учитель будущего

Методика решения задач по теме «Оптика» с использованием законов и формул

Емельянова Юлия Андреевна,
ассистент кафедры общей физики
МГОУ

Задача 1. Построить изображение точки в плоском зеркале. Доказать, что мнимое изображение расположено за зеркалом на таком же расстоянии от зеркала, как и предмет.

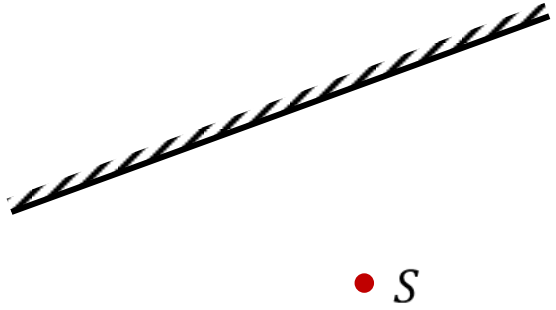


Рис. 1.1

Задача 1. Построить изображение точки в плоском зеркале. Доказать, что мнимое изображение расположено за зеркалом на таком же расстоянии от зеркала, как и предмет.

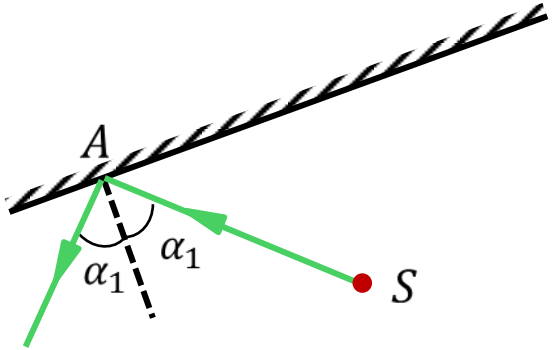


Рис. 1.2

Для получения изображения точки необходимо и достаточно провести из этой точки 2 луча (в общем случае, произвольных), построить ход каждого луча через оптическую систему по законам геометрической оптики и найти точку пересечения этих лучей или их продолжений

Задача 1. Построить изображение точки в плоском зеркале. Доказать, что мнимое изображение расположено за зеркалом на таком же расстоянии от зеркала, как и предмет.

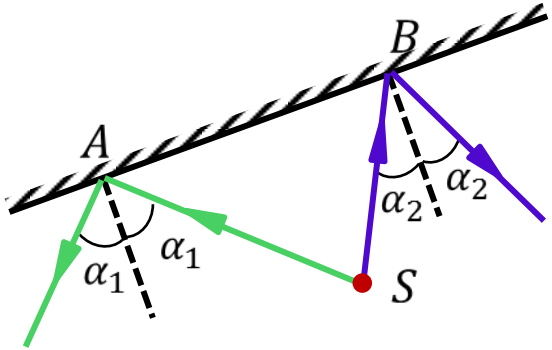


Рис. 1.3

Для получения изображения точки необходимо и достаточно провести из этой точки 2 луча (в общем случае, произвольных), построить ход каждого луча через оптическую систему по законам геометрической оптики и найти точку пересечения этих лучей или их продолжений

Задача 1. Построить изображение точки в плоском зеркале. Доказать, что мнимое изображение расположено за зеркалом на таком же расстоянии от зеркала, как и предмет.

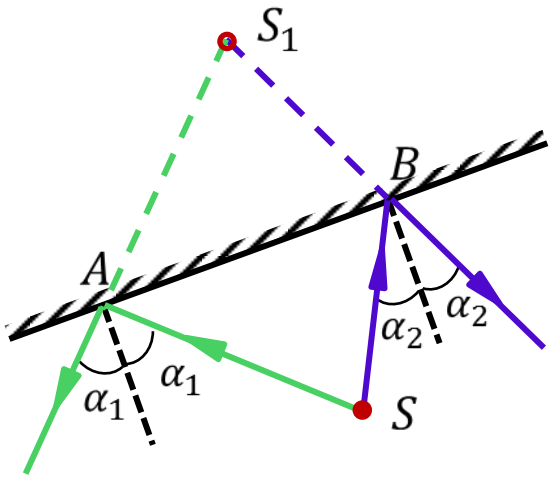


Рис. 1.4

Для получения изображения точки необходимо и достаточно провести из этой точки 2 луча (в общем случае, произвольных), построить ход каждого луча через оптическую систему по законам геометрической оптики и найти точку пересечения этих лучей или их продолжений

Задача 1. Построить изображение точки в плоском зеркале. Доказать, что мнимое изображение расположено за зеркалом на таком же расстоянии от зеркала, как и предмет.

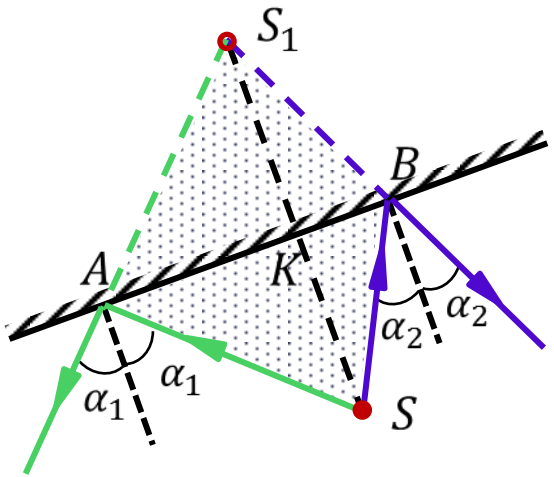


Рис. 1.5

Точки S и S_1 соединяются прямой.
Требуется доказать, что отрезок $SS_1 \perp AB$ и делится пополам точкой K.
Доказательство следует из равенства треугольников:

$$\Delta ABS_1 = \Delta ABS$$

(общая сторона и равные углы по построению).

Задача 1. Построить изображение точки в плоском зеркале. Доказать, что мнимое изображение расположено за зеркалом на таком же расстоянии от зеркала, как и предмет.

