

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет»

Л. В. Андриевская

Г. М. Макаренко

О. Н. Петрович

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ  
ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ И ВОЛНОВАЯ ОПТИКА  
КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ  
ОСНОВЫ ФИЗИКИ АТОМА

Вопросы и задания для проведения практических  
и лабораторных занятий по физике  
для студентов технических специальностей

Новополоцк  
ПГУ  
2013

УДК 53(075.8)

ББК 22.3я73

Одобрено и рекомендовано к изданию  
учебно-методической комиссией геодезического факультета  
(протокол № 5 от 11.01.2013)

Кафедра физики

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

канд. пед. наук, доц., зав. каф. общей физики и астрономии УО «Витебский государственный университет им. П. М. Машерова» И. В. ГАЛУЗО;

канд. техн. наук., доц. каф. физики УО «Полоцкий государственный университет»  
Д. А. АНТОНОВИЧ

© Андриевская Л. В., Макаренко Г. М., Петрович О. Н., 2013

© УО «Полоцкий государственный университет», 2013

## ВВЕДЕНИЕ

Курс физики в вузе относится к циклу фундаментальных дисциплин, цель изучения которых – глубокое познание объективных свойств и законов движения материи, формирование у студентов научного мировоззрения, создание базы для усвоения основ общеинженерных и профилирующих дисциплин. Курс физики совместно с курсом высшей математики составляет основу теоретической подготовки инженера любой специальности. При изучении курса физики студент должен хорошо освоить классическую физику, составляющую в настоящее время универсальную базу техники, а также ее новейшие открытия и достижения.

Прослушивание и конспектирование лекций недостаточно для глубокого усвоения теоретических основ курса. Студент должен в течение семестра самостоятельно работать, закрепляя и углубляя знания, полученные при прослушивании лекций. Проверка знаний студентов проводится на практических и лабораторных занятиях в виде тестовых карточек и является контролем прочности знаний, умений и навыков.

Проверка и оценка знаний – обязательное условие результативности учебного процесса. Тестовый тематический контроль достаточно объективен, экономичен по времени и обеспечивает индивидуальный подход.

Пособие поможет студентам в их самостоятельной работе и может быть использовано ими при подготовке к текущим занятиям – решению задач и лабораторному практикуму, а также при подготовке к коллоквиумам и экзаменам.

Рекомендуется следующая методика проведения практических и лабораторных занятий: каждому студенту выдается карта с вопросами программированного контроля из данного сборника. Время подготовки 10-15 минут. Затем письменные ответы при необходимости устно обсуждаются со студентами. При проведении практических занятий результаты проверки письменных работ преподаватель может сообщать студентам на следующем занятии и выставлять оценки в свой журнал учета занятий. Затем можно устно разобрать с группой ответы на наиболее трудные и существенные вопросы. При проведении лабораторных занятий данное пособие можно использовать как для проверки достаточности теоретической подготовки студентов к выполнению работы, так и для закрепления связи теоретических знаний с практическими навыками, полученными в результате выполнения лабораторной работы.

*Примечание.* Контроль по карточкам можно проводить как в начале, так и в конце занятия.

Такой контроль знаний студентов на практических и лабораторных занятиях позволяет проверить конкретные знания фактического материала (формул, правил, единиц измерения физических величин и т.п.) и понимание взаимосвязи между отдельными фактическими знаниями, а также проверить умение применять законы и формулы для конкретных расчетов, умение использовать физические законы для объяснения различных явлений.

Предлагаемые задания могут быть применены не только для контроля, но и в качестве упражнений для закрепления изученного материала.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГОТОВНОСТИ К ЗАНЯТИЯМ

### КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

#### № 1. Колебания

1. Колебательное движение – это ... .
2. Что называют полным колебанием?
3. Что характеризует амплитуда?
4. Что называют частотой колебаний?
5. Какие колебания являются гармоническими?
6. Движение называют периодическим ... .

#### № 2. Колебания

1. Какие колебания называют затухающими?
2. Какие колебания являются незатухающими?
3. Что называют периодом колебаний?
4. Как выражается циклическая частота периодических колебаний?
5. Гармонические колебания – это ... .
6. Что понимают под фазой колебаний?

#### № 3. Колебания

1. Какие колебания называют свободными?
2. Что представляет собой физический маятник?
3. Как выражается период колебаний физического маятника?
4. Из чего состоит идеальный колебательный контур?
5. Что определяет фаза колебаний?
6. Как получают фигуры Лиссажу?

#### № 4. Колебания

1. Запишите дифференциальное уравнение свободных колебаний с одной степенью свободы.
2. Что представляет собой математический маятник?
3. Как определяется период колебаний математического маятника?
4. Как выражается период колебаний идеального колебательного контура?
5. Что называют фазой колебаний?
6. Что характеризует логарифмический декремент затухания?

#### № 5. Колебания

1. Что принято за единицу частоты в физике?
2. Как зависит период колебаний математического маятника от амплитуды колебаний?

3. Тело массой 2 кг подвешено на пружине и совершает 20 полных колебаний за 1 мин. Определить период колебаний и жесткость пружины.

4. Колебания называются свободными, если они происходят под действием ... .

5. При резонансе возрастает ... .

6. Будет ли меняться период колебаний подвешенной на нити воронки с песком по мере его высыпания?

### **№ 6. Колебания**

1. Чему равна частота колебаний, полученных в результате сложения двух гармонических колебательных движений одинаковой частоты?

2. Что подразумевают под вынужденными колебаниями?

3. Какой частоте, 50 Гц или 5 Гц, соответствует больший период?

4. Период колебания пружинного маятника зависит от ... .

5. Если нести груз, подвешенный на веревочной петле, то при определенном темпе ходьбы груз начинает сильно раскачиваться. Почему?

6. Амплитуда гармонических колебаний 50 мм, период 4 с, начальная фаза  $\frac{\pi}{4}$ . Нарисуйте график этого колебания.

### **№ 7. Колебания**

1. Чему равна частота вынужденных колебаний?

2. Являются ли вынужденные колебания незатухающими?

3. Что такое резонансная частота?

4. При уменьшении массы тела, подвешенного на пружине, период колебаний ... .

5. Каково отношение периодов колебаний математических маятников, длины которых 1 м и 25 см?

6. Как нужно изменить длину маятника, чтобы частота его колебаний увеличилась в два раза?

### **№ 8. Колебания**

1. Что общего у физического и математического маятников?

2. Как можно увеличить амплитуду колебаний?

3. Одинаков ли период колебаний математического маятника на Земле и Луне?

4. Резонанс возникает при совпадении ... .

5. Маятник длиной 98 см имеет период колебаний 2 с. Найти ускорение силы тяжести.

6. Можно ли с помощью небольшой силы раскачать тяжелые качели?

### **№ 9. Колебания и волны**

1. Какое явление называют механическим резонансом?
2. Что называют волновой поверхностью?
3. Запишите уравнение плоской бегущей волны.
4. Что называют пучностями стоячей волны?
5. Что представляет собой электромагнитная волна?
6. Что называют резонансной частотой?

### **№ 10. Колебания и волны**

1. Что называют фронтом волны?
2. Запишите уравнение стоячей волны.
3. Что называют узлами стоячей волны?
4. Что представляет собой вектор Умова – Пойнтинга?
5. Что называют длиной волны?
6. Что такое поперечные волны?

### **№ 11. Колебания и волны**

1. Что такое продольные волны?
2. Что принимают за скорость движения волны?
3. Определить частоту колебаний, если длина волны в стали равна 6 м, а скорость распространения 4800 м/с.
4. Как рассчитывается интенсивность волны?
5. Две точки находятся на расстоянии 50 см друг от друга на прямой, вдоль которой распространяется волна со скоростью 50 м/с. Период колебаний равен 0,05 с. Найти разность фаз колебаний в этих точках.
6. Как рассчитывается скорость распространения звуковых волн?

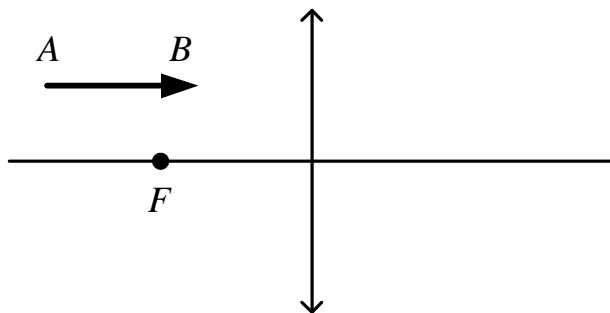
### **№ 12. Колебания и волны**

1. Запишите формулу, выражающую зависимость длины волны от частоты колебаний.
2. Какой разности фаз соответствует половина длины волны?
3. Что понимают под плоской волной?
4. Звуковые колебания, имеющие частоту 0,5 кГц и амплитуду 0,25 мм, распространяются в упругой среде. Длина волны 70 см. Найти скорость распространения волн.
5. Как изменится скорость распространения волны, если ее частоту увеличить вдвое?
6. Как зависит сила звука от амплитуды колебаний звуковой волны?

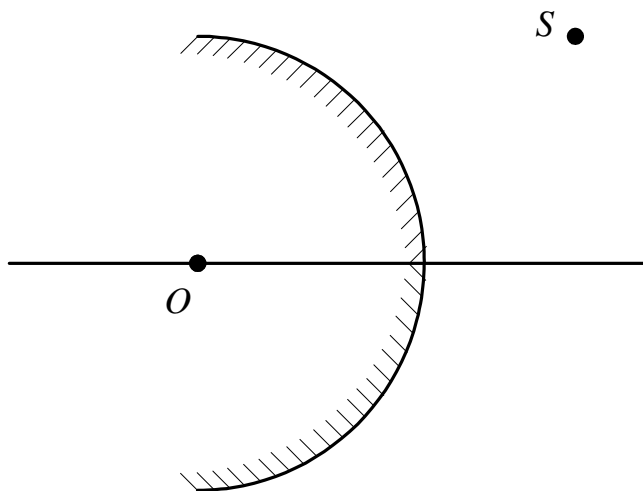
# ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ И ВОЛНОВАЯ ОПТИКА. ХОД ЛУЧЕЙ. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

## № 13. Геометрическая оптика

1. Построить изображение предмета  $AB$ .



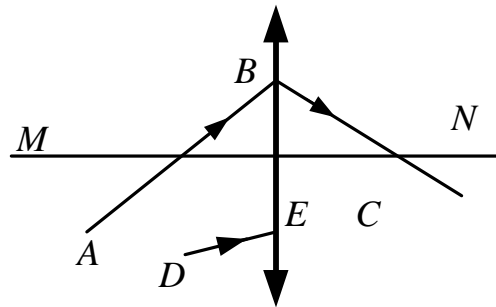
2. Построить изображение в зеркале точки  $S$ .



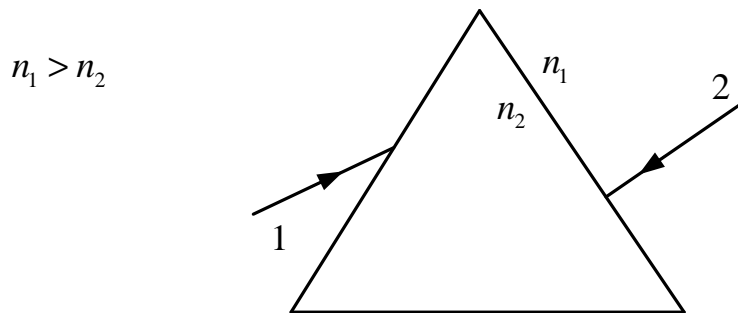
3. Найти построением положение оптического центра  $O$  зеркала, его полюса  $P$  и главного фокуса  $F$ .



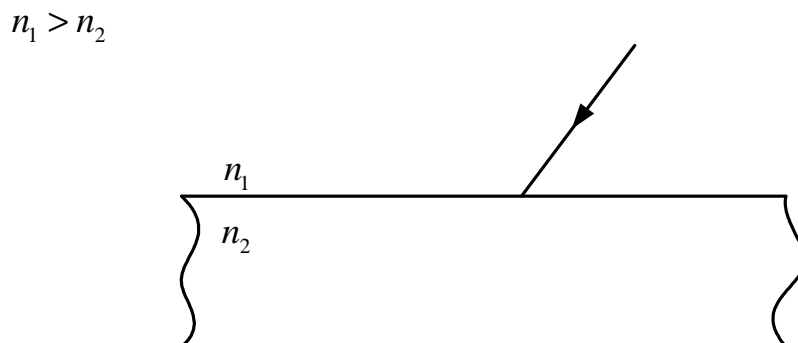
4. На рисунке показаны положение главной оптической оси  $MN$  тонкой собирающей линзы и ход луча  $ABC$  через эту линзу. Постройте ход произвольного луча  $DE$ .



5. Покажите ход лучей через призму.



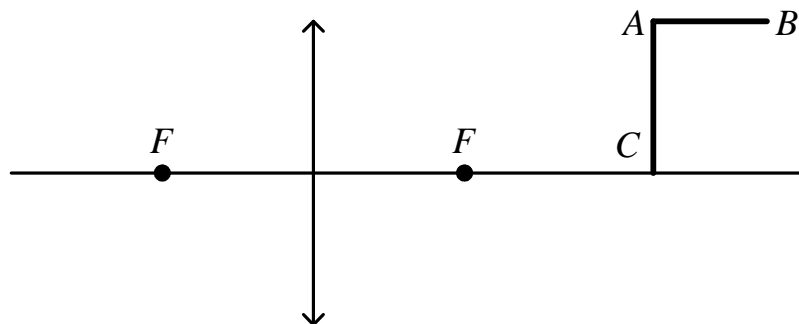
6. Покажите ход луча через пластинку.



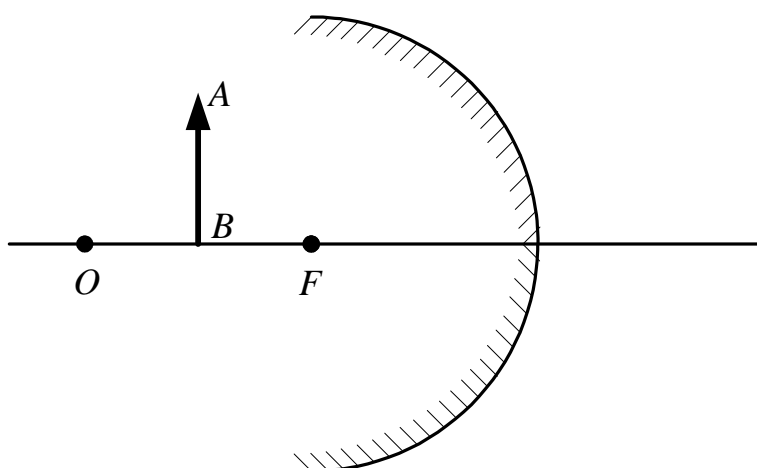


## № 14. Геометрическая оптика

1. Построить изображение предмета  $ABC$ .



2. Построить изображение в зеркале.



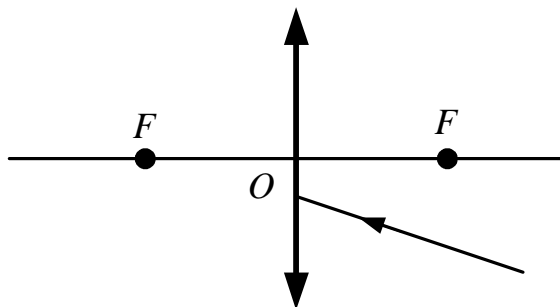
3. На рисунке показаны положения главной оптической оси  $MN$  сферического зеркала, светящейся точки  $S$  и ее изображения  $S'$ . Определите построением положение центра сферического зеркала и его фокуса. Укажите вид использованного зеркала.

$S *$



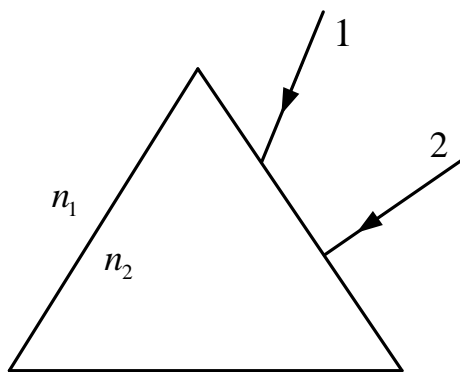
$*S'$

4. Найти построением ход луча после преломления его линзой.



