

УДК 535.3

## АРИФМЕТИКА ЦВЕТНЫХ ЛУЧЕЙ

Петерс Е. А., ученик 7 класса МБОУ «Лицей №23»

Петерс Е. В., к. арх., доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Совсем недавно мы радовались зимним каникулам. Зима – удивительное время года. Если весна, лето и осень отличаются буйством красок и многообразием оттенков, основной цвет зимой – белый. Зима кажется монохромной. Но так ли это на самом деле? Мы видим окружающий мир только потому, что существует свет, и человек способен его воспринимать. В сетчатке глаза человека располагаются рецепторы, способные реагировать на световое излучение. Благодаря им у человека и возникают цветовые ощущения. Значительную часть информации об окружающем мире мы воспринимаем благодаря зрению. Но как именно это происходит? Глаз человека – не самый точный прибор. Кроме того, полученную глазом информацию «обрабатывает» наш мозг. Значит наше восприятие обманчиво, а многое из того, что мы видим, не такое, как кажется. Каждый раз, когда мы видим белый свет, в нем присутствуют все цвета спектра. На самом деле получается, что наш мозг обманывается, нам кажется, что мы видим белый свет. Эта иллюзия возникает, когда мы видим смесь определенных цветов и оттенков. Цветовые комбинации синего с желтым и красного с бирюзовым дают нам ощущение белого цвета. Интересно, могут ли другие сочетания цветов создавать иллюзию белого? Нужно разобраться! Проведем несколько опытов.

**Цель – исследовать луч света и познакомиться с его свойствами.**

Определяет его цвет, воспринимаемый человеком. В случае монохроматического света соответствие между длиной волны света и его цветом становится взаимно однозначным (приложение 1).[6] Разные цвета предметов объясняются их свойствами по-разному отражать, пропускать и поглощать свет. Белый свет – сложный. Он состоит из целой гаммы цветных лучей. Одни поверхности пропускают или отражают все лучи спектра белого света, другие – только часть, а третьи почти ничего не пропускают и не отражают. Например, белая бумага отражает все падающие на нее лучи. Черная бумага поглощает лучи света и вовсе ничего не отражает. А зеленое стекло хорошо пропускает зеленые лучи, хуже голубые и желтые и почти совсем не пропускает остальные лучи спектра. Лучи, прошедшие сквозь стекло, действуют на наш глаз, и мы видим зеленый свет.

Мы уже узнали, что белый цвет – это смесь цветов, которые составляют так называемый видимый спектр. Есть несколько способов разделить белый свет на составляющие. Вот один из них. Проведение эксперимента возможно только в ясный солнечный день. Противень с водой положим на стол около

окна, так, чтобы на него падал солнечный свет. Возьмем одной рукой лист бумаги и подержим его перед зеркалом. Вторая рука двигает зеркало. Будем изменять положение зеркала и бумаги, пока на ней не появится разноцветная радуга. Если зеркало слегка потрясти, на белой бумаге появятся искрящиеся разноцветные огоньки.

Почему это происходит? Вода от верхнего слоя до поверхности зеркала выполняет функцию призмы. Призма преломляет проходящие через нее лучи света так, что свет разбивается на разные цвета – спектр. Свет распространяется волнами. У них есть гребни – максимумы, и впадины – минимумы. Расстояние от одного максимума до другого называется длиной волны. Пучок белого света содержит лучи света с разными длинами волн. Каждая длина волны соответствует определенному цвету. У красного цвета самые длинные волны. Дальше идут оранжевый, желтый, зеленый, голубой и синий цвета. У фиолетового цвета самые короткие волны. Когда белый свет отражается в зеркале через воду, он разлагается на составляющие его цвета. Они расходятся и образуют картинку из параллельных цветных полос, называемую спектром. Когда вода плещется, направление света изменяется, и возникают цветные огоньки. [1]. Явление разложения белого света в спектр Исаак Ньютона назвал дисперсией.

Заполним стакан водой приблизительно на треть и поставим его на книги так, чтобы часть дна немного выходила за край и висела в воздухе. Поставим фонарик под свешивающейся частью стакана и закрепим его в этом положении. Погасим свет в комнате и включим фонарик. На потолке мы увидим радугу. Луч фонарика падает на заполненный водой стакан под небольшим углом. В результате белый свет раскладывается на составляющие компоненты. Соседствующие друг с другом цвета продолжают свой путь по расходящимся траекториям и, попав на потолок, дают спектр. [4]