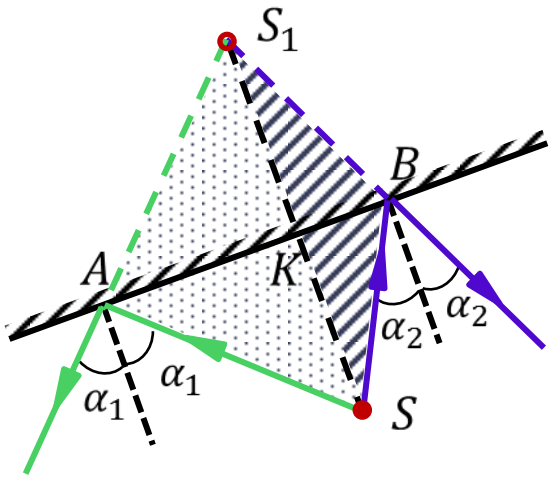


Рис. 1.6

Из равенства треугольников

$$\Delta ABS_1 = \Delta ABS$$

следует:

$$S_1B = BS,$$

то есть треугольник

ΔS_1BS – равнобедренный,

BK – биссектриса (по построению),

следовательно, является и медианой, и высотой, то есть

$SS_1 \perp AB$ и $KS_1 = KS$,

что и требовалось доказать

Задача 2. Зеркало поворачивается на угол φ. На какой угол β повернется при этом отраженный луч? [1]

Дано:
φ – угол поворота зеркала
Найти:
φ – угол поворота отраженного луча

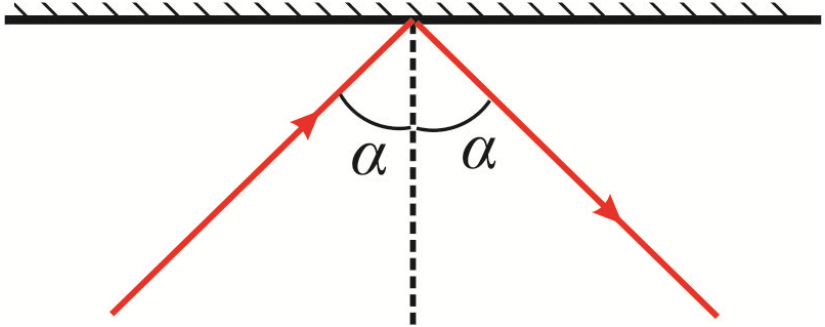
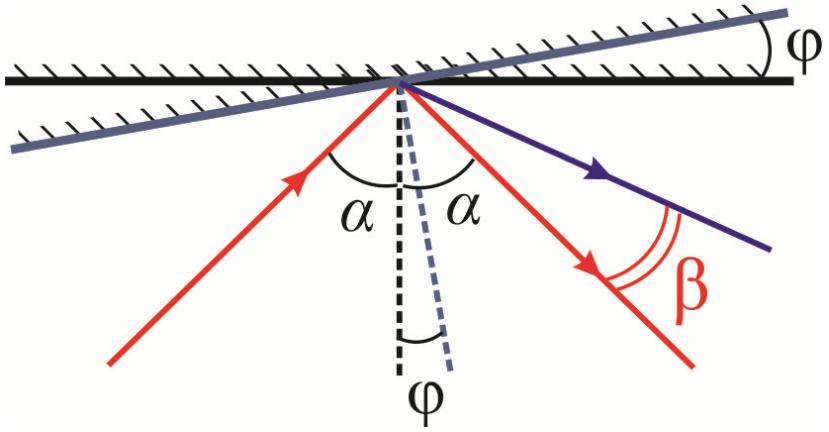


Рис. 2.1

Луч падает на зеркало под произвольным углом α и отражается под таким же углом.

Задача 2. Зеркало поворачивается на угол φ. На какой угол β повернется при этом отраженный луч? [1]

Дано:
φ – угол поворота зеркала
Найти:
β – угол поворота отраженного луча



Зеркало повернуто на угол φ относительно вертикальной оси, проходящей через точку падения луча.

Рис. 2.2

Задача 2. Зеркало поворачивается на угол φ. На какой угол β повернется при этом отраженный луч? [1]

Дано:
φ – угол поворота зеркала
Найти:
β – угол поворота отраженного луча

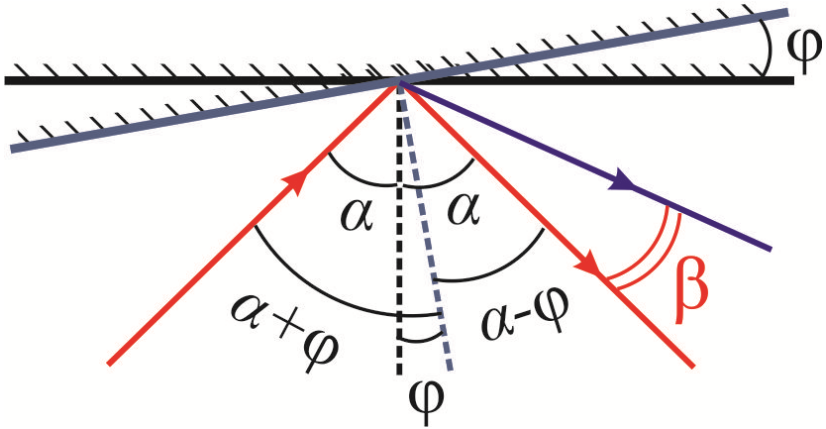


Рис. 2.3

Зеркало повернуто на угол φ относительно вертикальной оси, проходящей через точку падения луча.

Из чертежа по построению:

$$\alpha + \varphi = (\alpha - \varphi) + \beta$$

Ответ: $\beta = 2\varphi$

Задача 3. Человек ростом 1,8 м стоит перед вертикальным плоским зеркалом. Какой должна быть минимальная высота зеркала и на какой высоте над полом должен находиться нижний край зеркала, чтобы человек мог видеть свое отражение в полный рост (принять, что глаза находятся на расстоянии 10 см ниже верхней части головы)? [2]

