

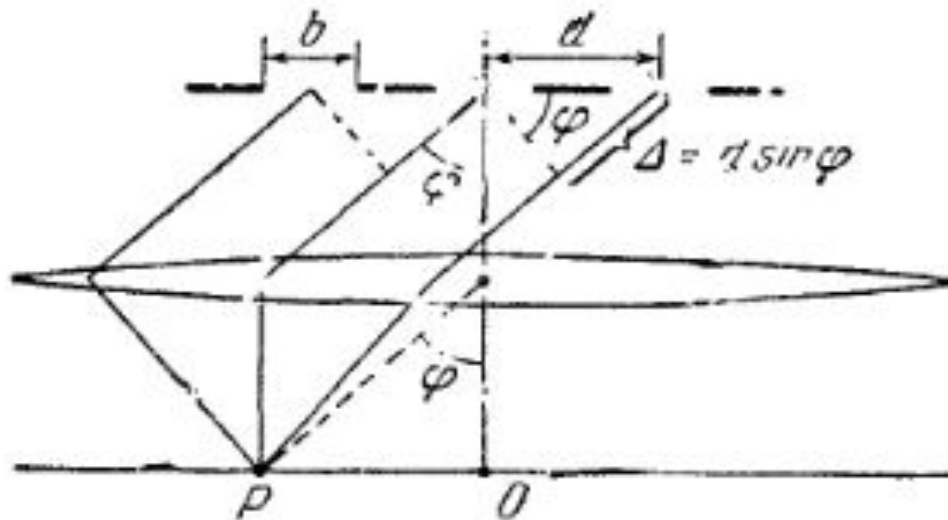
дифракционная решетка

Выполнила:

