



ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Капустина Е.В.

ФИЗИКА

СБОРНИК ЗАДАЧ С РЕШЕНИЯМИ

ОПТИЧЕСКИЕ
ЯВЛЕНИЯ

8

Урок №5.

Глаз. Очки.

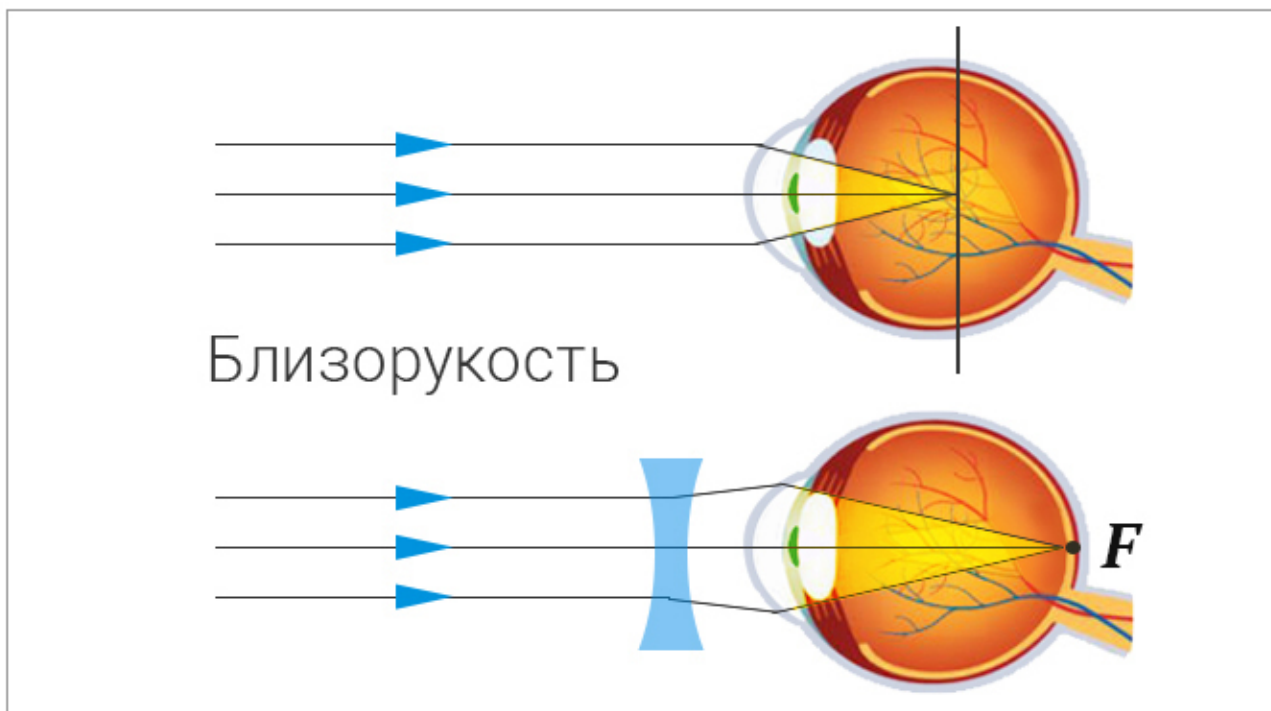
Задача №1.

Глаз диаметром 16,95 мм имеет фокусное расстояние 16 мм. Какой оптической силы нужны очки для такого глаза? Для коррекции какого дефекта зрения предназначены эти очки?

Решение.

Дано:	СИ:	Решение.
$F = 16,95 \text{ мм}$ $F_{\text{глаза}} = 16 \text{ мм}$	$0,01695 \text{ м}$ $0,016 \text{ м}$	
$D_{\text{очков}} - ?$		

- По условию данной задачи глаз работает совместно с оптическим прибором – очками, образуя оптическую систему «глаз - очки».
- Для решения задачи следует вспомнить, что при близорукости глазное яблоко немного вытянуто, поэтому изображение формируется перед сетчаткой. Для исправления этого дефекта зрения используют очки с рассеивающими линзами. В этом случае фокусное расстояние оптической системы «глаз – очки» должно стать равным диаметру глаза. Изображение должно попасть на сетчатку глаза (смотри рисунок к задаче).



