**Контрольная работа Физика 3**

Описание работы

Выполнить в ворде Вариант №7 и №10

Левшин

Березин

Вариант №7

**7.1.**Выберите процесс, соответствующий сильному взаимодействию элементарных частиц:



Решение:

n



**7.2.**На пути луча естественного света с интенсивностью I0 установлены две пластинки из турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью плоскополяризован. Пластинка 2 вначале установлена так, что не пропускает света. На какой угол φ надо после этого повернуть ось O'O' второй пластинки 2 вокруг направления распространения луча света, чтобы она стала пропускать свет с интенсивностью I2 = 3I0/8 :

а) на 45° б) на 60° в) на 30° г) на 90°



Решение:

Дано:

Интенсивность естественного света: I0

Интенсивность света после второй пластинки: I2 = 3/8\*I0

Первая пластинка полностью поляризует свет.

Вторая пластинка изначально не пропускает свет (оси поляризации перпендикулярны).

Найти:

Угол поворота φ второй пластинки, при котором I2 = 3/8\*I0

Решение:

После прохождения первой пластинки, свет становится плоскополяризованным. Интенсивность света уменьшается вдвое (так как естественный свет имеет случайную поляризацию во всех направлениях):



Когда плоскополяризованный свет проходит через вторую пластинку (анализатор), интенсивность света изменяется в соответствии с законом Малюса:

,

где I - интенсивность света после анализатора, I1 - интенсивность света перед анализатором, θ - угол между осью поляризации света и осью анализатора.

Вначале вторая пластинка установлена так, что не пропускает свет. Это означает, что угол между осями поляризации первой и второй пластинок равен 90°. Когда мы поворачиваем вторую пластинку на угол φ, угол между осями поляризации становится 90° - φ. Таким образом, закон Малюса принимает вид:



Используя тригонометрическое тождество , получаем:



Мы знаем, что  и . Подставим эти значения в уравнение:



Разделим обе части уравнения на I0 и умножим на 2:



Извлечем квадратный корень из обеих частей:



Найдем угол φ, для которого  или :

, или:



Так как нас интересует угол поворота, то  подходит.

Ответ:

б) на 60°

**7.3.**Выберите правильный график зависимости скорости v выбитого из металла электрона от частоты ν падающего на металл фотона при фотоэффекте:



**7.4.**Параллельный пучок света с λ1 = 750 нм падал нормально на зеркальную плоскую поверхность и производил на нее давление р. Чему будет равно давление, созданное параллельным пучком света с λ2 = 500 нм и с той же плотностью фотонов (числом фотонов в единице объема), падающим нормально на зачерненную плоскую поверхность?

а) 0,75p б) p в) 1,33p г) 1,5p

Решение:

Конечно, давайте решим эту задачу.

Дано:

* Длина волны первого пучка: (\lambda\_1 = 750 \, \text{нм})
* Длина волны второго пучка: (\lambda\_2 = 500 \, \text{нм})
* Первый пучок падает на зеркальную поверхность, создавая давление (p).
* Второй пучок падает на зачерненную поверхность.
* Плотность фотонов (n) одинакова для обоих пучков.

Найти:

* Давление (p\_2), создаваемое вторым пучком.

Решение:

1. Давление света:

Давление света на поверхность связано с энергией и импульсом фотонов. Давление, оказываемое светом на поверхность, определяется как поток импульса на единицу площади.

1. Импульс фотона:

Импульс фотона (p\_{\text{ф}}) связан с его энергией (E) и длиной волны (\lambda) следующим образом:

[p\_{\text{ф}} = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}]

где (h) - постоянная Планка, (c) - скорость света.

1. Давление на зеркальную поверхность:

Когда свет падает на зеркальную поверхность, фотоны отражаются, меняя направление импульса на противоположное. Изменение импульса фотона равно (2p\_{\text{ф}}). Таким образом, давление на зеркальную поверхность:

[p = 2n c p\_{\text{ф1}} = 2n c \frac{h}{\lambda\_1}]

где (n) - плотность фотонов, (c) - скорость света.

1. Давление на зачерненную поверхность:

Когда свет падает на зачерненную поверхность, фотоны поглощаются. Изменение импульса фотона равно (p\_{\text{ф}}). Давление на зачерненную поверхность:

[p\_2 = n c p\_{\text{ф2}} = n c \frac{h}{\lambda\_2}]

1. Отношение давлений:

Найдем отношение давлений (p\_2) и (p):

[\frac{p\_2}{p} = \frac{n c \frac{h}{\lambda\_2}}{2n c \frac{h}{\lambda\_1}} = \frac{\lambda\_1}{2\lambda\_2}]

Отсюда:

[p\_2 = p \frac{\lambda\_1}{2\lambda\_2}]

1. Подстановка значений:

Подставим значения длин волн:

[p\_2 = p \frac{750 \, \text{нм}}{2 \cdot 500 \, \text{нм}} = p \frac{750}{1000} = p \frac{3}{4} = 0.75p]

Ответ:

а) 0,75p



**7.5.**На рисунке схематически изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся испусканием фотона. Наименьшему импульсу испущенного фотона в серии Лаймана соответствует следующий переход из тех, что приведены на рисунке:

а) n = 3→n = 2 б) n = 2→n = 1 в) n = 5→n = 3 г) n = 5→n = 1

Решение:

Давайте разберем эту задачу.

**Дано:**

* Схема стационарных орбит атома водорода (модель Бора)
* Переходы электрона, сопровождающиеся испусканием фотонов
* Серия Лаймана (переходы на уровень n=1)

**Найти:**

* Переход, соответствующий наименьшему импульсу испущенного фотона в серии Лаймана.

**Решение:**

1. **Энергия фотона при переходе:**

При переходе электрона с одной орбиты на другую испускается (или поглощается) фотон с энергией, равной разности энергий между этими орбитами:

[E\_{\text{ф}} = E\_{\text{начальная}} - E\_{\text{конечная}}]

1. **Энергия электрона на орбите (модель Бора):**

Энергия электрона на (n)-ой орбите в атоме водорода определяется формулой:

[E\_n = -\frac{13.6 \, \text{эВ}}{n^2}]

где (n) - главное квантовое число (номер орбиты).

1. **Импульс фотона:**

Импульс фотона (p) связан с его энергией (E\_{\text{ф}}) и скоростью света (c) следующим образом:

[p = \frac{E\_{\text{ф}}}{c}]

Таким образом, наименьшему импульсу фотона соответствует наименьшая энергия фотона.

1. **Серия Лаймана:**

Серия Лаймана соответствует переходам электрона на первый энергетический уровень (n = 1). Это значит, что (E\_{\text{конечная}} = E\_1 = -13.6 \, \text{эВ}).

