

Методическая разработка урока по физике на тему «Дисперсия света»



Подготовила
преподаватель физики
Кваскова Валентина
Владимировна

Пояснительная записка

- Урок по теме «Дисперсия света» проходит следующим образом:
- Учебная группа делится на команды:
- I команда – «Историки». Члены этой команды изучают историю открытия и изучения явления дифракции света.
- II команда – «Теоретики». Учащиеся входящие в эту команду изучают теоретический материал по данной теме.
- III команда – «Математики». Их целью является изложение нового материала с использованием формул.
- IV команда – «Художники». Они должны объяснить многообразие цветов в природе основываясь на том что «никаких цветов в природе нет, есть только разные длины волн».
- V команда – «Практики». Изучают вопросы проявления дисперсии в природе.
- Учащиеся каждой команды за 2-3 недели заранее получают задания и готовятся к уроку.
- В конце урока учащиеся самостоятельно делают выводы.
- Закрепление материала происходит с использованием метода «Мозговой штурм».

Тема урока: Дисперсия света

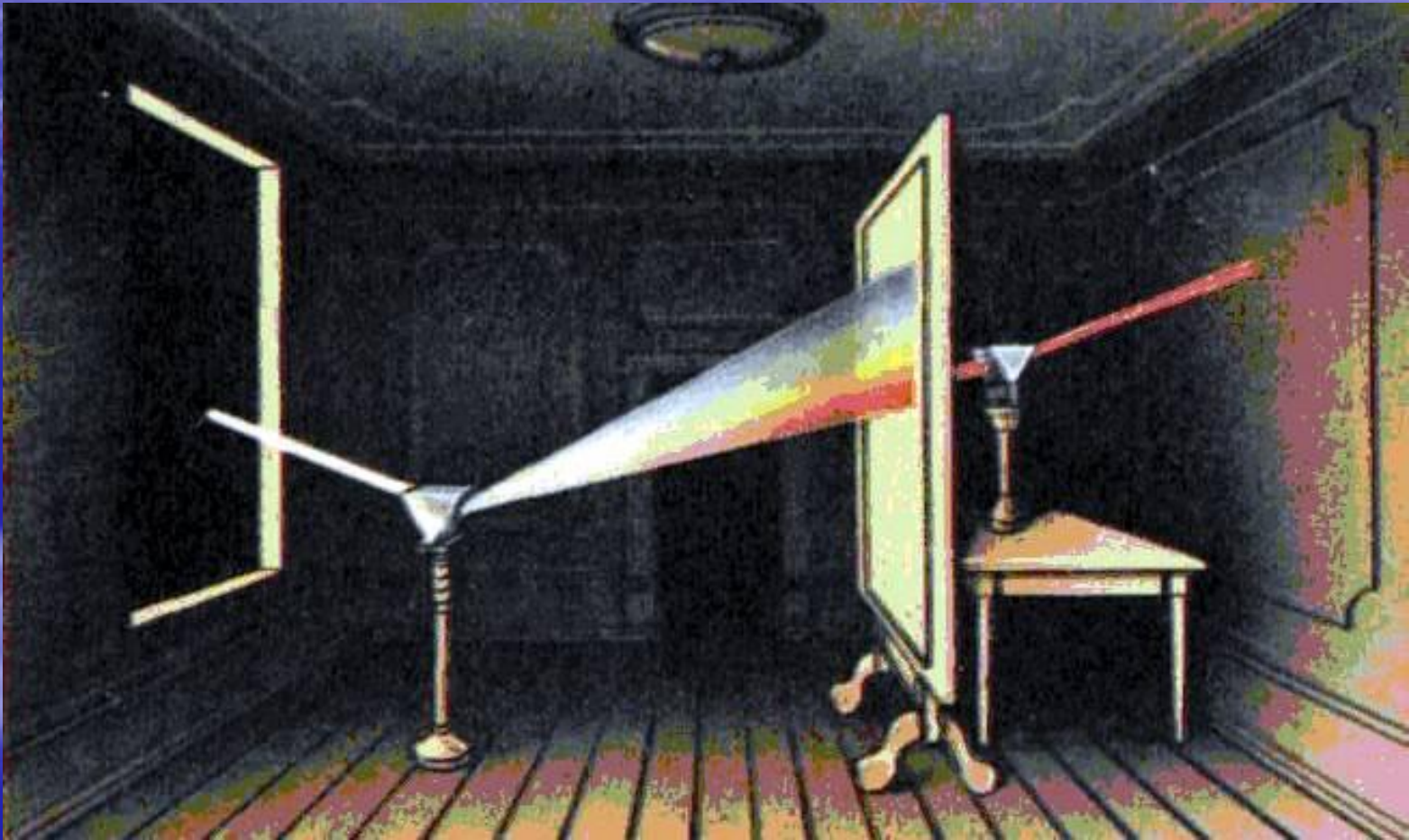
Цель урока: Добиться понимания учащимися явления дисперсии света и синтеза монохроматических лучей всех цветов. Показать причину зависимости скорости распространения света в веществе от его цвета. Объяснить, что показатель преломления зависит от скорости света в веществе и это является причиной дисперсии. Показать единство материального мира и роль наблюдения в познании.

