

Зачет № 2

по темам «Основы специальной теории относительности. Световые кванты. Атом и атомное ядро. Элементарные частицы. Элементы астрофизики».

Вопросы к зачету:

1. Постулаты специальной теории относительности (СТО): инвариантность скорости света, принцип относительности Эйнштейна.
2. Пространство и время в СТО: относительность одновременности событий, расстояний и промежутков времени.
3. Релятивистский закон сложения скоростей.
4. Зависимость массы от скорости. Релятивистская динамика. Принцип соответствия. Связь массы и энергии.
5. Квантовая гипотеза Планка. Формула Планка. Численное значение постоянной Планка.
6. Фотоэффект (определение). Законы фотоэффекта (формулировки).
7. Объяснение фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.
8. Фотон, его характеристики. Корпускулярно-волновой дуализм света.
9. Волновые свойства частиц. Гипотеза Луи де Бройля.
10. Давление света с точки зрения волновой и квантовой теорий.
11. Химическое действие света.
12. Строение атома по Резерфорду-Бору. Диаметр атома. Излучение и поглощение света атомами.
13. Виды излучений. Непрерывные и линейчатые спектры. Спектры испускания и поглощения.
14. Спектральный анализ и его применение.
15. Лазеры. Свойства и применения лазерного излучения. Принцип работы лазеров.
16. Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц (счетчик Гейгера, камера Вильсона, пузырьковая камера, метод толстослойных фотоэмульсий).
17. Естественная радиоактивность. Состав радиоактивного излучения. Правила смещения.
18. Период полураспада. Закон радиоактивного распада, его физический смысл. Изотопы.
19. Нуклонная модель ядра. Диаметр ядра. Ядерные силы. Свойства ядерных сил.
20. Энергия связи нуклонов в ядре. Удельная энергия связи.
21. Ядерные реакции. Закон сохранения массового числа и электрического заряда при ядерных реакциях. Энергетический выход ядерной реакции.
22. Искусственная радиоактивность. Деление ядер урана (на примере капельной модели ядра). Цепная ядерная реакция, условия ее протекания. Устройство и принцип действия ядерного реактора.
23. Термоядерный синтез. Неуправляемая термоядерная реакция. Ядерное оружие.
24. Биологическое действие радиоактивных излучений. Поглощенная доза излучения. Коэффициент качества. Эквивалентная доза поглощенного излучения. Защита от радиации.
25. Определение положения звезд с помощью экваториальной системы координат (склонение и прямое восхождение). Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Объяснение видимого движения планет и Солнца в гелиоцентрической системе. Определение расстояний до звезд с помощью годичного параллакса. Астрономическая единица. Парсек.
26. Законы движения планет (три закона Кеплера).
27. Луна – естественный спутник Земли. Влияние Луны на Землю. Солнечные и лунные затмения.
28. Состав Солнечной системы. Краткая характеристика планет земной группы.
29. Краткая характеристика планет-гигантов. Малые тела солнечной системы.
30. Солнце – ближайшая звезда. Основные характеристики Солнца (линейный радиус, масса, ускорение свободного падения, период обращения вокруг оси, мощность излучения, температура). Строение солнечной атмосферы.
31. Диаграмма «спектр – светимость». Основные группы звезд на диаграмме. Спектральная классификация звезд. Причина отличия звезд одного спектрального класса в разных группах.
32. Внутреннее строение Солнца и звезд главной последовательности. Краткая характеристика других групп звезд на диаграмме. Эволюция звезд.
33. Спиральная галактика – Млечный путь.
34. Основные типы галактик. Радиогалактики и квазары. Скопления галактик. Красное смещение в спектрах галактик, его объяснение. Закон Хаббла.
35. Строение и эволюция Вселенной.

Тренировочный тест по теме «Световые кванты».