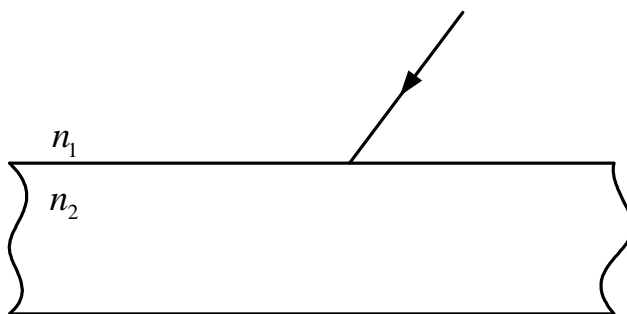
5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 > n_2$$



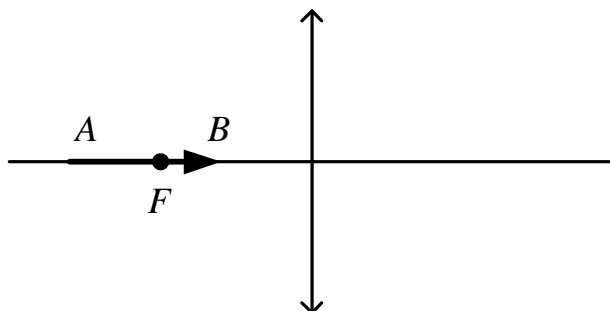
6. Покажите ход луча через пластинку.

$$n_1 < n_2$$

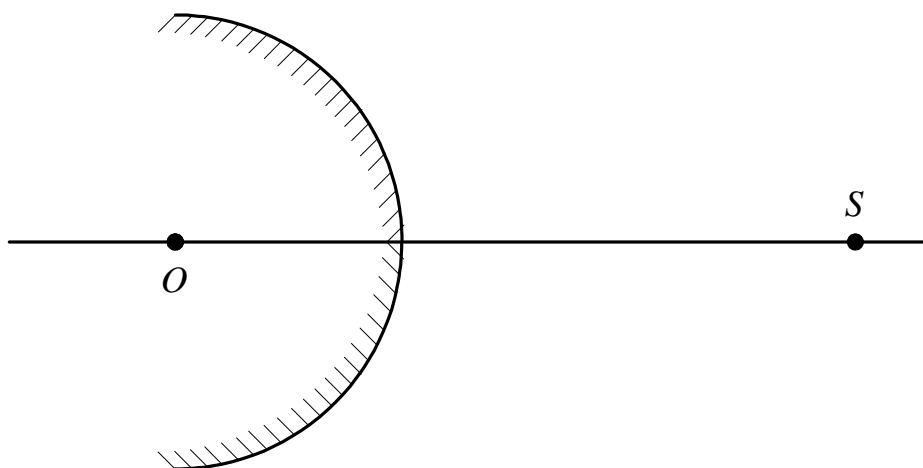


## № 15. Геометрическая оптика

1. Построить изображение предмета  $AB$ .



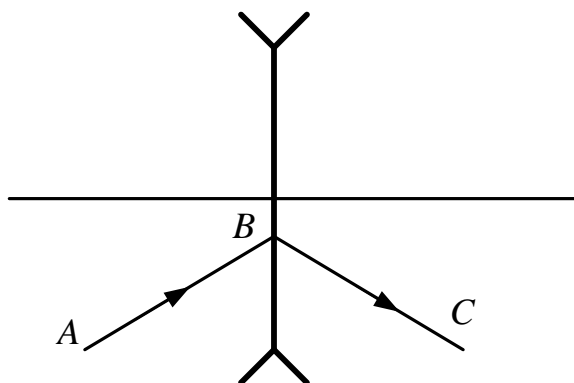
2. Построить изображение в зеркале точки  $S$ .



3. По известному положению источника  $S$  света и его изображения  $S'$  найти построением оптический центр линзы и положение ее фокусов.

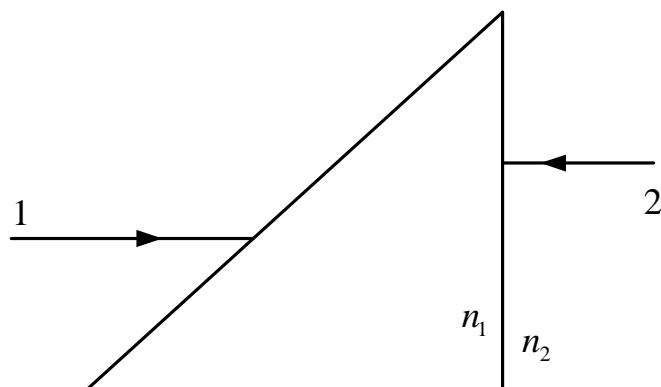


4. Найти построением положение главных фокусов линзы.

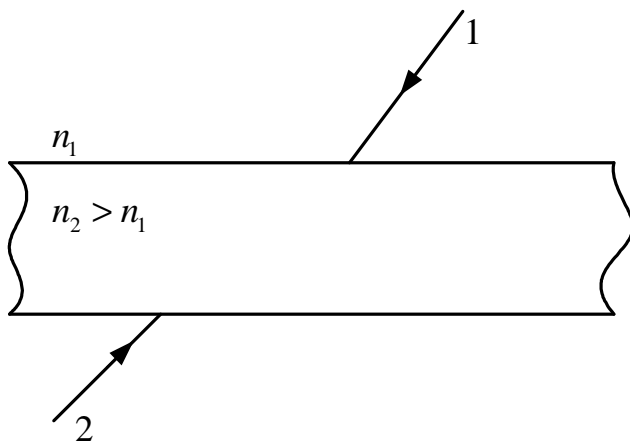


5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 > n_2$$

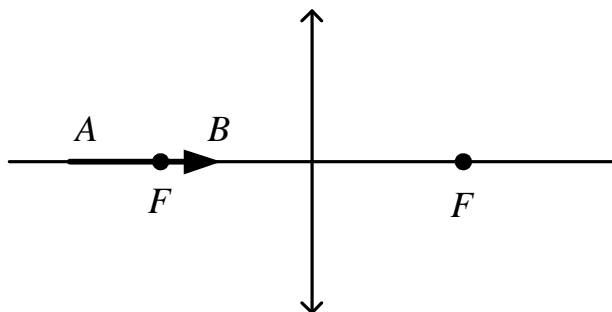


6. Покажите ход лучей через пластинку.

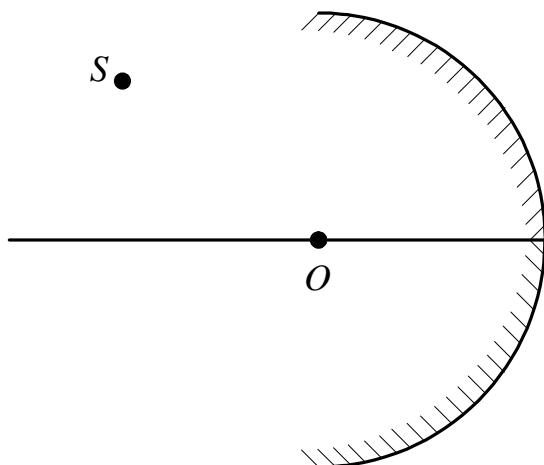


## № 16. Геометрическая оптика

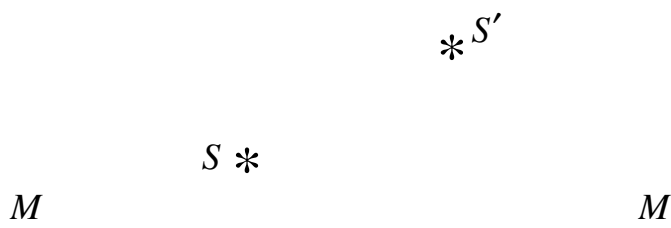
1. Построить изображение предмета  $AB$  в линзе.



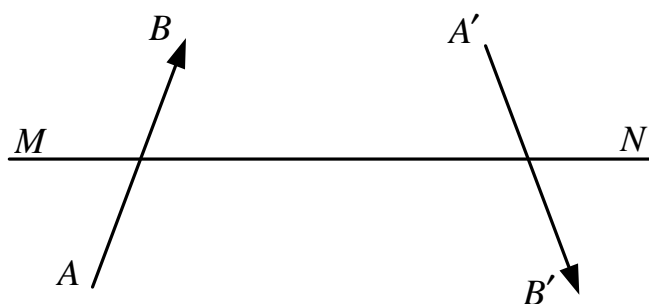
2. Построить изображение в зеркале точки  $S$ .



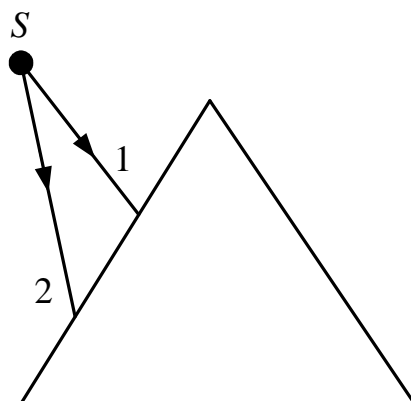
3. Найти построением положение линзы и ее фокусов



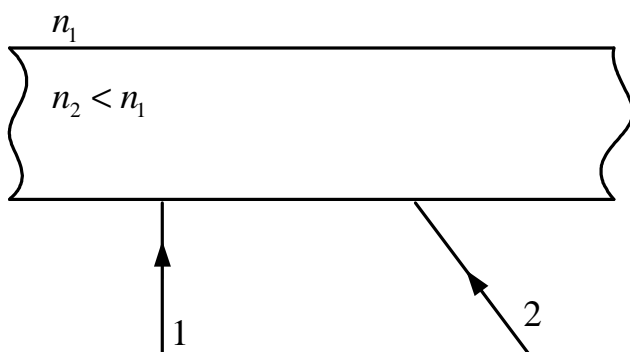
4. Определить построением расположение линзы и ее фокусов.



5. Покажите ход лучей через призму.

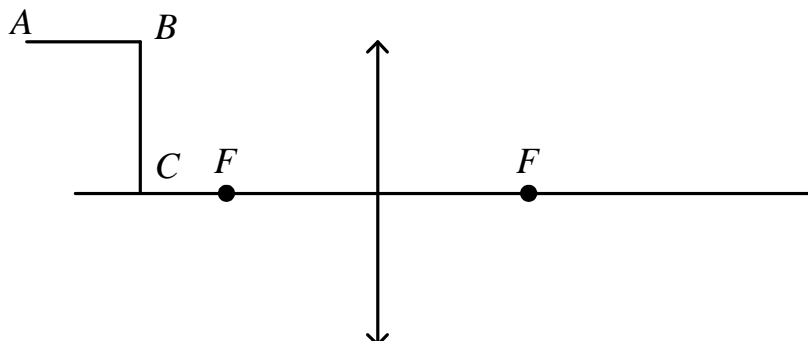


6. Покажите ход лучей через пластинку.

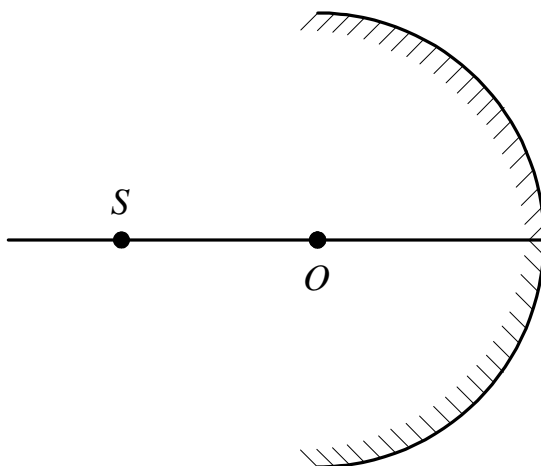


## № 17. Геометрическая оптика

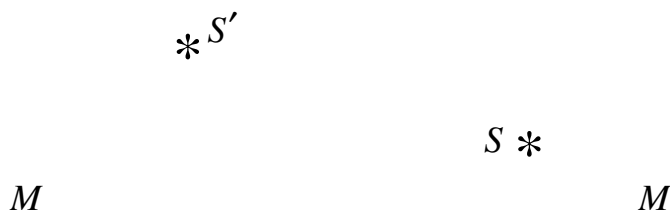
1. Построить изображение предмета  $ABC$ .



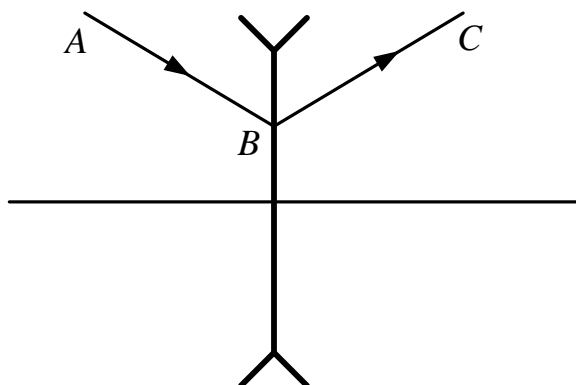
2. Построить изображение в зеркале точки  $S$ .



3. По известному положению источника  $S$  света и его изображения  $S'$  найти построением оптический центр линзы и положение ее фокусов.

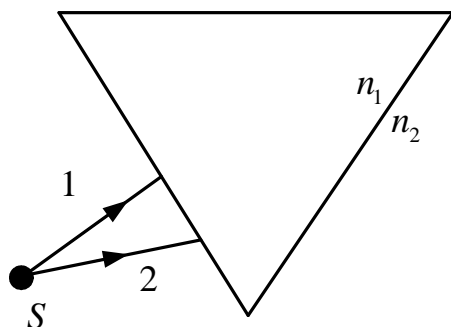


4. Найти построением положение главных фокусов линзы.

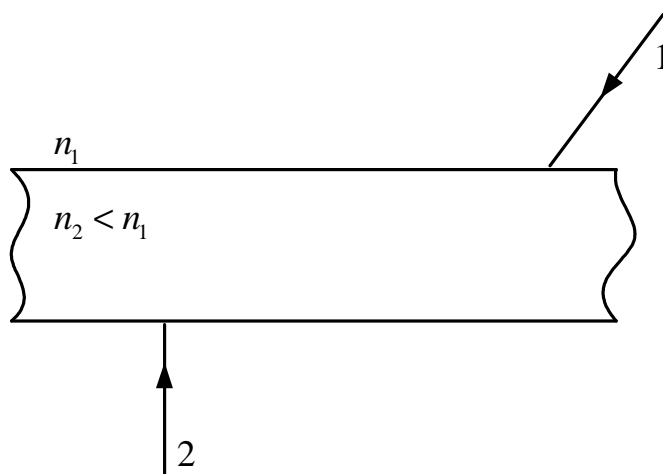


5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 > n_2$$



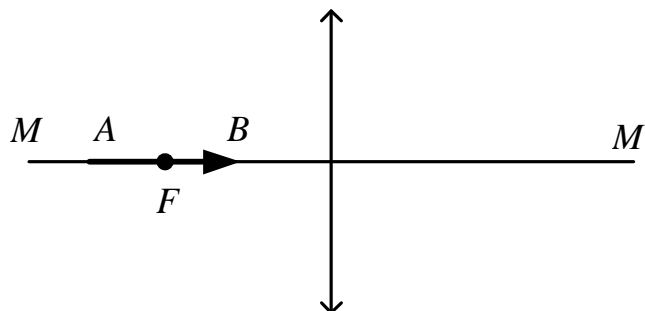
6. Покажите ход лучей через пластинку.



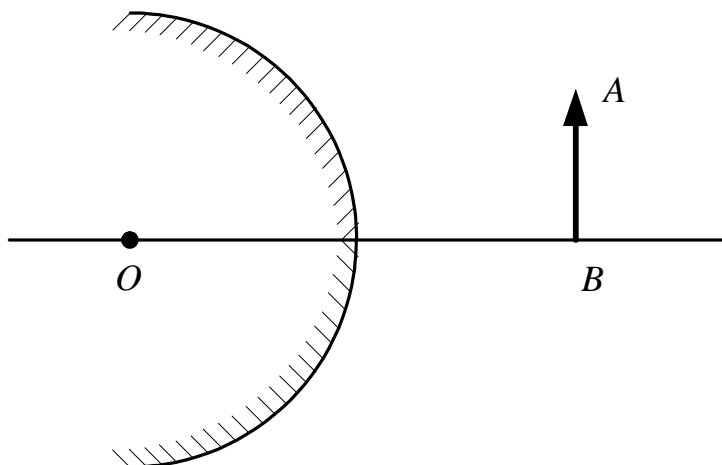


## № 18. Геометрическая оптика

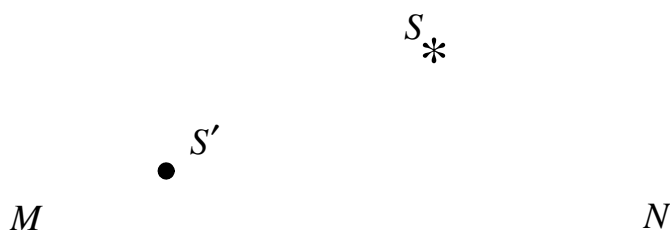
1. Построить изображение предмета  $AB$  в тонкой собирающей линзе.



