

**ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ
ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА
ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА**

Составители: Санеев Э.Л.
Шелкунова З.В.
Шагдаров В.Б.

Улан-Удэ 2002

При изучении разделов “Элементы квантовой механики”, “Физика твердого тела”, “Ядерная физика” студентам для самостоятельного решения предлагаются следующие задачи:

Элементы квантовой механики

1. Определить энергию электрона в основном и первом возбужденных состояниях в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы 10^{-10} м.

2. Оценить наименьшие ошибки, с которыми можно определить скорости электрона, протона и атома урана, локализованных в области размером 10^{-6} м.

3. С помощью соотношения неопределенностей определить естественную ширину ΔE спектральной линии, если излучение длится 10^{-8} с. Какую долю от энергии кванта с длиной волны $6 \cdot 10^{-7}$ м составляет эта энергия?

4. Можно ли пренебречь дискретностью энергий электрона, если он обладает скоростью 300 м/с и находится в области размером: а) 10^{-2} м; б) 10^{-6} м?

5. Найти вероятность обнаружить электрон у стенки потенциальной ямы с бесконечно высокими стенками на отрезке длиной $1/5$ l. Ширина потенциальной ямы $l=10^{-10}$ м. Электрон находится в основном состоянии.

6. Возбужденный атом испускает фотон в течение 10^{-8} с. Длина волны излучения равна $6 \cdot 10^{-7}$ м. Найти, с какой точностью могут быть определены: энергия, длина волны и положение фотона.

7. Для частицы, находящейся в потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками, возможные значения энергии должны удовлетворять соотношению $W_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2}$, где n - 1,2,...; m - масса частицы;

a - ширина ящика. Определить, при какой ширине ящика энергия электрона на первом уровне равна энергии 1S - электрона в атоме водорода.

8. Какого размера должен быть потенциальный ящик для того, чтобы локализованный в нем электрон имел на самом глубоком уровне энергию $1,5 \cdot 10^{-20}$ Дж; $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж; $1,5 \cdot 10^{-18}$ Дж; $1,6 \cdot 10^{-13}$ Дж?

9. Для частицы, находящейся в потенциальном ящике шириной “a”, стационарная часть волновой функции имеет вид $\Psi = B \sin kx$,

где $k = \frac{n\pi}{a}$ и $n=1, 2, \dots$. Пользуясь условием нормирования, показать, что $B = \sqrt{\frac{2}{a}}$. Вычислить вероятность того, что частица находится на расстоянии $\frac{1}{8}a$ от края ящика с точностью до 0,01 а, если энергия частицы соответствует пятому уровню.

10. Найти размер потенциального ящика, в котором энергия протона на самом глубоком уровне равнялась бы $1,6 \cdot 10^{-18}$ Дж.

11. Вычислить энергию, которая необходима, чтобы перенести частицу, заключенную в потенциальном ящике, с третьего уровня на четвертый. Задачу решить для электрона при ширине ящика 10^{-10} м и 10^{-3} м.

12. Вычислить энергию, необходимую для перевода частицы с массой 10^{-6} г в потенциальной яме с третьего уровня на четвертый, если ширина ямы 10^{-3} м.

13. Частица находится в потенциальном ящике шириной "а". Определить отношение вероятностей пребывания частицы в середине ящика и на расстоянии $1/4$ "а" от края ящика. Вычисление произвести для первого, второго и третьего уровней энергии.

14. Оценить для электрона, локализованного в области размером l, а) минимальную возможную кинетическую энергию, если $l=10^{-10}$ м; б) относительную неопределенность скорости, если его кинетическая энергия $T=1,6 \cdot 10^{-18}$ Дж и $l=10^{-6}$ м.

15. В опытах Штерна и Эстермана по дифракции атомов гелия на кристалле фтористого лития энергия атомов гелия была равна $3/2$ кТ (где Т взять равной 290 К). Какова длина волны де Бройля атома гелия при этих условиях?

