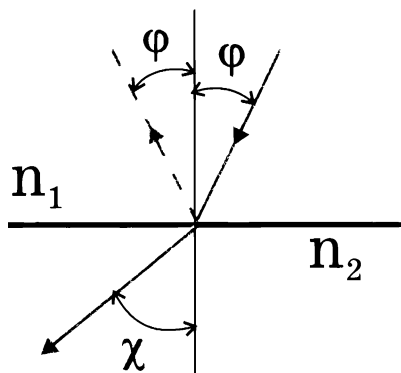


ФИЗИКА

Самостоятельные
и контрольные
работы



Л.А. Кирик

Геометрическая и волновая ОПТИКА

8, 11 классы

Л. А. КИРИК

**САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ
И
КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ
ПО ФИЗИКЕ**

Разноуровневые дидактические материалы

Геометрическая оптика

Волновая оптика

**«ИЛЕКСА»
«ГИМНАЗИЯ»
Москва — Харьков
1998**

Дидактические материалы предназначены для организации дифференцированной самостоятельной работы учащихся на уроках физики в 8 и 11 классах.

Самостоятельные работы составлены в трех вариантах «А», «В» и «С», отличающихся по уровню сложности заданий.

Вариант «А» рассчитан на слабо подготовленных учащихся. Он ориентирован на уровень обязательных результатов, которые составляют основные понятия курса физики.

Вариант «В» обеспечивает постепенный переход от заданий обязательного уровня к более сложным заданиям.

Вариант «С» ориентирован на учеников, выбирающих физико-математический, физический или физико-химический профили. Здесь встречаются задания, требующие творческого подхода, проявления смекалки и сообразительности.

В течение учебного года ученик может переходить с одного варианта на другой.

Контрольные работы предназначены для многоцелевого использования. Для одночасовой контрольной работы в обычном классе из 8 заданий можно предложить 3–4 задачи. Если контрольная работа рассчитана на 2 урока, учащимся могут быть предложены все задания данного варианта.

Можно предлагать ученикам также «домашние» контрольные работы. Ученики решают задачи дома (пусть даже с помощью родителей или товарищей), но обязательно объясняют учителю ход и смысл решений задач («защита» домашней контрольной работы).

Рецензенты:

И.М.Гельфгат — кандидат физико-математических наук, учитель-методист физико-математического лицея № 27 г. Харькова

Л.Э.Генденштейн — кандидат физико-математических наук, учитель высшей категории физико-математического лицея № 27 г. Харькова

*Пособие прошло экспериментальную проверку
в академической гимназии № 45 г. Харькова*

СОДЕРЖАНИЕ

Геометрическая оптика

<i>Самостоятельная работа № 1</i>	
Прямолинейное распространение света	4
<i>Самостоятельная работа № 2</i>	
Закон отражения света	7
<i>Самостоятельная работа № 3</i>	
Изображение в плоском зеркале.....	10
<i>Самостоятельная работа № 4</i>	
Закон преломления света	13
<i>Самостоятельная работа № 5</i>	
Преломление света в плоскопараллельной пластинке и призме.....	16
<i>Самостоятельная работа № 6</i>	
Построение изображения в линзах	20
<i>Самостоятельная работа № 7</i>	
Формула тонкой линзы	31
<i>Самостоятельная работа № 8</i>	
Оптические приборы и оптические системы	35
<i>Контрольная работа № 1</i>	
Геометрическая оптика	38

Волновая оптика

<i>Самостоятельная работа № 9</i>	
Дисперсия света. Скорость света	46
<i>Самостоятельная работа № 10</i>	
Интерференция света.....	47
<i>Самостоятельная работа № 11</i>	
Дифракция света	51
<i>Контрольная работа № 2</i>	
Волновая оптика.....	54
Ответы	60

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

*Самостоятельная работа № 1
по теме*

ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА

ВАРИАНТ "А"

1. При каких условиях от предмета получается лишь полутень?
2. Как получить от одной и той же палки тень разной длины?
3. Что больше - размеры самолета или его полной тени, когда он летит горизонтально в полдень над экватором?
4. Какую форму будет иметь солнечный зайчик от треугольного зеркала: а) на потолке комнаты; б) на стенке отдалённого дома?
5. Можно ли сказать, что увеличение высоты башни в степи в несколько раз приведёт к такому же увеличению её тени?
6. Что длится дольше - полное затмение Солнца или полное затмение Луны?
7. Как нужно держать карандаш над столом, чтобы получить резко очерченную тень, если источником света служит закреплённая у потолка лампа дневного света, имеющая форму длинной трубки?
8. Почему тень ног на земле резко очерчена, а тень головы более расплывчата? При каких условиях тень всюду будет одинаково отчётлива?
9. В солнечный день высота тени от отвесно поставленной метровой линейки равна 50 см, а от дерева - 6 м. Какова высота дерева?
10. Измерения показали, что длина тени от предмета равна его высоте. Какова высота Солнца над горизонтом?

ВАРИАНТ " В "

1. Человек проходит в стороне от висящего на некоторой высоте фонаря. Будет ли тень от его головы двигаться с постоянной скоростью, если человек идёт прямолинейно и равномерно?

2. Матовая электрическая лампочка в виде шара диаметром 6 см освещает глобус диаметром 26 см. Определить диаметр полной тени от глобуса на стене. Расстояние от центра лампочки до центра глобуса 1 м и от центра глобуса до стены 2 м.

3. Электrolампа помещена в матовый шар радиуса 20 см и подвешена на высоте 5 м над полом. Под лампой на высоте 1 м от пола висит непрозрачный шар радиуса 10 см. Найти размеры тени и полутени на полу.

4. Электrolампа, помещённая в матовый шар диаметром 50 см, подвешена на высоте 4 м над полом. На какой высоте подвешен под лампой непрозрачный шар диаметром 25 см, если на полу образовалась только полутень? Найти размеры этой полутени.

5. Телеграфный столб высотой 4 м, освещённый Солнцем, отбрасывает тень длины 3 м. Чему равен угол падения солнечных лучей?

6. Два столбика одинаковой высоты 1,2 м поставлены вблизи уличного фонаря так, что расстояния от основания уличного фонаря до оснований столбиков отличаются на 0,8 м. При этом тени, отбрасываемые столбиками, отличаются на 0,4 м. Найти высоту, на которой подвешен фонарь.

ВАРИАНТ " С "

1. Вертикальный шест высотой 1 м, поставленный недалеко от уличного фонаря, отбрасывает тень длиной 80 см. Если расстояние между фонарным столбом и шестом увеличить на 1,5 м, то длина тени возрастает до 1,3 м. На какой высоте H находится фонарь?

2. Теплоход проходит мимо стоящей на якоре шхуны. В момент наибольшего сближения боцман шхуны вытягивает руку вперёд и, глядя только правым глазом, заслоняет большим пальцем вытянутой руки нос теплохода. Открыв левый глаз и закрыв правый, он видит, что теперь его палец закрывает корму теплохода. Боцман мгновенно и довольно точно называет расстояние до теплохода. Попробуйте и вы это сделать, если известно, что длина теплохода 100 м, длина вытянутой руки боцмана 60 см, расстояние между зрачками 65 мм.

3. Оцените размер области поверхности Земли, где одновременно наблюдается солнечное затмение (полное или частичное). Радиус Солнца $7 \cdot 10^5$ км, радиус Луны 1700 км. Расстояние от Земли до Солнца $1,5 \cdot 10^8$ км, от Земли до Луны $3,8 \cdot 10^5$ км.

4. В ясный безоблачный вечер лучи заходящего солнца падают в затемнённую комнату через узкую горизонтальную щель в ставне. Длина щели 6 см, расстояние от окна до противоположной стены 3 м. Какова форма светового пятна на стене, если солнечные лучи падают на неё под прямым углом? Оцените размеры светового пятна. Что произойдет с пятном, если уменьшать ширину щели? Длину?

5. Солнечные лучи, проходя сквозь маленькие отверстия в листе дерева, дают на земле светлые пятна в форме эллипсов одинаковой формы, но разных размеров. Большая ось самых крупных эллипсов 16 см, а малая ось 12 см. Какова высота H дерева? Под каким углом к горизонту падают солнечные лучи? Угловой размер солнечного диска $9,3 \cdot 10^{-3}$ рад.

6. Горизонтальный линейный светильник длины 2 м, закреплённый на столбе высотой 5 м, освещает вертикальный квадратный щит со стороной 3 м, расположенный на поверхности земли на расстоянии 4 м от столба. Найти размеры тени и полутени, если светильник параллелен плоскости щита.

*Самостоятельная работа № 2
по теме*

ЗАКОН ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА

ВАРИАНТ "А"

1. Луч света падает на зеркало под углом 35° к его поверхности. Чему равен угол между падающим и отражённым лучами? Чему равен угол отражения? Сделайте чертёж.

2. Луч света падает на зеркало перпендикулярно. На какой угол отклонится отражённый луч от падающего, если зеркало повернуть на угол 16° ?

3. Угол между падающим и отражённым лучами составляет 50° . Под каким углом к зеркалу падает свет?

4. $\frac{2}{3}$ угла между падающим и отражённым лучами составляют 80° . Чему равен угол падения луча?

5. Пучок параллельных лучей идёт из проекционного аппарата в горизонтальном направлении. Как надо расположить плоское зеркало, чтобы после отражения пучок шёл вертикально? Сделайте чертёж и объясните ответ.

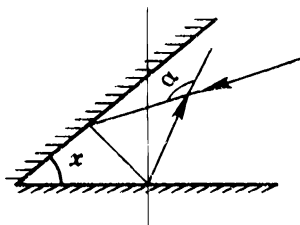
6. Требуется осветить дно колодца, направив на него солнечные лучи. Как надо расположить плоское зеркало, если лучи Солнца падают к земной поверхности под углом 60° ?

7. Лучи, идущие от Солнца, образуют с горизонтом угол 24° . Как, используя плоское зеркало, направить их параллельно линии горизонта?

8. На стене вертикально висит зеркало так, что его верхний край находится на уровне верхней части головы человека. Длина зеркала 80 см. Выше какого роста человек не сможет увидеть себя во весь рост?

ВАРИАНТ " В "

1. Два плоских зеркала образуют двугранный угол. На одно из зеркал под некоторым углом падает световой луч, лежащий в плоскости, перпендикулярной к ребру двугранного угла. После однократного отражения от каждого из зеркал, этот луч пересекает падающий луч под углом α . Определите величину двугранного угла x .



2. Высота Солнца над горизонтом (угол между солнечными лучами и горизонтальной плоскостью) составляет 48° . Под каким углом к горизонту следует расположить зеркало, чтобы осветить солнечными лучами дно глубокого вертикального колодца?

3. Два зеркала образуют двугранный прямой угол. На эту систему зеркал падает луч, перпендикулярный ребру угла. Как изменится направление распространения света после отражения от двух плоских зеркал?

4. Два зеркала образуют двугранный угол φ . На одно из них падает под углом α луч, перпендикулярный ребру угла. На какой угол отклонится этот луч после двух отражений?

5. Небольшой предмет расположен между двумя плоскими зеркалами, поставленными под углом $\alpha = 30^\circ$, на расстоянии $d = 10$ см от линии пересечения зеркал ближе к одному из зеркал. На каком расстоянии x друг от друга находятся первые мнимые изображения предмета в зеркалах?

6. Перед плоским зеркалом, составляющим с вертикалью угол 30° , расположен карандаш так, что его изображение лежит в зеркале в горизонтальной плоскости. Под каким углом расположены друг к другу карандаш и его изображение в зеркале? Решить задачу для случая, когда один из концов карандаша касается плоскости зеркала.

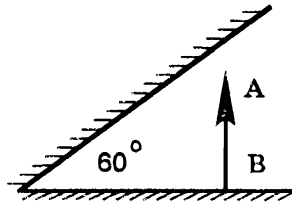
7. Два плоских зеркала расположены под углом друг к другу, и между ними помещён точечный источник света. Изображение источника в первом зеркале находится на расстоянии $a_1 = 6$ см, а во втором зеркале - на расстоянии $a_2 = 8$ см от источника. Расстояние между изображениями источника $l = 10$ см. Найти угол φ между зеркалами.

8. Свет от удалённого источника наблюдают в зрительную трубу после двукратного отражения от системы двух плоских зеркал, образующих двугранный угол 42° . Под каким углом к первичному лучу следует расположить ось зрительной трубы, чтобы наблюдать данный источник? Что будет происходить с изображением наблюдаемого объекта при вращении системы около ребра?

ВАРИАНТ "С"

1. Человек, стоящий на берегу водоёма, видит в гладкой поверхности воды изображение Солнца, высота которого над горизонтом составляет 25° . Присев на скамейку, он обратил внимание на то, что изображение Солнца в воде приблизилось к нему на 240 см. Найти высоту скамейки, если рост человека равен 160 см.

2. Сколько изображений предмета AB дадут зеркала? Где расположены эти изображения? Угол между зеркалами 60° .



3. Два плоских зеркала расположены под углом друг к другу. Точечный источник света расположили между ними, и в результате получили $n = 11$ изображений этого источника в зеркалах. Чему равен угол α между зеркалами?

4. Найти число изображений n точечного источника света, полученных в двух плоских зеркалах, образующих друг с другом угол 60° . Источник находится на биссектрисе угла.

5. Два плоских прямоугольных зеркала образуют двугранный угол 178° . На расстоянии 8 см от линии соприкосновения зеркал и на одинаковом расстоянии от каждого из них находится точечный источник света. Определить расстояние между мнимыми изображениями источника в зеркалах.

6. Световой луч падает на одно из двух плоских зеркал, которые образуют острый двугранный угол 30° в плоскости, перпендикулярной зеркалам. Отразившись от зеркал 5 раз, луч выходит назад по тому же самому направлению. Определить угол падения луча.