1. Фотоэффект – это
 - 1) свечение металлов при пропускании по ним тока;
 - 2) нагрев вещества при его освещении;
 - 3) синтез глюкозы в растениях под действием солнечного света;
 - 4) выбивание электронов с поверхности металла при освещении его светом.
2. Из перечисленных ниже факторов выберите те, от которых зависит кинетическая энергия электронов, вылетевших с поверхности металлической пластины при ее освещении светом лампы.
 - А. Интенсивность падающего света.
 - Б. Частота падающего света.
 - В. Работа выхода электрона из металла.
 - 1) только А; 2) только Б; 3) Б и В; 4) А, Б, В.
3. При освещении катода вакуумного фотоэлемента потоком монохроматического света происходит выбивание фотоэлектронов. Как изменится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при увеличении частоты падающего на катод света в 2 раза?
 - 1) не изменится;
 - 2) увеличится в 2 раза;
 - 3) увеличится более чем в 2 раза;
 - 4) увеличится менее чем в 2 раза.
4. В опытах Столетова было обнаружено, что кинетическая энергия электронов, вылетевших с поверхности металлической пластины при ее освещении светом,
 - 1) не зависит от частоты падающего света;
 - 2) линейно зависит от частоты падающего света;
 - 3) линейно зависит от интенсивности света;
 - 4) линейно зависит от длины волны падающего света.
5. Энергия фотона, поглощенного при фотоэффекте, равна E . Кинетическая энергия электрона, вылетевшего с поверхности металла под действием этого фотона,
 - 1) больше E ; 2) меньше E ; 3) равна E ; 4) может быть больше или меньше E при разных условиях.
6. Пластина из никеля освещается светом, энергия фотонов которого равна 7 эВ. При этом, в результате фотоэффекта, из пластины вылетают электроны с энергией 2,5 эВ. Какова работа выхода электронов из никеля?
 - 1) 9,5 эВ; 2) 7 эВ; 3) 4,5 эВ; 4) 2,5 эВ.
7. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом одинаковой интенсивности: сначала красным, потом зеленым, затем синим. В каком случае максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов была наибольшей?
 - 1) при освещении красным светом; 2) при освещении зеленым светом; 3) при освещении синим светом; 4) во всех случаях одинаковой.
8. Энергия фотона, соответствующая электромагнитной волне длиной λ , пропорциональна
 - 1) $1/\lambda^2$; 2) λ^2 ; 3) λ ; 4) $1/\lambda$.
9. Два источника света излучают волны, длины которых $\lambda_1 = 3,75 \cdot 10^{-7}$ м и $\lambda_2 = 7,5 \cdot 10^{-7}$ м. Чему равно отношение импульсов p_1/p_2 фотонов, излучаемых первым и вторым источниками?
 - 1) 1/4; 2) 2; 3) 1/2; 4) 4.
10. Какое (-ие) из перечисленных ниже явлений можно количественно описать с помощью фотонной теории света?
 - А. Фотоэффект;
 - Б. Световое давление.
 - 1) только А; 2) только Б; 3) и А и Б; 4) ни А, ни Б.
11. В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, назвали задерживающим напряжением. В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины, в ходе которого было получено значение $h = 5,3 \cdot 10^{-34}$ Дж · с.

Задерживающее напряжение U , В		0,6
Частота ν , 10^{14} Гц	5,5	6,1

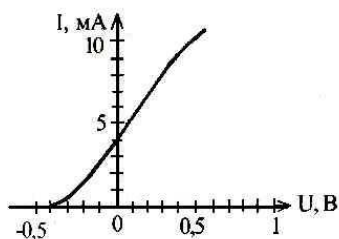
Каково опущенное в таблице первое значение задерживающего потенциала?

- 1) 0,4 В; 2) 0,5 В; 3) 0,7 В; 4) 0,8 В.

12. Детектор полностью поглощает падающий на него свет длиной волны $\lambda = 500$ нм. За время $t = 3$ с детектор поглощает $N = 5 \cdot 10^5$ фотонов. Какова поглощаемая детектором мощность?

