

ИДЗ

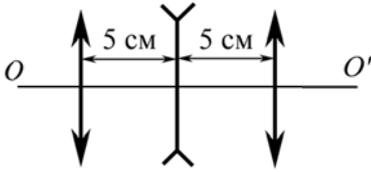
Часть 1

Геометрическая и волновая оптика

Вариант №1

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.1. Вывести с помощью принципа Ферма законы отражения и преломления света на плоской границе раздела.



1.2.1. Система, состоящая из трех тонких линз (см. рисунок), находится в воздухе. Оптическая сила каждой линзы 10,0 дптр. Определить: а) положение точки схождения параллельного пучка, падающего слева, после прохождения через систему; б) расстояние от первой линзы до точки на оси слева от системы,

при котором эта точка и ее изображение будут расположены симметрично относительно системы.

Ответ: а) Справа от последней линзы на 3 см от нее; б) $l = 17$ см.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.1. Во сколько раз N в опыте Юнга нужно изменить расстояние до экрана, чтобы пятая светлая полоса новой интерференционной картины оказалась на том же расстоянии, что и третья в прежней картине? То же для третьей и седьмой темных полос.

Ответ: 0,6; 15/7.

2.2.1. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом длиной волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ см; расстояние между отверстиями $d = 1$ мм и расстояние от отверстий до экрана $L = 3$ м. Найти расстояние x_i трех первых максимумов от нулевого максимума.

Ответ: $x_1 = 1,8$ мм; $x_2 = 3,6$ мм; $x_3 = 5,4$ мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.1. На непрозрачную преграду с отверстием радиуса $r = 1$ мм падает плоская монохроматическая световая волна. Когда расстояние от преграды до установленного за ней экрана $b_1 = 0,575$ м, в центре дифракционной картины наблюдается максимум интенсивности. При увеличении расстояния до значения $b_2 = 0,862$ м максимум интенсивности сменяется минимумом. Определить длину волны света.

Ответ: $\lambda = r^2(b_2 - b_1)/b_1 b_2 = 580$ нм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.1. Сколько штрихов на 1 мм содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в свете ($\lambda = 0,6$ мкм) максимум пятого порядка наблюдается под углом $\varphi = 18^\circ$?

Ответ: 103.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.1. Какой характер поляризации имеет плоская электромагнитная волна, проекции вектора E которой на оси X и Y , перпендикулярные направлению ее распространения, определяются следующими соотношениями:

$$E_x = E \cos(\omega t - kz), \quad E_y = E \cos(\omega t - kz + \pi/4)?$$

Ответ: Эллиптическая, по часовой стрелке, если смотреть навстречу волне; большая ось эллипса совпадает с прямой $y = x$.

4.2.1. Каким должен быть показатель преломления среды, чтобы коэффициент отражения естественного света имел минимум при угле падения между 0° и 90° ?

Ответ: $n > 3,732$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.2. Показать, что луч света, последовательно отразившись от трех взаимно перпендикулярных плоских зеркал, изменит свое направление на прямо противоположное.

1.2.2. В центре сферического зеркала расположен точечный источник света S . Зеркало разрезали пополам. Обе половины симметрично отодвинули на расстояние h от главной оптической оси целого зеркала. Найти расстояние между изображениями источника света в зеркалах.

Ответ: $4h$.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.2. В опыте Юнга расстояние между щелями $d = 0,5$ мм, длина волны $\lambda = 550$ нм. Найти расстояние L от щелей до экрана, если расстояние между соседними полосами $\Delta x = 1$ мм.

2.2.2. В опыте Юнга экран был удален от отверстий на расстояние 5 м. Расстояние между отверстиями 0,5 см, расстояние от третьего интерференционного максимума до центральной полосы 0,15 см. Определите: а) длину волны монохроматического света; б) расстояние между соседними светлыми интерференционными полосами; в) какова будет картина на экране, если его освещать белым светом?

Ответ: а) 0,5 мкм; б) 0,5 мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.2. На непрозрачном экране сделано круглое отверстие диаметром 4 мм. Экран освещается падающим нормально пучком параллельных лучей ($\lambda = 0,5$ мкм). Точка наблюдения находится на расстоянии 1 м от него. Сколько зон Френеля укладывается на отверстие? Темное или светлое пятно будет наблюдаться в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

Ответ: 8 зон, темное пятно.

Дифракция Фраунгофера

3.2.2. Свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Найти ее период, если одному из фраунгоферовых максимумов соответствует угол дифракции 35° и наибольший порядок спектра равен пяти.

Ответ: $d = 2,8$ мкм.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.2. Какой характер поляризации имеет плоская электромагнитная волна, проекции вектора E которой на оси x и y , перпендикулярные направлению ее распространения, определяются следующими соотношениями:

$$E_x = E \cos(\omega t - kz), \quad E_y = E \sin(\omega t - kz).$$

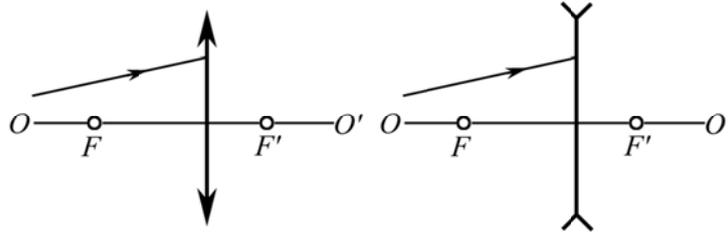
Ответ: Круговая поляризация против часовой стрелки, если смотреть навстречу волне.

4.2.2. При каких условиях луч света, падающий на боковую грань прозрачной изотропной призмы с преломляющим углом $\alpha = 60^\circ$, проходит через нее без потерь на отражение?

Ответ: $n = 1/\operatorname{tg}(\alpha/2) = 1,73$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.3. Построить изображение предмета AB , лежащего на главной оптической оси: а) собирающей линзы; б) рассеивающей линзы.



1.2.3. Улитка размером a сидит на дальней стенке прямоугольного аквариума ширины l . Во сколько раз изменится видимый угловой размер улитки, если из аквариума слить воду? Наблюдатель расположился на расстоянии L от аквариума.

Ответ: Уменьшится в $(L + l) / (L + nl)$ раз.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.3. Найти длину волны λ монохроматического излучения, если в опыте Юнга расстояние первого интерференционного максимума от центрального максимума $x = 0,05$ см, расстояние от щелей до экрана $L = 5$ м, расстояние между щелями $d = 0,5$ см.

Ответ: $\lambda = 500$ нм.

2.2.3. Расстояние между двумя мнимыми изображениями источника света в зеркалах Френеля $d = 0,7$ мм, расстояние от изображений до экрана $l = 2,267$ м, ширина полосы интерференции $x = 1,9$ мм, расстояние от источника до линии пересечения зеркал $r = 10$ см. Определите: а) длину волны монохроматического света, падающего на зеркала, острый угол между ними и число полос на экране; б) закон распределения интенсивности света на экране; в) допустимые размеры точечного источника, при которых можно наблюдать отчетливую картину интерференции.

Ответ: а) $0,585$ мкм; $\alpha = 0,035$; $N = 1200$; б) $I = I_0 \cos^2 \frac{\pi d \Delta x}{\lambda}$; в) $\delta = 0,95$ мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.3. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии L от точечного источника монохроматического света с $\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ см. На расстоянии $0,5L$ от источника помещена круглая прозрачная преграда диаметром 1 см. Чему равно расстояние L , если преграда закрывает только центральную зону Френеля?

Ответ: 167 м.

Дифракция Фраунгофера

3.2.3. На щель нормально падает пучок монохроматического света. Длина волны укладывается на ширине щели 6 раз. Под каким углом будет наблюдаться 3-й дифракционный минимум света? Сделать чертеж, показать угол дифракции и разность хода между крайними лучами.

Ответ: $\varphi = 30^\circ$.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.3. Какой характер поляризации имеет плоская электромагнитная волна, проекции вектора E которой по оси x и y , перпендикулярные направлению ее распространения, определяются следующими соотношениями:

$$E_x = E \cos(\omega t - kz), \quad E_y = E \cos(\omega t - kz + \pi)$$

4.2.3. Один поляроид пропускает 30 % света, если на него падает естественный свет. После прохождения света через два таких поляроида интенсивность падает до 9 %. Найти угол φ между осями поляроидов.

Ответ: $\varphi = 45^\circ$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.4. Найти построением ход луча за собирающей и рассеивающей тонкими линзами (см. рисунок, где OO' – оптическая ось; F и F' – передний и задний фокусы).