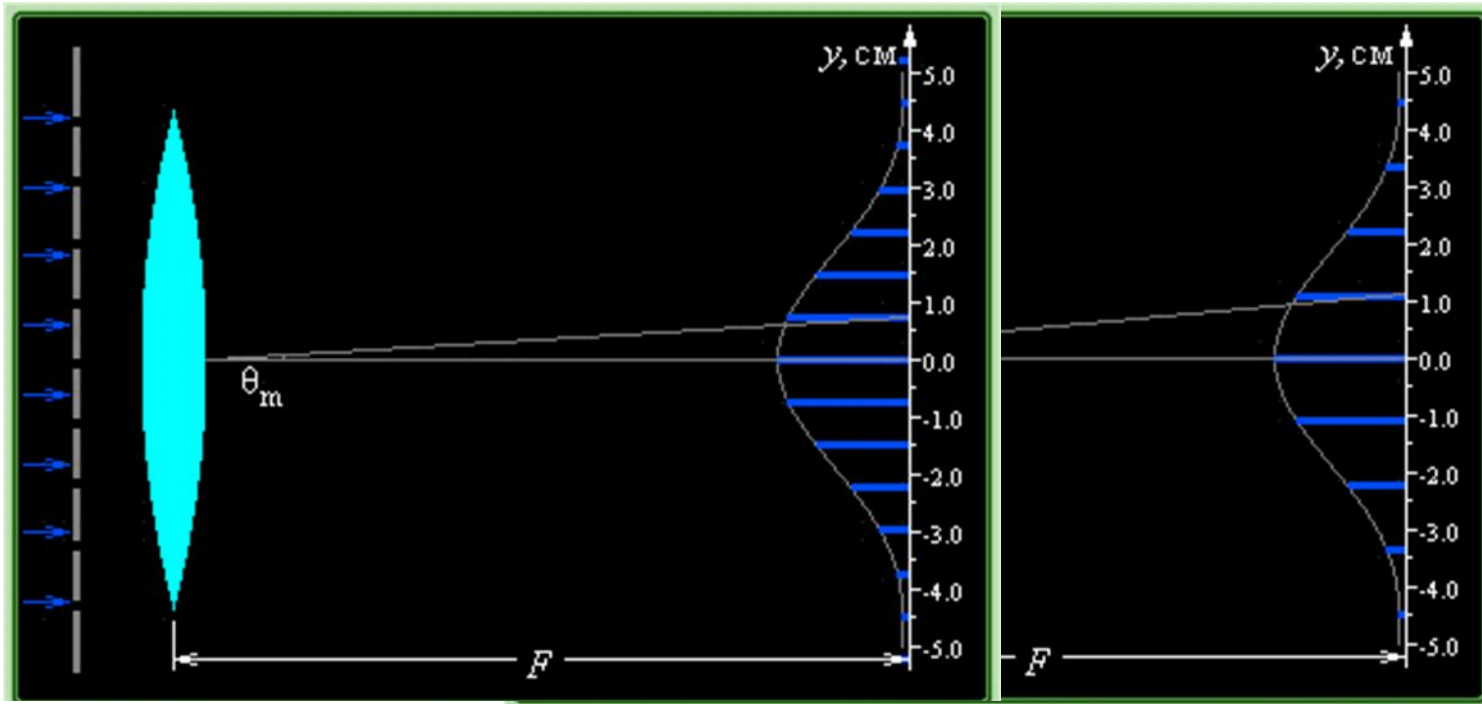
студентка 2 курса института химии

Балкаева Гульсара

Дифракционной решеткой называется совокупность большого числа одинаковых, отстоящих друг от друга на одно и то же расстояние щелей. Расстояние d между серединами соседних щелей называется постоянной или периодом решетки.

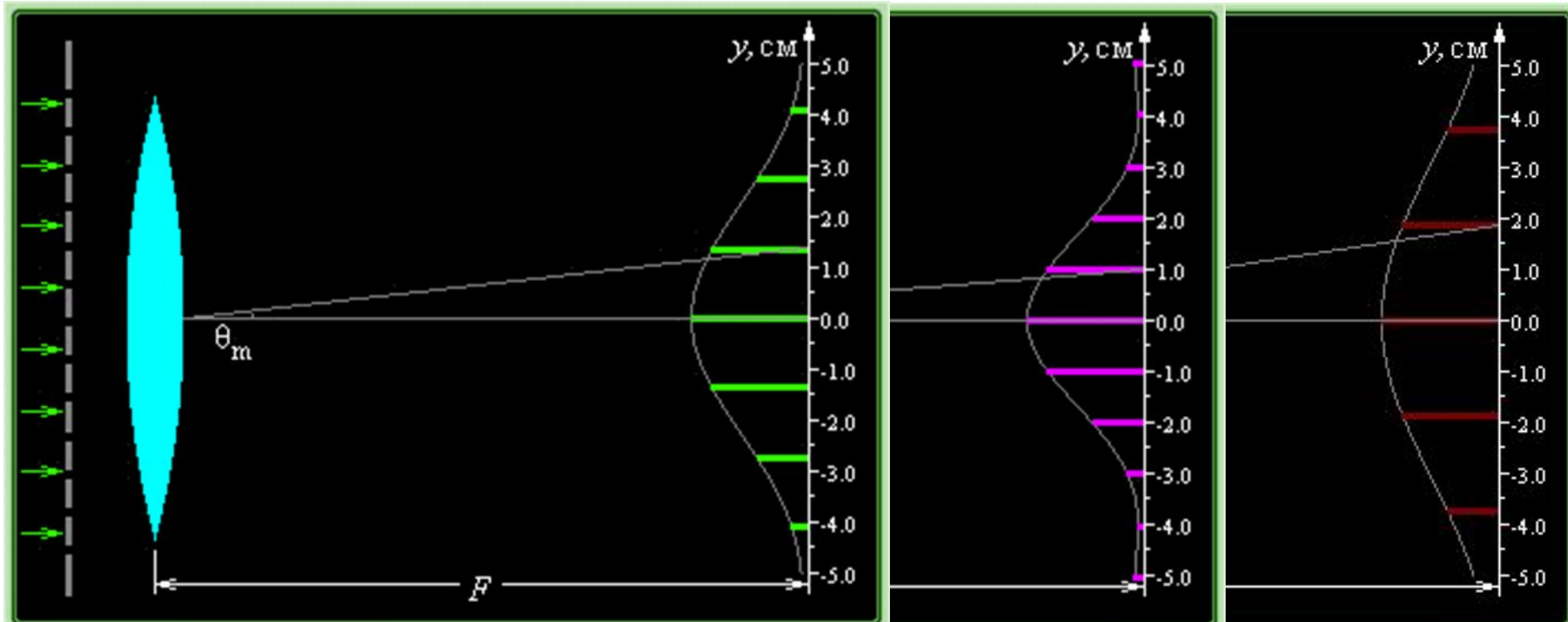


Зависимость дифракционной картины от периода решетки



Чем меньше расстояние между щелями (период), тем больше расстояния между линиями на экране

Зависимость дифракционной картины от длины волны света



Чем меньше длина волны, тем меньше расстояния между линиями на экране.