Оборудование: проекционный аппарат, трехгранная призма, экран.

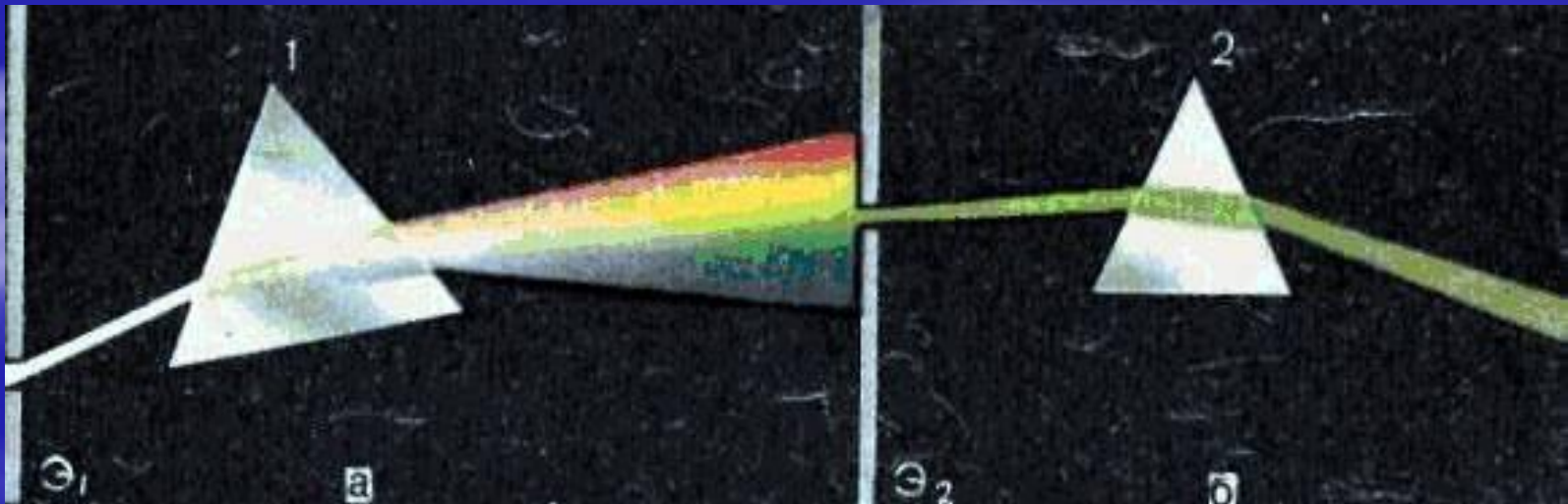
Изложение нового материала

- На сегодняшнем уроке мы познакомимся с очень интересным явлением дисперсией света. Это явление было открыто И.Ньютоном в 1666 г. Историю открытия и изучения этого явления изучала наша группа «историки». Предоставляем им слово.
- **1 учащийся:** Занимаясь усовершенствованием телескопов, Ньютон обратил внимание на то, что изображение, даваемое объективом, по краям окрашено. Он заинтересовался этим и первый «исследовал разнообразие световых лучей и проистекающие отсюда особенности цветов, каких до того никто даже не подозревал» (слова из надписи на могиле Ньютона). Радужную окраску изображения, даваемого линзой, наблюдали, конечно, и до него. Было замечено также, что радужные края имеют предметы, рассматриваемые через призму. Пучок световых лучей, прошедших через призму, окрашивается по краям.
- Основной опыт Ньютона был гениально прост. Ньютон догадался направить на призму световой пучок малого поперечного сечения. Пучок солнечного света проходил в затемненную, комнату через маленькое отверстие в ставне. Падая на стеклянную призму, он преломлялся и давал на противоположной стене удлиненное изображение с радужным чередованием цветов. Следуя многовековой традиции, согласно которой радуга считалась состоящей из семи основных цветов, Ньютон тоже выделил семь цветов: фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый и красный. Саму радужную полоску Ньютон назвал спектром.

Опыт Ньютона



- **2 учащийся.** Закрыв отверстие красным стеклом, Ньютон наблюдал на стене только красное пятно, закрыв синим стеклом, он наблюдал синее пятно и т. д. Отсюда следовало, что не призма окрашивает белый, свет, как предполагалось раньше. Призма не изменяет свет, а лишь разлагает его на составные части. Белый свет имеет сложную структуру. Из него можно выделить пучки различных цветов, и лишь совместное их действие вызывает у нас впечатление белого цвета. В самом деле, если с помощью второй призмы, повернутой на 180° относительно первой, собрать все пучки спектра, то опять получится белый свет.
- Выделив же какую-либо часть спектра, например зеленую, и заставив свет пройти еще через одну призму, мы уже не получим дальнейшего изменения окраски.
- А вот как сам Ньютон писал о своем открытии Секретарю «Лондонского Королевского общества»:



- **З учащийся:** «Сэр, - Дабы выполнить мое последнее обещание вам, я без лишних подробностей сообщу вам, что в начале 1666 года (в какое время я занимался шлифовкой стекол иных форм, чем сферические) я достал треугольную призму, чтобы с нею произвести знаменитое явление цветов. Для этого, затемнив комнату и проделав небольшую дыру в оконных ставнях для пропускания солнечного света, я поместил мою призму там, где входил свет, так что он мог преломляться к противоположной стене. Сначала зрелище живых и ярких красок, получавшихся при этом, доставляло мне приятное удовольствие, пятно света на стене будет круглым.
- Пока что он был известен им как изобретатель зеркального телескопа. Но не телескоп был целью его трудов. Ньютон был даже несколько удивлен тем, что его прибор имел такой успех. Он не придавал ему большого значения, хоть и потратил на него уйму времени и сил. Гораздо сильнее его занимали теоретические вопросы оптики.
- Он вернулся к столу. Обмакнул перо. Его послание к Ольденбургу растянулось на несколько десятков страниц. Это была «Новая теория света и цветов» - первый законченный мемуар Ньютона на латинском языке.

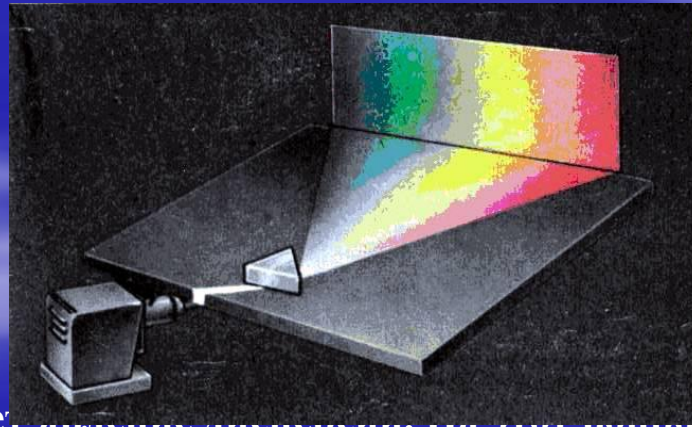
Анатомия света

- **4 учащийся:** Уже из этих первых строк ясно, о чем идет речь. «Знаменитое явление» - это дисперсия света при прохождении через трехгранную призму. Оно было действительно знаменитым: все покупали в оптических лавках эти призмы и любовались радужным спектром.
- Помнится, еще в детстве мы заучили волшебную фразу, помогающую запомнить порядок цветов спектра - от красного до фиолетового: «Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидит Фазан».
- Но почему, в самом деле, белый, лишенный окраски луч, преломившись, расходится вертикальным веером и становится разноцветным? Ньютон поставил на пути цветного луча экран - кусок картона с отверстием - и выделил красную часть спектра. Она оставалась красной, что бы он с ней ни делал - пропускал через подкрашенную воду, преломлял через другую призму. И то же происходило с другими частями спектра: ни один цвет, если его исследовали отдельно, больше не менялся. Но когда Ньютон поместил впереди первой призмы еще одну и сквозь нее прошли лучи всех цветов, оттуда вышел белый бесцветный луч.

- Правда, о разложении света знал еще Галилей. Однако Ньютон на этом не остановился. Он пропустил свет через три призмы: две были совмещены, так что получился параллелепипед, а третья стояла отдельно. На стене вновь появился спектр. Экспериментатор медленно вращал параллелепипед, следя за цветным зайчиком на стене. Когда грани параллелепипеда заблестели, нижняя часть спектра на стене стала бледнеть. Сначала исчез фиолетовый цвет, потом синий.
- Ньютон продолжал вращение, и цвета бледнели и исчезали один за другим по порядку, в котором они располагались в спектре; последним пропал красный. Он догадался, что, отражая свет от граней, он постепенно отнимал лучи, обладающие большей степенью преломляемости. Так выглядела эта оригинальная «анатомия солнечного света» - как назвал призматические опыты Ньютона французский философ Фонтенель. И Ньютон сделал из них вывод - новый и неожиданный.
- Белый цвет, только кажется однородным: на самом деле он представляет собою смесь простых неразложимых цветов - красного, желтого и других. Когда мы пропускаем солнечный луч через призму, мы разлагаем его на составные части. Происходит это оттого, что лучи различных цветов, преломляются по-разному: больше всего фиолетовый, меньше всего красный.
- Таким образом было открыто это явление. Так что же такое дисперсия?
- На этот вопрос дадут нам ответ учащиеся группы «Теоретики».