1.2.4. Открытый сверху сосуд, на дне которого находится точечный монохроматический источник света, заполняют снизу водой так, что ее уровень поднимается со скоростью $v = 9,0$ мм/с. Найти относительный сдвиг частоты $\Delta\omega / \omega$ света, который наблюдают над поверхностью воды вдоль вертикали, проходящей через источник. Наблюдатель предполагается неподвижным.

Ответ: $\Delta\omega / \omega = (n - 1)v / c = 1 \cdot 10^{-11}$.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.4. Во сколько раз N увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый ($\lambda_1 = 5 \cdot 10^{-5}$ см) светофильтр заменить красным ($\lambda_2 = 6,5 \cdot 10^{-5}$ см)?

Ответ: $N = 1,3$.

2.2.4. Тупой угол стеклянной бипризмы Френеля ($n = 1,5$) равен 179° , длина волны источника света $0,60$ мкм, расстояние от источника света до призмы 8 см, до экрана – 5 м. Определите расстояние между соседними интерференционными полосами Δx и число N полос интерференции.

Ответ: $\Delta x = 0,43$ мм; $N = 10$.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.4. Монохроматический свет ($\lambda = 0,5$ мкм) падает нормально на круглое отверстие диаметром $d = 1$ см. На каком расстоянии от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы в отверстии помещались а) одна зона Френеля, б) две зоны Френеля.

Ответ: 1) 50 м; 2) 25 м.

Дифракция Фраунгофера

3.2.14. На щель шириной $a = 20$ мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 500$ нм). Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на расстояние $l = 1$ м. Шириной изображения считать расстояние между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны от главного максимума освещенности.

Ответ: 5 см.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.4. Степень поляризации частично поляризованного света $P = 0,25$. Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей.

Ответ: $I_{\text{пол}} / I_{\text{ест}} = P / (1 - P) = 0,3$.

4.2.4. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен φ . Как поляризатор, так и анализатор поглощают 8% падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 9% интенсивности света, падающего на поляризатор. Найти угол φ .

Ответ: $\varphi = 62^\circ 32'$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.5. Пучок параллельных световых лучей падает из воздуха на толстую стеклянную пластину под углом 60° и, преломляясь, переходит в стекло. Ширина пучка в воздухе 10 см. Определите ширину пучка в стекле. Показатель преломления стекла 1,51.

Ответ: 16 см.

1.2.5. При каком минимальном угле падения луча света на стопку плоских прозрачных пластин, показатель преломления каждой из которых в k раз меньше, чем у вышележащей, луч не пройдет сквозь стопку? Показатель преломления верхней пластины n , число пластин N .

Ответ: $\sin \alpha = n / k^{N-1}$.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.5. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света $d = 0,5$ мм, расстояние до экрана $L = 5$ м. В зеленом свете получились интерференционные полосы на расстоянии $\Delta x = 5$ мм друг от друга. Найти длину волны λ зеленого света.

Ответ: $\lambda = 500$ нм.

2.2.5. В опыте Ллойда по интерференции в качестве отражателя света используется поверхность стеклянной пластинки $П$, а источником света служит параллельная ей светящаяся щель. Середина щели находится на расстоянии $d = 1$ мм от продолжения отражающей поверхности, экран $Э$ удален от щели на расстояние $l = 4$ м, длина волны $\lambda = 0,7$ мкм. На каком расстоянии x от середины центральной полосы находится третья светлая полоса? Какую ширину должна иметь щель, чтобы полосы были достаточно четкими?

Ответ: $x = 4,9$ мм; $d = 0,7$ мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.5. Точечный источник монохроматического света расположен перед зонной пластинкой на расстоянии $a = 1,5$ м от нее. Изображение источника образуется на расстоянии $d = 1,0$ м от пластинки. Найти фокусное расстояние зонной пластинки.

Ответ: $f = ab / (a + b) = 0,6$ м. Это значение соответствует главному фокусу, помимо которого существуют и другие.

Дифракция Фраунгофера

3.2.5. На дифракционную решетку падает нормально пучок света от разрядной трубки, наполненной водородом. Чему должна быть равна постоянная решетки, чтобы в направлении $\varphi = 41^\circ$ совпали две линии: $\lambda_1 = 6563 \text{ \AA}$ (максимум третьего порядка) и $\lambda_2 = 4102 \text{ \AA}$ (максимум четвертого порядка)? Сделать чертеж. Показать угол дифракции и разность хода лучей.

Ответ: $d = k_1 \lambda_1 / \sin \varphi = 5$ мкм.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.5. В частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в $n = 2$ раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности. Определить степень поляризации света.

Ответ: $P = 0,33$.

4.2.5. Имеются два одинаковых несовершенных поляризатора, каждый из которых в отдельности обуславливает степень поляризации $P_1 = 0,8$. Какова будет степень поляризации света, прошедшего последовательно через оба поляризатора, если плоскости поляризаторов: а) параллельны, б) перпендикулярны друг к другу?

Ответ: 0,3; 0,1.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.6. На плоскопараллельную прозрачную для света пластину толщиной 2 см падает луч под углом 60° . Определите угол преломления этого луча, если при выходе из пластины луч смещается на 1 см.

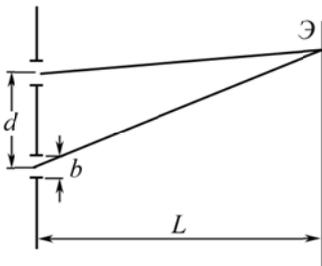
Ответ: 36° .

1.2.6. На дне стеклянной ванны лежит зеркало, поверх которого налит слой воды высотой 20 см. В воздухе на высоте 30 см над поверхностью воды висит лампа. На каком расстоянии от поверхности воды смотрящий в воду наблюдатель будет видеть изображение лампы в зеркале? Показатель преломления воды 1,33.

Ответ: 60 см.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.6. На рисунке изображена принципиальная интерференционная схема с двумя светящимися щелями. Оценить максимальную ширину b_{\max} щелей, при которой интерференционные полосы будут еще различимы достаточно отчетливо, считая свет строго монохроматическим.



Ответ: $b_{\max} = \Delta x/4$.

2.2.6. Рассеянный монохроматический свет с длиной волны 0,60 мкм падает на пленку толщиной 15 мкм с показателем преломления 1,5. Определите угловое расстояние между соседними максимумами, наблюдаемыми в отраженном свете под углами с нормалью, близкими к 45° .

Ответ: 3° .

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.6. Найти радиус третьей и пятой зон Френеля, если расстояние от источника света до волновой поверхности $a = 1$ м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения $b = 1$ м. Длина света $\lambda = 500$ нм.

Ответ: $r_3 = 0,86$ мм; $r_5 = 1,12$ мм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.6. На щель шириной $a = 0,05$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Определить угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

Ответ: $2^\circ 45'$.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.6. Степень поляризации частично поляризованного света $P = 0,5$. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной?

Ответ: В 3 раза.

4.2.6. На пути частично поляризованного пучка поместили николю. При повороте николя на угол $\varphi = 60^\circ$ из положения, соответствующего максимуму пропускания света, интенсивность прошедшего света уменьшилась в $\eta = 3$ раза. Найти степень поляризации падающего света.

Ответ: $P = \frac{\eta - 1}{1 - \cos 2\varphi} = 0,8$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.7. Точечный источник света расположен в воде на глубине 1 м. Показатель преломления воды равен 1,33. Каков радиус круга на поверхности воды, в пределах которого возможен выход лучей в воздух?

Ответ: 1,14 м.

1.2.7. В днище судна сделан стеклянный иллюминатор для наблюдения за морскими животными. Диаметр иллюминатора 40 см, много меньше толщины стекла. Определите площадь обзора дна из такого иллюминатора. Показатель преломления морской воды 1,4, расстояние до дна 5 м.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.7. Плоская световая волна падает на бисеркала Френеля, угол между которыми $\alpha = 2'$. Найти длину волны света λ , если ширина интерференционной полосы на экране $\Delta x = 0,55$ мм.

Ответ: $\lambda = 2\alpha \Delta x = 640$ нм.

2.2.7. Интерференция при отражении света наблюдается в тонком стеклянном клине. Расстояние между соседними темными полосами 5 мм, показатель преломления стекла 1,5, длина световой волны 0,58 мкм. Определите угол между гранями клина.

Ответ: 8 ".

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.7. Найти радиус второй и четвертой зон Френеля для плоской волны, если расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения $b = 1$ м. Длина света $\lambda = 500$ нм.

Ответ: $r_2 = 1$ мм, $r_4 = 1,41$ мм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.7. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен 1° . Сколько длин волн падающего света укладывается на ширине щели?