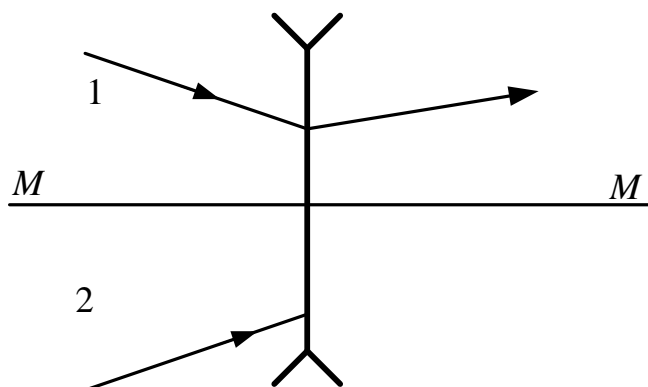
2. Построить изображение в зеркале.



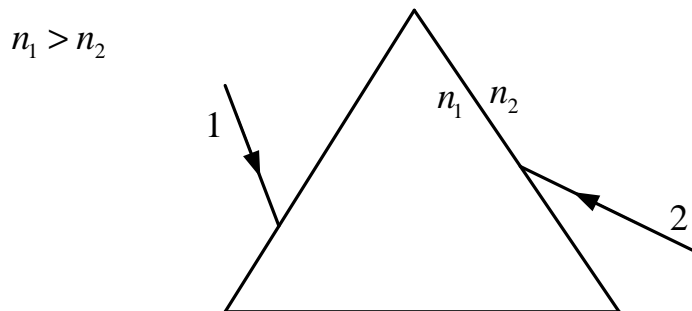
3. На рисунке показаны положения главной оптической оси  $MN$  тонкой линзы, светящейся точки  $S$  и ее изображения  $S'$ . Определите построением положение оптического центра линзы и ее фокусов. Укажите вид линзы.



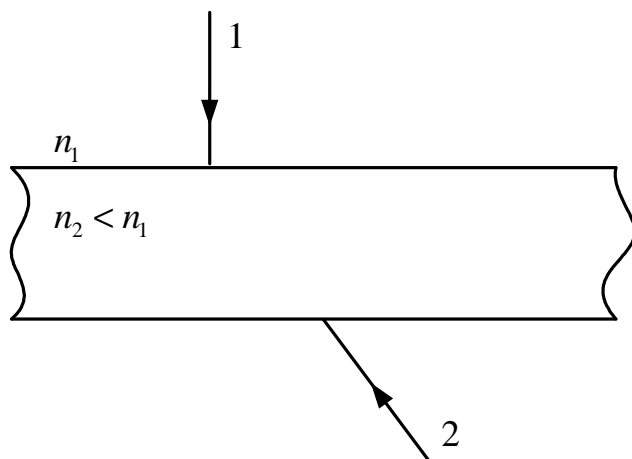
4. Изображен ход луча 1 до и после преломления в линзе. Найти построением ход луча 2 за линзой и положение фокусов линзы.



5. Покажите ход лучей через призму.

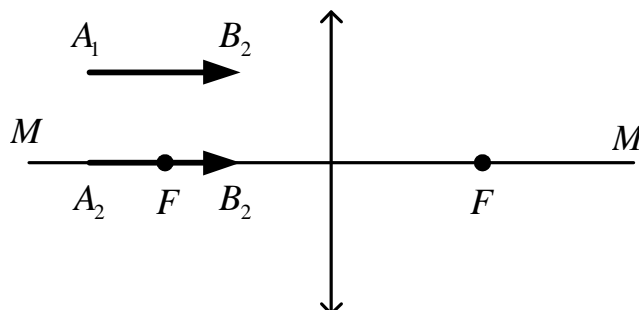


6. Покажите ход лучей через пластинку.

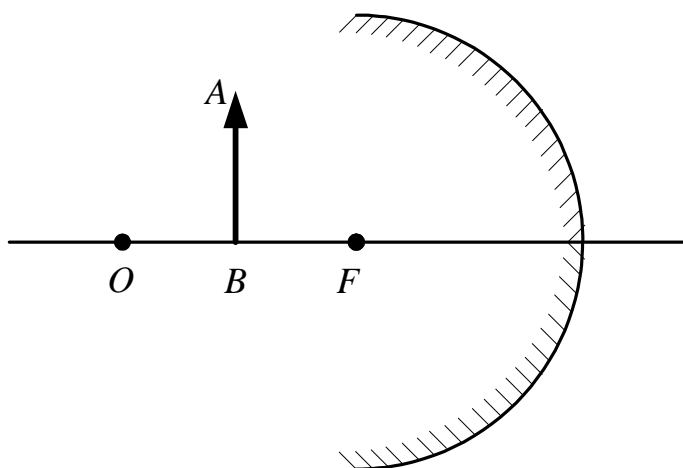


## № 19. Геометрическая оптика

1. Построить изображение предметов  $A_1B_1$  и  $A_2B_2$ .



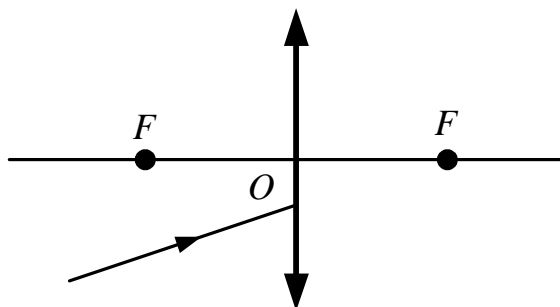
2. Построить изображение в зеркале.



3. На рисунке показаны положения главной оптической оси  $MN$  тонкой линзы, светящейся точки  $S$  и ее изображения  $S'$ . Определите построением положение оптического центра линзы и ее фокусов. Укажите вид линзы.

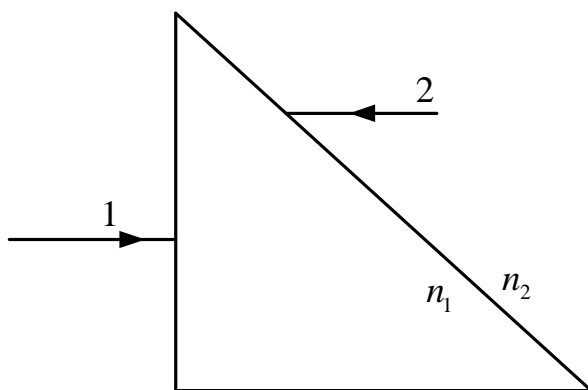


4. Найти построением ход луча после преломления его линзой.

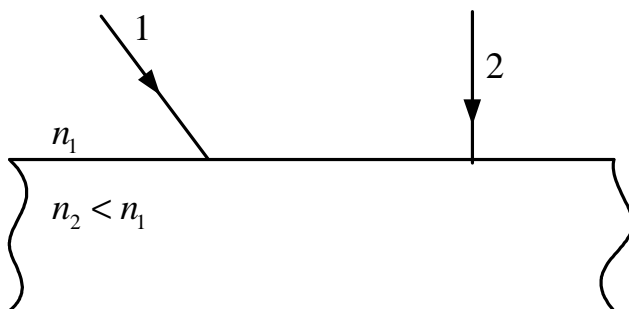


5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 < n_2$$

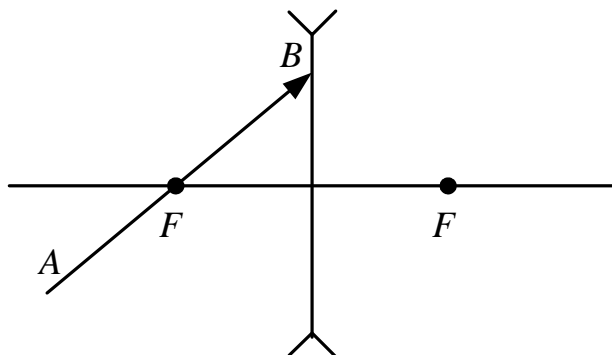


6. Покажите ход лучей через пластинку.

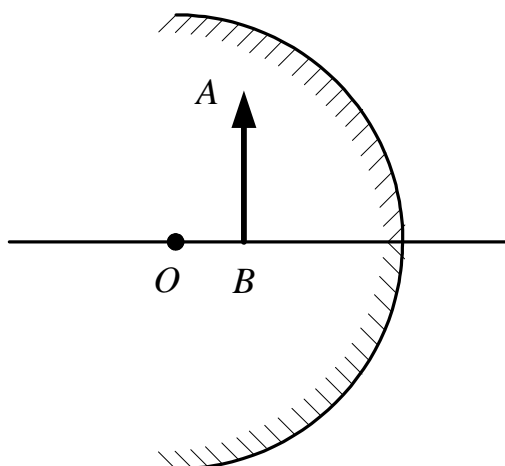


## № 20. Геометрическая оптика

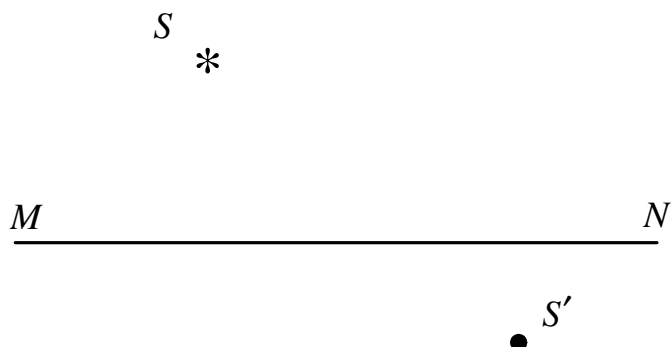
1. Построить изображение предмета  $AB$  в линзе.



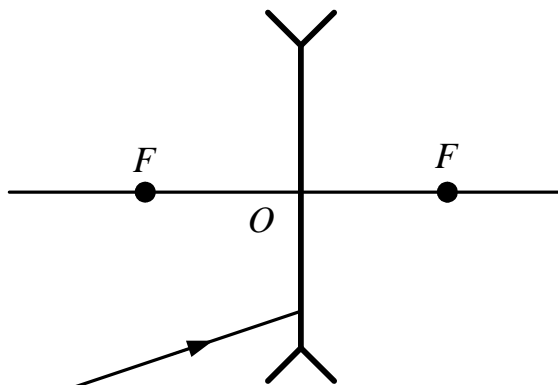
2. Построить изображение в зеркале.



3. На рисунке показаны положения главной оптической оси  $MN$  сферического зеркала, светящейся точки  $S$  и ее изображения  $S'$ . Определите построением положение центра сферического зеркала и его фокуса. Укажите вид использованного зеркала.

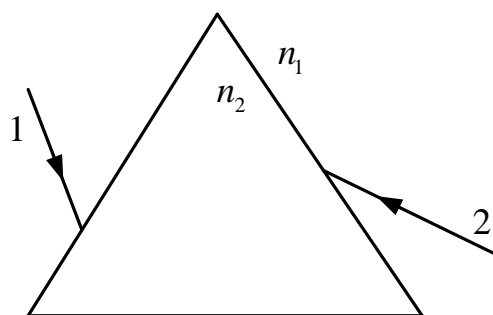


4. Найти построением ход луча после преломления его линзой.

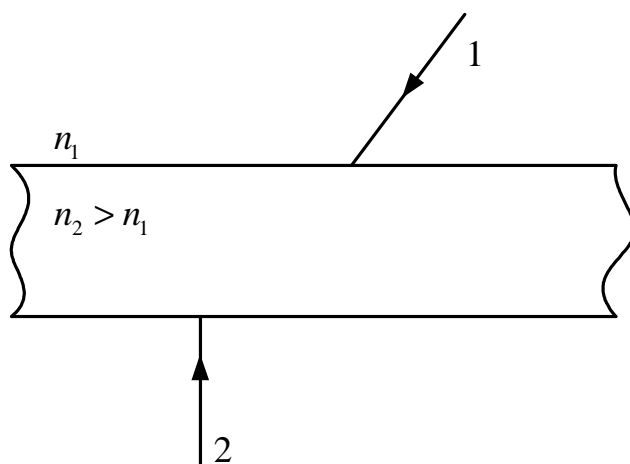


5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 > n_2$$

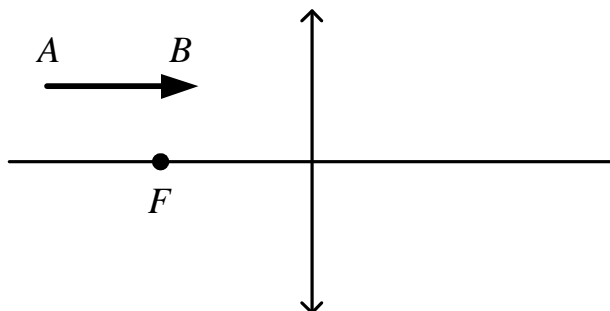


6. Покажите ход лучей через пластинку.

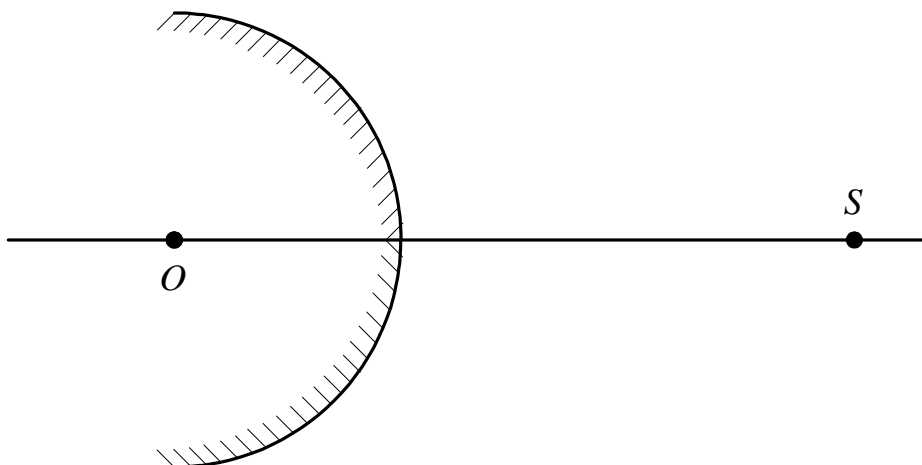


## № 21. Геометрическая оптика

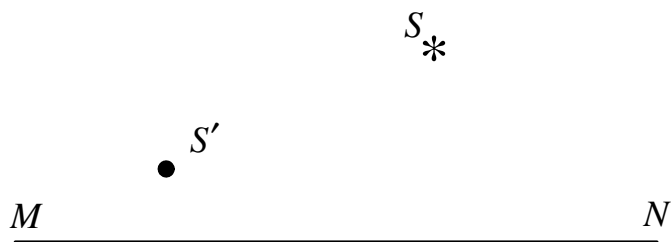
1. Построить изображение предмета  $AB$ .



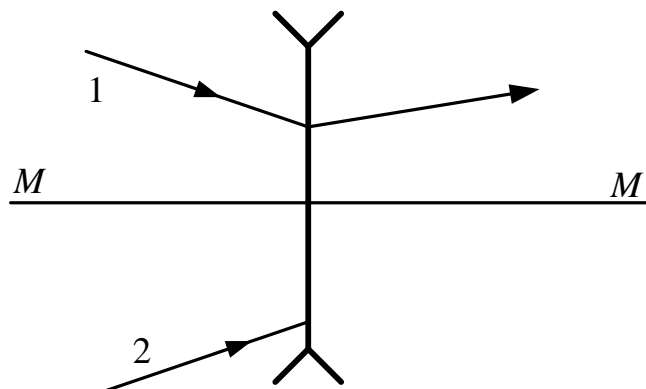
2. Построить изображение в зеркале точки  $S$ .



3. На рисунке показаны положения главной оптической оси  $MN$  тонкой линзы, светящейся точки  $S$  и ее изображения  $S'$ . Определите построением положение оптического центра линзы и ее фокусов. Укажите вид линзы.

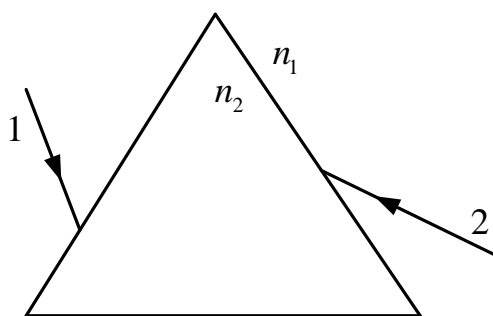


4. Изображен ход луча 1 до и после преломления в линзе. Найти построением ход луча 2 за линзой и положение фокусов линзы.