16. Сравнить неопределенности в определении скорости α -частиц, если ее координаты установлены с точностью до 10^{-6} м, и шарика массой в 0,1 мг, если координаты его центра тяжести могут быть установлены с такой же точностью.

17. Диаметр пузырька в жидководородной пузырьковой камере составляет величину порядка 10^{-7} м. Оценить неопределенность в определении скоростей электрона и α -частицы в такой камере, если неопре-

деленность в определении координаты принять равной диаметру пузырька.

18. Ширина следа электрона на фотографии, полученной с помощью камеры Вильсона, составляет $\Delta X=10^{-3}$ м. Найти неопределенность в определении скорости.

19. Пользуясь соотношением неопределенностей, оценить неопределенность ΔV в определении скорости электрона в атоме водорода (принять размеры атома 10^{-10} м). Сравнить ΔV с величиной скорости на первой борновской орбите.

20. Какова ширина l одномерной потенциальной ямы с бесконечно высокими стенками, если при переходе электрона со второго квантового уровня на первый излучается энергия $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж? Как изменится излучаемая энергия, если l увеличится в 10 раз?

21. Возбужденные ядра ${}_{26}\text{Fe}^{57}$, имеющие период полураспада 10^{-7} с, при переходе в основное состояние излучают γ -квант с энергией $23 \cdot 10^{-16}$ Дж. Воспользовавшись соотношением неопределенностей для энергии и приняв величину Δt равной периоду полураспада, вычислите естественную ширину энергетического уровня.

22. Воспользовавшись соотношением неопределенностей для энергии и приняв величину Δt равной периоду полураспада, вычислить естественную ширину энергетического уровня для ядра иридия ${}_{77}\text{Ir}^{191}$. Период полураспада иридия равен 10^{-10} с.

23. Свободно движущаяся нерелятивистская частица имеет относительную неопределенность кинетической энергии порядка $1,6 \cdot 10^{-4}$. Оценить, во сколько раз неопределенность координаты такой частицы больше ее дебройлевской длины волны.

24. Оценить неопределенность скорости электрона в атоме водорода, полагая его диаметр $d=10^{-8}$ см. Сравнить найденное значение неопределенности скорости со скоростью электрона на первой борновской орбите.

25. Микрочастица с массой покоя m, находится в одномерном потенциальном ящике шириной l с бесконечно высокими стенками. Оценить минимальную возможную энергию частицы, если $\Delta x \Delta p_x \geq h$.

26. Каковы дебройлевские длины волн протона и электрона, кинетические энергии которых равны средней кинетической энергии теплового движения одноатомных молекул при комнатной температуре?

27. Какова длина волны де Бройля электрона с кинетической энергией $3,94 \cdot 10^{-18}$ Дж (энергия ионизации атома гелия)? Сравнить это значение с диаметром атома гелия $d=2,2 \cdot 10^{-10}$ м. Нужно ли учитывать волновые свойства вещества при изучении движения электронов в атоме гелия?

28. Электрон заключен в области с линейными размерами порядка 10^{-10} м. Какова неопределенность импульса электрона? Какой энергии соответствует такой импульс?

29. Вычислить наименьшее значение энергии нейтрона, заключенного в потенциальный ящик с абсолютно непроницаемыми стенками, расстояние между которыми равно 10^{-14} м.

30. Для частицы в одномерной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками вычислить вероятность ее нахождения в области $\frac{1}{4}a \leq x \leq \frac{3}{4}a$, если она обладает наименьшей возможной энергией.

Квантовомеханическое описание состояний атомов

31. Найти число электронов в атоме, у которых в нормальном состоянии заполнены: а) К-, L-оболочки; 3S-, 3p- подоболочки.

32. Записать электронные конфигурации атомов аргона ($Z=18$), криптона ($Z=36$), палладия ($Z=46$) и цезия ($Z=55$).