Ответ: 143.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.7. Пучок плоскополяризованного света ($\lambda = 589$ нм) падает на пластинку исландского шпата перпендикулярно к его оптической оси. Найти длины волн λ_o и λ_e обыкновенного и необыкновенного лучей в кристалле, если показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей равны $n_o = 1,66$ и $n_e = 1,49$.

Ответ: $\lambda_o = 355$ нм, $\lambda_e = 395$ нм.

4.2.7. Найти степень поляризации света, отраженного от поверхности стекла под углами 0° , 45° , $56^\circ 51'$, 90° . Показатель преломления стекла $n = 1,53$. Падающий свет – естественный.

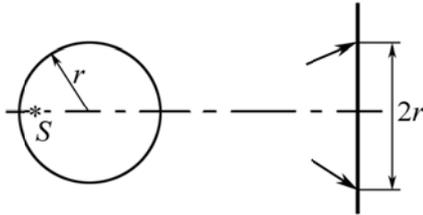
Ответ: $P = 0; 0,02; 1,0; 0$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.8. Имеются две оптические среды с плоской границей раздела. Пусть $\theta_{\text{лп}}$ – предельный угол падения луча, а θ_1 – угол падения, при котором преломленный луч перпендикулярен отраженному (луч идет из оптически более плотной среды). Найти относительный показатель преломления этих сред, если $\sin \theta_{\text{лп}}/\sin \theta_1 = \eta = 1,28$.

$$\text{Ответ: } n_1 / n_2 = 1 / \sqrt{\eta^2 - 1} = 1,25.$$

1.2.8. Внутри стеклянного шара радиусом $r = 0,1$ м слева от его центра вблизи поверхности находится точечный источник света S . На каком расстоянии справа от центра шара радиус светового пучка, вышедший из шара, будет равен r ? Показатель преломления стекла $n = 2$.



$$\text{Ответ: } x = r(2 + \sqrt{3}) = 0,37 \text{ м.}$$

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.8. Расстояния от призмы Френеля с показателем преломления $n = 1,5$ до узкой щели и экрана равны соответственно $a = 25$ и $b = 100$ см. Преломляющий угол призмы $Q = 20'$. Найти длину волны света λ , если ширина интерференционной полосы на экране $\Delta x = 0,55$ мм.

$$\text{Ответ: } \lambda = \frac{2aQ(n-1)\Delta x}{a+b} = 640 \text{ нм.}$$

2.2.8. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки приложены одна к другой так, что между ними образовался воздушный клин с острым углом $30''$. На одну из пластинок падает нормально монохроматический свет с длиной волны $0,6$ мкм. На каком расстоянии от линии соприкосновения пластинок наблюдаются первая и вторая светлые полосы в отраженном свете?

$$\text{Ответ: } 3,1; 5,2 \text{ мм.}$$

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.8. Свет от монохроматического источника ($\lambda = 600$ нм) падает нормально на диафрагму с диаметром отверстия $d = 6$ мм. За диафрагмой на расстоянии $l = 3$ м от нее находится экран. Какое число зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы? Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым?

$$\text{Ответ: } k = 5; \text{ центр дифракционной картины будет светлым.}$$

Дифракция Фраунгофера

3.2.8. Свет с длиной волны λ падает нормально на прямоугольную щель шириной b . Найти угловое распределение интенсивности света при фраунгоферовой дифракции, а также угловое положение минимумов.

$$\text{Ответ: } I_{\varphi} = I_0 \sin^2(\delta / 2) / (\delta / 2); b \sin \varphi = k\lambda, k = 1, 2, \dots$$

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.8. Определить толщину пластинки из кальцита, которая в желтом свете с длиной волны $\lambda_0 = 5893 \text{ \AA}$ создает сдвиг фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, равный $\pi/2$ (пластинка в четверть волны). Какой сдвиг возникает при этом в фиолетовом свете ($\lambda_1 = 4047 \text{ \AA}$), проходящем через эту пластинку? Разность показателей преломления в этом диапазоне длин волн считать $\Delta n = 0,009$.

$$\text{Ответ: } 0,73\pi.$$

4.2.8. Обыкновенный и необыкновенный лучи получаются путем разложения одного и того же пучка естественного света; следовательно, у соответствующих волн фазы абсолютно одинаковые. Возникнет ли картина интерференционных максимумов и минимумов, если свести оба луча вместе.

$$\text{Ответ: Нет, т.к. плоскости колебаний светового вектора в этих лучах перпендикулярны.}$$

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.9. На дне ручья лежит камешек. Мальчик хочет толкнуть его палкой. Прицеливаясь, мальчик держит палку по лучу зрения под углом 45° к горизонту. На каком расстоянии от камешка воткнется палка в дно ручья, если его глубина $0,4$ м? Где будет находиться кажущееся положение камешка, если на него смотреть сверху по вертикали? Показатель преломления воды $n = 1,33$.

Ответ: 15 см, $h = 30$ см.

1.2.9. Человек движется вдоль главной оптической оси объектива фотоаппарата со скоростью $v = 5$ м/с. С какой скоростью u необходимо перемещать матовое стекло фотоаппарата, чтобы изображение человека на нем все время оставалось резким. Главное фокусное расстояние F объектива равно 20 см. Вычисления выполнить для случая, когда человек находился на расстоянии $d = 10$ м от фотоаппарата.

Ответ: $2,08$ мм/с.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.9. В изображенной на рисунке установке с бисеркалами Френеля S – источник света в виде перпендикулярной к плоскости рисунка щели; \mathcal{E} – экран. Расстояние $r = 0,1$ м, $b = 1$ м. Найти: а) значение угла α , при котором для $\lambda = 500$ нм ширина Δx интерференционных полос на экране будет равна 1 мм; б) максимальное N число полос, которое можно наблюдать в этом случае.

Ответ: а) $\alpha = 9,5'$; б) $N = 5$.

2.2.9. Полосы равной толщины наблюдаются в воздушном пространстве между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками, образующими малый угол. Клиновое пространство освещается рассеянным монохроматическим светом. Пластинки рассматривают с расстояния наилучшего зрения (25 см) в направлении, перпендикулярном к поверхности клина, причем глаз может смещаться перпендикулярно к ребру клина. Оцените максимальное число интерференционных полос, которые можно видеть при диаметре зрачка глаза 5 мм; степень монохроматичности ($\Delta\lambda/\lambda$), необходимую для того, чтобы такое число полос могло наблюдаться.

Ответ: $N = 2500$; $\Delta\lambda/\lambda = 0,04\%$.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля. Дифракция на кристаллической решетке

3.1.9. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии $l = 4$ м от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 500$ нм). На расстоянии $a = 0,5l$ от источника помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе R отверстия центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным?

Ответ: $R = 1$ мм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.9. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол $\varphi_1 = 14^\circ$. На какой угол отклонен максимум третьего порядка?

Ответ: $21^\circ 17'$.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.9. Можно ли получить свет, поляризованный по кругу, с помощью пластинки с «толщиной», иной чем в четверть волны?

Ответ: Нельзя. $I = I_0/2$.

4.2.9. Определить, во сколько раз изменится интенсивность частично поляризованного света, рассматриваемого через николю, при повороте николя на 60° по отношению к положению, соответствующему максимальной интенсивности. Степень поляризации света

$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = 0,5.$$

Ответ: $1,8$.

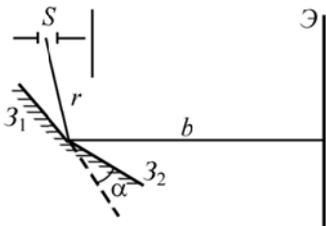
1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.10. Луч света распространяется в среде, показатель преломления которой убывает с высотой по закону $n = n_0 - ky$, где n_0, k – постоянные. На какой высоте луч повернет обратно. В точке $y = 0$ угол между направлением луча и координатой y равен α_0 .

1.2.10. Фотографируется момент погружения в воду прыгуна с вышки высотой 4,9 м. Фотограф находится у воды на расстоянии 10 м от места погружения. Фокусное расстояние объектива фотоаппарата равно 20 см. На негативе допустимо «размытие» изображения не более 0,05 мм. На какое наибольшее время (в миллисекундах) должен быть открыт затвор фотоаппарата?