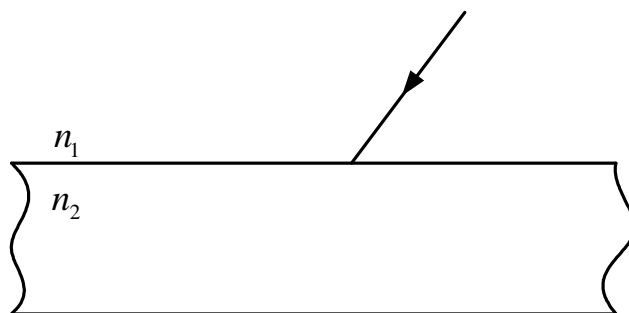
5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 < n_2$$



6. Покажите ход луча через пластинку.

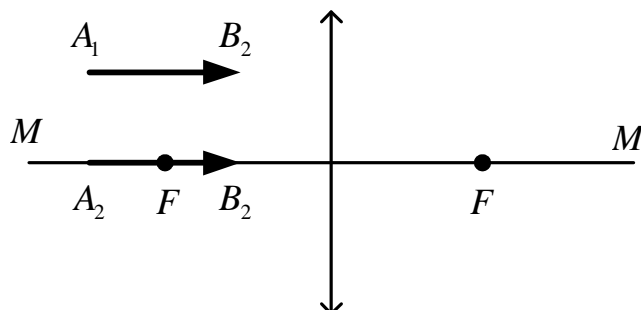
$$n_1 > n_2$$



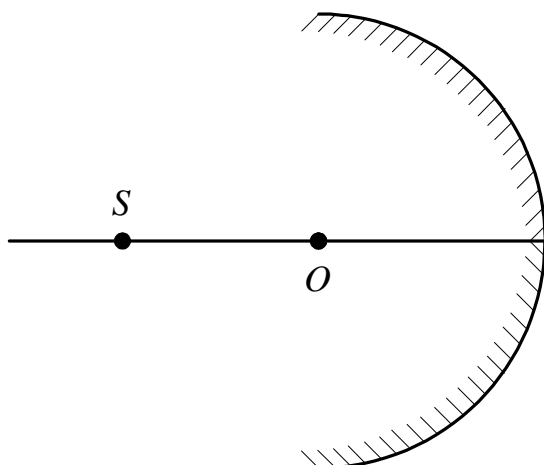


## № 22. Геометрическая оптика

1. Построить изображение предметов  $A_1B_1$  и  $A_2B_2$ .



2. Построить изображение в зеркале точки  $S$ .



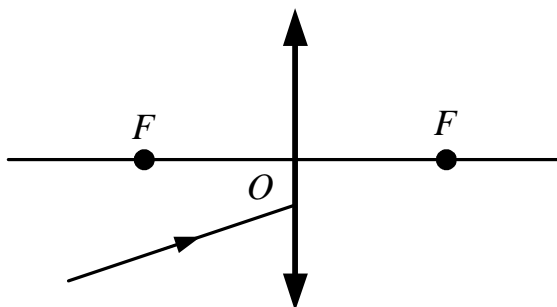
3. На рисунке показаны положения главной оптической оси  $MN$  сферического зеркала, светящейся точки  $S$  и ее изображения  $S'$ . Определите построением положение центра сферического зеркала и его фокуса. Укажите вид использованного зеркала.

$S *$



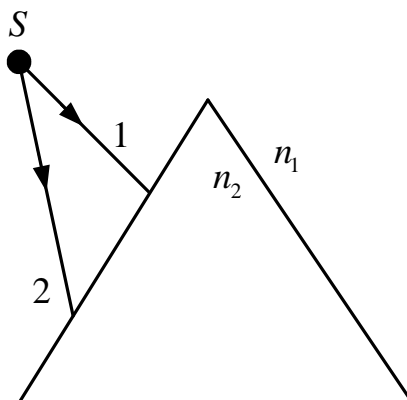
$* S'$

4. Найти построением ход луча после преломления его линзой.

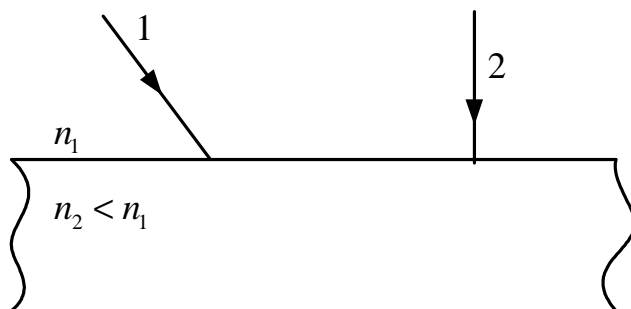


5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 < n_2$$

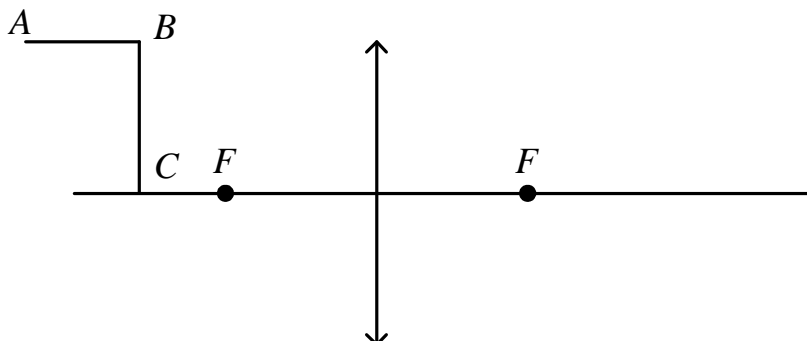


6. Покажите ход лучей через пластинку.

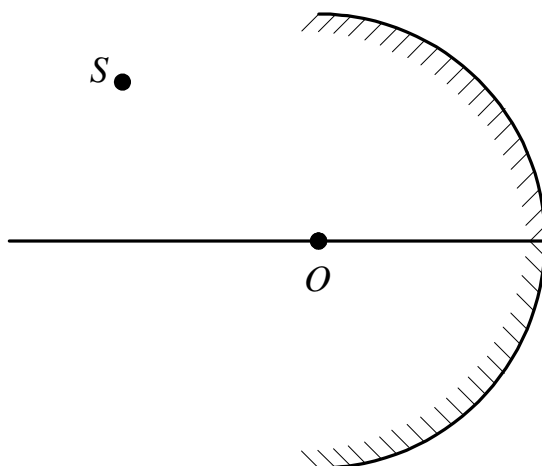


### № 23. Геометрическая оптика

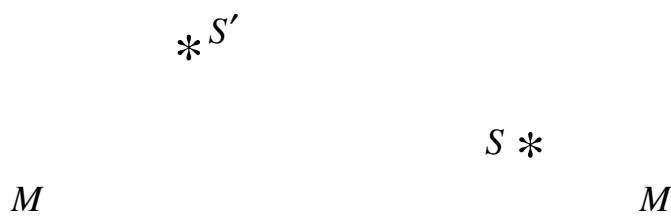
1. Построить изображение предмета  $ABC$ .



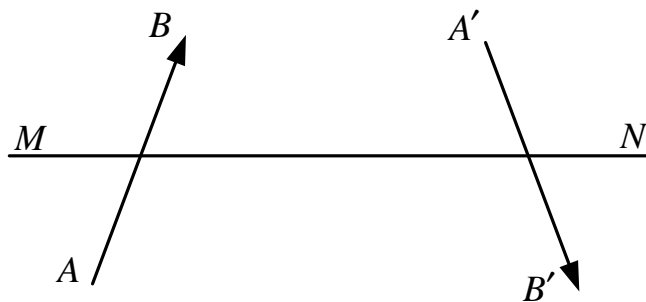
2. Построить изображение в зеркале точки  $S$ .



3. По известному положению источника  $S$  света и его изображения  $S'$  найти построением оптический центр линзы и положение ее фокусов.

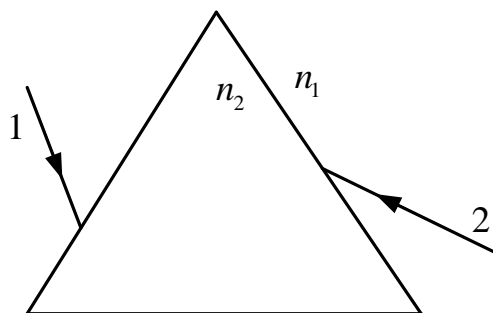


4. Определить построением расположение линзы и ее фокусов.

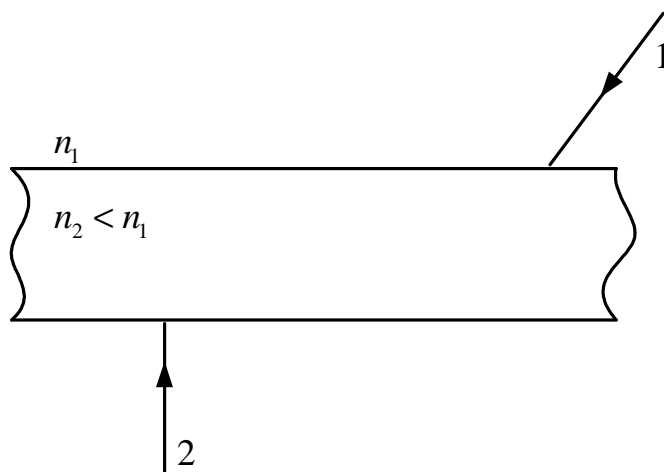


5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 < n_2$$

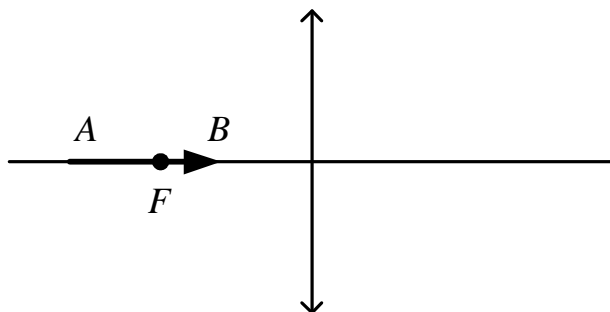


6. Покажите ход лучей через пластинку.

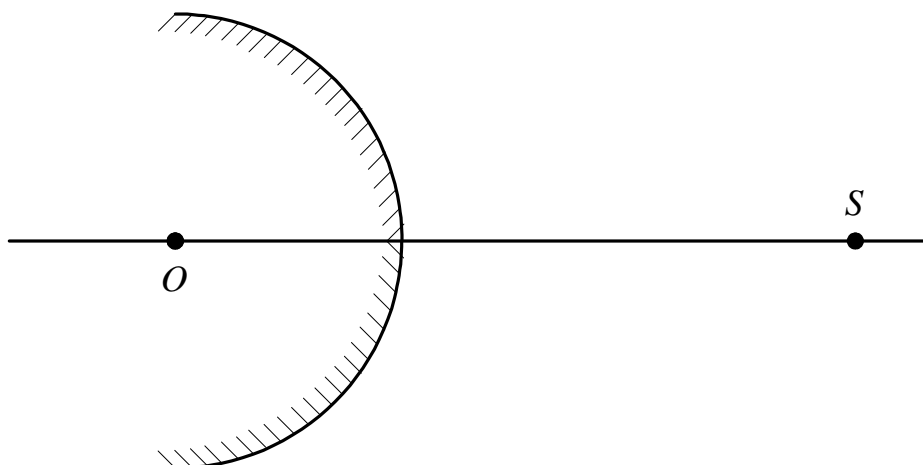


## № 24. Геометрическая оптика

1. Построить изображение предмета  $AB$ .



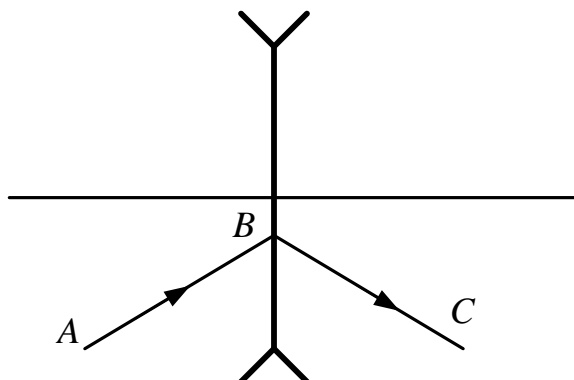
2. Построить изображение в зеркале точки  $S$ .



3. По известному положению источника  $S$  света и его изображения  $S'$  найти построением оптический центр линзы и положение ее фокусов.

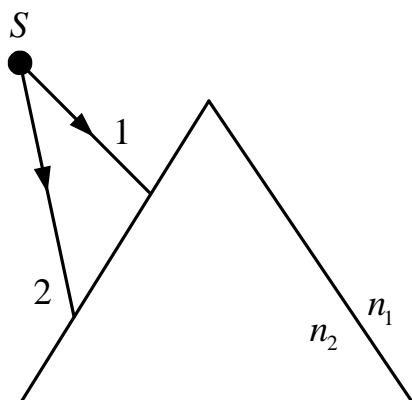


4. Найти построением положение главных фокусов линзы.



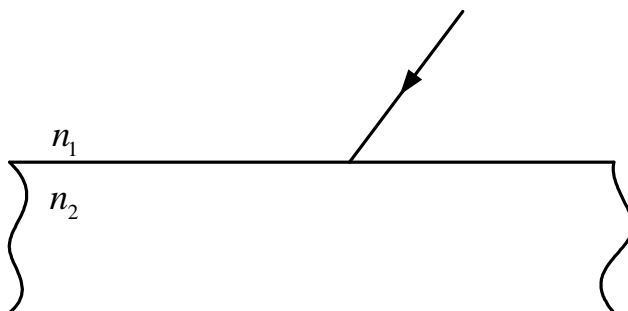
5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 > n_2$$



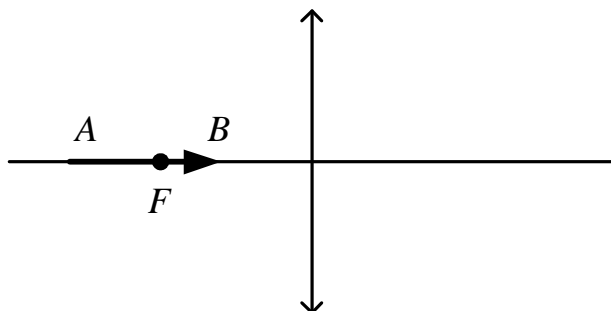
6. Покажите ход луча через пластинку.

$$n_1 < n_2$$

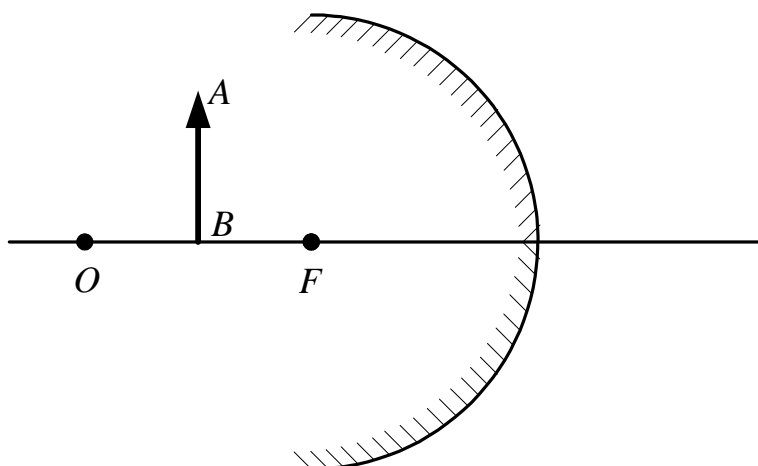


## № 25. Геометрическая оптика

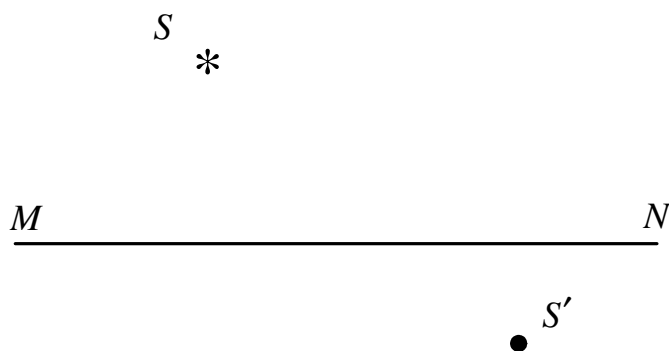
1. Построить изображение предмета  $AB$ .



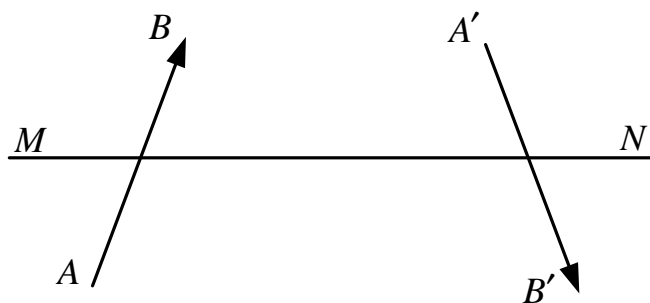
2. Построить изображение в зеркале.