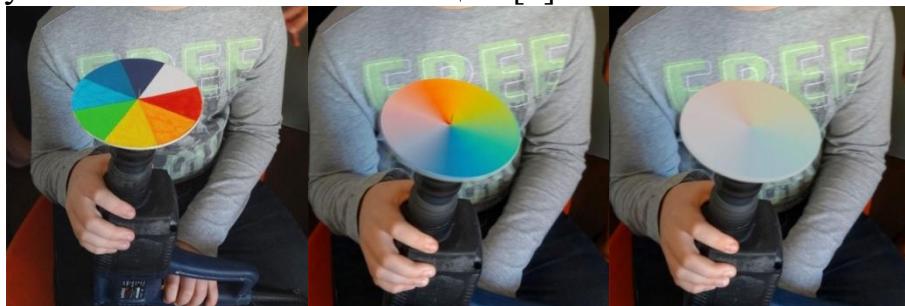
Для опыта «Смешение цветов» мы из белого картона сделали волчки. В первом волчке мы разделили секторы. Чередуя, мы покрасили секторы в синий и желтый цвета. Если мы запустим волчок, синий и желтый цвета перемешаются и сольются. При вращении мы увидим зеленый цвет.



Кружок второго волчка мы разделили на восемь частей. Семь из них раскрасили соответствующим цветам радуги, а восьмой сектор оставил белым. При запуске волчка, мы увидим, что он стал почти белым.

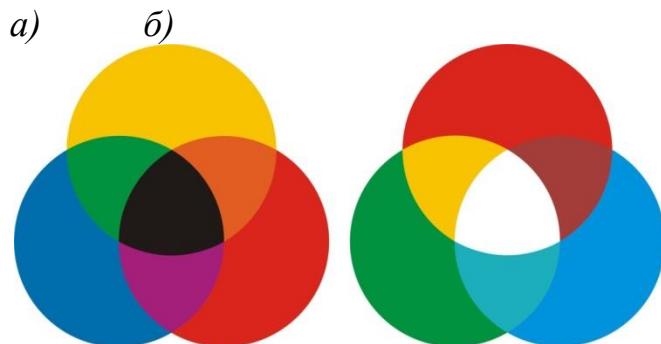
Чтобы точнее подогнать цвет волчка к белому, можно воспользоваться восьмым сектором. Он служит для настройки. Например, если волчок при вращении кажется розоватым, настроечный сектор нужно слегка окрасить в зеленый (т.е. противоположный розовому) цвет. Если крутящийся волчок кажется

зеленоватым, настроечный сектор делают розовым, если голубоватым – в оранжевый, если желтым – в сиреневый. Т.е. изменяя окраску восьмого сектора, можно получить почти чистый белый цвет[2].



Белый цвет можно получить не только сложением 7 цветов. В 1807 г. английский физик Т. Юнг заметил, что белый цвет можно получить сложением трех спектральных цветов – красного, зеленого и синего. В результате оптического сложения этих лучей получится белый цвет. В зависимости от того, в каких пропорциях складывать эти цвета можно получить разные цвета и оттенки. Но красный, зеленый и синий цвета получить смещением нельзя. Поэтому эти три цвета были названы основными. На их сложении основаны цветное кино и телевидение, цветная фотография.

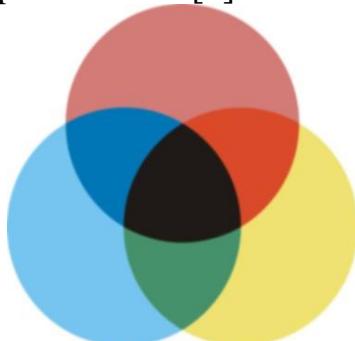
Механическое смещение цветов происходит на палитре. Основными красками являются малиновая (красная), желтая и голубая (синяя). При смещении они дают черный цвет. Складывая желтый и голубой спектральных цвета (луча), мы получим белый цвет, т. к. эти цвета дополнительные. Но сливая желтую и голубую краски, мы получаем зеленую. Значит оптическое и механическое сложение цветов не совпадают.



Сложение цвета:  
а – механическое;  
б – оптическое

Помимо основных спектральных цветов, в природе существует множество различных цветов и оттенков. Как же они получаются? Новые цвета можно получать двумя способами: «сложением» и «вычитанием». Для сложения цветов возьмем три фонарика. На стекло прикрепим диски красного, синего и зеленого цветов (их можно вырезать из прозрачных пластиковых папок). На белую стену направим свет фонариков так, чтобы все три световых круга попадали в одно место на стене. Окрашенные лучи фонариков перекрылись, а их цвета сложились и дали более светлый цвет. При определенных комбинациях цветов мы как бы «видим» белый цвет. «Сложение цветов» используют в театре. По краю рампы располагается ряд прожекторов. Они цветные, но расположены в определенной последовательности. Когда прожекторы включены,

они вместе дают белый свет. Попробуем получить цвета способом «вычитания». Сложим три стекла – желтое, синее и красное так, чтобы они частично находили друг на друга, и пропустим через них свет. Желтое стекло пропустит красные, оранжевые и зеленые, но поглотит фиолетовые и синие. Синее стекло поглотит из света, прошедшего через желтое стекло, красные, оранжевые и желтые лучи. Значит, через два стекла пройдут только зеленые лучи. Их поглотит красное стекло. Т.е. сложенные вместе три стекла совсем не пропустят свет – мы увидим черное пятно. [7]