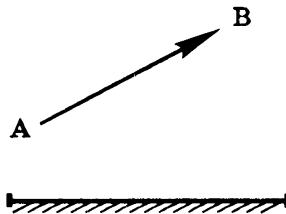
Самостоятельная работа № 3
по теме

ИЗОБРАЖЕНИЕ В ПЛОСКОМ ЗЕРКАЛЕ

ВАРИАНТ "А"

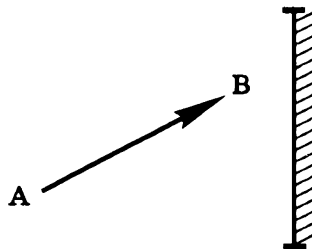
1. а) Человек приближается к плоскому зеркалу со скоростью 1 м/с. С какой скоростью нужно удалять зеркало от человека, чтобы расстояние между человеком и его изображением не менялось?

б) Постройте изображение предмета AB в плоском зеркале. Определите графически область видения этого предмета в зеркале.



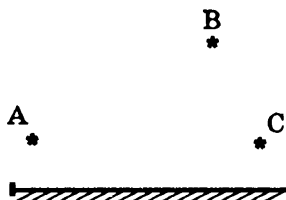
2. а) При каком условии плоское зеркало может дать действительное изображение?

б) Постройте изображение предмета AB в плоском зеркале. Определите графически область видения изображения.



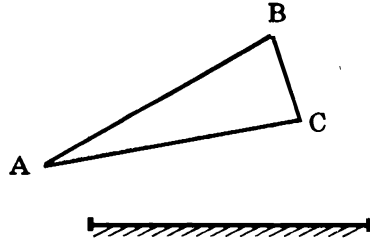
3. а) Человек идёт по направлению к плоскому зеркалу со скоростью 2 м/с. С какой скоростью он приближается к своему изображению?

б) Постройте изображение трёх светящихся точек A , B и C в плоском зеркале. Определите графически область видения изображения всех точек в зеркале.



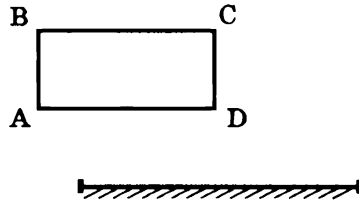
4. а) Девочка стоит в полутора метрах от плоского зеркала. На каком расстоянии от себя она видит в нём своё изображение?

б) Постройте изображение треугольника ABC в плоском зеркале. Определите графически область видения изображения.



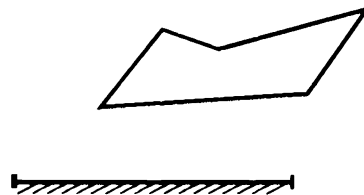
5. а) Предмет находится от плоского зеркала на расстоянии 20 см. На каком расстоянии от предмета окажется его изображение, если предмет отодвинуть на 10 см от зеркала?

б) Постройте изображение прямоугольника $ABCD$ в плоском зеркале. Определите графически область видения изображения.



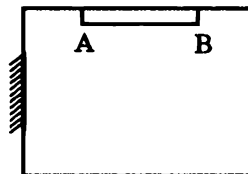
6. а) Как изменится расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале, если зеркало переместить в то место, где было изображение?

б) Постройте изображение многоугольника в плоском зеркале. Определите графически область видения изображения.



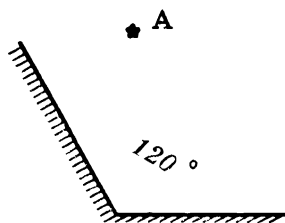
ВАРИАНТ " В "

1. В каких точках комнаты должен находиться человек, чтобы видеть в зеркале экран телевизора AB целиком?



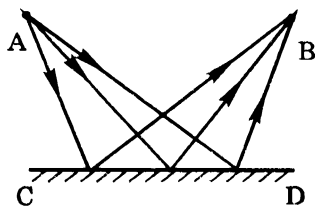
12 Геометрическая оптика

2. Два зеркала расположены под углом 120° друг к другу и перед ними помещён точечный источник света A . Где следует расположить глаз наблюдателя, чтобы одновременно видеть все изображения, даваемые зеркалами?

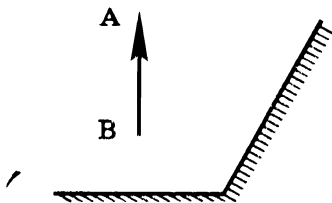


3. Как следует расположить два плоских зеркала, чтобы светящаяся точка и два её изображения лежали в вершинах равностороннего треугольника? Задачу решить графически.

4. Луч света, идущий из точки A , приходит в точку B , отразившись от плоского зеркала CD . Докажите, что “подчиняясь” закону отражения, луч “выбирает” кратчайший путь.



5. Два плоских зеркала расположены под углом друг к другу и перед ними помещён предмет AB . Где следует расположить глаз наблюдателя, чтобы одновременно видеть все изображения, даваемые зеркалами?



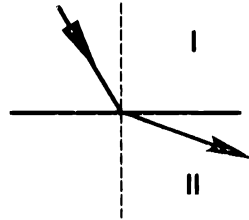
6. В комнате длиной L и высотой H висит на стене плоское зеркало. Человек смотрит в зеркало, находясь на расстоянии l от стены, на которой оно висит. Какова должна быть минимальная высота h зеркала, чтобы он мог увидеть в нём изображение стены, которая находится у него за спиной, во всю её высоту?

Самостоятельная работа № 4
по теме

ЗАКОН ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА

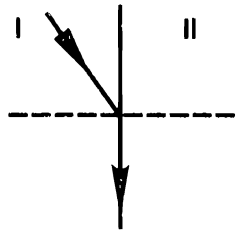
ВАРИАНТ "А"

1. а) На рисунке изображено преломление луча света на границе двух сред. Какая среда оптически более плотная?



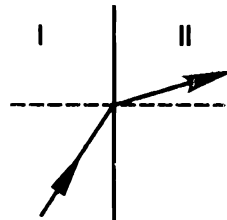
б) Луч света падает на поверхность воды под углом 50° . Каков угол преломления луча в воде?

2. а) На рисунке изображено преломление луча света на границе двух сред. Какая среда оптически более плотная?



б) Луч света падает на границу раздела сред воздух - жидкость под углом 45° и преломляется под углом 30° . Каков показатель преломления жидкости? При каком угле падения угол между отражённым и преломлённым лучами составит 90° ?

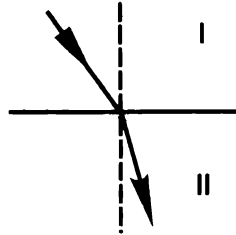
3. а) На рисунке изображено преломление луча света на границе двух сред. Какая среда оптически более плотная?



б) Луч переходит из воды в стекло. Найти угол падения, если угол преломления равен $28,5^\circ$.

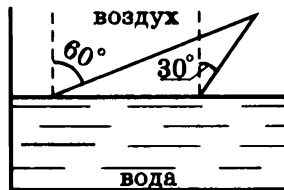
14 Геометрическая оптика

4. а) На рисунке изображено преломление луча света на границе двух сред. Какая среда оптически более плотная?



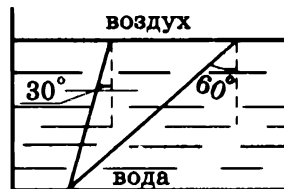
б) Под каким углом должен падать луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления был в 2 раза меньше угла падения?

5. а) Начертить ход лучей, изображённых на рисунке.



б) При каких условиях угол преломления равен углу падения?

6. а) Начертить ход лучей, изображённых на рисунке.



б) Почему изображение предмета в воде всегда менее ярко, чем сам предмет?

ВАРИАНТ " В "

1. Кажущаяся глубина водоёма 3 м. Определите истинную глубину водоёма. Показатель преломления воды 1,33.

2. Луч, отражённый от поверхности стекла с показателем преломления 1,7 образует с преломлённым лучом прямой угол. Определить угол падения и угол преломления.

3. В дно пруда вбили вертикально шест высотой 1 м. Определите длину тени от шеста на дне пруда, если угол падения солнечных лучей 60° , а шест целиком находится под водой. Показатель преломления воды 1,33.

4. На дне ручья лежит камешек. Мальчик хочет толкнуть его палкой. Прицеливаясь, мальчик держит палку под углом

45°. На каком расстоянии от камешка воткнётся палка в дно ручья, если его глубина 50 см?

5. Свая вбита в дно реки и возвышается над водой на 1 м. Глубина реки 2 м. Определите длину тени сваи на поверхности воды и на дне реки, когда высота солнца над горизонтом $\alpha = 30^\circ$.

6. На горизонтальном дне водоёма, имеющего глубину 1,2 м лежит плоское зеркало. Луч света падает на поверхность воды под углом 30° . На каком расстоянии от места падения этот луч снова выйдет на поверхность воды после отражения от зеркала? Показатель преломления воды 1,33.

ВАРИАНТ " С "

1. В ясный солнечный день стоящий на дне озера водолаз видит в водном " зеркале " у себя над головой отражение всех участков дна, находящихся от него на расстоянии 10 м и более. Какова глубина озера? Рост водолаза 1,7 м.

2. Если смотреть сверху на неглубокий водоём с чистой водой, то дно хорошо видно, однако глубина водоёма кажется меньшей, чем она есть в действительности. Во сколько раз?

3. Тонкая стеклянная сфера радиусом 25 см с показателем преломления стекла 1,5 заполнена водой с показателем преломления 1,33. На сферу падает пучок параллельных лучей. Определить площадь поверхности, в пределах которой лучи проникают в воду.

4. Рыба, находящаяся на глубине 1 м, смотрит вертикально вверх в глаза рыболову. Голова рыболова находится на высоте 1,5 м над водой. Каким покажется рыбе расстояние до головы рыболова?

5. В сосуд налиты две несмешивающиеся жидкости с показателями преломления $n_1 = 1,3$ и $n_2 = 1,5$. Сверху находится жидкость с показателем преломления n_1 . Толщина её слоя 3 см. Толщина слоя второй жидкости 5 см. На каком расстоянии от поверхности жидкости будет казаться расположенным дно сосуда, если смотреть на него сверху через обе жидкости?

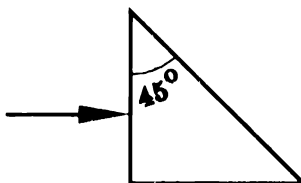
6. На дне бассейна, заполненного водой, лежит плоское зеркало. Человек смотрит вертикально вниз с бортика бассейна и видит отражение своего лица. На каком расстоянии от поверхности воды оно находится? Глубина бассейна 2 м, расстояние от лица человека до поверхности 2 м.

Самостоятельная работа № 5
по теме

ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА
В ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНКЕ
И ПРИЗМЕ

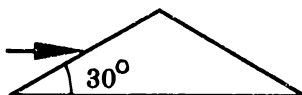
ВАРИАНТ "А"

1. а) Начертить ход луча света через призму, изображённую на рисунке.



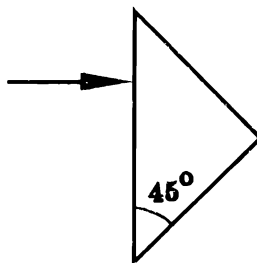
б) На плоскопараллельную пластинку из стекла падает луч света под углом 60° . Толщина пластинки 2 см. Вычислите смещение луча, если показатель преломления стекла 1,5.

2. а) Начертите ход луча света через призму, изображённую на рисунке.



б) Смещение луча света, вызываемое его прохождением через стеклянную плоскопараллельную пластинку, равно 3 см. Какова толщина пластинки, если угол падения луча на пластинку равен 60° , а показатель преломления стекла 1,5.

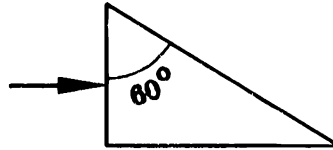
3. а) Начертите ход луча света через призму, изображённую на рисунке.



б) Луч света падает из воздуха на плоскопараллельный слой глицерина. Определите толщину слоя глицерина, если угол

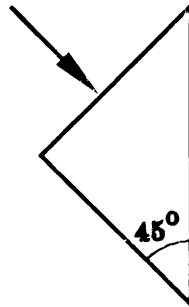
падения луча 45° , боковое смещение луча $0,03$ см, а показатель преломления глицерина $1,47$.

4. а) Начертите ход луча света через призму, изображённую на рисунке.



б) Луч света падает из воздуха на плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления $1,73$ под углом 60° . Какова толщина пластинки, если при выходе из неё луч света сместится на 2 см?

5. а) Начертите ход луча света через призму, изображённую на рисунке.



б) На плоскопараллельную пластинку толщиной 10 см падает луч света под углом 40° . Проходя через пластинку, он смещается на 3 см. Найти показатель преломления вещества пластинки.

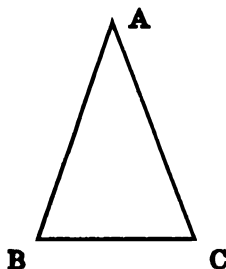
6. а) Начертите ход луча света через призму, изображённую на рисунке.



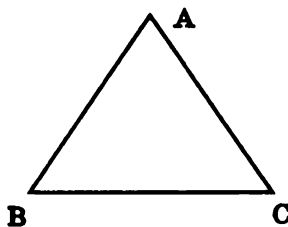
б) Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом α , синус которого равен $0,8$. Вышедший из пластинки луч оказался смещённым относительно продолжения падающего пучка на расстояние 2 см. Какова толщина пластинки, если показатель преломления стекла $1,7$?

ВАРИАНТ " В "

1. Показать ход луча света через призму преломляющий угол которой $A = 50^\circ$, а показатель преломления 1,74. Угол падения луча на левую грань равен 60° .



2. Преломляющий угол призмы $A = 80^\circ$. На её левую грань падает световой луч под углом 60° . Покажите ход луча через призму, если показатель преломления вещества, из которого изготовлена призма, равен 1,73.



3. Преломляющий угол призмы 45° . Луч света выходит из призмы под тем же углом, под которым он в неё входит. При этом луч отклоняется от первоначального направления на угол 25° . Определите показатель преломления материала призмы.

4. Нижняя поверхность плоскопараллельной стеклянной пластинки посеребрена. На пластинку сверху падает луч света. В результате от неё отражаются два параллельных луча, идущих на расстоянии 20 мм друг от друга. Определите толщину пластинки, если угол падения луча равен 60° .

5. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом 60° к нормали. Определить, под каким углом он выйдет из пластинки и на сколько сместится выходящий луч, если толщина пластинки равна 10 см.

6. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 4,2 см находится в воде. Луч света падает на пластинку под углом 60° . Под каким углом луч, пройдя сквозь пластинку, выйдет из неё? Каково смещение луча при выходе его из пластинки? Абсолютные показатели преломления воды и стекла равны соответственно 1,33 и 1,5.

ВАРИАНТ " С "

1. Одна из граней стеклянной призмы с преломляющим углом 60° примыкает к воде. На другую грань падает под углом 40° луч света, который после двукратного преломления входит в воду. Под каким углом луч света выходит из призмы? Каков угол отклонения луча от первоначального направления? Под каким углом следует направить луч света на грань призмы, чтобы он не вышел в воду? Абсолютные показатели преломления стекла и воды равны соответственно 1,6 и 1,3.

2. Луч света падает под углом 45° на плоскопараллельную стеклянную пластинку. Начертить ход лучей: отражённых, преломлённых и выходящих из пластинки. Найти направление выходящих лучей и смещение лучей внутри пластинки. Толщина пластинки 10 см.

3. Сечение стеклянной призмы имеет форму равнобедренного треугольника. Одна из граней посеребрена. Луч света падает нормально на другую непосеребренную грань и после двух отражений выходит через основание призмы перпендикулярно ему. Найдите углы призмы.

4. Найти положение изображения объекта, расположенного на расстоянии 4 см от передней поверхности плоскопараллельной стеклянной пластинки толщиной 1 см, посеребренной с задней стороны, считая, что показатель преломления пластинки равен 1,5. Изображение рассматривается перпендикулярно к поверхности пластинки.

5. Монохроматический луч света падает перпендикулярно на боковую грань призмы с преломляющим углом 30° и выходит из призмы под углом $64^\circ 10'$. Определить показатель преломления материала, из которого изготовлена призма.

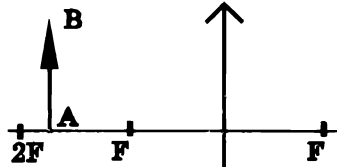
6. На боковую грань равнобедренной призмы падает луч, идущий параллельно основанию призмы. При каких условиях луч, пройдя призму, не изменит своего направления? Сделать построения.

Самостоятельная работа № 6
по теме

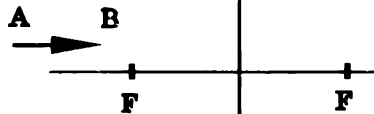
ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЛИНЗАХ

ВАРИАНТ "А"

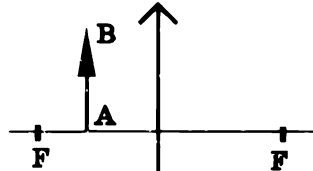
1. Постройте изображение данного предмета в линзе. Какое это изображение?



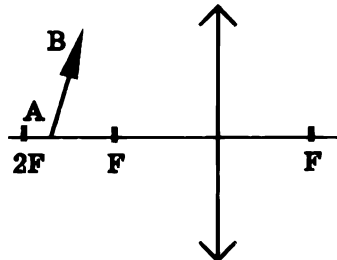
2. Постройте изображение данного предмета в линзе. Какое это изображение?



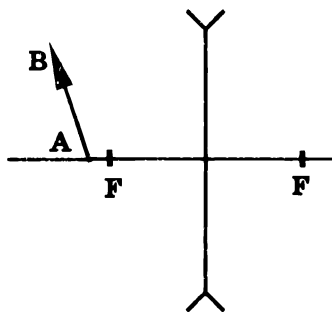
3. Постройте изображение данного предмета в линзе. Какое это изображение?



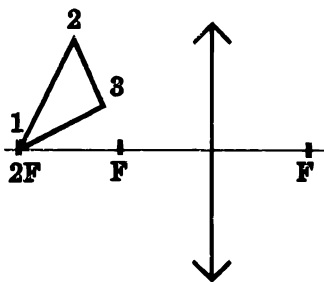
4. Постройте изображение данного предмета в линзе. Какое это изображение?



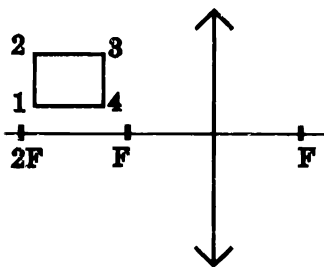
5. Постройте изображение данного предмета в линзе. Какое это изображение?



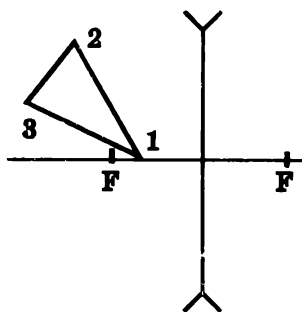
6. Постройте изображение данного предмета в линзе. Какое это изображение?



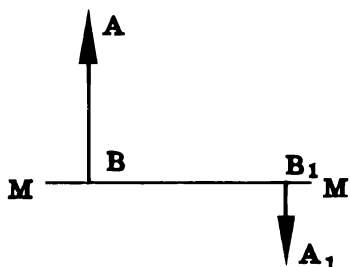
7. Постройте изображение данного предмета в линзе. Какое это изображение?



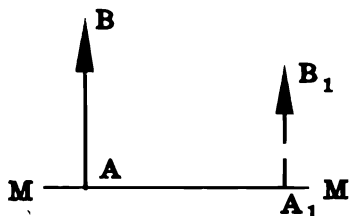
8. Постройте изображение данного предмета в линзе. Какое это изображение?



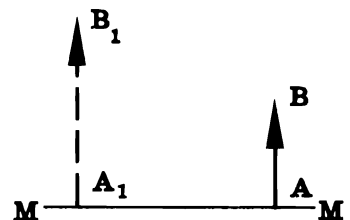
9. На рисунке показаны главная оптическая ось MM линзы, предмет AB и его изображение $A_1 B_1$. Определите графически положение оптического центра и фокусов линзы.



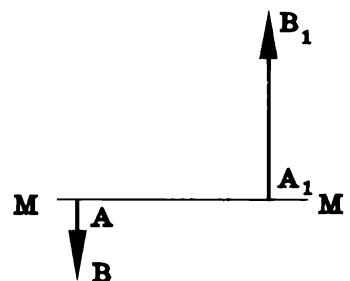
10. На рисунке показаны главная оптическая ось MM линзы, предмет AB и его изображение $A_1 B_1$. Определите графически положение оптического центра и фокусов линзы.



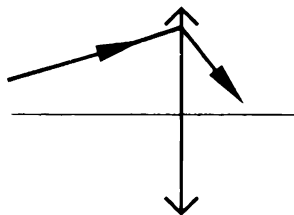
11. На рисунке показаны главная оптическая ось MM линзы, предмет AB и его изображение $A_1 B_1$. Определите графически положение оптического центра и фокусов линзы.



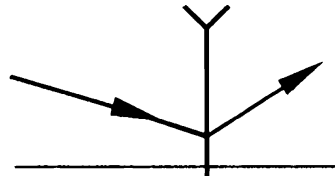
12. На рисунке показаны главная оптическая ось MM линзы, предмет AB и его изображение $A_1 B_1$. Определите графически положение оптического центра и фокусов линзы.



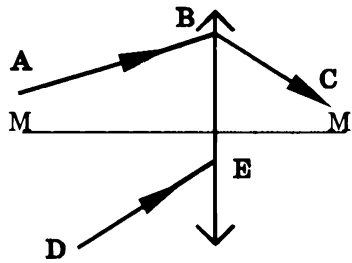
13. Определите построением положение фокусов линзы, если задана главная оптическая ось и ход произвольного луча.



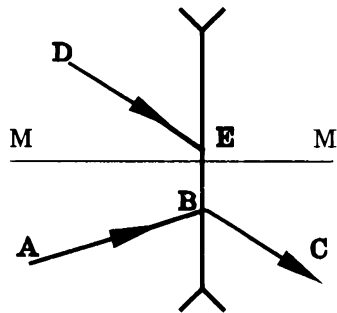
14. Определите построением положение фокусов линзы, если задана главная оптическая ось и ход произвольного луча.



15. На рисунке показано положение оптической оси MM тонкой линзы и ход луча ABC . Найдите построением ход произвольного луча DE .

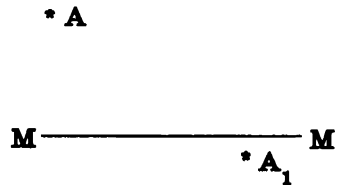


16. На рисунке показано положение оптической оси MM тонкой линзы и ход луча ABC . Найдите построением ход произвольного луча DE .

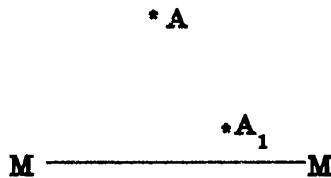


ВАРИАНТ " В "

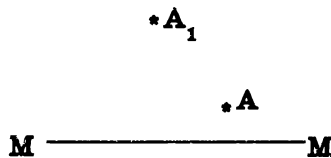
1. Определите построением, где находится оптический центр тонкой линзы и её фокусы, если MM - главная оптическая ось линзы, A - светящаяся точка, A_1 - её изображение. Определите также тип линзы и тип изображения.



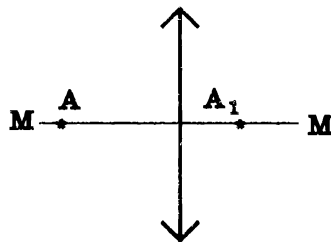
2. Определите построением, где находится оптический центр тонкой линзы и её фокусы, если MM - главная оптическая ось линзы, A - светящаяся точка, A_1 - её изображение. Определите также тип линзы и тип изображения.



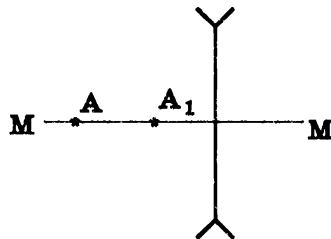
3. Определите построением, где находится оптический центр тонкой линзы и её фокусы, если MM - главная оптическая ось линзы, A - светящаяся точка, A_1 - её изображение. Определите также тип линзы и тип изображения.



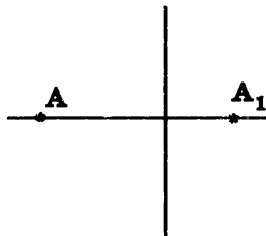
4. Определите построением положение фокусов линзы, если A - светящаяся точка, A_1 - её изображение. MM - главная оптическая ось линзы.



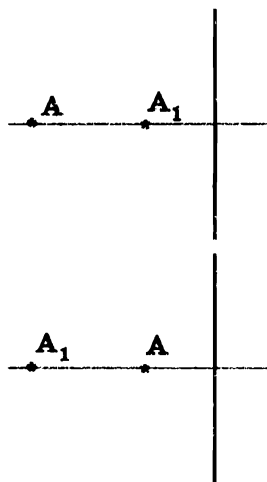
5. Определите построением положение фокусов линзы, если A - светящаяся точка, A_1 - её изображение. MM - главная оптическая ось линзы.



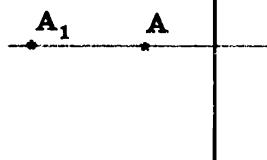
6. Даны точки A и A_1 на оси линзы неизвестной формы. Определите вид линзы (собирающая или рассеивающая). Постройте фокусы линзы.



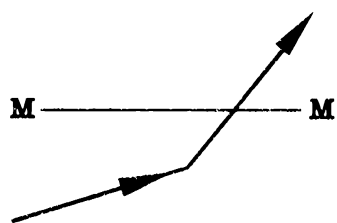
7. Даны точки A и A_1 на оси линзы неизвестной формы. Определите вид линзы (собирающая или рассеивающая). Постройте фокусы линзы.



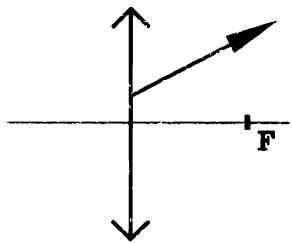
8. Даны точки A и A_1 на оси линзы неизвестной формы. Определите вид линзы (собирающая или рассеивающая). Постройте фокусы линзы.



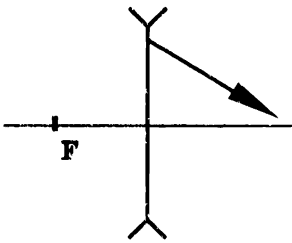
9. На рисунке показан ход луча относительно главной оптической оси тонкой линзы MM . Определить положение линзы и её фокусов .



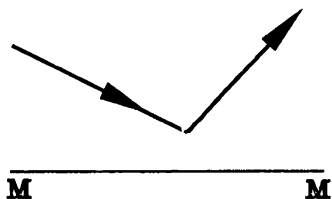
10. На рисунке показан ход луча после преломления в собирающей линзе. Найти построением ход этого луча до линзы.



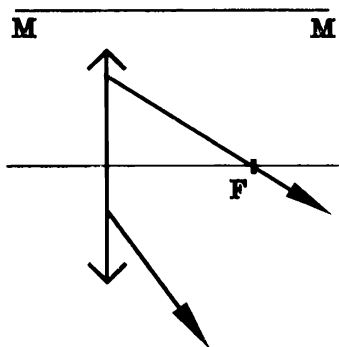
11. На рисунке показан ход луча после преломления в рассеивающей линзе. Найти построением ход этого луча до линзы.



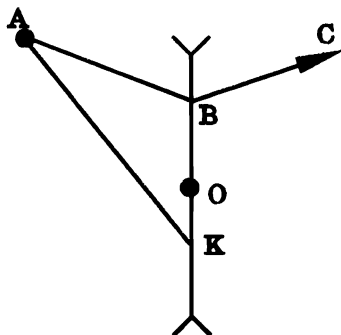
12. На рисунке показан ход луча относительно главной оптической оси тонкой линзы MM . Определить положение линзы и её фокусов.



13. Найти построением положение светящейся точки, если известен ход двух лучей после их преломления в линзе. Один из этих лучей пересекается с главной оптической осью линзы в её фокусе.



