

Занятие 5.

1. Краткое содержание раздела «Оптика».
2. Взгляд на природу света в различных разделах оптики с помощью простых ассоциаций.
3. Разбор заданий по геометрической оптики.
4. Разбор заданий по волновой оптике.
5. Разбор заданий по квантовой оптике.
6. Некоторые размышления о экспериментальной поддержке курса оптики в школе.

Геометрическая оптика

Тень.

Отражение.

Преломление.

Полное
внутреннее
отражение.

Плоское зеркало.

Линзы.

Волновая оптика

Дисперсия.

Интерференция.

Дифракция.

Поляризация.

Дифракционная
решётка.

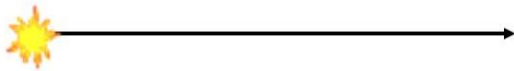
Квантовая оптика

Фотоны.

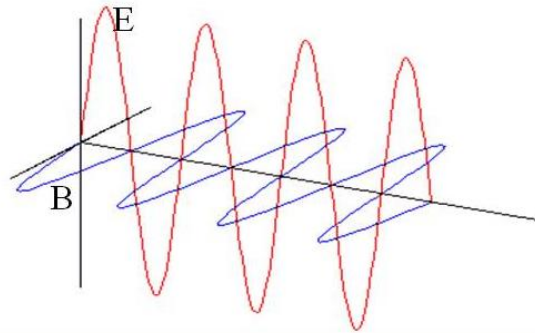
Фотоэффект.

Законы
фотоэффекта.
Уравнение
фотоэффекта.

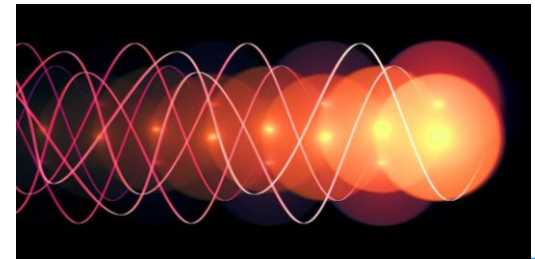
Геометрическая оптика



Волновая оптика



Квантовая оптика



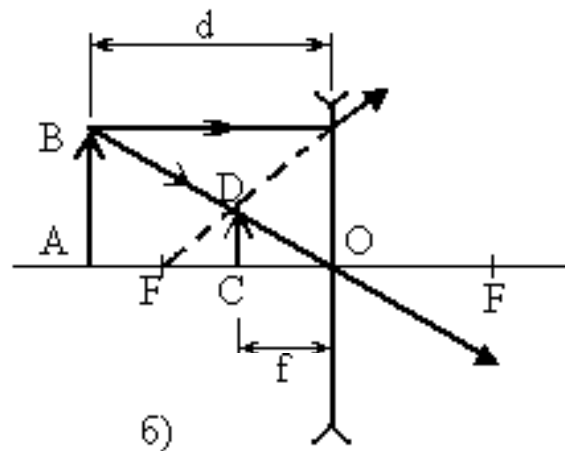
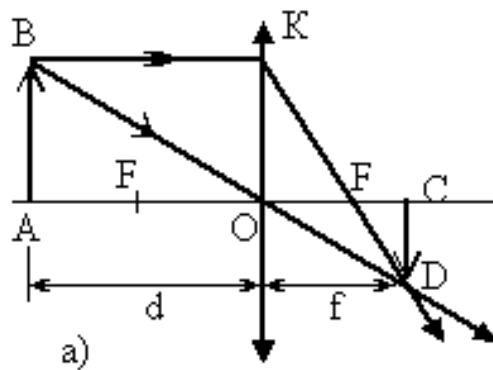
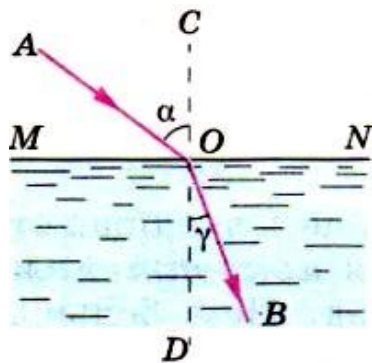
Геометрическая оптика