Ответ: 0,25 мс.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА



2.1.10. Выразить расстояние x от центра интерференционной картины до m -й светлой полосы в опыте с бипризмой (см. рисунок). Показатель преломления призмы n , преломляющий угол θ , длина волны λ . Интерферирующие лучи падают на экран приблизительно перпендикулярно.

$$\text{Ответ: } x = m\lambda \frac{a + b}{2a(n - 1)\theta}.$$

2.2.10. Плосковыпуклая стеклянная линза с радиусом кривизны сферической поверхности 12,5 см сильно прижата к стеклянной пластинке. Диаметры десятого и пятнадцатого темных колец Ньютона в отраженном свете равны соответственно 1,0 и 1,5 мм. Определите длину волны света.

Ответ: 0,5 мкм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.10. На диафрагму с диаметром $D = 1,96$ мм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 600$ нм). При каком наибольшем расстоянии l между диафрагмой и экраном в центре дифракционной картины будет наблюдаться темное пятно?

Ответ: $l = 0,8$ м.

3.2.10. На дифракционную решетку, содержащую $n = 400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол дифракции, соответствующий последнему максимуму.

Ответ: 8; 74° .

Дифракция Фраунгофера

3.2.10. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен 1° . Сколько длин волн падающего света укладывается на ширине щели?

Ответ: 143.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.10. Под каким i_B к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были полностью поляризованы? Показатель преломления воды $n = 1,33$.

Ответ: 37° .

4.2.10. Естественный свет падает под углом Брюстера на поверхность стекла. Определить с помощью формул Френеля: а) коэффициент отражения; б) степень поляризации преломленного света.

Ответ: $\rho = 0,083$; $P = 0,091$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

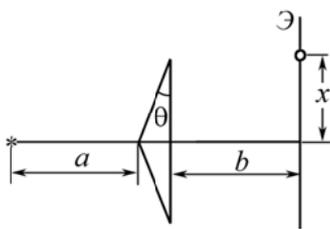
1.1.11. Показатель преломления атмосферы планеты уменьшается с высотой h над ее поверхностью по закону $n = n_0 - \alpha h$ при $h > n_0 / \alpha$. Радиус планеты R . Найдите, на какой высоте над поверхностью планеты луч, испущенный горизонтально, будет обходить планету, оставаясь все время на этой высоте.

Ответ: $h = \frac{n_0}{\alpha} - R$.

1.2.11. Оптическая система состоит из двух собирающих линз с фокусными расстояниями 20 и 10 см. Расстояние между линзами 30 см. Предмет находится на расстоянии 30 см от первой линзы. Определите, на каком расстоянии от второй линзы находится изображение предмета?

Ответ: 7,5 см.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА



2.1.11. В схеме, предложенной Ллойдом, световая волна, падающая на экран Э непосредственно от светящейся щели S, интерферирует с волной, отразившейся от зеркала З (см. рисунок). Пусть расстояние от щели до плоскости зеркала $h = 1$ мм, расстояние от щели до экрана $L = 1$ м, длина световой волны $\lambda = 500$ нм. Найдите: а) ширину интерференционных полос Δx ; б) при

какой минимальной ширине щели b_{\min} интерференционная картина на экране полностью исчезает.

Ответ: а) $\Delta x = 0,25$ мм; б) $b_{\min} = 0,25$ мм.

2.2.11. Ширина 10 колец Ньютона, отсчитываемых вдали от их центра, равна 0,7 мм, ширина следующих 10 колец – 0,4 мм. Определите радиус кривизны линзы, если наблюдение производится в отраженном свете при длине волны 0,589 мкм.

Ответ: 0,22 м.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.11. Вычислить радиус пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ($\lambda = 0,5$ мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии $b = 1$ м от фронта волны.

Ответ: $r_5 = 1,58$ мм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.11. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ($\lambda = 0,4$ мкм) спектра третьего порядка?

Ответ: 0,6 мкм.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.11. Параллельный пучок света переходит из глицерина ($n_1 = 1,47$) в стекло ($n_2 = 1,5$) так, что пучок, отраженный от границы раздела этих сред, оказывается максимально поляризованным. Определить угол γ между падающим и преломленным лучами.

Ответ: $178^\circ 28'$.

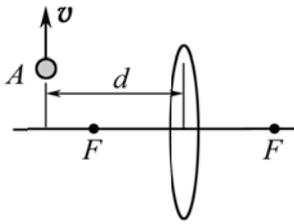
4.2.11. Степень поляризации частично поляризованного света $P = 0,25$. Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей.

Ответ: $I_{\max} / I_0 = P / (1 - P) = 0,3$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.12. Имеются две тонкие симметричные линзы: одна собирающая с показателем преломления $n_1 = 1,70$, другая рассеивающая с $n_2 = 1,51$. Обе линзы имеют одинаковый радиус кривизны поверхностей $R = 10$ см. Линзы сложили вплотную и погрузили в воду. Каково фокусное расстояние этой системы в воде?

Ответ: $F = n_0 R / 2(n_1 - n_2) = 35$ см,
где n_0 – показатель преломления воды.



1.2.12. Точка A движется с постоянной скоростью 2 см/с в направлении, как показано на рисунке. С какой скоростью движется изображение этой точки, если $d = 0,15$ м, а фокусное расстояние линзы $F = 0,1$ м?

Ответ: 4 см/с.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.12. Рассеянный монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм падает на пленку толщиной $d = 15$ мкм с показателем преломления $n = 1,5$. Определить угловое расстояние между соседними максимумами, наблюдаемыми в отраженном свете под углами с нормалью, близкими к 45° .

Ответ: $\Delta\varphi = 3^\circ$

2.2.12. Две одинаковые плосковыпуклые линзы из кронгласа ($n = 1,51$) соприкасаются своими сферическими поверхностями. Определите оптическую силу такой системы, если в отраженном свете с длиной волны $0,60$ мкм диаметр пятого светлого кольца Ньютона равен $1,5$ мм. Каков диаметр пятого кольца, если пространство между линзами заполнено сероуглеродом ($n_c = 1,63$)?

Ответ: $2,4$ дптр; $1,13$ мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.12. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус шестой зоны Френеля.

Ответ: $r_6 = 3,69$ мм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.12. На дифракционную решетку, содержащую $n = 500$ штрихов на 1 мм, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить ширину спектра первого порядка на экране, если расстояние d линзы до экрана равно 3 м. Границы видимости спектра $\lambda_{кр} = 780$ нм, $\lambda_{ф} = 400$ нм.

Ответ: 66 см.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.12. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный сосуд ($n = 1,5$), и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом $i_B = 42^\circ 37'$. Найти показатель преломления n жидкости. Под каким углом i должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение?

Ответ: $n = 1,63$, $i = 66^\circ 56'$.

4.2.12. Чтобы скомпенсировать сдвиг фаз, вызванный пластинкой кальцита толщиной в четверть волны, на пути светового пучка поставили пластинку из кварца толщиной в четверть волны. Сопоставить толщины пластин. Опыт проводится в зеленом участке спектра (5086 \AA).

Ответ: $d = n_c / n_{кв}$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

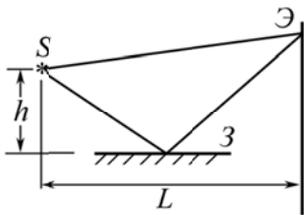
1.1.13. Найти фокусное расстояние зеркала, представляющего собой тонкую симметричную двояковыпуклую стеклянную линзу с посеребренной одной поверхностью. Радиус кривизны поверхностей линзы $R = 40$ см.

Ответ: $F = R / 2(2n - 1) = 10$ см.

1.2.13. Источник света находится на $l = 90$ см от экрана. Тонкая собирающая линза, помещенная между источником света и экраном, дает четкое изображение источника при двух ее положениях. Найти фокусное расстояние линзы, если а) расстояние между обоими положениями $\Delta l = 30$ см; б) поперечные размеры изображения при одном положении линзы в $\eta = 4,0$ раза больше, чем при другом.

Ответ: а) $F = (l^2 - \Delta l^2) / 4l = 20$ см; б) $F = l\sqrt{\eta} / (1 + \sqrt{\eta}) = 20$ см.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА



2.1.13. В опыте Ллойда в качестве отражающей взята поверхность стеклянной пластины, а источником света служит параллельная щель, середина которой находится на расстоянии $h = 1$ мм от продолжения отражающей поверхности. Экран расположен на расстоянии $L = 4$ м от щели, длина волны $\lambda = 700$ нм. Найти число интерференционных полос n , укладывающихся на отрезке экрана длиной $l = 4,2$ мм.

Ответ: $n = \frac{2lh}{L\lambda} + 1 = 4$.

2.2.13. На стеклянный клин падает нормально пучок света ($\lambda = 5,82 \cdot 10^{-7}$ м). Угол клина $\theta = 20''$. Какое число темных интерференционных полос приходится на единицу длины клина? Показатель преломления света $n = 1,5$.

