

13. ДИФРАКЦИОННАЯ РЕШЕТКА

Формула дифракционной решетки: $d \cdot \sin \varphi = k\lambda$.

Разрешающая сила дифракционной решетки: $R = kN = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$

Дисперсия дифракционной решетки: $D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{d \cdot \cos \varphi}{k}$

13.1. Найти наибольший порядок спектра для желтой линии натрия с длиной волны $\lambda=589$ нм, если постоянная дифракционной решетки $d=2$ мкм. Сколько всего максимумов дает эта решетка? Под каким углом φ наблюдается последний максимум? Ответ: 3; 7; 62° .

13.2. Зрительная труба гониометра с дифракционной решеткой поставлена под углом $\varphi=19,5^\circ$ к оси коллиматора. При этом в поле зрения трубы видна красная линия гелиевой трубки с длиной волны $\lambda=668$ нм. Чему равна постоянная дифракционной решетки d , если обнаружено, что под тем же углом видна и синяя гелиевая линия ($\lambda=445$ нм) следующего порядка? Свет падает на решетку нормально. Ответ: 4 мкм.

13.3. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. Красная линия с длиной волны $\lambda=630$ нм видна в спектре третьего порядка под углом $\varphi=71^\circ$. Какая спектральная линия видна под этим же углом в спектре четвертого порядка? Чему равна постоянная решетки? Сколько всего красных максимумов дает эта решетка? Ответ: 473 нм; 2 мкм, 7.

13.4. Какое число щелей на 1 мм длины имеет дифракционная решетка, если при нормально падающем на нее свете, зеленая линия с длиной волны $\lambda=550$ нм в спектре первого порядка видна под углом $\varphi=12^\circ$? Под каким углом наблюдается последний зеленый максимум? Ответ: 38° ; 56° .

13.5. При нормальном падении света на дифракционную решетку в спектре третьего порядка, под углом $\varphi=60^\circ$, видна красная линия с длиной волны $\lambda=650$ нм. Рассчитать период дифракционной решетки и число щелей на 1 см ее длины. Определить угловую дисперсию для красной линии в третьем порядке. Ответ: 2,25 мкм; 4400; $2,7 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$.

13.6. Дифракционная решетка установлена на расстоянии 80 см от экрана. На решетку падает монохроматический свет с длиной волны 0,65 мкм. На экране расстояние между максимумами первого и второго порядка равно 5,2 см. Сколько всего максимумов образует эта дифракционная решетка? Ответ: 31.

13.7. Лазерное излучение с $\lambda=650$ нм дифракционная решетка отклоняет на угол $\varphi=11,2^\circ$ в максимуме 1-го порядка. Ширина решетки $l=1$ см. Сколько всего щелей имеет эта решетка? Сможет ли она разрешить

две линии в спектре первого порядка с длинами волн $\lambda_1=528,0$ нм и $\lambda_2=527,8$ нм? Ответ: 3000; да.

13.8. На дифракционную решетку направлен белый свет. На экране в одном из спектров фиолетовая граница с $\lambda_1=0,4$ мкм образуется под углом $\varphi_1=18,7^\circ$, а в спектре следующего порядка красная граница с $\lambda_2=0,7$ мкм образуется под углом $\varphi_2=57,1^\circ$. Сколько **полных** спектров укладывается на экране? Ответ: 6.

13.9. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом с $\lambda=0,55$ мкм. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол $\varphi=12,7^\circ$. На какой угол отклонен максимум третьего порядка? Рассчитайте период дифракционной решетки и число щелей на ширине 1 мм. Ответ: $19,3^\circ$; 5 мкм; 200.

13.10. Дифракционная решетка шириной 0,8 см отклоняет монохроматический свет с $\lambda=0,5$ мкм на угол $\varphi=5,74^\circ$ в максимуме первого порядка. Эту решетку предполагается использовать для разделения двух излучений с длинами волн $\lambda_1=540,2$ нм и $\lambda_2=540,4$ нм. В максимуме какого порядка это можно сделать? Ответ: ≥ 2 .

13.11. Дифракционная картина на экране образуется белым светом, падающим на дифракционную решетку шириной 10 мм, содержащую 2500 щелей. Какой интервал длин волн в спектре второго порядка перекрывается световым излучением спектра третьего порядка? Считать, что видимое излучение лежит в интервале длин волн от 0,38 мкм до 0,72 мкм. Какова угловая ширина спектра первого порядка? Ответ: $0,57 - 0,72$ мкм, $4,9^\circ$.