Дифракция на двух щелях показывает, что в этом случае дифракционные максимумы становятся более узкими, чем в случае одной щели. Увеличение числа щелей делает это явление еще более отчетливым.

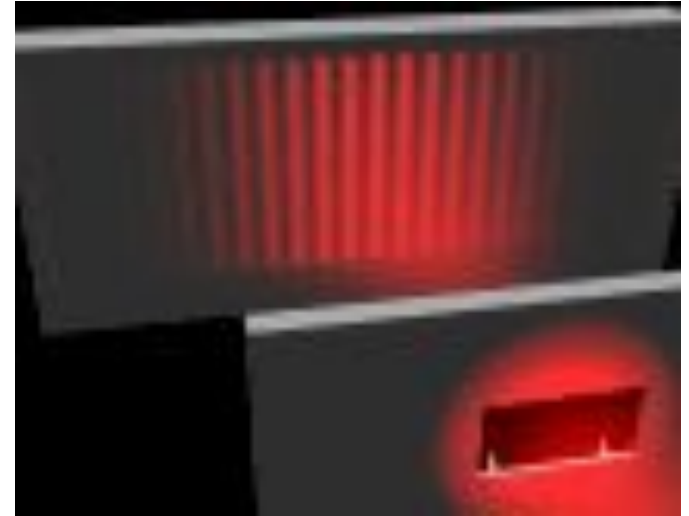
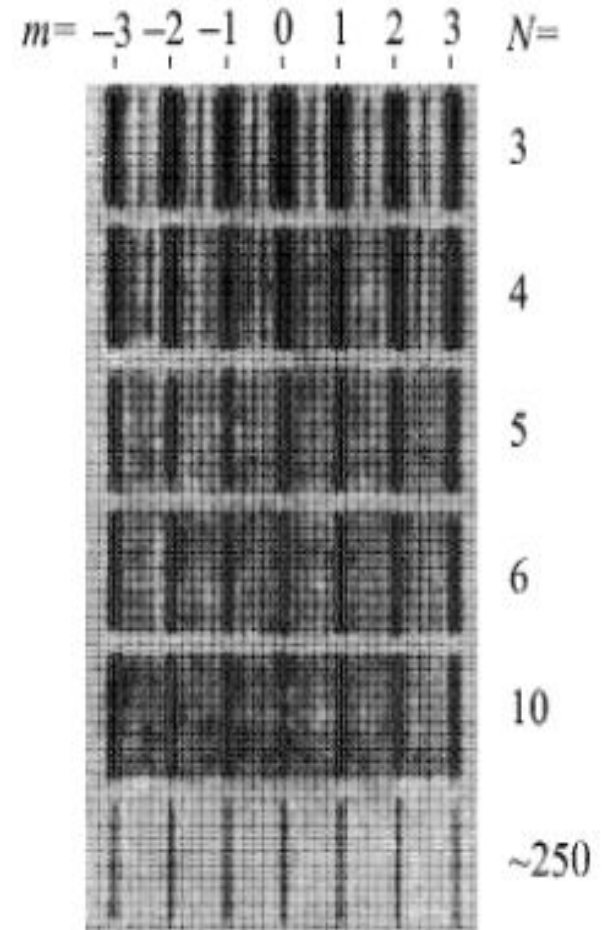


Рисунок наглядно показывает уменьшение ширины главных максимумов (увеличение их резкости) по мере роста N . В хороших решетках N достигает 10^5 , благодаря чему спектр, изображаемый такой решеткой, состоит из очень резких линий, если источник испускает достаточно монохроматическое излучение.



