

ОПТИКА В ЗАДАЧАХ ЕГЭ 2025



Кубанский
государственный
университет



Физико-технический
факультет

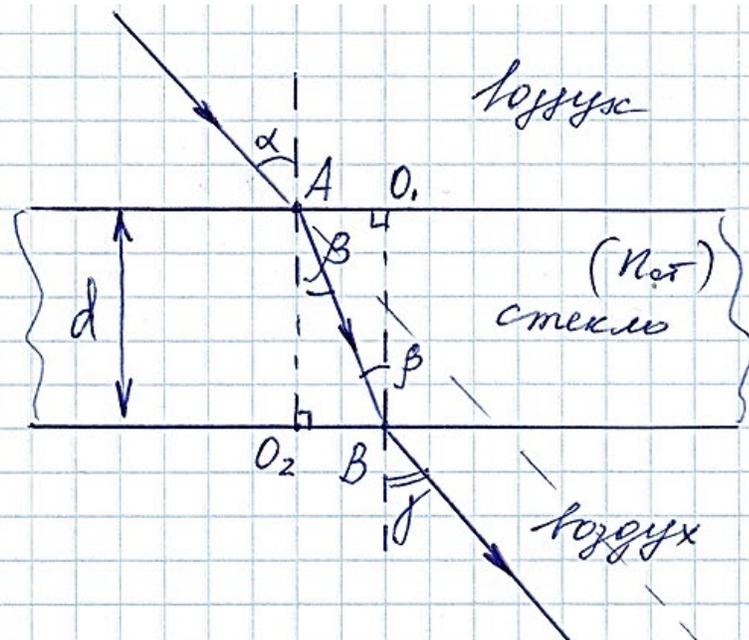


Геометрическая оптика

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания		Разбор заданий в аудитории	Домашнее задание
3.6	<i>ОПТИКА</i>				
	3.6.1	Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света			
	3.6.2	Законы отражения света. $\alpha = \beta$			
	3.6.3	Построение изображений в плоском зеркале		Рассмотреть прохождение света через плоскопараллельную пластинку, + ДЕМОНСТРАЦИЯ	Вариант 13 задание 15
	3.6.4	Законы преломления света. Преломление света: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$. Абсолютный показатель преломления: $n_{\text{абс}} = \frac{c}{v}$. Относительный показатель преломления: $n_{\text{отн}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред: $\nu_1 = \nu_2, n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$			
	3.6.5	Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения: $\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{1}{n_{\text{отн}}} = \frac{n_2}{n_1}$		Прохождение света через призму (+ ДЕМОНСТРАЦИЯ)	
	3.6.6	Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы: $D = \frac{1}{F}$			



ПРОХОЖДЕНИЕ СВЕТА ЧЕРЕЗ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНУЮ ПЛАСТИНКУ



1) граница воздух-стекло

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{\text{ст}}}{n_{\text{воз}}}$$

β - угол преломления на 1 границе раздела

β - угол падения на 2 границе раздела

$$2) \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} = \frac{n_{\text{воз}}}{n_{\text{ст}}} = \frac{1}{n_{\text{ст}}}$$

$$3) \Rightarrow \alpha = \gamma$$

Вывод: световой луч при прохождении плоско-параллельной пластинки выходит из нее под тем же углом



ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ

стекло

воздух

луч 1 $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = \frac{1}{n}$

луч 2 $\frac{\sin \alpha_{\text{прег}}}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n}$

луч 3 $\alpha_3 > \alpha_{\text{прег}}$

$\beta_1 > \alpha_1$, т.к. $n_{\text{ст}} > n_{\text{возд}}$

$\beta_2 = 90^\circ$
 параллельный луч идет вдоль границы раздела

только отраженный луч

$\alpha_{\text{прег}} = 42^\circ$

$\alpha = 45^\circ$

$\alpha > \alpha_{\text{прег}}$

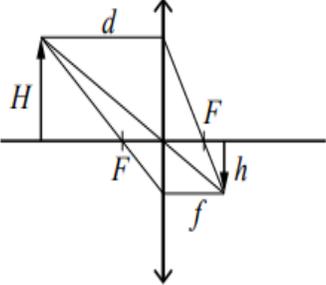
на границе раздела BC
 луч полностью
отражется!

