

ОПТИКА В ЗАДАЧАХ ЕГЭ 2024



Кубанский
государственный
университет



Физико-технический
факультет

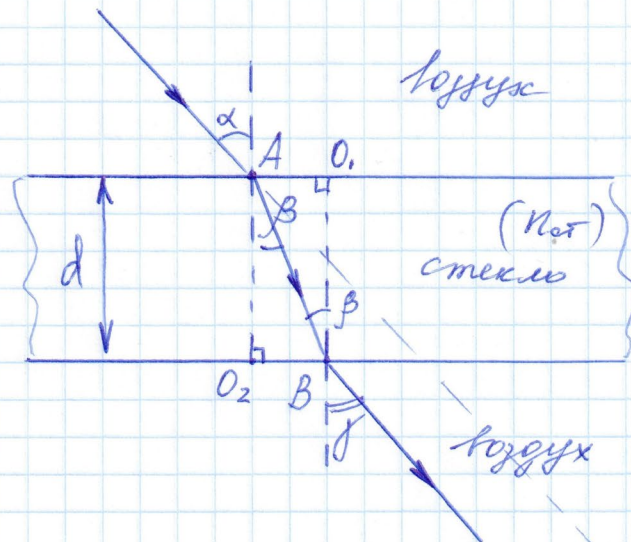


Геометрическая оптика

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания		Разбор заданий в аудитории	Домашнее задание
3.6	ОПТИКА				
	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 раздела

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{ст}}{n_{воз}} = n_{ст} \quad (1)$$

β - угол преломления на 1 границе раздела

β - угол падения на 2 границе раздела

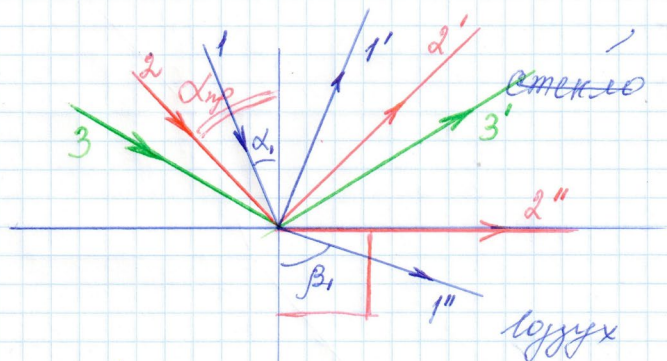
$$2) \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} = \frac{n_{воз}}{n_{ст}} = \frac{1}{n_{ст}} \quad (2)$$

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

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



ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ



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

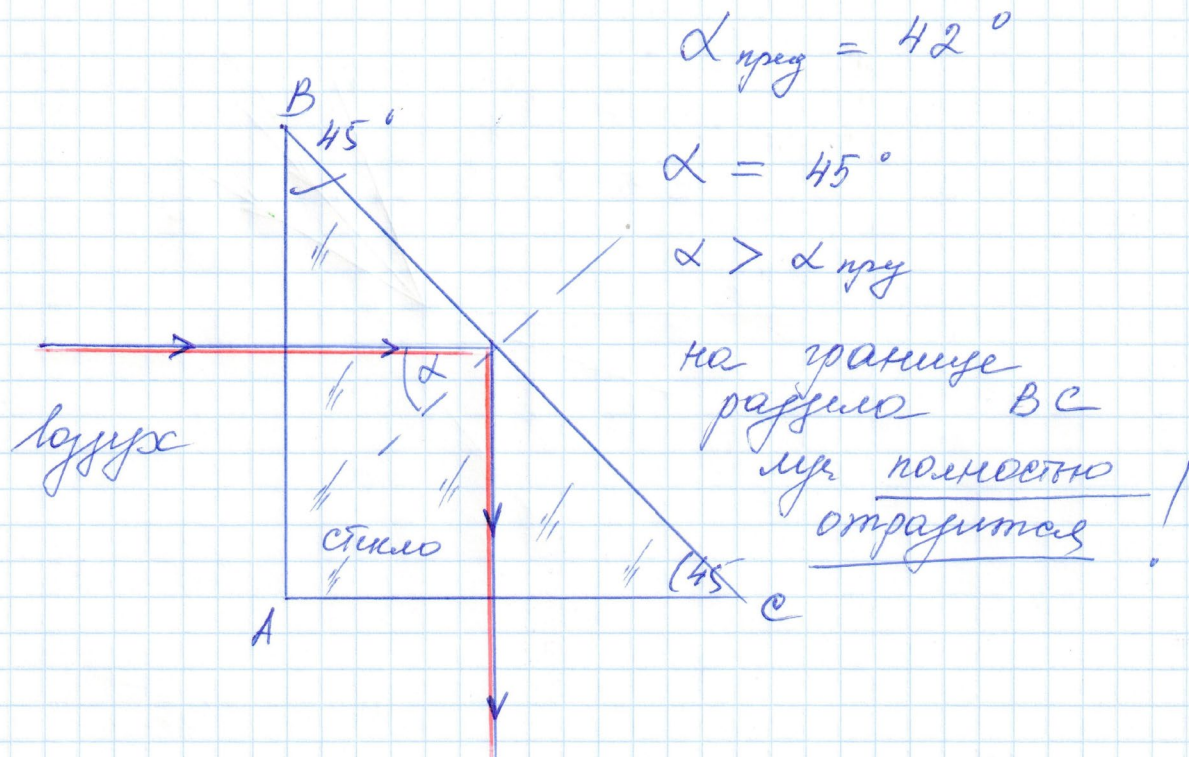
$\beta_1 > \alpha_1$, т.к. $n_{ст} > n_{воз}$