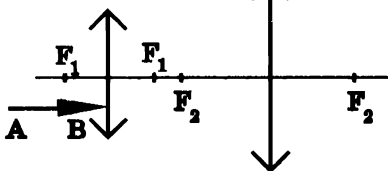
14. Светящаяся точка расположена перед рассеивающей линзой. Построить ход произвольного луча AK , падающего на рассеивающую линзу. Положение оптического центра O линзы и ход луча ABC заданы.



15. Из стекла двух сортов с различными показателями преломления изготовлена слоистая линза. Какое изображение точечного источника света даст эта линза? Считайте, что на границах между слоями свет полностью поглощается.

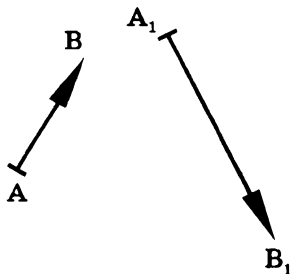


16. На рисунке показано положение двух собирающих линз и их главные фокусы. Построить дальнейший ход луча AB .

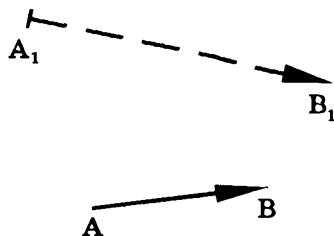


ВАРИАНТ "С"

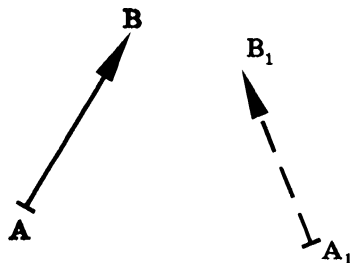
1. На рисунке показано положение предмета AB и его изображения $A_1 B_1$. Найти построением положение линзы и расположение её фокусов.



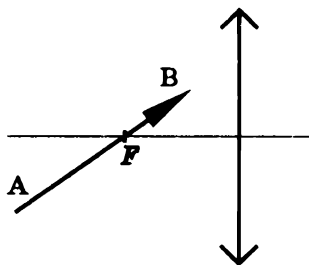
2. На рисунке показано положение предмета AB и его изображения $A_1 B_1$. Найти построением положение линзы и расположение её фокусов.



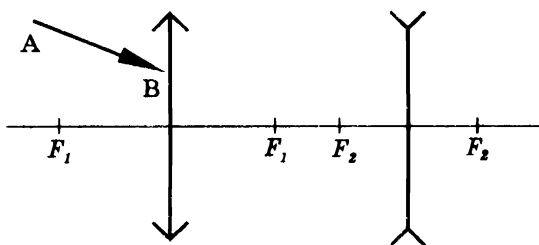
3. На рисунке показано положение предмета AB и его изображения $A_1 B_1$. Найти построением положение линзы и расположение её фокусов.



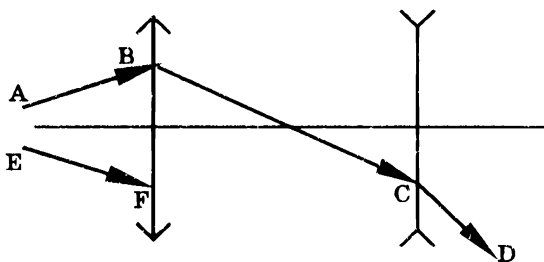
4. Постройте изображение наклонной стрелки AB , проходящей через фокус собирающей линзы.



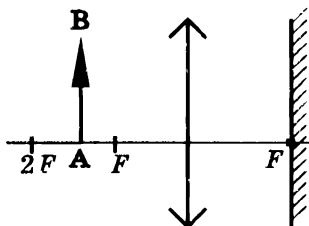
5. На рисунке показано расположение двух линз. F_1 - главный фокус собирающей линзы, F_2 - главный фокус рассеивающей линзы. Построить дальнейший ход луча AB .



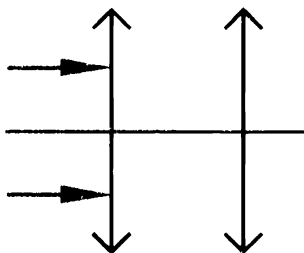
6. На рисунке показано расположение двух линз и ход луча AB после преломления в линзах. Построить дальнейший ход луча EF .



7. Постройте ход лучей и определите положение изображения предмета AB в оптической системе, состоящей из собирающей линзы и плоского зеркала.

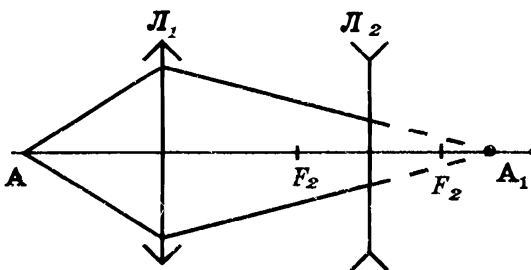


8. Где должны находиться фокусы двух линз, чтобы параллельные лучи, пройдя через линзы, оставались параллельными?

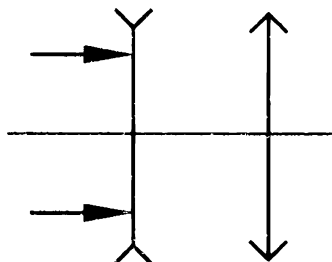


9. Собирающая линза L_1 даёт в точке A_1 действительное изображение точечного источника A , расположенного на оптической оси линзы. Между L_1 и A_1 поставлена рассеивающая

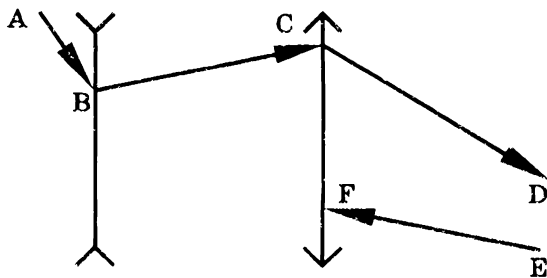
линза L_2 , положения фокусов которой заданы. Найти построением новое положение изображения источника. Рассмотреть случай, когда расстояние между A_1 и L_2 больше фокусного расстояния линзы L_2 .



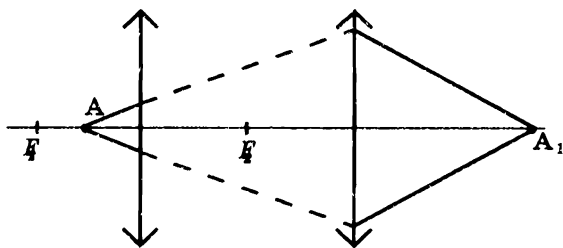
10. Где должны находиться фокусы двух линз, чтобы параллельные лучи, пройдя через линзы, оставались параллельными?



11. На рисунке показано расположение двух линз и ход луча AB после преломления в линзах. Построить дальнейший ход луча EF .

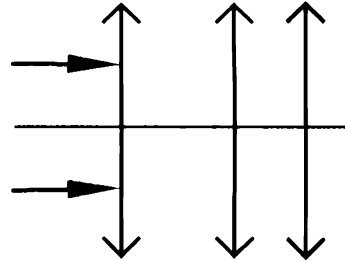


12. Собирающая линза L_1 даёт в точке A_1 действительное изображение точечного источника A , расположенного на оптической оси лин-

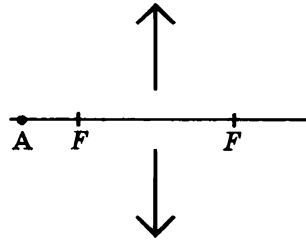


зы. Между источником A и линзой L_1 поставлена ещё одна собирающая линза L_2 , положения фокусов которой заданы. Найти построением новое положение изображения источника. Рассмотреть случай, когда расстояние между A и L_2 меньше фокусного расстояния линзы L_2 .

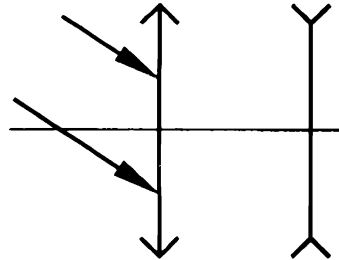
13. Как надо расположить три собирающие линзы, чтобы параллельные лучи, пройдя через линзы, остались параллельными?



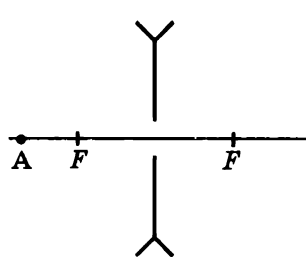
14. Линза разрезается плоскостью вдоль оптической оси на две равные части, которые раздвигаются на 1 см симметрично относительно оптической оси. Построить изображение светящейся точки A .



15. Как надо расположить две линзы, чтобы параллельные лучи, пройдя через линзы, остались параллельными?



16. Линза разрезается плоскостью вдоль оптической оси на две равные части, которые раздвигаются на 1 см симметрично относительно оптической оси. Построить изображение светящейся точки A .



*Самостоятельная работа № 7
по теме*

ФОРМУЛА ТОНКОЙ ЛИНЗЫ

ВАРИАНТ "А"

1. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см получают мнимое изображение рассматриваемой монеты на расстоянии 18 см от линзы. На каком расстоянии от линзы помещена монета?

2. Определите фокусное расстояние рассеивающей линзы, если предмет находится от линзы на расстоянии 15 см, а его изображение получается на расстоянии 6 см от линзы.

3. Найдите фокусное расстояние и оптическую силу собирающей линзы, если известно, что изображение предмета, помещённого на расстоянии 30 см от линзы, получается по другую сторону линзы на таком же расстоянии от неё.

4. На каком расстоянии от рассеивающей линзы с оптической силой -4 дптр надо поместить предмет, чтобы его мнимое изображение получилось в 5 раз меньше самого предмета?

5. Расстояние от мнимого изображения предмета до собирающей линзы, оптическая сила которой 2 дптр, равно 0,4 м. Определить расстояние от линзы до предмета.

6. Расстояние от рассеивающей линзы до предмета 50 см, а до его оптического изображения - 20 см. Определить оптическую силу линзы и фокусное расстояние.

7. Если предмет расположить перед собирающей линзой на расстоянии 3 м, то получается его действительное изображение на расстоянии 0,6 м от линзы. На каком расстоянии от этой линзы надо расположить предмет, чтобы его мнимое изображение находилось на расстоянии 0,5 м от линзы?

8. Предмет находится на расстоянии 2 м от линзы с оптической силой $-1,5$ дптр. На каком расстоянии от линзы находится оптическое изображение предмета и каково линейное увеличение линзы?

9. Предмет высотой 6 см поставлен перпендикулярно оптической оси и удалён от двояковыпуклой линзы с оптической силой 5 дптр на расстояние 25 см. Определить фокусное рас-

стоянии линзы, положение изображения, линейное увеличение, которое даёт линза, и высоту полученного изображения.

10. Предмет высотой 30 см расположен вертикально на расстоянии 80 см от линзы с оптической силой -5 дптр. Определить положение изображения и его высоту.

ВАРИАНТ " В "

1. Предмет находится на расстоянии 8 см от переднего фокуса линзы, а его изображение - на экране на расстоянии 18 см от заднего фокуса линзы. Определите фокусное расстояние линзы.

2. Расстояние между предметом и его изображением 72 см. Увеличение линзы равно 3. Найти фокусное расстояние линзы.

3. Тонкая линза с некоторым фокусным расстоянием F_1 создает прямое изображение предмета с увеличением $G_1 = \frac{2}{3}$.

Каково будет увеличение G_2 , если, не изменяя расстояние между предметом и линзой, заменить линзу на рассеивающую с оптической силой $D_2 = -D_1$?

4. Предмет и экран находятся на расстоянии 1 м друг от друга. Перемещая между ними собирающую линзу, получают два положения, разделённых расстоянием 60 см, при которых она даёт чёткое изображение предмета на экране. Найти фокусное расстояние линзы.

5. С помощью тонкой линзы получается увеличенное в два раза действительное изображение плоского предмета. Если предмет сместить на 1 см в сторону линзы, то изображение будет увеличенным в три раза. Чему равно фокусное расстояние линзы?

6. Если расстояние предмета от линзы 36 см, то высота изображения 10 см. Если же расстояние предмета от линзы 24 см, то высота изображения 20 см. Определить фокусное расстояние линзы.

7. Точечный предмет движется по окружности со скоростью 3 м/с вокруг главной оптической оси собирающей линзы в плоскости, перпендикулярной к оси и отстоящей от линзы на расстоянии $d = 1,5 F$, где F - фокусное расстояние линзы.

зы. В каком направлении и с какой скоростью движется изображение предмета?

8. Собирающая линза с фокусным расстоянием 4 см даёт изображение точки, расположенной на расстоянии 12 см от линзы несколько выше её оптической оси. На какое расстояние сместится изображение точки на экране при перемещении линзы на расстояние 3 см вниз от её первоначального положения?

9. Вдоль главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 12 см расположен предмет, один конец которого находится на расстоянии 17,9 см от линзы, а другой - на расстоянии 18,1 см. Найти увеличение изображения.

10. Определите оптическую силу рассеивающей линзы, если она даёт изображение предмета на расстоянии 6 см от самого предмета. Высота предмета 8 см, высота изображения 4 см.

ВАРИАНТ "С"

1. Предмет и его прямое изображение расположены симметрично относительно фокуса линзы. Расстояние от предмета до фокуса линзы 4 см. Найти фокусное расстояние линзы.

2. Лампа находится на расстоянии 90 см от стены. На каком расстоянии от стены следует разместить собирающую линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на стене чёткое изображение нити накала лампы? Главная оптическая ось линзы должна быть перпендикулярна стене.

3. Расстояние между двумя точечными источниками света 32 см. Где следует поместить между ними собирающую линзу с фокусным расстоянием 12 см, чтобы изображения обоих источников оказались в одной точке?

4. Высота изображения предмета на плёнке в фотоаппарате при съёмке с расстояния 2 м равна 30 мм, а при съёмке с расстояния 3,9 м высота равна 15 мм. Определить фокусное расстояние объектива фотоаппарата.