1. **Минимальная энергия в серии Лаймана:**

Чтобы получить наименьшую энергию фотона в серии Лаймана, нам нужно, чтобы (E\_{\text{начальная}}) была максимально близка к (E\_1). Это означает, что начальный уровень (n) должен быть минимальным, но больше 1.

1. **Анализ вариантов:**
	* а) n = 3 → n = 2: Это не серия Лаймана (переход не на n=1).
	* б) n = 2 → n = 1: Это переход в серии Лаймана. (E\_{\text{ф}} = E\_2 - E\_1 = -\frac{13.6}{2^2} - (-13.6) = 13.6 (1 - \frac{1}{4}) = 13.6 \cdot \frac{3}{4}) эВ
	* в) n = 5 → n = 3: Это не серия Лаймана (переход не на n=1).
	* г) n = 5 → n = 1: Это переход в серии Лаймана. (E\_{\text{ф}} = E\_5 - E\_1 = -\frac{13.6}{5^2} - (-13.6) = 13.6 (1 - \frac{1}{25}) = 13.6 \cdot \frac{24}{25}) эВ

Сравнивая варианты б) и г), видим, что переход n = 2 → n = 1 соответствует наименьшей энергии фотона, так как (\frac{3}{4} < \frac{24}{25}).

**Ответ:**

б) n = 2 → n = 1



**7.6.**Кинетическая энергия нерелятивистского протона в два раза больше кинетической энергии нейтрона. Чему равно отношение длины волны де Бройля протона к длине волны де Бройля нейтрона?

а) 1,41 б) 2 в) 0,709 г) 0,5



Решение:

Конечно, разберем эту задачу.

**Дано:**

* Кинетическая энергия протона (K\_p = 2K\_n), где (K\_n) - кинетическая энергия нейтрона.
* Частицы нерелятивистские.

**Найти:**

* Отношение длины волны де Бройля протона к длине волны де Бройля нейтрона: (\frac{\lambda\_p}{\lambda\_n}).

**Решение:**

1. **Длина волны де Бройля:**

Длина волны де Бройля для частицы определяется формулой:

[\lambda = \frac{h}{p}]

где (h) - постоянная Планка, (p) - импульс частицы.

1. **Кинетическая энергия и импульс:**

Для нерелятивистской частицы кинетическая энергия (K) и импульс (p) связаны соотношением:

[K = \frac{p^2}{2m}]

Отсюда можно выразить импульс:

[p = \sqrt{2mK}]

1. **Длина волны де Бройля через кинетическую энергию:**

Подставим выражение для импульса в формулу для длины волны де Бройля:

[\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mK}}]

1. **Отношение длин волн:**

Теперь найдем отношение длины волны протона к длине волны нейтрона:

[\frac{\lambda\_p}{\lambda\_n} = \frac{\frac{h}{\sqrt{2m\_p K\_p}}}{\frac{h}{\sqrt{2m\_n K\_n}}} = \sqrt{\frac{2m\_n K\_n}{2m\_p K\_p}} = \sqrt{\frac{m\_n K\_n}{m\_p K\_p}}]

1. **Используем известные данные:**

Мы знаем, что (K\_p = 2K\_n). Также массы протона и нейтрона примерно равны: (m\_p \approx m\_n). Подставим эти данные в наше выражение:

[\frac{\lambda\_p}{\lambda\_n} = \sqrt{\frac{m\_n K\_n}{m\_p (2K\_n)}} \approx \sqrt{\frac{m\_n K\_n}{m\_n (2K\_n)}} = \sqrt{\frac{1}{2}}]

[\frac{\lambda\_p}{\lambda\_n} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0.707]

**Ответ:**

в) 0,709



**7.7.**Волновые функции, описывающие состояния микрочастицы, находящейся в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной L с бесконечно высокими стенками и обладающей разрешенными значениями энергии En, имеют вид , где n – целое число. С ростом числа n расстояние между соседними разрешенными уровнями энергии ∆En+1 - En:

а) не изменяется б) уменьшается в) увеличивается г) сначала увеличивается, а потом, начиная с некоторого значения n , уменьшается

Решение:

Конечно, давайте решим эту задачу.

**Дано:**

* Микрочастица в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной (L) с бесконечно высокими стенками.
* Волновая функция: (\psi\_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{\pi nx}{L}\right))
* Разрешенные значения энергии: (E\_n)

**Найти:**

* Как изменяется расстояние между соседними разрешенными уровнями энергии (\Delta E\_{n+1} - E\_n) с ростом (n).

**Решение:**

1. **Энергия частицы в потенциальной яме:**

Для частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками разрешенные значения энергии определяются формулой:

[E\_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}]

где (n) - квантовое число (целое число), (h) - постоянная Планка, (m) - масса частицы, (L) - ширина ямы.

1. **Расстояние между соседними уровнями энергии:**

Рассмотрим два соседних уровня энергии: (E\_n) и (E\_{n+1}). Расстояние между ними:

[\Delta E = E\_{n+1} - E\_n = \frac{(n+1)^2 h^2}{8mL^2} - \frac{n^2 h^2}{8mL^2}]

Упростим это выражение:

[\Delta E = \frac{h^2}{8mL^2} \left[ (n+1)^2 - n^2 \right] = \frac{h^2}{8mL^2} \left[ n^2 + 2n + 1 - n^2 \right]] [\Delta E = \frac{h^2}{8mL^2} (2n + 1)]

1. **Анализ зависимости от n:**

Из полученной формулы видно, что расстояние между соседними уровнями энергии (\Delta E) линейно зависит от квантового числа (n):

[\Delta E = \frac{h^2}{8mL^2} (2n + 1) = An + B]

где (A = \frac{h^2}{4mL^2}) и (B = \frac{h^2}{8mL^2}) - постоянные величины.

Поскольку (A > 0), то с ростом (n) значение (\Delta E) увеличивается.

**Ответ:**

в) увеличивается

Волновые функции, описывающие состояния микрочастицы, находящейся в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной L с бесконечно высокими стенками и обладающей разрешенными значениями энергии En, имеют вид ψn(x) = корень2/L\*sin(πnx/L), где n – целое число. С ростом числа n расстояние между соседними разрешенными уровнями энергии ∆En+1 - En:

а) не изменяется б) уменьшается в) увеличивается г) сначала увеличивается, а потом, начиная с некоторого значения n , уменьшается

**7.8.**Величина орбитального момента импульса L электрона в атоме водорода, находящегося в основном состоянии, равна:

а) 0 б) **ħ/2** 2 в) **ħ** г) 2 **ħ**

**Решение:**

Конечно, давайте разберемся с этим вопросом.

