**2.2.3. Өз бетімен шығару үшін есептер**

**Радиактивті ыдырау заңы.**

1. Протондық радиактивті ыдырау кезінде массалық сан мен элементтің нөмірі қалай өзгереді?
2.  йод изотопы әрбір миллиард ядросынан 1 с ішінде қанша ядро ыдырайды?
3. Радиактивті изотоптың бастапқы массасы 8 сағат ішінде 3 есе азайды. Бастапқы уақыттан бастап, үш тәулік ішінде қанша есе азаяды?
4. Радиактивті  йод изотоп атомының соңғы секундтағы ыдырау ықтималдығы W қандай?
5.  және  радий изотоптарының λ ыдырау тұрақтыларын табу керек.
6.  рубидий изотопының ыдырау тұрақтысы λ=0,00077 с-1. Оның Т1/2 жартылай ыдырау периодын анықтаңыз.
7.  торий радиактивті изотопының бір жылда бастапқы атомдар санынан қанша атомы ыдырайтынын табыңыз.
8. Радиактивті  актинийдің бастапқы атомдар санының 1) 5 тәуліктен кейін; 2) 15 тәуліктен кейін қандай бөлігі қалады?
9. Бір жылдың ішінде бастапқы радиактивті изотоптың мөлшері 3 есе азайды. Екі жылда неше есе азаяды?
10. Егер жартылай ыдырау периоды Т1/2=24 сағ болса, радиактивті ядроның изотопының бастапқы мәнінің ¼ қандай t уақытта ыдырайды?
11. t = 8 тәулікте радиактивті изотоптың ¾ мөлшері ыдырады. Жартылай ыдырау периодын анықтаңыз.
12. Радиактивті нуклидтің Т1/2 жартылай ыдырау периоды 1 сағатқа тең. Осы нуклидтің орташа өмір сүру уақытын анықтау керек.
13. Радиактивті нуклидтің орташа өмір сүру уақытының жартысына тең t уақыт ішінде бастапқы мөлшерінің қандай бөлігі ыдырап үлгереді?
14. t уақыт аралығында препараттың А активтілігі 250 есе азайды. t уақыт аралығы қанша Т1/2 жартылай ыдырау периодына тең?
15. t=1 тәулік ішінде изотоптың активтілігі А1=118 ГБк–ден A2=7.4 ГБк –ге дейін азайды. Осы нуклидтің Т1/2 жартылай ыдырау периодын анықтаңыз.
16. Радийдің жартылай ыдырау периоды Т = 1600 жыл. Радий ядросының орташа өмір сүру уақыты неге тең?
17.  изотопының ядросын жою үшін қандай минимал энергия жұмсалу керек?
18. Радон изотоптарының біреуінің атомдарының саны 1,91 тәулікте қанша есе кемиді? Радонның бұл изотопының жартылай ыдырау периоды Т = 3,82 тәулік.
19. 1 г радийдің 1 с ішінде болатын ыдырау санын табу керек.
20. 1млн. атомдардан бір тәулік ішінде қанша полоний атомы ыдырайды?
21. Бір тәуліктегі радон атомының саны 18,2 процентке кемиді деп, радонның ыдырау тұрақтысын анықтаңыз.
22. Радиактивті препараттың ыдырау тұрақтысы λ=1,44·10-3сағ-1. Қанша уақыттан кейін оның бастапқы мөлшерінен 75 % ыдырайды?
23. Қайсысы үлкен - радиактивті ядроның τ орташа өмір сүру уақыты ма, әлде Т жартылай ыдырау периоды ма? Қанша есе?
24. λ ыдырау тұрақтысын біле отырып, табу керек: 1) 0-ден t уақыт аралығындағы ыдырау ықтималдығын; 2) оның орташа өмір сүру уақытын.
25. изотопының жартылай ыдырау периоды шамамен 5,3 жыл. Осы изотоп атомының ыдырау тұрақтысы мен орташа өмір сүру уақытын анықтаңыз.
26. Қандай да бір радиактивті элементтің 60 % бір жылда ыдырады. Осы элементтің жартылай ыдырау периодын анықтаңыз.
27. Массасы 1 г тритийдің  оның орташа өмір сүру уақыты ішінде қанша ядросы ыдырайды?
28.  изотопының жартылай ыдырау периоды шамамен 5,3 жыл. 5 жыл ішінде осы ядролардың қандай мөлшері ыдырайды?
29. Радиактивті  аргонның жартылай ыдырау периоды 110 мин. Қанша уақыт ішінде осы мөлшердің 25 % -ы ыдырайды?
30. Радонның бастапқы массасы 10 г болса, бір тәулік ішінде ыдыраған атомдар саны мен ыдырау тұрақтысын анықтаңыз.  радонның жартылай ыдырау периоды 3,82 тәулік.
31. Радиактивті  изотопының жартылай ыдырау периоды  тәулік. Осы радиактивті изотоп атомдарының 1с-та, 1 тәулікте, 1 айда қандай бөлігі ыдырайды?