воздух

стекло



Построение изображений в линзах

Код раздела/ темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания		Разбор заданий в аудитории	Домашнее задание
	3.6.7	<p>Формула тонкой линзы: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$.</p> <p>Увеличение, даваемое линзой:</p> $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{ f }{d}$ <p>В случае рассеивающей линзы:</p> $D < 0 \Rightarrow F = \frac{1}{D} < 0,$ $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{ f }{d} < 1$ 		<p>Вариант 11 задание 23 (рассеивающая линза)</p> <p>Вариант 15 задание 23 (собирающая линза)</p>	<p>Вариант 12 задание 23</p> <p>Вариант 16 задание 23</p>
	3.6.8	<p>Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах</p>		<p>Разбор задачи с критериями оценки</p>	
	3.6.9	<p>Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система</p>			
	3.6.10	<p>Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников:</p> <p>максимумы – $\Delta = 2m \frac{\lambda}{2}, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$</p> <p>минимумы – $\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$</p>		<p>Вариант 27 задание 21 (линза + плоскопараллельная пластинка)</p>	<p>Вариант 28 задание 21</p>
	3.6.11	<p>Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d:</p> $d \sin \varphi_m = m\lambda, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$	<p>Дифракционный спектр (He-Ne лазер, ДЕМОНСТРАЦИЯ</p>	<p>Вариант 9 задание 23</p>	<p>Вариант 10 задание 23</p>
	3.6.12	<p>Дисперсия света</p>			



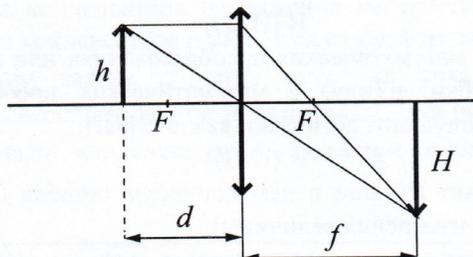
Тонкая линза

Разбор задачи из ЕГЭ 2023 вариант 106

Тонкая линза с фокусным расстоянием $F = 20$ см даёт действительное увеличенное изображение предмета, который находится на расстоянии 36 см от оптического центра линзы. Высота изображения предмета 5 см. Постройте изображение предмета в

Возможное решение

Построим изображение предмета в линзе, используя свойства луча, проходящего через оптический центр линзы, и луча, параллельного её главной оптической оси.



По формуле тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$. Расстояние от линзы до изображения

$$f = \frac{Fd}{d - F}$$

$$\text{Увеличение линзы } \Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

$$\text{Найдём высоту предмета: } h = \frac{Hd}{f} = \frac{H(d - F)}{F} = \frac{5(36 - 20)}{20} = 4 \text{ см.}$$

Ответ: $h = 4$ см

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула линзы, формула для увеличения линзы</i>); II) построено верное изображение предмета в линзе; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);	2
IV) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2



Вариант 15 задача 23

Действительное изображение предмета, полученное с помощью тонкой собирающей линзы, находятся на расстоянии 12 см от линзы. Оптическая сила линзы 15 дптр. Определите расстояние от линзы до предмета.

№23, Вариант 15

Дано:

$$f = 0,12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$$

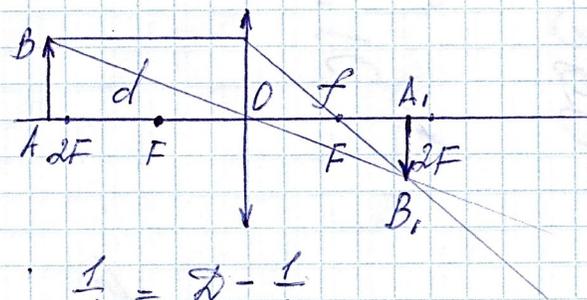
$$D = 15 \text{ дптр}$$

$$d = ?$$

Решение

$$F = \frac{1}{D} = 6,6 \text{ см}$$

$$f < 2F$$



$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad ; \quad \frac{1}{d} = D - \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{Df - 1}{f} \quad ; \quad d = \frac{f}{Df - 1} = \frac{0,12}{15 \cdot 0,12 - 1}$$

$$d = \frac{0,12}{0,8} = 0,15 \text{ м}$$

Ответ: $d = 0,15 \text{ м}$



Вариант 11 задача 23

В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 4 раза изображение предмета. Определить модуль фокусного расстояния линзы, если изображение предмета находится на расстоянии $f=9$ см от линзы.

№ 23. Вариант 11, Оптика 3.6.7.

