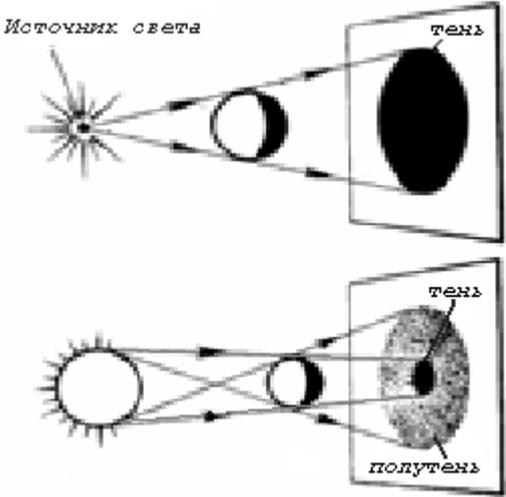


## Блок 1.

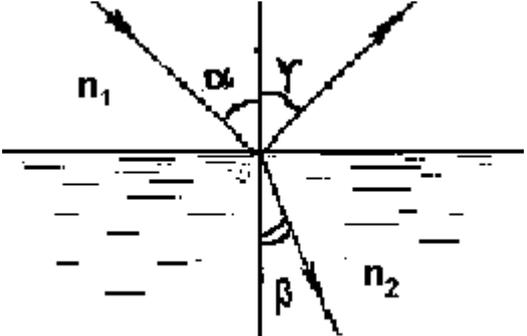
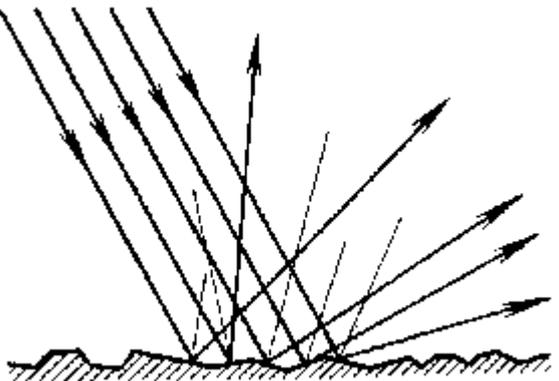
### Тема урока: Оптика. Геометрическая оптика. Скорость света.

Задание	Материал для урока	Примечание
1. Составьте опорный конспект	<p><i>Раздел физики, изучающий световые явления, выясняющий природу света, устанавливающий свойства света, закономерности его излучения, распространения и взаимодействия с веществом, называется <u>оптикой</u>.</i></p> <p>Оптика подразделяется на следующие разделы: фотометрия, геометрическая оптика, физическая оптика.</p> <p><i>Геометрическая оптика изучает законы распространения световой энергии в прозрачных средах на основе представления о световом луче.</i></p> <p><i>Прямолинейное распространение света происходит в однородной среде.</i></p> <p><i>Световой луч – линия, указывающая направление распространения световой энергии.</i></p> <p>Прямолинейность распространения света объясняется образование тени и полутени.</p> <p>При малых размерах источника (светящаяся точка) получается только тень. При больших размерах источника создаются нерезкие тени (тень и полутень).</p> 	
2. Заполните таблицу	<p><a href="https://www.eduspb.com/node/1800">https://www.eduspb.com/node/1800</a></p>	

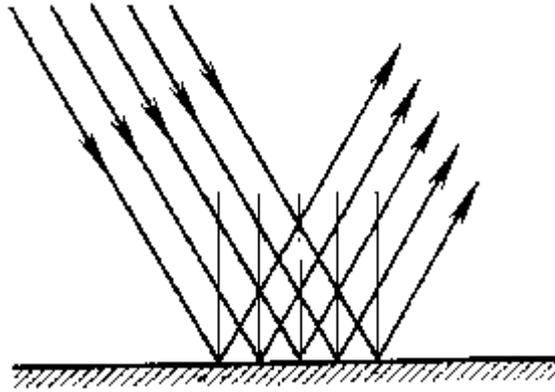
Методы измерения скорости света	Когда и как происходило исследование	Полученный результат	Сходство в методах измерения	Различия в методах измерения
1. Астрономический метод (Оле Ремер).				
2. Лабораторный метод (Луи Физо)				

## Блок 2.

### Тема урока: Оптические явления на границе раздела двух сред. Отражение света.

Задание	Материал для урока	Примечание
1. Составьте опорный конспект	<p>На границе раздела двух сред наблюдаются: <i>отражение, преломление и поглощение света</i>. Отражение, преломление и поглощение падающего на тело излучения зависит от рода вещества, состояния поверхности, состава излучения и угла падения.</p>  <p>Угол между падающим лучом и перпендикуляром, восстановленным в точку падения луча, называется <i>углом падения</i> (<math>\alpha</math>).</p> <p>Угол между перпендикуляром, восстановленным в точку падения луча, и отраженным лучом называется <i>углом отражения</i> (<math>\gamma</math>).</p> <p>Угол между перпендикуляром, восстановленным в точку падения луча, и преломленным лучом называется <i>углом преломления</i> (<math>\beta</math>).</p> <p><b>Отражение света.</b></p> <p>Отражение, при котором пучок параллельных лучей преобразуется в расходящийся, называется <i>диффузным</i>.</p> <p><b>Диффузное, или рассеянное, отражение позволяет нам видеть тела.</b></p> 	

Отражение, при котором пучок параллельных лучей остается параллельным, называется *зеркальным*.



**Законы отражения света.**

1. Луч падающий и луч отраженный лежат в одной плоскости с перпендикуляром к отражающей поверхности.
2. Угол отражения луча равен углу его падения  $\angle\alpha = \angle\gamma$ .

2.  
Выполните  
тест

**Задание #1**

*Вопрос:*

Луч света падает на зеркальную поверхность под углом  $40^\circ$  к ее поверхности. Чему равен угол отражения?

*Запишите число* \_\_\_\_\_

**Задание #2**

*Вопрос:*

На сколько градусов отклониться отраженный от зеркала луч, если зеркало повернуть на  $20^\circ$ ?

*Выберите один из 4 вариантов ответа:*

- 1)  $10^\circ$       2)  $20^\circ$       3)  $30^\circ$       4)  $40^\circ$

**Задание #3**

*Вопрос:*

На сколько изменится угол между падающим и отраженным лучами, если угол падения уменьшится на  $20^\circ$ ?