**Активтілік. Меншікті активтілік**

1. Радиактивті элементтің активтілігі (бірлік уақыт ішіндегі ыдырау саны) 100 тәулікте 16 есе азайды. Жартылай ыдырау периодын анықтау керек.
2. Меншікті активтіліктерін анықтаңыз: 1)  кобальттің; 2)  стронцийдің; 3)  радийдің.
3. Массасы m2=1 мг болатын  стронцийдің активтілігі  уранның активтілігіне тең. Уранның m1 массасын табыңыз.
4. Массасы m2=1 г  радий, массасы m1  радонмен радиактивті тепе–теңдікте тұр. Радонның m1 массасын тап.
5. Уран - уран изотопының кең тараған ыдырау өнімі.  уранның табиғи урандағы массалық бөлігі 5,7·10-5 болса, жартылай ыдырау Т1/2 периоды неге тең?
6.  уранның меншікті активтілігін табу керек.
7.  радонның меншікті активтілігін табу керек
8. Кобальттің 3 жыл ішінде активтілігі қалай өзгереді? Жартылай ыдырау периоды 5,2 жыл.
9. Радиактивті изотоптың активтілігі А=0,1МБк болса, t=10с ішінде ыдыраған атомдар санын табу керек.
10.  иридий изотопының А активтілігі t=30 тәулік ішінде неше пайызға төмендейді?
11. Массасы m=1мкг  полонийдің активтілігін анықтау керек.
12. Жасанды жолмен алынған радиактивті  стронций изотопының А0 меншікті активтілігін анықтау керек.
13. Ампулаға активтілігі А0=14,8·109Бк радон орналастырылған. Қанша t уақыт өткенде оның активтілігі А(t)=2,22·109 Бк болады?
14. Бастапқы уақытта қандай да бір радиизотоптың активтілігі 10,8 Бк болды. Жартылай ыдырау периодының жартысы өткенде оның активтілігі қандай болады?

**α – ыдырау**

1.  радий ядросы α–бөлшек шығарады. Осы кезде қандай ядро пайда болды?
2. Тыныштықта тұрған  радонның ядросы α–бөлшек шығарады. Радонның ядросы қандай ядроға айналды?
3. Полоний ядросы қорғасынға айналады. α–бөлшектің және серпілу ядросының кинетикалық энергиясын табу керек.
4. Радиактивті ыдырау кезінде радий атомынан ұшып шығатын α– бөлшектің кинетикалық энергиясы 4,78 МэВ. α–бөлшектің жылдамдығын табыңыз.
5. Радиактивті ыдырау кезінде радий атомынан ұшып шығатын α– бөлшектің кинетикалық энергиясы 4,78 МэВ. Бөлініп шығатын толық энергияны анықтаңыз.
6. 1 кюри радон бір сағатта қанша жылу бөліп шығарады? Радоннан ұшып шығатын α – бөлшектің кинетикалық энергиясы 5,5 МэВ.
7. изотопын протондармен атқылаған кезде екі α–бөлшек пайда болады. Әр α–бөлшектің түзілу мезетіндегі энергиясы Тα = 9,15 МэВ. Атқылаушы бөлшектің энергиясы қандай?
8.  изотопынан үш α – ыдырау және екі β- - ыдыраудан кейін қандай изотоп пайда болады?
9. Ядросы 5,46 МэВ энергияға тең α –бөлшек шығарып,  полоний изотопы ядросына айналатын атомның массасын анықтау керек.
10. Егер шығарылатын α–бөлшектердің кинетикалық энергиясы 5,3 МэВ және барлық туынды ядролар негізгі күйде түзілетін болса, 1 мг  радий препараты, орташа өмір сүру уақытына тең уақытта қанша жылу бөледі.