Дано

$$\frac{|A, B_1|}{|AB|} = \frac{1}{4}$$

$$f = 9 \text{ см}$$

$$|F| = ?$$

$|A, B_1|$ — размер изображения

$|AB|$ — размер предмета

$$-\frac{1}{|F|} = \frac{1}{d} - \frac{1}{|f|}$$

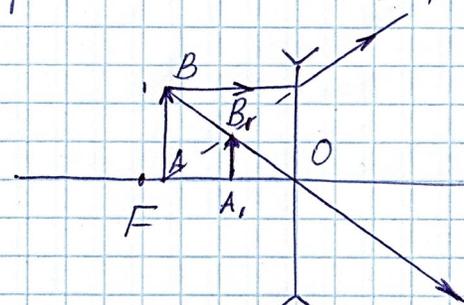
$$\frac{|AB|}{|A, B_1|} = \frac{d}{|f|}$$

$$d = 4|f|$$

$$-\frac{1}{|F|} = \frac{1}{4|f|} - \frac{1}{|f|} = \frac{1-4}{4|f|} = -\frac{3}{4|f|}$$

$$|F| = \frac{4 \cdot |f|}{3} = \frac{4 \cdot 9}{3} = 12 \text{ см}$$

Ответ: $|F| = 0,12 \text{ м}$





Вариант 27 задача 21

На тонкую собирающую линзу от удаленного источника падает пучок параллельных лучей. Как изменится положение изображения источника, создаваемого линзой, если между линзой и ее фокусом поставить плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления n . Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали. Сделайте рисунок, поясняющий ход лучей до и после

у
г.

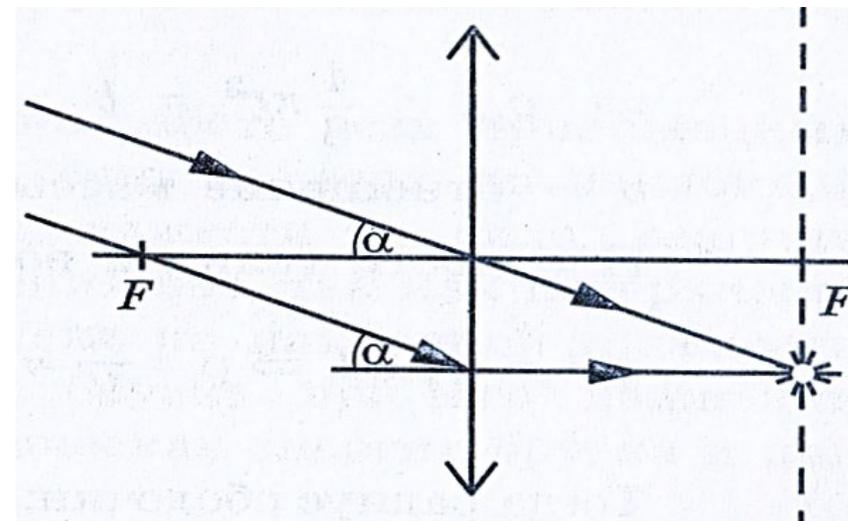
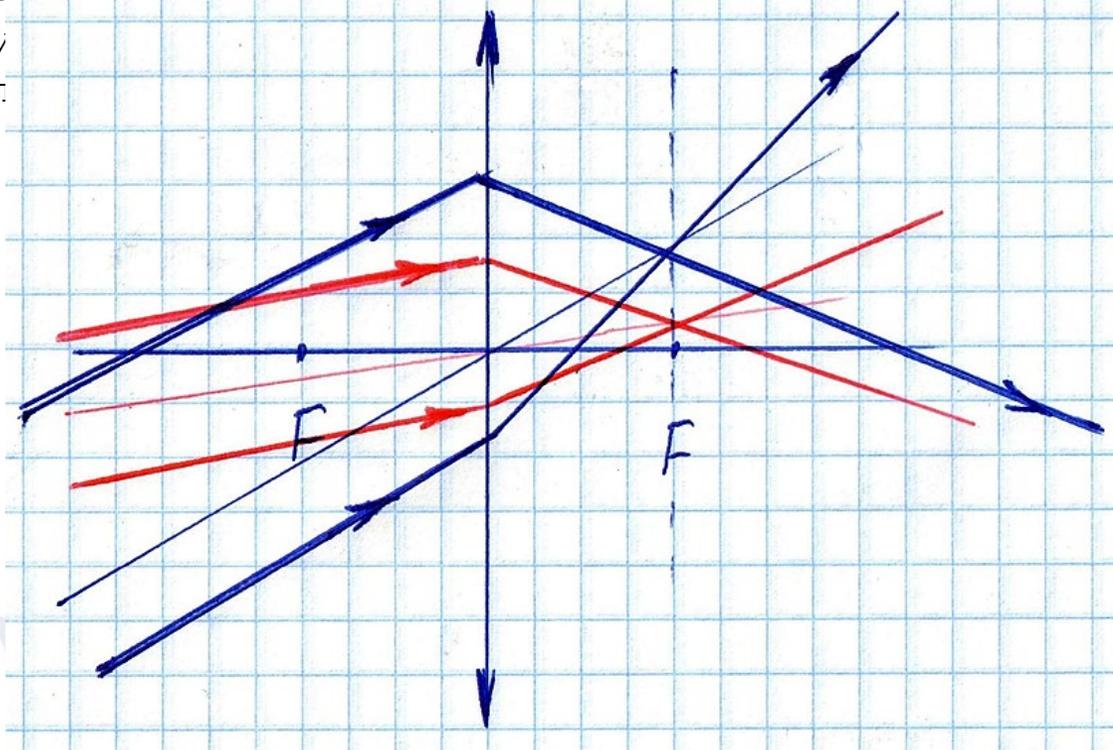