- **1 учащийся:** Ньютон пришел к выводу, что белый свет имеет сложную структуру, т. е. белый свет содержит электромагнитные волны различных частот.
- Второй важный вывод Ньютона заключается в том, что свет различного цвета характеризуется разными показателями преломления в данной среде. Это означает, что абсолютный показатель преломления n для фиолетового цвета больше, чем для красного. Зависимость показателя преломления света от его цвета Ньютон назвал дисперсией (от латинского слова *dispersio* - разбрасываю).
- *Дисперсия света - это зависимость скорости света в веществе от частоты, проходящего света.*
- Различным скоростям распространения волн соответствуют разные абсолютные показатели преломления среды. Поэтому можно утверждать, что *дисперсия света - зависимость абсолютного показателя преломления, от частоты, световой волны.*
- Из опытов Ньютона следует, что абсолютный показатель преломления возрастает с увеличением частоты света. Учитывая, что длина волны обратно пропорциональна частоте, можно утверждать, что абсолютный показатель преломления уменьшается с увеличением длины световой волны.

- **2 учащийся:** Сплошной спектр белого цвета Ньютон условно разделил на семь различных цветов: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Для лучшего запоминания последовательности этих цветов можно воспользоваться словосочетанием: Каждый Охотник Желает Знать Где Сидит Фазан.
- Дисперсию, при которой показатель преломления увеличивается при увеличении частоты, называют нормальной.
- Причиной дисперсии является то, что показатель преломления зависит от скорости света в веществе. Поэтому в одной и той же среде красный свет имеет большую скорость, чем фиолетовый. В вакууме скорость лучей разного цвета одинакова.
- Совокупность длин волн, составляющих данное световое излучение, называют спектром. Простейший опытно сложению (синтезу) цветов состоит в быстром вращении круга Ньютона с секторами, окрашенными в цвета спектра.
- А теперь мы предлагаем каждому наблюдать это явление при помощи стеклянных пластинок со скошенными гранями проекционного аппарата. Учащиеся наблюдают явление дисперсии.



- О чем свидетельствует явление дисперсии. На этот вопрос попросим ответить «Математиков».

- **1 учащийся:** Белый свет имеет сложный состав. Но это не ново. При изучении явления дифракции было установлено, что длины волн и их частоты различны для каждого цвета. Явление дисперсии свидетельствует о том, что фазовые скорости волн, входящих в состав белого света, в стекле различны. Действительно, непосредственно из опыта вытекает, что для показателей преломления справедливо следующее неравенство:
- $n_k < n_o < n_{ж} < n_z < n_{г} < n_c < n_{ф}$.
- По показатель преломления равен отношению скорости света в воздухе к фазовой скорости в стекле. Поэтому показатели преломления цветных пучков можно выразить через их фазовые скорости:
- Подставив найденные значения показателей преломления в предыдущее неравенство, получим:

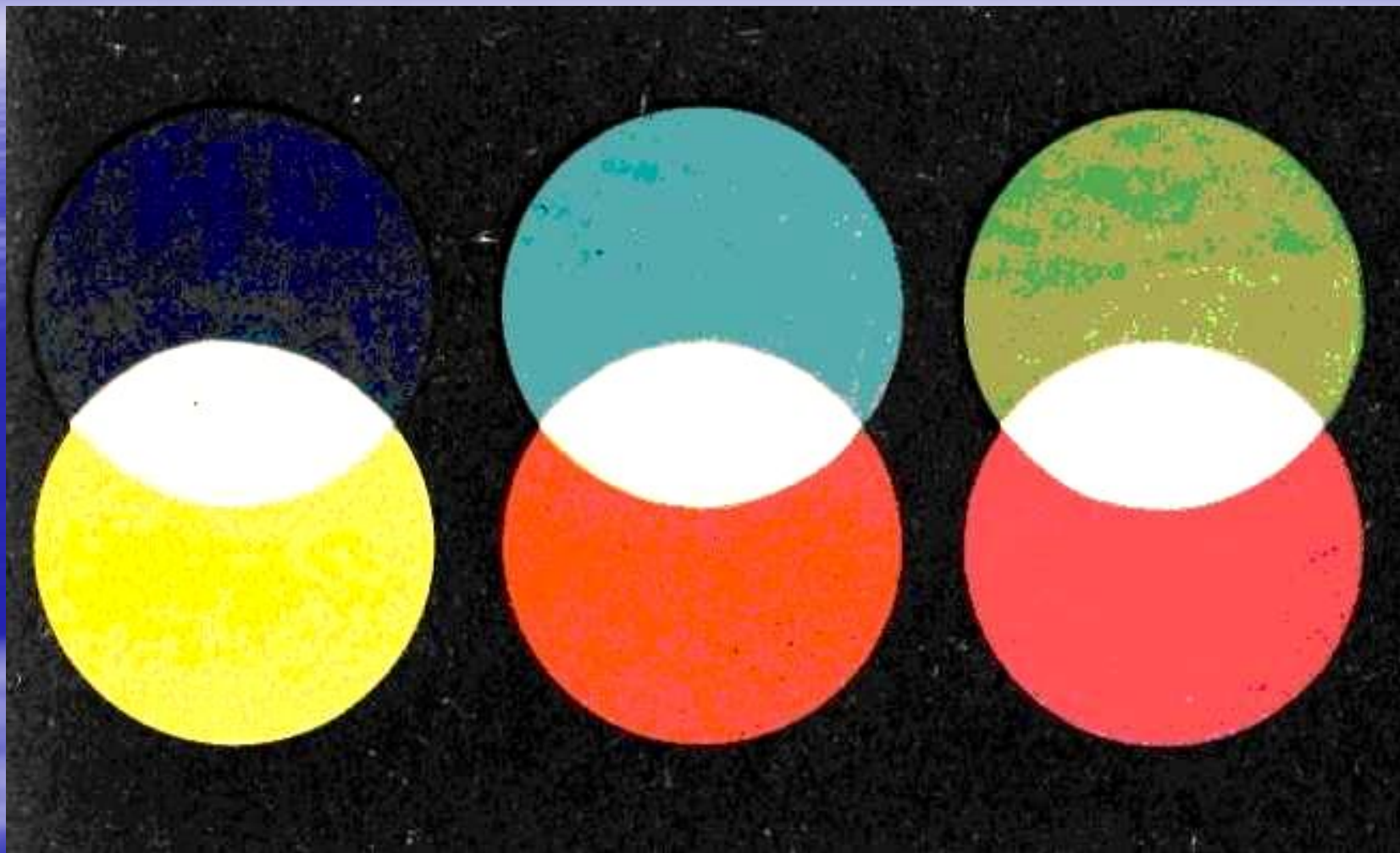
$$\frac{c}{v_k} < \frac{c}{v_o} < \frac{c}{v_{ж}} < \dots < \frac{c}{v_{ф}}, \text{ или } v_k > v_o > v_{ж} > \dots > v_{ф}$$