13. Работа выхода из материала 1 больше, чем работа выхода из материала 2. Максимальная длина волны, при которой может наблюдаться фотоэффект на материале 1, равна λ_1 ; максимальная длина волны, при которой может наблюдаться фотоэффект на материале 2, равна λ_2 . На основании законов фотоэффекта можно утверждать, что

- 1) $\lambda_1 < \lambda_2$; 2) $\lambda_1 = \lambda_2$; 3) $\lambda_1 > \lambda_2$; 4) λ_1 может быть как больше, так и меньше λ_2 .



14. Металлическая пластина освещается светом с длиной волны 600 нм. Зависимость силы фототока I от электрического потенциала U пластинки представлена на рис. Какова работа выхода электронов из металла? Ответ выразите в электрон-вольтах.

15. При освещении ультрафиолетовым светом с частотой 10^{15} Гц металлического проводника с работой выхода 3,11 эВ выбиваются электроны. Чему равна максимальная скорость фотоэлектронов? Ответ округлить до одной значащей цифры.

16. При освещении ультрафиолетовым светом с частотой 10^{15} Гц металлического проводника с работой выхода 3 эВ, из него выбиваются электроны. Какова максимальная кинетическая энергия выбиваемых электронов? Ответ выразите в электрон-вольтах.

17. Де Бройль выдвинул гипотезу, что частицы вещества (например, электрон) обладают волновыми свойствами. Эта гипотеза впоследствии была

- 1) опровергнута путем теоретических рассуждений; 2) опровергнута экспериментально;
3) подтверждена в экспериментах по дифракции электронов; 4) подтверждена в экспериментах по выбиванию электронов из металлов при освещении.

18. Длина де Бройля для электрона больше, чем для α - частицы. При этом

- 1) импульс электрона больше импульса α - частицы; 2) импульс α - частицы больше импульса электрона;
3) импульсы частиц одинаковы; 4) величина импульса не связана с длиной волны.

19. Импульс электрона больше импульса α - частицы. Сравните длины волн де Бройля этих частиц.

- 1) у α - частицы λ_α больше; 2) у электрона λ_e больше; 3) λ_α и λ_e равны; 4) для ответа не хватает данных.

Контрольная работа № 3 по теме «Световые кванты».

Вариант I

1. Если на пути света, идущего от электрической дуги, поставить стеклянную пластину, то фотоэффект на цинковой пластине прекращается, потому что поглощаются стеклом и не попадают на цинковую пластину

- А. все световые фотоны;
Б. световые фотоны с наибольшей длиной волны;
В. световые фотоны с наибольшей частотой;
Г. световые фотоны с наибольшей скоростью.

2. Возникает ли фотоэффект в оксиде бария под действием излучения, имеющего частоту $3 \cdot 10^{14}$ Гц? (Работа выхода для оксида бария $4,6 \cdot 10^{-19}$ Дж).

3. Определите массу и импульс фотона для излучения с длиной волны 1 мкм.

4. Красная граница фотоэффекта для металла $3 \cdot 10^{14}$ Гц. Определите работу выхода для этого металла и кинетическую энергию фотоэлектронов, если на металл падает свет с частотой $3 \cdot 10^{14}$ Гц.

Вариант II

1. Изолированную цинковую незаряженную пластину непрерывно освещают ультрафиолетом. Под действием излучения пластина заряжается

- А. положительно, при этом заряд непрерывно увеличивается;
Б. отрицательно, при этом абсолютная величина заряда непрерывно увеличивается;
В. положительно, и через некоторое время заряд перестает меняться;
Г. отрицательно, и через некоторое время заряд перестает меняться.

2. Какова длина волны фотона с энергией 3 эВ? К какому типу электромагнитных волн следует отнести данное излучение?

3. Найти кинетическую энергию и скорость фотоэлектронов, вырывааемых с поверхности цинка ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм.
4. В опыте по фотоэффекту на пластину падает свет с длиной волны 420 нм. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов 0,95 В. Определить работу выхода электрона с поверхности пластины.