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

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

луч 3 $\alpha_3 > \alpha_{кр}$

только отраженный луч



$\alpha_{кр} = 42^\circ$

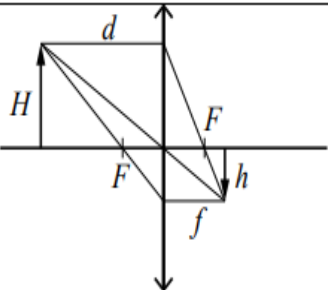
$\alpha = 45^\circ$

$\alpha > \alpha_{кр}$

на границе раздела ВС
 луч полностью отрагнется!



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	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		Разбор задачи с критериями оценки	
	3.6.9	Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система		Вариант 27 задание 21 (линза + плоскопараллельная пластинка)	Вариант 28 задание 21
	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>			
	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> $d \sin \varphi_m = m\lambda, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$	Дифракционный спектр (He-Ne лазер, Hg-лампа ДЕМОНСТРАЦИЯ	Вариант 9 задание 23	Вариант 10 задание 23
	3.6.12	Дисперсия света			

Тонкая линза

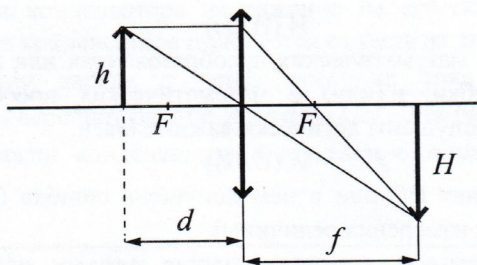
Разбор задачи из ЕГЭ 2023 вариант 106



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 линзе. Найдите высоту предмета.

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

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

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

Найдём высоту предмета: $h = \frac{Hd}{f} = \frac{H(d - F)}{F} = \frac{5(36 - 20)}{20} = 4$ 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	1
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)	0
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:

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

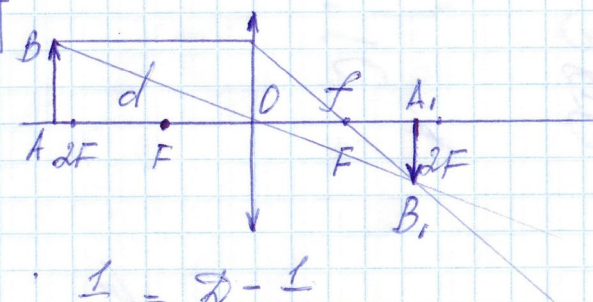
$$D = 15 \text{ дптр}$$

$$d = ?$$

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

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

$$f = 9 \text{ см}$$

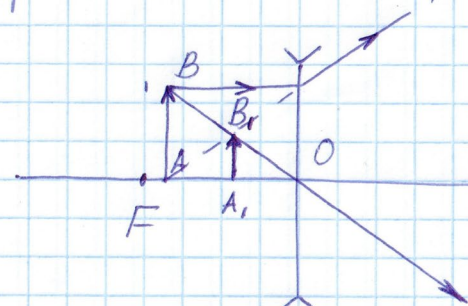
$$|F| = ?$$

$|A, B_1|$ — 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 установки плоскопараллельной стеклянной пластинки.