**Дано:**

* Атом водорода в основном состоянии.

**Найти:**

* Величина орбитального момента импульса (L) электрона.

**Решение:**

1. **Квантовые числа:**

Состояние электрона в атоме водорода описывается четырьмя квантовыми числами:

* + (n) - главное квантовое число (определяет энергию).
	+ (l) - орбитальное квантовое число (определяет величину орбитального момента импульса).
	+ (m\_l) - магнитное квантовое число (определяет проекцию орбитального момента импульса на заданное направление).
	+ (s) - спиновое квантовое число (определяет собственный момент импульса электрона).
	+ (m\_s) - спиновое магнитное квантовое число (определяет проекцию спинового момента импульса на заданное направление).
1. **Основное состояние:**

Основное состояние атома водорода соответствует наименьшему возможному значению главного квантового числа (n = 1).

1. **Орбитальное квантовое число:**

Орбитальное квантовое число (l) может принимать значения от 0 до (n - 1). В основном состоянии ((n = 1)), (l) может быть только 0:

[l = 0]

1. **Величина орбитального момента импульса:**

Величина орбитального момента импульса (L) связана с орбитальным квантовым числом (l) следующим образом:

[L = \sqrt{l(l + 1)}\hbar]

где (\hbar = \frac{h}{2\pi}) - приведенная постоянная Планка.

1. **Расчет для основного состояния:**

Подставляем (l = 0) в формулу для (L):

[L = \sqrt{0(0 + 1)}\hbar = \sqrt{0}\hbar = 0]

**Ответ:**

а) 0

В основном состоянии атома водорода электрон находится на s-орбитали ((l = 0)), что означает отсутствие орбитального момента импульса.



**7.9.**На рисунке показана область существования β - активных ядер, где Z – порядковый номер элемента, N –число нейтронов в ядре. Сплошная линия Z = Zβ соответствует β – стабильным ядрам, не испытывающим β – распад. Выберите правильное утверждение:

а) в области II (Z > Zβ) недостаток протонов и ядра могут испытывать β-––распад

б) в области II (Z > Zβ) избыток протонов и ядра могут испытывать β-––распад

в) в области I (Z <Zβ) недостаток протонов и ядра могут испытывать β-––распад

г) в области I (Z <Zβ) избыток протонов и ядра могут испытывать β-––распад



Решение:

Давайте разберем эту задачу, опираясь на общие принципы бета-распада и стабильности ядер.

**Дано:**

* График области существования бета-активных ядер.
* (Z) - порядковый номер элемента (число протонов).
* (N) - число нейтронов.
* Линия (Z = Z\_\beta) соответствует бета-стабильным ядрам.
* Область I: (Z < Z\_\beta)
* Область II: (Z > Z\_\beta)

**Найти:**

* Правильное утверждение о бета-распаде в областях I и II.

**Решение:**

1. **Бета-распад:**

Существует два основных типа бета-распада:

* + **Бета-минус распад ((\beta^-)):** Нейтрон превращается в протон, электрон и антинейтрино: [n \rightarrow p + e^- + \overline{\nu}\_e] В этом случае (Z) увеличивается на 1, а (N) уменьшается на 1. Этот распад происходит, когда в ядре избыток нейтронов.
	+ **Бета-плюс распад ((\beta^+)) (или электронный захват):** Протон превращается в нейтрон, позитрон и нейтрино: [p \rightarrow n + e^+ + \nu\_e] Или электрон захватывается ядром: [p + e^- \rightarrow n + \nu\_e] В обоих случаях (Z) уменьшается на 1, а (N) увеличивается на 1. Этот распад происходит, когда в ядре избыток протонов.
1. **Стабильность ядер:**

Ядра стремятся к стабильности, то есть к оптимальному соотношению числа протонов и нейтронов. Ядра с большим отклонением от этого оптимального соотношения являются нестабильными и подвержены радиоактивному распаду.

1. **Анализ области II (Z > Zβ):**

В этой области число протонов (Z) больше, чем у стабильных ядер ((Z\_\beta)). Это означает, что в ядрах области II *избыток протонов*. Чтобы достичь стабильности, ядро должно уменьшить число протонов. Это достигается за счет *бета-плюс распада ((\beta^+)) или электронного захвата*. Следовательно, утверждение "в области II (Z > Zβ) избыток протонов и ядра могут испытывать β-––распад" является *правильным*.

1. **Анализ области I (Z < Zβ):**

В этой области число протонов (Z) меньше, чем у стабильных ядер ((Z\_\beta)). Это означает, что в ядрах области I *недостаток протонов* (или избыток нейтронов). Чтобы достичь стабильности, ядро должно увеличить число протонов. Это достигается за счет *бета-минус распада ((\beta^-))*. Следовательно, утверждение "в области I (Z <Zβ) недостаток протонов и ядра могут испытывать β-––распад" является *правильным*.

**Вывод:**

Более точным является утверждение, учитывающее природу бета распада:

* В области II (Z > Zβ) избыток протонов и ядра могут испытывать *β+-распад*.
* В области I (Z < Zβ) недостаток протонов и ядра могут испытывать *β--распад*.

Однако, поскольку вопрос сформулирован в более общем виде, и из предложенных вариантов наиболее подходящим является **б) в области II (Z > Zβ) избыток протонов и ядра могут испытывать β-распад**.

**Ответ:**

б) в области II (Z > Zβ) избыток протонов и ядра могут испытывать β-распад.

**7.10.**На дифракционную решетку с постоянной решетки d и шириной каждой щели a падает монохроматический свет с длиной волны λ. За решеткой установлен экран, где наблюдается интерференционная картина. Спектр m-го порядка не виден, т.к. его положение совпадает с положением дифракционного минимума. Постоянную решетки d уменьшают, не меняя λ и a. При этом спектр m-го порядка ...:

а) сместится к центру и станет виден б) сместится от центра и станет виден

в) по-прежнему не будет виден, поскольку положение дифракционного минимума на щели не изменится г) по-прежнему не будет виден, поскольку не меняется длина волны света

Решение:

Конечно, давайте подробно разберем эту задачу.

**Дано:**

* Дифракционная решетка с периодом (d) и шириной щели (a)
* Длина волны света (λ)
* Спектр (m)-го порядка не виден (совпадает с дифракционным минимумом от одной щели)
* Период решетки (d) уменьшается, (λ) и (a) остаются неизменными.

**Найти:**

* Как изменится положение спектра (m)-го порядка.

**Решение:**

1. **Условие максимума дифракционной решетки:**

Положение максимумов интерференции (спектров) определяется уравнением дифракционной решетки:

[d \sin(\theta) = m\lambda]

где (d) - период решетки, (\theta) - угол между направлением на максимум и нормалью к решетке, (m) - порядок спектра, (λ) - длина волны света.