**β – ыдырау.**

1. Үш табиғи радиактивті топтан басқа жасанды радиактивті топ бар, ол трансуранды элемент  нептунийден басталып,  висмутпен аяқталады. Осы радиактивті топтағы α– және β– ыдырау санын табу керек.
2.  ядросы атомның К–қабықшасынан электронды қармайды. К – қармау нәтижесінде қандай ядро түзіледі?
3. көміртегі изотопының ядросында β-–ыдырау нәтижесінде бір нейтрон протонға айналады. Осындай айналу кезінде қандай ядро пайда болды?
4.  кремний изотопының ядросында β+ –ыдырау нәтижесінде бір протон нейтронға айналады. Осындай айналу кезінде қандай ядро пайда болды?
5. Массалық саны 226 радий изотопы массалық саны 206 қорғасын изотопына айналды? Осы жағдайда қанша α –, β – ыдырау болды?
6.  көміртегі ядросының β – ыдырауының энергиясын анықтау керек.
7. Төрт радиактивті үйірдің бастапқы және аяққы элементтері берілген: ; ; ;  әрбір үйірде қанша α- және β-түрлену болғанын анықтаңыз.
8. Төрт α– және β-ыдырау нәтижесінде радиактивті  торийдан қандай изотоп пайда болады?

**γ – сәуле шығару**

1. γ –фотонды (λ =0,47 пм) жұтқан атомдық ядро қозған күйге өтіп, бөлек – бөлек нуклондарға бөлініп, жан–жаққа ұшып кетеді. Нуклондардың қорытқы кинетикалық энергиясы 0,4 МэВ –қа тең. Ядроның байланыс энергиясын анықтаңыз.
2. Радиактивті  изотопы энергиясы Е=1,28 МэВ γ–квантын шығарады. Массасы m=5 г болатын натрий изотопының t=5 мин уақыт аралығында шығаратын γ–квантының Р қуатын және W энергиясын анықтаңыз.
3. Нүктелік изотропты радиактивті сәуле көзі r=1 м ара қашықтықта интенсивтілігі I = 1,6 мВт/м2 болатын γ – сәуле шығарады. Ядроның әр ыдырауында энергиясы Е=1,33 МэВ γ – квант шығарылады деп есептеп, сәуле көзінің А активтілігін анықтаңыз.
4. Нүктелік изотропты радиактивті сәуле көзі r=5 м аралықта активтілігі А = 148 ГБк болатын γ – сәуле шығаратын болса, оның интенсивтілігі қандай? Әр ыдырауда орта есеппен энергиясы E =0,51 МэВ болатын n=1,8 фотон шығарылады.
5. Егер адам үшін рұхсат етілген ұшақтарда ұшу дозасы бір жылда 0,5 бэр, ал космостық сәулелену нәтижесінде болатын эквиваленттік дозаның қуаты 0,7мбэр/сағ (10–12км биіктікке сәйкес) болса, ұшақтарда ұшудың апталық шегі қандай?
6. Адам рентгенгенге түскенде 25 мбэр доза алады. Егер массасы 80 кг адамның денесінің жартысы сәулеленген болса, онда адам денесі сәулеленудің қанша энергиясын жұтты. Сәулеленудің сапалық коэффициентін 0,85 деп аламыз.
7. Адам 300 рад қауіпті дозаны қабылдады. Егер адамның массасы 80 кг болса және сәулелену адам денесінің барлық жеріне әсер етсе, онда дененің жұтқан энергисы қандай?
8. Қалыпты жағдайда ауа γ – сәулемен сәулелендіріледі. Массасы m = 5 г, экспозициялық дозасы Х =1 P болса, ауада жұтылған энергияны табу керек.
9. Теңіз деңгейінде көлемі V=1 см3 ауада космостық сәулелер әсерінен минутына 120 қосарланған ион пайда болады. t=1 тәуліктегі адамға әсер ететін Х экспозициялық дозаны табу керек. Ауаның молярлық массасы 28,97 г/моль, қалыпты жағдайдағы көлем Vm=22.4 л/моль.
10. Нүктелік сәуле көзінен r1=40 см аралықтағы Х экспозициялық дозаның қуаты Р=4,3 мкА/кг. Егер рұқсат етілген экспозициялық доза Xmax= 5,16 мкКл/кг болса, онда r2 = 6 м ара қашықтықта қанша уақыт тұруға болады?