*Запишите число* \_\_\_\_\_

**Задание #4**

*Вопрос:*

Человек приближается к зеркалу со скоростью 6 м/с. С какой скоростью он приближается к своему изображению?

*Запишите число* \_\_\_\_\_

**Задание #5**

*Вопрос:*

Каким должен быть угол падения светового луча, чтобы отраженный луч составлял с падающим угол в  $40^\circ$ ?

*Запишите число* \_\_\_\_\_

**Задание #6**

*Вопрос:*

Угол между падающим лучом и зеркальной поверхностью равен углу между падающим лучом и отраженным. Чему равен угол отражения?

Запишите число \_\_\_\_\_

**Задание #7**

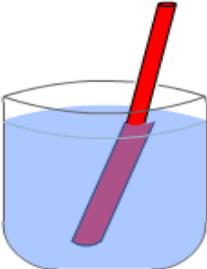
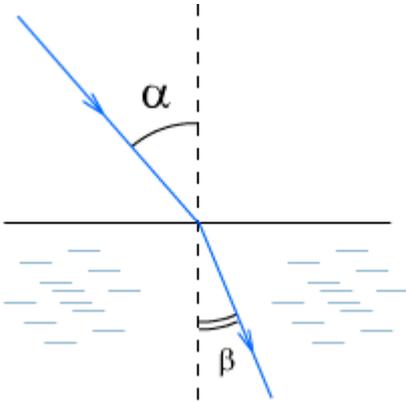
*Вопрос:*

С какой скоростью человек приближается к плоскому зеркалу, если его изображение приближается к зеркалу со скоростью 3 м/с?

Запишите число \_\_\_\_\_

### Блок 3.

#### Тема урока: Преломление света. Полное отражение.

Задание	Материал для урока	Примечание
1. Составьте опорный конспект	<p style="text-align: center;"><b><u>Закон преломления света.</u></b></p> <p>На границе двух сред свет меняет направление своего распространения. Часть световой энергии возвращается в первую среду, т.е. происходит отражение света.</p> <p>Если вторая среда прозрачна, то часть света при определенных условиях может пройти через границу сред, также меняя при этом, как правило, направление своего распространения. Это явление называется <b>преломлением света</b>.</p> <p>Вследствие преломления наблюдается кажущееся изменение размеров, формы и расположения предметов. В этом нас могут убедить простые наблюдения. Установим наклонно карандаш в стакане с водой. Часть карандаша, находящаяся в воде, кажется сдвинутой в сторону и увеличенной в диаметре.</p>  <p>Подобные явления объясняются изменением направления лучей на границе двух сред. Луч, распространяющийся в первой среде и достигающий границы, называется <i>падающим лучом</i>. Он составляет с перпендикуляром к границе, проведенным через точку падения, угол <math>\alpha</math>, называемый <b>углом падения</b>. Луч, прошедший во вторую среду, называют <i>преломленным лучом</i>. Угол <math>\beta</math>, который этот луч образует с тем же перпендикуляром, называют <b>углом преломления</b>.</p>  <p>Закон преломления, установленный экспериментально в XVII веке, формулируется следующим образом:</p>	

Падающий луч, преломленный луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости; отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух данных сред.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

**Показатель преломления.**

Постоянная величина, входящая в закон преломления света, называется **относительным показателем преломления** или *показателем преломления одной среды относительно первой.*

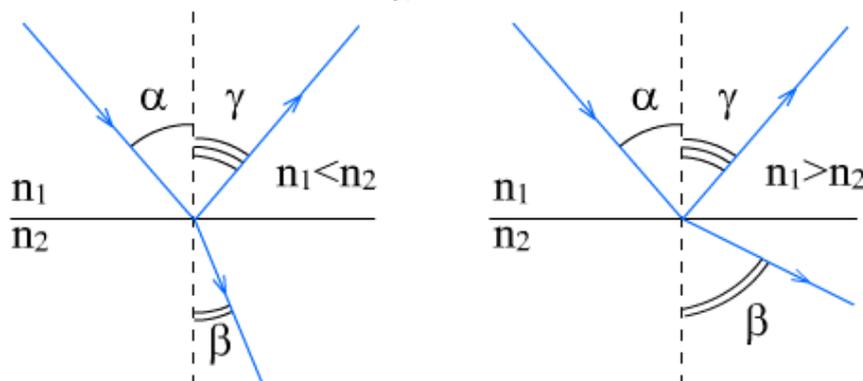
Показатель преломления среды относительно вакуума называют *абсолютным показателем преломления* этой среды. Он равен отношению синуса [угла падения](#) к синусу [угла преломления](#) при переходе светового луча из вакуума в данную среду.

Относительный показатель преломления  $n$  связан с абсолютными показателями  $n_2$  и  $n_1$  первой среды соотношением:

$$n = \frac{n_2}{n_1}$$

Поэтому закон преломления может быть записан следующим образом:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$



Постоянная величина, входящая в закон преломления света, называется **относительным показателем преломления** или *показателем преломления одной среды относительно первой.*

Показатель преломления среды относительно вакуума называют *абсолютным показателем преломления* этой среды. Он равен отношению синуса [угла падения](#) к синусу [угла преломления](#) при переходе светового луча из вакуума в данную среду.

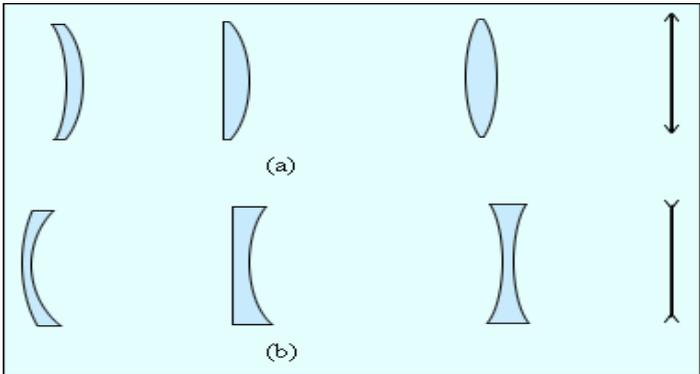
Относительный показатель преломления  $n$  связан с абсолютными показателями  $n_2$  и  $n_1$  первой среды соотношением:

$$n = \frac{n_2}{n_1}$$

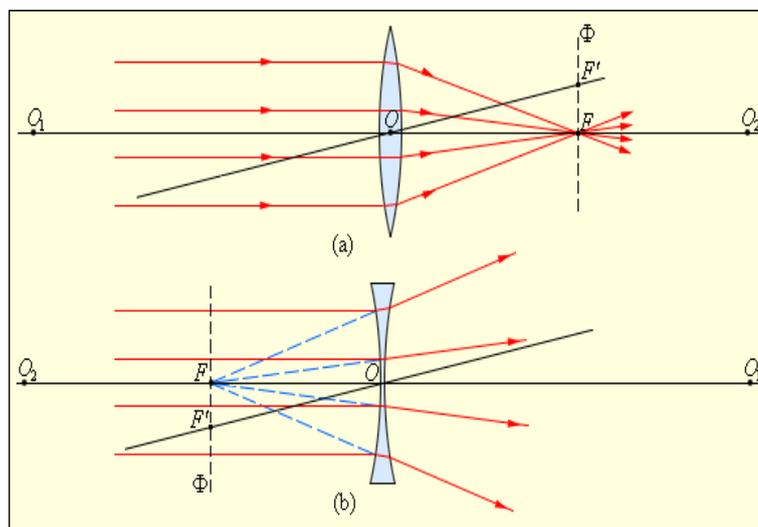
	<p>Среду с меньшим абсолютным показателем преломления принято называть <b>оптически менее плотной средой</b></p> <p>Абсолютный показатель преломления среды имеет глубокий физический смысл. Он связан со скоростью распространения света в данной среде и зависит от физического состояния среды, в которой распространяется свет, т.е. от температуры, плотности вещества, наличия в нем упругих натяжений. Показатель преломления зависит также и от характеристик самого света. Для красного света он меньше, чем для зеленого, а для зеленого меньше, чем для фиолетового.</p>	
<p>2. Прочитайте об явлении полного внутреннего отражения</p>	<p><a href="https://www.eduspb.com/node/1803">https://www.eduspb.com/node/1803</a></p>	
<p>3. Ответьте на вопросы.</p>	<p><b>№1:</b> Дно водоёма всегда кажется расположенным ближе к поверхности воды для наблюдателя, находящегося в лодке. <b>Объяснить это явление.</b></p> <p><b>№2:</b> Почему изображение предмета находящегося в воде, всегда выглядит менее ярко, чем сам предмет находящийся в воздухе?</p> <p><b>№3:</b> Возможен ли переход из одной среды в другую без преломления. Указать два возможных варианта.</p> <p><b>№4:</b> В центре полого толстостенного стеклянного шара находится точечный источник света . Преломляются ли лучи света проходящие через стенки этого шара?</p> <p><b>№5:</b> Почему дно реки находящегося вблизи моста для наблюдателя находящегося на мосте видна, а для наблюдателя находящегося на берегу та же область может быть и не видна?</p> <p><b>№6:</b> В каких случаях стеклянная призма отклоняет падающий на неё луч не к основанию призмы, а в сторону преломляющего угла ( угла при вершине призмы)?</p> <p><b>№7:</b> Почему пена образованная в воде ( из-за сильного напора) непрозрачна, хотя она представляет собой пузыри воды наполненных воздухом?</p> <p><b>№8:</b> Почему бриллиант блестит сильнее, чем его имитация из стекла при той же форме?</p> <p><b>№9:</b> Почему предметы, находящиеся на дне водоёма, кажутся колеблющимися при порывах ветра?</p> <p><b>№10:</b> Почему видимое положение звезды, не совпадает с его истинным положением?</p> <p><b>№11:</b> Почему шарик густо покрытый сажой при опускании в воду и при освещении его светом кажется блестящим?</p> <p><b>№12:</b> При каких условиях прозрачный и бесцветный предмет становится невидимым в лучах проходящего света?</p> <p><b>№13:</b> Почему предметы наблюдаемые через толстые стеклянные витрины иногда кажутся искривлёнными?</p> <p><b>№14:</b> Толчённое стекло является непрозрачным, но находясь в воде, оно вновь становится прозрачным. <b>Объяснить это</b></p>	

	<p><b>явление.</b></p> <p><b>№15:</b> Днем в пустынях иногда наблюдается мираж - наблюдатель видит вдали поверхность водоёма. Объяснить данное явление.</p> <p><b>№16:</b> Чем отличается отражение света от прозрачной среды, от полного внутреннего отражения, при том же угле падения в ту же среду? Указать как минимум два отличия.</p> <p><b>№17:</b> Аквалангист, ( достаточно далеко находящийся от берега ) всегда может видеть объект находящийся на берегу . Человек, находящийся на берегу может лишь в редких случаях, увидеть аквалангиста? Объяснить этот факт.</p> <p><b>№18:</b> Почему резкий изгиб световода ( светопровода ) приводит</p>	
--	---	--

**Блок 4.**  
**Тема урока: Линза.**

Задание	Материал для урока	Примечани е
1. Составьте опорный конспект	<p><b>Линзой</b> называется прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями. Если толщина самой линзы мала по сравнению с радиусами кривизны сферических поверхностей, то линзу называют <b>тонкой</b>. Линзы входят в состав практически всех оптических приборов. Линзы бывают <b>собирающими</b> и <b>рассеивающими</b>. Собирающая линза в середине толще, чем у краев, рассеивающая линза, наоборот, в средней части тоньше (рис. 1).</p>  <p style="text-align: center;">1</p> <p>Рисунок 1. Собирающие (а) и рассеивающие (b) линзы и их условные обозначения.</p> <p>Прямая, проходящая через центры кривизны <math>O_1</math> и <math>O_2</math> сферических поверхностей, называется <b>главной оптической осью</b> линзы. В случае тонких линз можно приближенно считать, что главная оптическая ось пересекается с линзой в одной точке, которую принято называть оптическим центром линзы <math>O</math>. Луч света проходит через оптический центр линзы, не отклоняясь от первоначального направления. Все прямые, проходящие через оптический центр, называются <b>побочными оптическими осями</b>. Если на линзу направить пучок лучей, параллельных главной оптической оси, то после прохождения через линзу лучи (или их продолжения) соберутся в одной точке <math>F</math>, которая называется <b>главным фокусом</b> линзы.</p> <p>У тонкой линзы имеются два главных фокуса, симметрично расположенных относительно линзы на главной оптической оси. У собирающих линз фокусы действительные, у рассеивающих – мнимые. Пучки лучей, параллельных одной из побочных оптических осей, также фокусируются после прохождения через</p>	