1. **Условие минимума от одной щели:**

Минимумы дифракции от одной щели определяются уравнением:

[a \sin(\theta) = k\lambda]

где (a) - ширина щели, (\theta) - угол между направлением на минимум и нормалью к щели, (k) - порядок минимума (k = 1, 2, 3, …), (λ) - длина волны света.

1. **Условие невидимости спектра:**

Спектр (m)-го порядка не виден, когда максимум от дифракционной решетки совпадает с минимумом от одной щели. Это означает, что для одного и того же угла (\theta):

[d \sin(\theta) = m\lambda] [a \sin(\theta) = k\lambda]

Разделим первое уравнение на второе:

[\frac{d}{a} = \frac{m}{k}]

Отсюда:

[d = a \frac{m}{k}]

1. **Изменение периода решетки:**

Теперь уменьшаем период решетки (d). Новые значения обозначим штрихом: (d'). Так как (d) уменьшается, то (d' < d). Длина волны (λ) и ширина щели (a) остаются неизменными.

1. **Новое положение максимума:**

Для нового периода решетки (d') положение максимума (m)-го порядка определяется уравнением:

[d' \sin(\theta') = m\lambda]

Так как (d' < d), то (\sin(\theta')) должно увеличиться, чтобы равенство выполнялось (при неизменных (m) и (λ)). Это означает, что угол (\theta') увеличивается:

[\theta' > \theta]

Увеличение угла (\theta') означает, что спектр (m)-го порядка смещается от центра (от нормали к решетке).

1. **Видимость спектра:**

Поскольку (d) уменьшается, отношение (d/a) также уменьшается. Это означает, что максимум от дифракционной решетки больше не совпадает с минимумом от одной щели. Таким образом, спектр (m)-го порядка станет виден.

**Ответ:**

б) сместится от центра и станет виден

Вариант №10

10.1. Выберите процесс, соответствующий слабому взаимодействию элементар-

ных частиц:



**10.2.**На пластинку из турмалина падают одновременно два луча света с одинаковой интенсивностью I1 = I2 = I0. Один из лучей является естественным светом, а световой вектор  в другом луче колеблется в одной плоскости. Пластинка пропускает полностью плоскополяризованный

свет. В каких пределах будет изменяться интенсивность Iпр прошедшего сквозь пластинку света, если её ось ОО поворачивать вокруг направления движения лучей на 360°:

а) I0 ≤ Iпр ≤ 2I0 б) I0/2 ≤ Iпр ≤ 3I0/2 в) I0/2 ≤ Iпр ≤ 2I0 г) I0 ≤ Iпр ≤ 3I0/2

Решение:

Давайте решим эту задачу, используя закон Малюса и учитывая вклад естественного и поляризованного света.

**Дано:**

* Интенсивность естественного света: (I\_1 = I\_0)
* Интенсивность плоскополяризованного света: (I\_2 = I\_0)
* Турмалин пропускает полностью плоскополяризованный свет.
* Ось турмалина (ОО) поворачивается на 360°.

**Найти:**

* Пределы изменения интенсивности прошедшего света (I\_{\text{пр}}).

**Решение:**

1. **Естественный свет:**

Естественный свет - это свет, в котором колебания вектора электрического поля происходят хаотично во всех направлениях, перпендикулярных направлению распространения света. При прохождении через поляризатор интенсивность естественного света уменьшается вдвое:

[I\_{\text{ест}}^{\text{прош}} = \frac{1}{2}I\_1 = \frac{1}{2}I\_0]

Эта интенсивность не зависит от угла поворота поляризатора.

1. **Плоскополяризованный свет:**

Интенсивность плоскополяризованного света, прошедшего через поляризатор, определяется законом Малюса:

[I\_{\text{пол}}^{\text{прош}} = I\_2 \cos^2(\varphi) = I\_0 \cos^2(\varphi)]

где (\varphi) - угол между плоскостью поляризации света и осью поляризатора.

1. **Общая интенсивность:**

Общая интенсивность света, прошедшего через турмалин, равна сумме интенсивностей от естественного и плоскополяризованного света:

[I\_{\text{пр}} = I\_{\text{ест}}^{\text{прош}} + I\_{\text{пол}}^{\text{прош}} = \frac{1}{2}I\_0 + I\_0 \cos^2(\varphi)]

1. **Пределы изменения интенсивности:**

Найдём минимальное и максимальное значения (I\_{\text{пр}}), когда (\varphi) меняется от 0° до 360°.

* + **Минимальное значение:** (\cos^2(\varphi)) минимально, когда (\varphi = 90^\circ) или (\varphi = 270^\circ), и (\cos^2(\varphi) = 0). Тогда:

[I\_{\text{пр}}^{\text{min}} = \frac{1}{2}I\_0 + I\_0 \cdot 0 = \frac{1}{2}I\_0]

* + **Максимальное значение:** (\cos^2(\varphi)) максимально, когда (\varphi = 0^\circ) или (\varphi = 180^\circ), и (\cos^2(\varphi) = 1). Тогда:

[I\_{\text{пр}}^{\text{max}} = \frac{1}{2}I\_0 + I\_0 \cdot 1 = \frac{3}{2}I\_0]

Таким образом, интенсивность прошедшего света изменяется в пределах:

[\frac{1}{2}I\_0 \le I\_{\text{пр}} \le \frac{3}{2}I\_0]

**Ответ:**

б) I0/2 ≤ Iпр ≤ 3I0/2





10.3. График зависимости кинетической энергии электрона, выби-

того из металла, от частоты падающих фотонов изображен на

рисунке. Постоянную Планка надо искать по формуле:

а) h arctgб) h ctgв) h tgг) правильной фор-

мулы нет

10.4. Параллельный пучок света падал на зеркальную плоскую поверхность под

углом 45к нормали и производил на нее давление p. Угол падения света увеличили

до 60. Какое давление стал производить пучок света?

а) 0,5p б) 2p в) p г) 0,707p



10.5. На рисунке схематически изображены стационарные

орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно

изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на

другую, сопровождающиеся испусканием фотона. Наибольшей

длине волны испущенного фотона в серии Пашена соответствует

следующий переход из тех, что приведены на рисунке:

а) n=3→n=2 б) n=2→n=1 в) n=5→n=3 г) n=4→n=3





10.6. Отношение длин волн де Бройля нерелятивистских нейтрона и -частицы

равно n/=2. Отношение величин их скоростей vn/vравно:

а) 8 б) 4 в) 2 г) 0,5



10.7. Микрочастица с массой m, находящаяся в одномерной прямо-

угольной потенциальной яме ширины L с бесконечно высокими стенка-

ми, переходит на основной, самый низкий разрешенный энергетический

уровень с разрешенного уровня энергии, лежащего непосредственно над

основным. При этом циклическая частота испущенного фотона будет

равна:

а) 2 2mL2 б) 2 mL2 в) 32 2mL2 г) 32 mL2

10.8. Электрон принадлежит p – подоболочке атома, находящегося во внешнем

магнитном поле, ориентированном вдоль оси z. Какое из перечисленных значений

проекции орбитального момента импульса на ось z не может иметь этот электрон?

