңіз және олардың пайда болу механизмін түсіндіріңіз.

2 1 г радийдің  активтілігін табыңыз, егер жартылай ыдырау периоды 1620 жыл болса.

**6 билет**

1 Нүктелік ақауларды ата тегі, заряды және құрылымы бойынша классификациялаңыз. Бояу центрлерінің пайда болу механизімін түсіндіріңіз.

2 Бетон үшін жартылай әлсіреу қабатын табыңыз, егер энергиясы 0.6 Мэв болса?

**7 билет**

1 **Жартылайөткізгіш және диэлектриктегі экситондардың түзілу механизімін түсіндіріңіз. Ванье - Мотта және Френкель экситондарын бағалап, салыстырыңыз. .**

2 Энрегиясы 10 МэВ протондар үшін алюминийдегі меншікті ионизациялық шығынды есептеп табыңыздар.

**8 билет**

1 Альфа бөлшектерінің затпен әсерлесуі. Серпімді және серпімсіз соқтығысуларды түсіндіріңіз. Ионизациялық шығынды бағалаңыз

2 Энергиясы 10 Мэв болатын альфа бөлшектері мен прондардың темірдегі меншікті ионизациялық шығынының қатынасы табыңыз.

**9 билет**

1 Электрондардың затпен әсерлесу механизімін түсіндіріңіз. Бор Және Бете теориясын жазыңыз. Электрондардың затпен әсерлесу кезіндегі радиациялық және ионизациялық шығында бағалаңыз. .

2 Протондар үшін алюминийдегі меншікті ионизациялық шығынды есептеп табыңыздар. Егер энрегиясы

1) 1 МэВ, 2) 10 МэВ

**10 билет**

1 Рентген сәулелерінің ашылу тарихы және оның қолдану аясын келтіріңіз. Рентген сәулесінің затпен әсерлесу механизімін түсіндіріңіз. Тежелу және сипаттамалық рентген сәулесіне анализ жасаңыз

2 Үдеткіштегі протондар энрегиясы 100 Мэв, олардың энергиясын 20 Мэв ке азайтуға арналған көміртегіден жасалған жұтқыш материалдың қалыңдығын есептеңіз.

**11 билет**

1 Иондаушы сәуленің әсерлесу коэффициентерін көрсетіңіз. Гамма және рентген сәулесінің әлсіреу заңын жазыңыз.

2Жылулық нейтрондардың темірдегі қармау қимасы σзахв  2.5 б, темір тығыздығы 7.8 г/см3. Темірдегі нейтрондардың еркін жүру жолын бағалаңыз

**12 билет**

1 Нейтрондардың затпен әсерлесу механизімін түсіндіріңіз. микроскопиялық және максрокопиялық қимаға физикалық мағына беріңіз.

2 Энергиялары Е = 100 МэВ болатын электрондар мен протнодар қалыңдығы алюминий Δx = 5 мм платинкасына түсіп жатыр, пластинкадан шыққан кейінгі энрегияларын анықтаңыз.

**13 билет**

1 Нейтрондарды энергия бойынша классификациялаңыз. Серпімді және серпімсіз реакцияларды жазыңыз.

2 Энергиясы 10 мэв альфа бөлшектерінің ауада 1 см жолдағы түзетін инодар саны мен меншікті ионизациялық шығынын табыңыз. Ауада бір ионды түзу үшін 35 Мэв энрегия кететін болса.

**14 билет**

1 Ядролық материалдардың түрлерін көрсетіңіз. Уранның физикалық және механикалық қасиеттерін бағалаңыз.

2 Энергиясы 10 Мэв болатын протондар үшін қорғасын және көміртегідегі меншікті ионизациялық шығының қатынасы табыңыз.

**15 билет**

1 Уранның радиациялық өсуі және газдық ұлғаю үрдісін түсіндіріңіз. Сәулеленудің уранның механикалық қасиетіне әсерін бағалаңыз.

2 Нейтрондардың қанша бөлігі 1 см темірде жұтылады? Егер темірдің тығыздығы 7.8 г/см3. Жылулық нейтрондардың темірдегі қармау қимасы 2.5 б.

**16 билет**

1 Плутонийдің және оның қоспаларының түрлеріне шолу жасаңыз. Плутонийдің ядролық және механикалық қасиеттерін бағалаңыз.

2 20 г радийдің 1 м қашықтықта ауадағы жұтылу дозасының қуатын табыңыз

**17 билет**

1 Керамикалық және дисперсті ядролық отындардың түрлерін атап көрсетіңіз және оларды салыстырыңыз.

2 массасы 20 г радийдің 1 м қашықтықта және 30 мин ішіндегі экспозициялық дозасын табыңыз.

**18 билет**

1 Торий және оның қоспаларына шолу жасаңыз. Торийдің ядролық отын ретінде қолдану мүмкіндіктерін бағалаңыз.

2 Активтілігі 900мКи кобальттың 0.5 м қашықтықтағы экспозияциялық дозасының қуатын табыңыз

**19 билет**

1 Ядролық реактордың жұмыс істеу принипін түсіндіріңіз. Нейтронның ашылу тарихына шолу жасаңыз. Ядролық реакторға қатысты қолданылатын негізгі ұғымдарды сипаттаңыз

2 Альюминийдің 1 см3 электрондардың санын табыңыз, егер оның тығыздығы 12 г/см3 болса

**20 билет**

1 Дозиметрлік шамалар, анықтама беріп формуласын жазыңыз.

2 Радийдің 1мКи экспозициялық дозасына қуаты бойынша эквивалент болатын кобальттың  гамма тұрақтылығы мен активтілігін табыңыз. радийдің гамма тұрақтылығы 8.4 тең. Кобальт ыдырау кезіінде энергиясы 1.17 және 1.33 МэВ екі фотон шығады.

Кафедра мәжілісінде қарастырылды

*№ \_\_\_ хаттама «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ ж.*

**Кафедра меңгерушісі : Яр-Мухамедова Г.Ш**

**Дәріс оқушы: Мархабаева А.А**