

## 12. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА. ЗОНЫ ФРЕНЕЛЯ

12.1. Найдите радиусы первых трех зон Френеля для плоской волны, если расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны  $\lambda=500$  нм. Ответ: 0,71; 1,0; 1,22 мм.

12.2. Плоская волна ( $\lambda=0,5$  мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром 1,0 см. На каком расстоянии от отверстия на его оси должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало: 1) одну зону Френеля; 2) две зоны Френеля? Ответ: 50; 25 м.

12.3. Точечный источник монохроматического света с длиной волны 500 нм находится на расстоянии  $a=1$  м от преграды, представляющей экран с круглым отверстием, диаметр которого  $D=2$  мм. Сколько зон Френеля укладывается в этом отверстии для точки наблюдения, находящейся на расстоянии  $b=1$  м от экрана на оси отверстия? Каким в световом отношении является отверстие для наблюдателя? Ответ: 4; темное.

12.4. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен  $r_4=3$  мм. Определить радиус шестой зоны Френеля  $r_6$ . Ответ:  $r_6=3,67$  мм.

12.5. На диафрагму с круглым отверстием диаметром  $D=4$  мм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda=570$  нм. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии  $b=1,0$  м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдений поместить экран? Ответ: 7; светлое.

12.6. Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен на расстоянии 1 м от точечного источника монохроматического света с длиной волны 0,5 мкм. Посередине между экраном и источником помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком наименьшем диаметре отверстия центр дифракционной картины будет темным? Ответ: 1 мм.

12.7. На плоской поверхности фронта световой монохроматической волны из некоторой точки радиус шестой зоны Френеля наблюдается равным 3 мм. Найти по этим данным радиус девятой зоны Френеля. Ответ: 3,67 мм.

12.8. На диафрагму с круглым отверстием с радиусом 0,2 см падает нормально световая плоская волна с длиной  $\lambda=0,67$  мкм. На каком расстоянии от отверстия на его оси должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало четыре зоны Френеля? Ответ: 1,5 м.

12.9. Точечный источник монохроматического света с длиной волны  $\lambda=500$  нм находится на расстоянии  $\ell=4$  м от экрана. Посере-

дине между экраном и источником помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе отверстия  $r$  центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным? Ответ: 1 мм.

12.10. На непрозрачную преграду с отверстием радиуса  $r = 1,0$  мм падает монохроматическая плоская волна. Когда расстояние от преграды до установленного за ней экрана равно  $\varphi_1 = 0,575$  м, в центре дифракционной картины наблюдается максимум интенсивности. При увеличении расстояния до значения  $\varphi_2 = 0,862$  м максимум интенсивности сменяется следующим минимумом. Определите длину волны  $\lambda$  света. Ответ:  $\lambda = 580$  нм.

12.11. На диафрагму с диаметром 1,96 мм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 600 нм. При каком наибольшем расстоянии между диафрагмой и экраном в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно? Ответ: 0,8 м.

12.12. Точечный источник монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 500$  нм находится на расстоянии  $a = 1$  м от ширмы с круглым отверстием диаметра  $d_1 = 4,5$  мм. На расстоянии  $\varphi = a$  от ширмы расположен экран. Как изменится освещенность в точке экрана, лежащей на оси пучка, если диаметр отверстия увеличить до значения  $d_2 = 5,2$  мм? Источник света, центр отверстия и дифракционной картины находятся на одной линии. Ответ: Минимум освещенности сменится максимумом.

12.13. На диафрагму с круглым отверстием радиусом  $r = 2$  мм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,55$  мкм. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии  $\varphi = 1,46$  м от него. Какое световое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдений поместить экран? Ответ: Зеленое пятно.

12.14. Свет от монохроматического источника с длиной волны 600 нм падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом 0,6 мм. Темным или светлым будет центр дифракционной картины на экране, находящемся на расстоянии 0,3 м от диафрагмы? На сколько минимально необходимо увеличить радиус отверстия, чтобы освещенность в центре картины изменилась на противоположную? Ответ: Темный; 0,13 мм.

12.15. Между точечным источником света ( $\lambda = 0,50$  мкм) и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием радиусом  $r = 1,0$  мм. Расстояние от диафрагмы до источника и экрана равны соответственно  $a = 100$  см и  $\varphi = 200$  см. Как изменится освещенность экрана в точке, лежащей против центра отверстия, если точечный источник заменить плоской волной? Ответ: Минимум освещенности сменится максимумом.

12.16. На диафрагму с круглым отверстием диаметром 4 мм нормально падает плоская монохроматическая световая волна с длиной 680 нм. На оси отверстия за диафрагмой на расстоянии 2,94 м образуется минимум интерференции дифрагирующих лучей. На каком расстоянии от диафрагмы образуется следующий минимум? Ответ: 1,47 м.