3. Также для решения задачи следует использовать тот факт, что оптическая сила двух соединенных линз равна сумме оптических сил линз. Для оптической системы «глаз – очки» запишем формулу оптической силы D :

$$D = D_{\text{глаза}} + D_{\text{очков}} , \text{ откуда } D_{\text{очков}} = D - D_{\text{глаза}} .$$

4. Вычислим оптическую силу системы «глаз – очки» по формуле:

$$D = \frac{1}{F} ; D = \frac{1}{0,01695 \text{ м}} \approx 59 \text{ дптр} .$$

5. Вычислим оптическую силу глаза по формуле:

$$D_{\text{глаза}} = \frac{1}{F_{\text{глаза}}} ; D_{\text{глаза}} = \frac{1}{0,016 \text{ м}} = 62,5 \text{ дптр} .$$

6. Вычислим оптическую силу очков по формуле:

$$D_{\text{очков}} = D - D_{\text{глаза}} .$$

$$D_{\text{очков}} \approx 59 \text{ дптр} - 62,5 \text{ дптр} \approx -3,5 \text{ дптр} .$$

Ответ: Оптическая сила очков $D_{\text{очков}} \approx -3,5 \text{ дптр}$.
 Линзы в очках рассеивающие.
 Очки предназначены для коррекции близорукости.

Задача №2.

Фокусное расстояние оптической системы глаза равно 1,5 см. Предмет расположен на расстоянии 30 м от наблюдателя. Во сколько раз изображение предмета на сетчатке глаза меньше самого предмета?

Дано:	СИ:	Решение.
$F = 1,5 \text{ см}$ $d = 30 \text{ м}$	$0,015 \text{ м}$	
$\frac{h}{H} - ?$		

1. При решении задачи необходимо вспомнить, что глаз – это оптическая система, оптическая ось которой проходит через геометрические центры роговицы, зрачка и хрусталика. Оптический центр глаза находится в центре хрусталика, чуть ближе к его задней поверхности.

2. Преломляющая система глаза воспринимается как тонкая линза.

Формула тонкой линзы:

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

F - фокусное расстояние оптической системы глаза;

d – расстояние от оптического центра глаза до предмета;

f – расстояние от оптического центра глаза до изображения, то есть расстояние от хрусталика до сетчатки.

Величина f является неизменной, поскольку это геометрическая характеристика, индивидуальная для каждого глаза.

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

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d} \text{ или } \frac{h}{H} = \frac{d}{f}, \text{ где}$$

H - линейный размер изображения;

h - линейный размер предмета.

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

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

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

Подставим числовые значения и вычислим расстояние f :

$$f = \frac{0,015 \text{ м} \cdot 30 \text{ м}}{30 \text{ м} - 0,015 \text{ м}} = \frac{0,45 \text{ м}^2}{29,985 \text{ м}} = 0,015 \text{ м}.$$

Как видим, $f = F = 0,015 \text{ м} = 1,5 \text{ см}$.

4. Затем вычислим во сколько раз линейный размер предмета больше, чем линейный размер изображения на сетчатке глаза по формуле:

$$\frac{h}{H} = \frac{d}{f},$$

$$\frac{h}{H} = \frac{30 \text{ м}}{0,015 \text{ м}} = 2000.$$

Итак, изображение на сетчатке глаза меньше самого предмета в 2000 раз.

Ответ: Размер изображения предмета на сетчатке глаза меньше самого предмета в 2000 раз.

Задача №3.

Ученик привык читать книгу без очков, держа её на расстоянии 20 см от глаз. Какова должна быть оптическая сила очков, чтобы ученик мог читать книгу, держа её на расстоянии наилучшего зрения 25 см?

Дано:	СИ:	Решение.
$d_1 = 20 \text{ см}$ $d_2 = 25 \text{ см}$	$0,2 \text{ м}$ $0,25 \text{ м}$	
$D_{\text{очков}} - ?$		

1. Преломляющая система глаза воспринимается как тонкая линза.

Формула тонкой линзы:

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

D – оптическая сила оптической системы глаза;

d – расстояние от оптического центра глаза до предмета;

f – расстояние от оптического центра глаза до изображения, то есть расстояние от хрусталика до сетчатки.

Величина f является неизменной, поскольку это геометрическая характеристика, индивидуальная для каждого глаза.

2. Оптическая сила глаза без очков вычисляется по формуле:

$$D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f},$$

3. Оптическая сила глаза и очков вычисляется по формуле:

$$D_2 = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f}, \text{ где } D_2 = D_1 + D_{\text{очков}}$$

$$\text{Тогда } D_1 + D_{\text{очков}} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f}.$$

4. Составим и решим систему уравнений относительно $D_{\text{очков}}$:

$$\left. \begin{aligned} D_1 + D_{\text{очков}} &= \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f} \cdot \\ D_1 &= \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} \cdot \end{aligned} \right\}$$

$$D_1 + D_{\text{очков}} - D_1 = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f} - \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f},$$

$$D_{\text{очков}} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1}.$$

Подставим числовые значения и вычислим оптическую силу очков:

$$D_{\text{очков}} = \frac{1}{0,25 \text{ м}} - \frac{1}{0,2 \text{ м}} = 4 \text{ дптр} - 5 \text{ дптр} = -1 \text{ дптр}.$$

Ответ: Оптическая сила очков $D_{\text{очков}} = -1 \text{ дптр}$.