Рис. а

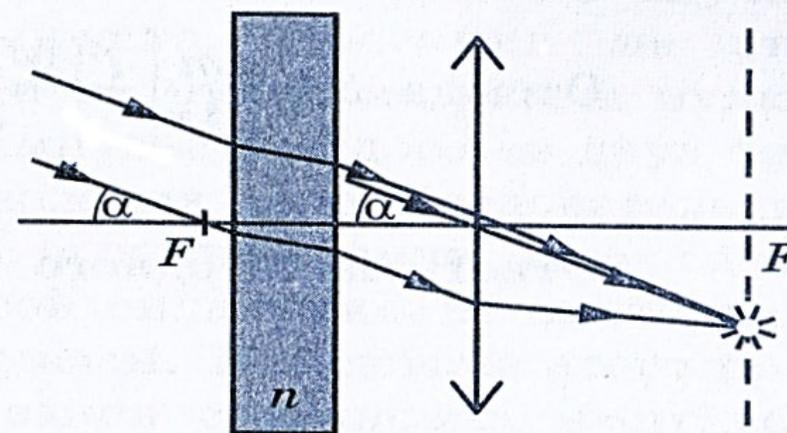


Рис. б

Интерференция света. Код элемента 3.6.10.

Тип 15 № 3726

Первый источник света расположен на расстоянии от точки А, а второй — на расстоянии от точки А. Источники когерентны и синфазные и испускают свет с частотой ν . Установите соответствие между физическими явлениями и условиями, при соблюдении которых эти явления можно наблюдать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

А) Наблюдение в точке А максимума интерференционной картины

Б) Наблюдение в точке А минимума интерференционной картины

УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

1) $L_1 - L_2 = \frac{m\lambda}{2}$, где m — целое число

2) $L_1 + L_2 = \frac{m\lambda}{2}$, где m — целое число

3) $L_1 - L_2 = \frac{(2m-1)\lambda}{2}$, где m — целое число

4) $L_1 + L_2 = \frac{(2m-1)\lambda}{2}$, где m — целое число

а) условие интерференционного максимума

$$\Delta = L_1 - L_2 = m\lambda$$

(целое число длин волн λ)

с учетом $c = \lambda \cdot \nu$ ($\lambda = \frac{c}{\nu}$)

$$\Delta = \frac{m c}{\nu} \quad (\text{ответ А-1})$$

б) интерференция минимума возникает

если $\Delta = L_1 - L_2 = (2m-1)\frac{\lambda}{2}$

(нечетное число полуwave)