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

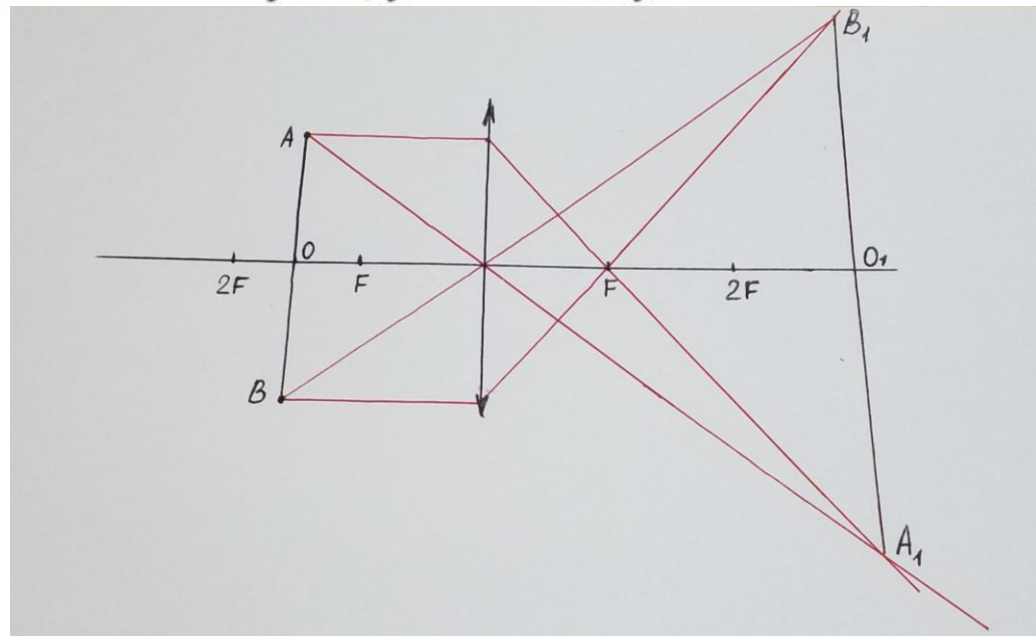
$$\frac{1}{d} \pm \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\tau = \frac{\lambda}{b} = \frac{N H}{\Pi H}$$



В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, по окружности со скоростью $v = 5$ м/с движется точечный источник света. Расстояние между плоскостями $d = 15$ см. Центр окружности находится на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Найдите скорость движения изображения точечного источника света. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе.



$$\frac{d}{f} = \frac{OA}{OA_1} = \frac{R}{R_1}$$

$$T = T_1 \Rightarrow \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R_1}{v_1} \Rightarrow$$

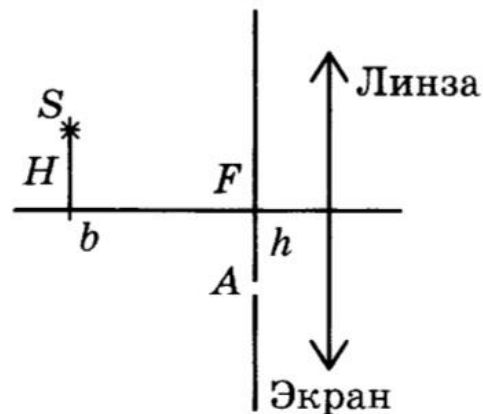
$$\frac{R}{R_1} = \frac{v}{v_1} \Rightarrow \frac{d}{f} = \frac{v}{v_1} \Rightarrow v_1 = \frac{v \cdot f}{d}$$