Ответ: $N = 5$ см⁻¹.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.13. На диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 4$ мм падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Точка наблюдения находится на расстоянии 1 м от него. Сколько зон Френеля укладывается на отверстии? Темное или светлое пятно будет наблюдаться в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

Ответ: 8 зон, темное пятно.

Дифракция Фраунгофера

3.2.13. На щель шириной $a = 2$ мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 589$ нм). Под какими углами φ будут наблюдаться дифракционные минимумы света?

Ответ: $\varphi_1 = 17^\circ 8'$; $\varphi_2 = 36^\circ 5'$; $\varphi_3 = 62^\circ$.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.13. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. Показатели преломления: воды $n = 1,33$, алмаза $n = 2,42$.

Ответ: $61^\circ 12'$.

4.2.13. Показатель преломления кристаллического кварца для длины волны $\lambda = 589$ нм равен $n_0 = 1,544$ для обыкновенного луча и $n_e = 1,544$ для необыкновенного луча. На пластинку кварца, вырезанную параллельно оптической оси, нормально падает линейно поляризованный свет указанной длины волны, занимающий спектральный интервал $\Delta\lambda = 400$ нм. Найти толщину пластинки d и направление поляризации падающего света, если свет после пластинки оказался неполяризованным.

Ответ: $d > \lambda^2 / [\Delta\lambda \cdot (n_e - n_0)] = 1$ мм. Падающий свет должен быть поляризован под углом 45° к оптической оси пластинки.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.14. Для некоторой стеклянной призмы угол наименьшего отклонения луча равен преломляющему углу призмы. Найти последний.

Ответ: $\theta = 83^\circ$.

1.2.14. Линзу с фокусным расстоянием F и радиусами кривизны r_1 и r_2 встроили в стенку аквариума так, что поверхность линзы с радиусом кривизны r_2 находится внутри аквариума. Показатель преломления воды n . Определите, на каком расстоянии от линзы сфокусируется параллельный пучок света: а) входящий в аквариум; б) выходящий из аквариума.

Ответ: а) $\frac{1}{x} = \frac{1}{nF} - \frac{n-1}{nr_2}$; б) $\frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{n-1}{nr_1}$.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.14. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец равны соответственно $r_K = 4,0$ мм и $r_{K+1} = 4,38$ мм. Радиус кривизны линзы равен $R = 6,4$ м. Найти порядковые номера колец и длину волны λ падающего света.

Ответ: $K = 5$; $\lambda = 500$ нм.

2.2.14. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. Наблюдая интерференционные полосы в отраженном свете ртутной дуги ($\lambda = 546,1$ нм), находим, что расстояние между пятью полосами $l = 2$ см. Найти угол θ клина. Свет падает перпендикулярно к поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды $n = 1,33$.

Ответ: $\theta = 8,46''$.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.14. Плоская световая волна ($\lambda = 0,7$ мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом $r = 1,4$ мм. Определить расстояния b_1 , b_2 , b_3 от диафрагмы до трех наиболее удаленных от нее точек, в которых наблюдаются минимумы интенсивности.

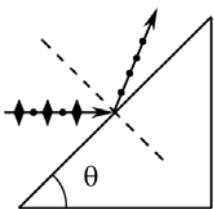
Ответ: $b_1 = 1,4$ м; $b_2 = 0,4$ м; $b_3 = 0,47$ м.

Дифракция Фраунгофера

3.2.14. На щель шириной $a = 20$ мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 500$ нм). Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на расстояние $l = 1$ м. Шириной изображения считать расстояние между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны от главного максимума освещенности.

Ответ: 5 см.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА



4.1.14. Пучок естественного света падает на стеклянную ($n = 1,6$) призму (см. рисунок). Определить двугранный угол θ призмы, если отраженный пучок максимально поляризован.

Ответ 32° .

4.2.14. Параллельный пучок неполяризованного монохроматического света падает на пластинку в $\lambda/4$. Интенсивность света в некоторой точке P за пластинкой равна I_0 . Из пластинки вырезают диск, закрывающий одну зону Френеля для точки P . Диск повернули вокруг луча на угол 90° и поставили на место. Какой стала интенсивность I в точке P ?

Ответ: $I = 5I_0$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.15. В стекле с показателем преломления 1,52 имеется сферическая полость радиусом 3 см, заполненная водой с показателем преломления 1,33. На полость падают параллельные лучи света. Определите радиус светового пучка, который проникает в полость.

Ответ: 2,625 см.

1.2.15. Точечный источник света помещен на главной оптической оси собирающей линзы L_1 с фокусным расстоянием 20 см на расстоянии 40 см от этой линзы. По другую сторону линзы L_1 в ее фокальной плоскости помещена рассеивающая линза L_2 так, что вышедшие из линзы L_2 лучи кажутся исходящими из самого источника. Определите фокусное расстояние рассеивающей линзы.

Ответ: $F = -15$ см.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.15. Установка для наблюдения колец Ньютона освещена монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм, падающим нормально. Найти толщину воздушного слоя h между линзой и стеклянной пластиной в том месте, где наблюдается четвертое темное кольцо в отраженном свете.

Ответ: $h = 1,2$ мкм.

2.2.15. Найти минимальную толщину d_{\min} пленки с показателем преломления $n = 1,33$, при которой свет с длиной волны $\lambda_1 = 0,64$ мкм испытывает максимальное отражение, а свет с длиной волны $\lambda_2 = 0,40$ мкм не отражается совсем. Угол падения света $\alpha = 30^\circ$.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.15. Точечный источник света ($\lambda = 0,5$ мкм) расположен на расстоянии $a = 1$ м от плоской диафрагмы с круглым отверстием радиусом $r = 0,5$ мм. Определить расстояние от экрана до диафрагмы, при котором отверстие открывало бы три зоны Френеля.

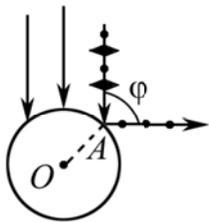
Ответ: $b = ar^2 / (k\lambda a - r^2) = 0,2$ м.

Дифракция Фраунгофера

3.2.15. На дифракционную решетку падает нормально пучок света. Для того, чтобы увидеть красную линию ($\lambda = 700$ нм) в спектре этого порядка, зрительную трубу пришлось установить под углом $\varphi = 30^\circ$ к оси коллиматора. Найти постоянную дифракционной решетки. Какое число штрихов нанесено на единицу длины этой решетки?

Ответ: $d = 2,8$ мкм; $N_0 = 3570 \text{ см}^{-1}$.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА



4.1.15. Параллельный пучок естественного света падает на сферическую каплю воды. Найти угол φ между отраженным и падающим лучами в точке A (см. рисунок). Показатель преломления воды $n = 1,33$.

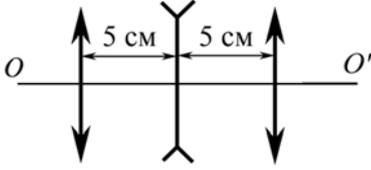
Ответ: 106° .

4.2.15. Требуется изготовить параллельную оптической оси кварцевую пластинку, толщина которой не превышала бы 0,5 мм. Найти максимальную толщину этой пластинки, при которой линейно поляризованный свет с длиной волны $\lambda = 589$ нм после прохождения ее: а) испытывает лишь поворот плоскости поляризации; б) станет поляризованным по кругу.

Ответ: 0,490 нм; 0,475 нм.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.16. Вывести с помощью принципа Ферма законы отражения и преломления света на плоской границе раздела.



1.2.16. Система, состоящая из трех тонких линз (см. рисунок), находится в воздухе. Оптическая сила каждой линзы 10,0 дптр. Определить: а) положение точки схождения параллельного пучка, падающего слева, после прохождения через систему; б) расстояние от первой линзы до точки на оси слева от системы,

при котором эта точка и ее изображение будут расположены симметрично относительно системы.

Ответ: а) Справа от последней линзы на 3 см от нее; б) $l = 17$ см.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.16. Во сколько раз N в опыте Юнга нужно изменить расстояние до экрана, чтобы пятая светлая полоса новой интерференционной картины оказалась на том же расстоянии, что и третья в прежней картине? То же для третьей и седьмой темных полос.

Ответ: 0,6; 15/7.

2.2.16. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом длиной волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ см; расстояние между отверстиями $d = 1$ мм и расстояние от отверстий до экрана $L = 3$ м. Найти расстояние x_i трех первых максимумов от нулевого максимума.