- **2 учащийся:** Таким образом, ил явления дисперсии следует, что волны, входящие в состав белого света, в веществе распространяются с различными скоростями: с наибольшей скоростью распространяются волны, которые мы воспринимаем как красный свет, и с наименьшей - волны, воспринимаемые нами как фиолетовый свет. Но восприятие цвета зависит от длины волны, а следовательно, и от частоты колебаний. Следовательно, фазовая скорость распространения световых волн зависит от их частоты.
- Объединяя сказанное о дисперсии света, можно дать следующее определение:
- Дисперсией волн называют зависимость их фазовой скорости в среде от частоты.
- Зависимость фазовой скорости волн от их частоты приводит к тому, что на границе с дисперсирующей средой белый свет разлагается на составляющие его волны.
- Почему тела, окружающие нас, имеют различные цвета? Снег белый, небо голубое, трава зеленая? На этот вопрос нам отвечают наши «Художники».
- **1 учащийся:** Зная, что белый свет имеет сложную структуру, можно объяснить удивительное многообразие красок в природе. Если предмет, например лист бумаги, отражает все падающие на него лучи различных цветов, то он будет казаться белым. Покрывая бумагу слоем красной краски, мы не создаем при этом света нового цвета, но задерживаем на листе некоторую часть имеющегося. Отражаться теперь будут только красные лучи, остальные же поглотятся слоем краски. Трава и листья деревьев кажутся нам зелеными потому, что из всех падающих на них солнечных лучей они отражают лишь зеленые, поглощая остальные. Если посмотреть на траву через красное стекло, пропускающее лишь красные лучи, то она будет казаться почти черной.