**2.3.3. Өз бетімен шығару үшін есептер**

**Ядролық реакциялар**

1.  реакциясының энергетикалық эффектін есептеңіз.

2.  реакциясының энергетикалық эффектін есептеңіз.

3. а) ; б) ; в)  термоядролық реакцияларында 1 г ядролық отын жанған кезде қандай энергия бөлінеді?

4.  термоядролық синтез және  уран ядросының бөлінуі (әрбір бөліну ісі 200 МэВ энергия бөлінуімен қабат өтеді) кезінде бөлінетін энергияны салыстырыңыз. Екі жағдайда да ядролық отынның бірдей массалары жұмсалады деп ұйғарыңыз.

5. Мынадай термоядролық реакция  жүрген кездегі бір нуклонға келетін энергияны анықтау керек. Массаның мәндерін кестеден алыңыз. Бір нуклонға келетін энергияның мәнін, уран ядросы бөлінген кездегі босап шығатын энергиямен салыстырыңыз (бұл жағдайдағы толық босап шыққан энергия шамамен 200 МэВ –ге тең).

6. Мына ядролық реакция  кезіндегі х–пен белгіленген бөлшектің реттік нөмірін және массалық санын анықтаңыз.

7. а) 1,0 кг  жанған кезде бөлінетін энергияны анықтаңыз, осындай энергия жылу шығару қабылеттілігі 42 кДж/г мұнай жанғанда мұнайдың қандай мөлшерінен алынады?

б) атом электр станциясы ПӘК 30% жағдайында жылына 192 кг  пайдаланады. Осы станцияның электрлік қуатын есептеңіз.

в) тротилдік жылулық баламасы 30 кг атом бомбасы жарылған кезде бөлінген  нуклидінің массасын есептеңіз. Тротилдің жылулық баламасы 4,1 кДж/г.

8. Төмендегі ядролық реакциялардың Q-ын анықтаңыз:

1) ; 2) ; 3) ;

4) ; 5) . Осы реакциялар кезінде энергия жұтыла ма, әлде босап шыға ма?

9. Мына ядролық реакциялардың энергиясын табыңыз: 1) ;

2) ; 3) ; 4) .

10. Мына ядролық реакцияның энергиясын табыңыз: .  үшін байланыс энергиясы Q = 58,16 МэВ,  үшін Q = 64,98 МэВ.

11. Мына ядролық реакцияның энергиясын табыңыз: .  үшін байланыс энергиясы Q = 104,66 МэВ, ал  үшін Q = 105,29 МэВ.

12. Егер дейтронның кинетикалық энергиясы Td = 1.5 МэВ болса, мынадай реакция жүрген кездегі  ядроның қорытқы кинетикалық энергиясын Тя анықтау керек. Ядро – нысана  қозғалыссыз тұр деп есептеңіз.

13. Мынадай реакция  жүрген кезде Q = 5.7 МэВ энергия бөлінеді. Берилий мен гелийдің кинетикалық энергияларын ескермей, олардың қорытқы импульстары нөлге тең деп, реакция өнімінің Тn және TC кинетикалық энергияларын есептеңіз.

14. Мынадай реакцияның  өнімінің Тn және TНе кинетикалық энергияларын есептеңіз. Дейтерийдің кинетикалық энергияларын ескермей, олардың қорытқы импульстары нөлге тең деп есептеу керек.

15. Тыныштықта тұрған  полоний ядросы α – бөлшек шығарады. Серпілу ядросының кинетикалық энергиясы Тя мен α – бөлшектің Тα кинетикалық энергияларын және α – ыдырау кезіндегі бөлінген толық энергияны ΔQ табыңыз.

