

Задание 11-19 КВ АНТОВАЯ ФИЗИКА. Элементы физики ядра и частиц

° - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

Задачи простые

- A1*. Каков состав ядер атомов бериллия, углерода, натрия, олова, фермия?
- A2*. Полный заряд ядра атома равен $2.08 \cdot 10^{-18}$ Кл. Какой это химический элемент?
- A3*. Объясните разницу между атомными ядрами: изотопами, изобарами, изотонами и изомерами.
- A4*. Найдите число протонов и нейтронов, входящих в состав трех изотопов магния: ${}_{12}\text{Mg}^{24}$, ${}_{12}\text{Mg}^{25}$, ${}_{12}\text{Mg}^{26}$.
- A5*. Чем отличается по составу ядро легкого изотопа гелия от ядра сверхтяжелого водорода?
- A6*. Чем отличаются по составу ядра-изобары ${}_{18}\text{Ar}^{40}$ и ${}_{20}\text{Ca}^{40}$?
- A7*. Чем отличаются по составу ядра-изотоны ${}_{6}\text{C}^{13}$ и ${}_{7}\text{N}^{14}$?
- A8*. Какие атомные ядра называются магическими? Дважды магическими?
- A9*. Что такое энергия связи ядра и дефект массы.
- A10*. Перечислите основные виды фундаментальных взаимодействий, известные на сегодняшний день?
- A11*. Перечислите основные особенности ядерных сил (сильного взаимодействия).
- A12*. Для того чтобы ядерные силы преодолели электростатическое отталкивание, два нейтрона должны сблизиться на расстояние 10^{-12} см. Рассчитайте значение кулоновского барьера.
- A13*. Какие частицы называются пионами? Укажите их основные свойства.
- A14*. Что такое радиоактивность? Перечислите пять видов радиоактивности.
- A15*. Почему радиоактивные препараты хранят в толстостенных свинцовых контейнерах?
- A16*. Изменяется ли химическая природа элемента при испускании γ -лучей его ядрами?
- A17*. Чем обусловлена высокая проникающая способность нейтронного излучения, и почему нейтроны легче проникают в ядра атомов, чем другие частицы?
- A18*. Что такое критическая масса радиоактивного вещества?
- A19*. Какие частицы взаимодействуют путём обмена глюонами?

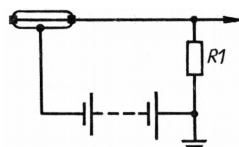
Задачи средние

- B1*. Как называется явление захвата ядром электрона собственного атома? К какому виду радиоактивности оно относится?
- B2*. Какая частица была обнаружена при исследовании β -распада?
- B3. Напишите четыре схемы обмена пионами между нуклонами описывающие сильное взаимодействие.
- B4. При изучении излучения радиоактивного препарата были обнаружены α -частицы с двумя различными длинами пробега. Какое заключение можно сделать из этого факта?
- B5. Какой изотоп образуется из изотопа лития ${}_{3}\text{Li}^8$ после одного β -распада и одного α -распада?
- B6*. Какой изотоп образуется из изотопа урана ${}_{92}\text{U}^{239}$ после двух β -распадов и одного α -распада?
- B7. Во что превращается изотоп тория ${}_{90}\text{Th}^{234}$, ядра которого претерпевают три последовательных α -распада?
- B8. Активность радиоактивного элемента уменьшилась за **100 суток** в **16 раз**. Определите период полураспада элемента.
- B9. Какая доля радиоактивных ядер некоторого элемента распадается за время, равное половине периода полураспада?
- B10*. Сколько процентов радиоактивных ядер кобальта останется через месяц, если период полураспада равен **71 дню**?
- B11. Найдите энергию связи для ядер гелия ${}_{2}\text{He}^4$, лития ${}_{3}\text{Li}^7$ и алюминия ${}_{13}\text{Al}^{27}$.
- B12*. Найдите энергию связи ядер-изобаров ${}_{1}\text{H}^3$ и ${}_{2}\text{He}^3$. Какое из этих ядер более устойчиво?
- B13*. Найдите удельную энергию связи ядра дейтерия.
- B14. Напишите ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке бора ${}_{5}\text{B}^{11}$ α -частицами и сопровождаемую выделением нейтронов.
- B15. При бомбардировке изотопа алюминия ${}_{13}\text{Al}^{27}$ α -частицами получается радиоактивный изотоп фосфора ${}_{15}\text{P}^{30}$, который затем распадается с выделением позитрона. Запишите уравнения протекающих при этом ядерных реакций.