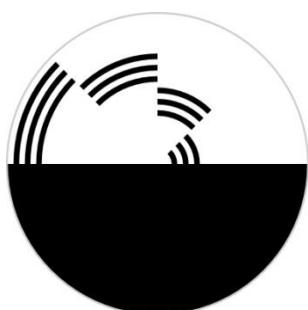


Мозг человека работает не так быстро, как хотелось бы. Когда мы смотрим на быстро сменяющие друг друга кадры, мозг не воспринимает каждый из них как отдельное изображение, а смешивает их. Несспособность мозга достаточно быстро «обновлять» изображение, называется «инерцией зрительного восприятия». Мы используем ее в нашем эксперименте.



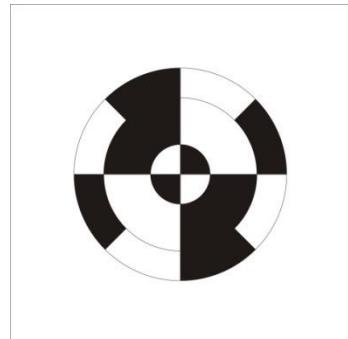
Сделаем из плотного картона круг, разделенный на секторы красного, синего и зеленого цвета. При помощи шуруповерта приведем диск во вращение. Когда диск вращается медленно, мы видим отдельные цвета. Но при достижении определенной скорости вращения мозг уже не может их разделить, и цвета сливаются в один, который принимается мозгом за белый (или, точнее, за оттенок светло-серого).

Если смешивать цвета на палитре, например, синий и желтый – получится зеленый. А если смотреть на вращающийся диск с черно-белым узором? Изготовим из картона диск с рисунком. Он должен лежать ровно и вращаться плавно. Если мы поднесем диск к яркому свету и начнем вращать, возникнет иллюзия цвета. Это называется «диск Бэнхэма». Впервые он был сделан 100 лет назад! Если вращать диск с определенной скоростью, то сочетание белого и черного будут воздействовать на сетчатку глаза. Ученые считают,



что таким образом диск посыпает глазу «сообщение», похожее на «сообщение» о цвете. Мозг получает «сообщение», закодированное во вращающемся черно-белом узоре, и понимает его неправильно – будто оно поступило от цветной картинки. В результате мы видим цвет там, где его нет. [4]

Для восприятия разных цветов человеку требуется разное время. Проверим это на практике. Возьмем картонку со стороной 8 см. Начертим в середине круг диаметром 5 см. Закрасим некоторые элементы черным. Во время вращения картинки появляются различные цветовые комбинации. При изменении скорости вращения, меняются и цвета. Почему это происходит? Незакрашенные части



круга отражают свет, а черные – нет. Мы знаем, что свет – это вид энергии. Он содержит много цветов, и у каждого цвета свой запас энергии. Чем ее больше, тем быстрее движется световая волна. Для того, чтобы глаз воспринял эти волны и передал сигнал мозгу, требуется некоторое время. Цвета, появляющиеся на незакрашенных участках при вращении картонки, успевают передать мозгу сигнал о своем появлении, до того как появится черный участок[1].

В результате проведенных исследований мы изучили природу светового луча и познакомились с его свойствами, провели научные эксперименты со сложением, вычитанием цветов и получением цветового спектра, рассмотрели особенности восприятия цвета человеком. Свет имеет огромное значение для человека. Он является не только необходимым условием, но и средой, с помощью которой мы можем видеть. Благодаря интенсивности, и тому, как он распределается и отражается, свет создает специфические условия, которые влияют на наше восприятие. Световые явления оказывают психологическое и эмоциональное воздействие на человека, создают настроение. Правильное освещение и цвет позволяют эффективно работать, чувствовать себя комфортно и безопасно. «Цвет способен на все: он может успокоить и возбудить, он может создать гармонию или вызвать потрясение, от него можно ждать чудес, но он может вызвать и катастрофу» – писал французский ученый Жак Вьено.

### Список литературы

1. Ван Клив, Дж. 200 экспериментов. – М.: АСТ-Пресс, 1995. 256 с.
2. Гальперштейн, Л. Я. Здравствуй, физика. – М.: Книга по требованию, 2012. 208 с.
3. Гальперштейн, Л. Я. Забавная физика. – М.: Детская литература, 1993. 255 с.
4. ДиСпекцио, Майкл. Занимательные опыты. Электричество и магнетизм. Свет и звук. – М.: АСТ, Астрель, 2006. 320 с.
5. Майоров, А.Н. Физика для любознательных, или о чем не узнаешь на уроке. – М. :Академия Развития, 1999. 176 с.
6. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%82>
7. <http://uchifiziku.ru/2010/06/03/arifmetika-cvetnyx-luchej/>