

Задачи для практических занятий по оптической физике

Задачи для занятий по теме геометрическая оптика

1. Величина изображения предмета в вогнутом сферическом зеркале вдвое больше, чем величина самого предмета. Расстояние между предметом и изображением 15 см . Определить:
1) фокусное расстояние и 2) оптическую силу зеркала.
2. На каком расстоянии получится изображение предмета в выпуклом сферическом зеркале радиусом кривизны 40 см , если предмет помещен на расстоянии 30 см от зеркала? Какой величины получится изображение?
3. Луч света падает под углом 30° на плоскопараллельную стеклянную пластинку и выходит из нее параллельно первоначальному лучу. Показатель преломления стекла $1,5$. Какова толщина d пластинки, если расстояние между лучами равно $1,94\text{ см}$?
4. На плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной 1 см падает луч света под углом 60° . Показатель преломления стекла $1,73$. Часть света отражается, а часть, преломляясь, проходит в стекло, отражается от нижней поверхности пластинки и, преломляясь вторично, выходит обратно в воздух параллельно первому отраженному лучу. Определить расстояние L между лучами.
5. Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча $42^\circ 23'$. Чему равна скорость распространения света в скипидаре?
6. На дно сосуда, наполненного водой до высоты 10 см , помещен точечный источник света. На поверхности воды плавает круглая непрозрачная пластинка таким образом, что ее центр находится над источником света. Какой наименьший радиус должна иметь эта пластинка, чтобы ни один луч не мог выйти через поверхность воды?
7. Монохроматический луч падает на боковую поверхность равнобедренной призмы и после преломления идет в призме параллельно ее основанию. Выйдя из призмы, он оказывается отклоненным на угол δ от своего первоначального направления. Найти в этом случае связь между преломляющим углом призмы γ отклонением луча δ и показателем преломления для этого луча n .
8. Линза с фокусным расстоянием 16 см дает резкое изображение предмета при двух положениях, расстояние между которыми равно 60 см . Найти расстояние от предмета до экрана.
9. Найти фокусное расстояние линзы, погруженной в воду, если известно, что ее фокусное расстояние в воздухе равно 20 см . Показатель преломления стекла, из которого сделана линза равен $1,6$. Показатель преломления воды $1,33$.
10. Плоско-выпуклая линза с радиусом кривизны 30 см и показателем преломления $1,5$ дает изображение предмета с увеличением, равным 2 . Найти расстояние предмета и изображения от линзы. Построить чертеж.

Задачи для занятий по теме интерференция

1. В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на 500 полос потребовалось переместить зеркало на расстояние $0,161\text{ мм}$. Найти длину волны падающего света.
2. Найти расстояние между третьим и шестнадцатым темными кольцами Ньютона, если расстояние между вторым и двадцатым темными кольцами равно $4,8\text{ мм}$. Наблюдение проводится в отраженном свете.

3. Установка для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете освещается монохроматическим светом, падающим нормально. После того как пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнили жидкостью, радиусы темных колец уменьшились в 1.25 раза. Найти показатель преломления жидкости.
4. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0.5мм., расстояние до экрана 5 метров. В зеленом свете получены интерференционные полосы. Ширина полосы 5мм. Найти длину волны зеленого света.
5. В опыте Юнга стеклянная пластинка толщиной 2 см помещается на пути одного из интерферирующих лучей, перпендикулярно лучу. На сколько могут отличаться друг от друга показатели преломления в различных местах пластинки, чтобы изменение разности хода от этой неоднородности не превышало 1мкм?
6. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. Наблюдая интерференционные полосы в отраженном свете ртути дуги ($\lambda = 5461 \text{ \AA}$), находим, что расстояние между пятью полосами равно 2 см. Найти угол клина в секундах. Свет падает перпендикулярно поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды $n=1.33$.
7. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0.5мм., расстояние до экрана 5 метров. В зеленом свете получены интерференционные полосы. Ширина полосы 5мм. Найти длину волны зеленого света.
8. На стеклянный клин падает нормально пучок света ($\lambda = 5.82 \cdot 10^{-7} \text{ м}$). Угол клина равен $20''$. Какое число темных интерференционных полос приходится на единицу длины клина? Показатель преломления стекла равен $n=1.5$.
9. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны 0.6 мкм, падающим нормально. Найти толщину воздушного слоя между линзой и стеклянной пластинкой, в том месте, где наблюдается четвертое темное кольцо в отраженном свете.
10. На поверхность стеклянного объектива ($n_1 = 1.5$) нанесена тонкая пленка, показатель преломления которой $n_2 = 1.2$ (просветляющая пленка). При какой наименьшей толщине пленки произойдет максимальное ослабление отраженного света в средней части видимого спектра (от $4 \cdot 10^{-4}$ до $7 \cdot 10^{-4}$ мм) ?