а) 0 б)  в)  г) 2 



**10.9.**В результате спонтанных ядерных распадов происходят следующие изменения суммарного дефекта масс ядер ∆m и суммарной энергии связи нуклонов в ядре Eсв:

а) и ∆m , и Eсв увеличиваются б) ∆m увеличивается, Eсв уменьшается

в) и ∆m , и Eсв уменьшаются г) ∆m уменьшается, Eсв увеличивается

Решение:

Давайте разберем эту задачу, опираясь на понятия дефекта массы, энергии связи и процессы ядерного распада.

**Дано:**

* Происходят спонтанные ядерные распады.

**Найти:**

* Как изменяются суммарный дефект масс ядер ((\Delta m)) и суммарная энергия связи нуклонов в ядре ((E\_{св})).

**Решение:**

1. **Дефект массы:**

Дефект массы ((\Delta m)) - это разница между суммой масс свободных нуклонов (протонов и нейтронов), составляющих ядро, и массой ядра:

[\Delta m = Zm\_p + Nm\_n - m\_{\text{ядра}}]

где:

* + (Z) - число протонов,
	+ (m\_p) - масса протона,
	+ (N) - число нейтронов,
	+ (m\_n) - масса нейтрона,
	+ (m\_{\text{ядра}}) - масса ядра.
1. **Энергия связи:**

Энергия связи ((E\_{св})) - это энергия, необходимая для полного расщепления ядра на отдельные нуклоны. Она эквивалентна дефекту массы согласно формуле Эйнштейна:

[E\_{св} = \Delta m c^2]

где (c) - скорость света.

1. **Спонтанный ядерный распад:**

Спонтанный ядерный распад происходит, когда ядро нестабильно и распадается на другие ядра и/или частицы (например, альфа-распад, бета-распад, гамма-распад). При этом образуются новые ядра с большей энергией связи на нуклон, чем у исходного ядра. Это означает, что продукты распада более стабильны.

1. **Изменение дефекта массы и энергии связи при распаде:**
	* При ядерном распаде исходное ядро превращается в более стабильные ядра (или ядро и частицу). Это означает, что энергия связи на нуклон в продуктах распада больше, чем в исходном ядре.
	* Поскольку (E\_{св} = \Delta m c^2), то увеличение энергии связи означает уменьшение дефекта массы. То есть, суммарная масса продуктов распада меньше, чем масса исходного ядра. Эта разница в массе выделяется в виде кинетической энергии продуктов распада и/или энергии излучения.

**Вывод:**

В результате спонтанных ядерных распадов суммарный дефект масс ядер ((\Delta m)) уменьшается, а суммарная энергия связи нуклонов в ядре ((E\_{св})) увеличивается.

**Ответ:**

г) ∆m уменьшается, Eсв увеличивается

****

**10.10.**Белый свет падает нормально на плоскую преграду с отверстием. За преградой на удалении l установлен параллельный экран. В центре экрана O из-за дифракции света на отверстии наблюдается максимум освещенности оранжевого света. Экран начинают придвигать к преграде. Цвет пятна в центре экрана может меняться так:

а) зеленый сменяется желтым

б) зеленый сменяется красным в) сохраняется оранжевый

г) при малейшем перемещении экрана в точке O появляется темное пятно

Решение:



Давайте разберем эту задачу, основываясь на принципах дифракции Френеля и условии максимумов освещенности.

**Дано:**

* Белый свет падает нормально на преграду с отверстием.
* Экран расположен на расстоянии (l) от преграды.
* В центре экрана (O) наблюдается максимум освещенности для оранжевого света.
* Экран придвигают к преграде.

**Найти:**

* Как меняется цвет пятна в центре экрана при приближении экрана к преграде.

**Решение:**

1. **Дифракция Френеля:**

В данном случае, когда отверстие имеет размеры, сравнимые с длиной волны света, наблюдается дифракция Френеля. В этом случае свет, проходя через отверстие, ведет себя так, как будто отверстие является источником вторичных волн (принцип Гюйгенса-Френеля).

1. **Зоны Френеля:**

Чтобы понять, как свет интерферирует в точке O, отверстие можно разделить на зоны Френеля. Каждая зона Френеля отличается от соседней тем, что расстояние от краев этих зон до точки O отличается на (\lambda/2), где (\lambda) - длина волны света.

1. **Условие максимума в центре экрана:**

В центре экрана (O) наблюдается максимум освещенности для оранжевого света, это означает, что в этой точке волны от всех зон Френеля приходят в фазе (или почти в фазе) и усиливают друг друга. Это происходит, когда число открытых зон Френеля, укладывающихся в отверстии, является четным. (либо близко к нему)

1. **Приближение экрана:**

Когда экран придвигают к преграде, радиусы зон Френеля уменьшаются. Число зон Френеля, которые помещаются в отверстии, увеличивается. При этом, в зависимости от того, насколько меняется количество зон Френеля (четное/нечетное), в центре может наблюдаться как максимум, так и минимум.

1. **Изменение цвета:**

Изначально в центре экрана наблюдается максимум для *оранжевого* света. Это означает, что условие максимума выполняется для оранжевого света с определенной длиной волны. Когда экран придвигается, то условие максимума может начать выполняться для света с другой длиной волны.

* + Так как длина волны красного света больше, чем длина волны оранжевого, а длина волны зеленого меньше, при приближении экрана сначала выполнится условие максимума для более коротких волн (зеленый), а затем для более коротких волн (синий, фиолетовый). Таким образом, цвет пятна может меняться с оранжевого на зеленый, а затем на синий и т.д. Если говорить о предложенных вариантах ответа, то наиболее подходящий это а) зеленый сменяется желтым, поскольку при переходе от максимума оранжевого к более коротковолновым цветам, мы можем временно увидеть желтый цвет (который находится в спектре между оранжевым и зеленым)
1. **Возможность минимума (темного пятна):**

При определенном положении экрана число открытых зон Френеля может стать нечетным. В этом случае волны от соседних зон приходят в противофазе и гасят друг друга, что приводит к минимуму освещенности (темному пятну) в центре экрана.

