



ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Капустина Е.В.

ФИЗИКА

СБОРНИК ЗАДАЧ С РЕШЕНИЯМИ

ОПТИЧЕСКИЕ
ЯВЛЕНИЯ

8

Урок №6.

Оптические приборы.

Задача №1.

Фотоаппарат. Объектив фотоаппарата имеет фокусное расстояние 10,5 см. На каком расстоянии от объектива должен быть помещен предмет, чтобы снимок получился в 5 раз меньше предмета?

Дано:	СИ:	Решение.
$F = 10,5 \text{ см}$	$0,105 \text{ м}$	
$\Gamma = \frac{1}{5}$		
$d - ?$		

1. При решении данной задачи необходимо вспомнить, что фотоаппарат сконструирован по принципу строения глаза человека.
2. Преломляющая система фотоаппарата, то есть объектив, работает как тонкая линза.

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \text{ где}$$

F - фокусное расстояние объектива фотоаппарата;

d - расстояние от объектива фотоаппарата до предмета;

f - расстояние от объектива фотоаппарата до изображения.

Для ответа на вопрос задачи также необходимо воспользоваться формулой линейного увеличения линзы:

$$\Gamma = \frac{f}{d}.$$

Откуда $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{1}{5}, \quad \frac{1}{f} = \frac{5}{d}.$

3. Далее из формулы тонкой линзы получим формулу для вычисления расстояния d :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{5}{d} = \frac{6}{d}; \quad d = 6F.$$

4. Подставим числовые значения и вычислим расстояние d :

$$d = 6 \cdot 0,105 \text{ м} = 0,63 \text{ м}.$$

Ответ: расстояние от объектива до предмета $d = 0,63 \text{ м}$.

Задача №2.

Проекционный аппарат. Объектив проектора имеет фокусное расстояние 15 см и расположен на расстоянии 6 м от экрана. Определите линейное увеличение изображения на экране.

Дано:	СИ:	Решение.
$F = 15 \text{ см}$	$0,15 \text{ м}$	
$f = 6 \text{ м}$		
$\Gamma - ?$		

1. Преломляющая система проекционного аппарата, то есть объектив, работает как тонкая линза.

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \text{ где}$$

F - фокусное расстояние объектива проекционного аппарата;

d - расстояние от объектива проекционного аппарата до диапозитива;

f - расстояние от объектива проекционного аппарата до изображения на экране.

Для ответа на вопрос задачи также необходимо воспользоваться формулой линейного увеличения линзы:

$$\Gamma = \frac{f}{d}.$$

3. Сначала из формулы тонкой линзы получим формулу для вычисления расстояния d :

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

$$\frac{1}{d} = \frac{f-F}{F \cdot f}, \text{ откуда } d = \frac{F \cdot f}{f-F}.$$

Подставим числовые значения и вычислим расстояние d :

$$d = \frac{0,15 \text{ м} \cdot 6 \text{ м}}{6 \text{ м} - 0,15 \text{ м}} = \frac{0,9 \text{ м}^2}{5,85 \text{ м}} \approx 0,15 \text{ м}.$$

4. Затем вычислим линейное увеличение изображения:

$$\Gamma \approx \frac{6 \text{ м}}{0,15 \text{ м}} \approx 40.$$

Ответ: Линейное увеличение изображения на экране $\Gamma \approx 40$.

Задача №3.

Лупа. Какое увеличение дает лупа в 10 диоптрий?

Дано:	СИ:	Решение.
$d = 25 \text{ см}$ $D = 10 \text{ дптр}$	$0,25 \text{ м}$	
$\Gamma - ?$		

1. Лупа – это собирающая линза.
2. Увеличение, даваемое лупой, равно отношению расстояния наилучшего зрения к фокусному расстоянию лупы:

$$\Gamma = \frac{d}{F}, \text{ где}$$

Γ – увеличение лупы;

d – расстояние наилучшего зрения, равное 25 см;

F – фокусное расстояние лупы.

3. Оптическая сила лупы связана с её фокусным расстоянием формулой:

$$D = \frac{1}{F}, \text{ откуда } F = \frac{1}{D}.$$

4. Подставим формулу для фокусного расстояния F в формулу для увеличения Γ и получим расчетную формулу:

$$\Gamma = D \cdot d.$$

5. Подставим числовые значения и вычислим увеличение лупы.

Учтем, что $1 \text{ дптр} = \frac{1}{\text{м}}$.

$$\Gamma = 10 \frac{1}{\text{м}} \cdot 0,25 \text{ м} = 2,5.$$

Ответ: увеличение лупы $\Gamma = 2,5$.

Задача №4.

Микроскоп. Фокусное расстояние объектива микроскопа $F_1 = 4$ мм, а фокусное расстояние окуляра $F_2 = 2,5$ см. Определите увеличение Γ этого микроскопа, если предмет помещается на $d' = 0,2$ мм дальше фокуса объектива.

Дано:

$F_1 = 4$ мм
 $F_2 = 2,5$ см
 $d' = 0,2$ мм
 $d = 25$ см

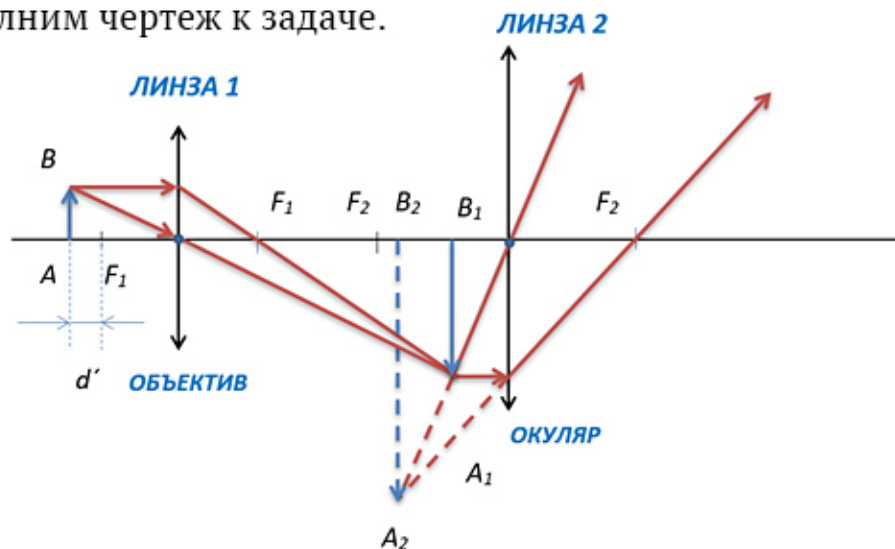
СИ:

$4 \cdot 10^{-3}$ м
 $2,5 \cdot 10^{-2}$ м
 $0,2 \cdot 10^{-3}$ м
 $25 \cdot 10^{-2}$ м

Решение.

$\Gamma - ?$

1. Выполним чертёж к задаче.



2. Микроскоп – это прибор, состоящий из двух линз: линза 1- объектив, линза 2 – окуляр. Каждая линза даёт свое увеличение. Увеличение микроскопа равно произведению увеличения объектива на увеличение окуляра:

$$\Gamma = \Gamma_1 \cdot \Gamma_2, \text{ где}$$

Γ – увеличение микроскопа;

Γ_1 – увеличение объектива микроскопа;

Γ_2 – увеличение окуляра микроскопа.

3. Увеличение объектива микроскопа вычисляют по формуле линейного увеличения линзы:

$$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1}, \text{ где}$$

d_1 – расстояние от объектива микроскопа до предмета AB ;

f_1 – расстояние от объектива микроскопа до изображения A_1B_1 .

По условию задачи расстояние d_1 от объектива микроскопа до предмета AB равно сумме фокусного расстояния F_1 объектива микроскопа и расстояния d' :

$$d_1 = F_1 + d';$$

$$d_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м} + 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

4. Расстояние f_1 от объектива микроскопа до изображения A_1B_1 вычислим, используя формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1};$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{d_1};$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{d_1 - F_1}{F_1 \cdot d_1}; \quad \text{откуда} \quad f_1 = \frac{F_1 \cdot d_1}{d_1 - F_1}.$$

Подставим числовые значения и вычислим расстояние f_1 :

$$f_1 = \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{4,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} - 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = \frac{16,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2}{0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 84 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

5. Зная f_1 , вычислим линейное увеличение объектива микроскопа:

$$\Gamma_1 = \frac{84 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{4,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 20$$

6. Окуляр микроскопа работает как лупа, видимое увеличение которой вычисляют по формуле:

$$\Gamma_2 = \frac{d}{F_2}, \quad \text{где}$$

Γ_2 – увеличение окуляра микроскопа;

d – расстояние наилучшего зрения, равное 25 см;

F_2 – фокусное расстояние окуляра микроскопа.

$$\text{Значит,} \quad \Gamma_2 = \frac{25 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 10.$$

7. Увеличение микроскопа вычислим по формуле:

$$\Gamma = \Gamma_1 \cdot \Gamma_2; \quad \Gamma = 20 \cdot 10 = 200.$$

Ответ: увеличение микроскопа $\Gamma = 200$.

Задача №5.

Телескоп. Объектив телескопа имеет фокусное расстояние $F_1=10\text{м}$, а окуляр имеет фокусное расстояние $F_2=5\text{см}$. Определите увеличение, даваемое этим телескопом.

Дано:	СИ:	Решение.
$F_1 = 10 \text{ м}$ $F_2 = 5 \text{ см}$	$0,05 \text{ м}$	
$\Gamma - ?$		

1. Увеличение телескопа вычисляют по формуле:

$$\Gamma = \frac{F}{f}, \text{ где}$$

Γ – угловое увеличение телескопа;

F – фокусное расстояние объектива телескопа;

f – фокусное расстояние окуляра телескопа.

2. Эту формулу можно записать следующим образом:

$$\Gamma = \frac{F_1}{F_2}.$$

3. Вычислим увеличение телескопа:

$$\Gamma = \frac{10 \text{ м}}{0,05 \text{ м}} = 200.$$

Ответ: увеличение телескопа $\Gamma = 200$.

Задача №6.

Телескоп. Во сколько раз больше света от звезды попадет в глаз человека при наблюдении в телескоп диаметром 102 см, если диаметр зрачка 3 мм?

Дано:	СИ:	Решение.
$D_1 = 102 \text{ см}$ $D_2 = 3 \text{ мм}$	$102 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	
$\frac{W_1}{W_2} - ?$		

1. В глаз человека попадает света во столько раз больше, во сколько площадь объектива телескопа превышает площадь зрачка глаза:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{S_1}{S_2}, \text{ где}$$

W_1 – световая энергия, идущая от небесного тела;

W_2 – световая энергия, попадающая в глаз после прохождения в телескопе;

S_1 – площадь объектива телескопа;

S_2 – площадь зрачка глаза.

2. Площадь окружности вычисляют по формуле:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ где } D \text{ – диаметр окружности.}$$

Площадь объектива телескопа:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}.$$

Площадь зрачка глаза:

$$S_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4}.$$

3. Вычислим, во сколько раз больше света от звезды попадет в глаз человека при наблюдении в телескоп:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot \frac{4}{\pi \cdot D_2^2} = \frac{D_1^2}{D_2^2};$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{10404 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} = 115\,600.$$

Ответ: в 115 600 раз больше света от звезды попадет в глаз человека при наблюдении в телескоп.