33. Найти максимальное число электронов, имеющих следующие одинаковые квантовые числа: а) n, l, m_l ; б) n, l ; в) n .

34. Определить число электронов в заполненной n-оболочке ($n=4$), у которых одинаковые значения квантовых чисел: а) $m_l=-1$; б) $m_l=+1$; $m_s=-1/2$.

35. Доказать, что все механические моменты (орбитальный, спиновой и полный) у целиком заполненных электронных оболочек равны нулю.

36. Чему равен полный механический момент атома, находящегося в состоянии, в котором магнитный момент атома равен нулю, а орбитальное и спиновое квантовые числа имеют значения: $l=Z$; $S=3/2$.

37. Чему равен максимальный возможный полный механический момент атома лития, валентный электрон которого находится в состоянии с $n=3$? Напишите символ терма соответствующего состояния.

38. Валентный электрон атома натрия в состоянии с $n=4$. Значение остальных квантовых чисел таковы, что имеет наибольший механический момент. Определить магнитный момент атома в этом состоянии.

39. Определить температуру, при которой в твердом проводнике вероятность найти электрон с энергией 0,5 эВ над уровнем Ферми равна 2%.

40. Металл находится при $T=0$. Определить относительное число электронов, энергия которых отличается от энергии Ферми на 2%.

41. Определить концентрацию свободных электронов при $T=0$, при которой уровень Ферми 1 эВ.

42. Определить отношение концентраций свободных электронов при $T=0$ в литии и цезии. Уровни Ферми в этих металлах соответственно равны 4,7 эВ, 1,5 эВ.

43. Определить максимальную скорость электронов в металле при $T=0$, если уровень Ферми 5 эВ.

44. Полагая, что на каждый атом меди в кристалле при абсолютном нуле приходится по одному свободному электрону, определить максимальную энергию электронов при $T=0$.

45. Определить долю свободных электронов в металле при $T=0$, энергия которых меньше 1/2 энергии Ферми.

46. Найти среднее значение кинетической энергии электронов в металле при абсолютном нуле, уровень Ферми равен 8 эВ.

47. Глубина потенциальной ямы у вольфрама равна 9 эВ, а максимальная кинетическая энергия электронов проводимости составляет 5 эВ. Чему равна работа выхода и уровень Ферми в эВ?

48. Какова вероятность того, что электрон находится в твердом проводнике с энергией 0,5 эВ над уровнем Ферми при температуре 1600 К?

49. На 16 К повысили температуру чистого германия по сравнению с 360 К. Во сколько раз увеличится число электронов проводимости, если ширина запрещенной зоны германия 0,72 эВ.

50. Определить долю свободных электронов в металле при $T=0$, энергия которых меньше 1/3 энергии Ферми.

51. Определить уровень Ферми в металле, если среднее значение кинетической энергии электронов в металле при $T=0$ равно 3 эВ.

52. Определить концентрацию свободных электронов ($T=0$ цезия, если уровень Ферми равен 1,5 эВ).

53. Сравнить среднюю энергию теплового движения атомов полупроводника при комнатных температурах ($T=300\text{ K}$) с величиной запрещенной зоны для селена ($\Delta E=1,7\text{ эВ}$) и для бора ($\Delta E=1,1\text{ эВ}$).

54. Найти уровень Ферми для электронов проводимости лития, если концентрация свободных электронов в литии $4,63 \cdot 10^{26}\text{ м}^{-3}$.

55. Оценить максимальную энергию электронов в натрии при $T=0$ и импульс, если $n_0=0,26 \cdot 10^{27}\text{ м}^{-3}$.

56. Какова вероятность заполнения электронами в металле энергетического уровня, расположенного на $0,01\text{ эВ}$ ниже уровня Ферми, при температуре 200 K .

57. Вычислить энергию Ферми при $T=0$ для серебра, полагая эффективную массу электрона равной массе свободного электрона. Концентрация свободных электронов в серебре равна $5 \cdot 10^{26}\text{ м}^{-3}$.