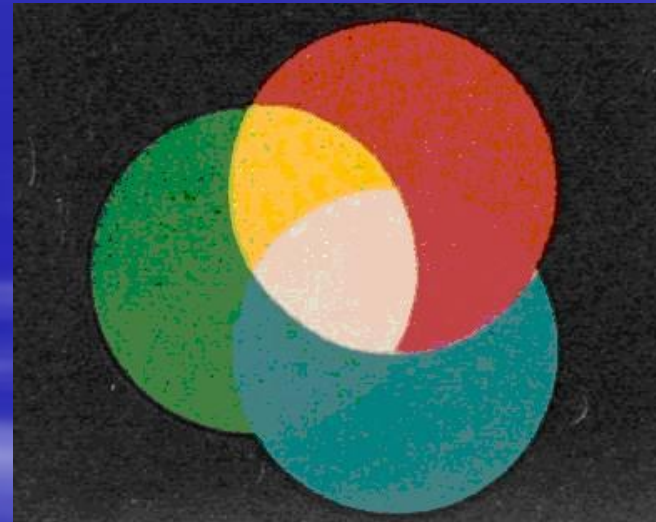
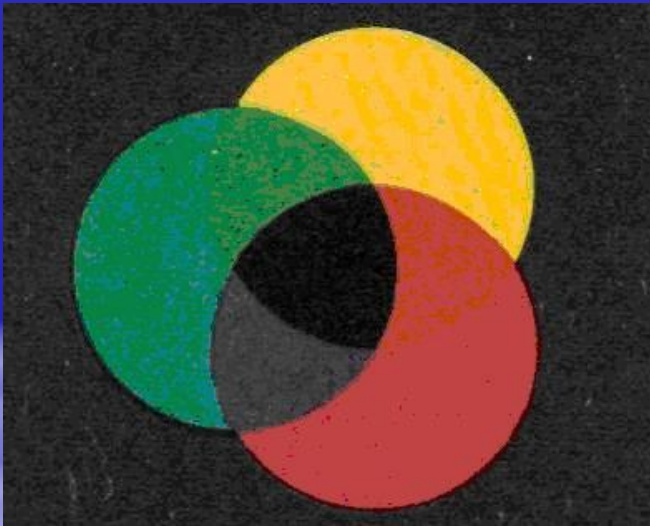
- **2 учащийся:** Поскольку белый свет является составным, то есть представляет собой совокупность различных цветов, окраска предметов может возникать по двум причинам:
- 1) исключение какого-либо цвета (или цветов) из состава белого света при поглощении веществом световых волн с определенной длиной волны. В результате отраженный от вещества или преломленный им свет приобретает окраску. Например, зеленый цвет листьев растений обусловлен тем, что входящий в их состав хлорофилл поглощает в основном красные лучи. Все другие цвета спектра лист отражает, но белый свет после исключения из его состава красного цвета воспринимается глазом как зеленый;
- 2) разделение цветов в пучке белого света из-за того, что волны с разной длиной волны преломляются или рассеиваются веществом по-разному, а также в результате интерференции или дифракции. Например, вследствие того, что волны с разной длиной волны преломляются по-разному, пучок белого света после преломления в призме разлагается в цветной спектр; при интерференции лучей, отраженных двумя поверхностями тонкой пленки, возникает радужная окраска (мыльные пузыри, крылья насекомых); из-за того, что волны с разной длиной волны по-разному рассеиваются на скоплениях молекул в воздухе, возникает голубой цвет неба. Радуга также объясняется разделением цветов при преломлении света капельками воды.
- А теперь поговорим о таком интересном явлении как сложение цветов.

Сложение цветов

- **1 учащийся:** Если получить два спектра, то можно наблюдать следующее: при наложении красного цвета на желтый получится оранжевый $K + Ж = О$
- Перемещая один спектр относительно другого, можно складывать друг с другом любые спектральные цвета и получать различные сложные цвета. Желтый цвет, например, получается при сложении оранжевого цвета с зеленым; красный цвет при сложении с синим и фиолетовым цветами образуют пурпурный цвет с красивыми оттенками: розовым, малиновым, сиреневым, багрово-красным.
- Существуют спектральные цветные пары, которые при сложении дают белый цвет. Цвета, дающие при сложении белый цвет, называют дополнительными, так как они дополняют друг друга до белого цвета.
- Особое значение для цветового зрения имеет сложение трех спектральных цветов: *красного, зеленого и синего*. Эти цвета принято называть основными в спектре. Ни один из этих основных цветов нельзя получить комбинацией других цветов. При сложении этих трех основных цветов можно получить белый цвет. Кроме того, в зависимости от того, в какой пропорции складываются эти три цвета, можно получать самые разнообразные цвета и цветовые оттенки.
- На сложении красного, зеленого и синего цветов основаны цветное кино, цветная фотография, цветное телевидение и цветная печать.



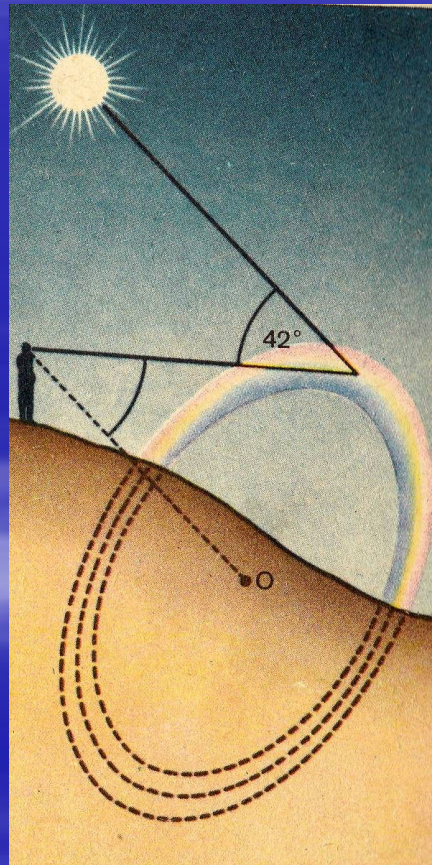
- **2 учащийся:** Необходимо уяснить себе разницу между смешением красок и сложением спектральных цветов. При сложении трех основных спектральных цветов - красного, зеленого и синего - получается белый цвет. Смешение основных красок - красной, желтой и синей - дает краску черного цвета. Складывая желтый и синий спектральные цвета, мы получаем белый цвет, так как эти цвета дополнительные. Однако, смешивая желтую и синюю краски, мы получаем зеленую краску. Объясняется это тем, что желтая краска отражает (рассеивает) только смесь желтого и зеленого света, все другие цвета ею поглощаются. Синяя краска отражает свет только синего и зеленого цвета свет других цветов поглощает. При смешивании желтой краски с синей получается краска зеленого цвета, так как отражается только свет зеленого цвета.