16.  көміртегі ядросы электрон және антинейтрино бөліп шығарады. Ядроның β – ыдырауының ΔQ толық энергиясын анықтаңыз.

17. Тыныштықта тұрған  кремний ядросы, кинетикалық энергиясы Те = 0,5 МэВ болатын электрон бөліп шығарады. Серпілу ядросының кинетикалық энергиясын ескермей, антинейтриноның Тν кинетикалық энергиясын анықтау керек.

18.  азот ядросының ядросы сыртқа позитрон шығарады. Позитронның кинетикалық энергиясы 1 МэВ. Серпілу ядросының кинетикалық энергиясын ескермей, позитронмен бірге шыққан нейтриноның Тν кинетикалық энергиясын анықтаңыз.

19.  ядросы нейтронды қармап алғанда пайда болатын ядро, егер нейтронның кинетикалық энергиясы 1,4 МэВ-тен кіші болмаса, бөлінеді. Бөлінген ядроның активация энергиясын табыңыз.

20. Ядролық реакцияларды аяқтаңыз:

 1) 

 2) 

 3) 

 4)

21.  термоядролық реакция кезінде қандай энергия бөлінеді:. Сутегі изотоптарының массалары: дейтерийде  - 2,01355 м.а.б.; тритийде  - 3,01550 м.а.б.

22.Э. Резерфордтың 1919 жылғы ең алғашқы ядролық реакциясы энергияның жұтылуымен жүргізілді:



Осы реакцияның энергетикалық шығуын табыңыз.

23. 1920 жылы АҚШ ғалымдары Мария Кюриге жартылай ыдырау периоды 1620 жыл болатын 1 г  радий сыйға тартады. 2000 жылға дейін осы радийдің қанша массасы қалды?

24. Мына реакцияның энергетикалық шығуын анықтау керек: 

25. Мына реакцияның энергетикалық шығуын анықтау керек: 

26. Массасы 1 г гелий түзілген кезде қанша жылу бөлінеді? Гелийдің түзілу реакциясы 

27. Егер массасы 1 г уранның барлық ядросы бөлінгенде Е = 8,2·1010 Дж энергия бөлінетін болса, бір ядро бөлінгенде қанша энергия бөлінеді?

28.  реакция нәтижесінде жұтылатын энергияны анықтау керек.

29.  ядролық реакциясының шегін және энергиясын анықтаңыз.

30. α – бөлшек  бор ядросымен соқтығысқан кезде реакция жүреді, нәтижесінде екі жаңа ядро түзіледі. Осы ядролардың біреуі сутегі ядросы. Екінші ядроның реттік нөмірін, массалық санын анықтап, ядролық реакцияны жазыңыз және оның энергетикалық шығуын анықтаңыз.

31.  нептуний ядросы атомның К–қабықшасынан (К-қармау) электронды қармап, α – бөлшек шығарады. Осы өзгерістер нәтижесінде қандай элементтің ядросы пайда болды?

32. Атомдық электрстанцияда бір жылда 19,2 кг  уран жұмсалады.  ядросының әрбір бөліну ісі кезінде 200 МэВ энергия бөлінеді және электрэнергия өндірудің пайдалы әсер коэффициенті 25% деп алып атомдық электрстанцияның электрлік қуатын табыңыз.

33.  термоядролық синтез және  уран ядросының бөлінуі (әрбір бөліну ісі 200 МэВ энергия бөлінуімен қабат өтеді) кезінде бөлінетін отынның бірдей массалары жұмсалады деп ұйғарыңыз.

34. Нуклидтер массаларының кестелік мәндерін пайдаланып: а)  ядросындағы нейтронның және α-бөлшектің байланыс энергиясын; б)  ядросын төрт бірдей бөлшекке бөлу үшін қажетті энергияны анықтаңыз.

35. Жартылай эмпирикалық формула көмегімен:

а)  және ядроларының байланыс энергиясын;

б)  және  ядроларындағы бір нуклонға келетін байланыс энергиясын;

в)  және  атомдары массаларын есептеңіз.