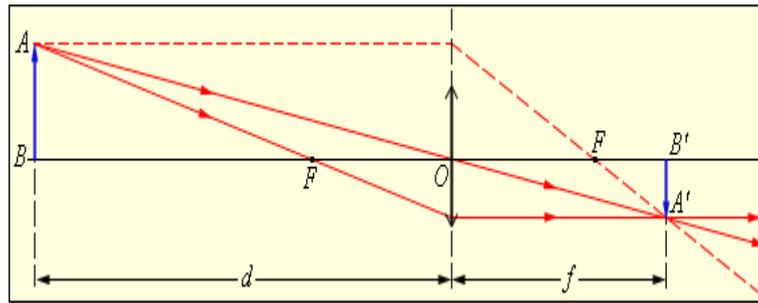
линзу в точку  $F'$ , которая расположена при пересечении побочной оси с **фокальной плоскостью  $\Phi$** , то есть плоскостью перпендикулярной главной оптической оси и проходящей через главный фокус (рис.2). Расстояние между оптическим центром линзы  $O$  и главным фокусом  $F$  называется фокусным расстоянием. Оно обозначается той же буквой  $F$ .



2

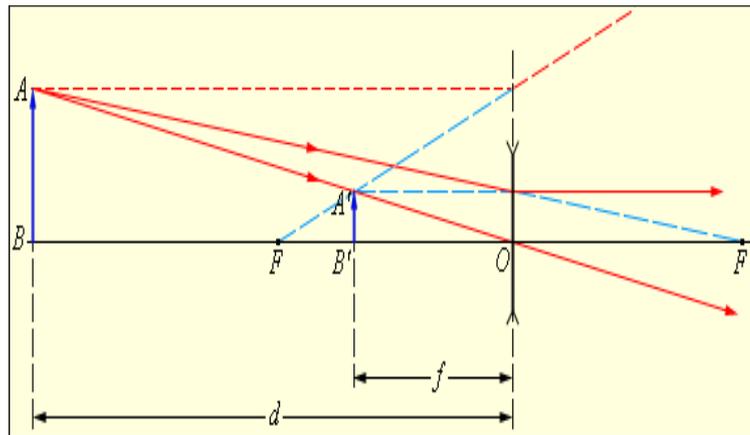
Рисунок 2. Преломление параллельного пучка лучей в собирающей (а) и рассеивающей (б) линзах. Точки  $O_1$  и  $O_2$  – центры сферических поверхностей,  $O_1O_2$  – главная оптическая ось,  $O$  – оптический центр,  $F$  – главный фокус,  $F'$  – побочный фокус,  $OF'$  – побочная оптическая ось,  $\Phi$  – фокальная плоскость.

Основное свойство линз – способность давать **изображения предметов**. Изображения бывают **прямыми и перевернутыми, действительными и мнимыми, увеличенными и уменьшенными**. Положение изображения и его характер можно определить с помощью геометрических построений. Для этого используют свойства некоторых стандартных лучей, ход которых известен. Это лучи, проходящие через оптический центр или один из фокусов линзы, а также лучи, параллельные главной или одной из побочных оптических осей. Примеры таких построений представлены на рис. 3 и 4.



3

Рисунок 3. Построение изображения в собирающей линзе.



4

Рисунок 4. Построение изображения в рассеивающей линзе.

Следует обратить внимание на то, что некоторые из стандартных лучей, использованных на рис. 3 и 4 для построения изображений, не проходят через линзу. Эти лучи реально не участвуют в образовании изображения, но они могут быть использованы для построений.  $AB=h$  – высота предмета;  $A'B'=H$  – высота изображения. Изображения можно также рассчитать с помощью **формулы тонкой линзы**. Если расстояние от предмета до линзы обозначить через  $d$ , а расстояние от линзы до изображения через  $f$ , то формулу тонкой линзы можно записать в виде:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} = D.$$

Величину  $D$ , обратную фокусному расстоянию, называют **оптической силой** линзы. Единица измерения оптической силы является 1 **диоптрия** (дптр). Диоптрия – оптическая сила линзы с фокусным расстоянием 1 м:

$$1 \text{ дптр} = \text{м}^{-1}.$$

При расчетах числовые значения действительных величин всегда подставляются со знаком «+», а мнимых со знаком «-».

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} - \text{линейное увеличение линзы.}$$

2. Рассмотрите пример решения задачи

**Задача.**

Перед двояковыпуклой линзой с фокусным расстоянием 1 м находится предмет высотой 2 м на расстоянии 3 м. Определить: 1) на каком расстоянии от линзы находится оптическое изображение предмета; 2) линейное увеличение линзы; 3) высоту изображения предмета; 4) оптическую силу линзы. Используя эти данные постройте ход лучей от предмета до изображения и укажите какое изображение дает линза?

**Дано:**

$$F = 1 \text{ м}$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$d = 3 \text{ м}$$

$$f - ?$$

$$\Gamma - ?$$

$$H - ?$$

$$D - ?$$

**Решение:**

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d};$$

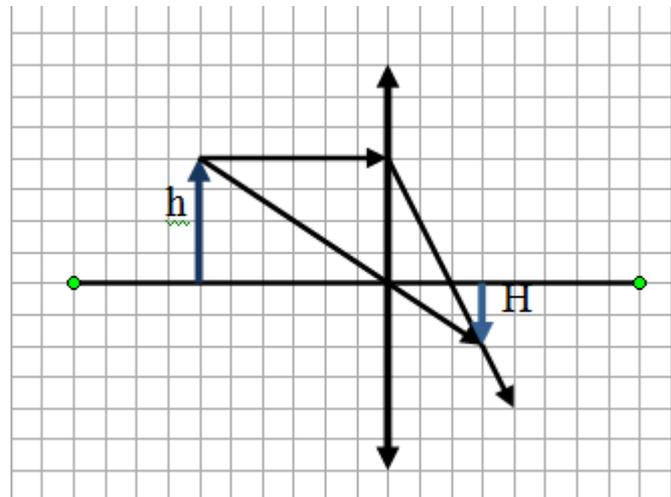
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{F \cdot d};$$

$$f = \frac{F \cdot d}{d - F}; f = \frac{1 \cdot 3}{3 - 1} = 1,5 \text{ м};$$

$$\Gamma = \frac{f}{d}; \Gamma = \frac{1,5}{3} = 0,5;$$

$$H = \Gamma \cdot h; H = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ м};$$