Ответ: $x_1 = 1,8$ мм; $x_2 = 3,6$ мм; $x_3 = 5,4$ мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.16. На непрозрачную преграду с отверстием радиуса $r = 1$ мм падает плоская монохроматическая световая волна. Когда расстояние от преграды до установленного за ней экрана $b_1 = 0,575$ м, в центре дифракционной картины наблюдается максимум интенсивности. При увеличении расстояния до значения $b_2 = 0,862$ м максимум интенсивности сменяется минимумом. Определить длину волны света.

Ответ: $\lambda = r^2(b_2 - b_1)/b_1b_2 = 580$ нм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.16. Сколько штрихов на 1 мм содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в свете ($\lambda = 0,6$ мкм) максимум пятого порядка наблюдается под углом $\varphi = 18^\circ$?

Ответ: 103.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.16. Какой характер поляризации имеет плоская электромагнитная волна, проекции вектора \mathbf{E} которой на оси X и Y , перпендикулярные направлению ее распространения, определяются следующими соотношениями:

$$E_x = E \cos(\omega t - kz), \quad E_y = E \cos(\omega t - kz + \pi/4)?$$

Ответ: Эллиптическая, по часовой стрелке, если смотреть навстречу волне; большая ось эллипса совпадает с прямой $y = x$.

4.2.16. Каким должен быть показатель преломления среды, чтобы коэффициент отражения естественного света имел минимум при угле падения между 0° и 90° ?

Ответ: $n > 3,732$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.17. Показать, что луч света, последовательно отразившись от трех взаимно перпендикулярных плоских зеркал, изменит свое направление на прямо противоположное.

1.2.17. В центре сферического зеркала расположен точечный источник света S . Зеркало разрезали пополам. Обе половины симметрично отодвинули на расстояние h от главной оптической оси целого зеркала. Найти расстояние между изображениями источника света в зеркалах.

Ответ: $4h$.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.17. В опыте Юнга расстояние между щелями $d = 0,5$ мм, длина волны $\lambda = 550$ нм. Найти расстояние L от щелей до экрана, если расстояние между соседними полосами $\Delta x = 1$ мм.

2.2.17. В опыте Юнга экран был удален от отверстий на расстояние 5 м. Расстояние между отверстиями 0,5 см, расстояние от третьего интерференционного максимума до центральной полосы 0,15 см. Определите: а) длину волны монохроматического света; б) расстояние между соседними светлыми интерференционными полосами; в) какова будет картина на экране, если его освещать белым светом?

Ответ: а) 0,5 мкм; б) 0,5 мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.17. На непрозрачном экране сделано круглое отверстие диаметром 4 мм. Экран освещается падающим нормально пучком параллельных лучей ($\lambda = 0,5$ мкм). Точка наблюдения находится на расстоянии 1 м от него. Сколько зон Френеля укладывается на отверстие? Темное или светлое пятно будет наблюдаться в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

Ответ: 8 зон, темное пятно.

Дифракция Фраунгофера

3.2.17. Свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Найти ее период, если одному из фраунгоферовых максимумов соответствует угол дифракции 35° и наибольший порядок спектра равен пяти.

Ответ: $d = 2,8$ мкм.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.17. Какой характер поляризации имеет плоская электромагнитная волна, проекции вектора E которой на оси x и y , перпендикулярные направлению ее распространения, определяются следующими соотношениями:

$$E_x = E \cos(\omega t - kz), \quad E_y = E \sin(\omega t - kz).$$

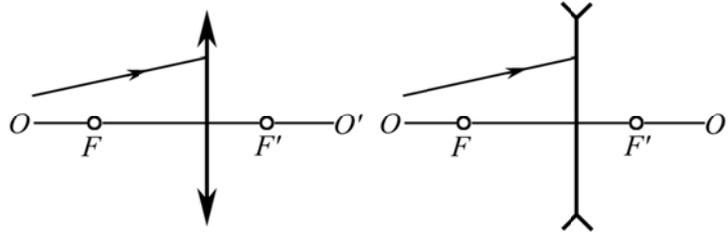
Ответ: Круговая поляризация против часовой стрелки, если смотреть навстречу волне.

4.2.17. При каких условиях луч света, падающий на боковую грань прозрачной изотропной призмы с преломляющим углом $\alpha = 60^\circ$, проходит через нее без потерь на отражение?

Ответ: $n = 1/\operatorname{tg}(\alpha/2) = 1,73$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.18. Построить изображение предмета AB , лежащего на главной оптической оси: а) собирающей линзы; б) рассеивающей линзы.



1.2.18. Улитка размером a сидит на дальней стенке прямоугольного аквариума ширины l . Во сколько раз изменится видимый угловой размер улитки, если из аквариума слить воду? Наблюдатель расположился на расстоянии L от аквариума.

Ответ: Уменьшится в $(L + l) / (L + nl)$ раз.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.18. Найти длину волны λ монохроматического излучения, если в опыте Юнга расстояние первого интерференционного максимума от центрального максимума $x = 0,05$ см, расстояние от щелей до экрана $L = 5$ м, расстояние между щелями $d = 0,5$ см.

Ответ: $\lambda = 500$ нм.

2.2.18. Расстояние между двумя мнимыми изображениями источника света в зеркалах Френеля $d = 0,7$ мм, расстояние от изображений до экрана $l = 2,267$ м, ширина полосы интерференции $x = 1,9$ мм, расстояние от источника до линии пересечения зеркал $r = 10$ см. Определите: а) длину волны монохроматического света, падающего на зеркала, острый угол между ними и число полос на экране; б) закон распределения интенсивности света на экране; в) допустимые размеры точечного источника, при которых можно наблюдать отчетливую картину интерференции.

Ответ: а) $0,585$ мкм; $\alpha = 0,035$; $N = 1200$; б) $I = I_0 \cos^2 \frac{\pi d \Delta x}{\lambda}$; в) $\delta = 0,95$ мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.18. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии L от точечного источника монохроматического света с $\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ см. На расстоянии $0,5L$ от источника помещена круглая прозрачная преграда диаметром 1 см. Чему равно расстояние L , если преграда закрывает только центральную зону Френеля?

Ответ: 167 м.

Дифракция Фраунгофера

3.2.18. На щель нормально падает пучок монохроматического света. Длина волны укладывается на ширине щели 6 раз. Под каким углом будет наблюдаться 3-й дифракционный минимум света? Сделать чертеж, показать угол дифракции и разность хода между крайними лучами.

Ответ: $\varphi = 30^\circ$.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.18. Какой характер поляризации имеет плоская электромагнитная волна, проекции вектора E которой по оси x и y , перпендикулярные направлению ее распространения, определяются следующими соотношениями:

$$E_x = E \cos(\omega t - kz), \quad E_y = E \cos(\omega t - kz + \pi)$$

4.2.18. Один поляроид пропускает 30 % света, если на него падает естественный свет. После прохождения света через два таких поляроида интенсивность падает до 9 %. Найти угол φ между осями поляроидов.

Ответ: $\varphi = 45^\circ$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.19. Найти построением ход луча за собирающей и рассеивающей тонкими линзами (см. рисунок, где OO' – оптическая ось; F и F' – передний и задний фокусы).

1.2.19. Открытый сверху сосуд, на дне которого находится точечный монохроматический источник света, заполняют снизу водой так, что ее уровень поднимается со скоростью $v = 9,0$ мм/с. Найти относительный сдвиг частоты $\Delta\omega / \omega$ света, который наблюдают над поверхностью воды вдоль вертикали, проходящей через источник. Наблюдатель предполагается неподвижным.

Ответ: $\Delta\omega / \omega = (n - 1)v / c = 1 \cdot 10^{-11}$.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.19. Во сколько раз N увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый ($\lambda_1 = 5 \cdot 10^{-5}$ см) светофильтр заменить красным ($\lambda_2 = 6,5 \cdot 10^{-5}$ см)?

Ответ: $N = 1,3$.

2.2.19. Тупой угол стеклянной бипризмы Френеля ($n = 1,5$) равен 179° , длина волны источника света $0,60$ мкм, расстояние от источника света до призмы 8 см, до экрана – 5 м. Определите расстояние между соседними интерференционными полосами Δx и число N полос интерференции.

Ответ: $\Delta x = 0,43$ мм; $N = 10$.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.19. Монохроматический свет ($\lambda = 0,5$ мкм) падает нормально на круглое отверстие диаметром $d = 1$ см. На каком расстоянии от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы в отверстии помещались а) одна зона Френеля, б) две зоны Френеля.

Ответ: 1) 50 м; 2) 25 м.

Дифракция Фраунгофера

3.2.19. На щель шириной $a = 20$ мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 500$ нм). Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на расстояние $l = 1$ м. Шириной изображения считать расстояние между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны от главного максимума освещенности.