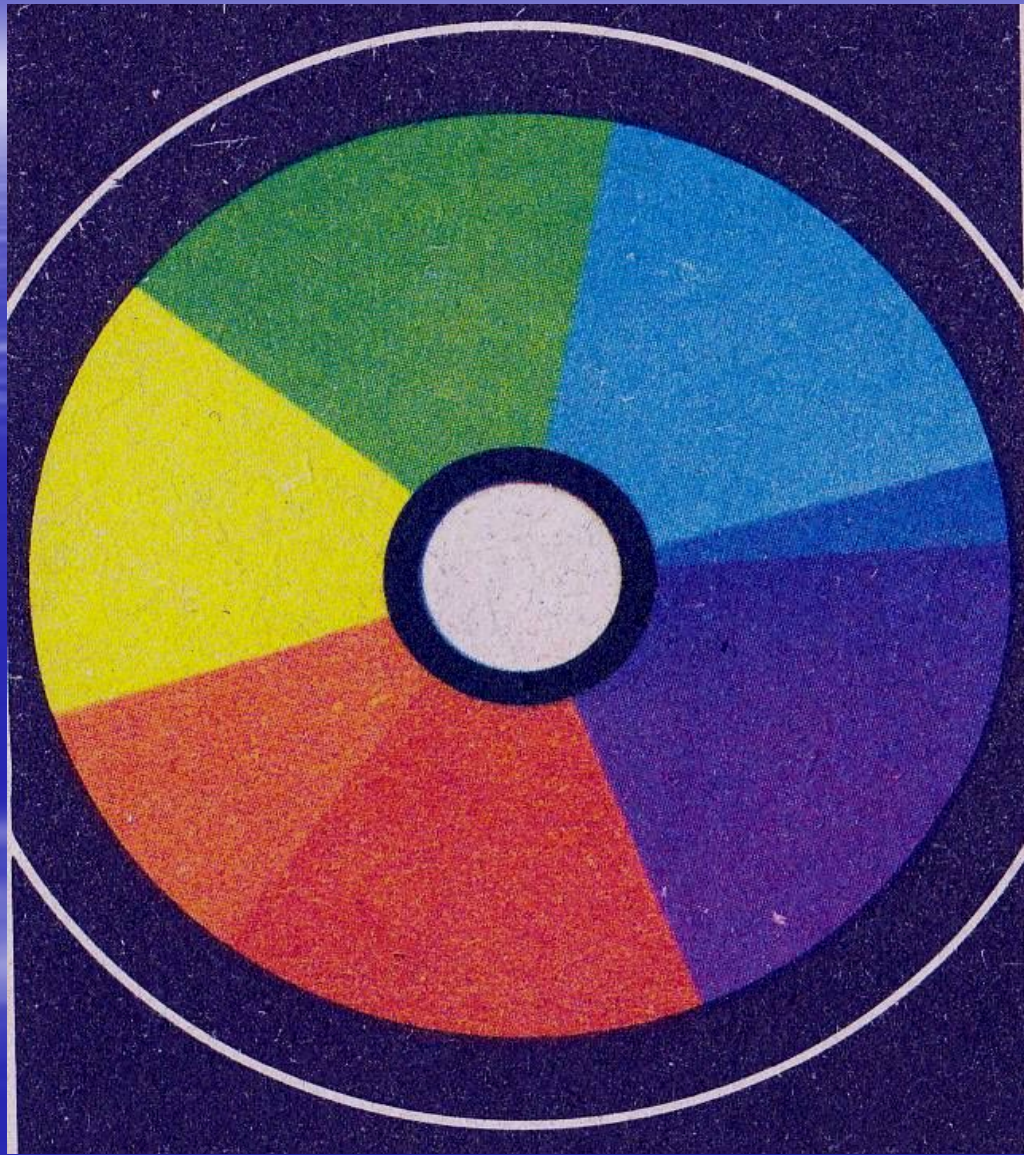
- А теперь поговорим о проявлении явления дисперсии. Слово предоставляем «Практикам».