58. Металл находится при абсолютном нуле. Определить относительное число электронов, энергия которых отличается от энергии Ферми на $1,5\%$.

60. Найти максимальную скорость электронов в металле с одним электроном на элементарную ячейку при энергии Ферми, равной $0,5\text{ эВ}$.

61. Примесный полупроводник обладает проводимостью n-типа, подвижность электронов в нем равна $3,7 \cdot 10^3\text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$, постоянная Холла равна $7 \cdot 10^{-3}\text{ м}^3/\text{Кл}$. Определить удельную электропроводность и удельное сопротивление этого полупроводника.

62. Кремний имеет удельную электропроводность 19 См/м , при температуре $T_1=600\text{ K}$ и $G_2=4095\text{ См/м}$ при $T_2=1200\text{ K}$. Определить ширину запрещенной зоны ΔE для кремния.

63. Какова ширина запрещенной зоны золота, если при $T=67,4\text{ K}$ отношение $\frac{G_0}{G} = 0,2645$.

64. Определить концентрацию электронов и дырок в собственном полупроводнике (интимонид индия), если эффективная масса электрона равна $0,015 m$, а эффективная масса дырки - $0,16 m$, m - масса свободного электрона, ширина запрещенной зоны $\Delta E=0,17\text{ эВ}$.

65. Концентрация электронной проводимости в германии при комнатной температуре $n=3 \cdot 10^{15}\text{ м}^{-3}$. Какую часть составляет число электронов проводимости от общего числа атомов? Плотность германия 5400 кг/м^3 , молярная масса германия $0,073\text{ кг/моль}$.

66. К концам цепи, состоящей из последовательно включенных термистора и реостата сопротивлением 1 кОм , подано напряжение 20 В . При комнатной температуре сила тока стала $10 \cdot 10^{-3}\text{ А}$. Во сколько раз изменилось сопротивление термистора и почему?

67. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 25 кОм , включили последовательно с резистором 5 кОм . Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилось сопротивление фоторезистора? Объяснить почему?

68. Чистый кристаллический германий содержит $4,5 \cdot 10^{28}$ атомов/ м^3 . При температуре 300 K один атом из каждых $2 \cdot 10^8$ атомов ионизирован. Подвижности электронов и дырок при этой температуре равны $0,4$ и $0,2\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$. Определить проводимость чистого германия.

69. Во сколько раз изменится проводимость при повышении температуры от 300 K до 310 K : а) металла; б) собственного полупроводника, ширина запрещенной зоны которого $\Delta E=0,300\text{ эВ}$? Каков характер изменения в обоих случаях?

70. Найти электропроводность германия, если известно, что в нем содержится индия в концентрации 10^{22} м^{-3} и сурьмы в концентрации 10^{21} м^{-3} . Принять подвижность в германии электронов $v_n=0,38\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ и дырок $v_p=0,18\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$.

71. Собственный полупроводник (Ge) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление $0,5\text{ Ом}\cdot\text{м}$. Определить концентрацию носителей тока, если подвижность электронов $0,38\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ и дырок $0,18\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$.

72. Концентрация носителей тока в кремнии равна $5 \cdot 10^{16}\text{ м}^{-3}$, подвижности электронов $0,15\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ и дырок $-0,05\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$. Определить сопротивление кремниевого стержня длиной $2 \cdot 10^{-2}\text{ м}$ и сечением 10^{-6} м^2 .

73. Во сколько раз изменится электропроводность чистого германия при повышении температуры от $-23\text{ }^\circ\text{C}$ до $+27\text{ }^\circ\text{C}$? Ширина запрещенной зоны германия $\Delta E=0,74\text{ эВ}$.

74. Во сколько раз изменится концентрация электронов проводимости в собственном полупроводнике в невырожденном случае при изменении температуры от 200 K до 300 K , если ширина запрещенной зоны изменяется по закону $\Delta E=(0,785-\xi T)\text{ эВ}$.