• Рисунок наглядно показывает уменьшение ширины главных максимумов (резкости) по мере роста N . В хороших решетках N достигает 10^5 , благодаря чему спектр, изображаемый такой решеткой, состоит из очень резких линий, если источник испускает достаточно монохроматическое излучение.

$$A = A_0 \frac{\sin \alpha \sin N\beta}{\alpha \sin \beta}$$

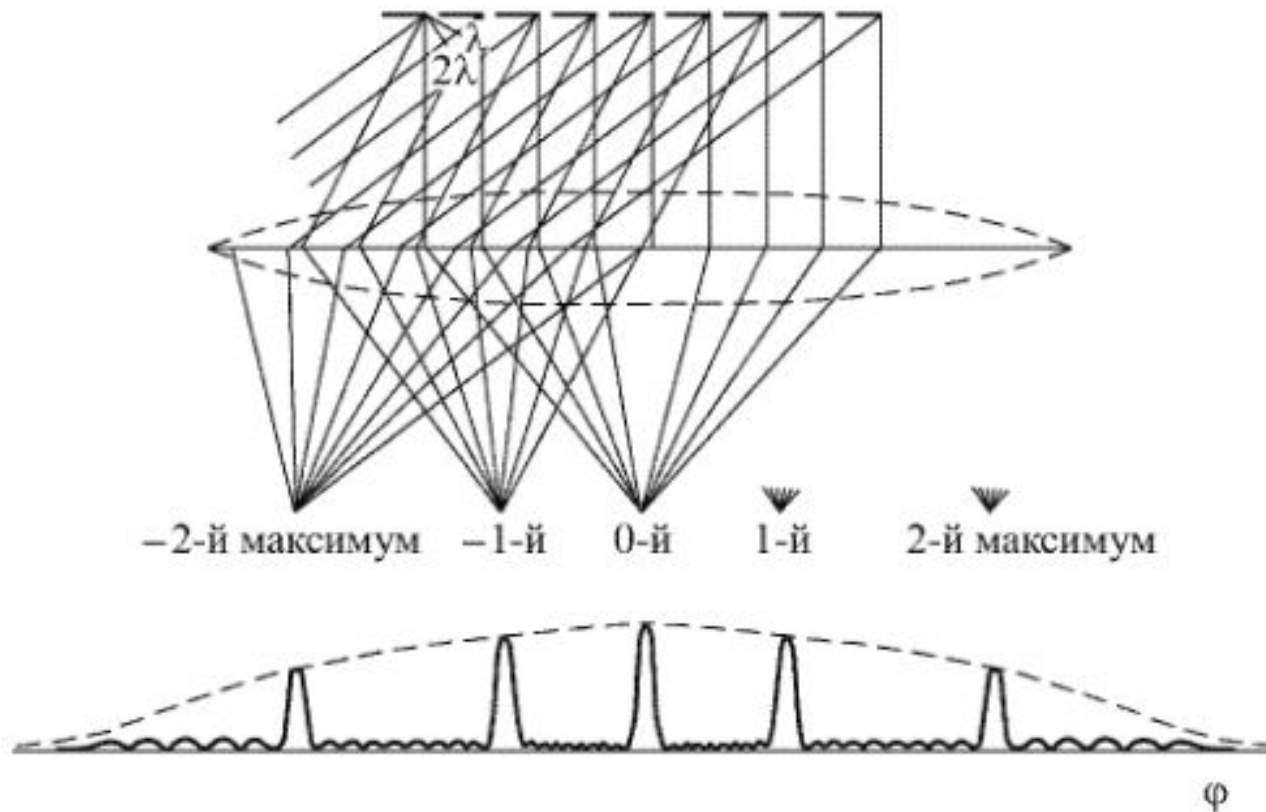
$$A_0 \frac{\sin \alpha}{\alpha}$$

$$\frac{\sin N\beta}{\sin \beta}$$

$$d \sin \varphi = m\lambda$$

$$\frac{\sin N\beta}{\sin \beta}$$

Положение главных максимумов и распределение энергии по различным порядкам в щелевой решетке