- B16*. При бомбардировке изотопа ${}_{7}\text{N}^{14}$ нейтронами получается изотоп углерода ${}_{6}\text{C}^{14}$, который оказывается β -радиоактивным. Запишите уравнения протекающих при этом ядерных реакций.
- B17. Чему равно отношение скоростей отдачи ядер различных атомов при бомбардировке их γ -квантами?
- B18. В чём отличие ядерных реакций на нейтронах от ядерных реакций, вызванных заряженными частицами?
- B19*. Почему реакция слияния лёгких ядер происходит только при очень высоких температурах?
- B20. Сколько пар ионов образовалось в счетчике Гейгера, если емкость счетчика **24 нФ**, и если присоединенный к счетчику вольтметр показал уменьшение напряжения на **20 В**?
- B21*. Какова электрическая мощность атомной электростанции, расходующей в сутки **220 г** изотопа урана-235 и имеющей КПД, равный **25%**?
- B22*. Перечислите основные факторы, определяющие коэффициент размножения нейтронов.
- B23*. В чём состоит основной поражающий фактор ионизирующих излучений на биологические объекты?
- B24. При аннигиляции медленно движущихся электрона и позитрона образовалась пара γ -квантов. Под каким углом друг к другу они разлетаются?
- B25*. Почему невозможна аннигиляция электрона и позитрона с испусканием одного γ -кванта?
- B26*. В чём принципиальное отличие лептонов от адронов?

Задачи сложные

- B1. В какой элемент превращается изотоп талия ${}_{81}\text{Tl}^{210}$ после трех последовательных β -распадов и одного α -распада?
- B2. Какой изотоп образуется из изотопа урана ${}_{92}\text{U}^{238}$ после трех α -распадов и двух β -распадов?
- B3*. Ядра изотопа тория ${}_{90}\text{Th}^{232}$ претерпевают α -распад, два β -распада и еще один α -распад. Какие ядра получаются после этого?
- B4*. Ядро изотопа висмута ${}_{83}\text{Bi}^{211}$ получило из другого ядра после последовательных α - и β -распадов. Что это за ядро?
- B5*. Ядро изотопа полония ${}_{84}\text{Po}^{216}$ образовалось после двух α -распадов. Из какого ядра получилось ядро полония?
- B6. Активность радиоактивного элемента уменьшилась в **4 раза** за **8 дней**. Найдите период полураспада этого элемента.
- B7*. Какая часть атомов радиоактивного кобальта ${}_{27}\text{Co}^{58}$ распадается за **20 суток**, если период полураспада равен **72 суткам**. Сколько времени понадобится, чтобы распалась такая же часть ядер изотопа ${}_{27}\text{Co}^{60}$, период полураспада которого составляет **5.3 года**?
- B8. При длительной работе атомного реактора в тепловыделяющих элементах (ТВЭлах) накапливается значительное количество радиоактивных изотопов различных химических элементов. Среди них изотопы йода ${}_{53}\text{I}^{131}$, ${}_{53}\text{I}^{133}$, ${}_{53}\text{I}^{135}$. Периоды полураспада этих изотопов равны соответственно **8 сут**, **20 ч** и **7 ч**. При аварии на Чернобыльской АЭС выброс этих изотопов составил значительную долю от общего количества. Определите, какая доля ядер каждого из изотопов йода распалась к концу первого месяца после аварии.
- B9*. Среди радиоактивных загрязнений, вызванных аварией на Чернобыльской АЭС, наиболее опасными являются долгоживущие продукты деления, такие, как стронций-90 и цезий-137. Вычислите, сколько времени должно пройти к моменту, когда активность этих загрязнений уменьшится в **10 раз**. Периоды полураспада ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ — **28 лет**, ${}_{55}\text{Cs}^{137}$ — **30 лет**.
- B10*. Какого вида излучение регистрирует счетчик Гейгера, если радиоактивный препарат установлен на расстоянии 10 см от счетчика? Измерение проводится при атмосферном давлении воздуха и комнатной температуре. Ответ обоснуйте.
- B11°. Какие изменения могут произойти в работе счетчика Гейгера (см. рис.), если резистор сопротивлением R_1 заменить другим резистором сопротивлением $R_2 < R_1$?



К задаче B11

Задание 11-19 КВ АНТОВАЯ ФИЗИКА. Элементы физики ядра и частиц

° - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

V12*. Чем принципиально отличаются устройства пузырьковой камеры и камеры Вильсона? Почему треки частиц, наблюдаемые в камере Вильсона, быстро исчезают? Какие ещё методы регистрации треков частиц вы знаете?