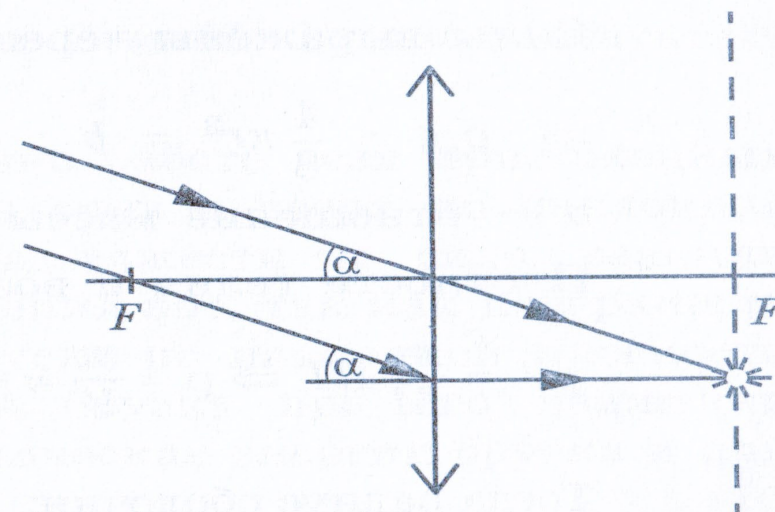
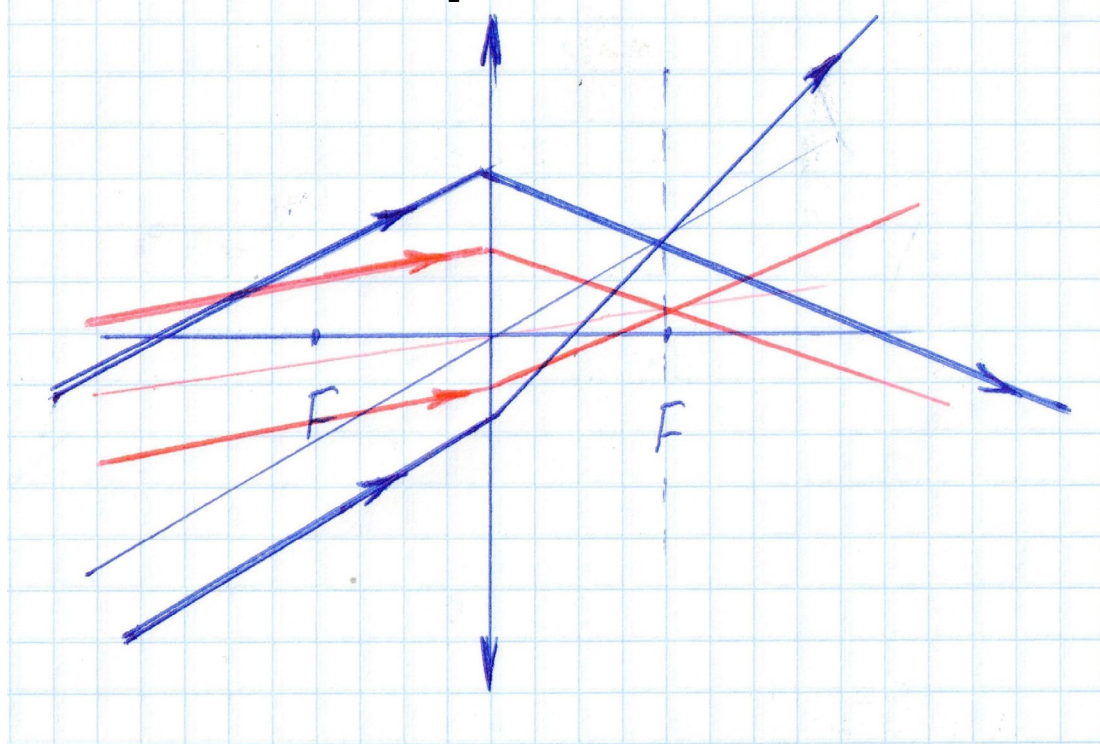