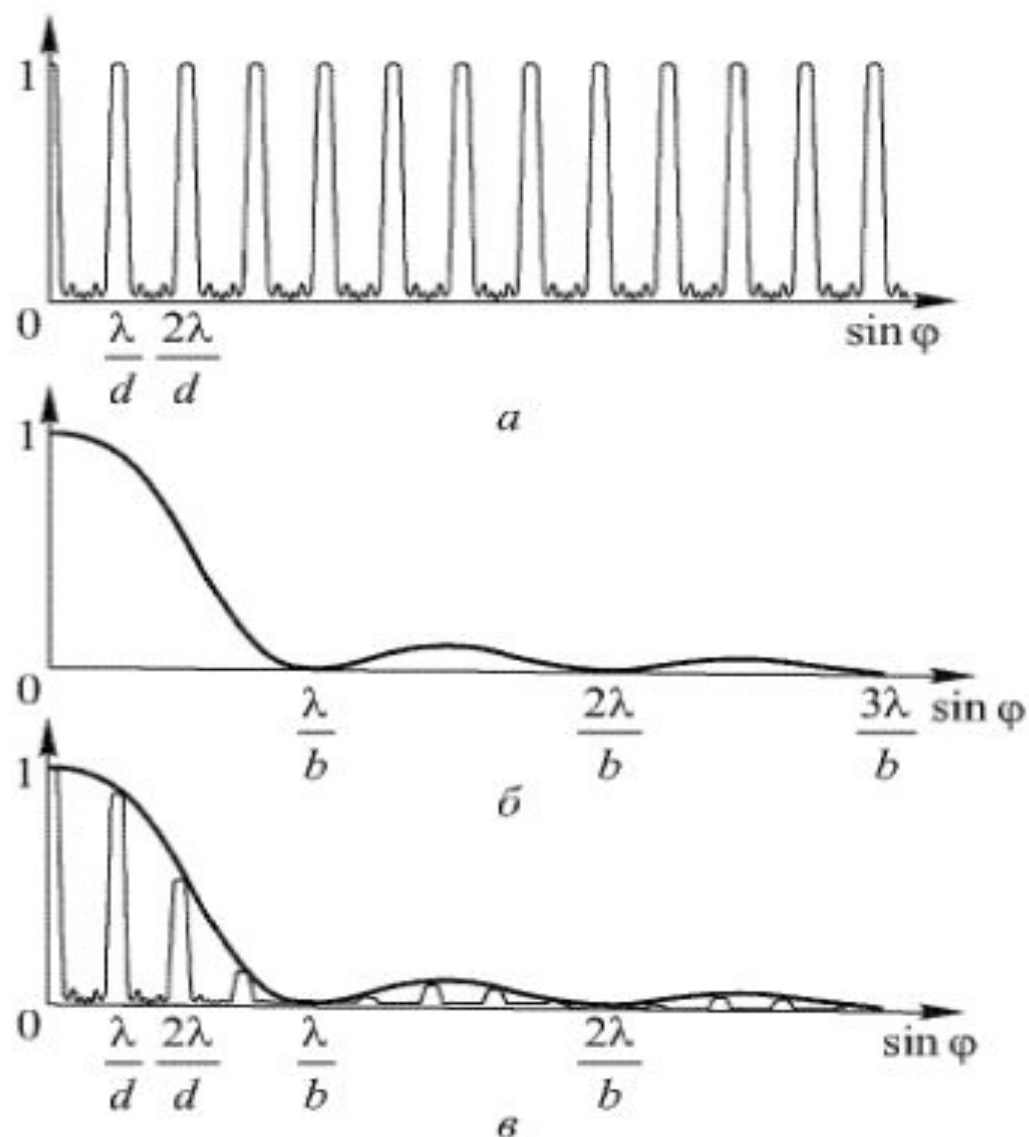


Рис. 9.19. К теории дифракционной решетки: *a* — график функции $[(\sin N\beta/N \sin \beta)]^2$, описывающей интерференцию света от N щелей, $\beta = (\pi d/\lambda) \sin \varphi$; *б* — график функции $f^2(\alpha) = [(\sin \alpha)/\alpha]^2$, $\alpha = (\pi b/\lambda) \sin \varphi$; *в* — произведение графиков *a* и *б*

Распределение интенсивностей по главным максимумам

$$I_m \approx A^2 = \frac{A_0^2 N^2 d^2 \sin^2(\pi b m / d)}{\pi^2 m^2 b^2} = \frac{A_0^2 N^2 d^2}{\pi^2 m^2 b^2} \sin^2 \frac{\pi b m}{d},$$