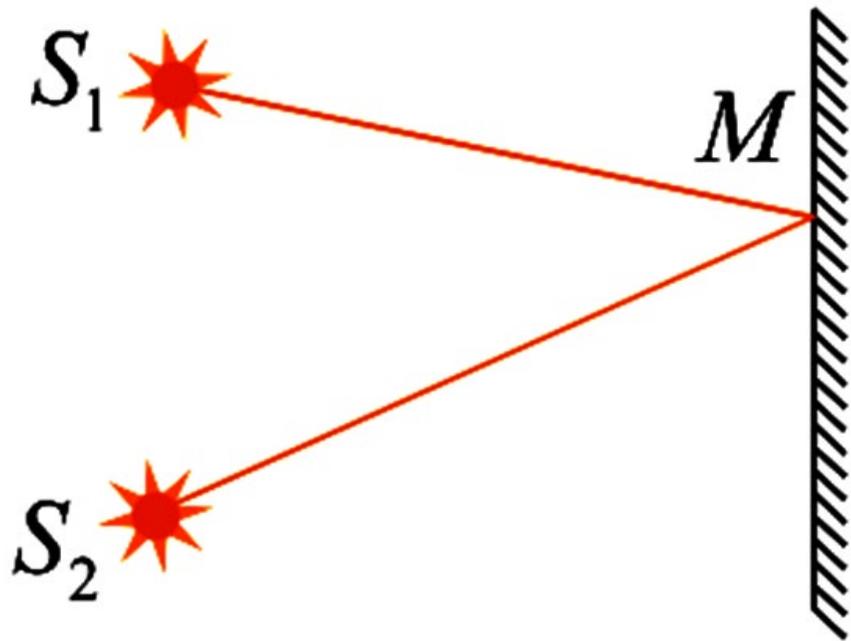
$$\Delta = \frac{(2m-1)\lambda}{2} = \frac{(2m-1)c}{2\nu}$$

$$\Delta = \frac{(2m-1)c}{2\nu}$$

(ответ Б-3)

Интерференция света. Код элемента 3.6.10. Тип
23 № 32632

Когерентные источники света S_1 и S_2 находятся в среде с показателем преломления n и испускают свет с некоторой частотой. В точке M наблюдается четвертый интерференционный максимум, в которой геометрическая разность хода лучей равна $1,5 \text{ мкм}$. Чему равна частота испускаемого света?



1) для max k -го порядка

$$\Delta = k\lambda \quad (k=4) \quad (1)$$

2) $n = \frac{c}{v}$; $\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{c}{n\nu}$; $\lambda = \frac{c}{n\nu}$ (2)

3) с учетом (1) и (2)

$$\Delta = k \frac{c}{n\nu}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} ; n = 2 ; k = 4$$

$$\nu = \frac{k c}{\Delta \cdot n} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = \frac{6}{1,5} \cdot 10^{14}$$

$$\nu = 4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

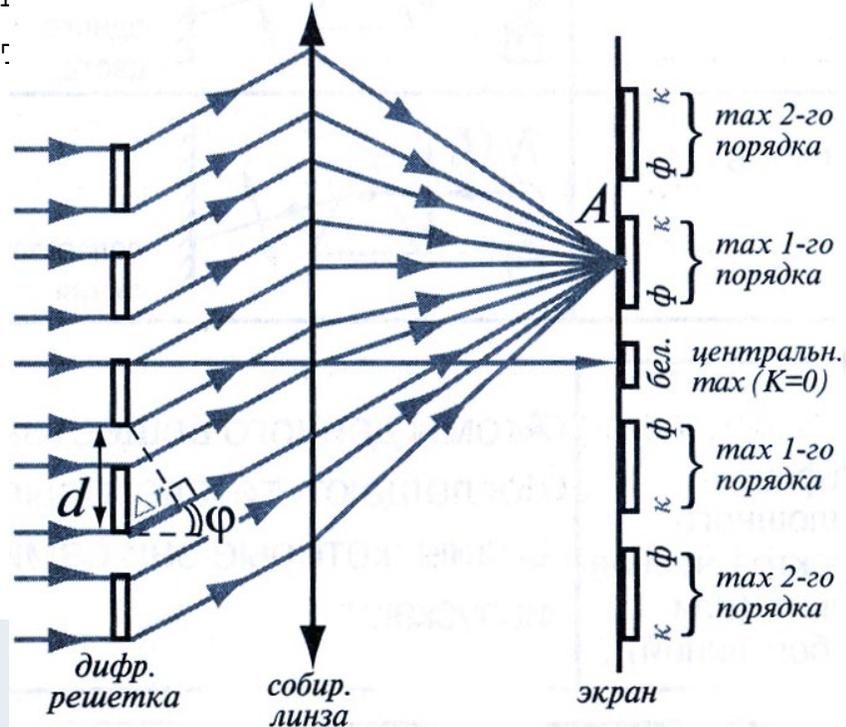
Ответ : $4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$