Ответ: 5 см.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.19. Степень поляризации частично поляризованного света $P = 0,25$. Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей.

Ответ: $I_{\text{пол}} / I_{\text{ест}} = P / (1 - P) = 0,3$.

4.2.19. Естественный свет проходит через поляризатор и анализатор, поставленные так, что угол между их главными плоскостями равен φ . Как поляризатор, так и анализатор поглощают 8% падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 9% интенсивности света, падающего на поляризатор. Найти угол φ .

Ответ: $\varphi = 62^\circ 32'$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.20. Пучок параллельных световых лучей падает из воздуха на толстую стеклянную пластину под углом 60° и, преломляясь, переходит в стекло. Ширина пучка в воздухе 10 см. Определите ширину пучка в стекле. Показатель преломления стекла 1,51.

Ответ: 16 см.

1.2.20. При каком минимальном угле падения луча света на стопку плоских прозрачных пластин, показатель преломления каждой из которых в k раз меньше, чем у вышележащей, луч не пройдет сквозь стопку? Показатель преломления верхней пластины n , число пластин N .

Ответ: $\sin \alpha = n / k^{N-1}$.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.20. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света $d = 0,5$ мм, расстояние до экрана $L = 5$ м. В зеленом свете получились интерференционные полосы на расстоянии $\Delta x = 5$ мм друг от друга. Найти длину волны λ зеленого света.

Ответ: $\lambda = 500$ нм.

2.2.20. В опыте Ллойда по интерференции в качестве отражателя света используется поверхность стеклянной пластинки $П$, а источником света служит параллельная ей светящаяся щель. Середина щели находится на расстоянии $d = 1$ мм от продолжения отражающей поверхности, экран $Э$ удален от щели на расстояние $l = 4$ м, длина волны $\lambda = 0,7$ мкм. На каком расстоянии x от середины центральной полосы находится третья светлая полоса? Какую ширину должна иметь щель, чтобы полосы были достаточно четкими?

Ответ: $x = 4,9$ мм; $d = 0,7$ мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.20. Точечный источник монохроматического света расположен перед зонной пластинкой на расстоянии $a = 1,5$ м от нее. Изображение источника образуется на расстоянии $d = 1,0$ м от пластинки. Найти фокусное расстояние зонной пластинки.

Ответ: $f = ab / (a + b) = 0,6$ м. Это значение соответствует главному фокусу, помимо которого существуют и другие.

Дифракция Фраунгофера

3.2.20. На дифракционную решетку падает нормально пучок света от разрядной трубки, наполненной водородом. Чему должна быть равна постоянная решетки, чтобы в направлении $\varphi = 41^\circ$ совпадали две линии: $\lambda_1 = 6563 \text{ \AA}$ (максимум третьего порядка) и $\lambda_2 = 4102 \text{ \AA}$ (максимум четвертого порядка)? Сделать чертеж. Показать угол дифракции и разность хода лучей.

Ответ: $d = k_1 \lambda_1 / \sin \varphi = 5$ мкм.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.20. В частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в $n = 2$ раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности. Определить степень поляризации света.

Ответ: $P = 0,33$.

4.2.20. Имеются два одинаковых несовершенных поляризатора, каждый из которых в отдельности обуславливает степень поляризации $P_1 = 0,8$. Какова будет степень поляризации света, прошедшего последовательно через оба поляризатора, если плоскости поляризаторов: а) параллельны, б) перпендикулярны друг к другу?

Ответ: 0,3; 0,1.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.21. На плоскопараллельную прозрачную для света пластину толщиной 2 см падает луч под углом 60° . Определите угол преломления этого луча, если при выходе из пластины луч смещается на 1 см.

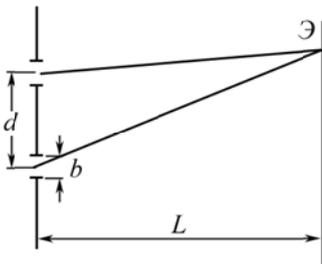
Ответ: 36° .

1.2.21. На дне стеклянной ванны лежит зеркало, поверх которого налит слой воды высотой 20 см. В воздухе на высоте 30 см над поверхностью воды висит лампа. На каком расстоянии от поверхности воды смотрящий в воду наблюдатель будет видеть изображение лампы в зеркале? Показатель преломления воды 1,33.

Ответ: 60 см.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.21. На рисунке изображена принципиальная интерференционная схема с двумя светящимися щелями. Оценить максимальную ширину b_{\max} щелей, при которой интерференционные полосы будут еще различимы достаточно отчетливо, считая свет строго монохроматическим.



Ответ: $b_{\max} = \Delta x/4$.

2.2.21. Рассеянный монохроматический свет с длиной волны 0,60 мкм падает на пленку толщиной 15 мкм с показателем преломления 1,5. Определите угловое расстояние между соседними максимумами, наблюдаемыми в отраженном свете под углами с нормалью, близкими к 45° .

Ответ: 3° .

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.21. Найти радиус третьей и пятой зон Френеля, если расстояние от источника света до волновой поверхности $a = 1$ м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения $b = 1$ м. Длина света $\lambda = 500$ нм.

Ответ: $r_3 = 0,86$ мм; $r_5 = 1,12$ мм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.21. На щель шириной $a = 0,05$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Определить угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

Ответ: $2^\circ 45'$.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.21. Степень поляризации частично поляризованного света $P = 0,5$. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной?

Ответ: В 3 раза.

4.2.21. На пути частично поляризованного пучка поместили николю. При повороте николя на угол $\varphi = 60^\circ$ из положения, соответствующего максимуму пропускания света, интенсивность прошедшего света уменьшилась в $\eta = 3$ раза. Найти степень поляризации падающего света.

Ответ: $P = \frac{\eta - 1}{1 - \cos 2\varphi} = 0,8$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.22. Точечный источник света расположен в воде на глубине 1 м. Показатель преломления воды равен 1,33. Каков радиус круга на поверхности воды, в пределах которого возможен выход лучей в воздух?

Ответ: 1,14 м.

1.2.22. В днище судна сделан стеклянный иллюминатор для наблюдения за морскими животными. Диаметр иллюминатора 40 см, много меньше толщины стекла. Определите площадь обзора дна из такого иллюминатора. Показатель преломления морской воды 1,4, расстояние до дна 5 м.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.22. Плоская световая волна падает на бизеркала Френеля, угол между которыми $\alpha = 2'$. Найти длину волны света λ , если ширина интерференционной полосы на экране $\Delta x = 0,55$ мм.

Ответ: $\lambda = 2\alpha \Delta x = 640$ нм.

2.2.22. Интерференция при отражении света наблюдается в тонком стеклянном клине. Расстояние между соседними темными полосами 5 мм, показатель преломления стекла 1,5, длина световой волны 0,58 мкм. Определите угол между гранями клина.

Ответ: 8 ".

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.22. Найти радиус второй и четвертой зон Френеля для плоской волны, если расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения $b = 1$ м. Длина света $\lambda = 500$ нм.

Ответ: $r_2 = 1$ мм, $r_4 = 1,41$ мм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.22. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен 1° . Сколько длин волн падающего света укладывается на ширине щели?

Ответ: 143.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.22. Пучок плоскополяризованного света ($\lambda = 589$ нм) падает на пластинку исландского шпата перпендикулярно к его оптической оси. Найти длины волн λ_o и λ_e обыкновенного и необыкновенного лучей в кристалле, если показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей равны $n_o = 1,66$ и $n_e = 1,49$.

Ответ: $\lambda_o = 355$ нм, $\lambda_e = 395$ нм.

4.2.22. Найти степень поляризации света, отраженного от поверхности стекла под углами 0° , 45° , $56^\circ 51'$, 90° . Показатель преломления стекла $n = 1,53$. Падающий свет – естественный.

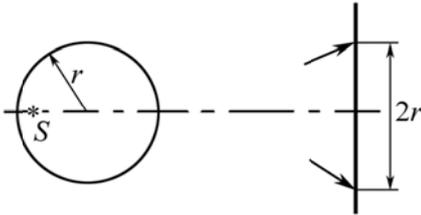
Ответ: $P = 0; 0,02; 1,0; 0$.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.23. Имеются две оптические среды с плоской границей раздела. Пусть $\theta_{\text{лп}}$ – предельный угол падения луча, а θ_1 – угол падения, при котором преломленный луч перпендикулярен отраженному (луч идет из оптически более плотной среды). Найти относительный показатель преломления этих сред, если $\sin \theta_{\text{лп}} / \sin \theta_1 = \eta = 1,28$.