**Анализ вариантов:**

* а) зеленый сменяется желтым: Вполне возможно, так как при уменьшении расстояния до экрана условие максимума может начать выполняться для более коротких длин волн.
* б) зеленый сменяется красным: Неверно, так как при приближении экрана сначала будут наблюдаться более короткие волны (зеленый, синий), а не более длинные (красный).
* в) сохраняется оранжевый: Неверно, так как положение максимума зависит от расстояния до экрана.
* г) при малейшем перемещении экрана в точке O появляется темное пятно: Не обязательно, так как при перемещении экрана может просто измениться цвет максимума.

**Ответ:**

а) зеленый сменяется желтым

Вариант №4

**4.1.**Какой из приведенных ниже распадов элементарных частиц невозможен?

а)  б) 

в)  г) 

Решение:

Для определения, какой распад невозможен, нужно проверить соблюдение законов сохранения, в первую очередь закона сохранения энергии (массы). Будем использовать следующие обозначения масс частиц:

mπ0 - масса нейтрального пиона

me - масса электрона/позитрона

mγ - масса фотона (равна 0)

mπ- - масса отрицательного пиона

mμ - масса мюона

mνμ - масса мюонного нейтрино (считаем пренебрежимо малой, близкой к 0)

mπ+ - масса положительного пиона

Приблизительные значения масс (в единицах энергии, МэВ):

mπ0 **≈ 135 МэВ**

me **≈ 0,511 МэВ**

mμ **≈ 105,7 МэВ**

mπ+ **≈ mπ**- **≈ 139,6 МэВ**

Теперь рассмотрим каждый распад:

а) 

Условие возможности распада:



Подставляем значения:

135 МэВ > 0,511 МэВ + 0,511 МэВ или 135 МэВ > 1,022 МэВ.

Условие выполняется. Кроме того, нужно проверить сохранение заряда. Пион нейтрален (заряд 0), позитрон имеет заряд +1, электрон -1. Суммарный заряд в правой части также равен 0. Закон сохранения заряда выполняется.

б) 

Условие возможности распада:



Подставляем значения:

135 МэВ > 0 + 0 или 135 МэВ > 0.

Условие выполняется. Пион нейтрален, фотоны нейтральны. Закон сохранения заряда выполняется.

в) 

Условие возможности распада:



Подставляем значения:

139,6 МэВ > 105,7 МэВ + 0 или 139,6 МэВ > 105,7 МэВ.

Условие выполняется. Пион имеет заряд -1, мюон имеет заряд -1, нейтрино нейтрально. Закон сохранения заряда выполняется.

г) 

Условие возможности распада:



Подставляем значения:

139,6 МэВ > 105,7 МэВ + 105,7 МэВ или 139,6 > 211,4 МэВ.

Условие не выполняется. Масса пиона меньше суммы масс двух мюонов. Следовательно, этот распад запрещен законом сохранения энергии. Кроме того, слева заряд +1, а справа +1 - 1 = 0, то есть закон сохранения заряда не выполняется.

**Ответ:** Распад **г)** невозможен.

**4.2.**На пути луча естественного света с интенсивностью I0 установлены две пластинки из турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью плоскополяризован. Пластинка 2 вначале установлена так, что не пропускает света. На какой угол φ надо после этого повернуть ось O'O' второй пластинки

2 вокруг направления распространения луча света, чтобы она

стала пропускать свет с интенсивностью I2 = I0/4 :

а) на 45° б) на 60° в) на 30° г) на 90°



Решение:



Покажем рисунок.

**Естественный свет:** Интенсивность света равномерно распределена по всем направлениям колебаний.

**Турмалин (пластинка 1):** Поляризатор, который пропускает только свет, колеблющийся в определенной плоскости. После прохождения первой пластинки свет становится плоскополяризованным, а его интенсивность уменьшается вдвое (поскольку отсекаются все колебания, перпендикулярные плоскости поляризации). Таким образом, интенсивность света после первой пластинки: I1 = I0/2

**Турмалин (пластинка 2):** Второй поляризатор. Вначале он установлен так, что его плоскость поляризации перпендикулярна плоскости поляризации света, прошедшего через первую пластинку. В этом случае свет не проходит (I2 = 0).

**Поворот пластинки 2:** Мы поворачиваем вторую пластинку на угол φ, чтобы она начала пропускать свет. Наша задача - найти этот угол φ, при котором интенсивность прошедшего света будет равна I2 = I0/4.

**Применим закон Малюса**

Закон Малюса описывает зависимость интенсивности света, прошедшего через поляризатор, от угла между плоскостью поляризации падающего света и плоскостью поляризатора:

,

где:

I2 - интенсивность света после прохождения второго поляризатора

I1 - интенсивность света, падающего на второй поляризатор (после прохождения первого)

φ - угол между плоскостями поляризации первого и второго поляризаторов.

**Подставляем известные значения:**

I2 = I0/4

I1 = I0/2

Получаем уравнение:



**Решаем уравнение относительно cos²(φ):**



**Находим cos(φ):**



**Находим угол φ:**



**Ответ**: Правильный ответ: а) на 45°

**4.3.**Выберите правильный график зависимости работы выхода A электрона из

металла от частоты ν падающего на металл фотона при фотоэффекте:



Решение:



Покажем рисунок.

Выбор правильного графика и подробное объяснение:

Правильный график зависимости работы выхода A электрона из металла от частоты ν падающего на металл фотона - это в) линия, параллельная оси ν (горизонтальная линия) и не проходящая через начало координат.

Работа выхода A: Работа выхода - это минимальная энергия, необходимая для удаления электрона с поверхности твердого тела (в данном случае, металла) в вакуум. Это характеристическое свойство материала, которое зависит от природы металла и состояния его поверхности.

Независимость работы выхода от частоты света: Работа выхода A не зависит от частоты ν падающего света. Изменение частоты падающего света влияет на энергию фотонов, но не изменяет фундаментальные свойства металла, определяющие энергию, необходимую для вырывания электрона.

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: Это уравнение описывает связь между энергией падающего фотона, работой выхода и кинетической энергией вылетающего электрона:

,

где:

h - постоянная Планка

ν - частота падающего света

A - работа выхода

Eкин - максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона

Из этого уравнения видно, что изменение частоты ν влияет на Eкин, но не на A.

График зависимости A(ν): Поскольку работа выхода A является константой для данного металла, ее график в зависимости от частоты ν будет представлять собой горизонтальную линию. Положение этой линии по оси ординат A определяется значением работы выхода для данного металла. Она не начинается из начала координат, поскольку A имеет конкретное значение, отличное от нуля.

Вывод:

Только горизонтальная линия (параллельная оси частот) правильно отражает тот факт, что работа выхода является константой и не зависит от частоты падающего света.