Дано:
$H = 1{,}8$ м
$a = 10$ см
Найти:
$h - ?\,;\, l - ?$

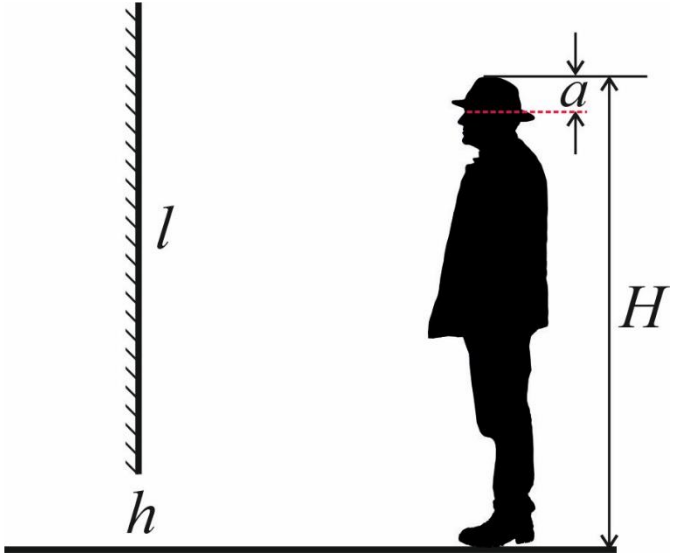


Рис. 3.1

Задача 3. Человек ростом 1,8 м стоит перед вертикальным плоским зеркалом. Какой должна быть минимальная высота зеркала и на какой высоте над полом должен находиться нижний край зеркала, чтобы человек мог видеть свое отражение в полный рост (принять, что глаза находятся на расстоянии 10 см ниже верхней части головы)? [2]

Дано:
$H = 1{,}8$ м
$a = 10$ см
Найти:
h–?; l–?

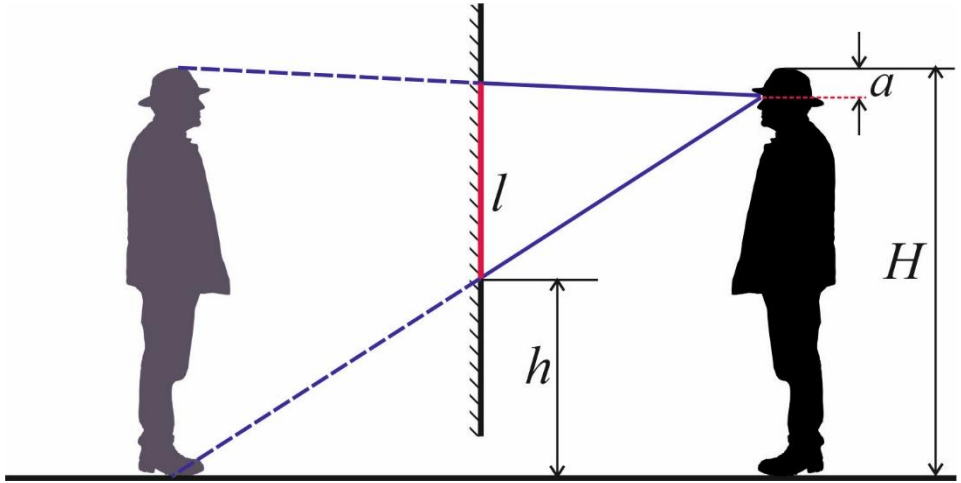


Рис. 3.2

Задача 3. Человек ростом 1,8 м стоит перед вертикальным плоским зеркалом. Какой должна быть минимальная высота зеркала и на какой высоте над полом должен находиться нижний край зеркала, чтобы человек мог видеть свое отражение в полный рост (принять, что глаза находятся на расстоянии 10 см ниже верхней части головы)? [2]

Дано:
$H = 1{,}8$ м
$a = 10$ см
Найти:
$h - ?\,;\, l - ?$

Из чертежа по построению:

$$AB = AC \qquad (1)$$

$$h = \frac{OC}{2} = \frac{H - a}{2} \qquad (2)$$

$$l = \frac{H}{2} \qquad (3)$$

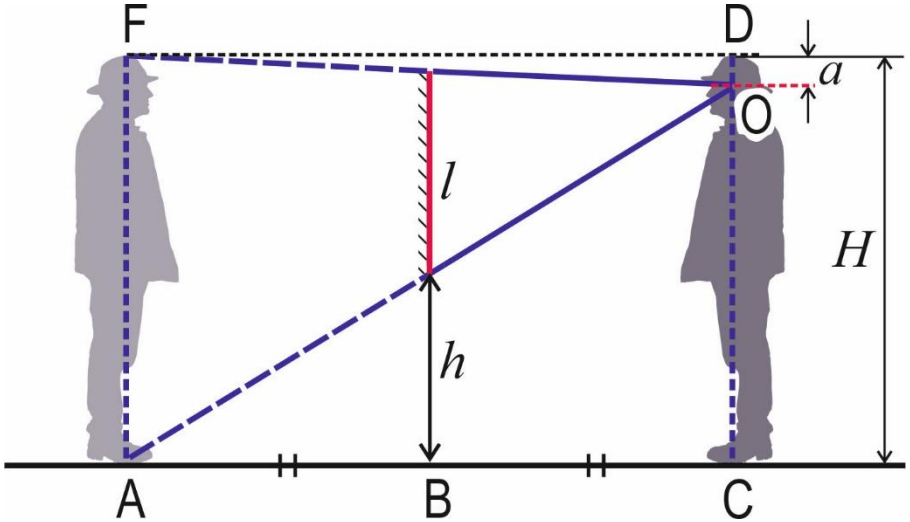


Рис. 3.3

Задача 3. Человек ростом 1,8 м стоит перед вертикальным плоским зеркалом. Какой должна быть минимальная высота зеркала и на какой высоте над полом должен находиться нижний край зеркала, чтобы человек мог видеть свое отражение в полный рост (принять, что глаза находятся на расстоянии 10 см ниже верхней части головы)? [2]

Дано:
$H = 1{,}8$ м
$a = 10$ см
Найти:
$h - ?\,;\, l - ?$

Из чертежа по построению:

$$AB = AC \qquad (1)$$

$$h = \frac{OC}{2} = \frac{H - a}{2} \qquad (2)$$

$$l = \frac{H}{2} \qquad (3)$$

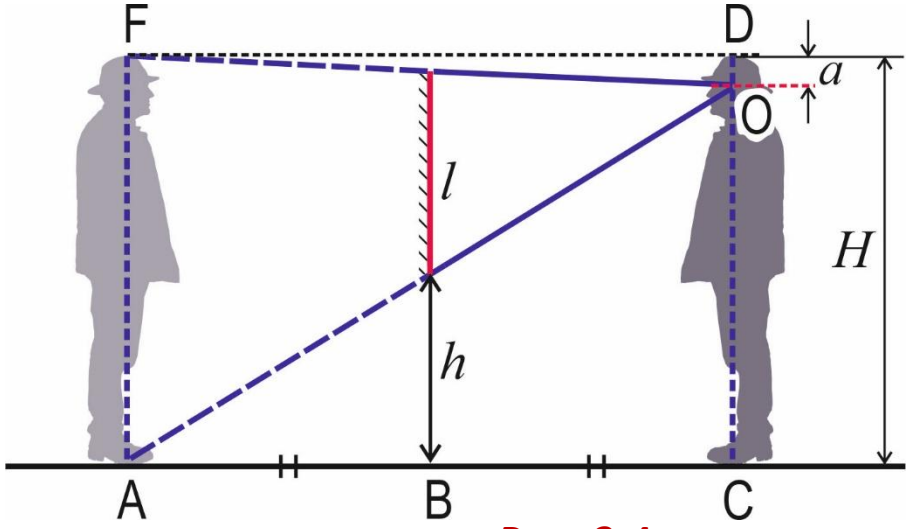


Рис. 3.4

$$h = \frac{1{,}8 - 0{,}1}{2} = 0{,}85\ (\text{м}) \qquad l = \frac{1{,}8}{2} = 0{,}9\ (\text{м})$$

Ответ: $h = 0{,}85$ м; $l = 0{,}9$ м

Задача 4. Два плоских зеркала образуют угол α. На одно из зеркал падает луч, лежащий в плоскости, перпендикулярной ребру. Определить угол отклонения луча δ от первоначального направления после отражения от обоих зеркал [3].

Дано:
α — угол между зеркалами
Найти:
δ — угол отклонения отраженного луча

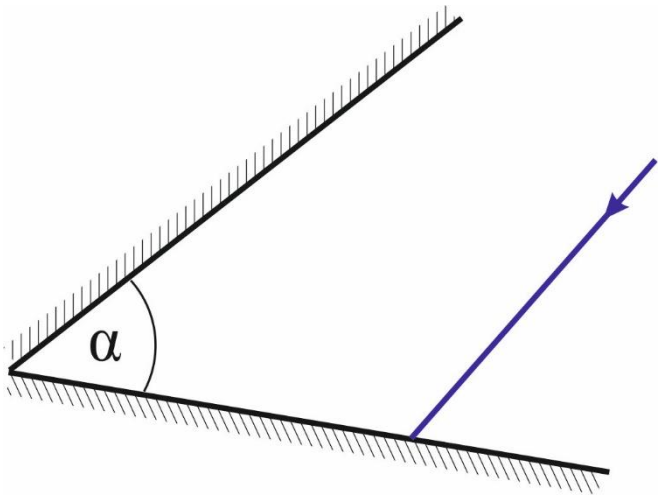


Рис. 4.1

Задача 4. Два плоских зеркала образуют угол α. На одно из зеркал падает луч, лежащий в плоскости, перпендикулярной ребру. Определить угол отклонения луча δ от первоначального направления после отражения от обоих зеркал [3].

Дано:
α — угол между зеркалами
Найти:
δ — угол отклонения отраженного луча

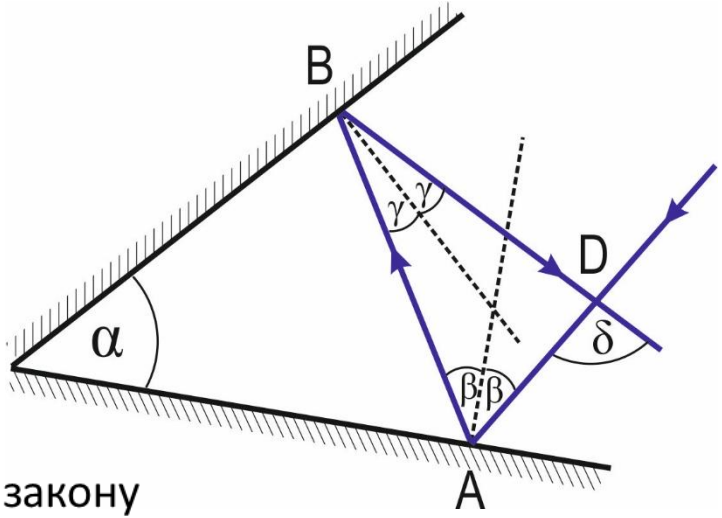


Рис. 4.2

Падающий луч дважды отражается по закону отражения от зеркал в точках A и B. Искомый угол δ между положительными направлениями падающего и отраженного лучей.

Задача 4. Два плоских зеркала образуют угол α. На одно из зеркал падает луч, лежащий в плоскости, перпендикулярной ребру. Определить угол отклонения луча δ от первоначального направления после отражения от обоих зеркал [3].

Дано:
α – угол между зеркалами
Найти:
δ – угол отклонения отраженного луча

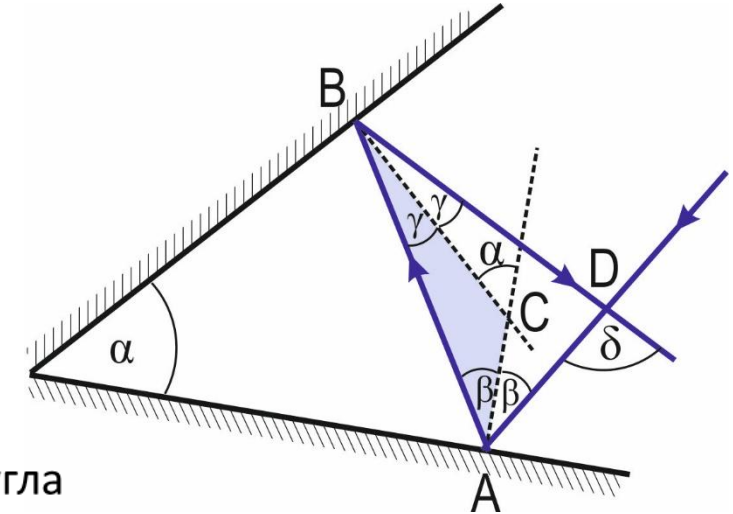


Рис. 4.3

Угол между нормалями к сторонам угла равен α.

$\alpha = \beta + \gamma$ (α – внешний угол к ΔABC)

$\delta = 2\beta + 2\gamma$ (δ – внешний угол к ΔABD)

Ответ: $\delta = 2\alpha$

Задача 4.1. Два плоских зеркала образуют угол 90°. На одно из зеркал падает луч, лежащий в плоскости, перпендикулярной ребру. Определить угол отклонения луча δ от первоначального направления после отражения от обоих зеркал [3].