3. На рисунке показаны положения главной оптической оси  $MN$  сферического зеркала, светящейся точки  $S$  и ее изображения  $S'$ . Определите построением положение центра сферического зеркала и его фокуса. Укажите вид использованного зеркала.

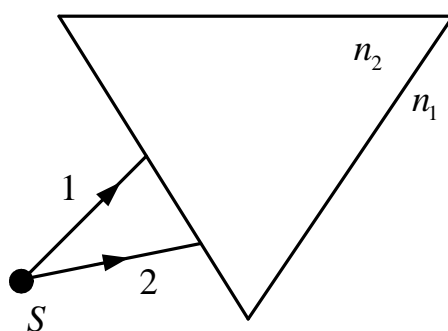


4. Определить построением расположение линзы и ее фокусов.

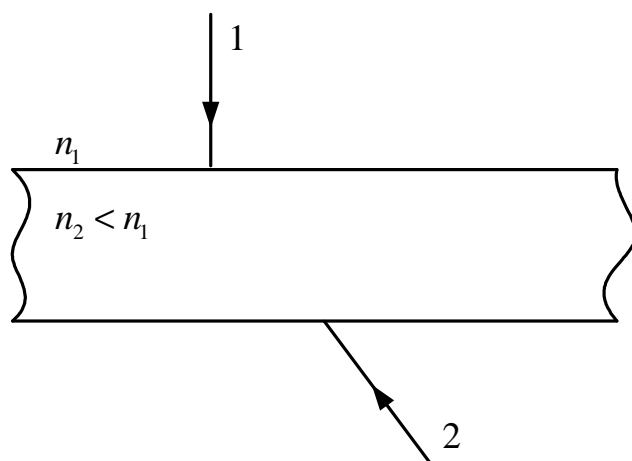


5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_2 > n_1$$



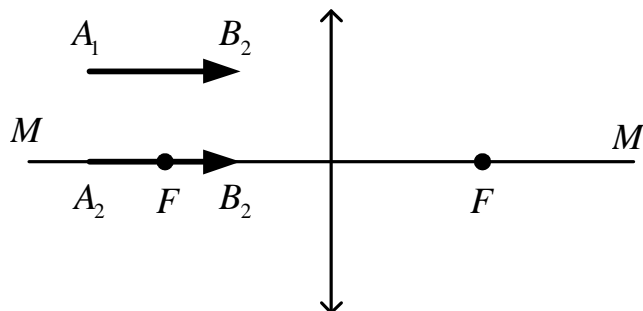
6. Покажите ход лучей через пластинку.



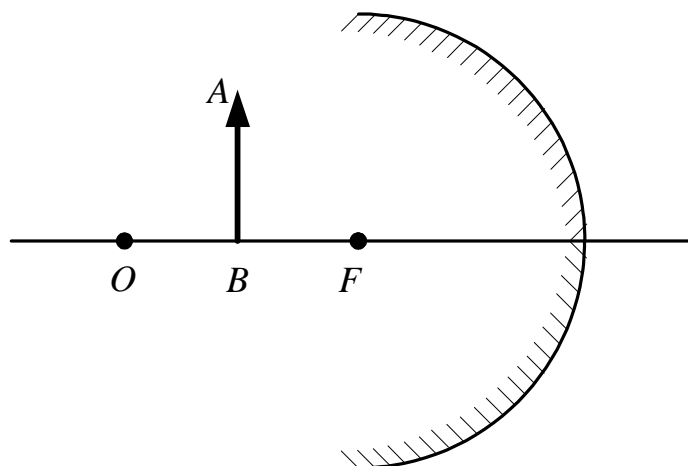


## № 26. Геометрическая оптика

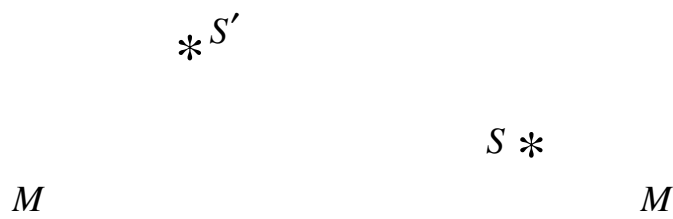
1. Построить изображение предметов  $A_1B_1$  и  $A_2B_2$ .



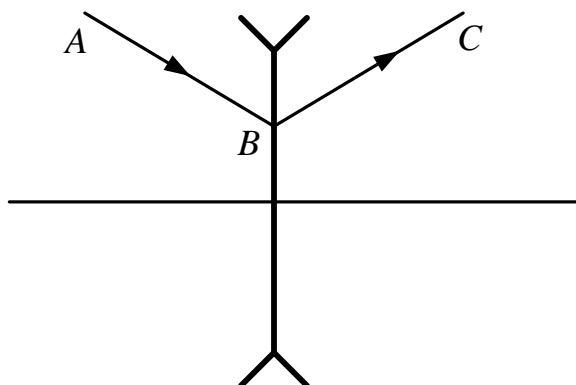
2. Построить изображение в зеркале.



3. По известному положению источника  $S$  света и его изображения  $S'$  найти построением оптический центр линзы и положение ее фокусов.

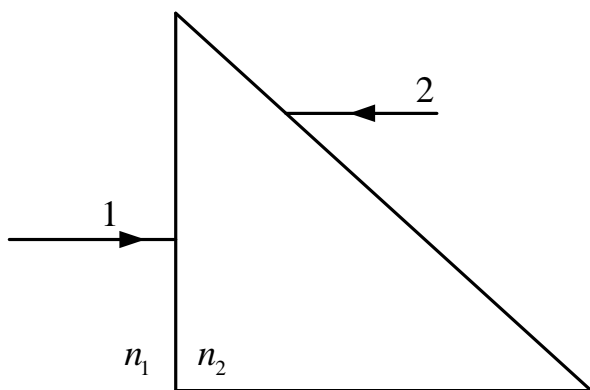


4. Найти построением положение главных фокусов линзы.

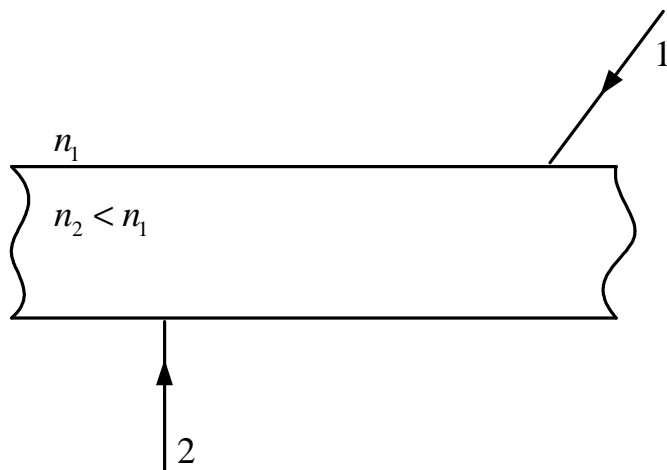


5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 < n_2$$

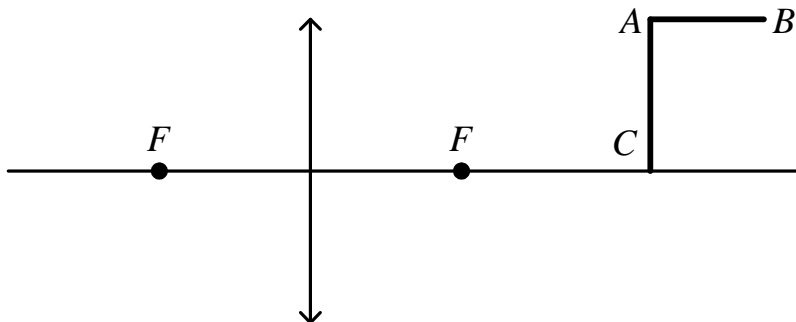


6. Покажите ход лучей через пластинку.

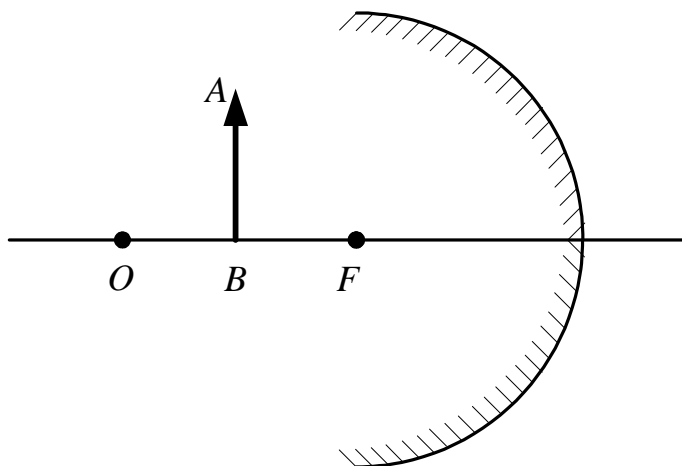


## № 27. Геометрическая оптика

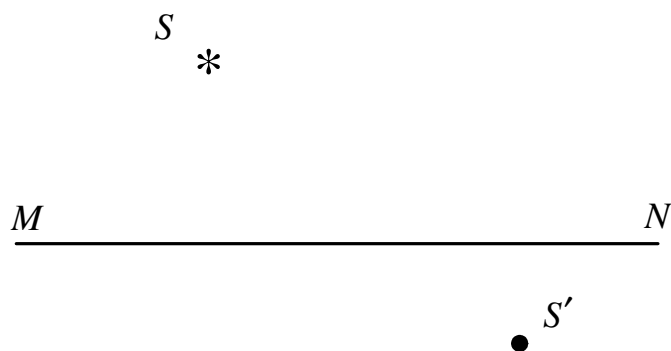
1. Построить изображение предмета  $ABC$ .



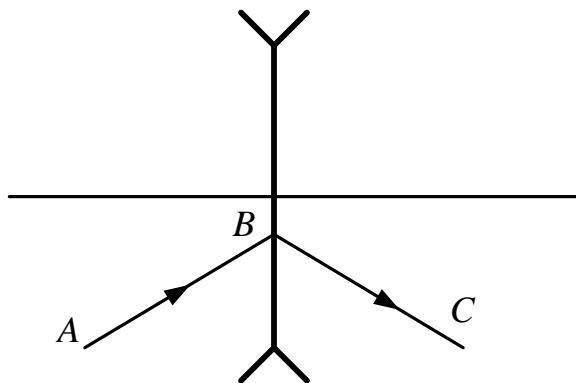
2. Построить изображение в зеркале.



3. На рисунке показаны положения главной оптической оси  $MN$  сферического зеркала, светящейся точки  $S$  и ее изображения  $S'$ . Определите построением положение центра сферического зеркала и его фокуса. Укажите вид использованного зеркала.

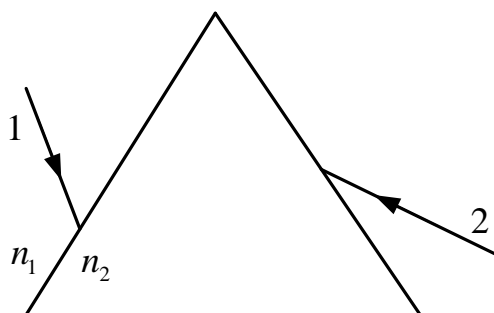


4. Найти построением положение главных фокусов линзы.

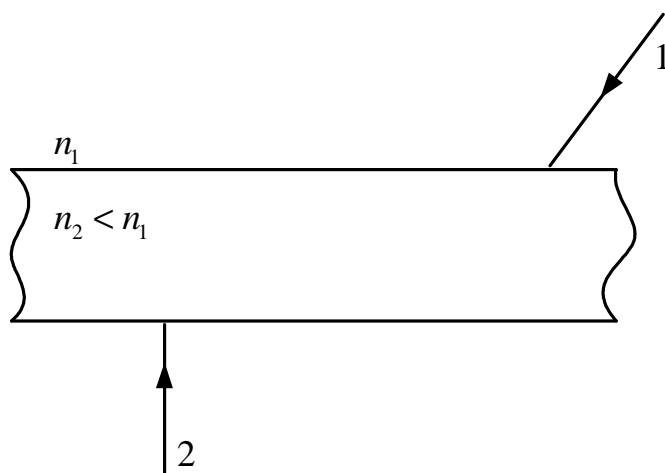


5. Покажите ход лучей через призму.

$$n_1 < n_2$$



6. Покажите ход лучей через пластинку.



### **№ 28. Природа света**

1. Что представляет собой свет?
2. Как выражается показатель преломления среды?
3. В чем заключается принцип Гюйгенса?
4. Что называется фронтом волны?
5. Длина волн воспринимаемого электромагнитного излучения лежит в диапазоне ... .
6. Как выражается скорость распространения света в среде?

### **№ 29. Природа света**

1. На основании современных представлений свет – это ... .
2. Что называют волновой поверхностью?
3. Под светом в настоящий момент понимают ... .
4. Что называют длиной волны?
5. Как выражается длина волны через параметры, характеризующие электромагнитную волну?
6. Чему равна скорость света в вакууме?

### **№ 30. Природа света**

1. Какие электромагнитные волны вызывают ощущение света?
2. Какие явления подтверждают волновые свойства света?
3. Меняются ли длина волны, частота колебаний в световом излучении и скорость света при его переходе из вакуума в какую-либо среду?
4. Во сколько раз скорость света в алмазе меньше, чем в воде?
5. Зависит ли скорость распространения светового излучения от длины волны?
6. Зная скорость света в вакууме, вычислить скорость света в стекле.

### **№ 31. Интерференция света**

1. Что такое интерференция света?
2. Чему равна оптическая разность пути?
3. Что называют временной когерентностью?
4. Как выражается оптическая разность хода, когда световые волны усиливают друг друга?
5. Что такое порядок интерференционного максимума?
6. Как получают полосы равной толщины?

### № 32. Интерференция света

1. В чем заключается когерентность волн?
2. При наложении волн разность фаз равна ... .
3. Как выражается оптическая разность хода, когда световые волны ослабляют друг друга?
4. Что такое порядок интерференционного минимума?
5. Что называют пространственной когерентностью?
6. Как получают кольца Ньютона?

### № 33. Интерференция света

1. Что представляет собой интерференционная картина?
2. Как связаны интенсивность света и амплитуда световой волны?
3. Что такое оптическая разность хода между лучами и как она связана с разностью фаз соответствующих световых волн?
4. Оптическая разность хода двух интерферирующих волн монохроматического света равна  $0,3\lambda$ . Определить разность фаз.
5. Расстояние между вторым и первым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Чему будет равно расстояние между десятым и девятым кольцами?
6. Установка для получения колец Ньютона освещается падающим нормально монохроматическим светом. Радиус четвертого темного кольца, наблюдаемого в отраженном свете, равен 4 мм. Найти длину волны падающего света, если радиус кривизны линзы 8 м.

### № 34. Интерференция света

1. Как с помощью интерференции можно оценить качество обработки поверхностей?
2. Почему интерференционная окраска одного и того же места мыльного пузыря непрерывно меняется?
3. Как возникает интерференция света при освещении плоскопараллельной пластинки?
4. Радиус второго темного кольца Ньютона в отраженном свете 0,4 мм. Определить радиус кривизны плосковыпуклой линзы, взятой для

опыта, если она освещается монохроматическим светом с длиной волны 0,64 мкм.

5. Разность хода двух когерентных источников света с длиной волны 600 нм, сходящихся в некоторой точке, равна  $1,6 \cdot 10^{-6}$  м. Усиление или ослабление света будет наблюдаться в этой точке?

6. Радиусы двух соседних темных колец Ньютона, наблюдаемых в отраженном свете, соответственно равны 4 и 4,9 мм. Найти порядковые номера колец и длину волны падающего света, если радиус кривизны линзы 10 м.

### **№ 35. Дифракция света**

1. Что называют дифракцией света?
2. Что называют зонами Френеля?
3. В чем заключается условие минимумов света?
4. Как записывается условие минимумов света?
5. Если число зон, которое укладывается в отверстии, четное, то в точке наблюдения будет ... .
6. Чему равна разрешающая способность дифракционной решетки?

### **№ 36. Дифракция света**

1. В чем заключается метод зон Френеля?
2. В чем отличие дифракции Френеля и дифракции Фраунгофера?
3. В чем заключается условие максимумов света?
4. Если число зон, которое укладывается в отверстии, нечетное, то в точке наблюдения будет ... .
5. Что характеризует разрешающая способность дифракционной решетки?
6. Запишите формулу Вульфа – Брэгга. О чем она говорит?