Вариант III

1. Две цинковые пластины, заряженные зарядами противоположного знака $q_1 = +q$ и $q_2 = -q$, освещаются ультрафиолетом ($\nu > \nu_{кр}$) при прочих равных условиях. Если сравнить время, за которое каждая из пластин разрядится, то оно
 - А. значительно больше у первой пластины;
 - В. значительно больше у второй пластины;
 - Б. примерно одинаково для обеих пластин;
 - Г. зависит от частотной характеристики излучения.
2. Произойдет ли фотоэффект, если на поверхность вольфрамовой пластины падает синий свет с длиной волны 480 нм?
3. Определите массу фотона красного излучения, длина волны которого 720 нм.
4. Пластина никеля освещена ультрафиолетовыми лучами с длиной волны $2 \cdot 10^{-7}$ м. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, если работа выхода электронов из никеля равна 5 эВ.

Тренировочный тест по теме «Атом и атомное ядро».

1. На основе опытов по рассеянию α -частиц Резерфорд...
 - 1) ввел понятие об атомном ядре;
 - 2) открыл радиоактивный распад;
 - 3) обнаружил новую элементарную частицу – протон;
 - 4) открыл законы фотоэффекта.
 2. До опытов Резерфорда считалось, что атом может быть разделен на легкие, отрицательно заряженные электроны, и тяжелые, положительно заряженные ионы. При этом предполагалось, что в ионе, как и в атоме, масса и положительный заряд распределены по всему объему иона (шарообразного атома). Какое из утверждений соответствует представлениям о строении атома, установившимся после опытов Резерфорда?
 - 1) Атом не может быть разделен на отрицательный электрон и положительный ион.
 - 2) Легкая положительная частица находится в центре атома, но его окружает нейтральное массивное вещество с вкрапленными электронами.
 - 3) В центре атома находится маленькое массивное положительно заряженное ядро, а на огромном расстоянии от него находятся маленькие легкие электроны, определяющие размер атома.
 - 4) В атоме электроны погружены в массивный положительный «кисель».
 3. Энергия ионизации атома водорода равна E_0 . Какую минимальную энергию нужно затратить, чтобы электрон перешел из основного состояния в первое возбужденное состояние?
 - 1) $E_0 / 4$;
 - 2) $E_0 / 2$;
 - 3) $3E_0 / 4$;
 - 4) $7E_0 / 8$.
 4. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой: $E_n = -13,6 \text{ эВ} / n^2$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе с верхнего уровня энергии на нижний атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана, на уровень с $n = 2$ – серию Бальмера, на уровень с $n = 3$ – серию Пашена и т. д. Найдите отношение минимальной энергии фотона в серии Лаймана к минимальной энергии фотона в серии Бальмера.
 2. При переходе атома из одного стационарного состояния с энергией E_m в другое стационарное состояние с энергией E_n испускается фотон с частотой
 - 1) E_m / h ;
 - 2) E_n / h ;
 - 3) $E_m + E_n / h$;
 - 4) $E_m - E_n / h$;
 3. Нагретый газ углерод ${}_6^{15}\text{C}$ излучает свет. Этот изотоп испытывает β – распад с периодом полураспада 2,5 с. Как изменится спектр излучения всего газа за 5 с?
 - 1) спектр углерода исчезнет и заменится спектром азота ${}_7^{15}\text{N}$;
 - 2) спектр станет ярче из-за выделяющейся энергии;
 - 3) спектр сдвинется из-за уменьшения числа атомов углерода;
 - 4) спектр углерода станет менее ярким, и добавятся линии азота ${}_7^{15}\text{N}$.
- 2 _____ E_2 4. Сколько фотонов с различной частотой могут испускать атомы
 1 _____ E_1 водорода, находящиеся во втором возбужденном состоянии (рис.1)?
 0 _____ E_0 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