Дифракция. Вариант 9 задача 23

На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5,6 \cdot 10^{14}$ Гц. 1) Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

2) Сколько дифракционных максимумов будет?



$$\begin{aligned} l &= 1 \text{ мм} \\ N &= 300 \\ \nu &= 5,6 \cdot 10^{14} \\ c &= 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} d \sin \varphi &= \pm k \lambda \\ c &= \lambda \cdot \nu \\ \text{если } k (\text{max}) \\ \text{то } \varphi &\rightarrow 90^\circ \end{aligned} \right\} \begin{aligned} k_{\text{max}} &=? \\ d \cdot 1 &= k_{\text{max}} \frac{c}{\nu} \\ d &= \frac{l}{N} \\ \frac{l}{N} \cdot 1 &= k_{\text{max}} \cdot \frac{c}{\nu} \\ k_{\text{max}} &= \frac{l \cdot \nu}{N \cdot c} \\ k_{\text{max}} &= \frac{1 \text{ мм} \cdot 5,6 \cdot 10^{14}}{300 \cdot 3 \cdot 10^8} \\ k_{\text{max}} &= \frac{10^{-3} \cdot 5,6 \cdot 10^{14}}{300 \cdot 3 \cdot 10^8} = \frac{5,6 \cdot 10^{11}}{9 \cdot 10^{10}} \\ k_{\text{max}} &\approx 6,2 \\ \text{Берем целое значение } k &= 6 \end{aligned}$$

Задача №26.

На дифракционную решетку, имеющую 500 штрихов на 1 см, падает по нормали параллельный пучок белого света. Между решеткой и экраном вплотную к решетке расположена линза, которая фокусирует свет, прошедший через решетку на экран. Чему равно расстояние от линзы до экрана, если ширина спектра второго порядка на экране равна $b = 8$ см? Длина красной и фиолетовой световых волн соответственно равны $8 \cdot 10^{-7}$ м и $4 \cdot 10^{-7}$ м. Считать угол отклонения лучей решеткой малым, так что $\sin \varphi \cong \operatorname{tg} \varphi = \varphi$.

Дано
 $N = 500$
 $l = 0,01$ м
 $k = 2$
 $\lambda_{кр} = 8 \cdot 10^{-7}$ м
 $\lambda_{ф} = 4 \cdot 10^{-7}$ м
 $x_{кр} - x_{ф} = 8 \cdot 10^{-2}$ м
 $\sin \varphi \cong \operatorname{tg} \varphi \cong \varphi$

Решение:

из рисунка $\operatorname{tg} \varphi_{кр} = \frac{x_{кр}}{L}$; $\operatorname{tg} \varphi_{ф} = \frac{x_{ф}}{L}$ (*)
 $\sin \varphi_{кр} = \frac{x_{кр}}{L}$; $\sin \varphi_{ф} = \frac{x_{ф}}{L}$

(1) $d \sin \varphi = \pm k \lambda$ (уч. з. дифр. макс при нормальном падении света)
(2) $d = \frac{l}{N}$