5. Свеча находится на расстоянии 3,75 м от экрана. Между ними помещают собирающую линзу, которая даёт на экране чёткое изображение свечи при двух положениях линзы. Найти фокусное расстояние линзы, если расстояние между положениями линзы равно 0,75 м.

6. Точечный источник света, расположенный на расстоянии 1,2 м от рассеивающей линзы, приближают к ней вдоль главной оптической оси до расстояния 0,6 м. При этом мнимое изображение источника проходит вдоль оси расстояние 10 см. Найти фокусное расстояние линзы.

7. Автомобиль движется со скоростью 72 км/ч на расстоянии 500 м от фотоаппарата. Фокусное расстояние телеобъектива фотоаппарата 50 см. Какова должна быть экспозиция Δt , чтобы размытость изображения не превышала $\Delta x = 10^{-4}$ м?

8. Собирающая линза даёт изображение некоторого объекта на экране. Высота изображения равна h_1 . Оставляя неподвижным экран и объект, начинают двигать линзу к экрану и находят, что при втором чётком изображении объекта высота изображения равна h_2 . Найти действительную высоту предмета h . Какому условию должно удовлетворять расстояние L между объектом и экраном?

9. Предмет находится на расстоянии 45 см от экрана. С помощью линзы получают на экране уменьшенное изображение предмета. Перемещая линзу, получают на экране другое изображение, в $n = 4$ раза больше первого. Каково фокусное расстояние F линзы?

10. С помощью линзы с фокусным расстоянием F на экране получают уменьшенное и увеличенное изображение предмета, находящегося на расстоянии L от экрана. Найдите отношение размеров изображений.

*Самостоятельная работа № 8
по теме*

**ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ
И ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

ВАРИАНТ "А"

1. Определить оптическую силу объектива проекционного фонаря, если диапозитив высотой 5 см получается на экране высотой 2 м, когда экран удалён от объектива на 6 м.

2. Диапозитив имеет размеры 8×8 см. Определите фокусное расстояние объектива проекционного аппарата, если на экране, отстоящем на расстоянии 4 м от него, получается изображение 2×2 м.

3. С высоты 1 км сфотографирована река. Определить ширину реки, если на снимке она равна 4 см. Оптическая сила объектива фотоаппарата равна 8 дптр.

4. Определить увеличение телескопа, у которого объектив имеет главное фокусное расстояние 20 м, а окуляр даёт 8-кратное увеличение.

5. С какого расстояния нужно фотографировать здание длиной 50 м, чтобы весь фасад здания поместился на кадре плёнки размером 24×36 мм? Фокусное расстояние объектива равно 50 мм.

6. Высота здания на фотографическом снимке 7 см. Определите действительную высоту здания, если известно, что главное фокусное расстояние объектива равно 20 см, а аппарат при съёмке был поставлен на расстоянии 80 м от здания.

ВАРИАНТ " В "

1. Линзы с оптическими силами 5 и 2,5 дптр находятся на расстоянии 0,9 м друг от друга. Какое изображение даст эта система, если предмет расположить на расстоянии 30 см перед первой линзой?

2. Собирающая линза с оптической силой 2 дптр и рассеивающая линза с оптической силой $-1,5$ дптр расположены на

расстоянии 40 см друг от друга и имеют общую оптическую ось. Со стороны собирающей линзы на расстоянии 4 м от нее находится предмет AB высотой 20 см. Определите, где и какое изображение предмета дадут эти линзы.

3. Две одинаковые тонкие собирающие линзы сложили вплотную так, что их оптические оси совпали и поместили на расстояние 12,5 см от предмета. Какова оптическая сила системы и одной линзы, если действительное изображение, даваемое системой линз, было в четыре раза больше предмета?

4. Две линзы, выпуклую и вогнутую, сложили вплотную так, что их оптические оси совпали. Фокусное расстояние выпуклой линзы 10 см. Когда такую систему поместили на расстоянии 40 см от предмета, то по другую от неё сторону на экране получилось чёткое изображение предмета. Определить оптическую силу вогнутой линзы, если расстояние от предмета до экрана 1,6 м.

5. Оптическая система состоит из собирающей линзы с фокусным расстоянием 30 см и плоского зеркала, находящегося на расстоянии 15 см от линзы. Определите положение изображения, даваемого этой системой, если предмет находится на расстоянии 15 см перед линзой.

6. Ученик привык читать книгу, держа её на расстоянии 20 см от глаз. Какова должна быть оптическая сила очков, которые должен носить ученик, чтобы читать книгу, держа её на расстоянии наилучшего зрения 25 см?

7. Близорукий человек читает без очков, держа книгу на расстоянии 10 см от глаз. Какова оптическая сила необходимых ему очков для чтения?

8. Объектив фотоаппарата состоит из двух линз. Рассеивающая линза с фокусным расстоянием -50 мм расположена на расстоянии 45 см от плёнки. Где должна находиться собирающая линза с фокусным расстоянием 80 мм, чтобы на плёнке получились резкие изображения удалённых предметов?

ВАРИАНТ " С "

1. Из трёх линз, расположенных вплотную друг к другу, составлена плоскопараллельная пластинка. Причём, оптическая сила системы первой и второй линз равна 5 дптр, система второй и третьей 4 дптр. Найти фокусное расстояние каждой из трёх линз.

2. Система состоит из собирающей линзы с фокусным расстоянием 30 см и рассеивающей линзы с фокусным расстоянием -15 см. Линзы расположены на расстоянии 30 см друг от друга, их главные оптические оси совпадают. Где следует разместить точечный источник света, чтобы система давала пучок параллельных лучей?

3. Ближний и дальний пределы аккомодации глаза близорукого человека 10 см и 30 см. Человек носит очки, в которых хорошо видит удалённые предметы. На каком наименьшем расстоянии он может держать книгу, читая в этих очках?

4. На систему из трёх линз падает параллельный пучок лучей. Собирающая и рассеивающая линзы с фокусными расстояниями 10 и 20 см находятся на расстоянии 15 см друг от друга. На каком расстоянии от рассеивающей линзы нужно расположить вторую собирающую линзу с фокусным расстоянием 10 см, чтобы выходящий из системы пучок лучей оставался параллельным?

5. Близорукий человек может чётко видеть предмет, если он находится на расстоянии не дальше 20 см от глаза. Какова должна быть оптическая сила очков, которые должен носить этот человек, чтобы чётко видеть удалённые предметы?

6. Найти фокусное расстояние $F_{общ}$ системы двух собирающих линз, отстоящих на расстоянии l друг от друга, если фокусное расстояние одной из них равно F_1 , а второй - F_2 . Расстояние между линзами больше суммы их фокусных расстояний $F_1 + F_2$, оптические оси обеих линз совпадают.

7. Рассеивающая и собирающая линзы с фокусными расстояниями 10 см и 15 см расположены на расстоянии 30 см друг от друга. На расстоянии 12 см от рассеивающей линзы на главной оптической оси находится точечный источник света. Найти расстояние между источником и его действительным изображением.

8. Фокусное расстояние объектива микроскопа 3,5 мм, а увеличение микроскопа $\Gamma = 100$. Определите фокусное расстояние окуляра, если он расположен на расстоянии 12,4 см от объектива.

**Контрольная работа № 1
по теме**

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

ВАРИАНТ № 1

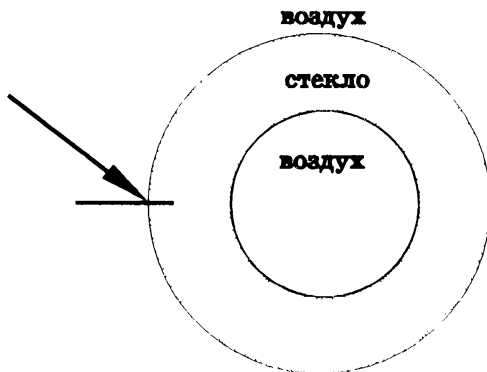
1. Мокрое пятно среди сухого песка выглядит значительно темнее. Как это объяснить?

2. Толчёное стекло теряет свою прозрачность, но в воде оно вновь становится прозрачным. Объясните это явление.

3. В жарких пустынях иногда наблюдается мираж: вдалеке “ возникает ” поверхность водоёма. Какими физическими явлениями обусловлен такой мираж?

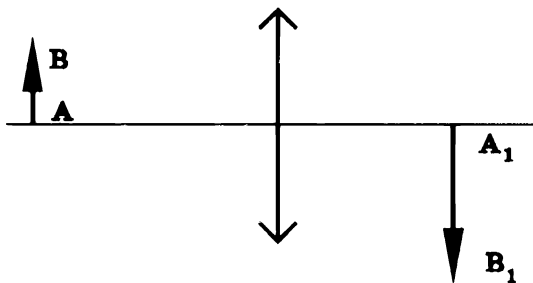
4. Как изменится изображение, полученное на экране от собирающей линзы, если закрыть рукой верхнюю половину линзы?

5. Построить дальнейший ход лучей света ($n_{\text{стекла}} = 1,5$).



6. AB - предмет, A_1B_1 - изображение предмета, $\frac{A_1B_1}{AB} = 5$.

Оптическая сила линзы 40 дптр. Найти расстояние от предмета до линзы и от изображения до линзы. Расчёт проверить построением.



7. На каком расстоянии друг от друга нужно расположить рассеивающую и собирающую линзы с фокусным расстоянием 10 см и 6 см, чтобы параллельный пучок лучей, пройдя сквозь них, остался параллельным?

8. Собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см находится на расстоянии 10 см от рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 60 см. Найти, на каком расстоянии от второй линзы получится изображение точки A , если сама светящаяся точка находится на расстоянии 30 см от первой линзы.

ВАРИАНТ № 2

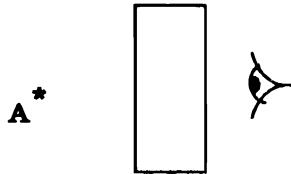
1. Почему ночью лужа на неосвещённой дороге кажется водителю тёмным пятном на светлом фоне?

2. Возможно ли склеить два куска стекла так, чтобы место склейки оказалось невидимым?

3. Чтобы лучше видеть, близорукие люди щурят глаза. Как это объяснить?

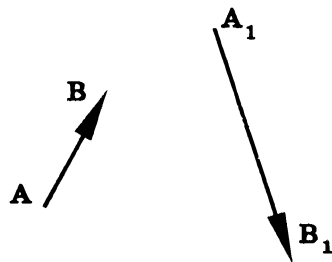
4. Луч света идёт из стекла в воду и преломляется на плоской границе стекло - вода. При каком угле падения отражённый и преломлённый лучи перпендикулярны друг к другу?

5. Между светящейся точкой A и глазом поместили плоскопараллельную пластинку. Построить изображение точки A .



6. Объектив фотоаппарата имеет фокусное расстояние 10,5 см. На каком расстоянии от объектива должен быть помещён предмет, чтобы снимок получился в 5 раз меньше размера предмета?

7. На рисунке показаны положение предмета AB и его изображения A_1B_1 . Найти построением положение линзы и расположение ее фокусов.



8. Собирающая линза даёт в три раза увеличенное действительное изображение предмета. Чтобы получить в три раза увеличенное, но мнимое изображение, линзу передвинули в сторону предмета на 10 см. Каково фокусное расстояние и оптическая сила линзы?

ВАРИАНТ № 3

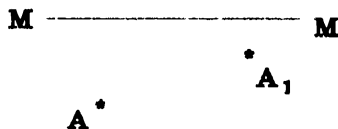
1. Почему окна домов днём кажутся тёмными, т. е. темнее наружных стен, даже если стены выкрашены тёмной краской?

2. Почему, открыв глаза под водой, мы видим только неясные очертания предметов, а в маске для ныряния предметы видны совершенно отчётливо?

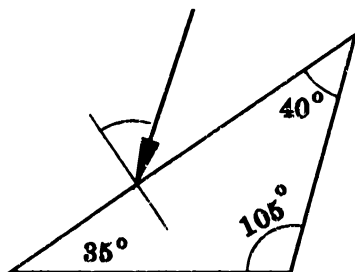
3. Почему стекло, истолчённое в порошок, непрозрачно?

4. Какой недостаток зрения у человека, для которого расстояние наилучшего зрения 12,5 см? Как этот недостаток можно исправить?

5. На рисунке показаны положения оптической оси MM тонкой линзы, светящейся точки A и её изображения A_1 . Найдите построением положения центра линзы и её фокусов. Какая это линза?



6. Постоить дальнейший ход луча в призме, если угол падения 70° , а показатель преломления 1,6.



7. Линза даёт мнимое изображение предмета, увеличенное в два раза, если он находится от неё на расстоянии 5 см. Какая это линза - собирающая или рассеивающая? Чему равно её фокусное расстояние?

8. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями 2 см и 20 см расположены на расстоянии 24 см друг от друга. По-

строить изображение предмета, находящегося на расстоянии 3 см от первой линзы. Найти увеличение Γ .

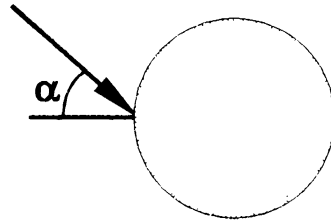
ВАРИАНТ № 4

1. Будет ли входящий луч света параллелен выходящему, если над и под плоскопараллельной пластинкой разные среды?

2. При каком условии плоское зеркало может дать действительное изображение?

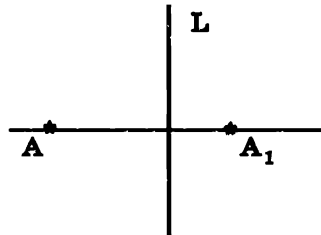
3. В каком случае - при дальнозоркости или при близорукости - очки увеличивают освещённость зрачка?

4. Построить дальнейший ход луча, если угол падения равен 40° , а показатель преломления равен 2.



5. С какого расстояния был сделан фотоснимок поезда, если высота вагона на снимке 9 мм, а действительная высота вагона 3 м? Фокусное расстояние объектива фотоаппарата 15 см.

6. Даны точки A и A_1 на оси линзы неизвестной формы. Определите вид линзы (собирающая или рассеивающая).