12.17. На круглое отверстие в перпендикулярном направлении падают параллельные световые лучи с длиной волны 0,41 мкм. За отверстием установлен экран, на котором образуется дифракционная картина. Максимальное расстояние от отверстия до экрана, при котором в центре дифракционной картины образуется темное пятно, равно 4,88 м. Каким станет центр дифракционной картины, если экран приблизить к отверстию на 1,63 м? Ответ: фиолетовый.

12.18. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии  $l$  от точечного источника монохроматического света ( $\lambda=600$  нм). На расстоянии  $a=0,5$   $l$  от источника света помещена круглая непрозрачная преграда диаметром  $D=0,3$  см. Найти расстояние  $l$ , если преграда закрывает только центральную зону Френеля. Ответ:  $l=15$  м.

12.19. В плоском листе сделано небольшое круглое отверстие, диаметр которого можно менять. На отверстие перпендикулярно ему с одной стороны падает свет с длиной волны 0,7 мкм, а с другой стороны на оси отверстия на расстоянии 2 м находится точка наблюдения. Каким в световом отношении будет наблюдаться отверстие, если его диаметр сделать равным: 1) 2,36 мм; 2) 3,34 мм; 3) 4,1 мм ? Ответ: красное, темное, красное.

12.20. Найдите радиусы первых трех зон Френеля для сферической волны, если расстояние от источника света до волновой поверхности  $a=1,0$  м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения  $b=1,0$  м. Длина волны  $\lambda=500$  нм. Ответ: 0,5 мм; 0,71 мм; 0,87 мм.

12.21. Между точечным источником света и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием, радиус которого  $r$  можно менять в процессе опыта. Расстояние от диафрагмы до источника и экрана равны  $a=100$  см и  $b=125$  см. Определить длину волны света, если максимум освещенности в центре дифракционной картины на экране наблюдается при  $r_1=1,00$  мм и следующий максимум при  $r_2=1,29$  мм. Ответ:  $\lambda=0,6$  мкм.

12.22. Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен на расстоянии  $l=2$  м от точечного источника монохроматического света ( $\lambda=0,7$  мкм). Посередине между экраном и источником помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком наименьшем радиусе отверстия центр дифракционной картины будет светлым? Ответ: 0,59 мм.

12.23. Точечный источник света с длиной волны  $\lambda=650$  нм помещен на расстоянии  $a=1,5$  м перед непрозрачной преградой с отверстием радиуса  $r=1,5$  мм. С какого расстояния  $b$  от преграды до точки наблюдения (за преградой) в отверстии можно «увидеть» минимально возможное число полностью открытых зон Френеля? Ответ:  $b=4,8$  м

12.24. Точечный источник света с длиной волны  $\lambda=500$  нм помещен на расстоянии  $a=0,5$  м перед непрозрачной преградой с отверстием радиуса  $r=0,5$  мм. Определить расстояние  $b$  от преграды до точки, для которой число открываемых отверстием зон Френеля будет равно: а) 1, б) 5, в) 10. Ответ:  $b=\infty$ ;  $b=0,25$  м;  $b=0,11$  м.

12.25. Экран с круглым отверстием радиусом  $r=1,5$  мм расположен на расстоянии  $a=8,6$  м от точечного источника света с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм. Источник расположен на оси отверстия. На каком расстоянии от отверстия расположена точка наблюдения, если из нее видна одна первая зона Френеля? Ответ:  $6,65$  м

12.26. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии  $l$  от точечного источника монохроматического света ( $\lambda=700$  нм). На расстоянии  $a=0,4$  м от источника света помещена круглая непрозрачная преграда диаметром  $D=2,0$  мм. Чему равно расстояние  $l$ , если преграда закрывает только центральную зону Френеля? Ответ:  $l=5,95$  м

12.27. Точечный источник света  $S$  ( $\lambda=0,50$  мкм), плоская диафрагма с круглым отверстием радиуса  $r=1,0$  мм и экран расположены так, как показано на рисунке ( $a=1,00$  м). Определить расстояние  $b$  до диафрагмы, при котором отверстие открывало бы для точки  $P$  три зоны Френеля. Ответ:  $b=2,0$  м.

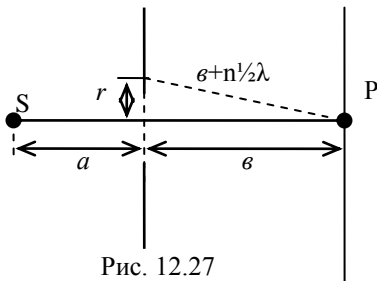


Рис. 12.27