75. В чистом германии ширина запрещенной зоны $0,72\text{ эВ}$. На сколько надо повысить температуру по сравнению с 300 K , чтобы число электронов проводимости увеличилось в 2 раза.

76. В образце кремния подвижности электронов и дырок равны 0,12 и 0,025 м²/(В·с) соответственно, напряженность поля E=400 В/м. Определить скорости дрейфа электронов и дырок и удельное сопротивление кремния, если n₀=2,5·10¹⁶ м⁻³.

77. Дан образец легированного кремния p-типа длиной 5·10⁻², шириной 2·10⁻³ м, толщиной 10⁻³. Вычислить концентрацию примеси в образце, если электрическое сопротивление образца 100 Ом. Пусть подвижность электронов и дырок равна 0,12 и 0,025 м²/(В·с), а концентрация свободных носителей 2,5·10¹⁶ м⁻³.

78. Рассчитать частоту красной границы собственной фотопроводимости для полупроводника, у которого ширина запрещенной зоны ΔE=0,41 эВ.

79. Найти удельное сопротивление германиевого полупроводника p-типа при плотности дырок n₀=3·10²⁰ м⁻³ и сравнить его с сопротивлением полупроводника n-типа при той же концентрации электронов. Подвижность дырок v_p=0,18 м²/(В·с), электронов v_n=0,38 м²/(В·с).

80. Вычислить скорость, с которой двигается электрон в медном проводнике длиной 1 м, когда к нему приложена разность потенциалов 10 В, если удельное сопротивление меди равно 1,6·10⁻⁶ Ом·см, а концентрация носителей -10²² см⁻³.

81. Удельное сопротивление чистого германия при комнатной температуре равно 0,47 Ом·см, подвижность электронов равна 3900 см²/(В·с), подвижность дырок - 1900 см²/(В·с). Найти концентрацию носителей заряда, сколько необходимо внести доноров, чтобы удельное сопротивление стало равным 20 Ом·см?

82. Медная пластинка имеет длину l=60,0 мм, ширину b=20,0 мм и толщину a=10,0 мм. При пропускании вдоль пластинки тока силой I=10 А разность потенциалов на концах пластинки U₁=0,51 мВ. Если, не отключая тока, создать перпендикулярное к пластинке магнитное поле с индукцией B=0,100 Тл, то возникает поперечная разность потенциалов U₂=55 нВ. Определить для меди концентрацию свободных электронов n и подвижность U_n.

83. Подвижность электронов в германии n-типа 3,7·10³ см²/(В·с). Определить постоянную Холла, если удельное сопротивление полупроводника 1,6·10⁻² Ом·м.

84. Перпендикулярно однородному магнитному полю, индукция которого 0,1 Тл, помещена тонкая пластинка из германия, ширина пла-

стинки b=4 см. Определить плотность тока j, при которой холловская разность потенциалов достигает значения 0,5 В. Постоянная Холла для германия принять 0,3 м³/Кл.

85. Определить подвижность электронов в полупроводнике, если постоянная Холла 0,8 м³/Кл, удельное сопротивление его 1,56 Ом·м.

86. Энергии, необходимые для образования электронов проводимости в германии и кремнии, соответственно равны 1,12·10⁻¹⁹ Дж и 1,76·10⁻¹⁹ Дж. В каком из этих полупроводников при данной температуре концентрация собственных электронов больше? Укажите, какой из этих элементов более пригоден для изготовления фотосопротивления.

87. При нагревании кремния от T=273 К до T=283 К его удельная проводимость возросла в 2,3 раза. Определить ширину запрещенной зоны кристалла кремния.

88. Удельная проводимость кремния с примесями 112 Ом/м. Определить подвижность дырок и их концентрацию, если постоянная Холла 3,66·10⁻⁴ м³/Кл. Полупроводник обладает только дырочной проводимостью.