Задачи для занятий по теме дифракция

1. Вычислить радиусы первых пяти зон Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1м. Длина волны $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.
2. Свет от монохроматического источника ($\lambda = 0.6 \text{ мкм}$) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием. Диаметр отверстия 6 мм. За диафрагмой на расстоянии 3 м от нее находится экран.
 - 1) Сколько зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы?
 - 2) Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым?

3. На щель шириной 2 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 5890 \text{ \AA}$. Найти углы, в направлении которых будут наблюдаться дифракционные минимумы.

4. На каком расстоянии будут находиться друг от друга на экране две линии ртутной лампы ($\lambda_1 = 5770 \text{ \AA}$ и $\lambda_2 = 5791 \text{ \AA}$) в спектре первого порядка, полученном при помощи дифракционной решетки с периодом $2 \cdot 10^{-4}$ см? Фокусное расстояние линзы, проектирующей спектр на экран, равно 0.6 м.

5. Найти наибольший порядок спектра для желтой линии натрия $\lambda = 5890 \text{ \AA}$, если постоянная решетки равна 2 мкм.

6. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны λ . Ширина щели равна 6λ . Под каким углом будет наблюдаться третий дифракционный минимум света?

7. Для какой длины волны дифракционная решетка с постоянной $d = 5$ мкм имеет угловую дисперсию $D = 6.3 \cdot 10^5$ рад/м в спектре третьего порядка?

8. Постоянная дифракционной решетки шириной 2.5 см равна 2 мкм. Какую разность длин волн может разрешить эта решетка в области желтых длин волн ($\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ см) в спектре второго порядка?

9. Чему должна быть равна постоянная дифракционной решетки шириной 3 см, чтобы в первом порядке были разрешены линии спектра калия $\lambda_1 = 4044 \text{ \AA}$ и $\lambda_2 = 4047 \text{ \AA}$?

10. Угловая дисперсия дифракционной решетки для $\lambda = 6680 \text{ \AA}$ в спектре первого порядка равна $2.02 \cdot 10^5$ рад/м. Найти период дифракционной решетки

Задачи для занятий по теме фотометрия

1. Найти освещенность на поверхности Земли, вызываемую нормально падающими солнечными лучами. Яркость Солнца равна $1,2 \cdot 10^9$ нт (кандела / м²).

2. В центре круглого стола диаметром 1.2 метра имеется настольная лампа из одной электрической лампочки на высоте 40 см от поверхности стола. Над центром стола на высоте 2 м от его поверхности висит люстра из четырех таких же лампочек. В каком случае получится большая освещенность на краю стола (и во сколько раз): когда горит настольная лампа или когда горит люстра?

3. В центре квадратной комнаты 25 м^2 висит лампа. Считая лампу точечным источником света найти, на какой высоте от пола должна находиться лампа, чтобы освещенность в углах была наибольшей.

4. В полдень во время весеннего и осеннего равноденствия Солнце стоит на экваторе в зените. Во сколько раз в это время освещенность поверхности Земли на экваторе больше освещенности поверхности Земли в Санкт – Петербурге? Широта Санкт – Петербурга 60° .

5. На лист белой бумаги размером 20X30 см нормально к поверхности падает световой поток в 120 лм. Найти освещенность, светимость и яркость бумажного листа, если коэффициент рассеяния $\rho = 0,75$.

Задачи для занятий по теме поляризация

1. Пучок естественного света падает на систему из $N = 6$ николей, плоскость пропускания каждого из которых повернута на $\varphi = 30^\circ$ относительно плоскости пропускания предыдущего николя. Какая часть светового потока проходит через эту систему?

2. Во сколько раз ослабевает свет, пройдя через два поляризатора, плоскости поляризации которых составляют угол 63° ? Каждый из поляризаторов в отдельности ослабляет свет на 10%.