Дано:
$\alpha = 90°$
Найти:
δ – угол отклонения отраженного луча

Из общего решения **задачи 4** следует:

$$\delta = 2\alpha;$$
$$\delta = 2 \cdot 90° = 180°$$

Падающий луч поворачивает в обратном направлении

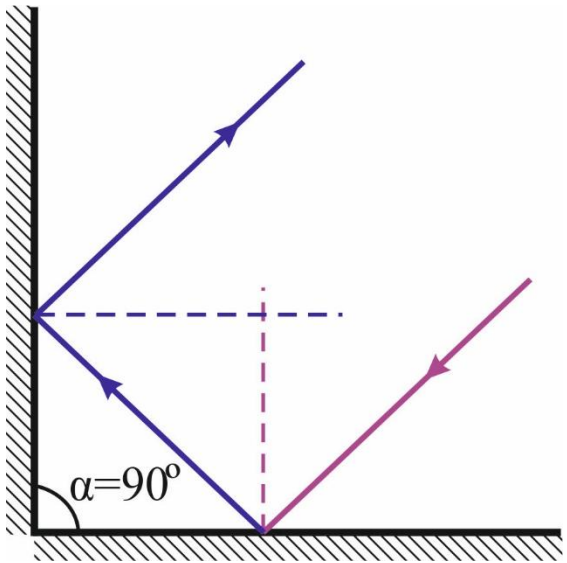


Рис. 4.1.1

Ответ: $\delta = 180°$

Задача 4.2. Можно ли создать устройство, в котором падающий луч при любых условиях отражался бы назад? [3].

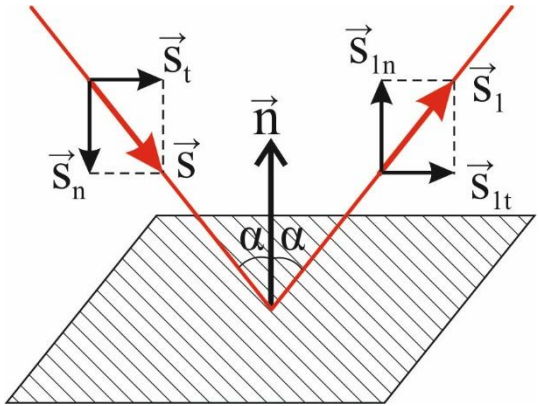


Рис. 4.2.1

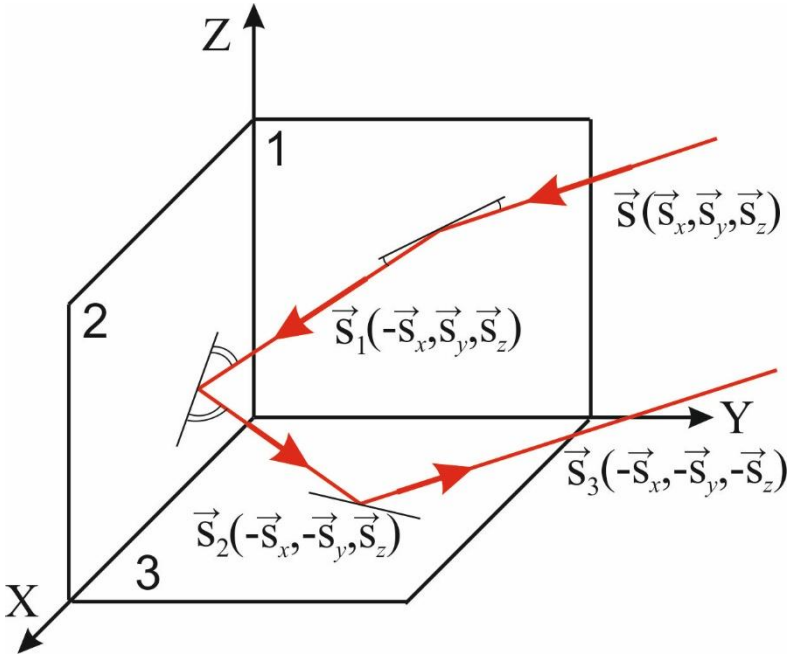


Рис. 4.2.2

КАТАФОТ И СЕКСТАНТ

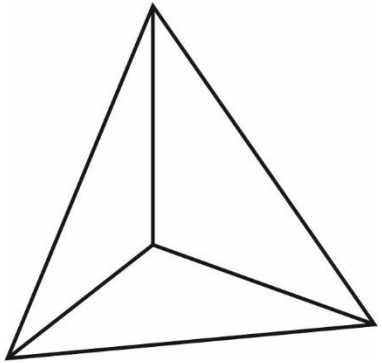


Рис. 4.2.3

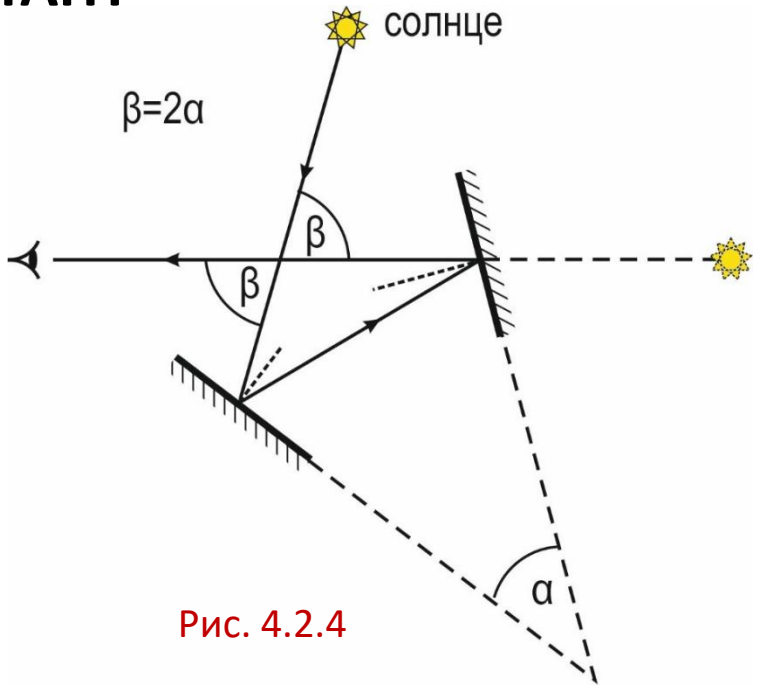


Рис. 4.2.4

Задача 5. Найти все изображения предмета, находящегося между двумя зеркалами, наклоненными друг к другу под углом 90°. Построить ход лучей, дающих изображение предмета после двух последовательных отражений от обоих зеркал [4].