20. В результате столкновения ядра урана с частицей произошло деление ядра урана, сопровождающееся излучением γ -кванта в соответствии с уравнением $X^Y Z + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{36}^{94}\text{Kr} + {}_{56}^{139}\text{Ba} + 3{}_0^1\text{n} + 5\gamma$. Ядро урана столкнулось с
- 1) протоном;
 - 2) электроном;
 - 3) нейтроном;
 - 4) α -частицей.
21. Какие из перечисленных ниже веществ используются в качестве топлива атомных электростанций?
- А. Уран. Б. Каменный уголь. В. Кадмий. Г. Графит.
- 1) А, Б, Г;
 - 2) А, Б;
 - 3) только А;
 - 4) А, Б, В, Г.
22. При облучении нейтронами ядра урана 235 делятся на
- 1) 2 сравнимых по массе осколка деления и нейтроны;
 - 2) альфа- и бета-частицы;
 - 3) нейтроны и протоны;
 - 4) нейтроны, протоны и электроны.
23. Ядерной реакцией деления является
- 1) ${}_{77}^{174}\text{Ir} \rightarrow {}_{73}^{170}\text{Ta} + 2{}_2^4\text{He}$;
 - 2) ${}_4^9\text{Be} + 2{}_2^4\text{He} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + {}_0^1\text{n}$;
 - 3) ${}_{100}^{246}\text{Fm} \rightarrow {}_{51}^{123}\text{Sb} + {}_{49}^{123}\text{In}$;
 - 4) ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{p} + {}_{-1}^0\text{e}$.
24. Ниже приведена одна из возможных реакций радиоактивного распада урана ${}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{36}^{90}\text{Kr} + {}_{55}^{143}\text{Ba} + 2{}_0^1\text{n}$. При этом осколки имеют кинетическую энергию около 190 МэВ. Какое из нижеприведенных утверждений верно?
- А. Сумма зарядов ядер осколков точно равна сумме заряда ядра урана.
Б. Масса осколков точно равна массе исходного атома.
- 1) только А;
 - 2) только Б;
 - 3) и А, и Б;
 - 4) ни А, ни Б.
25. Какие заряд Z и массовое число A будет иметь ядро элемента, получившегося из ядра изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ после одного α -распада и двух β -распадов?
- 1) $Z = 234, A = 92$;
 - 2) $Z = 92, A = 234$;
 - 3) $Z = 88, A = 234$;
 - 4) $Z = 234, A = 94$.
26. Какое соотношение из приведенных ниже справедливо для полных энергий свободных протонов E_p , нейтронов E_n и атомного ядра E_y , составленного из них?
- 1) $E_y = E_p + E_n$;
 - 2) $E_y > E_p + E_n$;
 - 3) $E_y < E_p + E_n$;
 - 4) Для стабильного ядра правильный ответ 3, для радиоактивного – 2.
27. В каком из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление следа из капель жидкости в газе?
- 1) счетчик Гейгера;
 - 2) Камера Вильсона;
 - 3) Пузырьковая камера;
 - 4) Толстослойная фотоэмульсия.
28. В недрах Солнца температура достигает десятков миллионов градусов. Это объясняют
- 1) быстрым вращением Солнца вокруг своей оси;
 - 2) делением тяжелых ядер;
 - 3) термоядерным синтезом;
 - 4) реакцией горения водорода в кислороде.

Контрольная работа № 4
по теме «Строение атома и атомного ядра».