**4.4.**Параллельный пучок света падал на зеркальную плоскую поверхность под углом 45° к нормали и производил на нее давление p. Какое давление будет производить тот же пучок света, падая нормально на зачерненную плоскую поверхность?

а) p б) 2p в) 4p г) 8p

Решение:

Для зеркальной плоскости фотоны будут поглощаться. Импульс поглощенных фотонов:



Для зачерненной плоскости фотоны будут отражаться. Импульс отраженных фотонов:

 независимо от угла.

б) 2p – это ответ.

**4.5.**На рисунке схематически изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся испусканием фотона. Наименьшей длине волны испущенного фотона в серии Лаймана соответствует следующий переход из тех, что приведены на рисунке:

а) n = 3→n = 2 б) n = 2→n = 1 в) n = 5→n = 3 г) n = 5→n = 1



Решение:



Покажем рисунок.

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно учитывать обратную зависимость длины волны и энергии (а значит, и частоты) фотона. Давайте разберём решение для случая наименьшей длины волны в серии Лаймана.

Серия Лаймана - это набор спектральных линий, возникающих при переходах электрона в атоме водорода с возбужденных энергетических уровней на первый энергетический уровень (n = 1). То есть, все переходы серии Лаймана заканчиваются на n = 1.

Связь энергии, частоты и длины волны

Энергия фотона E связана с его частотой ν соотношением: , где h - постоянная Планка.

Частота ν связана с длиной волны λ соотношением: , где c - скорость света.

Следовательно, энергия и длина волны связаны как:  или .

Из последней формулы видно, что чем больше энергия фотона, тем меньше его длина волны, и наоборот.

Проанализируем варианты ответов:

Нам нужно найти переход в серии Лаймана (заканчивающийся на n = 1), который соответствует наименьшей длине волны. Это означает, что нам нужен переход, при котором выделяется максимальная энергия.

а) n = 3→n = 2: Этот переход не относится к серии Лаймана, так как он не заканчивается на n = 1.

б) n = 2→n = 1: Этот переход относится к серии Лаймана.

в) n = 5→n = 3: Этот переход не относится к серии Лаймана, так как он не заканчивается на n = 1.

г) n = 5→n = 1: Этот переход относится к серии Лаймана.

Теперь нужно сравнить переходы б) и г). При переходе с n = 5 на n = 1 электрон теряет больше энергии, чем при переходе с n = 2 на n = 1.

Вывод

Поскольку переходу с n = 5 на n = 1 соответствует максимальная энергия фотона, то он соответствует и наименьшей длине волны в серии Лаймана.

Ответ:

г) n = 5→n = 1

**4.6.**Кинетические энергии нерелятивистских протона и α-частицы одинаковы. Чему равно отношение длины волны де Бройля протона к длине волны де Бройля α-частицы?

а) 2,83 б) 2 в) 0,5 г) 1

Решение:

Кинетическая энергия протона Ep = Кинетическая энергия альфа-частицы Eα = E

Масса альфа-частицы mα = 4\*Масса протонаmp

Найти:

Отношение длины волны де Бройля протона λp к длине волны де Бройля альфа-частицы λα, то есть λp/λα

Формула длины волны де Бройля:

Длина волны де Бройля для частицы выражается формулой:

,

где:

λ - длина волны де Бройля

h - постоянная Планка (h = 6,63\*10-34Дж·с)

p - импульс частицы

Связь импульса и кинетической энергии:

Импульс p частицы связан с ее кинетической энергией E и массой m следующим образом (для нерелятивистских скоростей):



Отсюда можно выразить импульс:



Длина волны де Бройля для протона и альфа-частицы:

Подставим выражение для импульса в формулу длины волны де Бройля:

Для протона:



Для альфа-частицы:



Находим отношение длин волн:



Ответ:

Отношение длины волны де Бройля протона к длине волны де Бройля альфа-частицы равно 2.

**4.7.**Микрочастица с массой m находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Два самых маленьких разрешенных значения энергии частицы в этой яме равны E1 и E2, причем E2>E1. Ширина L потенциальной ямы равна:

а)  б) 

в)  г) 



Решение:



Покажем рисунок.

Мы имеем дело с микрочастицей в бесконечной потенциальной яме. Это означает, что частица не может покинуть область внутри ямы, так как для этого потребовалась бы бесконечная энергия. Энергия частицы в такой яме квантована, то есть может принимать только определенные дискретные значения. Наша задача - найти связь между шириной ямы (L) и двумя наименьшими разрешенными энергиями (E1 и E2).

**Основные формулы**

Энергия частицы в бесконечной потенциальной яме квантуется и определяется формулой:

,

где:

En - энергия n-го уровня

ħ - приведенная постоянная Планка (ħ = h/2π, где h - постоянная Планка)

m - масса частицы

L - ширина ямы

n - квантовое число (n = 1, 2, 3, …)

**Наименьшие энергии:**

Два самых маленьких разрешенных значения энергии соответствуют квантовым числам n = 1 и n = 2. Таким образом:

;



**Выражение для разности энергий:** Найдем разность между E2 и E1:



**Выражение для L:** Теперь выразим ширину ямы L из полученного уравнения:

;

.

Чтобы привести к одному из предложенных ответов, можно переписать как:



**Упрощение:**



**Ответ:**

Сравнивая полученное выражение с предложенными вариантами, получаем, что правильный ответ:

б) 

**4.8.**На рисунке приведена одна из возможных ориентаций вектора орбитального момента импульса электрона из многоэлектронного атома. В какой из электронных подоболочек находится этот электрон (z - направление внешнего магнитного поля):

а) в s - подоболочке? б) в p - подоболочке?

в) в d - подоболочке? г) в f - подоболочке?



Решение:



Покажем рисунок.

Давайте проанализируем эту задачу, используя наши данные и знания о квантовой механике.

**Орбитальный момент импульса L:** Это квантовомеханическое свойство электрона, связанное с его движением вокруг ядра. Его величина квантуется.

**Квантовое число орбитального момента импульса l:** Определяет величину орбитального момента импульса:

, где l = 0, 1, 2, 3…

**Магнитное квантовое число ml:** Определяет проекцию орбитального момента импульса на выбранное направление (обычно ось z). Имеет значения от -l до +l с шагом 1: ml = -l, -l+1, …, 0, …, l-1, l. То есть, всего 2l + 1 возможных значений.