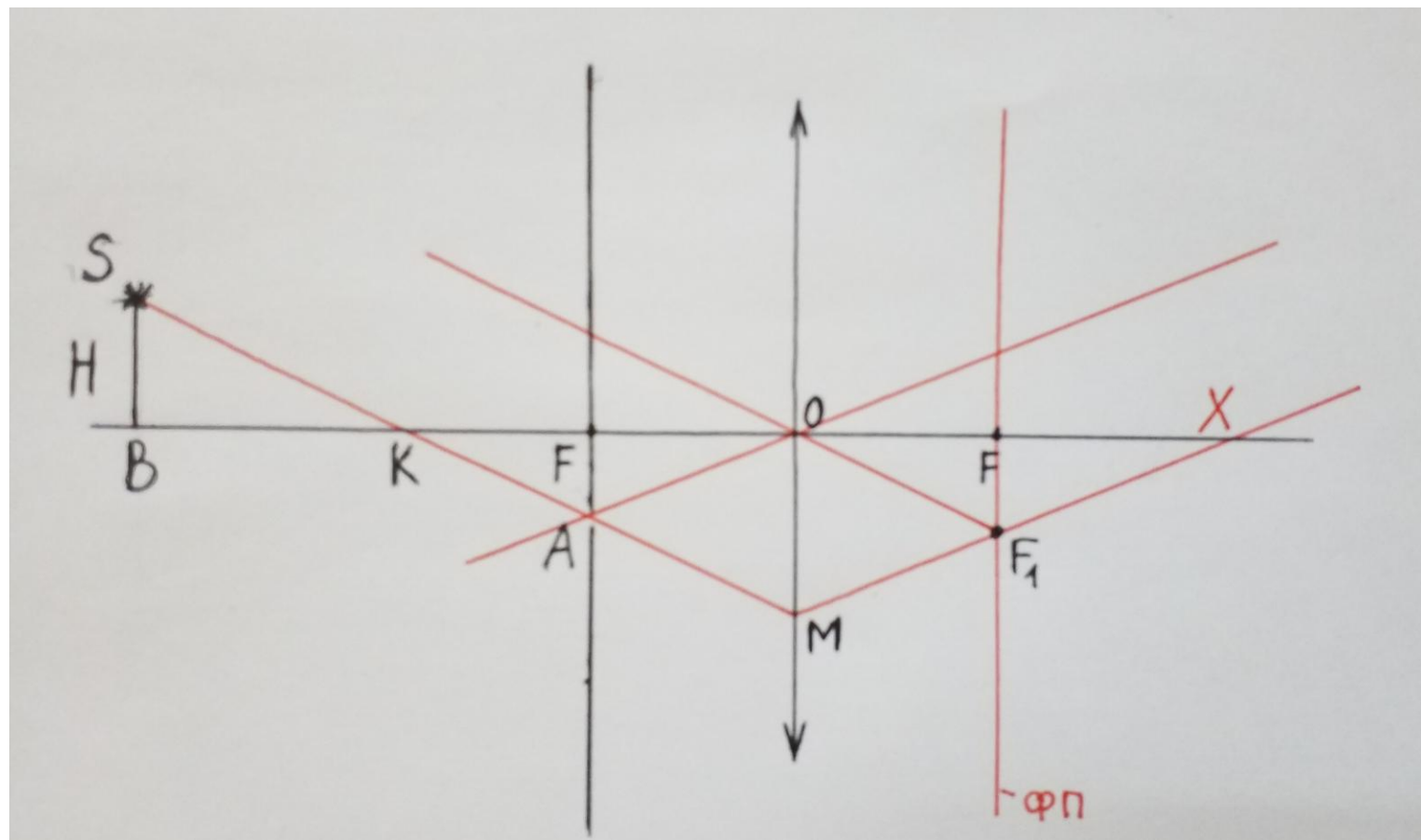
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} \Rightarrow$$

$$v_1 = \frac{v F}{d - F}$$

Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 70$ см от плоскости линзы и на расстоянии $H = 5$ см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы находится тонкий непрозрачный экран с малым отверстием A , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии x от плоскости линзы луч SA от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечет её главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.