### **№ 37. Дифракция света**

1. Как устроена дифракционная решетка и что является ее периодом?
2. В чем сущность принципа Гюйгенса – Френеля?
3. Есть две дифракционные решетки, содержащие 50 и 100 штрихов на 1 мм. Какая из них лучше и почему?
4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм. Определить наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее постоянная  $d = 2$  мкм.

5. Определить постоянную дифракционной решетки, если при освещении ее светом с длиной волны 656 нм второй максимум виден под углом  $15^\circ$  к нормали дифракционной решетки.

6. Как изменяется картина дифракционного спектра при удалении экрана от решетки?

### № 38. Дифракция света

1. В чем заключается теорема Бабинне?

2. Определить угол отклонения лучей зеленого цвета с длиной волны 0,55 мкм в спектре первого порядка, полученного с помощью дифракционной решетки, содержащей 50 штрихов на 1 мм.

3. Запишите формулу радиуса зон Френеля для плоской волны.

4. Плосковыпуклая линза радиусом кривизны 4 м выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить длину волны падающего монохроматического света, если радиус пятого светлого кольца в отраженном свете равен 3 мм.

5. Дифракционная решетка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если угол между нормалью к решетке и направлением лучей равен  $60^\circ$ .

6. Сколько штрихов на 1 мм должна иметь дифракционная решетка для того, чтобы второй дифракционный максимум для света с длиной волны 0,5 мкм наблюдался под углом  $30^\circ$  к нормали?

### № 39. Дифракция света

1. В чем заключается дополнение Френеля к принципу Гюйгенса?

2. Запишите формулу дифракционной решетки.

3. Каково условие возникновения главных максимумов в дифракционной картине, полученной при прохождении света через дифракционную решетку?

4. Почему возникает спектр при прохождении белого света через дифракционную решетку?

5. Свет от монохроматического источника ( $\lambda = 600$  нм) падает нормально на диафрагму с диаметром отверстия  $d = 6$  мм. За диафрагмой на расстоянии 3 м от нее находится экран. Какое число зон Френеля укладывается в отверстие диафрагмы?

6. Какое число штрихов  $N_0$  на единицу длины имеет дифракционная решетка, если зеленая линия ртути ( $\lambda = 546,1$  нм) в спектре первого порядка наблюдается под углом  $\varphi = 19^\circ 8'$ ?



#### № 40. Дифракция света

1. Как по периоду решетки определить число штрихов, приходящихся на 1 мм ее длины?
2. На дифракционную решетку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, падает волна длиной  $5 \cdot 10^{-5}$  см. Найти наибольший порядок спектра, который можно наблюдать при нормальном падении волн на решетку.
3. Найти радиусы  $r_k$  первых трех зон Френеля для плоской волны, если расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения  $b = 1$  м. Длина волны света  $\lambda = 500$  нм.
4. На щель шириной  $a = 6\lambda$  падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda$ . Под каким углом  $\varphi$  будет наблюдаться третий дифракционный минимум света?
5. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус шестой зоны Френеля.
6. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете с длиной волны 0,6 мкм максимум пятого порядка отклонен на угол  $18^\circ$ ?

#### № 41. Поляризация света

1. Какой свет называют естественным?
2. Какую плоскость называют плоскостью поляризации?
3. Прибор, превращающий естественный свет в поляризованный, называют ... .
4. О чем говорит закон Брюстера?
5. Что характеризует оптическая ось кристалла?
6. Какой свет называют плоскополяризованным?

#### № 42. Поляризация света

1. Какой свет называют частично поляризованным?
2. Какую плоскость называют плоскостью колебаний?
3. Прибор, определяющий направление колебаний, называют ... .
4. Какой угол называют углом Брюстера?
5. Какую плоскость называют главным сечением кристалла?
6. Какой луч называется обыкновенным?

### № 43. Поляризация света

1. Что определяется законом Малюса?
2. Какие вещества называют оптически активными?
3. Какое явление получило название электрооптического явления Керра?
4. В чем заключается эффект Доплера?
5. Какой луч называют необыкновенным?
6. Запишите закон Малюса и поясните его.

### № 44. Поляризация света

1. Какое явление получило название «вращение плоскости поляризатора»?
2. В чем суть эффекта Черенкова?
3. Какое явление в астрономии получило название «красное смещение»?
4. Запишите формулу закона Брюстера.
5. Для чего предназначен поляризатор и на чем основано его действие?
6. Интенсивность поляризованного света.

### № 45. Поляризация света

1. Что представляет собой естественный свет с точки зрения электромагнитной теории?
2. Какими способами естественный свет можно превратить в плоскополяризованный?
3. Найти угол  $i_B$  полной поляризации при отражении света от стекла, показатель преломления которого  $n = 1,57$ .
4. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения отраженный свет полностью поляризован?
5. Угол между плоскостями поляризации двух поляроидов  $70^\circ$ . Как изменится интенсивность прошедшего через них света, если этот угол уменьшится в 5 раз?
6. В частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующего максимальной интенсивности света, в 2 раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности. Определить степень поляризации света.

### № 46. Поляризация света

1. Что представляет собой стопа Столетова и каков принцип ее действия?
2. При каком условии отраженный от границы раздела двух диэлектриков свет максимально поляризован?
3. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный ( $n = 1,5$ ) стакан, и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно стакана под углом  $i_B = 42^\circ 37'$ . Найти показатель преломления жидкости.
4. Найти угол  $\phi$  между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, проходящего через поляризатор и анализатор, уменьшается в 4 раза.
5. Угол Брюстера при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость света в этом кристалле.
6. Найти угол  $i_B$  полной поляризации при отражении света от стекла, показатель преломления которого  $n = 1,78$ .

### № 47. Поляризация света

1. Чем отличается плоскополяризованный свет от естественного?
2. Зависит ли показатель преломления от свойств среды?
3. Запишите формулу степени поляризации.
4. Луч света, проходя слой льда, падает на алмазную пластинку, частично отражается, частично преломляется. Определить, каким должен быть угол падения, чтобы отраженный луч был максимально поляризован. Определить скорость света во льду.
5. Угол между плоскостями пропускания анализатора и поляризатора равен  $45^\circ$ . Во сколько раз изменится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до  $60^\circ$ ?
6. Степень поляризации частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной?

### № 48. Поляризация света

1. Колебания какого вектора имеют в виду, когда говорят о направлении колебаний в световой волне?
2. Какой свет называется монохроматическим?
3. От чего зависит степень поляризации света?

4. Под каким углом  $i_B$  к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были наиболее поляризованы?

5. Угол преломления луча в жидкости  $35^\circ$ . Определить показатель преломления жидкости, если известно, что отраженный пучок света максимально поляризован.

6. Что такое дисперсия света?

## КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ

### № 49. Тепловое излучение

1. За счет чего происходит тепловое излучение?
2. Поток излучения – это ... .
3. Что характеризуется спектральной плотностью?
4. О чем говорит закон Кирхгофа?
5. О чем говорит закон смещения Вина?
6. Какого типа излучение называют равновесным?

### № 50. Тепловое излучение

1. Энергетическая светимость тела – это ... .
2. Коэффициент поглощения не зависит ... .
3. Формулировка закона Стефана – Больцмана.
4. Второй закон Вина.
5. Что такое энергетическая светимость?
6. Как устроен и как работает оптический пирометр?

### № 51. Тепловое излучение

1. Как можно экспериментально определить значение постоянной Стефана – Больцмана?

2. Что называют серым телом?

3. Определить температуру, при которой энергетическая светимость абсолютно черного тела равна  $10 \text{ кВт/м}^2$ .

4. Какую энергетическую светимость имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны  $484 \text{ нм}$ ?

5. Зачерненный шарик остывает от температуры  $300 \text{ К}$  до температуры  $293 \text{ К}$ . Насколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности его энергетической светимости?

6. Поток энергии, излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен  $34 \text{ Вт}$ . Определить температуру печи, если площадь отверстия  $6 \text{ см}^2$ .

### № 52. Тепловое излучение

1. Что называют тепловым излучением?
2. Назовите единицу измерения коэффициента поглощения.
3. Определить, во сколько раз необходимо уменьшить термодинамическую температуру черного тела, чтобы его энергетическая светимость ослабилась в 16 раз.
4. Какую мощность излучения имеет Солнце? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела. Температура поверхности Солнца 5800 К, радиус Солнца  $6,96 \cdot 10^8$  м.
5. Температура верхних слоев звезды Сириус равна 10 кК. Определить поток энергии  $\Phi$ , излучаемый поверхностью  $1 \text{ км}^2$ .
6. Во сколько раз нужно увеличить термодинамическую температуру абсолютно черного тела, чтобы его энергетическая светимость возросла в два раза?

### № 53. Тепловое излучение

1. Что считают абсолютно черным телом?
2. Как связана длина волны, на которую приходится максимум энергии излучения, с термодинамической температурой?
3. Как можно рассчитать мощность теплового излучения?
4. Как рассчитывается энергетическая светимость серого тела?
5. На какую длину волны  $\lambda$  приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела, имеющего температуру 310 К?
6. Определить температуру и энергетическую светимость абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения приходится на длину волны 600 нм.

### № 54. Квантово-оптические явления

1. О чем говорит гипотеза Планка?
2. Сформулируйте законы фотоэффекта.
3. В чем заключается внутренний фотоэффект?
4. Чему равен импульс фотона?
5. Как выражается световое давление и как его объясняет квантовая теория света?
6. Чему равна энергия кванта?

### **№ 55. Квантово-оптические явления**

1. Что называют красной границей фотоэффекта?
2. Что называют фотоэффектом?
3. Запишите уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
4. Что называют эффектом Комптона?
5. Чему равна комптоновская длина волны?
6. Как зависит сила фототока от напряжения?

### **№ 56. Квантово-оптические явления**

1. От чего зависит число фотоэлектронов, вырывааемых в единицу времени с поверхности металла?
2. Что такое фотон?
3. Как связаны максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона и задерживающее напряжение?
4. Определить величину кванта энергии, соответствующего длине волны 1 мк.
5. Работа выхода электронов с поверхности цезия 1,97 эВ. Чему равна кинетическая энергия фотоэлектронов, если металл освещен светом с длиной волны 580 нм?
6. Определить задерживающее напряжение, если дана работа выхода с поверхности металла и значение длины волны монохроматического света, под действием которого происходит фотоэффект.

### **№ 57. Квантово-оптические явления**

1. Что понимают под задерживающим напряжением?
2. Как определить энергию и импульс фотона?
3. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 500 нм. Определить минимальное значение энергии фотона, вызывающей фотоэффект.
4. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны  $\lambda = 520$  нм?
5. Определить работу выхода электронов из вольфрама, если красная граница фотоэффекта для него 275 нм.
6. Определить энергию и массу фотонов красного цвета видимого излучения, если длина волны 760 нм.

### **№ 58. Квантово-оптические явления**

1. Чем определяется величина задерживающего напряжения?
2. Может ли существовать фотон в состоянии покоя?
3. От чего зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?
4. Какая разница между внутренним и внешним фотоэффектом?
5. Работа выхода электронов с поверхности цинка равна 4 эВ. Какова скорость фотоэлектронов, если длина волны излучения 200 нм?
6. Электроны достигают анода рентгеновской трубки, имея скорость  $1,2 \cdot 10^5$  км/с. Под каким напряжением работает трубка?

### **№ 59. Квантово-оптические явления**

1. От чего зависит скорость фотоэлектронов?
2. От чего зависит величина красной границы фотоэффекта?
3. Как связаны энергия фотона и длина волны света, вызывающего фотоэффект?
4. Почему давление света на черную поверхность в два раза меньше, чем на белую?
5. Определить длину волны зеленого света, энергия кванта которого равна 2,4 эВ.
6. Во сколько раз энергия фотона фиолетового излучения (длина волны 400 нм) больше энергии фотона красного излучения (длина волны 760 нм)?

## **ОСНОВЫ ФИЗИКИ АТОМА**

### **№ 60. Теория атома**

1. Модели атома Томсона и Резерфорда.
2. Запишите обобщенную формулу Бальмера.
3. Сформулируйте первый постулат Бора.
4. В чем заключается гипотеза де Бройля?
5. Запишите соотношение неопределенностей для координаты и импульса, что из него следует?
6. Что описывает формула, получившая название серии Бальмера?

### **№ 61. Теория атома**

1. Какие серии спектральных линий спектра атома водорода вы знаете?
2. Сформулируйте второй постулат Бора.

3. С точки зрения гипотезы де Бройля стационарными являются орбиты ... .
4. Запишите соотношение неопределенностей для времени и энергии, что из него следует?
5. Какова модель атома по Бору?
6. Какова величина кванта энергии при переходе из одного стационарного состояния в другое по второму постулату Бора?

### **№ 62. Теория атома**

1. Как рассчитать радиус  $n$ -й стационарной орбиты в боровской модели атома?
2. От чего зависит момент импульса электрона на стационарной орбите?
3. Какие физические характеристики атомов определяются главным квантовым числом?
4. Определить скорость электрона во второй орбите атома водорода.
5. Определить длину волны де Бройля, характеризующую волновые свойства электрона, если его скорость 1 Мм/с.
6. Электрон в атоме водорода перешел с четвертой орбиты на вторую. Определить энергию испущенного при этом фотона.

### **№ 63. Теория атома**

1. Что такое главное квантовое число?
2. Как изменится длина волны по формуле де Бройля, если скорость движения частицы увеличится в два раза?
3. Как длина волны по формуле де Бройля связана с импульсом частицы?
4. Определить длину волны де Бройля электрона, если его кинетическая энергия 1 кэВ.
5. При переходе электрона атома водорода из одной орбиты в другую, более близкую к ядру, энергия атома уменьшается на 1,892 эВ. При этом атом водорода излучает квант света. Определить длину волны излучения.
6. Рентгеновское излучение длиной волны 55,8 пм рассеивается плиткой графита (Комптон-эффект). Определить длину волны рассеянного света под углом  $60^\circ$  к направлению падающего пучка света.



## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### 1. Гармонические колебания. Сложение колебаний

1. Начальная фаза гармонического колебания  $0^\circ$ . При смещении точки от положения равновесия на 2,4 см скорость точки равна 3 см/с, а при смещении на 2,8 см ее скорость равна 2 см/с. Найти амплитуду и период этого колебания.

2. Как изменится период вертикальных колебаний груза, висящего на двух одинаковых пружинах, если от последовательного соединения пружин перейти к параллельному их соединению?

3. Определить максимальное ускорение материальной точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой 15 см, если наибольшая скорость точки 30 см/с. Написать уравнение колебаний.

4. Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами 1,5 с и амплитудами 4 см. Начальные фазы колебаний  $90^\circ$  и  $60^\circ$ . Определить амплитуду и начальную фазу результирующего гармонического колебания. Найти его уравнение и построить с соблюдением масштаба векторную диаграмму сложения амплитуд.

5. Сложить два колебания:  $x_1 = 2\cos 400t$  и  $x_2 = 4\cos 402t$ . Найти период биений и период результирующего колебания.

6. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях:  $x = A\cos\omega_1 t$  и  $y = A\cos\omega_2 t$ . Отношение частот складываемых колебаний 1 : 3. Найти уравнение траектории точки, построить график и указать направление движения.

7. Набухшее бревно, сечение которого постоянно по всей длине, погружено вертикально в воду так, что над водой находится лишь малая (по сравнению с длиной) его часть. Период  $T$  колебаний бревна равен 5 с. Определить длину  $l$  бревна.

8. Найти максимальную кинетическую энергию материальной точки массой 2 г, совершающей гармонические колебания с амплитудой 4 см и частотой 5 Гц.

9. В открытую с обоих концов U-образную трубку с площадью поперечного сечения  $S = 0,4 \text{ см}^2$  быстро наливают ртуть массой  $m = 200 \text{ г}$ . Определить период  $T$  колебаний ртути в трубке.

10. Тонкий обруч, подвешенный на гвоздь, вбитый горизонтально в стену, колеблется в плоскости, параллельной стене. Радиус  $R$  обруча равен 30 см. Вычислить период  $T$  колебаний обруча.

11. Математический маятник длиной 1 м установлен в лифте. Лифт поднимается с ускорением  $2,5 \text{ м/с}^2$ . Определить период колебаний маятника.

12. Маятниковые часы показывают точное время в месте, где ускорение свободного падения равно  $9,81 \text{ м/с}^2$ . После переноса часов в другое место они стали опаздывать на 10 с в сутки. Определить, насколько изменилось ускорение свободного падения.

13. На стержне длиной 30 см укреплены два груза: один – в середине стержня массой  $2m$ , другой, массой  $m = 50 \text{ г}$ , – на одном из его концов. Стержень с грузиком колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину и период колебаний такой системы. Массой стержня пренебречь.