89. Тонкая пластинка из кремния шириной 2 см помещена перпендикулярно у линиям индукции однородного магнитного поля равного 0,5 Тл. При плотности тока j=2 мкА/мм², направленного вдоль пластины, холловская разность потенциалов U_x=2,8 В. Определить концентрацию носителей тока.

90. Поперечная разность потенциалов, возникающая при пропускании тока через алюминиевую пластинку толщиной 0,1 мм, равна 2,7·10⁻⁶ В. Какой ток пропускается через пластину, если она помещена в магнитном поле с индукцией B=0,5 Тл. Концентрация электронов проводимости равна концентрации атомов.

Ядерная физика

91. При распаде ${}_{94}\text{Pu}^{239} \rightarrow {}_{92}\text{U}^{235} + {}_2\text{He}^4$ освобождается энергия, большая часть которой составляет кинетическую энергию α-частиц. 0,09 мэВ уносят γ-лучи, испускаемые ядрами урана. Определить скорость α-частиц, m_{Pu}=239,05122 а.а.м., m_U=235,04299 а.а.м., m_{Al}=4,00260 а.а.м.

92. В процессе давления ядро урана распадается на две части, общая масса которых меньше начальной массы ядра приблизительно на

0,2 массы покоя одного протона. Сколько энергии выделяется при делении одного ядра урана?

93. Определить число атомов урана ${}_{92}\text{U}^{238}$ распавшихся в течение года, если первоначальная масса урана 1 кг. Вычислить постоянную распада урана.

94. Вычислить число атомов радона, распавшихся в течение первых суток, если первоначальная масса радона 1 г. Вычислить постоянную распада урана.

95. В человеческом организме 0,36 массы приходится на калий. Радиоактивный изотоп калия ${}_{19}\text{K}^{40}$ составляет 0,012% от общей массы калия. Какова активность калия, если масса человека 75 кг? Период его полураспада $1,42 \cdot 10^8$ лет.

96. 100 радиоактивного вещества лежит на весах. Через сколько суток весы с чувствительностью 0,01 г покажут отсутствие радиоактивного вещества? Период полураспада вещества равен 2 суткам.

97. За два дня радиоактивность препарата радона уменьшилась в 1,45 раза. Определить период полураспада.

98. Определить число радиоактивных ядер в свежеприготовленном препарате ${}_{53}\text{J}^{131}$, если известно, что через сутки его активность стала 0,20 Кюри. Период полураспада иода 8 суток.

99. Относительная доля радиоактивного углерода ${}_{6}\text{C}^{14}$ в старом куске дерева составляет 0,0416 доли его в живых растениях. Каков возраст этого куска дерева? Период полураспада ${}_{6}\text{C}^{14}$ составляет 5570 лет.

100. Было установлено, что в радиоактивном препарате происходит $6,4 \cdot 10^8$ распадов ядер в минуту. Определить активность этого препарата.

101. Какая доля первоначального количества ядер ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ остается через 10 и 100 лет, распадается за один день, за 15 лет? Период полураспада 28 лет.

102. Имеется $26 \cdot 10^6$ атомов радия. Со сколькими из них произойдет радиоактивный распад за одни сутки, если период полураспада радия 1620 лет?

103. В капсуле находится 0,16 моль изотопа ${}_{94}\text{Pu}^{238}$. Его период полураспада $2,44 \cdot 10^4$ лет. Определить активность плутония.

104. Имеется урановый препарат с активностью $20,7 \cdot 10^6$ расп/с. Определить в препарате массу изотопа ${}_{92}\text{U}^{235}$ с периодом полураспада $7,1 \cdot 10^8$ лет.

105. Как изменится активность препарата кобальта в течение 3-х лет? Период полураспада 5,2 года.

106. В свинцовой капсуле находится $4,5 \cdot 10^{18}$ атомов радия. Определить активность радия, если его период полураспада 1620 лет.