- **1 учащийся:** Открытие явления разложения белого света на цвета при преломлении позволило объяснить образование радуги и других подобных метеорологических явлений. Преломление света в водяных капельках или ледяных кристалликах, плавающих в атмосфере, сопровождается благодаря дисперсии в воде или льде разложением солнечного света. Рассчитывая направление преломления лучей в случае сферических водяных капель, мы получаем картину распределения цветных дуг, точно соответствующую наблюдаемым в радуге. Аналогично, рассмотрение преломления света в кристалликах льда позволяет объяснить явления кругов вокруг Солнца и Луны в морозное время года, образование так называемых ложных солнц и т. д.
- **2 учащийся:** Поговорим подробнее о радуге.
- Радуга есть не что иное, как непрерывный спектр солнечного света, образованный разложением света в каплях дождя как в призмах. Из дождевых капель под разными углами преломления выходят широкие разноцветные световые пучки.
- Наблюдатель, находясь вне зоны дождя, видит над горизонтом радугу в зоне дождя в виде разноцветных дуговых полос на фоне дождевых облаков, освещаемых Солнцем на расстоянии обычно от 1 до 2 км. Верхняя полоса радуги - красная - находится не выше 42° над горизонтом, нижняя же полоса - фиолетовая, а между ними располагаются все остальные участки спектра. В это время Солнце стоит невысоко над горизонтом за спиной наблюдателя, а центр радуги - под горизонтом.

- Чем выше Солнце над горизонтом, тем меньшую часть радуги мы видим над горизонтом. Когда Солнце поднимается выше 43° над горизонтом, тогда радуга не видна, а в летний полдень она никогда не видна.
- Если подняться высоко над земной поверхностью, то можно увидеть все радужное кольцо.
- При солнечном освещении радугу можно наблюдать иногда в брызгах водопада, фонтана, при работе поливочной машины. Удаётся видеть радугу на росе, покрывающей траву, - это так называемая *росная радуга*.



- **3 учащийся:** Опыт показывает, что *цвет тела, освещаемого белым светом, зависит от того, свей, какого цвета это тело рассеивает.* Если тело равномерно рассеивает все составные части белого света, то при обычном освещении оно кажется белым, например писчая бумага. Если тело, например сажа, поглощает весь падающий на него свет, То оно кажется черным.
- Различные тела не только неодинаково рассеивают свет различной цветности, но также неодинаково и пропускают свет сквозь себя. Поэтому, когда мы рассматриваем прозрачные тела на просвет, то они кажутся нам различно окрашенными. Если тело, например, пропускает свет синего цвета, то оно нам кажется синим. Такие прозрачные тела называют *светофильтрами.*
- Практики продолжают свой рассказ.
- **4 учащийся:** А теперь остановимся более подробно на круге Ньютона. Можно изготовить картонный круг с цветными секторами разного углового размера: красный – 510, оранжевый – 330, желтый – 550, зеленый – 670, голубой - 680, синий – 100, фиолетовый – 760. если укрепить такой круг на центробежной машине и привести в быстрое вращение, то цвета сольются почти в белый цвет. Такой опыт впервые был осуществлен Ньютоном как доказательство сложности белого цвета.
- Вот так он выглядит:



- А теперь настало время подвести итоги изучения новой темы. Для конспекта учащихся каждая группа должна подвести итог своей выполненной работы: 1-2 предложения, в которых можно выразить все то, что они нам сейчас рассказали.
- 1. Явление дисперсии было открыто в 1666 году И.Ньютоном и исследовано им.
- 2. Дисперсия света – это зависимость скорости света в веществе от частоты проходящего света, или другими словами. Дисперсия света - зависимость преломления света от его цвета.
- 3. Дисперсия света – зависимость абсолютного показателя преломления от частоты световой волны.

$$n = \frac{c}{v}$$

- Абсолютный показатель преломления уменьшается с увеличением длины световой волны, т.к.

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

- 4. Многообразие красок в природе можно объяснить исходя из того, что белый свет имеет сложную структуру, все составляющие его цвета – простыми. Они могут преломляться, но не могут разлагаться.
- 5. Радуга, круги вокруг Солнца, Лунбы – все это проявление дисперсии.
- И последняя часть нашего урока – это «мозговой штурм». К слову дисперсия нужно подобрать и объяснить термины, о которых мы сегодня говорили, все то, что ассоциируется у вас с этим понятием.

Мозговой штурм

- **Показатель преломления** – постоянная величина равная отношению скоростей света в средах на границе между которыми происходит преломление.
- **Скорость света в вакууме** – $C = 3 \cdot 10^8$ м/с
- одинакова
- **«Дисперсия»** - перевод с латинского разбрасываю
- **Призма** – устройство, которое преломляет свет
- **Радуга** – спектр солнечного света
- **Цвет спектра** – к, о, ж, з, г, с, ф.
- **Белый свет** – сложный свет
- **Телескоп** – Ньютон усовершенствовал его и открыл явление дисперсии
- **Дополнительные цвета** – при сложении этих цветов получается белый свет
- 1666 г - год открытия дисперсии
- **И. Ньютон** – открыл явление дисперсии
- **Круг Ньютона** – круг с различными цветами при вращении дает белый свет
- **Длина, волны, частота** – физические величины
- **Синтез** – получение белого света из спектра
- **Число «7»** - число цветов в спектре
- **Веер** – устройство, которое можно разложить, а потом сложить подобно белому свету.



- **Физика** – удивительная наука, и нужно шаг за шагом познавать ее.
- Надеюсь, что сегодняшний наш урок был для вас интересным, познавательным.

Учитесь! Творите! Думайте!