Вариант I

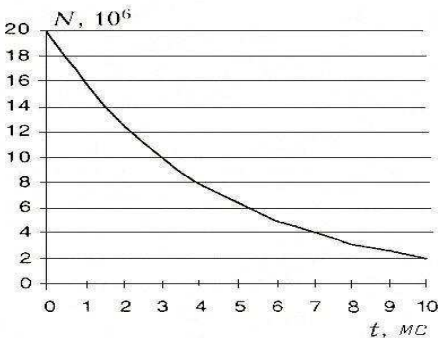
1. При испускании ядром α – частицы образуется дочернее ядро, имеющее:
 - а) большее зарядовое и то же массовое число;
 - б) меньшее зарядовое и то же массовое число;
 - в) большее зарядовое и меньшее массовое число;
 - г) меньшее зарядовое и меньшее массовое число.
2. Число радиоактивных ядер в образце изменяется со временем, как показано на рисунке. Период полураспада материала образца:
 - а) 1 год;
 - б) 1,5 года;
 - в) 2 года;
 - г) 2,5 года.
3. При радиоактивном распаде урана протекает ядерная реакция ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + X + 3{}_0^1\text{n}$. Какой при этом образуется изотоп?
 - а) ${}_{51}^{92}\text{Sb}$;
 - б) ${}_{51}^{93}\text{Sb}$;
 - в) ${}_{36}^{92}\text{Kr}$;
 - г) ${}_{36}^{90}\text{Kr}$.
4. Период полураспада радиоактивного элемента 400 лет. Какая часть образца из этого элемента распадается через 1200 лет?
5. Определите энергию связи, приходящуюся на один нуклон в ядре атома ${}_{11}^{23}\text{Na}$, если масса последнего 2,99714 а. е. м.

Вариант II

- В результате естественного радиоактивного распада образуются:
а) только α – частицы; б) только β – частицы; в) только γ – кванты; г) α – частицы, β – частицы, γ – кванты.
- Число радиоактивных ядер в образце изменяется со временем, как показано на рисунке. Найдите период полураспада материала.
а) 2 мс; б) 2,5 мс; в) 3 мс; г) 3,5 мс.
- Какая частица X образуется в результате ядерной реакции ${}^6_{12}\text{C} + {}^1_2\text{H} \rightarrow {}^7_{13}\text{N} + \text{X}$?
а) ${}^{-1}_1\text{e}$; б) ${}^1_0\text{n}$; в) ${}^1_1\text{H}$; г) ${}^4_2\text{He}$.
- Какая доля радиоактивного изотопа с периодом полураспада 2 дня останется через 16 дней?
- При обстреле ядер бора ${}^5_{11}\text{B}$ протонами получается бериллий ${}^4_8\text{Be}$. Какие ещё ядра получаются при этой реакции и сколько энергии высвобождается?

Вариант III

- Сколько протонов входит в состав ядра ${}_Z^A\text{X}$?
а) Z; б) A – Z; в) A + Z; г) Z – A.
- Что представляет собой α – излучение?
а) поток ядер водорода; б) поток ядер гелия; в) поток нейтронов; г) поток электронов.
- Ядро атома ${}_{92}^{235}\text{U}$ может самопроизвольно делиться на два осколка. Один из осколков – барий ${}_{56}^{143}\text{Ba}$, другой – криптон ${}_{36}^{90}\text{Kr}$. Сколько нейтронов вылетает при делении?
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.



- Определите, с поглощением или выделением энергии протекает реакция ${}^7_{14}\text{N} + {}^2_4\text{He} \rightarrow {}^8_{17}\text{O} + {}^1_1\text{H}$.
- При бомбардировке α – частицами бора ${}^5_{11}\text{B}$ наблюдается вылет нейтронов. Напишите уравнение ядерной реакции, приводящей к вылету одного нейтрона. Каков энергетический выход этой реакции?

Вариант IV

- Укажите второй продукт ядерной реакции ${}^4_9\text{Be} + {}^2_4\text{He} \rightarrow {}^6_{12}\text{C} + \text{X}$.
а) нейтрон; б) протон; в) электрон; г) α – частица.
- Что представляет собой γ – излучение?
а) поток нейтронов; б) поток быстрых электронов; в) поток квантов электромагнитного излучения; г) поток протонов.
- Какая доля радиоактивных ядер распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?
а) 25 %; б) 50 %; в) 75 %; г) 100 %.
- При бомбардировке изотопа алюминия ${}_{13}^{26}\text{Al}$ α –частицами получается радиоактивный изотоп фосфора ${}_{15}^{30}\text{P}$, который затем распадается с выделением позитронов. Напишите уравнение этой реакции и найдите ее энергетический выход.
- Определите энергию связи, приходящуюся на один нуклон в ядре ${}^3_1\text{H}$.