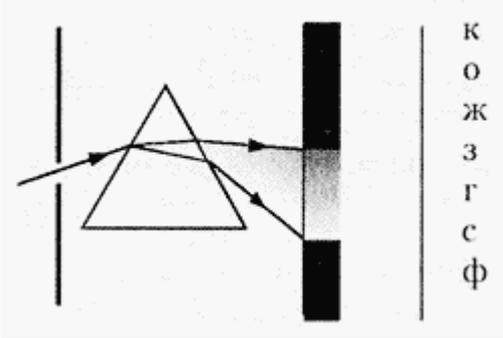
$$D = \frac{1}{F}; D = \frac{1}{1} = 1 \text{ дптр.}$$

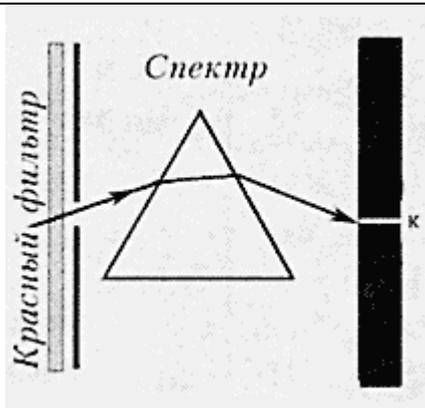


Изображение действительное, обратное, уменьшенное.

<p>3. Решите задачи самостоятельно ..</p>	<p><b>№ 1.</b> Изображение предмета, помещенного перед линзой на расстоянии 40 см, получено по другую сторону линзы в натуральную величину. Определить: 1) линейное увеличение линзы, 2) на каком расстоянии находится оптическое изображение предмета; 3) главное фокусное расстояние линзы; 4) оптическую силу линзы. Используя данные задачи построить ход лучей от предмета до изображения и указать, какое изображение дает линза.</p> <p><b>№2.</b> Перед собирающей линзой, оптическая сила которой + 2,5 дптр, на расстоянии 30 см находится предмет высотой 20 см. Определить: 1) фокусное расстояние линзы; 2) на каком расстоянии от линзы находится изображение предмета; 3) линейное увеличение линзы; 4) высоту изображения предмета. Используя данные задачи построить ход лучей от предмета до изображения и указать, какое изображение дает линза.</p> <p><b>№3.</b> Поместив предмет высотой 2 см перед собирающей линзой на расстоянии 2,5 см, на экране получили его изображение высотой 8 см. Определить: 1) линейное увеличение линзы, 2) главное фокусное расстояние линзы, 3) расстояние от линзы до экрана, 4) оптическую силу линзы.</p>	
---	--	--

**Блок 5.**  
**Тема урока: Дисперсия света.**

Задание	Материал для урока	Примечание
1. Составьте опорный конспект	<p>Луч белого света, проходя через трехгранную призму не только отклоняется, но и разлагается на составляющие цветные лучи.</p> <p>Это явление установил Исаак Ньютон, проведя серию опытов.</p> <p><u>Опыты Ньютона</u></p> <p><i>Опыт по разложению белого света в спектр:</i></p>  <p>или</p>  <p>Ньютон направил луч солнечного света через маленькое отверстие на стеклянную призму. Попадая на призму, луч преломлялся и давал на противоположной стене удлиненное изображение с радужным чередованием цветов – спектр.</p> <p><i>Опыт по прохождению монохроматического света через призму:</i></p>	



Ньютон на пути солнечного луча поставил красное стекло, за которым получил монохроматический свет (красный), далее призму и наблюдал на экране только красное пятно от луча света.

*Опыт по синтезу (получению) белого света:*

Сначала Ньютон направил солнечный луч на призму. Затем, собрав вышедшие из призмы цветные лучи с помощью собирающей линзы, Ньютон на белой стене получил вместо окрашенной полосы белое изображение отверстия.

#### **Выводы Ньютона:**

- призма не меняет свет, а только разлагает его на составляющие
- световые лучи, отличающиеся по цвету, отличаются по степени преломляемости; наиболее сильно преломляются фиолетовые лучи, менее сильно – красные

$$n_{\text{ф}} = \frac{c}{v_{\text{ф}}} \quad n_{\text{кр}} = \frac{c}{v_{\text{кр}}} \quad v_{\text{кр}} > v_{\text{ф}} \Rightarrow n_{\text{ф}} > n_{\text{кр}}$$

- красный свет, который меньше преломляется, имеет наибольшую скорость, а фиолетовый - наименьшую, поэтому призма и разлагает свет.

Зависимость показателя преломления света от его цвета называется дисперсией.

Запомни фразу, начальные буквы слов которой дают последовательность цветов спектра:

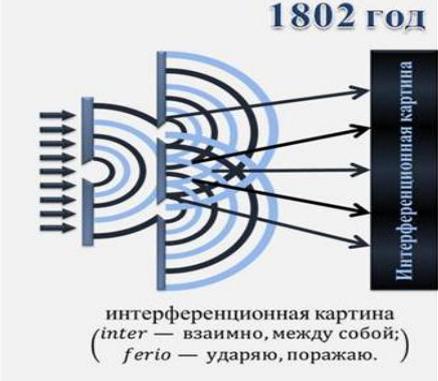
**"Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидит Фазан".**