107. Через сколько времени распадается 80% атомов радиоактивного изотопа хрома ${}_{24}\text{Cr}^{51}$, если его период полураспада 27,8 суток?

108. Масса радиоактивного изотопа натрия ${}_{11}\text{Na}^{25}$ равна $0,248 \cdot 10^{-8}$ кг. Период полураспада 62 с. Чему равна начальная активность препарата и его активность через 10 мин?

109. Сколько радиоактивного вещества остается по истечению одних, двух суток, если вначале его было 0,1 кг? Период полураспада вещества равен 2 суткам.

110. Активность препарата урана с массовым числом 238 равна $2,5 \cdot 10^4$ расп/с, масса препарата 1 г. Найти период полураспада.

111. Какая доля атомов радиоактивного изотопа ${}_{90}\text{Th}^{234}$, имеющего период полураспада 24,1 дня, распадается за 1с, за сутки, за месяц?

112. Какая доля атомов радиоактивного изотопа кобальта распадается за 20 суток, если период его полураспада 72 суток?

113. За какое время в препарате с постоянной активностью $8,3 \cdot 10^6$ расп/с распадается $25 \cdot 10^8$ ядер?

114. Найти активность 1 мкг вольфрама ${}_{74}\text{W}^{185}$, период полураспада которого 73 дня.

115. Сколько распадов ядер за минуту происходит в препарате, активность которого $1,04 \cdot 10^8$ расп/с?

116. Какая доля начального количества радиоактивного вещества остается нераспавшейся через 1,5 периода полураспада?

117. Какая доля первоначального количества радиоактивного изотопа распадается за время жизни этого изотопа?

118. Чему равна активность радона, образовавшегося за 1 г радия за один час? Период полураспада радия 1620 лет, радона 3,8 дня.

119. Некоторый радиоактивный препарат имеет постоянную распада $1,44 \cdot 10^3 \text{ ч}^{-1}$. Через сколько времени распадается 70% первоначального количества атомов?

120. Найти удельную активность искусственно полученного радиоактивного изотопа стронция ${}_{38}\text{Sr}^{90}$. Период полураспада его 28 лет.

121. Может ли ядро кремния превратиться в ядро алюминия, выбросив при этом протон? Почему?

122. При бомбардировке алюминия ${}_{13}\text{Al}^{27}$ α -частицами образуется фосфор ${}_{15}\text{P}^{30}$. Записать эту реакцию и подсчитать выделенную энергию.

123. При соударении протона с ядром бериллия произошла ядерная реакция ${}_4\text{Be}^9 + {}_1\text{P}^1 \rightarrow {}_3\text{Li}^6 + \alpha$. Найдите энергию реакции.

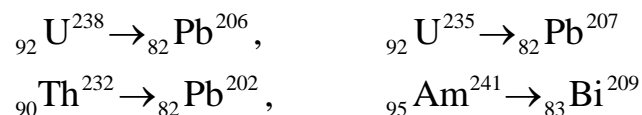
124. Найти среднюю энергию связи, приходящуюся на 1 нуклон, в ядрах ${}_3\text{Li}^6$, ${}_7\text{N}^{14}$.

125. При обстреле ядер фтора ${}_{9}\text{F}^{19}$ протонами образуется кислород ${}_{8}\text{O}^{16}$. Сколько энергии освобождается при этой реакции и какие ядра образуются?

126. Найти энергию, освободившуюся при следующей ядерной реакции ${}_4\text{Be}^9 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_5\text{B}^{10} + {}_0\text{n}^1$.

127. Изотоп радия с массовым числом 226 превратился в изотопе свинца с массовым числом 206. Сколько α и β -распадов произошло при этом?

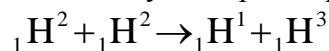
128. Заданы исходные и конечные элементы четырех радиоактивных семейств:



Сколько α и β -превращений произошло в каждом семействе?

129. Найти энергию связи, приходящуюся на один нуклон в ядре атома кислорода ${}_{8}\text{O}^{16}$.