Дано:
$\varphi = 90° -$ угол между зеркалами
Найти:
$k -?$ количество изображений

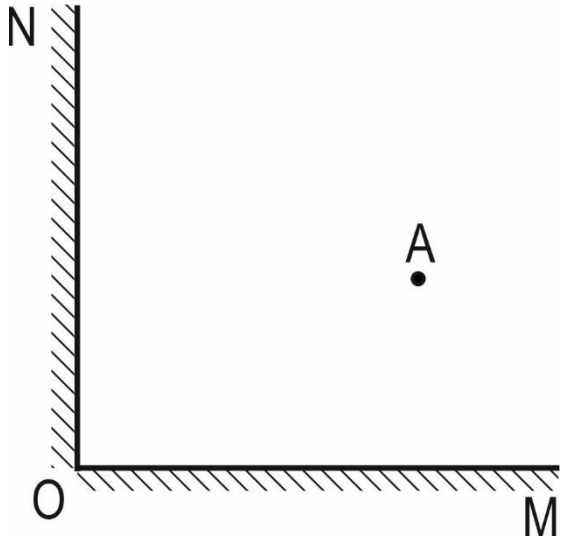


Рис. 5.1

Задача 5. Найти все изображения предмета, находящегося между двумя зеркалами, наклоненными друг к другу под углом 90°. Построить ход лучей, дающих изображение предмета после двух последовательных отражений от обоих зеркал [4].

Дано:
$\varphi = 90° -$ угол между зеркалами
Найти:
$k-?$ количество изображений

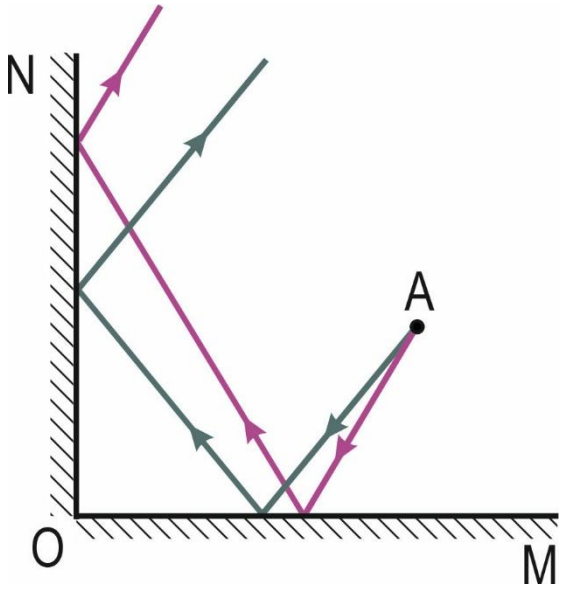


Рис. 5.2

Задача 5. Найти все изображения предмета, находящегося между двумя зеркалами, наклоненными друг к другу под углом 90°. Построить ход лучей, дающих изображение предмета после двух последовательных отражений от обоих зеркал [4].

Дано:
$\varphi = 90° -$ угол между зеркалами
Найти:
$k-?$ количество изображений

A_1 – изображение точки A в зеркале OM;
A_2 – изображение точки A в зеркале ON

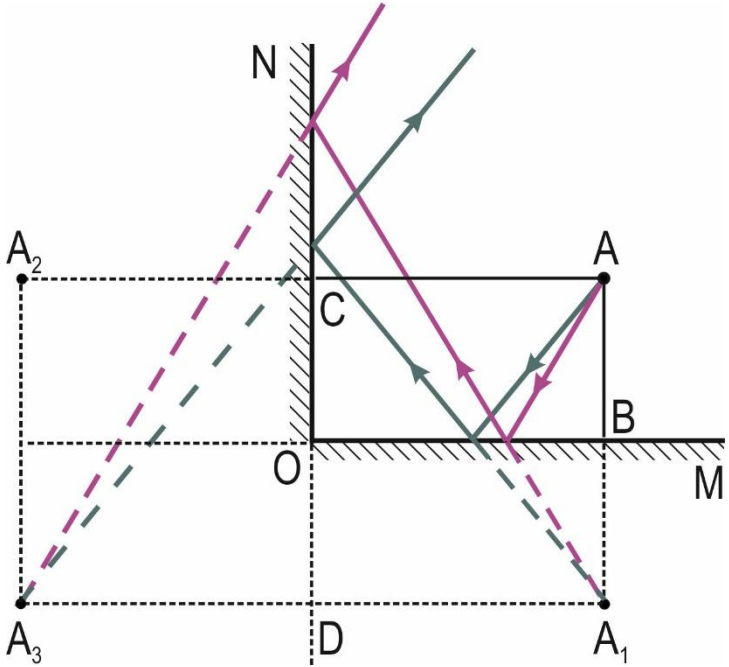


Рис. 5.3

Задача 5. Найти все изображения предмета, находящегося между двумя зеркалами, наклоненными друг к другу под углом 90°. Построить ход лучей, дающих изображение предмета после двух последовательных отражений от обоих зеркал [4].