Ответ: $n_1 / n_2 = 1 / \sqrt{\eta^2 - 1} = 1,25$.

1.2.23. Внутри стеклянного шара радиусом $r = 0,1$ м слева от его центра вблизи поверхности находится точечный источник света S . На каком расстоянии справа от центра шара радиус светового пучка, вышедший из шара, будет равен r ? Показатель преломления стекла $n = 2$.



Ответ: $x = r(2 + \sqrt{3}) = 0,37$ м.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.23. Расстояния от призмы Френеля с показателем преломления $n = 1,5$ до узкой щели и экрана равны соответственно $a = 25$ и $b = 100$ см. Преломляющий угол призмы $Q = 20'$. Найти длину волны света λ , если ширина интерференционной полосы на экране $\Delta x = 0,55$ мм.

Ответ: $\lambda = \frac{2aQ(n-1)\Delta x}{a+b} = 640$ нм.

2.2.23. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки приложены одна к другой так, что между ними образовался воздушный клин с острым углом $30''$. На одну из пластинок падает нормально монохроматический свет с длиной волны $0,6$ мкм. На каком расстоянии от линии соприкосновения пластинок наблюдаются первая и вторая светлые полосы в отраженном свете?

Ответ: $3,1; 5,2$ мм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.23. Свет от монохроматического источника ($\lambda = 600$ нм) падает нормально на диафрагму с диаметром отверстия $d = 6$ мм. За диафрагмой на расстоянии $l = 3$ м от нее находится экран. Какое число зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы? Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым?

Ответ: $k = 5$; центр дифракционной картины будет светлым.

Дифракция Фраунгофера

3.2.23. Свет с длиной волны λ падает нормально на прямоугольную щель шириной b . Найти угловое распределение интенсивности света при фраунгоферовой дифракции, а также угловое положение минимумов.

Ответ: $I_\varphi = I_0 \sin^2(\delta / 2) / (\delta / 2)$; $b \sin \varphi = k\lambda$, $k = 1, 2, \dots$

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.23. Определить толщину пластинки из кальцита, которая в желтом свете с длиной волны $\lambda_0 = 5893 \text{ \AA}$ создает сдвиг фаз между обыкновенным и необыкновенным лучами, равный $\pi/2$ (пластинка в четверть волны). Какой сдвиг возникает при этом в фиолетовом свете ($\lambda_1 = 4047 \text{ \AA}$), проходящем через эту пластинку? Разность показателей преломления в этом диапазоне длин волн считать $\Delta n = 0,009$.

Ответ: $0,73\pi$.

4.2.23. Обыкновенный и необыкновенный лучи получаются путем разложения одного и того же пучка естественного света; следовательно, у соответствующих волн фазы абсолютно одинаковые. Возникнет ли картина интерференционных максимумов и минимумов, если свести оба луча вместе.

Ответ: Нет, т.к. плоскости колебаний светового вектора в этих лучах перпендикулярны.

1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.24. На дне ручья лежит камешек. Мальчик хочет толкнуть его палкой. Прицеливаясь, мальчик держит палку по лучу зрения под углом 45° к горизонту. На каком расстоянии от камешка воткнется палка в дно ручья, если его глубина $0,4$ м? Где будет находиться кажущееся положение камешка, если на него смотреть сверху по вертикали? Показатель преломления воды $n = 1,33$.

Ответ: 15 см, $h = 30$ см.

1.2.24. Человек движется вдоль главной оптической оси объектива фотоаппарата со скоростью $v = 5$ м/с. С какой скоростью u необходимо перемещать матовое стекло фотоаппарата, чтобы изображение человека на нем все время оставалось резким. Главное фокусное расстояние F объектива равно 20 см. Вычисления выполнить для случая, когда человек находился на расстоянии $d = 10$ м от фотоаппарата.

Ответ: $2,08$ мм/с.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

2.1.24. В изображенной на рисунке установке с бисеркалами Френеля S – источник света в виде перпендикулярной к плоскости рисунка щели; \mathcal{E} – экран. Расстояние $r = 0,1$ м, $b = 1$ м. Найти: а) значение угла α , при котором для $\lambda = 500$ нм ширина Δx интерференционных полос на экране будет равна 1 мм; б) максимальное N число полос, которое можно наблюдать в этом случае.

Ответ: а) $\alpha = 9,5'$; б) $N = 5$.

2.2.24. Полосы равной толщины наблюдаются в воздушном пространстве между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками, образующими малый угол. Клиновое пространство освещается рассеянным монохроматическим светом. Пластинки рассматривают с расстояния наилучшего зрения (25 см) в направлении, перпендикулярном к поверхности клина, причем глаз может смещаться перпендикулярно к ребру клина. Оцените максимальное число интерференционных полос, которые можно видеть при диаметре зрачка глаза 5 мм; степень монохроматичности ($\Delta\lambda/\lambda$), необходимую для того, чтобы такое число полос могло наблюдаться.

Ответ: $N = 2500$; $\Delta\lambda/\lambda = 0,04\%$.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля. Дифракция на кристаллической решетке

3.1.24. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии $l = 4$ м от точечного источника монохроматического света ($\lambda = 500$ нм). На расстоянии $a = 0,5l$ от источника помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе R отверстия центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным?

Ответ: $R = 1$ мм.

Дифракция Фраунгофера

3.2.24. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол $\varphi_1 = 14^\circ$. На какой угол отклонен максимум третьего порядка?

Ответ: $21^\circ 17'$.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.24. Можно ли получить свет, поляризованный по кругу, с помощью пластинки с «толщиной», иной чем в четверть волны?

Ответ: Нельзя. $I = I_0/2$.

4.2.24. Определить, во сколько раз изменится интенсивность частично поляризованного света, рассматриваемого через николю, при повороте николя на 60° по отношению к положению, соответствующему максимальной интенсивности. Степень поляризации света

$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = 0,5.$$

Ответ: $1,8$.

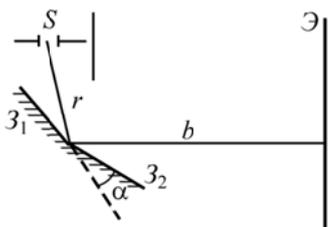
1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

1.1.25. Луч света распространяется в среде, показатель преломления которой убывает с высотой по закону $n = n_0 - ky$, где n_0, k – постоянные. На какой высоте луч повернет обратно. В точке $y = 0$ угол между направлением луча и координатой y равен α_0 .

1.2.25. Фотографируется момент погружения в воду прыгуна с вышки высотой 4,9 м. Фотограф находится у воды на расстоянии 10 м от места погружения. Фокусное расстояние объектива фотоаппарата равно 20 см. На негативе допустимо «размытие» изображения не более 0,05 мм. На какое наибольшее время (в миллисекундах) должен быть открыт затвор фотоаппарата?

Ответ: 0,25 мс.

2. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА



2.1.25. Выразить расстояние x от центра интерференционной картины до m -й светлой полосы в опыте с бипризмой (см. рисунок). Показатель преломления призмы n , преломляющий угол θ , длина волны λ . Интерферирующие лучи падают на экран приблизительно перпендикулярно.

$$\text{Ответ: } x = m\lambda \frac{a + b}{2a(n - 1)\theta}.$$

2.2.25. Плосковыпуклая стеклянная линза с радиусом кривизны сферической поверхности 12,5 см сильно прижата к стеклянной пластинке. Диаметры десятого и пятнадцатого темных колец Ньютона в отраженном свете равны соответственно 1,0 и 1,5 мм. Определите длину волны света.

Ответ: 0,5 мкм.

3. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Дифракция Френеля.

Дифракция на кристаллической решетке

3.1.25. На диафрагму с диаметром $D = 1,96$ мм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 600$ нм). При каком наибольшем расстоянии l между диафрагмой и экраном в центре дифракционной картины будет наблюдаться темное пятно?

Ответ: $l = 0,8$ м.

3.2.25. На дифракционную решетку, содержащую $n = 400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол дифракции, соответствующий последнему максимуму.

Ответ: 8; 74° .

Дифракция Фраунгофера

3.2.25. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен 1° . Сколько длин волн падающего света укладывается на ширине щели?

Ответ: 143.

4. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

4.1.25. Под каким i_B к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были полностью поляризованы? Показатель преломления воды $n = 1,33$.

Ответ: 37° .

4.2.25. Естественный свет падает под углом Брюстера на поверхность стекла. Определить с помощью формул Френеля: а) коэффициент отражения; б) степень поляризации преломленного света.

Ответ: $\rho = 0,083$; $P = 0,091$.