Рис. а

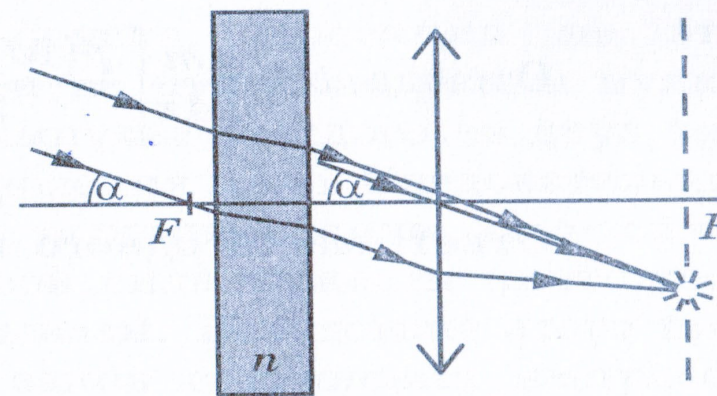
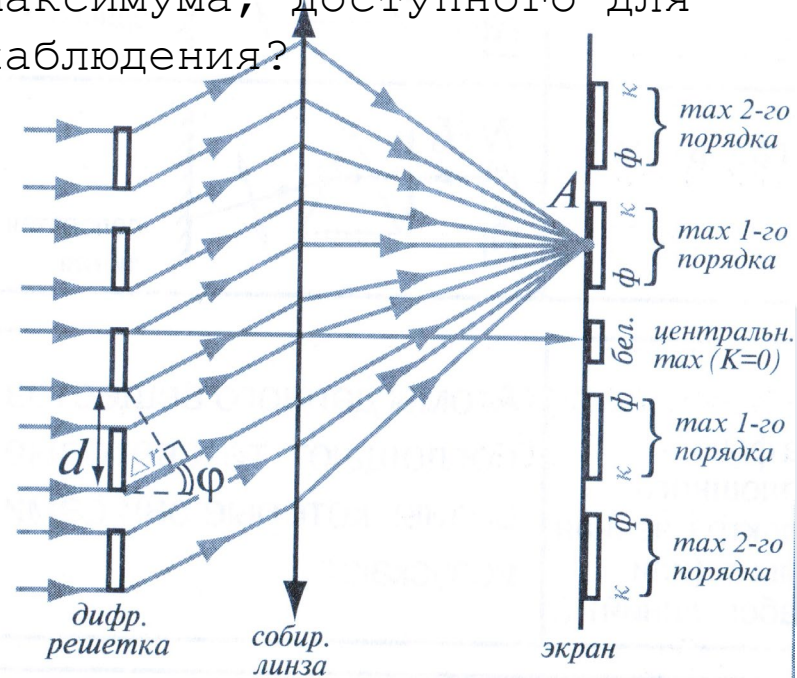


Рис. б



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. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?



$$\begin{aligned} l &= 1 \text{ мм} \\ N &= 300 \\ \nu &= 5,6 \cdot 10^{14} \\ c &= 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \end{aligned} \quad \left| \quad \begin{aligned} d \sin \varphi &= \pm k \lambda \\ c &= \lambda \cdot \nu \\ \text{если } k &(\text{max}) \\ \text{то } \varphi &\rightarrow 90^\circ \end{aligned} \right.$$

$$k_{\text{max}} = ? \quad \left| \quad d \cdot 1 = \frac{k_{\text{max}} c}{\nu}$$

$$d = \frac{l}{N}$$

$$\frac{l}{N} \cdot 1 = k_{\text{max}} \cdot \frac{c}{\nu}$$

$$k_{\text{max}} = \frac{l \cdot \nu}{N \cdot c}$$

$$k_{\text{max}} = \frac{1 \text{ мм} \cdot 5,6 \cdot 10^{14}}{300 \cdot 3 \cdot 10^8}$$

$$k_{\text{max}} = \frac{10^{-3} \cdot 5,6 \cdot 10^{14}}{300 \cdot 3 \cdot 10^8} = \frac{5,6 \cdot 10^{11}}{9 \cdot 10^{10}}$$