**Проекция орбитального момента импульса на ось z Lz:**



**Связь l с электронными подоболочками:**

l = 0 соответствует s-подоболочке

l = 1 соответствует p-подоболочке

l = 2 соответствует d-подоболочке

l = 3 соответствует f-подоболочке

**Проанализируем рисунок:**

На рисунке мы видим, что вектор L направлен горизонтально и выходит из точки z = 0. Это означает, что проекция момента импульса Lz = 0. Другими словами, ml = 0. А возможные значения Lz у нас 2ħ, ħ, 0, -ħ, -2ħ. Зна чит минимальное значение Lz = ħ, таким образом минимальное возможное ml = 1, а значит l **≥** 2.

**Определим возможные значения ml:**

Из рисунка видно (смотрите рисунок), что проекции орбитального момента импульса на ось z принимают значения: -2ħ, -ħ, 0, ħ, 2ħ. Это означает, что возможные значения магнитного квантового числа ml: -2, -1, 0, 1, 2.

**Определим l:**

Поскольку ml изменяется от -l до +l, и у нас есть ml = 2, то l должно быть не меньше 2. Фактически, l = 2, так как это соответствует полному набору ml: -2, -1, 0, 1, 2. Если бы l было больше 2 (например, l = 3), то мы бы увидели ml = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3.

**Определим подоболочку:** l = 2 соответствует d-подоболочке.

**Ответ:**

Правильный ответ: **в) в d - подоболочке.**

**4.9.**Наименьшей проникающей способностью обладает:

а) β- излучение распадающихся ядер б) α- излучение распадающихся ядер

в) γ- излучение распадающихся ядер

г) пучки нейтронов, выделяющихся в результате цепного деления ядер

Решение:

Дано описание проникающей способности различных видов излучений: α, β и γ. Необходимо выбрать, какое из предложенных излучений обладает наименьшей проникающей способностью.

Наименьшей проникающей способностью обладает α-излучение. В воздухе при нормальных условиях α-лучи проходят путь в несколько сантиметров.

Таким образом, ответ на вопрос очевиден.

Правильный ответ: б) α- излучение распадающихся ядер

Пояснения:

α-излучение (альфа-излучение): Представляет собой поток альфа-частиц. Альфа-частица - это ядро атома гелия, состоящее из двух протонов и двух нейтронов (⁴₂He). Из-за своей большой массы и положительного заряда альфа-частицы сильно взаимодействуют с веществом, быстро теряют энергию и имеют малую проникающую способность.

β-излучение (бета-излучение): Представляет собой поток электронов (β⁻-частицы) или позитронов (β⁺-частицы). Бета-частицы обладают меньшей массой и зарядом, чем альфа-частицы, поэтому их проникающая способность выше.

γ-излучение (гамма-излучение): Это электромагнитное излучение высокой энергии (фотоны). Гамма-лучи не имеют массы и заряда, взаимодействуют с веществом слабее, чем альфа- и бета-частицы, и обладают наибольшей проникающей способностью.

Нейтронное излучение: Поток нейтронов, возникающих при делении ядер. Нейтроны не имеют заряда и взаимодействуют с ядрами атомов, но не с электронами. В зависимости от энергии нейтронов, их проникающая способность может варьироваться, но в целом, она выше, чем у альфа-частиц.

Формулы:

Альфа-распад: X → Y + α (где X - исходное ядро, Y - дочернее ядро, α - альфа-частица, ⁴₂He)

Бета-минус распад: X → Y + β⁻ + ν (где X - исходное ядро, Y - дочернее ядро, β⁻ - электрон, ν - антинейтрино)

Бета-плюс распад: X → Y + β⁺ + νe (где X - исходное ядро, Y - дочернее ядро, β⁺ - позитрон, νe - нейтрино)

Гамма-излучение: происходит при переходе ядра из возбужденного состояния в основное. X\* → X + γ (где X\* - возбужденное ядро, X - ядро в основном состоянии, γ - гамма-квант)

Вывод:

Проникающая способность излучения определяется его способностью проходить через вещество, теряя при этом энергию. Альфа-частицы из-за своей большой массы и заряда наиболее сильно взаимодействуют с веществом и обладают наименьшей проникающей способностью.

**4.10.**Параллельный пучок белого света с длинами волн 450 нм ≤ λ ≤ 750 нм падает на узкую прорезь в плоской преграде, за которой установлен параллельный преграде экран. Центральный дифракционный максимум (дифракционное изображение щели на экране):

а) имеет резкую границу и всюду окрашен в белый цвет

б) отсутствует, так как для белого света дифракционная картина не возникает

в) имеет на краях узкую радужную окраску красным цветом наружу

г) имеет на краях узкую радужную окраску фиолетовым цветом наружу



Решение:



Покажем рисунок.

Дифракция света - это явление огибания световыми волнами препятствий, сравнимых с длиной волны света. Когда параллельный пучок света проходит через узкую щель, свет отклоняется от прямолинейного распространения и образует дифракционную картину на экране. Эта картина состоит из чередующихся светлых (максимумов) и темных (минимумов) полос.

Формула для минимумов дифракционной картины:

Положение минимумов дифракционной картины определяется следующим условием:

,

где:

a - ширина щели;

θ - угол между направлением на минимум и направлением на центральный максимум;

m - порядок минимума (m = ±1, ±2, ±3, …);

λ - длина волны света.

Проанализируем для белого света:

Белый свет представляет собой смесь электромагнитных волн различной длины (спектр от 450 нм до 750 нм в данной задаче). Для каждой длины волны положение минимумов будет различным, так как λ входит в условие минимума.

Центральный максимум (m = 0): Для центрального максимума m = 0, следовательно, sinθ = 0 и θ = 0 для всех длин волн. Это означает, что все длины волн достигают центра экрана одновременно, и в центре экрана формируется белая полоса.

Первый минимум (m = 1): Для первого минимума . Поскольку длина волны λ различна для разных цветов, угол θ, при котором наблюдается первый минимум, также будет различным.

Для фиолетового света (λ ≈ 450 нм) угол θ будет меньше, чем для других цветов. Это означает, что фиолетовый цвет будет отклоняться от центрального максимума на меньший угол, то есть располагаться ближе к центру.

Для красного света (λ ≈ 750 нм) угол θ будет больше, чем для других цветов. Это означает, что красный цвет будет отклоняться от центрального максимума на больший угол, то есть располагаться дальше от центра.

Радужная окраска: Таким образом, по краям центрального максимума будут наблюдаться полосы различных цветов. Фиолетовый цвет будет ближе к центру, а красный - дальше. Следовательно, по краям центрального дифракционного максимума будет наблюдаться узкая радужная окраска, причем фиолетовый цвет будет расположен ближе к центру, а красный – дальше от центра (наружу).

Ответ на вопрос:

На основе вышеизложенного, правильный ответ:

г) имеет на краях узкую радужную окраску фиолетовым цветом наружу