3. Определить толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации света с длиной волны 509 мкм равен 180° . Постоянная вращения в кварце для этой длины волны равна $29,7^\circ \text{ мм}^{-1}$.

4. На поверхность воды под углом Брюстера падает пучок плоскополяризованного света. Плоскость колебаний светового вектора составляет угол $\varphi = 45^\circ$ с плоскостью падения. Найти коэффициент отражения.

5. На поверхность стекла падает пучок естественного света. Угол падения равен 45° . Найти с помощью формул Френеля степень поляризации отраженного и преломленного света.

6. Требуется изготовить кварцевую пластинку параллельную оптической оси кристалла, толщина которой не превышает 0.5 мм. Найти максимальную толщину пластинки, при которой линейно поляризованный свет с длиной волны $\lambda = 589 \text{ нм}$ после прохождения ее:

- а) испытывает лишь поворот плоскости поляризации;
- б) станет поляризованным по кругу.

7. Свет проходит через систему из двух скрещенных николей, между которыми расположена кварцевая пластинка, вырезанная перпендикулярно оптической оси. Определить минимальную толщину пластинки, при которой свет с длиной волны $\lambda_1 = 436 \text{ мкм}$ будет полностью задерживаться этой системой, а свет с длиной волны $\lambda_2 = 497 \text{ мкм}$ пропускается наполовину. Постоянная вращения кварца равна для этих длин волн соответственно $41,5$ и $31,1$ угл.град/мм.

8. Кварцевая пластинка, вырезанная параллельно оптической оси, помещена между двумя скрещенными николями так, что ее оптическая ось составляет угол 45° с главными направлениями николей. При какой минимальной толщине пластинки свет с $\lambda_1 = 643 \text{ мкм}$ будет проходить через систему с максимальной интенсивностью, а свет с $\lambda_2 = 564 \text{ мкм}$ будет сильно ослаблен? Разность показателей преломления для обыкновенных и необыкновенных лучей считать равной $n_e - n_o = 0,0090$.

9. Ячейку Керра поместили между двумя скрещенными николями так, что направление электрического поля \vec{E} в конденсаторе образует угол 45° с главными направлениями николей. Конденсатор имеет длину $l = 10$ см и заполнен нитробензолом. Через систему проходит свет с $\lambda = 0.5$ мкм. Имея ввиду, что постоянная Керра равна

$$B = 2.2 \cdot 10^{-10} \text{ см} / \text{В}^2, \text{ определить:}$$

- а) минимальную напряженность электрического поля в конденсаторе, при которой интенсивность света, прошедшего через систему, не будет зависеть от поворота заднего николя;
 б.) число прерываний света в секунду, если на конденсатор подать синусоидальное напряжение с частотой $\nu = 10$ МГц и амплитудным напряжением $E_m = 50$ кВ / см.
 (Постоянная Керра коэффициент в формуле $n_e - n_o = B\lambda E^2$).

10. Монохроматический плоско поляризованный свет с частотой ω проходит через вещество вдоль однородного магнитного поля с напряженностью H . Найти разность показателей преломления для право и левополяризованных по кругу компонент светового пучка, если постоянная Верде равна V .

Задачи для занятий по теме дисперсия

1. Найти зависимость между групповой u и фазовой v для следующих законов дисперсии:

- а) $v \propto 1/\sqrt{\lambda}$;
 б) $v \propto k$;
 в) $v \propto 1/\omega^2$.

Здесь λ, k, ω - длина волны, волновое число и круговая частота.

2. Показатель преломления сероуглерода для света с длинами волн 509, 534, 589 нм равен соответственно 1.647, 1.640, 1.630. Вычислить фазовую и групповую скорости света вблизи $\lambda = 534$ нм.

3. Плоский световой импульс распространяется в среде, где фазовая скорость v линейно зависит от длины волны λ по закону $v = a + b\lambda$, где a, b - некоторые положительные постоянные. Показать, что в такой среде форма произвольного светового импульса

будет восстанавливаться через промежуток времени $\tau = \frac{1}{b}$.

4. В некоторой среде связь между групповой и фазовой скоростями электромагнитной волны имеет вид $uv = c^2$, где c - скорость света в вакууме. Найти зависимость диэлектрической проницаемости этой среды от частоты $\varepsilon(\omega)$.