	<p>Цвет луча света определяется его частотой колебаний.</p> <p>При переходе из одной среды в другую изменяются скорость света и длина волны, а частота, определяющая цвет остается постоянной.</p> <p>Границы диапазонов белого света и его составляющих принято характеризовать их длинами волн в вакууме. Белый свет – это совокупность волн длинами от 380 до 760 нм.</p> <table border="0" data-bbox="523 568 1174 920"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Цвет</th> <th style="text-align: left;">Длина волны, нм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Красный</td> <td>От 620 до 760</td> </tr> <tr> <td>Оранжевый</td> <td>От 585 до 620</td> </tr> <tr> <td>Желтый</td> <td>От 575 до 585</td> </tr> <tr> <td>Зеленый</td> <td>От 510 до 575</td> </tr> <tr> <td>Голубой</td> <td>От 480 до 510</td> </tr> <tr> <td>Синий</td> <td>От 450 до 480</td> </tr> <tr> <td>Фиолетовый</td> <td>От 380 до 450</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Где можно наблюдать явление дисперсии?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при прохождении света через призму;</li> <li>- преломление света в водяных каплях, например, на траве или в атмосфере при образовании радуги;</li> <li>- вокруг фонарей в тумане.</li> </ul> <p><u>Как объяснить цвет любого предмета?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- белая бумага отражает все падающие на нее лучи различных цветов</li> <li>- красный предмет отражает только лучи красного цвета, а лучи остальных цветов поглощает</li> </ul> <p>Глаз воспринимает отраженные от предмета лучи определенной длины волны и таким образом воспринимает цвет предмета.</p>	Цвет	Длина волны, нм	Красный	От 620 до 760	Оранжевый	От 585 до 620	Желтый	От 575 до 585	Зеленый	От 510 до 575	Голубой	От 480 до 510	Синий	От 450 до 480	Фиолетовый	От 380 до 450	
Цвет	Длина волны, нм																	
Красный	От 620 до 760																	
Оранжевый	От 585 до 620																	
Желтый	От 575 до 585																	
Зеленый	От 510 до 575																	
Голубой	От 480 до 510																	
Синий	От 450 до 480																	
Фиолетовый	От 380 до 450																	
<p>2. Ответьте на вопросы</p>	<p>1. Объясните происхождение цвета: 1) синего стекла, 2) синей бумаги, 3) синего неба.</p> <p>2. В бутылку из зеленого стекла налиты красные чернила. Какого цвета кажутся чернила? Почему?</p> <p>3. Почему с Земли небо кажется голубым, а с Луны черным?</p> <p>4. Два совершенно одинаковых спиртовых термометра отличаются только цветом окраски спирта. Будут ли термометры показывать одинаковую температуру, если их выставить на солнце?</p>																	

<p>3. Рассмотрите пример решения задачи</p>	<p><b>Задача.</b> Вода освещена красным светом, для которой длина волны в воздухе 800 нм. Какой будет длина волны в воде?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <p>Дано:</p> <p><math>\lambda_1 = 800 \text{ нм}</math></p> <p><math>n_1 = 1</math> (воздух)</p> <p><math>n_2 = 1,33</math> (вода)</p> <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> <p><math>\lambda_2 = ?</math></p> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <p>СИ:</p> <p><math>800 \cdot 10^{-9} \text{ м}</math></p> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <p>Решение:</p> <math display="block">\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2};</math> <math display="block">\lambda_2 = \frac{n_1 \cdot \lambda_1}{n_2}</math> <math display="block">\lambda_2 = \frac{1 \cdot 800 \cdot 10^{-9}}{1,33} = 601,5 \cdot 10^{-9} \text{ м}</math> </td> </tr> </table>	<p>Дано:</p> <p><math>\lambda_1 = 800 \text{ нм}</math></p> <p><math>n_1 = 1</math> (воздух)</p> <p><math>n_2 = 1,33</math> (вода)</p> <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> <p><math>\lambda_2 = ?</math></p>	<p>СИ:</p> <p><math>800 \cdot 10^{-9} \text{ м}</math></p>	<p>Решение:</p> $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2};$ $\lambda_2 = \frac{n_1 \cdot \lambda_1}{n_2}$ $\lambda_2 = \frac{1 \cdot 800 \cdot 10^{-9}}{1,33} = 601,5 \cdot 10^{-9} \text{ м}$	
<p>Дано:</p> <p><math>\lambda_1 = 800 \text{ нм}</math></p> <p><math>n_1 = 1</math> (воздух)</p> <p><math>n_2 = 1,33</math> (вода)</p> <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> <p><math>\lambda_2 = ?</math></p>	<p>СИ:</p> <p><math>800 \cdot 10^{-9} \text{ м}</math></p>	<p>Решение:</p> $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2};$ $\lambda_2 = \frac{n_1 \cdot \lambda_1}{n_2}$ $\lambda_2 = \frac{1 \cdot 800 \cdot 10^{-9}}{1,33} = 601,5 \cdot 10^{-9} \text{ м}$			
<p>5. Решите задачи самостоятельно.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какова длина волны желтого света паров натрия в стекле с показателем преломления 1,56? Длина волны этого света в воздухе равна 589 нм.</li> <li>2. Длина волны, соответствующая красной линии спектра водорода, в вакууме равна 656,3 нм. Найдите длину волны этого же света в стекле, если коэффициент преломления стекла для данного света равен 1,6.</li> <li>3. На поверхность алмаза падает пучок красного света, длина волны которого 760 нм. Какова длина волны этого света в алмазе? Показатель преломления алмаза для красного света 2,42.</li> <li>4. Длина волны желтого света натрия в вакууме 589 нм, а в воде 442 нм. Каков показатель преломления воды для этого света?</li> <li>5. Длина волны, соответствующая голубой линии спектра водорода, в вакууме равна 500,3 нм. Найдите длину волны этого же света в стекле, если коэффициент преломления стекла для данного света равен 1,6.</li> <li>6. Длина волны фиолетового света натрия в вакууме 420 нм, а в спирте 308,8 нм. Каков показатель преломления спирта для этого света?</li> </ol>				