Дано:
$\varphi = 90° -$ угол между зеркалами
Найти:
$k-?$ количество изображений

$A_2 -$ изображение точки A в зеркале ON;
$A_3 -$ изображение точки A в зеркале OM

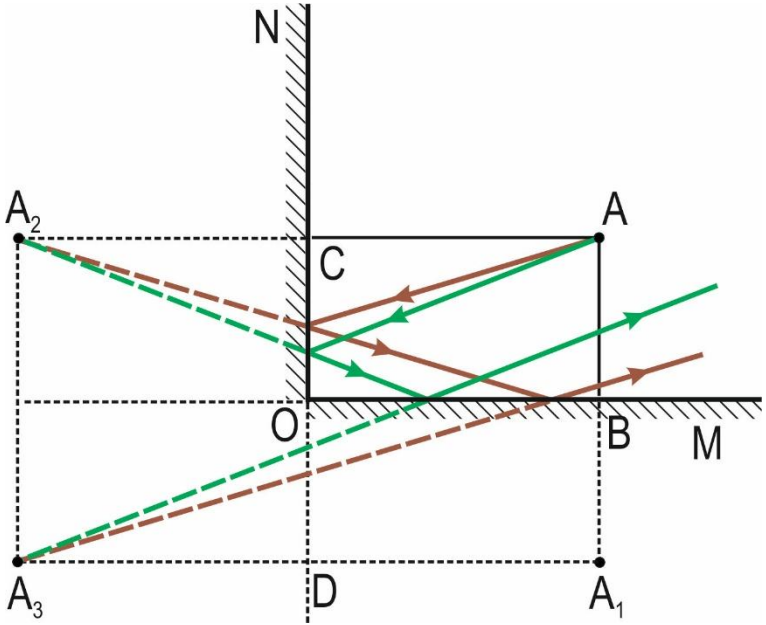


Рис. 5.4

Задача 5. Найти все изображения предмета, находящегося между двумя зеркалами, наклоненными друг к другу под углом 90°. Построить ход лучей, дающих изображение предмета после двух последовательных отражений от обоих зеркал [4].

Дано:
$\varphi = 90° -$ угол между зеркалами
Найти:
$k-?$ количество изображений

Точка A (предмет) и точки A_1, A_2, A_3 (его изображения) лежат на одной окружности радиуса OA

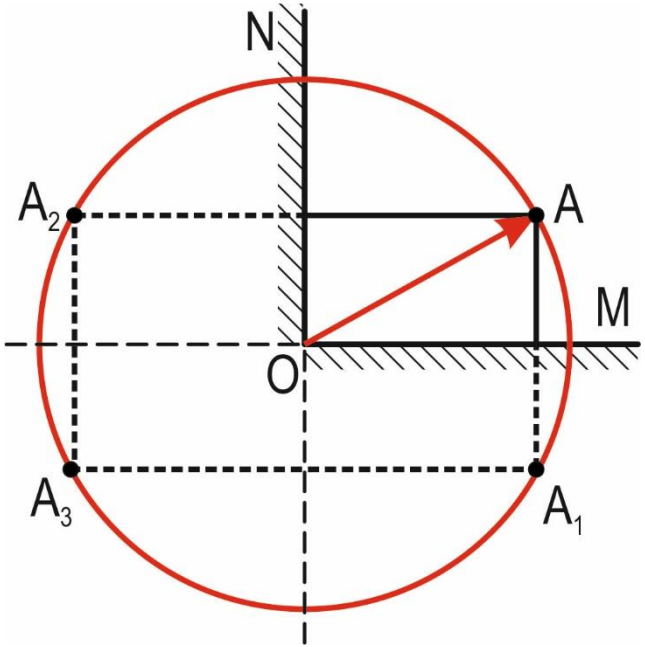


Рис. 5.5

Ответ: $k = 3$

Задача 6. Определить число изображений предмета, помещенного между двумя плоскими зеркалами, образующими друг с другом угол φ в предположении, что число $m = \frac{2\pi}{\varphi}$ – целое [4].

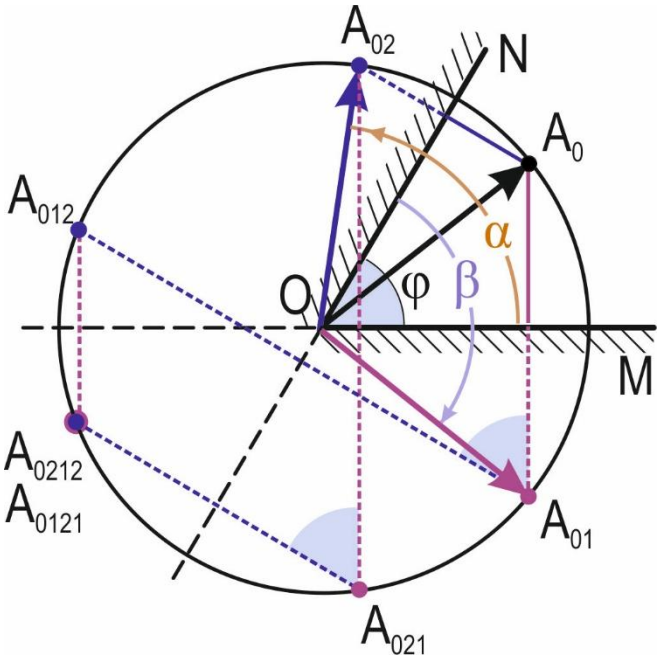
Дано:

$\varphi = \frac{2\pi}{m}$ – угол между зеркалами

Найти:

k–? количество изображений

Количество изображений (k) в зеркалах зависит от числа m



$\varphi = 60°$

$m = 6$ – четное

$k = m - 1 = 5$

Рис. 6.1

Задача 6. Определить число изображений предмета, помещенного между двумя плоскими зеркалами, образующими друг с другом угол φ в предположении, что число $m = \frac{2\pi}{\varphi}$ – целое [4].

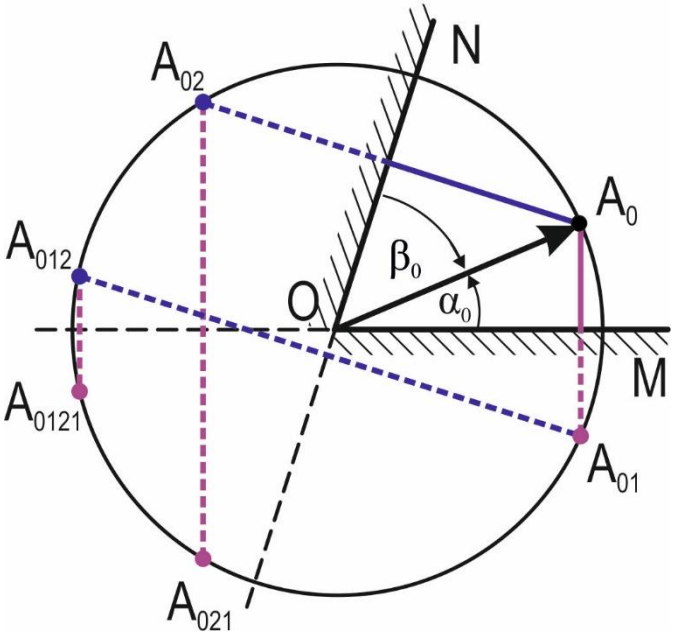
Дано:

$\varphi = \frac{2\pi}{m}$ – угол между зеркалами

Найти:

k–? количество изображений

Количество изображений (k) в зеркалах зависит от числа m



$\varphi = 72°$

$m = 5$ – нечетное

$k = m = 5$

Рис. 6.2

Задача 6. Определить число изображений предмета, помещенного между двумя плоскими зеркалами, образующими друг с другом угол φ в предположении, что число $m = \frac{2\pi}{\varphi}$ – целое [4].