$$\triangle BSK \sim \triangle KFA \Rightarrow \frac{BS}{AF} = \frac{BK}{KF} \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{b - OK}{OK - F} \Rightarrow OK = \frac{h \cdot b + F \cdot H}{H + h}$$

$$KF = OK - F = \frac{h \cdot b + F \cdot H}{H + h} - F = \frac{h \cdot b - F \cdot h}{H + h}$$

$$\triangle KFA \sim \triangle OFF_1 \Rightarrow \frac{OF}{KF} = \frac{FF_1}{FA} \Rightarrow \frac{F}{KF} = \frac{FF_1}{h} \Rightarrow FF_1 = \frac{F \cdot h (H + h)}{h(b - F)}$$

$$\triangle FF_1X \sim \triangle AFO \Rightarrow \frac{FF_1}{AF} = \frac{FX}{OF} \Rightarrow \frac{FF_1}{h} = \frac{FX}{F} \Rightarrow FX = \frac{F^2 (H + h)}{h(b - F)}$$

$$OX = OF + FX$$

$$OX = F + \frac{F^2 (H + h)}{h(b - F)}$$

$$OX = \frac{F \cdot h \cdot b + F^2 H}{h(b - F)}$$

$$OX = \frac{20 \cdot 4 \cdot 70 + 400 \cdot 5}{4(70 - 20)} = 38 \text{ см}$$

Линза, фокусное расстояние которой 15 см, даёт на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран пододвинули к линзе вдоль её главной оптической оси на 30 см. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет так, чтобы его изображение на экране снова стало резким. На какое расстояние сдвинули предмет относительно его первоначального положения?

$$1) \quad \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$\Gamma = \frac{f_1}{d_1} = 5$$

$$f_1 = 5d_1$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{5d_1} = \frac{1}{F}$$

$$d_1 = \frac{6F}{5} = 18 \text{ см}$$

$$f_1 = 90 \text{ см}$$

$$2) \quad f_2 = f_1 - 30 = 60 \text{ см}$$

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}$$

$$d_2 = \frac{F \cdot f_2}{f_2 - F} = 20 \text{ см}$$

$$\Delta d = d_2 - d_1 = 2 \text{ см}$$

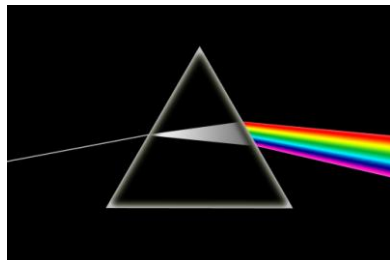
Волновая оптика

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

К О Ж З Г С Ф

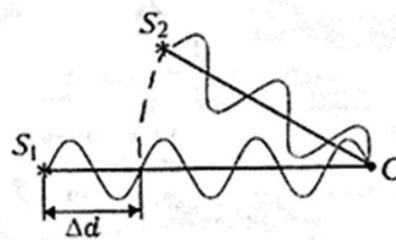
λ уменьшается

v увеличивается

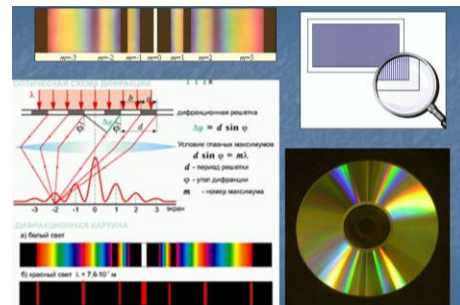


чётное – усиление
(максимум)

$$\frac{\Delta d}{\lambda/2}$$



нечётное – ослабление
(минимум)



$$d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$$

$$d \cdot a = l \cdot k \cdot \lambda$$

$$k_{\text{наиб.}} = \frac{d}{\lambda}$$

$$k_{\text{общ.}} = 2 \cdot k_{\text{наиб.}} + 1$$

На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, падает по нормали пучок монохроматического света с частотой 500 ТГц. Каково общее количество дифракционных максимумов, которых можно наблюдать на экране?