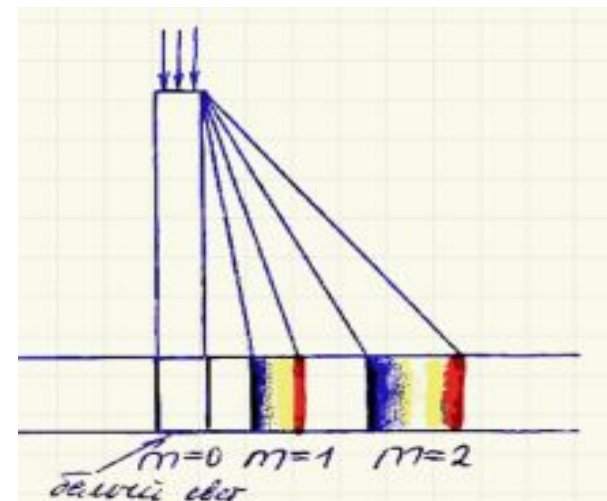
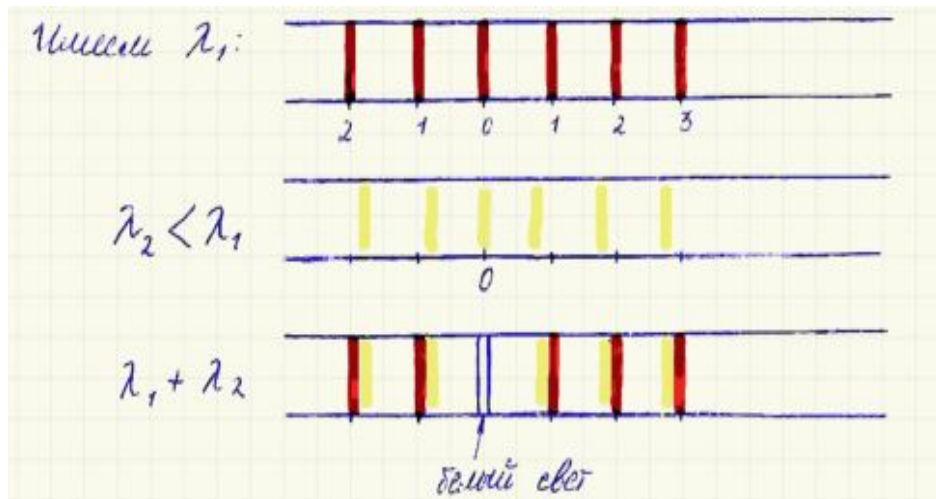
причем $b < d$. При соизмеримых b и d величина $\sin(\pi b m / d)$ проходит через нуль при некоторых значениях m . Спектры соответствующих порядков отсутствуют.

Распределения интенсивности по максимумам разных порядков для разных соотношений между b и d , причем интенсивность нулевого порядка принята за 100.

	Нулевой порядок	Первый порядок	Второй порядок	Третий порядок	Четвертый порядок
$d = 2b$	100	40	0	4,5	0
$d = 3b$	100	67,5	17	0	4,2

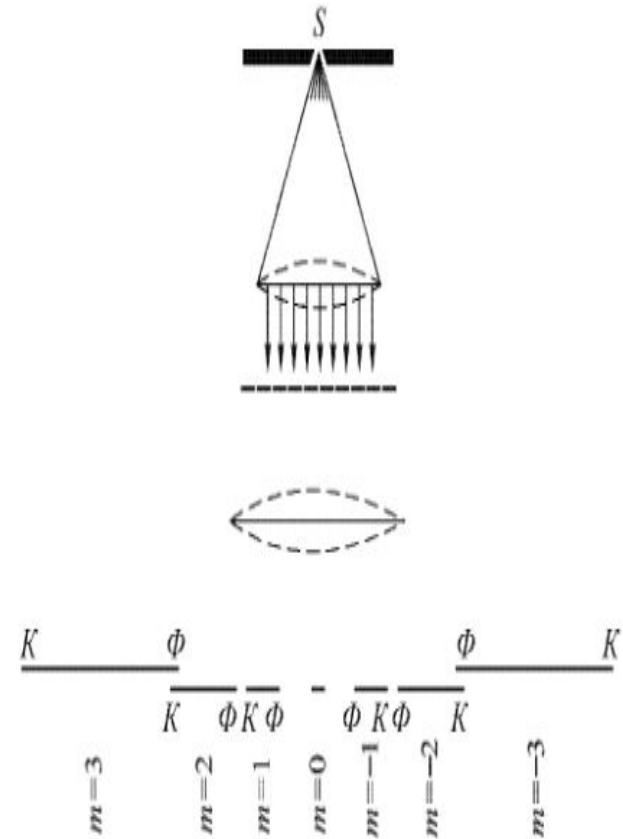
Дифракционная решетка как спектральный прибор

При большом числе щелей свет, прошедший через решетку, собирается в отдельных, резко очерченных участках экрана. Положение максимумов на этих участках, определяемое формулой $d \sin \varphi = m \lambda$, зависит от длины волны λ .