## БЛОК 6

### Тема урока: Интерференция света. Некоторые применения интерференции.

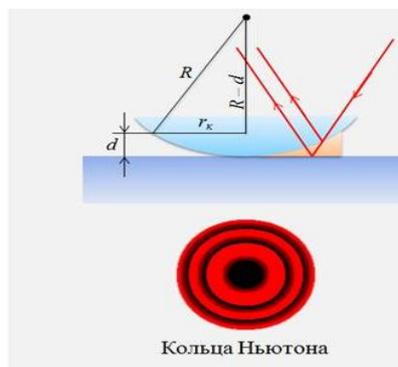
Задание	Материал для урока	Примечание
Изучите материал	<p>С давних пор существовало два взгляда на природу света. Одни ученые считали, что свет представляет собой <b>волну</b>, а другие рассматривали его как поток частиц (<b>корпускул</b>). И до начала XIX в. не было достаточно веских доказательств ни в пользу волновых, ни в пользу корпускулярных представлений.</p> <p>Однако все изменилось в 1802 году, когда английский ученый Томас Юнг поставил опыт по сложению пучков света от двух источников и получил на экране устойчивую картину <b>чередования максимумов и минимумов интенсивности света</b>. Полученную картину он назвал <b>интерференционной картиной</b> (от латинских слов <i>«интер»</i> — <i>взаимно</i>, между собой и <i>«фериио»</i> — <i>ударяю, поражаю</i>). Тем самым, показав, что <b>свет имеет волновую природу</b>, так как данное явление — <b>явление интерференции</b> — <b>присуще только волнам</b>.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="400 983 740 1337" style="text-align: center;">  <p>Томас Юнг</p> </div> <div data-bbox="810 983 1248 1364" style="text-align: center;">  <p>интерференционная картина (<i>inter</i> — взаимно, между собой; <i>ferio</i> — ударяю, поражаю.)</p> </div> </div> <p>Явление интерференции наблюдали многие ученые задолго до Юнга. Так, в середине 17 века простой опыт по интерференции наблюдал итальянский физик и астроном Франческо Мария Гримальди. Его опыт был достаточно прост. Он, как и Ньютон, закрылся в комнате, закрыл ставни на окнах и проделал в них два отверстия, тем самым получив два конуса световых лучей. Поместив экран в том месте, где эти конусы света пересеклись, он неожиданно обнаружил, что в некоторых местах освещенность экрана меньше, чем если бы его освещал только один конус света. Исходя из проделанного опыта, Гримальди заключил, что <b>«прибавление света к свету не всегда увеличивает освещенность»</b>.</p> <p>Следующим ученым, кто сделал важный шаг в исследовании интерференции, был Исаак Ньютон, исследовавший ее в тонких пленках. Естественно предположить, что количественные измерения в этой области трудны, так как</p>	

приходится измерять очень малые толщины (порядка одной тысячной миллиметра). Ньютон обходит трудность этого измерения замечательным и, в тоже время, простым приемом. На плоскую стеклянную пластину он кладет плоско-выпуклую линзу от объектива телескопа, выпуклой стороной вниз. При этом, между нижней — плоской, и верхней — выпуклой, поверхностями образуется очень тонкий слой воздуха, который и обнаруживает пёстрые яркие цвета — цветные кольца в белом свете, или же чередование темных и светлых колец в случае монохроматического света.

Объяснение кольцам Ньютона было дано в начале XIX века только на основе волновой теории света английским ученым Томасом Юнгом, который и ввел понятие «интерференция».



Исаак Ньютон



Согласно волновой теории света, эти кольца в отраженном свете возникают в результате того, что лучи света, отраженные от верхней и нижней поверхности воздушной прослойки, интерферируют друг с другом. Помимо этого, от толщины воздушной прослойки будет зависеть разность хода между этими двумя лучами. В частности, они могут либо усиливать друг друга, либо, наоборот, гасить. Поэтому, в первом случае наблюдается светлое кольцо, а во втором — темное. Юнг также смог объяснить и другие случаи интерференции в тонких пленках, а также проделал специальный опыт по интерференции света. Этот опыт, который проводил еще Гримальди, в настоящее время известен как опыт Юнга. Остановимся на нем более подробно.

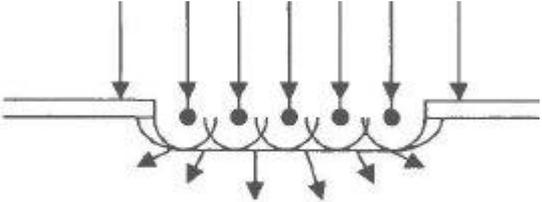
Юнг взял в качестве источника света ярко освещенную щель, от которой фронт волны падал на две другие узкие, равноудаленные щели, параллельные источнику. При этом, эти две щели становились источниками вторичных сферических когерентных волн — а это главное условие для наблюдения явления интерференции.

Напомним, что когерентными называются волны с одинаковой частотой, с постоянной разностью фаз, колебания векторов напряженности в которых

	<p><b>происходят в одной плоскости.</b></p> <p>В результате проделанного опыта Юнг получил не меняющуюся во времени картину, состоящую из чередующихся светлых и темных полос параллельных друг другу, названную им <b>интерференционной картиной.</b></p> <p>В настоящее время, под <b>интерференцией света</b> понимается явление сложения двух и более когерентных волн, приводящее к образованию в пространстве устойчивой картины чередующихся максимумов и минимумов интенсивности света</p>	
<p>Ответьте на вопросы</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему обычные источники света не излучают когерентные волны?</li> <li>2. Что такое интерференционная картина?</li> <li>3. Почему цвет одного и того же места поверхности мыльного пузыря непрерывно изменяется?</li> <li>4. При освещении двух тонких пленок из одинакового материала белым светом, падающим перпендикулярно к поверхности пленки, одна из них кажется красной, а другая – синей. Можно ли сказать какая из этих пленок толще?</li> <li>5. Тонкая пленка при освещении белым светом кажется зеленой в отраженном свете, если на нее смотреть по направлению перпендикуляра к ее поверхности. Что будет происходить с цветом пленки, если ее наклонить относительно световых лучей?</li> <li>6. Что такое просветление оптики? Какой должна быть толщина просветляющего покрытия?</li> </ol>	<p>Ответ на 6-ый вопрос найдете самостоятельно</p>

## БЛОК 7

Тема урока: Дифракция света. Дифракционная решетка.

Задание	Материал для урока	Примечание
Сделайте опорный конспект	<p><b>Дифракция света</b>- отклонение световых волн от прямолинейного распространения, огибание встречающихся препятствий.</p> <p>Качественно явление дифракции объясняется на основе <b>принципа Гюйгенса-Френеля</b>. Волновая поверхность в любой момент времени представляет собой не просто огибающую вторичных волн, а результат интерференции.</p> <p>На рис. 105 изображена плоская световая волна, падающая на непрозрачный экран с отверстием. За экраном фронт результирующей волны (огибающая всех вторичных волн) искривляется, в результате чего свет отклоняется от первоначального направления и попадает в область геометрической тени.</p>  <p>Рис. 105</p> <p>Законы геометрической оптики выполняются достаточно точно лишь в том случае, если размеры препятствий на пути распространения света много больше длины световой волны:</p> $L \gg \lambda.$ <p>Дифракция происходит в том случае, когда размеры препятствий соизмеримы с длиной волны: <math>L \sim \lambda</math>.</p> <p>Дифракционная картина, полученная на экране, расположенном за различными преградами, представляет собой результат интерференции: чередование светлых и темных полос (для монохроматического света) и разноцветных полос (для белого света).</p>	

**Дифракционная решетка** - оптический прибор, представляющий собой совокупность большого числа очень узких щелей, разделенных непрозрачными промежутками. Число штрихов у хороших дифракционных решеток доходит до нескольких тысяч на 1 мм.