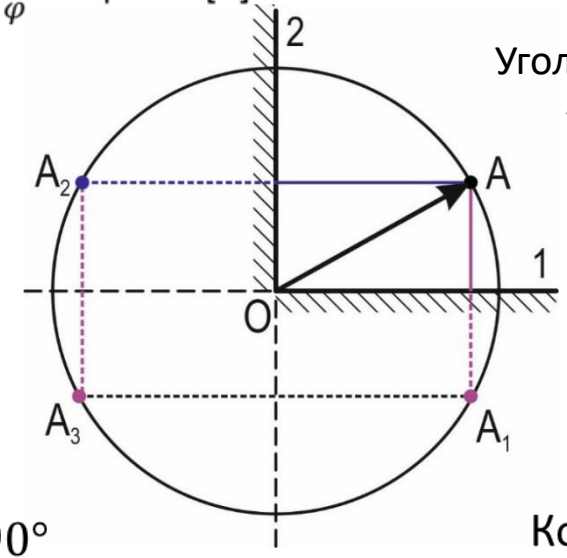


Рис. 6.3

$\varphi = 90°$

$m = 4$

$k = m - 1 = 3$

Угол между зеркалами:

m – целое число

$$\varphi = \frac{2\pi}{m}$$

Количество изображений (k) в зеркалах зависит от числа m

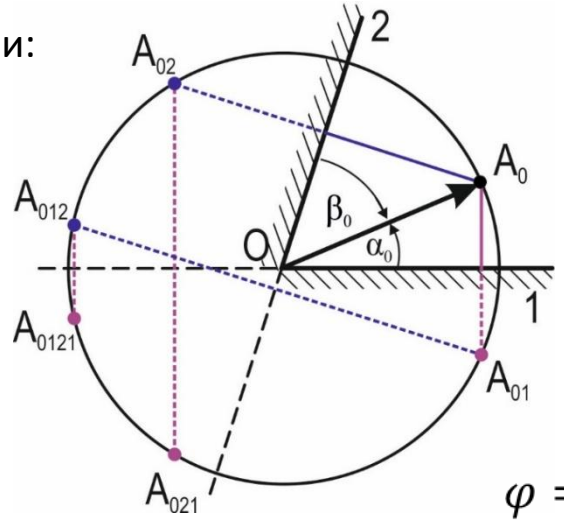


Рис. 6.4

$\varphi = 72°$

$m = 5$

$k = m = 5$

Задача 7. Собирающая линза дает изображение предмета, увеличенное в 5 раз. Экран придвинули к предмету на Δ=50 см, затем переместили линзу так, что предмет на экране получился в натуральную величину. Найти оптическую силу линзы.

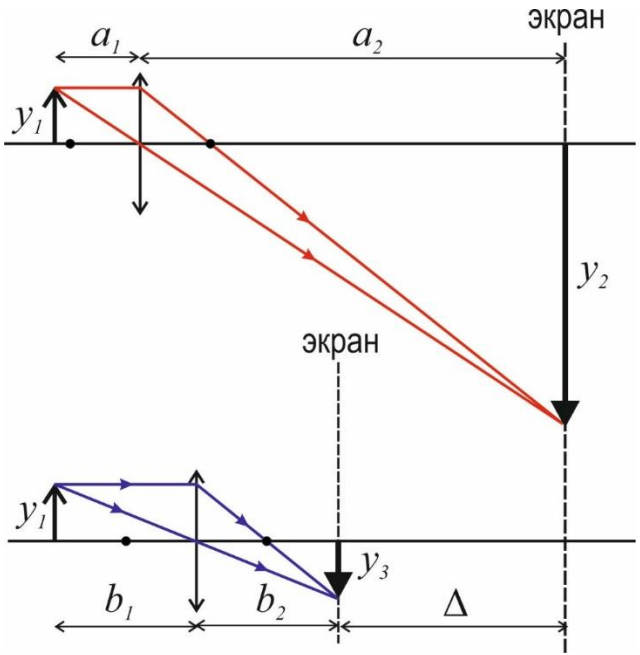


Рис. 7

$$\Gamma_1 = \frac{a_2}{a_1} = 5, \qquad \Gamma_2 = \frac{b_2}{b_1} = 1$$ увеличение линзы

Оптическая сила линзы:

$$D = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{a_1}\left(\frac{\Gamma_1 + 1}{\Gamma_1}\right), (1) \qquad D = \frac{1}{b_1} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{b_1}\left(\frac{\Gamma_2 + 1}{\Gamma_2}\right), (2)$$

Из чертежа (по условию):

$$b_1 = a_1 + a_2 - b_2 - \Delta = a_1 + \Gamma_1 \cdot a_1 - \Gamma_2 \cdot b_1 - \Delta \qquad (3)$$

$$D = \frac{(\Gamma_1 - \Gamma_2)(\Gamma_1\Gamma_2 - 1)}{\Delta \cdot \Gamma_1\Gamma_2} = \frac{(5-1)(5 \cdot 1 - 1)}{0{,}5 \cdot 5 \cdot 1} = 6{,}4 \text{ (дптр)}$$

<u>Ответ:</u> $D = 6{,}4$ (дптр)

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс] – URL: https://easyfizika.ru/zadachi/optika/na-kakoy-ugol-povernetsya-otrazhennyy-ot-zerkala-solnechnyy-luch-pri-povorote-zerkala/
2. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М., Парфентьева Н.А. Физика 11 класс, 2019
3. Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С. Физика в примерах и задачах. М.: Наука, 1979.
4. Сборник задач по общему курсу физики. Оптика. Под ред. Сивухина Д.В. М.: Наука, 1977
5. Шаскольская М.П., Эльцин И.А. Сборник избранных задач по физике. М. Физматлит, 1959.

СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!

учитель будущего