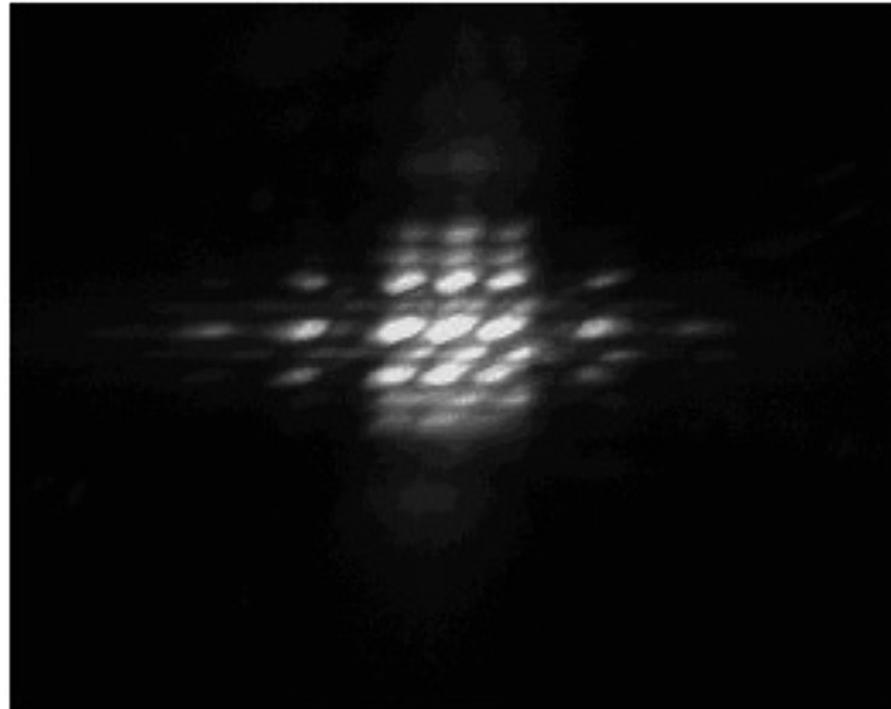
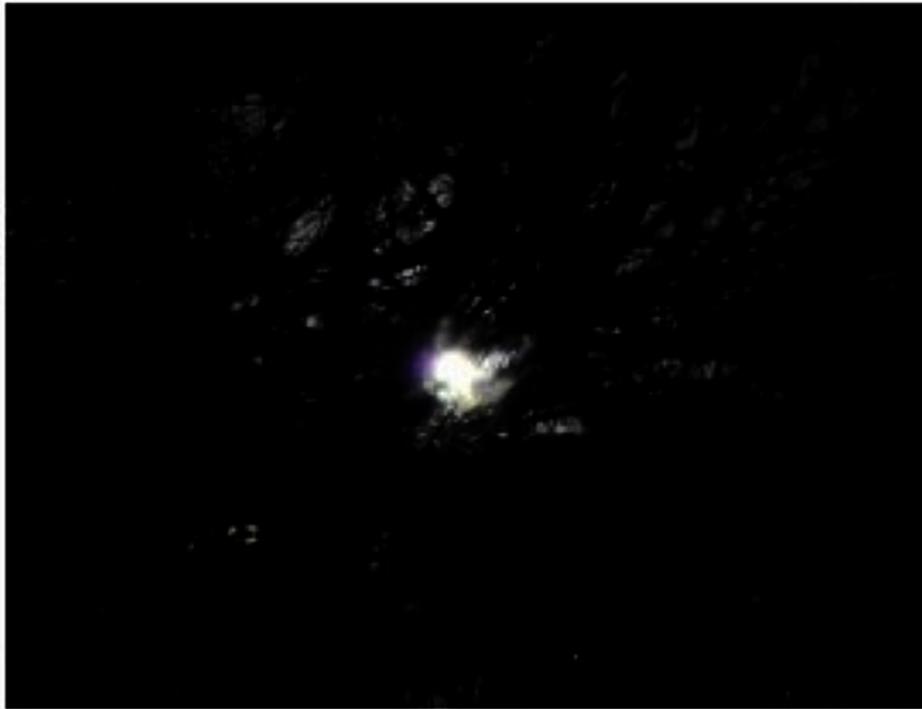
$\frac{l}{N} \sin \varphi_{ф} = k \lambda_{ф}$ (3а)
 $\frac{l}{N} \sin \varphi_{кр} = k \lambda_{кр}$ (3б)

(3б) - (3а) с учетом (*)
 $\frac{l}{N} \frac{1}{L} (x_{кр} - x_{ф}) = k (\lambda_{кр} - \lambda_{ф})$

$L = \frac{l (x_{кр} - x_{ф})}{N \cdot k \cdot (\lambda_{кр} - \lambda_{ф})} = \frac{1 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{500 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 10^{-7}} = 2$ м / ответ 2 м

Скрещенные дифракционные решетки. Тип Д21 С1 № 7304

Школьник решил провести наблюдение за далеким источником света. Для этого он ночью установил на штативе фотоаппарат, навел его на далекий фонарь, сфотографировал его, а потом поставил перед объективом фотоаппарата полупрозрачное препятствие и сделал еще один снимок (см. фотографии — один фонарь и его же изображение после фотографирования через препятствие).



Какое препятствие могло быть установлено школьником? Объясните, основываясь на известных Вам законах и явлениях физики, полученную во втором случае картину.

Домашние задание
(дифракционная решетка)
№3439, №3420, №6132, №12875.



ДО ВСТРЕЧИ В СЕНТЯБРЕ





Литература

- ЕГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов/под ред. М.Ю. Демидовой. – Москва: Издательство «Национальное образование», 2024–336 с.