36.  ядросы жылулық нейтронды қармап алады. Пайда болған ядроның бөлінуі нәтижесінде үш нейтрон және екі радиактивті жарықшақ пайда болып, бұлар  және орнықты ядроларына айналған. Осы жағдайда бөлінген энергияны табу керек, егер мыналар белгілі болса: а) нейтрон мен ,  (-0,09415 м.а.б.) және  ядролары (-0,09010 м.а.б.) артық массалары; б)  (7,59 МэВ),  (8,71 МэВ),  (8,32 МэВ) ядроларындағы бір нуклонға келетін байланыс энергиясы және  (6,40 МэВ) ядросындағы нейтронның байланыс энергиясы.

37.  ядросы нейтронда қармап алғанда пайда болатын ядро, егер нейтронның кинетикалық энергиясы 1,4 МэВ-тен кіші болмаса, бөлінеді. Бөлінген ядроның активация энергиясын табыңыз. Жауабы: ; Ек нейтронның кинетикалық энергиясы; Ебс -  ядросындағы нейтронның байланыс энергиясы.

38. Табиғи және байытылған (1,50% ) урандағы жұтылған бір жылулық нейтронға келетін лездік бөліну нейтрондарының орташа санын салыстырыңыз. 39. а) dt; б) dd; в)  термоядролық реакцияларында 1 г ядролық отын жанған кезде қандай энергия бөлінеді? Алынған нәтижелерді 1г уран жанғанда бөлінетін энергиямен салыстырыңыз.

**2.4.3.Өз бетімен шығару үшін есептер.**

1. Тыныштықта тұрған бөлшекпен әсерлескен кезде, позитрон – электрон қосағын туғызатын фотонның ең аз энергиясын анықтау керек. Екі жағдайды қарастырыңыз: 1) электронмен әсерлесуі; 2) протонмен әсерлесуі.

2. Нейтронның кідіртуші заттың қозғалмайтын ядросымен серпімді центрлік соқтығысқан кезінде нейтронның кинетикалық энергиясы 1,4 есе кеміді. Кідіртуші заттың ядросының массасын табу керек.

3. Нейтрон  изотопының қозғалмайтын ядросымен серпімді центрлік соқтығысқаннан кейінгі оның жылдамдығы өзінің бастапқы жылдамдығының қандай бөлігіне тең болады?

4. Фотоннан электрон мен позитронның пайда болған кезіндегі фотонның энергиясы 2,62 МэВ. Позитрон мен электронның пайда болған кездегі толық кинетикалық энергиясын анықтаңыз.

5. Циклотронның беретін дейтондарының энергиясы 7 МэВ. Түсірілген магнит өрісінің энергиясы 15 000 Гс. Дейтон траекториясының ең үлкен қисықтық радиусын анықтау керек.

6. Позитрон мен тыныштықта тұрған электронның аннигиляциясы нәтижесінде жиіліктері бірдей екі γ–квант түзіліп, бір–біріне  бұрыш жасап ұшып кетеді. Позитронның кинетикалық энергиясы қандай?

7. Протон мен протон соқтығысқан кезде π–мезон пайда болуы үшін протонның шекті кинетикалық энергиясы қандай болады?

8. Кинетикалық энергиясы 100 МэВ теріс μ–мезон тыныштықта тұрған электронмен серпімді соқтығысады. Электронның серпімді кинетикалық энергиясын анықтау керек.

9. Тоқтаған мюон электронға, нейтриноға және антинейтриноға ыдырайды. Электронның максимум кинетикалық энергиясы мен импульсі қандай?

10. Тоқтағаннан кейін антипротон дейтонмен жұтылады. Мүмкін болатын реакция: . Пайда болған π0–мезонның толық энергиясы қандай?

11. Энергиялары бірдей Е=0,7 МэВ электрон мен позитрон соқтығысқанда бірдей екі фотонға айналған. Тиісті фотонның толқын ұзындығын анықтаңыз.

12. Энергиясы 3 МэВ фотон ауыр ядро өрісінде электрон – позитрон қос бөлшекке айналған. Егер бұлардың жылдамдықтары бірдей болса осы бөлшектердің кинетикалық энергияларын анықтаңыз.