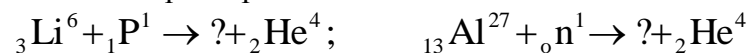
130. Найти энергию, выделившуюся при ядерной реакции:



131. Какая энергия выделится при образовании 1 г гелия ${}_{2}\text{He}^4$ из протонов и нейтронов?

132. Во что превращается изотоп тория ${}_{90}\text{Th}^{234}$, ядра которого претерпевают три последовательных α -распада?

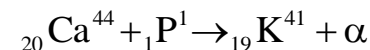
133. Допишите ядерные реакции:



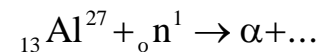
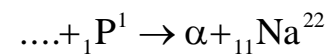
134. Ядро урана ${}_{92}\text{U}^{235}$, захватив один нейтрон, разделилось на два осколка, при этом освободилось два нейтрона. Один из осколков оказался ядром ксенона ${}_{54}\text{Xe}^{140}$. Каков второй осколок? Напишите уравнение реакции.

135. Вычислить энергию связи ядра гелия ${}_{2}\text{He}^3$.

136. Найти энергию, освобождающуюся при ядерной реакции:



137. Написать недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:



138. Определить удельную энергию связи тритина.

139. Изменение массы при образовании ядра ${}_{7}\text{N}^{15}$ равно 0,12396 а.а.м. Определить массу атома.

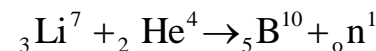
140. Найти энергию связи ядер ${}_{1}\text{H}^3$ и ${}_{2}\text{He}^4$. Каков из этих ядер наиболее устойчив?

141. При обстреле лития ${}_{3}\text{Li}^7$ протонами получается гелий. Записать эту реакцию. Сколько энергии освобождается при такой реакции?

142. Найти энергию, поглощенную при реакции: ${}_{7}\text{N}^{14} + {}_{2}\text{He}^4 \rightarrow {}_1\text{P}^1 + ?$

143. Вычислить энергию связи ядра гелия ${}_{2}\text{He}^4$.

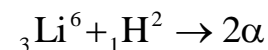
144. Найти энергию, освободившуюся при следующей ядерной реакции:



145. Допишите ядерные реакции:



146. Найти энергию, освободившуюся при следующей ядерной реакции:



147. Ядра изотопа ${}_{90}\text{Th}^{232}$ претерпевают α -распад, два β -распада и еще один α -распад. Какие ядра после этого получаются?

148. Определить энергию связи ядра дейтерия.

149. Ядро изотопа ${}_{83}\text{Bi}^{211}$ получилось из другого ядра после одного α -распада и одного β -распада. Что это за ядро?

150. Какой изотоп образуется из радиоактивного тория ${}_{90}\text{Th}^{232}$ в результате 4-х α -распадов и 2-х β -распадов?

n/n	№ задач
-----	---------

1.	1	31	61	91	121
2.	2	32	62	92	122
3.	3	33	63	93	123
4.	4	34	64	94	124
5.	5	35	65	95	125
6.	6	36	66	96	126
7.	7	37	67	97	127
8.	8	38	68	98	128
9.	9	39	69	99	129
10.	10	40	70	100	130
11.	11	41	71	101	131
12.	12	42	72	102	132
13.	13	43	73	103	133
14.	14	44	74	104	134
15.	15	45	75	105	135
16.	16	46	76	106	136
17.	17	47	77	107	137
18.	18	48	78	108	138
19.	19	49	79	109	139
20.	20	50	80	110	140
21.	21	51	81	111	141
22.	22	52	82	112	142
23.	23	53	83	113	143
24.	24	54	84	114	144
25.	25	55	85	115	145
26.	26	56	86	116	146
27.	27	57	87	117	147
28.	28	58	88	118	148
28.	29	59	89	119	149
30.	30	60	90	120	150