7. Оптическая сила линзы равна 12 дптр. Определите расстояние от линзы до предмета, если изображение получается мнимое, прямое и увеличенное в 3 раза.

8. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями 10 см и 15 см дают изображение предмета высотой 2 см, расположенного на расстоянии 10 см от первой линзы. Найти высоту изображения предмета, даваемого системой линз. Построить изображение предмета.

ВАРИАНТ № 5

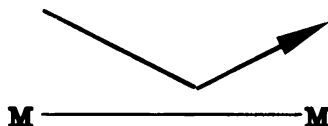
1. При каком условии непрозрачный предмет даёт тень без полутени?

2. Всегда ли двояковыпуклая линза является собирающей?

3. При каком дефекте зрения - близорукости или дальнозоркости - человек способен видеть раздельно более близкие точки?

4. Предмет находится на расстоянии 18 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 12 см. Определите увеличение изображения.

5. На рисунке показан ход луча относительно главной оптической оси тонкой линзы. Определите построением положение линзы и её фокусов.



6. Расстояние между предметом и экраном 120 см. Где нужно поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием 25 см, чтобы на экране получилось отчётливое изображение предмета?

7. В каком месте на главной оптической оси двояковыпуклой линзы надо поместить точечный источник света, чтобы его изображение оказалось в главном фокусе?

8. С какой выдержкой надо фотографировать бегуна, скорость которого 3 м/с, чтобы размытость изображения не превышала 0,1 мм? Фокусное расстояние объектива 15 см, расстояние от фотоаппарата до бегуна 10 м.

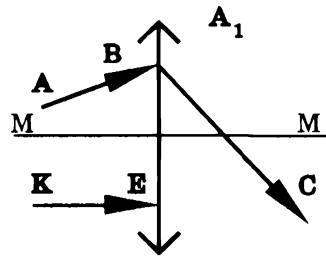
ВАРИАНТ № 6

1. Может ли свет, проходя из одной прозрачной среды в другую, не преломляться?

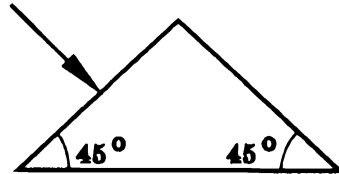
2. Если на лист белой бумаги попадает растительное масло, то бумага становится прозрачной. Объясните это явление.

3. Как в солнечный день можно определить главное фокусное расстояние собирающей линзы, имея только линейку?

4. На рисунке показано положение оптической оси MM тонкой линзы и ход луча ABC . Найдите построением ход произвольного луча KE .



5. Построить дальнейший ход луча в призме. $n_{2-1} = 3$.



6. Чему равно главное фокусное расстояние собирающей линзы, если изображение предмета, расположенного от линзы на расстоянии 20 см, получилось увеличенным в 4 раза?

7. Две тонкие собирающие линзы с фокусными расстояниями F_1 и F_2 расположены рядом. Найдите оптическую силу этой системы.

8. Пучок параллельных лучей проходит через две тонкие линзы, оставаясь параллельным. Расстояние между линзами равно 15 см. Определите фокусное расстояние первой линзы, если для второй линзы оно равно 9 см.

ВАРИАНТ № 7

1. Почему, находясь в лодке, трудно попасть копьем (остройгой) в рыбу, плавающую невдалеке?

2. Почему одни обои кажутся светлыми, а другие при том же освещении более темными?

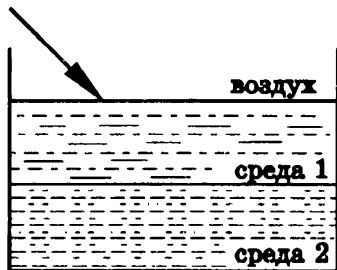
3. На линзу фотообъектива села муха. Как это отразится на качестве снимка?

4. Как надо расположить две собирающие линзы, чтобы параллельные лучи, пройдя через линзы, остались параллельными? Сделайте чертёж.

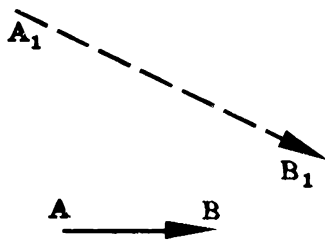
5. Линза даёт трёхкратное увеличение предмета, находящегося на расстоянии 10 см от неё. Найти фокусное расстояние линзы.

6. Объектив проекционного аппарата имеет фокусное расстояние 15 см. На каком расстоянии нужно поместить диапозитив размером 9×12 см от объектива, чтобы получить на экране изображение размером 45×60 см?

7. Построить дальнейший ход луча, если угол падения равен 68° . $n_1 = 1,5$, $n_2 = 2$.



8. На рисунке показаны положение предмета AB и его изображения $A_1 B_1$. Найти построением положение линзы и расположение её фокусов.



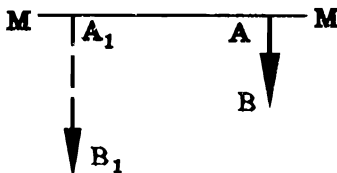
ВАРИАНТ № 8

1. Почему, оценивая на глаз глубину любого водоёма, мы всегда ошибаемся: глубина водоёма кажется нам меньшей, чем в действительности?

2. Края линзы обрезают. Изменилось ли при этом её фокусное расстояние?

3. Как надо расположить две линзы, одна из которых собирающая, другая - рассеивающая, чтобы параллельные лучи, пройдя через линзы, остались параллельными? Сделайте чертёж.

4. На рисунке показаны главная оптическая ось MM линзы, предмет AB и его изображение $A_1 B_1$. Определите графически положение оптического центра и фокуса линзы.



5. Определите оптическую силу рассеивающей линзы, если известно, что предмет расположен перед ней на расстоянии 40 см, а мнимое изображение находится на расстоянии 160 см от линзы.

6. Предмет находится на расстоянии l_1 от переднего фокуса линзы, а экран, на котором получают чёткое изображение предмета, - на расстоянии l_2 от заднего фокуса линзы. Найти фокусное расстояние и увеличение линзы.

7. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями 2 см и 20 см расположены на расстоянии 24 см друг от друга. Предмет находится на расстоянии 3 см от первой линзы. Найти увеличение, даваемое этой системой линз.

8. Близорукий человек может чётко видеть предмет, если он находится на расстоянии не более $d_1 = 20$ см от глаза. Какова должна быть оптическая сила очков, которые должен носить этот человек, чтобы чётко видеть удалённые предметы ($d_2 = \infty$)?

ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

Самостоятельная работа № 9 по теме

ДИСПЕРСИЯ СВЕТА. СКОРОСТЬ СВЕТА

1. а) Вода освещена зелёным светом, для которого длина волны в воздухе 0,5 мкм. Какой будет длина волны в воде? Какой цвет видит человек, открывший глаза под водой?

б) Известно, что заря красная, а небо - синее. Какие лучи сильнее рассеиваются в атмосфере?

2. а) Над бухтой взлетела красная ракета (длина волны 0,7 мкм). Какова длина волны этого света в воде? Какой цвет увидит аквалангист, плывущий под водой?

б) Почему зимой в ясную погоду тени деревьев на снегу имеют голубоватый оттенок?

3. а) Показатель преломления воды для красного света равен $n_1 = 1,329$, а для фиолетового света он равен $n_2 = 1,344$. Для лучей какого цвета скорость света в воде больше и во сколько раз?

б) Как будет выглядеть белая надпись на красном фоне, если осветить её зелёным светом?

4. а) Вычислить скорость и длину волны жёлтого света в стекле с показателем преломления 1,56. Длина волны этого цвета в воздухе 589 нм.

б) Какого цвета должно быть стёклышко, сквозь которое можно увидеть зелёную надпись на белой бумаге?

5. а) Вода освещена красным светом с длиной волны 728 нм. Какова длина волны этого света в воде?

б) Длина волны жёлтого света натрия в вакууме 590 нм, а в воде 442 нм. Каков показатель преломления воды для этого света?

6. а) Наименьшая частота электромагнитных колебаний, воспринимаемых глазом, у многих людей составляет $4 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна длина волны этих колебаний в воздухе и каков цвет лучей света в этом случае?

б) Почему освещённый столб дыма на тёмном фоне кажется синеватым, а на фоне светлого неба - жёлтым или красноватым?

Самостоятельная работа № 10
по теме

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

ВАРИАНТ "А"

1. а) Могут ли интерферировать световые волны, идущие от двух электрических лампочек?

б) В некоторую точку пространства приходит излучение с оптической разностью хода волн 1,8 мкм. Определить, усилится или ослабнет свет в этой точке, если длина волны 600 нм.

2. а) Почему крылья стрекоз имеют радужную окраску?

б) Разность хода двух интерференционных лучей монохроматического света равна $\frac{l}{4}$. Определить разность фаз колебаний.

3. а) Мыльный пузырь на солнце играет всеми цветами радуги. Почему?

б) В некоторую точку пространства приходят когерентные лучи с геометрической разностью хода 1,2 мкм, длина волны которых в вакууме - 600 нм. Определить, что происходит в этой точке вследствие интерференции, когда лучи проходят в скипидаре.

4. а) Если две волны интерферируют друг с другом, то изменяет ли одна волна распространение другой?

б) 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 пятое тёмное кольцо в отражённом свете.

5. а) Имеет ли место изменение энергии при интерференции волн?

б) Какова оптическая разность хода двух когерентных монохроматических волн в веществе, абсолютный показатель преломления которого 1,6, если геометрическая разность хода лучей равна 2,5 см?

6. а) Почему возникают радужные полосы в тонком слое керосина, плавающем на поверхности воды?

б) Два когерентных луча с длинами волн 404 нм пересекаются в одной точке на экране. Что будет наблюдаться в этой точке - усиление или ослабление света, если оптическая разность хода лучей равна 17,17 мкм?

ВАРИАНТ "В"

1. а) Две когерентные световые волны в результате интерференции взаимно гасятся в некоторой области. Куда девается их энергия?

б) Два когерентных источника света посылают на экран свет длиной волны 550 нм, дающий на экране интерференционную картину. Источники удалены один от другого на 2,2 мм, а от экрана на 2,2 м. Определить, что будет наблюдаться на экране в точке падения - гашение или усиление света?

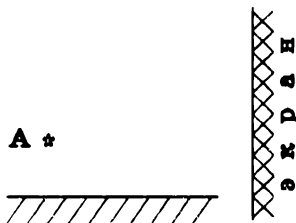
2. а) Цвета тонких плёнок (например, плёнки бензина на воде) заметно отличаются от цветов радуги. Почему?

б) Плосковыпуклая линза, радиус кривизны которой 12 м, положена выпуклой стороной на плоскопараллельную пластинку. На плоскую грань линзы нормально падает монохроматический свет и в отражённом свете образуются тёмные и светлые кольца. Определите длину волны монохроматического света, если радиус шестого тёмного кольца равен $7,2 \cdot 10^{-3}$ м.

3. а) Почему интерференционная окраска наблюдается только у достаточно тонких плёнок?

б) В установке Юнга расстояние между щелями 1,5 мм, а экран расположен на расстоянии 2 м от щелей. Определить расстояние между интерференционными полосами на экране, если длина волны монохроматического света 670 нм.

4. а) Взаимное расположение точечного источника света *A*, зеркала и экрана показано на рисунке. Возможно ли наблюдать интерференционную картину на экране?



б) Белый свет, падающий нормально на мыльную плёнку ($n = 1,33$) и отражённый от неё, даёт в видимом спектре интерференционный максимум на волне 630 нм и ближайший к

нему минимум на волне 450 нм. Какова толщина плёнки, если считать её постоянной?

5. а) Какое минимальное расстояние между двумя соседними максимумами при интерференции встречных когерентных волн длиной λ ?

б) Два когерентных источника испускают монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. Определить, на каком расстоянии от точки, расположенной на экране на равном расстоянии от источников, будет первый максимум освещённости. Экран удалён от источников на 3 м, расстояние между источниками 0,5 мм.

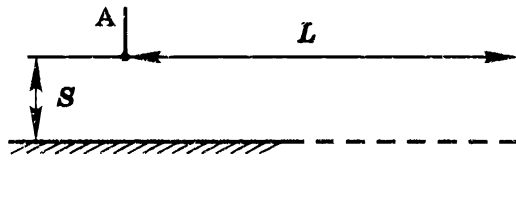
6. а) Лучи белого света падают нормально на тонкую плоскопараллельную прозрачную пластинку. Как будет меняться окраска пластинки, если увеличить угол падения?

б) На мыльную плёнку падает нормально пучок лучей белого света. Какова наименьшая толщина плёнки, если в отражённом свете она кажется зелёной ($\lambda = 532$ нм)?

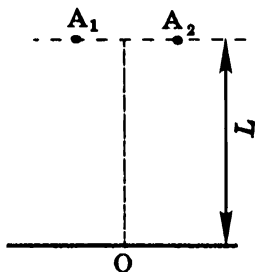
ВАРИАНТ "С"

1. Когда монохроматический свет падает нормально на поверхность мыльной плёнки, интенсивность отражённого света зависит от длины волны: она имеет максимум при $\lambda_1 = 630$ нм и ближайший к нему минимум при $\lambda_2 = 525$ нм. Какова толщина плёнки? Показатель преломления плёнки 1,33.

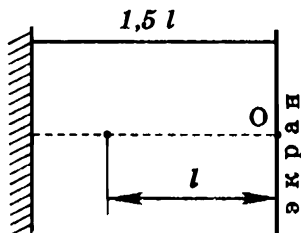
2. Точечный источник монохроматического света находится на расстоянии $S = 1$ мм от большого плоского зеркала и на расстоянии $L = 4$ м от экрана, перпендикулярного зеркалу. Каково расстояние x между соседними максимумами освещённости? Длина световой волны $\lambda = 600$ нм.



3. Два когерентных источника монохроматического света с длиной волны $\lambda = 600$ нм находятся на расстоянии $A_1 A_2 = 1$ мм друг от друга и на одинаковом расстоянии $L = 3$ м от экрана. Каково расстояние x между ближайшими максимумами освещённости (середины светлых полос) на экране? Будет ли наблюдаться в точке O максимум освещённости?