14. Складываются два одинаково направленных колебания с одинаковыми периодами, равными 8 с, и одинаковыми амплитудами, равными 2 см. Разность фаз складываемых колебаний  $\pi/4$ . Начальная фаза обоих колебаний равна нулю. Написать уравнение результирующего колебания.

15. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях:  $x = \cos\omega_1 t$  и  $y = 3\cos(\omega_2 t + \pi/4)$ . Отношение частот складываемых колебаний  $2 : 3$ . Найти уравнение траектории точки, построить график и указать направление движения.

## 2. Затухающие и вынужденные колебания

1. Найти частоту колебаний груза массой 0,2 кг, подвешенного к пружине и помещенного в масло, если коэффициент трения в масле 0,5 кг/с, а коэффициент упругости пружины 50 Н/м.

2. За 50 с система совершила 100 колебаний. За это время амплитуда уменьшилась в 3 раза. Определить убыль энергии системы  $\Delta E/E$  за это время.

3. При неизменной амплитуде вынуждающей силы амплитуда вынужденных колебаний при частотах 100 Гц и 300 Гц оказалась одинаковой. Найти резонансную частоту.

4. Во сколько раз уменьшилась полная энергия колебаний маятника за 5 минут, если период колебаний 1 с, логарифмический декремент затухания 0,031?

5. При частотах вынуждающей гармонической силы  $\omega_1$  и  $\omega_2$  амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти частоту, соответствующую резонансу, коэффициент затухания и частоту затухающих колебаний частицы.

6. За время, за которое система совершает 100 колебаний, амплитуда уменьшилась в 5 раз. Найти добротность системы.

7. Амплитуда затухающих колебаний математического маятника за 2 минуты уменьшилась в 8 раз. Во сколько раз она уменьшится за 4 минуты?

8. Маятник длиной 62 см с грузом массой 240 г совершает под воздействием вынуждающей силы колебания, амплитуда которых 0,07 м. Сила сопротивления пропорциональна скорости:  $F = -0,275v$ . Определить добротность системы. Округлить до сотых.

9. Тело массой 20 г совершает вынужденные колебания под действием вынуждающей силы  $f = 5\cos\pi t$ . Система совершает установившиеся колебания по закону  $x = 120\sin(\pi t - \pi/6)$ . Определить работу вынуждающей силы за один период колебаний.

10. Определить амплитуду вынужденных колебаний груза массой 19 г, подвешенного на пружине жесткостью 19 Н/м, если действует вынуждающая сила с амплитудой 1 Н и частотой, в 2 раза большей собственной частоты, а коэффициент затухания равен  $9\text{ с}^{-1}$ . Ответ дать в мм и округлить до сотых.

11. Частота свободных колебаний некоторой системы  $\omega = 100\text{ с}^{-1}$ , резонансная частота  $\omega_{\text{рез}} = 99\text{ с}^{-1}$ . Определить добротность системы.

12. Тело массой 500 г совершает затухающие колебания. В течение 1 минуты тело потеряло 60 % своей энергии. Определить коэффициент сопротивления.

13. Уравнение затухающих колебаний  $x = 5e^{-0,25t}\sin\pi t/2$ . Определить скорость и ускорение точки в моменты времени 0,  $T$ ,  $2T$ .

14. Колебательный контур содержит емкость 2 мкФ. Каковы должны быть индуктивность контура и его активное сопротивление, чтобы добротность контура была 100, а частота колебаний  $\nu = 160\text{ Гц}$ ?

15. Колебательный контур имеет емкость 1,1 нФ и индуктивность 5 мГн. Логарифмический декремент равен 0,005. За какое время потеряется вследствие затухания 99 % энергии контура? Ответ округлить до десятых.

### 3. Интерференция света

1. В опыте Юнга на пути одного из лучей поставили трубку, заполненную хлором. При этом вся картина сместилась на 20 полос. Чему равен показатель преломления хлора, если показатель преломления воздуха  $n = 1,000276$ ? Длина волны света  $\lambda = 589$  нм. Длина трубки  $L = 2$  см.

2. На пути пучка света поставлена стеклянная пластинка толщиной 1 мм так, что угол падения луча равен  $30^\circ$ . Насколько изменится оптическая длина пути светового пучка?

3. При освещении зеркал Френеля светом  $\lambda = 486$  нм на экране, отстоящем на 2 м от линии пересечения зеркал, наблюдают интерференционные полосы, ширина которых 1 мм. Источник света находится на расстоянии 10 см от линии пересечения зеркал Френеля. Определить угол между зеркалами.

4. Найти длину волны, если в установке для опыта Юнга расстояние от первого максимума до центральной полосы равно 0,05 см. Расстояние между щелями 0,5 см, расстояние до экрана 5 м.

5. Воздушный клин имеет наибольшую толщину 0,01 мм. При нормальном падении лучей в отраженном свете  $\lambda = 580$  нм наблюдатель видит интерференционные полосы. Если пространство клина заполнить жидкостью, количество полос увеличится на 12. Определить показатель преломления жидкости.

6. Оптическая сила плоско-выпуклой линзы ( $n = 1,5$ ) 0,5 дптр. Линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить радиус седьмого темного кольца Ньютона в проходящем свете  $\lambda = 0,5$  мкм.

7. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 мкм до 0,38 мкм), которые будут: 1) максимально усилены; 2) максимально ослаблены при оптической разности хода интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.

8. На мыльную пленку падает белый свет под углом  $45^\circ$  к поверхности пленки. При какой толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый цвет ( $\lambda = 600$  нм)? Показатель преломления мыльной воды  $n = 1,33$ .

9. Найти расстояние между 20-м и 21-м светлыми кольцами Ньютона, если расстояние между 2-м и 3-м равно 1 мм, а кольца наблюдаются в отраженном свете.

10. На тонкий стеклянный клин падает нормально свет  $\lambda = 600$  нм. Расстояние между соседними интерференционными полосами в отраженном свете 0,4 мм. Определить угол между поверхностями клина. Показатель преломления стекла 1,6.

11. Определить расстояние между 10-м и 12-м светлыми кольцами Ньютона в проходящем свете, если расстояние между 5-м и 15-м темными кольцами равно 2 мм.

12. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец равны соответственно 4 мм и 4,38 мм. Радиус кривизны линзы равен 6,4 м. Найти порядковые номера колец и длину волны падающего света.

13. Двояковыпуклая несимметричная линза одной из поверхностей лежит на стеклянной пластинке. В проходящем свете радиус 10-го темного кольца равен 1 мм. Если линзу перевернуть на другую сторону, то радиус этого же кольца равен 2 мм. Определить фокусное расстояние этой линзы. Длина волны 589 нм, показатель преломления линзы 1,5.

14. Во сколько раз возрастет радиус  $k$ -го темного кольца Ньютона в отраженном свете, если длину волны света увеличить в 1,5 раза?

15. Клиновидная пластинка шириной 100 мм имеет у одного края толщину 2,254 мм, у другого – 2,283 мм. Показатель преломления пластинки 1,5. Свет длиной волны 655 нм падает на пластинку под углом  $30^\circ$ . Определить ширину интерференционной полосы в отраженном свете.

#### 4. Дифракция света

1. Монохроматический свет длиной волны 0,6 мкм падает нормально на диафрагму с отверстием диаметром 6 мм. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии, если экран расположен в 3 м за диафрагмой, и какое (темное или светлое) пятно будет в центре диафрагмы?

2. С помощью дифракционной решетки с периодом 20 мкм требуется разрешить дублет натрия с длинами волн 589,0 нм и 589,6 нм в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине решетки это возможно?

3. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта 3 мм. Определить радиус двенадцатой зоны Френеля из той же точки наблюдения.

4. Расстояние от источника света с длиной волны 0,5 мкм до волновой поверхности и от волновой поверхности до экрана равно по 1 м. Вычислить радиусы первых пяти зон Френеля.

5. На круглое отверстие радиусом 2 мм в непрозрачном экране падает параллельный пучок света с длиной волны 0,5 мкм. На каком максимальном расстоянии от отверстия на экране в центре дифракционной картины будет наблюдаться темное пятно?

6. Ширина прозрачного и непрозрачного участков дифракционной решетки в пять раз больше длины волны падающего света. Определить углы, соответствующие трем наблюдаемым максимумам.

7. Белый свет с границами видимости от 400 нм до 780 нм падает на дифракционную решетку, содержащую 500 штрихов на 1 мм. Определить ширину спектра первого порядка, если расстояние до экрана от решетки с линзой равно 3 м.

8. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков частично перекрывают друг друга. Определить длину волны в спектре второго порядка, которая накладывается на фиолетовую линию с длиной волны 0,4 мкм в спектре третьего порядка.

9. Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на 1 м, если свет с длиной волны 0,5 мкм падает на щель шириной 20 мкм. Шириной изображения щели считать расстояние между первыми дифракционными минимумами по обе стороны от главного максимума.

10. На щель шириной 3,6 мкм падает параллельный пучок света с длиной волны 0,6 мкм. Определить угол наблюдения третьего дифракционного минимума.

11. На грань кристалла каменной соли под углом скольжения  $31^\circ 3'$  падает параллельный пучок рентгеновских лучей с длиной волны 0,147 нм. Определить расстояние между атомными плоскостями в кристалле, если при этом угле скольжения наблюдается дифракционный максимум второго порядка.

12. Какой должна быть ширина щели, чтобы первый минимум наблюдался под углом  $90^\circ$  при освещении красным светом с длиной волны 760 нм?

13. На щель шириной 7 мкм нормально падает излучение с длиной волны 538 нм. Сколько будет наблюдаться дифракционных максимумов, считая центральный?

14. Дифракционная решетка содержит 1000 щелей. Какова ее ширина, если под углом  $90^\circ$  наблюдается 5000-й добавочный минимум дифракционной картины для желтой линии натрия с длиной волны 590 нм?

15. Период дифракционной решетки 0,005 мм. Определить число наблюдаемых главных максимумов в спектре дифракционной решетки для длины волны 760 нм.

## 5. Поляризация света

1. Угол поворота плоскости поляризации желтого света при прохождении через трубку с раствором сахара равен  $40^\circ$ . Длина трубки 15 см. Удельное вращение сахара равно  $0,0117 \text{ рад}\cdot\text{м}^3/(\text{м}\cdot\text{кг})$ . Определить плотность жидкости.

2. Плоскополяризованный монохроматический свет падает на поляроид и полностью гасится. Когда на пути луча поместили кварцевую пластинку, то интенсивность света после поляроида стала равна половине интенсивности падающего света. Определить минимальную толщину пластинки. Постоянная вращения кварца –  $48,9 \text{ гр/мм}$ .

3. Два поляроида расположены так, что угол между их плоскостями пропускания равен  $60^\circ$ . Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света при прохождении через систему поляроидов, если потери в каждом поляроиде составляют 5 % падающего света.

4. Естественный луч света падает на полированную поверхность стеклянной пластинки, погруженной в жидкость. Отраженный от пластинки луч образует угол  $97^\circ$  с падающим лучом. Определить показатель преломления жидкости. Показатель преломления стекла 1,5.

5. Определить угол преломления, если при отражении пучка света от поверхности жидкости при угле падения, равном  $54^\circ$ , отраженный луч полностью поляризован.

6. Определить угловую высоту Солнца над горизонтом, если солнечный луч, отраженный от поверхности воды, полностью поляризован. Показатель преломления воды 1,33.

7. Под каким углом должен падать пучок света из воздуха на поверхность жидкости, налитой в стеклянный сосуд, чтобы свет, отраженный от дна сосуда, был полностью поляризован? Показатель преломления жидкости 1,08, стекла – 1,65.

8. Угол Брюстера при падении из воздуха на кристалл каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость света в этом кристалле.

9. Параллельный пучок света падает на сферическую каплю воды так, что крайний луч дает полностью поляризованный отраженный свет. Определить угол между падающим и отраженным лучами. Показатель преломления воды 1,33.

10. Определить коэффициент преломления прозрачного вещества, для которого предельный угол полного внутреннего отражения равен углу полной поляризации.

11. Определить угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность прошедшего света уменьшилась в четыре раза.

12. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол  $30^\circ$ , если в каждом из николей теряется по 10 % падающего света?

13. Найти угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света после прохождения их составила всего 9 % интенсивности падающего света и потери света на поглощение и отражение составляют 8 % в каждом из них.

14. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения отраженный луч полностью поляризован?

15. Распространяющийся в воде луч света падает на ледяную поверхность. Найти угол падения, если отраженный луч полностью поляризован. Показатель преломления воды 1,33, льда – 1,31.

## 6. Фотоэффект

1. Какой наименьшей скоростью теплового движения должны обладать свободные электроны в цезии ( $A = 1,9$  эВ) для того, чтобы они смогли покинуть металл?

2. Определить наибольшую длину световой волны, при которой может иметь место фотоэффект для платины ( $A = 5,3$  эВ).

3. Работа выхода фотоэлектрона из поверхности металла равна  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж. Найти длину волны лучей, освещающих пластину металла, если вырываемые электроны имеют скорость  $6,3 \cdot 10^7$  см/с.



4. Определить максимальную скорость электрона, вылетевшего из цезия при освещении цезия светом с длиной волны 400 нм.

5. Порог фотоэффекта для тантала составляет 297,4 нм. Какова работа выхода электрона в эВ?

6. Найти величину задерживающего потенциала для фотоэлектронов, испускаемых при освещении калия ( $A = 2,0$  эВ) светом с длиной волны 330 нм.

7. Квант света с энергией 15 эВ выбивает электрон из атома водорода. С какой скоростью движется электрон вдали от ядра? Энергия ионизации атома водорода равна 13,6 эВ.

8. На поверхность лития ( $A = 2,4$  эВ) падает монохроматический свет, длина волны которого равна 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить разность потенциалов не менее 1,7 В. Найти работу выхода электронов из лития.

9. Для прекращения фотоэффекта, вызванного облучением ультрафиолетовым светом платиновой пластины ( $A = 5,3$  эВ), нужно приложить задерживающую разность потенциалов, равную 3,7 В. Если платиновую пластину заменить другой пластиной, то задерживающую разность потенциалов придется увеличить до 6 В. Определить работу выхода электронов с поверхности второй пластины.

10. При поочередном освещении поверхности некоторого металла светом с длинами волн 0,35 мкм и 0,54 мкм обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в 2 раза. Найти работу выхода с поверхности этого металла.

11. Определить постоянную Планка, если известно, что фотоэлектроны, вырываемые с поверхности металла светом с частотой  $2,2 \cdot 10^{15}$  Гц, полностью задерживаются обратным потенциалом 6,6 В, а вырываемые светом с частотой  $4,6 \cdot 10^{15}$  Гц – потенциалом 16,5 В.

12. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 275 нм. Найти работу выхода электрона из металла и максимальную кинетическую энергию электронов, вырываемых из металла светом с длиной волны 180 нм.

13. Кванты света с энергией 4,9 эВ вырывают электроны из металла с работой выхода 4,5 эВ. Найти максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона.

14. При фотоэффекте с платиновой ( $A = 5,3$  эВ) поверхности задерживающий потенциал оказался равным  $0,8$  В. Найти длину волны применяемого облучения и максимальную длину волны, при которой еще возможен фотоэффект.

15. Какую задерживающую разность потенциалов нужно приложить для того, чтобы задержать фотоэлектроны, испускаемые натрием, если его поверхность освещается светом с длиной волны  $4 \cdot 10^{-6}$  см, а фотоэффект у натрия начинается с  $680$  нм?

## 7. Эффект Комптона

1. При эффекте Комптона энергия падающего фотона распределится поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен  $\pi/2$ . Найти энергию рассеянного фотона.

2. Длина волны падающего кванта равна  $0,003$  нм. Какую энергию приобретает комптоновский электрон отдачи при рассеянии кванта под углом  $60^\circ$ ?

3. Энергия рентгеновских лучей равна  $0,6$  МэВ. Найти энергию электрона отдачи, если известно, что длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на  $20\%$ .

4. Определить угол рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны при рассеянии равно  $3,63 \cdot 10^{-10}$  см.

5. Фотон с энергией  $0,4$  МэВ рассеялся под углом  $90^\circ$  на свободном электроне. Найти энергию рассеянного фотона.

6. Найти максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии: 1) на свободных электронах; 2) на свободных протонах.

7. При комптоновском рассеянии рассеянный квант отлетел под углом  $60^\circ$  от первоначального направления движения, а электрон отдачи описал окружность с радиусом  $1,5$  см в магнитном поле с напряженностью  $16 \cdot 10^3$  А/м. Найти длину волны налетающего кванта.

