Пример задания с выбором ответа

Узкий пучок белого света в результате прохождения через стеклянную призму расширяется, и на экране наблюдается разноцветный спектр. Это явление объясняется тем, что призма

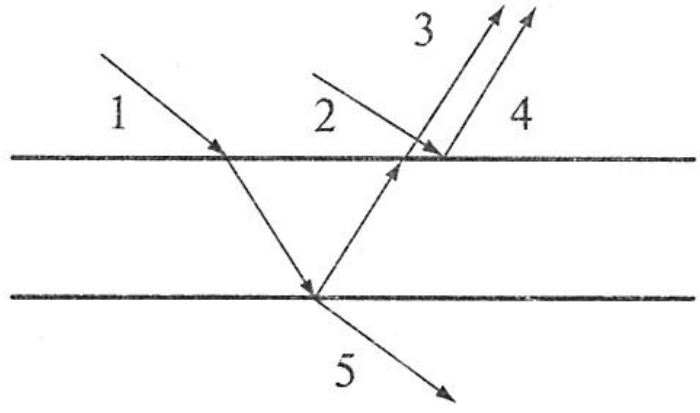
1) поглощает свет с некоторыми длинами волн
2) окрашивает белый свет в различные цвета
3) по-разному преломляет свет разных частот, разлагая её на составляющие
4) изменяет частоту световых волн

Проверь себя: Показатель преломления света зависит от частоты колебаний в световой волне. Различие в показателях преломления для разных цветов приводит к тому, что при одинаковом угле падения углы преломления для них различны, т. е. призма по-разному преломляет свет различных частот, разлагая белый свет на составляющие.

Ответ: 3.

Примеры заданий с выбором ответа

1. При отражении от тонкой плёнки интерферируют световые пучки

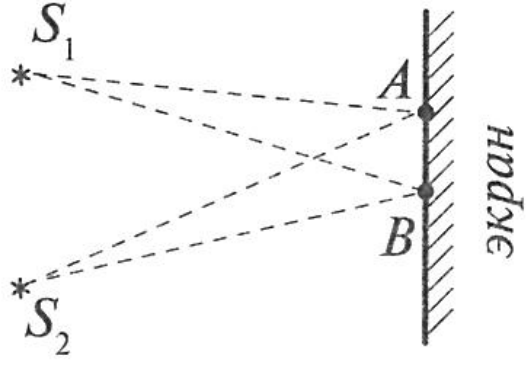


1) 1 и 2 3) 3 и 4
2) 2 и 3 4) 4 и 5

Проверь себя: Если световые пучки 1 и 2 идут от одного источника, то частоты всех пучков одинаковы. Складываться и интерферировать могут пучки 3 и 4.

Ответ: 3.

2. Свет от двух синфазных когерентных источников S_1 и S_2 с длиной волны λ достигает экрана (см. рисунок). На нём наблюдается интерференционная картина.



Тёмные области в точках A и B наблюдаются потому, что

1) $S_2B = (2k + 1)\lambda/2$; $S_2A = (2m + 1)\lambda/2$ (k, m — целые числа)
2) $S_2B - S_1B = (2k + 1)\lambda/2$;
   $S_2A - S_1A = (2m + 1)\lambda/2$ (k, m — целые числа)
3) $S_2B = 2/\lambda/2$; $S_2A = 2/\lambda/2$ (k, m — целые числа)
4) $S_2B - S_1B = 2/\lambda/2$; $S_2A - S_1A = 2/\lambda/2$ (k, m — целые числа)

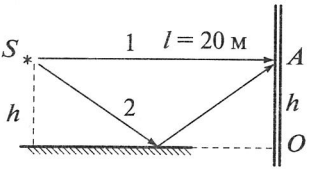
Проверь себя: Геометрическая разность хода волн, приходящих в точку B, равна разности расстояний, которые проходят волны: $S_2B - S_1B$, а приходящих в точку A: $S_2A - S_1A$.

Интерференционные минимумы наблюдаются в точках, куда волны приходят с разностью хода, на которой укладывается нечётное число длин полуволн, т.е. $S_2B - S_1B = (2k + 1)\lambda/2$; $S_2A - S_1A = (2m + 1)\lambda/2$ (k, m — целые числа).

Ответ: 2.

Пример задания с развёрнутым ответом

3. На рисунке представлена схема получения интерференционной картины с помощью плоского зеркала. Центральный интерференционный максимум наблюдается в точке O экрана. Расстояние от источника S до зеркала равно h, длина волны источника λ = 600 нм. Луч 1 идёт параллельно зеркалу и попадает в точку A экрана, где наблюдается второй интерференционный минимум. Чему равно расстояние h в этом опыте?