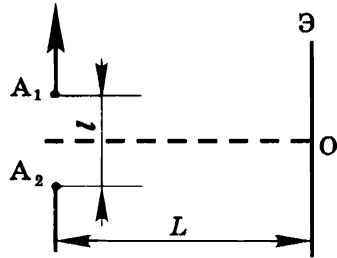


4. Точечный источник A монохроматического света с длиной волны 500 нм расположен на расстоянии 50 см от экрана. На расстоянии $1,5 l$ от экрана находится параллельное ему плоское зеркало. Какой вид имеет интерференционная картина на экране? Тёмная или светлая интерференционная полоса проходит на расстоянии 2 мм от точками O ?



5. Чтобы уменьшить коэффициент отражения света от поверхности стекла, на неё наносят тонкую прозрачную плёнку с показателем преломления n_n , меньшим, чем у стекла (так называемое "просветление оптики"). Считая $n_n = \sqrt{n}$, где n - показатель преломления стекла, определите необходимую толщину плёнки h . Длина волны света $\lambda = 500$ нм, свет падает на поверхность нормально.

6. От точечного монохроматического источника A_1 отодвигают точечный монохроматический источник A_2 (свет обоих источников имеет одну и ту же частоту) до тех пор, пока в точке O на экране, где наблюдается интерференция, не наступает потемнение. Расстояние между источниками A_1 и A_2 при этом равно $l = 2$ мм. Расстояние между источником A_1 и экраном $L = 9$ м. На сколько нужно



передвинуть экран к источнику A_1 , чтобы в точке O снова возникло потемнение? При $x \ll 1$ считать $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{x}{2}$.

Самостоятельная работа № 11
по теме

ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

ВАРИАНТ "А"

1. а) На поверхности грампластинки, рассматриваемой под небольшим углом, видны цветные полосы. Как объяснить это явление?

б) Найдите наибольший порядок спектра красной линии лития с длиной волны 671 нм, если период дифракционной решётки 0,01 мм.

2. а) Если, прищурив глаз, смотреть на нить лампочки накаливания, то нить кажется окаймлённой светлыми бликами. Почему?

б) При помощи дифракционной решётки с периодом 0,02 мм получено первое дифракционное изображение на расстоянии 3,6 см от центрального и на расстоянии 1,8 м от решётки. Найдите длину световой волны.

3. а) При изготовлении искусственных перламутровых пуговиц на их поверхность наносится мельчайшая штриховка. Почему после такой обработки пуговица имеет радужную окраску?

б) Дифракционная решётка имеет 50 штрихов на миллиметр. Под какими углами видны максимумы первого и второго порядков монохроматического излучения с длиной волны 400 нм?

4. а) При дифракции происходит отклонение световых лучей от прямолинейного распространения в однородной среде. Не опровергает ли явление дифракции закон прямолинейного распространения света в однородной среде?

б) Определить длину волны для линии в дифракционном спектре второго порядка, совпадающей с изображением линии спектра третьего порядка, у которой длина волны 400 нм.

5. а) Почему частицы размером 0,3 мкм в микроскоп неразличимы?

б) Спектр получен с помощью дифракционной решётки с периодом 0,005 мм.

Второе дифракционное изображение получено на расстоянии 7,3 см от центрального и на расстоянии 113 см от решётки. Определите длину световой волны.

6. а) Почему с помощью микроскопа нельзя увидеть атом?

б) Определить длину световой волны, если в дифракционном спектре максимум второго порядка возникает при оптической разности хода волн 1,15 мкм.

ВАРИАНТ "В"

1. а) Спектр получен с помощью дифракционной решётки с периодом 0,005 мм. Дифракционное изображение второго порядка находится на расстоянии 5 см от центрального и на расстоянии 1 м от решётки. Определите длину световой волны. Наблюдение ведётся без линзы.

2. Период дифракционной решетки 0,016 мкм. Красная линия спектра 2-го порядка оказалась расположенной на расстоянии 14,2 см от средней линии. Расстояние от решётки до экрана 1,5 м. Определить длину волны красных лучей и ширину спектра 2-го порядка. Длина волны фиолетовых лучей $4 \cdot 10^{-7}$ м.

3. На дифракционную решётку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ($\lambda_1 = 6,7 \cdot 10^{-5}$ см) спектра второго порядка?

4. Определить число штрихов на 1 см дифракционной решётки, если при нормальном падении света с длиной волны 600 нм решётка даёт первый максимум на расстоянии 3,3 см от центрального. Расстояние от решётки до экрана 110 см.

5. Какое наименьшее число штрихов должна содержать решётка, чтобы в спектре первого порядка можно было разделить две жёлтые линии натрия с длинами волн 589 нм и 589,6 нм? Какова длина такой решётки, если постоянная решётки 10 мкм?

6. На дифракционную решетку, имеющую период 4 мкм, нормально падает монохроматическая волна. Оценить длину волны, если угол между спектрами второго и третьего порядков $2^\circ 30'$. Углы отклонения считать малыми.

ВАРИАНТ "С"

1. На дифракционную решетку с периодом 14 мкм, падает нормально монохроматическая волна. На экране, удалённом от решётки на 2 м, расстояние между спектрами второго и третьего порядков 8,7 см. Какова длина волны падающего света?

2. На дифракционную решётку с периодом 2 мкм, падает нормально свет с длиной волны 500 нм. За решёткой расположена собирающая линза с фокусным расстоянием 50 см. Где нужно разместить экран, чтобы получить на нём чёткий дифракционный спектр? Каково расстояние на экране между спектром третьего порядка и центральным максимумом?

3. На дифракционную решётку с периодом 4 мкм, падает нормально свет, пропущенный через светофильтр. Полоса пропускания светофильтра - от 500 нм до 550 нм. Будут ли спектры разных порядков перекрываться друг другом?

4. Свет длиной волны λ падает наклонно на дифракционную решётку с периодом d . Угол падения равен α . Выведите формулу, определяющую значения угла φ между дифракционными максимумами и нормалью к плоскости дифракционной решётки.

5. Каков период d решетки, если при нормальном падении на неё лучей с длиной волны $\lambda = 750$ нм на экране, отстоящим от решётки на расстоянии 1 м, максимумы первого порядка отстоят друг от друга на $x = 30,3$ см? Каково число штрихов на 1 см решётки? Какое количество максимумов дает

эта дифракционная решётка? Каков максимальный угол φ_{max} отклонения лучей, соответствующих последнему дифракционному максимуму?

6. На дифракционную решётку перпендикулярно её плоскости падает свет. Угол дифракции в спектре 1-го порядка для линии с длиной волны 600 нм составляет 30° . Некоторая линия наблюдается в спектре второго порядка под углом дифракции 45° . Найти длину волны этой линии и число штрихов на единицу длины решётки.

Контрольная работа № 2
по теме

ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

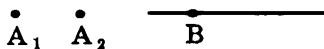
ВАРИАНТ № 1

1. В чём состоит явление дисперсии света? Действие какого прибора основывается на этом явлении?

2. Назовите характерные черты явления дифракции света. При каких условиях отчётливо наблюдается это явление?

3. Почему меняется окраска крыльев насекомого, если его рассматривать под разными углами?

4. Два источника A_1 и A_2 излучают волны длиной 2 м с постоянной во времени разностью фаз, равной π . Максимальной или минимальной будет амплитуда суммарных колебаний в точке B , удалённой от первого источника на 14 м, а от второго - на 12 м.



5. На дифракционную решётку перпендикулярно к её поверхности падает свет. Период решётки 10^{-4} м. Вторым дифракционный максимум отклонён на 30° от перпендикуляра к решётке. Определите длину волны света, падающего на решётку.

6. Длина волны жёлтого света в воздухе равна 580 нм, а в жидкости 400 нм. Определить оптическую плотность жидкости.

7. При освещении дифракционной решётки белым светом спектры второго и третьего порядков частично перекрывают друг друга. На линию какого цвета в спектре второго порядка

накладывается синяя линия (длина волны 450 нм) спектра третьего порядка?

8. Белый свет падает нормально на мыльную плёнку с показателем преломления n . Найти толщину плёнки h , если в проходящем свете интерференционный максимум наблюдается на волне длиной λ_1 , а ближайший к нему максимум на волне λ_2 .

ВАРИАНТ № 2

1. Для каких лучей - красных или фиолетовых - будет больше главное фокусное расстояние собирающей линзы?

2. В период полного солнечного затмения поверхность Земли покрывают широкие интерференционные полосы (скользящие тени). Какое явление приводит к этому?

3. Какое минимальное расстояние между двумя соседними максимумами при интерференции встречных когерентных волн длиной λ ?

4. Во сколько раз изменится длина световой волны при переходе из воздуха в стекло, если скорость света в стекле равна $2 \cdot 10^8$ м/с?

5. При наблюдении через дифракционную решётку красный край спектра виден на расстоянии 10,5 см от середины щели в экране. Расстояние от дифракционной решётки до экрана 150 см, период решётки 10^{-2} мм. Определите длину волны красного света.

6. Перпендикулярно поверхности дифракционной решётки падают параллельно лучи света от некоторого источника. Линия $\lambda_1 = 660$ нм видна в спектре второго порядка под некоторым углом φ . Какие ещё спектральные линии будут видны под этим же углом (принять диапазон видимого света от 400 нм до 700 нм)?

7. Дифракционная решётка содержит 500 штрихов на 1 мм. На решётку падает свет длиной волны 500 нм. Под каким углом виден первый максимум?

8. Расстояние между двумя точечными когерентными монохроматическими источниками света 1,5 см. Источники расположены на расстоянии 36 см от экрана так, что линия, их соединяющая, параллельна плоскости экрана. Определить длину световой волны, если расстояние между соседними интерференционными полосами 1,8 мм.

ВАРИАНТ № 3

1. На чём основано просветление оптики? Почему в отражённом свете объективы имеют голубовато - сиреневый оттенок?

2. В приборе для наблюдения колец Ньютона воздушную прослойку заполнили водой. Как изменились радиусы интерференционных колец?

3. Световые волны в некоторой жидкости имеют длину волны 500 нм и частоту $4,5 \cdot 10^{14}$ Гц. Определить абсолютный показатель преломления этой жидкости.

4. Прозрачная пластинка толщиной 2,4 мкм освещена перпендикулярными оранжевыми лучами с длиной волны 0,6 мкм. Будет ли видна эта пластинка в отражённом свете оранжевой, если оптическая плотность вещества пластинки равна 1,5?

5. Определить угол дифракции φ лучей зелёного света ($\lambda = 550$ нм), образующих максимум второго порядка, если период решётки 0,002 мм. Найти угол дифракции φ_{\max} лучей, образующих последний максимум.

6. Плосковыпуклая линза с большим радиусом кривизны выпуклой стороны (1 м) лежит на плоской стеклянной пластинке. Систему освещают сверху монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. При наблюдении сверху (в отражённом свете) видно круглое тёмное пятно, окружённое концентрическими светлыми и тёмными кольцами. Определите радиус третьего тёмного кольца.

7. Почему днём Луна имеет чистый белый цвет, а после захода Солнца принимает желтоватый оттенок?

8. На плёнку ($n = 1,4$) под углом 52° падает белый свет. При какой толщине плёнка в проходящем свете будет казаться красной? Длина волны красного света 670 нм.

ВАРИАНТ № 4

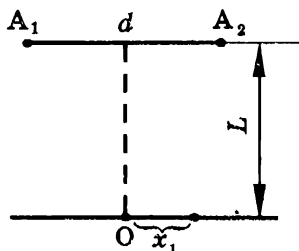
1. Цвета тонких плёнок (например, плёнки нефти на воде) и цвета радуги имеют совершенно различные оттенки. Почему?

2. Почему цвета влажных предметов кажутся более глубокими, более насыщенными, чем сухих?

3. В каком случае на экране в точке, куда проходят два луча от когерентного монохроматического источника света, получается цветное пятно, а в каком - тёмное?

4. Сколько длин волн монохроматического излучения с частотой $6 \cdot 10^{14}$ Гц укладывается на отрезке 1 м?

5. Два когерентных источника A_1 и A_2 испускают монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить, на каком расстоянии x_1 от точки O на экране будет первый максимум освещённости, если расстояние от прямой, соединяющей источники, до экрана $L = 4$ м, а расстояние между источниками $d = 1$ мм.



6. Дифракционная решётка содержит 500 штрихов на 1 мм. Максимум какого наибольшего порядка даёт эта решётка при перпендикулярном падении на неё монохроматического света с длиной волны 520 нм?

7. Радиус третьего тёмного кольца Ньютона при освещении монохроматическим светом оказался равным 2,8 мм. Определить радиус кривизны плосковыпуклой линзы, если известно, что длина волны монохроматического света равна 720 нм.

8. Дифракционная решётка содержит 120 штрихов на 1 мм её длины. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решётку, если угол между направлениями на максимумы первого порядка, расположенные по обе стороны от центрального, $\varphi = 8^\circ$. Каково общее число дифракционных максимумов, даваемых этой решёткой при освещении её светом с длиной волны 750 нм?

ВАРИАНТ № 5

1. Почему столб дыма, поднимающегося над крышами домов, на тёмном фоне окружающих предметов кажется синим, а на фоне светлого неба - жёлтым или даже красноватым?

2. Длина волны в воде уменьшается в n раз, где n - показатель преломления. Означает ли это, что ныряльщик не может видеть окружающие тела в естественном цвете?

3. Если сквозь ресницы смотреть на свет уличного фонаря, вокруг него появляется радужный свет. Чем это объяснить?

4. Длина волны красного света в воздухе равна 700 нм. Какова длина волны данного света в воде?

5. Каково расстояние x между красной ($\lambda_{кр} = 760$ нм) и фиолетовой ($\lambda_{ф} = 380$ нм) линиями в спектре первого порядка, полученном на экране, отстоящем на расстоянии 3 м от дифракционной решётки с периодом 0,01 мм?

6. Какой наибольший порядок спектра можно видеть в дифракционной решётке, имеющей 500 штрихов на 1 мм, при освещении её светом с длиной волны 720 нм?