Разложение белого света дифракционной решеткой

Чем меньше длина волны λ , тем меньшему значению угла φ соответствует положение максимума. Таким образом, белый свет растягивается в спектр так, что внутренний край его окрашен в фиолетовый цвет, а наружный — в красный. Значение $m = 0$ определяет максимум по направлению $\varphi = 0$ для всех значений λ . Следовательно, в этом направлении собирается излучение всех длин волн, т.е. нулевой спектр представляет собой белое изображение источника.



Дисперсия дифракционной решетки

Рисунок наглядно показывает уменьшение ширины главных максимумов (увеличение их резкости) по мере роста N . В хороших решетках N достигает 10^5 , благодаря чему спектр, изображаемый такой решеткой, состоит из очень резких линий, если источник испускает достаточно монохроматическое

- Угловая дисперсия – называется величина $D = \frac{\delta\varphi}{\delta\lambda}$,

Где $\delta\varphi$ – угловое расстояние между спектральными линиями, отличающимися по длине волны на $\delta\lambda$

Для дифракционной решетки: $D = \frac{\delta\varphi}{\delta\lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi} \approx \frac{m}{d}$.

Значит $D \approx \text{const}$ и не зависит от λ

- Линейной дисперсией называют величину

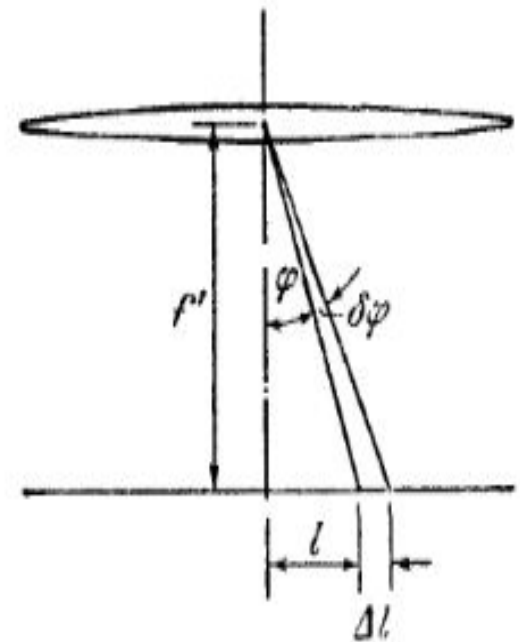
$$D_{\text{лин}} = \frac{\delta l}{\delta \lambda}$$

где δl - линейное расстояние на экране или на фотопластинке между спектральными линиями отличающимися по длине волны на $\delta \lambda$.

Из рис. видно, что при небольших φ имеем $\delta l \approx \varphi' \delta \varphi$, где φ' — фокусное расстояние линзы, собирающей дифрагирующие лучи на экране. Следовательно, линейная дисперсия может быть выражена через угловую дисперсию D .

$$D_{\text{лин}} = f' \frac{m}{d}.$$

Для дифракционной решетки: $D_{\text{лин}} = f' D$.

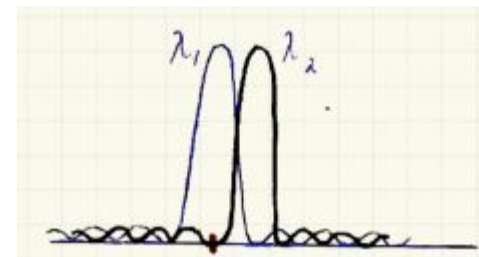
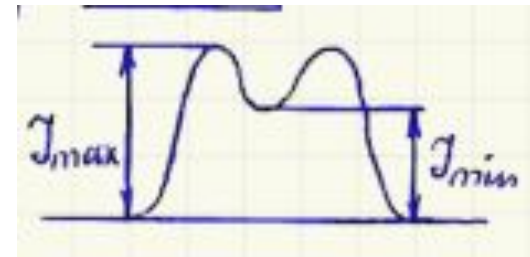


Разрешающая способность дифракционной решетки

Разрешающая сила определяет минимальную разность длин волн $\delta\lambda$, при которой две линии воспринимаются на спектре отдельно.