V13*. При естественном радиоактивном распаде энергия α -частиц и β -частиц почти одинакова. Почему же в камере Вильсона треки α -частиц короткие, а треки β -частиц настолько длинные, что полностью не вмещаются в камеру? Почему концы треков α -частиц не прямолинейны?

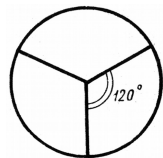
V14. Для замедления быстрых нейтронов в реакторах часто используют тяжелую воду или углерод. В каком из этих замедлителей нейтрон испытывает большее число столкновений, пока его скорость не снизится до тепловой? Почему для замедления нейтронов не применяют свинец, используемый для радиационной защиты от гамма-излучения?

V15. Предложите конструкцию счётчика для регистрации нейтронов.

V16*. Найдите удельную энергию связи ядер атомов следующих элементов и по полученным данным постройте диаграмму зависимости удельной энергии связи от массового числа: ${}^3\text{Li}^7$, ${}^7\text{N}^{14}$, ${}^8\text{O}^{16}$, ${}^{13}\text{Al}^{27}$, ${}^{20}\text{Ca}^{40}$, ${}^{29}\text{Cu}^{63}$, ${}^{48}\text{Cd}^{113}$, ${}^{80}\text{Hg}^{200}$, ${}^{92}\text{U}^{238}$.

V17. При бомбардировке ядер железа ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ нейтронами образуется β -радиоактивный изотоп марганца с массовым числом 56. Напишите реакцию получения искусственного радиоактивного марганца и реакцию происходящего с ним β -распада.

V18*. При бомбардировке изотопа бора ${}^5_3\text{B}^{10}$ α -частицами образуется изотоп азота-13. Какая при этом выбрасывается частица? Изотоп азота-13 является радиоактивным, дающим позитронный распад.

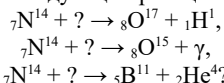


К задаче V19

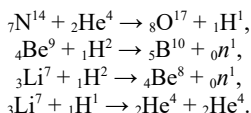
Напишите уравнения реакций.

V19°. Ядро атома бора ${}^5_3\text{B}^{11}$ при бомбардировке быстрыми протонами распадается на три частицы, треки которых в камере Вильсона показаны на рисунке. Какие это частицы? Напишите уравнение ядерной реакции.

V20*. Ядерные реакции классифицируют по виду бомбардирующей ядро частицы. Какая бомбардирующая частица применялась в следующих реакциях:



V21*. Найдите энергию, поглощенную или выделившуюся в результате реакций:

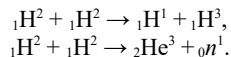


V22. При облучении ядер бора-11 протонами получается бериллий-8. Какие еще ядра получаются в этой реакции и сколько энергии выделяется в этой реакции?

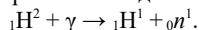
V23*. При облучении лития-7 протонами получается гелий-4. Напишите эту реакцию. Сколько энергии выделяется при такой реакции? Считая, что эта энергия распределяется поровну между двумя α -частицами, найдите их скорость. Начальную кинетическую энергию протона и ядра лития считать нулевой.

V24. До какой температуры должен быть нагрет дейтерий, чтобы средняя кинетическая энергия, приходящаяся на дейтон, составила **0.14 МэВ**?

V25. Рассчитайте энергию, выделяющуюся в следующих термоядерных реакциях:



V26. Найдите наименьшую энергию γ -кванта, достаточную для осуществления реакции разложения дейтона γ -лучами:



V27*. В микрокалориметр с теплоёмкостью **1000 Дж/К** помещено **100 мг** изотопа кобальт-61, при распаде одного ядра которого выделяется энергия **$2 \cdot 10^{-19}$ Дж**. Через **50 мин** температура калориметра повысилась на **0.006 К**. Найдите период полураспада изотопа кобальт-61.

V28. Почему свободный нейтрон распадается на протон, электрон и антинейтрино, а свободный протон не может распасться на нейтрон, позитрон и нейтрино?

V29*. Что такое кварк-лептонная симметрия?

V30*. Какое свойство кварков было введено в кварковую модель строения адронов для согласования с принципом Паули?

Теория

1. Г.Я. Мякишев – Оптика. Квантовая физика. §§ 7.1-8.7.

2. Б.М. Яворский, А.А. Пинский – Основы физики Т.2. §§ 78.1-81.10.

3. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев – Физика для углублённого изучения. Т.3. Строение и свойства вещества. §§ 38-40.

4. Г.С. Ландсберг – Элементарный учебник физики Т.3. §§ 211-242.

5. Д. Джанколи – Физика. Т.2. §§ 42.1-43.10.