7. Имеются две тонкие плёнки из одинакового материала. При освещении их белым светом, лучи которого перпендикулярны к поверхности плёнки, одна из них кажется красной, а другая - синей. Можно ли сказать, какая из этих плёнок толще?

8. На дифракционную решётку, имеющую период $4 \cdot 10^{-4}$ см, падает нормально монохроматическая волна. За решёткой расположена линза, имеющая фокусное расстояние 40 см, которая даёт изображение дифракционной картины на экране. Определить длину волны, если первый максимум получается на расстоянии 5 см от центрального.

ВАРИАНТ № 6

1. Почему интерференционная окраска одного и того же места поверхности мыльного пузыря непрерывно меняется?

2. При освещении тонкой плёнки параллельными монохроматическими лучами в одних местах плёнки видны светлые пятна, а в других - тёмные. Чем это объяснить?

3. Зависит ли скорость распространения светового излучения от частоты колебаний? от длины волны?

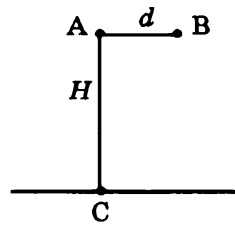
4. Длина световой волны в воде 435 нм. Какова длина волны данного света в воздухе?

5. Найдите среднее значение длины волны белого света, используя интерференционную картину, полученную от двух узких щелей, расположенных на расстоянии 0,02 см одна от другой. Расстояние между тёмными полосами на экране 0,49 см, а расстояние от щелей до экрана 200 см.

6. Зелёный свет с длиной волны 500 нм падает на щель шириной 8 мкм. Определить под какими углами наблюдаются первый и второй минимумы.

7. Дифракционная решётка содержит 400 штрихов на 1 мм. На решётку падает монохроматический красный свет с длиной волны 650 нм. Под каким углом виден первый максимум? Сколько всего максимумов даёт решётка?

8. Два точечных синфазных монохроматических источника расположены на расстоянии d друг от друга. Прямо под источником A на расстоянии $H = 8$ м наблюдается интерференция. Первый раз потемнение в точке C наблюдается при $d_1 = 2$ мм. В следующий раз потемнение наступает при расстоянии d_2 . Найдите это расстояние.



ОТВЕТЫ**ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА****САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1**

ВАРИАНТ А. 9. 12 м. 10. 45°.

ВАРИАНТ В. 1. $v_T = \frac{H}{H-h}$, т. е. тень перемещается с постоянной скоростью. 2. 66 см. 3. Диаметр тени 15 см, внешний диаметр полутени 35 см. 4. Диаметр полутени 1 м. 5. 37°. 6. 3,6 м.

ВАРИАНТ С. 1. $H = 4$ м. 2. 900 м. 4. Ширина полосы 3 см, длина 9 см. 5. $H = 9,7$ м, $\alpha = 49^\circ$. 6. $6 \times 4,5 \text{ м}^2$, $6 \times 10,5 \text{ м}^2$.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

ВАРИАНТ А. 1. 110°, 55°. 2. на 32°. 3. 65°. 4. 60°. 5. Под углом 45° к горизонту. 7. Расположить зеркало на пути лучей под углом 78° или 120° к горизонту. 8. Выше 160 см.

ВАРИАНТ В. 1. $x = \frac{\alpha}{2}$. 2. 69°. 3. Изменится на противоположное. 4. На угол 2φ , этот угол не зависит от угла α . 5. $x = 2d \sin \alpha = 10$ см. 6. 120°. 7. $\cos \varphi = \frac{l^2 - a_1^2 - a_2^2}{2a_1 a_2}$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$. 8. $\alpha = 2\varphi = 42^\circ$.

ВАРИАНТ С. 1. 48 см. 2. 5 изображений. 3. $\alpha = \frac{360^\circ}{n+1} = 30^\circ$. 4. $n = 5$. 5. 0,56 см. 6. 60°.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

ВАРИАНТ А. 1. а) 1 м/с. 2. а) Если на зеркало падает сходящийся пучок лучей. 3. а) 4 м/с. 4. а) 3 м. 5. а) 60 см. 6. а) Увеличится в 2 раза.

ВАРИАНТ В. 6. $h = \frac{H \cdot l}{l + L}$

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 4

ВАРИАНТ А. 1. а) Оптически более плотная первая среда. б) 35°. 2. а) Оптически более плотная первая среда. б) 1,41, 54°40'. 3. а) Оптически более плотная вторая среда. б) 35°. 4. а) Оптически более плотная вторая среда. б) 74°.

ВАРИАНТ В. 1. 4 м. 2. 59° , 36° . 3. 0,84 м. 4. 0,19 м.
5. 1,7 м, 3,4 м. 6. 97 см.

ВАРИАНТ С. 1. 5,2 м. 2. В 1,33 раза. 3. $1,5 \cdot 10^3$ см². 4. 3 м.
5. 5,63 см. 6. 5 м.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 5

ВАРИАНТ А. 1. б) 1 см. 2. б) 5,8 см. 3. б) 0,1 см. 4. б) 3,3 см.
5. б) 1,57. 6. б) 4 см.

ВАРИАНТ В. 1. Луч выйдет через грань *АС* под углом 37° .
2. Луч выйдет из призмы через грань *ВС* нормально к грани.
3. 1,5. 4. 3,1 см. 5. 60° , 3,7 см. 6. 50° , 0,72 см.

ВАРИАНТ С. 1. 47° , 27° , 9° . 2. Смещение луча - 3,5 см.
3. 36° , 72° .

4. На 5,3 см позади передней стороны пластинки. 5. 1,8.
6. Это возможно только в том случае, если луч испытает полное отражение от основания призмы.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 7

ВАРИАНТ А. 1. 0,045 м. 2. 0,1 м. 3. 0,15 м, 6,6 дптр. 4. 1 м.
5. 0,22 м. 6. -0,33 м, -3 дптр. 7. 0,25 м. 8. -0,5 м 0,25. 9. 20 см,
1 м, 4,24 см. 10. -16 см, 6 см.

ВАРИАНТ В. 1. 12 см. 2. Если изображение предмета -
действительное - 0,135 м, если изображение мнимое - 0,54 м
3. 2. 4. 16 см. 5. 6 см.

6. 12 см. 7. $u = \Gamma v = 6$ см/с. Предмет и изображение нахо-
дятся в диаметрально противоположных точках окружностей,
так что скорости их направлены в противоположные стороны.
8. 4,5 см. 9. ≈ 4 . 10. -8,3 дптр.

ВАРИАНТ С. 1. 9,65 см. 2. Два решения: 30 см и 60 см.
3. На расстоянии 8 см от одного и 24 см от другого источни-
ка. 4. 0,1 м. 5. 0,9 м. 6. 0,6 м. 7. $\Delta t = 4,995 \cdot 10^{-3}$ с.

8. $h = \sqrt{h_1 h_2}$, $L > 4F$. 9. $F = \frac{l \sqrt{n}}{(\sqrt{n} + 1)^2}$

10. $\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{\frac{L}{2} + \sqrt{\frac{L^2}{4} - F \cdot L}}{\frac{L}{2} - \sqrt{\frac{L^2}{4} - F \cdot L}} \right)^2$

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 8

ВАРИАНТ А. 1. 6,8 дптр. 2. 0,15 м. 3. 320 м. 4. 640. 5. 69,5 м.
6. 28 м.

ВАРИАНТ В. 1. Мнимое 8-кратное увеличение. 2. Действительное перевёрнутое изображение предмета AB высотой 3,5 см получается за рассеивающей линзой на расстоянии 22 см от неё. 3. 10 дптр, 5 дптр. 4. -6,7 дптр. 5. 60 см. 6. -1 дптр. 7. -6 дптр. 8. Перед рассеивающей линзой на расстоянии 3,5 см от нее или за рассеивающей линзой на расстоянии 5 см или 35 см.

ВАРИАНТ С. 1. $F_1 = 0,25$ м, $F_2 = 1/9$ м, $F_3 = 0,2$ м. 2. Со стороны собирающей линзы на расстоянии 90 см от неё либо в плоскости рассеивающей линзы. 3. 15 см. 4. 6 см. 5. -5 дптр.

6. $F_{\text{общ}} = \frac{F_2(l - F_1)}{l - F_1 - F_2}$ 7. 68 см. 8. 5 см.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

ВАРИАНТ № 1. 7. 4 см. 8. 3 м.

ВАРИАНТ № 2. 4. 40°. 6. 0,63 м. 8. 0,15 м, 7 дптр.

ВАРИАНТ № 3. 4. Нужна рассеивающая линза с оптической силой -4 дптр. 7. Собирающая, 10 с м. 8. $\Gamma = 20$.

ВАРИАНТ № 4. 5. 50 м. 7. $5,5 \cdot 10^{-2}$ м. 8. 3 см.

ВАРИАНТ № 5. 4. $\Gamma = 2$. 6. $d_1 = 84,5$ см, $d_2 = 35,5$ см. 7. Если речь идет о действительном изображении, то $d = \infty$, если же речь идет о мнимом изображении, то $d = \frac{F}{2}$. 8. $2,2 \cdot 10^{-3}$ с.

ВАРИАНТ № 6. 6. $F = 0,16$ м. 7. $\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2}$. 8. 6 см.

ВАРИАНТ № 7. 5. а) 7,5 см. б) 15 см. 6. 18 см.

ВАРИАНТ № 8. 5. -1,9 дптр. 6. $F = \sqrt{l_1 \cdot l_2}$, $\Gamma = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}}$. 7. 20.
8. -5 дптр.

ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 9

1. а) $\lambda = 0,38$ мкм, зелёный. б) синие. 2. а) 0,53 мкм, красный.
 3. а) Для лучей красного цвета в 1,01 раза. 4. а) $1,92 \cdot 10^8$ м/с, 378 нм. 5. а) 547 нм, красный, красный. б) 1,33. 6. а) 750 нм, красный.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 10

ВАРИАНТ А. 1. б) $\frac{\Delta x}{\lambda} = 3$ (усиление света). 2. б) $\Delta \varphi = \frac{\pi}{2}$.

3. б) $\frac{\Delta x}{\lambda} = 3$ (усиление света). 4. б) 1,5 мкм. 5. б) 4 см.
 6. б) Ослабление света.

ВАРИАНТ В. 1. б) $\frac{\Delta x}{\lambda} = 2$ (усиление света). 2. б) $7,2 \cdot 10^{-7}$ м.

3. б) $8,9 \cdot 10^{-4}$ м. 4. б) 300 нм. 5. б) 3,6 мм. 6. б) 0,1 мкм.

ВАРИАНТ С. 1. 590 нм. 2. $x = \frac{\lambda \cdot L}{2 \cdot S} = 1,2$ мм. 3. $x = 1,8$ мм,

- не обязательно. 4. Концентрические темные и светлые кольца, темная полоса. 5. $h = h_0(2k + 1)$, где $h_0 = \frac{\lambda}{4\sqrt{n}} = 0,1$ мкм,
 $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ 6. 6 м.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 11

- ВАРИАНТ А. 1. б) 15. 2. б) 0,4 мкм. 3. б) $1^\circ 10'$, $2^\circ 20'$.
 4. б) 600 нм. 5. б) 0,162 мкм. 6. б) 575 нм.

- ВАРИАНТ В. 1. 550 нм. 2. 760 нм, ширина спектра второго порядка 6,7 см. 3. $\lambda_2 = 4,46 \cdot 10^{-5}$ см. 4. 500. 5. 982, 9,8 мм.
 6. 0,17 мкм.

- ВАРИАНТ С. 1. 0,61 мкм. 2. В фокальной плоскости линзы, 5 см. 3. Перекрытия не будет. 4. $d(\sin \varphi - \sin \alpha) = k\lambda$, где $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 5. 495 нм, $2,02 \cdot 10^3$ см⁻¹, 13, 65°. 6. 420 нм, $8,3 \cdot 10^5$ м⁻¹.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

ВАРИАНТ № 1. 1. Амплитуда минимальная. 5. $2,5 \cdot 10^{-5}$ м.
6. 1,45. 7. 675 нм - на красную линию спектра.

$$8. h = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2}{4n(\lambda_1 - \lambda_2)}$$

ВАРИАНТ № 2. 4. Уменьшится в 1,5 раза. 5. 700 нм. 6. 440 нм
в спектре третьего порядка. 7. $0,45^\circ$. 8. 750 нм.

ВАРИАНТ № 3. 1. 1,33. 4. $k = 24$, в отраженном свете пластинка будет видна черной, так как оптическая разность хода лучей равна четному числу полуволн. 5. $\varphi = 33^\circ$, $\varphi_{max} = 56^\circ$.
6. 1,2 мм. 8. $2,89 \cdot 10^{-5}$ см.

ВАРИАНТ № 4. 4. $2 \cdot 10^6$. 5. $x_1 = 2,4 \cdot 10^{-3}$ м. 6. 3. 7. 3,6 м.
8. 580 нм, 23.

ВАРИАНТ № 5. 4. 562 нм. 5. $x = 11,4$ см. 6. Второй порядок. 8. 500 нм.

ВАРИАНТ № 6. 4. 579 нм. 5. 490 нм. 6. $3^\circ 35'$, $7^\circ 11'$. 7. 15° ,
всего 7 максимумов. 8. $d_2 = \sqrt{3}d_1 = 3,5$ мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.М.Гельфгат, Л.Э.Генденштейн, Л.А.Кирик. 1001 задача по физике с решениями. Х-М., 1996
2. К.В.Корсак. Качественные и графические задачи по основам электродинамики, оптики и атомной физики. К., 1992
3. И.М.Мартынов, Э.Н.Хозяинова, В.А.Буров. Дидактический материал по физике, 10 класс. М., 1980
4. М.Е.Тульчинский. Качественные задачи по физике в средней школе. М., 1972
5. Г.А.Бендриков и др. Задачи по физике для поступающих в вузы. С-П., 1995
6. С.И.Кашина, Ю.И.Сезонов. Сборник задач по физике. М., 1983
7. Н.И.Гольдфарб. Сборник вопросов и задач по физике. М., 1983
8. Ю.В.Гофман. Законы, формулы, задачи физики. К., 1977