

ТЕОРИЯ

ВЪЛНОВА ОПТИКА - ДИФРАКЦИЯ НА СВЕТЛИНАТА ОТ ПРОЦЕП

Монохроматичен светлинен сноп с дължина на вълната λ пада върху процеп с ширина a (фиг. 1). Всяка точка от процепа съгласно принципа на Хюйгенс-Френел е източник на сферични вълни, разпространяващи се във всички посоки вдясно от процепа. Разликата в ходовете на светлинните лъчи 1 и 3, разпространяващи се под ъгъл θ спрямо първоначалната посока на снопа, е $(1/2)a\sin\theta$. Ако тази разлика е равна на $(1/2)\lambda$, се наблюдава отслабваща интерференция (гасене). Същото важи за лъч 3 и лъч 5, както и за лъчи 2 и 4. Тогава за всички лъчи, изхождащи от точки от долната половина на процепа съществува по една точка от горната му половина, за които под ъгъл θ се наблюдава гасене при условие, че

$$a\sin\theta = \lambda.$$

Лъч 1 и лъч 2 излизат от точки на процепа на разстояние $a/4$ и те взаимно ще се гасят, ако $(1/4)a\sin\theta = (1/2)\lambda$, т.е. ако $a\sin\theta = 2\lambda$. Това се отнася и за двойките лъчи 2 и 3, както и за лъчи 3 и 4, т.е. за всеки лъч, излизащ от точки от долната четвъртина на процепа, съществува точка от четвъртината над нея, която е източник на светлинен лъч, с който интерферира деструктивно, ако за ъгъл θ е в сила

$$a\sin\theta = 2\lambda.$$

Ако се вземат не пет, а повече точки от процепа като източници на вторични вълни и се проведат аналогични на горните разсъждения следва, че взаимно гасене на лъчите ще се наблюдава под ъгъл θ спрямо посоката на снопа, когато

$$a\sin\theta = m\lambda,$$

където $m = 1, 2, 3, \dots$ е цяло число. Ако $m = 0$ в центъра на екрана се наблюдава дифракционен максимум, в който лъчите достигат във фаза и взаимно се усилват. Между минимумите се разполагат съответните максимуми с намаляващ интензитет спрямо този на централния максимум.

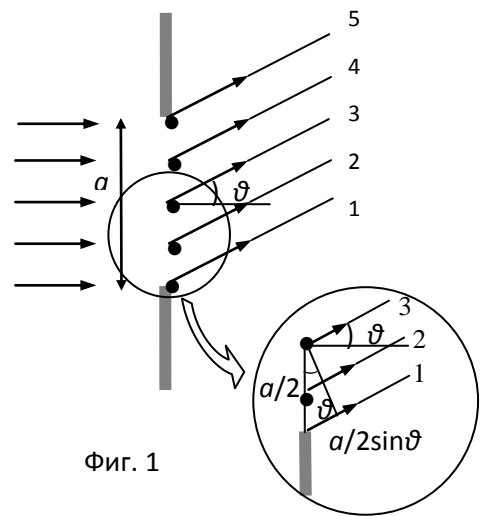
Дифракционна решетка

Амплитудната дифракционна решетка е стъклена, метална или метализирана пластина, върху която са нанесени през равни интервали успоредни фини процепи. При нея наблюдението се извършва в преминала светлина. Някои решетки, използвани в съвременните оптични прибори съдържат десетки хиляди процепи на 1 cm дължина. Областите между отделните процепи силно разсейват или поглъщат светлината и практически са непрозрачни. Сумата от ширината на един процеп a и една преграда b се нарича **период** или **константа** $d = a + b$, която е основен параметър на дифракционната решетка. Съществуват също и **отражателни дифракционни решетки**, в които дифракцията се наблюдава в отразения от нея светлинен сноп.

При фраунхоферова дифракция (фиг. 2) върху дифракционната решетка пада успореден сноп светлина, а интерференчната картина се дължи на наслагването на лъчи, дифрактирани върху екран, поставен зад решетката. В центъра на екрана ($\theta = 0^\circ$) се наблюдава светло петно (дифракционен максимум). При наблюдение под ъгъл θ , за който разликата в ходовете на лъчите $\Delta\ell$ е

$$\Delta\ell = d\sin\theta = m\lambda \quad (m - \text{цяло число}),$$

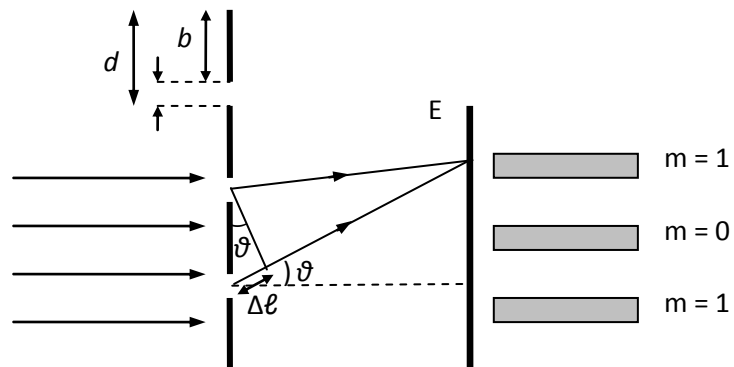
върху екрана се наблюдава усилваща интерференция. Следователно ъглите, под които се наблюдават дифракционните максимуми, се определят от равенството



Фиг. 1

$$\sin\theta = m\lambda/d,$$

където m показва порядъкът на максимума.



Фиг. 2

Колкото по-голям е броят на процепите на единица дължина на решетката, толкова по-тесни са дифракционните максимуми. С помощта на решетката много точно се определя дължината на светлинната вълна. Ако светлината, падаща върху решетката не е монохроматична (например бяла светлина), централният максимум представлява рязка бяла ивица, а всички останали максимуми от даден порядък са оцветени различно и са разположени в определен ъглов диапазон – наблюдава се спектрално разлагане на светлината.