8. Рентгеновские лучи с длиной волны  $70,8$  пм рассеиваются парафином. Найти длину волны рентгеновских лучей, рассеянных в направлении: 1)  $90^\circ$ ; 2)  $180^\circ$ .

9. При эффекте Комптона энергия падающего фотона распределилась поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен  $90^\circ$ . Найти импульс рассеянного фотона.

10. Чему равно отношение максимальных комптоновских изменений длин волн при рассеянии фотонов на свободных электронах и на ядрах атомов водорода?

11. Фотон с длиной волны  $0,005$  нм рассеивается на угол  $90^\circ$ . Определить импульс электрона отдачи.

12. Угол рассеяния фотона равен  $90^\circ$ . Угол отдачи электрона равен  $30^\circ$ . Найти энергию падающего фотона.

13. При эффекте Комптона рассеянный квант отклонился на угол  $60^\circ$  от первоначального направления движения, а электрон отдачи описал в магнитном поле окружность радиусом  $1,5$  см. Напряженность магнитного поля  $16 \cdot 10^3$  А/м. Найти длину волны падающего кванта.

14. Найти величину комптоновского смещения и угол, под которым рассеялся фотон, если известно, что первоначальная длина волны фотона равна  $0,003$  нм, а скорость электрона отдачи равна  $0,6c$ , где  $c$  – скорость света.

15. Длина волны падающего кванта равна  $3$  пм. Какую энергию приобретает комптоновский электрон отдачи при рассеянии кванта на угол  $90^\circ$ ?

## 8. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей

1.  $\alpha$ -частица движется по окружности радиусом  $0,83$  см в однородном магнитном поле, напряженность которого  $20 \cdot 10^3$  А/м. Найти длину волны де Бройля для этой частицы.

2. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов, равную  $51$  В. Найти длину волны де Бройля.

3. Найти длину волны де Бройля для атома водорода, движущегося при температуре  $20^\circ\text{C}$  с наиболее вероятной скоростью.

4. Кинетическая энергия электрона в атоме водорода составляет величину порядка  $10$  эВ. Используя соотношение неопределенностей, оценить минимальные линейные размеры атома.

5. Найти длину волны де Бройля для электрона, летящего со скоростью  $10^8$  м/с и для шарика массой  $1$  г, движущегося со скоростью  $1$  м/с.

6. Электрон движется внутри сферы диаметром 0,1 нм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей кинетическую энергию электрона.

7. Найти длину волны де Бройля для электрона с кинетической энергией 1 МэВ.

8. Неопределенность координаты движущейся частицы равна дебройлевской длине волны. Чему равна относительная неопределенность импульса этой частицы?

9. Движущийся электрон локализован в области с линейными размерами порядка  $10^{-8}$  см. Найти неопределенность его скорости.

10. Пылинка массой  $10^{-15}$  г находится в области с линейными размерами  $10^{-4}$  см. Проявляет ли такая пылинка при движении волновые свойства? Почему? Докажите.

11. Чему равна относительная неопределенность импульса частицы, если неопределенность ее координаты равна дебройлевской длине волны этой частицы?

12. Ядро атома гелия движется по окружности радиусом 0,83 см в однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $2,5 \cdot 10^{-2}$  Тл. Найти длину волны де Бройля для ядра атома гелия.

13. Можно ли обнаружить волновые свойства тела массой 1 г, движущегося со скоростью 1 см/с? Почему? Докажите.

14. Почему в атомных ядрах нет электронов? Используя соотношение неопределенностей, определить неопределенность скорости электрона и сравнить ее с величиной скорости света. Размер ядра порядка  $10^{-15}$  м.

15. Найти длину волны де Бройля для атома водорода, движущегося со средней квадратичной скоростью при температуре  $27^\circ\text{C}$ .

## 9. Тепловое излучение

1. Имеются два абсолютно черных тела. Температура одного из них 2500 К. Найти температуру другого тела, если длина волны, отвечающая максимуму его излучательной способности, на 0,5 мкм больше длины волны, соответствующей максимуму излучательной способности первого тела.

2. Какое количество энергии излучает Солнце в 1 минуту? Температуру поверхности Солнца считать равной 5800 К. Солнце считать абсолютно черным телом.

3. Температура абсолютно черного тела увеличилась в два раза, в результате чего длина волны, на которую приходится максимум излучения, уменьшилась на 600 нм. Найти начальную и конечную температуры тела.

4. Найти максимальное значение излучательной способности абсолютно черного тела, если температура тела равна 1000 К.

5. Мощность излучения абсолютно черного тела равно 34 кВт. Найти температуру этого тела, если известно, что поверхность его равна  $0,6 \text{ м}^2$ .

6. Раскаленная металлическая поверхность площадью  $10 \text{ см}^2$  излучает в 1 минуту 40 кДж. Найти: 1) каково было бы излучение этой поверхности, если бы это было абсолютно черное тело; 2) каково отношение энергетических светимостей этой поверхности и абсолютно черного тела при данной температуре.

7. Максимальное значение спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела равно  $130 \text{ кВт/м}^3$ . Найти температуру абсолютно черного тела.

8. Поверхность тела нагрета до 1000 К. Затем одна половина этой поверхности нагревается на 100 К, другая охлаждается на 100 К. Во сколько раз изменится энергетическая светимость поверхности этого тела? Тело считать абсолютно черным.

9. На какую длину волны приходится максимум излучения при взрыве атомной бомбы (температура около  $10^7 \text{ К}$ )? Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

10. Солнечная постоянная, т.е. количество идущей от Солнца энергии, приходящееся на единицу площади земной поверхности, равна  $1,35 \text{ кДж/(м}^2 \cdot \text{с)}$ . Принимая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, найти температуру Солнца.

11. Излучение Солнца близко по своему составу к излучению абсолютно черного тела, для которого максимум испускательной способности приходится на длину волны 0,48 мкм. Найти массу, теряемую Солнцем в одну секунду за счет излучения.

12. Максимум спектральной плотности излучательной способности звезды Арктур приходится на длину волны 580 нм. Принимая, что звезда излучает как абсолютно черное тело, найти температуру поверхности звезды.

13. Температура абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 1000 К до 3000 К. Во сколько раз и как изменилась его энергетическая светимость?

14. С поверхности сажи площадью  $2 \text{ см}^2$  при температуре 400 К за время 5 минут излучается энергия 83 Дж. Найти коэффициент черноты сажи.

15. Муфельная печь потребляет мощность 1 кВт. Температура ее внутренней поверхности при открытом отверстии площадью  $25 \text{ см}^2$  равна 1200 К. Считая, что отверстие печи излучает как абсолютно черное тело, найти, какая часть мощности рассеивается стенками.

## 10. Теория Бора

1. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме с третьего энергетического уровня на первый. Определить потенциальную, кинетическую и полную энергии электрона, находящегося на первой орбите атома водорода.

2. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена).

3. Фотон с энергией 16,5 эВ выбил электрон из невозбужденного атома водорода. Какую скорость будет иметь электрон вдали от атома?

4. Какую наименьшую скорость должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами этих электронов появились все линии всех серий спектра водорода?

5. Вычислить радиусы второй и третьей орбит в атоме водорода.

6. Определить длину волны, которую испускает ион гелия  $\text{He}^+$  при переходе его электрона со второго энергетического уровня на первый.

7. В каких пределах должны лежать длины волн монохроматического света, чтобы при возбуждении атомов водорода квантами этого света наблюдались три спектральные линии? Найти длины волн этих линий.

8. Насколько отличаются первые потенциалы возбуждения однократно ионизированного гелия и атома водорода?

9. Насколько изменилась полная энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны 486 нм?

10. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной атомарным водородом. Постоянная решетки равна  $5 \cdot 10^{-4}$  см. Какому переходу электрона соответствует спектральная линия, наблюдаемая при помощи этой решетки в спектре пятого порядка под углом  $41^\circ$ ?

11. С какой минимальной кинетической энергией должен двигаться атом водорода, чтобы при неупругом лобовом соударении с другим, покоящимся атомом водорода один из них испустил фотон? До соударения оба атома находятся в основном состоянии.

12. Покоящийся атом водорода испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Какую скорость приобрел атом?

13. Вычислить магнитный момент электрона, находящегося на первой боровской орбите, а также отношение магнитного момента к механическому.

14. Определить массы фотонов, соответствующих головным линиям серий Лаймана, Бальмера, Пашена.

15. Найти радиус первой боровской электронной орбиты для  $\text{Li}^{++}$  и скорость электрона на ней.

### 11. Уравнение Шредингера. Многоэлектронные атомы

1. Частица находится в потенциальном ящике. Вычислить вероятность обнаружения частицы в первом возбужденном состоянии в первой трети ящика.

2. Электрон находится в потенциальном ящике шириной 0,6 нм. Определить наименьшую разность энергетических уровней электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.

3. Волновая функция, описывающая основное состояние электрона в атоме водорода, имеет вид  $\psi(r) = C \exp\left(-\frac{r}{a}\right)$ , где  $a$  – боровский радиус.

Определить расстояние, на котором плотность вероятности нахождения электрона максимальна.

4. Частица массой  $3 \cdot 10^{-23}$  г помещена в потенциальный ящик шириной 30 см. Будет ли спектр этой частицы дискретным? Почему?

5. Частица находится в пятом возбужденном состоянии в потенциальном ящике шириной  $l$ . Определить, в каких точках интервала  $\frac{2l}{5} < x < \frac{3l}{5}$  плотность вероятности нахождения частицы максимальна.

6. Какое максимальное число s-электронов может находиться в электронном M-слое атома?

7. Найти число электронов в атоме, у которого в основном состоянии заполнены К-, L-слои, 3s-оболочка полностью, а 3p-оболочка – на три четверти. Что это за атом?

8. Написать формулу электронного строения атома серы S.

9. Заполненный электронный слой характеризуется квантовым числом  $n = 5$ . Указать число электронов в этом слое, которые имеют одинаковые квантовые числа  $m_s = -1/2$  и  $m = 0$ .

10. Используя принцип Паули, определить, какое максимальное число электронов в атоме могут иметь одинаковые квантовые числа  $n, l, m$ .

11. Найти число электронов в атоме, у которого в основном состоянии заполнены К-, L-, M-слои и 4s-, 4p-оболочки полностью, а 4d-оболочка – на четверть. Что это за атом?

12. Написать формулу электронного строения атома кремния Si. Написать формулу электронного строения атома фосфора P.

13. Какое максимальное число p-электронов может находиться в M-слое атома?

14. Используя принцип Паули, указать, какое максимальное число электронов в атоме могут иметь одинаковое квантовое число  $n$ .

15. Написать формулу электронного строения атома хлора Cl. Написать формулу электронного строения атома кальция Ca.

## 12. Энергия связи ядра. Ядерные реакции

1. Найти (в МэВ) энергию связи ядра атома алюминия  ${}_{13}\text{Al}^{27}$ .

2. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях: 1)  ${}_{13}\text{Al}^{27}(n, \alpha)X$ ; 2)  ${}_{9}\text{Fe}^{19}(p, x){}_8\text{O}^{16}$ .

3. Найти энергию (в МэВ), освобождающуюся при ядерной реакции  ${}_3\text{Li}^7 + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_2\text{He}^4$ .

4. Определить массу нейтрального атома (в а.е.м.), если ядро этого атома состоит из трех протонов и двух нейтронов и энергия связи ядра равна 26,3 МэВ. Что это за атом?



5. Какую наименьшую энергию надо затратить, чтобы разделить на отдельные нуклоны ядро  ${}^7_3\text{Li}$ ?

6. Найти энергию (МэВ), поглощенную при реакции  ${}^7_7\text{N}^{14} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^8_8\text{O}^{17}$ .

7. Найти (в МэВ) наименьшую энергию, необходимую для разделения ядра углерода  ${}^{12}_6\text{C}$  на три одинаковые части.

8. Найти энергию (в МэВ), выделяющуюся при термоядерной реакции  ${}^2_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H}$ .

9. Определить удельную энергию (в МэВ) связи ядра  ${}^{12}_6\text{C}$ .

10. Определить дефект массы (в а.е.м.) и энергию связи (в МэВ) ядра атома дейтерия  ${}^2_1\text{H}$ .

11. При бомбардировке изотопа азота  ${}^{14}_7\text{N}$  нейтронами получается изотоп углерода  ${}^{12}_6\text{C}$ , который оказывается  $\beta$ -радиоактивным. Напишите уравнения обеих реакций.

12. Напишите недостающие обозначения в ядерной реакции  ${}^{14}_6\text{C} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + X$ .

13. Найдите энергию (в МэВ), которая освободится при соединении одного протона и двух нейтронов в атомное ядро.

14. Напишите недостающее: 1)  ${}^{14}_7\text{N}(n, x){}_6\text{C}^{14}$ ; 2)  $X(p, \alpha){}_{11}\text{Na}^{22}$ .

15. Энергия связи ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна 7,72 МэВ. Определить массу нейтрального атома, имеющего это ядро.

### 13. Радиоактивность

1. Какое количество свинца образуется из 1 г урана в течение года?

2. Какой изотоп образуется из радиоактивного изотопа сурьмы  ${}^{133}_{51}\text{Sb}$  после четырех  $\beta$ -распадов?

3. Какой изотоп образуется из  ${}^{238}_{92}\text{U}$  после трех  $\alpha$ - и двух  $\beta$ -распадов?

4. Вследствие радиоактивного распада  ${}_{92}\text{U}^{238}$  превращается в  ${}_{82}\text{Pb}^{206}$ . Сколько  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов он при этом испытывает?
5. Период полураспада радона равен 3,8 суток. Найти постоянную распада радона.
6. Постоянная распада радиоактивного вещества равна  $1,44 \cdot 10^{-3} \text{ час}^{-1}$ . Через какое время распадется  $3/4$  первоначальной массы атомов?
7. Найти удельную активность радона  ${}_{86}\text{Rn}^{222}$ .
8. Найти промежуток времени, в течение которого активность изотопа стронция  $\text{Sr}^{90}$  уменьшилась в 100 раз.
9. За какой промежуток времени из  $10^7$  атомов актиния распадется один атом?
10. За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в 3 раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?
11. Какая часть начального количества атомов радиоактивного актиния  ${}_{89}\text{Ac}^{225}$  останется через 5 суток?
12. Найти массу урана  ${}_{92}\text{U}^{238}$ , имеющего такую же активность, как стронций  $\text{Sr}^{90}$  массой 1 мг.
13. Активность препарата уменьшилась в 250 раз. Скольким периодам полураспада равен истекший промежуток времени?
14. Найти постоянную распада радона, если известно, что число атомов радона уменьшается за одни сутки на 18,2 процента.
15. На сколько процентов снизится активность изотопа иридия  ${}_{77}\text{Ir}^{192}$  за 30 суток?

## СОДЕРЖАНИЕ

### КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Введение.....	3
<b>ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГОТОВНОСТИ К ЗАНЯТИЯМ.....</b>	<b>4</b>
<b>КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.....</b>	<b>4</b>
Колебания.....	4
Колебания и волны.....	6
<b>ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ И ВОЛНОВАЯ ОПТИКА. ХОД ЛУЧЕЙ. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....</b>	<b>7</b>
Природа света.....	37
Интерференция света.....	37
Дифракция света.....	39
Поляризация света.....	41
<b>КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ.....</b>	<b>44</b>
Тепловое излучение.....	44
Квантово-оптические явления.....	45
<b>ОСНОВЫ ФИЗИКИ АТОМА.....</b>	<b>47</b>
Теория атома.....	47
<b>ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....</b>	<b>49</b>
1. Гармонические колебания. Сложение колебаний.....	49
2. Затухающие и вынужденные колебания.....	50
3. Интерференция света.....	52
4. Дифракция света.....	53
5. Поляризация света.....	55
6. Фотоэффект.....	56
7. Эффект Комптона.....	58
8. Волны де-Бройля. Соотношение неопределенностей.....	59
9. Тепловое излучение.....	60
10. Теория Бора.....	62
11. Уравнение Шредингера. Многоэлектронные атомы.....	63
12. Энергия связи ядра. Ядерные реакции.....	64
13. Радиоактивность.....	65

*Учебное издание*

АНДРИЕВСКАЯ Лариса Владимировна  
МАКАРЕНКО Геннадий Макарович  
ПЕТРОВИЧ Ольга Николаевна

**КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ  
ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ И ВОЛНОВАЯ ОПТИКА  
КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ  
ОСНОВЫ ФИЗИКИ АТОМА**

Вопросы и задания для проведения практических  
и лабораторных занятий по физике  
для студентов технических специальностей

Редактор *Т. В. Булах*

---

Подписано в печать 20.05.2013. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 3,07. Тираж 30 экз. Заказ 729.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

ЛИ № 02330/0548568 от 26.06.2009      ЛП № 02330/0494256 от 27.05.2009

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.