Если ширина прозрачной щели (или отражающих полос)  $a$ , а ширина непрозрачных промежутков (или рассеивающих свет полос)  $b$ , то величина  $d = a + b$  называется *периодом решетки*.

Пусть на решетку падает плоская монохроматическая волна длиной  $\lambda$  (рис. 106.). Вторичные волны за дифракционной решеткой распространяются по всем направлениям. Найдем условие, при котором вторичные волны усиливают друг друга.

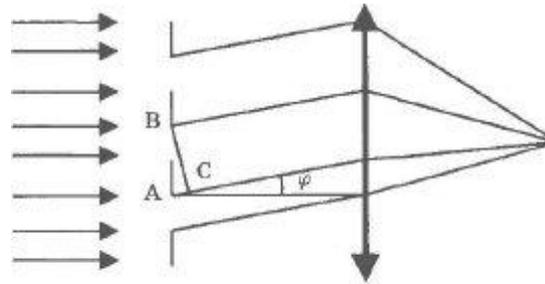


Рис. 106

Рассмотрим волны, идущие под углом  $\varphi$ . Разность хода между волнами от краев соседних щелей равна длине отрезка AC. В треугольнике ACB катет  $|AC| = |AB| \sin \varphi = d \sin \varphi$ . Максимум будет наблюдаться, если  $|AC| = k\lambda$ , то есть

$$d \sin \varphi = k\lambda, \text{ где } k = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

При выполнении этого условия усилят друг друга волны, идущие от всех других точек щелей.

Ответьте на вопросы?

1. Почему дифракцию звука можно наблюдать более отчетливо, чем дифракцию света?
2. Как изменится картина дифракционного спектра при удалении экрана от решетки?
3. Почему частицы размером менее 0,3 мкм в оптическом микроскопе не видны?

<p>Рассмотрите пример решения задач</p>	<p>1. Дифракционная решетка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найдите длину волны монохроматического света в спектре первого порядка, падающего на дифракционную решетку под углом <math>4^\circ</math>.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <b>Дано:</b>  <math>d = \frac{1 \text{ мм}}{120}</math>   <math>k = 1</math>   <math>\varphi = 4^\circ</math> <hr/> <math>\lambda = ?</math> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <b>СИ</b>  <math>\frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{120}</math> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <b>Решение:</b>  <math>d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda</math>   <math>\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}</math>  <math>\lambda = \frac{1 \cdot 10^{-3} \sin 4^\circ}{1} = \frac{10^{-3} \cdot 0,07}{120} = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}</math> </td> </tr> </table> <hr/> <p>2. Определите угол отклонения лучей зеленого света (<math>\lambda = 0,55 \text{ мкм}</math>) в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решетки, период которой равен <math>0,02 \text{ мм}</math>.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <b>Дано:</b>  <math>\lambda = 0,55 \text{ мкм}</math>   <math>k = 1</math>   <math>d = 0,02 \text{ мм}</math> <hr/> <math>\varphi = ?</math> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <b>СИ</b>  <math>0,55 \cdot 10^{-6} \text{ м}</math>   <math>0,02 \cdot 10^{-3} \text{ м}</math> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> <b>Решение:</b>  <math>d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda</math>  <math>\sin \varphi = \frac{k \cdot \lambda}{d}</math>  <math>\sin \varphi = \frac{1 \cdot 0,55 \cdot 10^{-6}}{0,02 \cdot 10^{-3}} = 0,0275</math>  <math>\varphi = 1,5^\circ</math> (по таблице) </td> </tr> </table>	<b>Дано:</b> $d = \frac{1 \text{ мм}}{120}$  $k = 1$  $\varphi = 4^\circ$ <hr/> $\lambda = ?$	<b>СИ</b> $\frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{120}$	<b>Решение:</b> $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$  $\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}$ $\lambda = \frac{1 \cdot 10^{-3} \sin 4^\circ}{1} = \frac{10^{-3} \cdot 0,07}{120} = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$	<b>Дано:</b> $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$  $k = 1$  $d = 0,02 \text{ мм}$ <hr/> $\varphi = ?$	<b>СИ</b> $0,55 \cdot 10^{-6} \text{ м}$  $0,02 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	<b>Решение:</b> $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$ $\sin \varphi = \frac{k \cdot \lambda}{d}$ $\sin \varphi = \frac{1 \cdot 0,55 \cdot 10^{-6}}{0,02 \cdot 10^{-3}} = 0,0275$ $\varphi = 1,5^\circ$ (по таблице)	
<b>Дано:</b> $d = \frac{1 \text{ мм}}{120}$  $k = 1$  $\varphi = 4^\circ$ <hr/> $\lambda = ?$	<b>СИ</b> $\frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{120}$	<b>Решение:</b> $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$  $\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k}$ $\lambda = \frac{1 \cdot 10^{-3} \sin 4^\circ}{1} = \frac{10^{-3} \cdot 0,07}{120} = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$						
<b>Дано:</b> $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$  $k = 1$  $d = 0,02 \text{ мм}$ <hr/> $\varphi = ?$	<b>СИ</b> $0,55 \cdot 10^{-6} \text{ м}$  $0,02 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	<b>Решение:</b> $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$ $\sin \varphi = \frac{k \cdot \lambda}{d}$ $\sin \varphi = \frac{1 \cdot 0,55 \cdot 10^{-6}}{0,02 \cdot 10^{-3}} = 0,0275$ $\varphi = 1,5^\circ$ (по таблице)						
<p>Решите задачи самостоятельно</p>	<p>1. Определите постоянную дифракционной решетки, если при ее освещении светом с длиной волны <math>656 \text{ нм}</math> второй спектр виден под углом <math>15^\circ</math>.</p> <p>2. Дифракционная решетка имеет 50 штрихов на миллиметр. Под какими углами видны максимумы первого и второго порядков монохроматического излучения с длиной волны <math>400 \text{ нм}</math>?</p>							