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$$

Рисунок наглядно показывает уменьшение ширины главных максимумов (увеличение их резкости) по мере роста N . В хороших решетках N достигает 10^5 , благодаря чему спектр, изображаемый такой решеткой, состоит из очень резких линий, если источник испускает достаточно монохроматическое излучение.



• Рисунок наглядно показывает уменьшение ширины главных максимумов (увеличение их резкости) по мере роста N . В хороших $d \sin \varphi_{\max} = m\lambda_1$ стигает 10^5 , благодаря чему спектр, изображаемый такой решеткой, состоит из отдельных линий, если источник $d \sin \varphi_{\min} = \left(m \pm \frac{1}{N}\right) \lambda_2$ достаточно монохроматическое $m \delta\lambda = \frac{\lambda}{N}$ излучение. $R = mN$

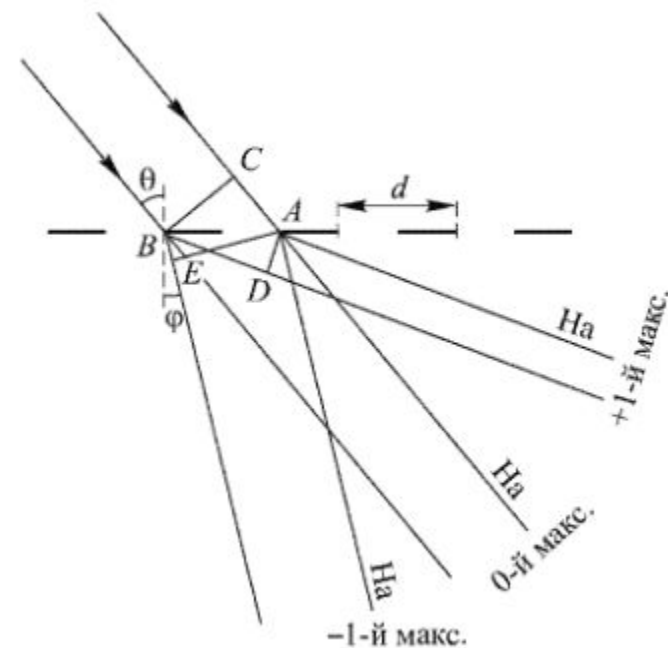
Наклонное падение лучей на решетку

Рисунок наглядно показывает уменьшение ширины главных максимумов (увеличение их резкости) при наклонном падении лучей на решетку. В хороших решетках $AC - DB = d \sin \theta - d \sin \varphi$ достигает 10^5 , благодаря чему спектр, изображенный на рисунке, состоит из очень узких линий, если источник испускает достаточно монохроматическое излучение.

$$2d \cos \frac{\varphi_m + \theta}{2} \sin \frac{\theta - \varphi_m}{2} = m\lambda.$$

$$\frac{\varphi_m + \theta}{2} \approx \theta \quad \text{и} \quad \sin \frac{\theta - \varphi_m}{2} \approx \frac{\theta - \varphi_m}{2}.$$

$$d \cos \theta (\theta - \varphi_m) = m\lambda.$$



Дифракционная решетка

Дифракционные решетки бывают прозрачные и отражательные.

Прозрачные решетки изготавливаются из стеклянных или кварцевых пластинок, на поверхность которых с помощью специальной машины наносится алмазным резцом ряд параллельных штрихов. Промежутки между штрихами служат щелями.

Отражательные решетки наносятся алмазным резцом на поверхность металлического зеркала. Теория отражательной дифракционной решетки ничем не отличается от теории прозрачной решетки.

Лучшие решетки имеют до 1200 штрихов на 1 мм ($d=0,8$ мк).

Наши ресницы с промежутками между ними представляют собой грубую дифракционную решетку. Поэтому если посмотреть, прищурившись, на яркий источник света, то можно обнаружить радужные цвета. Белый свет разлагается в спектр при дифракции вокруг ресниц.