$$k_{\text{max}} \approx 6,2$$

Берем целое значение $k = 6$



ФОТОЭФФЕКТ

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания		Разбор заданий в аудитории	Домашнее задание
4		КВАНТОВАЯ ФИЗИКА			
4.1		КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ			
	4.1.1	Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$			
	4.1.2	Фотоны. Энергия фотона: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$. Импульс фотона: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$			
	4.1.3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта			
	4.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин max}}$, где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$, $E_{\text{кин max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$	ДЕМОНСТРАЦИЯ Диск «открытая физика», виртуальная модель «фотоэффект»	Вариант 18 Задание 23	Вариант 17 Задание 23
	4.1.5	Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность			
4.2		ФИЗИКА АТОМА			
	4.2.1	Планетарная модель атома			
	4.2.2	Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой: $h\nu_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_n - E_m $		Вариант 6 Задание 17	Вариант 5 Задание 17



Вариант 25 задача 23

Сколько фотонов падает на сетчатку глаза человека за 3 с, если мощность поглощённого сетчаткой света равна $13,2 \cdot 10^{-17}$ Вт, а длина волны света составляет 480 нм?

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

$$t = 3 \text{ с}$$

$$P = 13,2 \cdot 10^{-17} \text{ Вт}$$

$$\lambda = 480 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$N = ?$$

$$E = h\nu$$

$$E_{\text{общ}} = N h \nu$$

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$E_{\text{общ}} = N h \frac{c}{\lambda}$$