Проверь себя: Интерференционные минимумы наблюдаются в точках, куда волны приходят с разностью хода Δd, на которой укладывается нечётное число длин полуволн: $\Delta d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$.

Для второго дифракционного минимума $k = 1$ и на разности хода укладывается три полуволны $\Delta d = \frac{3\lambda}{2}$.

Найдём геометрическую разность хода из построения:

$$\Delta d = 2\sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}} - l = \sqrt{4h^2 + l^2} - l.$$

Приравнивая полученные для разности хода выражения, получаем:

$$\sqrt{4h^2 + l^2} - l = \frac{3\lambda}{2}.$$

Перенося l вправо и возводя в квадрат, получаем:

$$4h^2 + l^2 = l^2 + 3\lambda l + \frac{9\lambda^2}{4}.$$

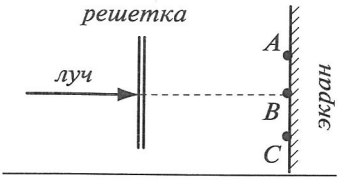
Последним слагаемым можно пренебречь, так как оно очень мало, тогда $h = \frac{1}{2}\sqrt{3\lambda l}$.

Вычисляем значение расстояния h: $h = \frac{1}{2}\sqrt{3 \cdot 6 \cdot 10^{-7}\,\text{м} \cdot 20\,\text{м}} = 3 \cdot 10^{-3}\,\text{м}$.

Ответ: $3 \cdot 10^{-3}$.

Пример задания с выбором ответа

1. Лазерный луч зелёного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решётку. На линии *ABC* экрана (см. рисунок) наблюдается серия ярких зелёных пятен.



Какие изменения произойдут в расположении пятен на экране при замене зелёного цвета на лазерный луч красного цвета?

1) расположение пятен не изменится
2) пятно в точке *B* не сместится, остальные раздвинутся от него
3) пятно в точке *B* не сместится, остальные сдвинутся к нему
4) пятно в точке *B* исчезнет, остальные раздвинутся от точки *B*

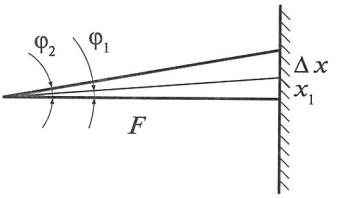
Проверь себя: Так как угол, под которым виден дифракционный максимум, зависит от длины волны, то при замене зелёного света на красный положения дифракционных максимумов, кроме центрального, изменятся. Причём $\sin\varphi = \frac{k\lambda}{d}$, т. е. при увеличении длины волны (переход от зелёного цвета к красному) угол, под которым виден максимум каждого порядка, увеличится, значит, пятно в точке *B* не сместится, а остальные пятна раздвинутся от него.

Ответ: 2.

Пример задания с кратким ответом

2. Плоская монохроматическая световая волна падает по нормали на дифракционную решётку с периодом 5 мкм. Параллельно решётке позади неё размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между её главными максимумами 1-го и 2-го порядков 18 мм. Найдите длину падающей волны. Считать для малых углов ($\varphi << 1$ в радианах) $\operatorname{tg}\varphi = \sin\varphi = \varphi$.

Проверь себя: Выполним пояснительный рисунок, на котором укажем расстояние от дифракционной решётки до экрана — фокусное расстояние линзы *F*, углы φ_1 и φ_2, под которыми видны первый и второй дифракционные максимумы и расстояние между ними Δx.



Для первого и второго максимумов справедливы условия:

$$\begin{cases} d\sin\varphi_1 = k_1\lambda \\ d\sin\varphi_2 = k_2\lambda. \end{cases}$$

Так как углы, под которыми видны дифракционные максимумы, малы, то $\sin\varphi_1 = \operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{x_1}{F}$, $\sin\varphi_2 = \operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{x_1 + \Delta x}{F}$ и условия принимают вид:

$$\begin{cases} d\dfrac{x_1}{F} = k_1\lambda \\ d\dfrac{x_1 + \Delta x}{F} = k_2\lambda. \end{cases}$$

Вычитая из второго уравнения первое, получаем: $\frac{d\Delta x}{F} = \lambda\left(k_2 - k_1\right)$ и $\lambda = \frac{d\Delta x}{F\left(k_2 - k_1\right)}$.

Вычислим длину волны: $\lambda = \frac{5\cdot 10^{-6}\,\text{м}\cdot 1{,}8\cdot 10^{-2}\,\text{м}}{0{,}2\,\text{м}\cdot\left(2-1\right)} = 4{,}5\cdot 10^{-7}\,\text{м} = 450\,\text{нм}$.

Ответ: 450.