13.12. Можно ли уложить на экран весь спектр третьего порядка от дифракционной решетки шириной 1 см с числом щелей 5000, если освещать решетку белым светом? Видимый спектр излучения лежит в интервале длин волн от 400 до 700 нм. Ответ: нет.

13.13. На дифракционную решетку, которая имеет 1000 щелей на ширине 1,5 мм, падает одновременно фиолетовое излучение с длиной волны $\lambda_1=400$ нм и оранжевое излучение с длиной волны $\lambda_2=600$ нм. Сколько всего максимумов образует дифракционная решетка? Под каким углом наблюдается последний максимум? Какого он цвета? Ответ: 9; 53° .

13.14. С помощью дифракционной решетки с периодом $d=20$ мкм требуется разрешить дублет натрия ($\lambda_1=589$ нм и $\lambda_2=589,6$ нм) в спектре второго порядка. При какой наименьшей ширине решетки ℓ это возможно? Каков угол между лучами дуплета? Ответ: 1 см, $0,003^\circ$.

13.15. Нормально к поверхности дифракционной решетки падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки в $n=3,5$ раза больше длинны световой волны. Найти общее число максимумов, которые теоретически можно наблюдать в данном случае. Рассчитайте угол дифракции, соответствующий последнему максимуму. Ответ: 7, 59° .

13.16. В направлении нормали к поверхности дифракционной решетки падает монохроматический свет. Период решетки $d=2$ мкм. Главный максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка для красного света ($\lambda_1=0,7$ мкм) и для фиолетового ($\lambda_2=0,45$ мкм)? Под какими углами наблюдаются последние максимумы в обоих случаях? Ответ: 2, 4, 44° , 55° .

13.17. Дифракционная решетка освещается белым светом. На экране на расстоянии 1 м от решетки в дифракционной картине зафиксировано, что расстояние между длинноволновой границей спектра первого порядка и коротковолновой границей спектра второго порядка равно 1 см. Определить по этим данным период решетки. Считать, что видимый диапазон длин волн лежит в интервале длин волн от 400 нм до 700 нм. Ответ: 10 мкм.

13.18. Общее количество щелей дифракционной решетки – 2000. Если она освещается светом с длиной волны 0,6 мкм, то последний по счету максимум наблюдается под углом $64,2^\circ$. Под таким же углом образуется последний максимум и для света с длиной волны 0,45 мкм. Какую минимальную ширину должна иметь дифракционная решетка, чтобы образовать такую дифракционную картину? Ответ: 4 мм.

13.19. В направлении нормали к поверхности дифракционной решетки, содержащей $N=500$ штрихов на 1 мм, падает белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить ширину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана $L=1,2$ метра. Длинноволновые границы видимости спектра: $\lambda_1=720$ нм и $\lambda_2=400$ нм. Найти наибольший порядок спектра, который можно **целиком** наблюдать с помощью этой решетки. Ответ: 22 см, 2.

13.20. Дифракционная картина получена с помощью дифракционной решетки шириной $\ell=1,5$ см и периодом $d=5$ мкм. Определить, в спектре какого наименьшего порядка этой картины получатся отдельные изображения двух спектральных линий с разностью длин волн $\Delta\lambda=0,1$ нм, если линии лежат в крайней красной части спектра (длина волны $\lambda=720$ нм). Каков угол между разделяемыми дифрагирующими лучами в искомым спектре? Ответ: $3,38 \cdot 10^{-5}$ градуса.

13.21. Дифракционная решетка на ширине 2 мм содержит 200 щелей. Решетка освещается белым светом, а образованный спектр проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,8 м от нее. Найти, какова линейная ширина перекрытия спектров второго и третьего порядков на экране. Считать, что видимая часть спектра лежит в интервале длин волн от 0,38 до 0,74 мкм. Ответ: 2,7 см.

13.22. Свет от ртутной лампы падает нормально на дифракционную решетку, ширина которой 5 мм. Общее число штрихов решетки 1000. Определить угол между фиолетовыми (длина волны $\lambda_1=405$ нм) и желтыми ($\lambda_2=579$ нм) лучами в спектре первого порядка. Рассчитать но-

мера последнего фиолетового и желтого максимумов, которые можно наблюдать при помощи этой решетки. Ответ: 2^0 , 12, 8.

13.23. Определить разрешающую способность дифракционной решетки шириной 1 см в третьем порядке, если постоянная дифракционной решетки 10 мкм. Какова наименьшая разность длин волн для двух разрешаемых спектральных линий в желтой области (длина волны $\lambda=600\text{нм}$) и угол дифракции между ними. Ответ: 3000; 0,2 нм; $3,5\cdot 10^{-3}$ град.