$$d = \frac{10^{-3}}{N}$$

$$K_{\text{наб.}} = \frac{d}{\lambda}$$

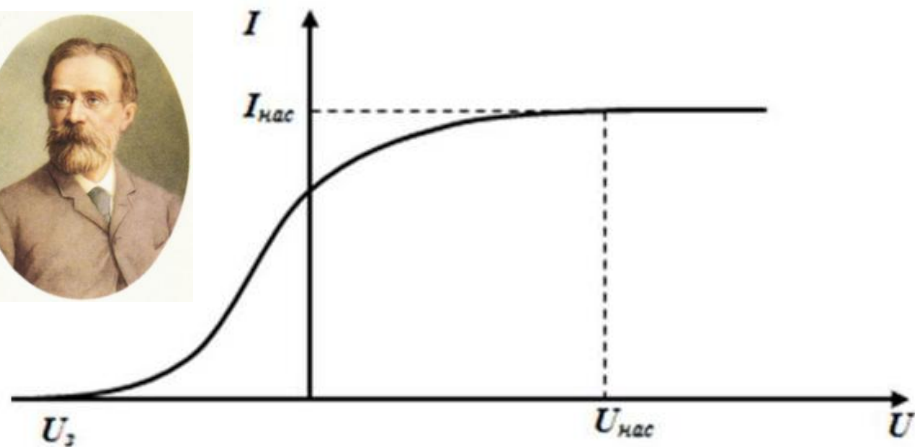
$$K_{\text{общ.}} = 2 \cdot K_{\text{наб.}} + 1$$

Квантовая оптика

$$E_{\phi} = A_{\text{в}} + E_{\text{к}}$$

$$h\nu = A_{\text{в}} + \frac{mv^2}{2}$$

$$h\nu = h\nu_0 + e \cdot U_3$$



По приведённой вольт-амперной характеристике фотоэффекта определите мощность падающего света, если в среднем один из n фотонов, падающих на катод, выбивает электрон. Частота падающего света ν .

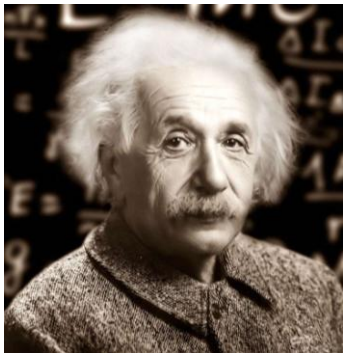
$$I_{\text{нас.}} = \frac{q}{t} = \frac{N_e \cdot e}{t} = \frac{\frac{N_\phi}{n} \cdot e}{t}$$

$$N_\phi = \frac{E}{E_\phi} = \frac{E}{h\nu}$$

$$I_{\text{нас}} = \frac{N_\phi \cdot e}{n \cdot t} = \frac{E \cdot e}{h\nu \cdot n \cdot t}$$

Т.к. $\frac{E}{t} = P$ - мощность

$$I_{\text{нас}} = \frac{P \cdot e}{h\nu \cdot n} \Rightarrow P = \frac{I_{\text{нас}} \cdot h\nu \cdot n}{e}$$



$$E_{\phi} = A_{\text{в}} + E_{\text{к}}$$

На плоскую серебряную пластинку ($A_{\text{вых}} = 4,7 \text{ эВ}$) падает ультрафиолетовое излучение с длиной волны $0,15 \text{ мкм}$. До какой максимальной скорости разгонится фотоэлектрон пройдя 2 см в ускоряющем поле напряжённостью 200 В/м ?

$$h\nu = A_{\text{в}} + \frac{mv^2}{2} \quad \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\frac{mv^2}{2} + \boxed{qEd} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\phi} + \frac{mv_1^2}{2} - qEd$$

Спасибо за внимание!
До новых встреч!