$$E_{\text{общ}} = P \cdot t$$

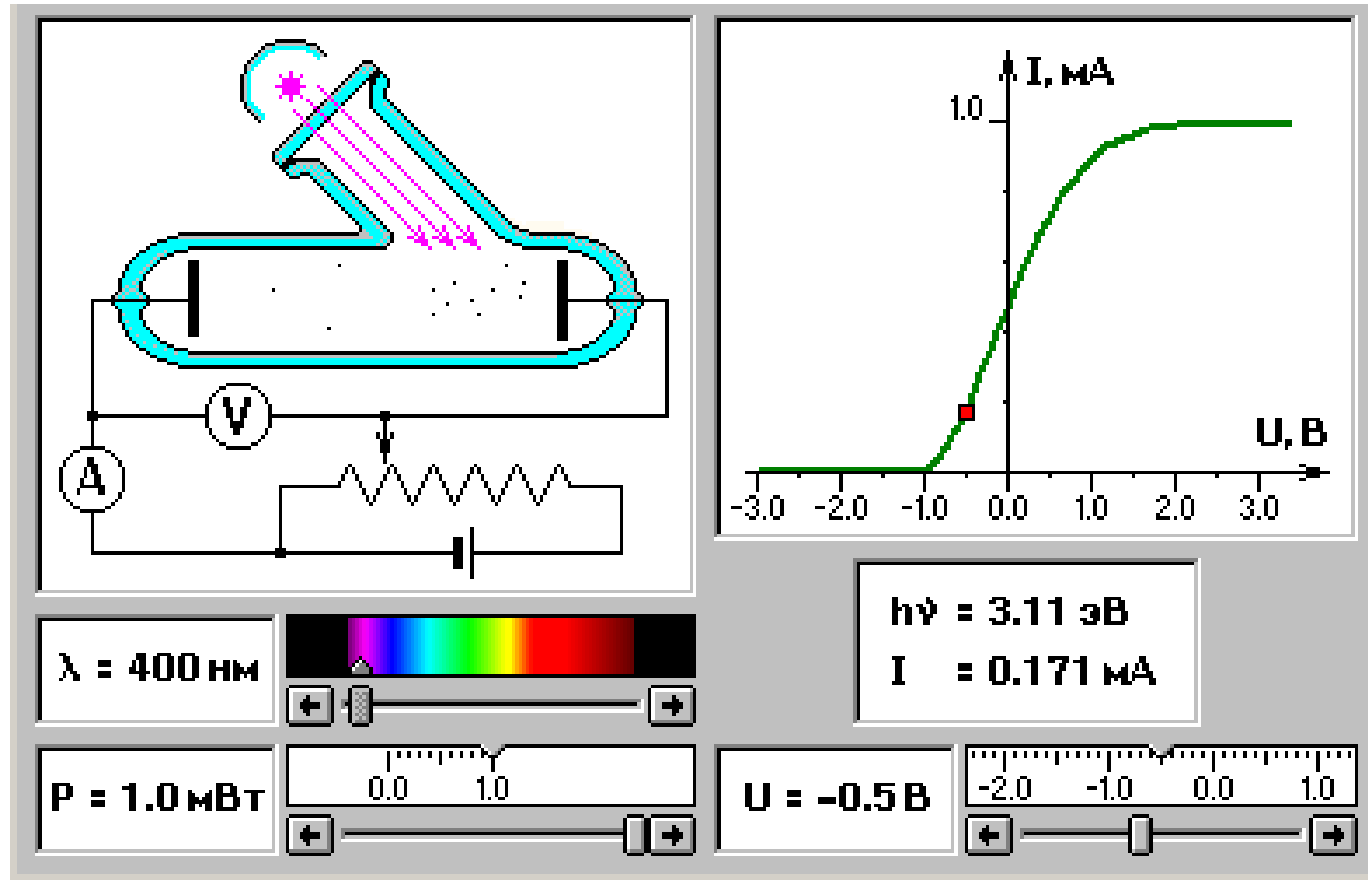
$$N h \frac{c}{\lambda} = P t$$

$$N = \frac{P t \lambda}{h c} = \frac{13,2 \cdot 10^{-17} \cdot 3 \cdot 480 \cdot 10^{-9}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}$$

$$\text{Ответ: } N = 960$$



Явление фотоэффекта





Вариант 5 задача 17

Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и зависимостями, которые они могут выражать. К каждой позиции первого столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

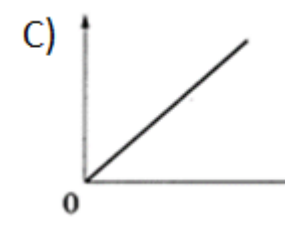
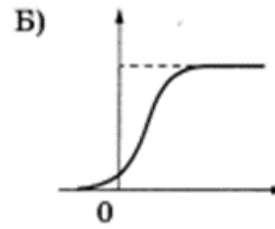
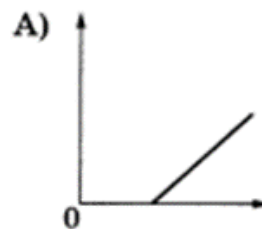
Графики

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m\upsilon^2}{2}$$
$$\frac{m\upsilon^2}{2} = k|U_3|$$
$$A_{\text{вых}} = \cos \varphi$$

где φ — фазовый сдвиг

$$h\nu = A_{\text{вых}} + eU_3$$
$$U_3 = \frac{h\nu}{e} - A_{\text{вых}} - \text{Максимум энергии}$$
$$U_3(\nu)$$

$E = h\nu$



Зависимости

- 1) Зависимость энергии фотона от длины волны
- 2) Зависимость максимальной энергии фотоэлектронов от частоты света
- 3) Зависимость энергии фотона от частоты света
- 4) Зависимость силы фототока от напряжения между электродами при неизменной освещённости



Вариант 17 задача 23

На металл падает поток фотонов с частотой в 3,5 раза больше «красной границы» фотоэффекта. Во сколько раз увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, если частоту падающего света увеличить в 2 раза?

$$\nu_1 = 3,5 \nu_{кр}$$

$$\nu_2 = 2 \nu_1$$

$$A_{вых} = \text{const}$$

$$\frac{E_{кин\max 2}}{E_{кин\max 1}} = ?$$

$$h\nu_{кр} = A_{вых} (*)$$

$$\begin{cases} h\nu_1 = A_{вых} + E_{кин1} \\ h\nu_2 = A_{вых} + E_{кин2} \end{cases} \quad (2)$$

$$h \cdot 3,5 \nu_{кр} = h \nu_{кр} + E_{кин1}$$

$$h \cdot 7 \nu_{кр} = h \nu_{кр} + E_{кин2}$$

$$E_{кин1} = 2,5 h \nu_{кр}$$

$$E_{кин2} = 6 h \nu_{кр}$$

$$\frac{E_{кин2}}{E_{кин1}} = \frac{6 h \nu_{кр}}{2,5 h \nu_{кр}} = \frac{6}{2,5} = 2,4$$

Ответ: в 2,4 раза



ДО ВСТРЕЧИ В СЕНТЯБРЕ





Литература

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

