

## Гюнтер Тараба

### ЗЕЛЕНый ЦВЕТ В ДИСПЕРСИОННОМ СПЕКТРЕ КАК СКРЕЩЕНИЕ ПУТЕЙ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Перевод с немецкого - А. Демидов

#### СОДЕРЖАНИЕ:

- [Предварительные замечания](#)
1. [Описание проблемы.](#)
2. [Объяснение появления дисперсионного спектра.](#)
3. [Критика противоположной версии.](#)
4. [Расчет положения точки  \$R\_3\$ .](#)
5. [Экспериментальная проверка вычисленных предварительно величин.](#)
6. [Оценка погрешностей.](#)
7. [Выводы по результатам опытов.](#)
8. [Зеленый в дисперсионном спектре - выявляется или создается заново?](#)
9. [Является ли дисперсионный спектр зримым выражением двух противоположных научных путей?](#)
10. [Свет и спектральные цвета с точки зрения школьной физики.](#)
11. [Исследовательский путь гётеанизма.](#)
  - [Путь традиционного гётеанизма.](#)
  - [Прафеномен возникновения цветов по Гёте.](#)
  - [Критическое рассмотрение высказываний Рудольфа Штейнера о физических цветах.](#)
  - [Современный гетеанизм как гетеанистически оплодотворенное, расширенное естествознание.](#)
  - [Второй путь как современный гетеанизм.](#)
12. [Возникновение физических цветов с точки зрения гетеанизма.](#)
13. [Чем является зеленый цвет в дисперсионном спектре - исходным пунктом для столкновения научных мнений или точкой скрещения путей в естествознании?](#)
14. [Резюме и перспектива.](#)
15. [Список литературы.](#)

#### Предварительные замечания

После того, как много лет тому назад я со всей ясностью осознал, что зеленый цвет в дисперсионном спектре появляется только там, где накладываются друг на друга желтый и голубой, центральным вопросом для меня стало: позволяют ли научные воззрения заключить компромисс между "школьной физикой" и гетеанизмом? Я все снова и снова должен утверждать, что связанные со спектральными цветами явления, на которые указывают гетеанисты, могут быть объяснены с помощью

теории "школьной физики". Я считаю, что если мы хотим побиться к ясности, необходимо прежде всего выполнение двух кажущихся совсем простыми условий эксперимента:

1. Для эксперимента можно использовать только параллельный и гомогенный свет. Оборудуя эксперимент, я достигаю этого благодаря тому, что располагаю источник света (фонарь направленного действия) на расстоянии нескольких метров от призмы. С помощью двух дополнительных бленд, которые лишь немного шире основной бленды расположенной перед призмой, которые расположены на пути лучей на отрезке лампа-призма я избирательно получаю узкий пучок света. Именно с ним и проводится эксперимент. Любой оптически плотный объект, помещенный на пути лучей на отрезке лампа-призма может полностью исказить и обесценить результат эксперимента.

2. Входной поток света должен падать на первую плоскость призмы строго перпендикулярно. Тем самым мы препятствуем возникновению спектральных цветов в самой призме.

При выполнении этих условий сохраняются ошеломляюще простые геометрические соотношения, которые без проблем могут быть математически интерпретированы, причем так, что такая интерпретация будет понятна даже некомпетентному заинтересованному человеку.

Благодаря этим опытам я убедился в том, что с помощью проекторов и т.п. можно устраивать перед публикой очень впечатляющие красочные демонстрации, которые, однако не раскрывают взаимосвязей по существу.

Перспективные ответы на вопрос о зеленом цвете в дисперсионном спектре можно получить только в том случае, если рассматривать явления в узких рамках эксперимента и при обязательном соблюдении условия об использовании параллельного и гомогенного света.

В этом духе возникла предлагаемая работа и в этом смысле подлежит она критической проверке.

Гюнтер Тараба,  
Ганновер, май 2000

## **1. Описание проблемы**

Несмотря на впечатляющий успех достигнутый современным доминирующим повсюду естествознанием, успех как в теоретической, так и, судя по результатам, в практической областях, имеют место осторожные попытки представителей альтернативного образа мыслей расставить приоритеты иначе, пробудить новые предпосылки для мышления. В один ряд с таким альтернативным образом мыслей можно поставить и гетеанизм.

Одной из специальных проблем, мнения относительно которой кардинально расходятся, является проблема возникновения зеленого цвета в дисперсионном спектре. Мы хотели бы кратко описать суть этих разногласий. Для этого мы рассматриваем суть явления, которое можно увидеть на экране, находящемся за призмой, через которую проходит белый свет (например, солнечный). Ширина пучка света, проходящего через призму, регулируется щелью бленды, находящейся перед призмой. В зависимости от условий эксперимента, на экране на определенном удалении от призмы появляется цветная полоса, в средней части которой наблюдается зеленый цвет. В смысле "школьной физики" этот зеленый цвет в этом дисперсионном спектре является одним из спектральных цветов, который, как и все остальные цвета, по крайней мере потенциально содержится в белом свете.

Зеленому цвету приписывается определенная длина волны  $\lambda_1$ , которая удовлетворяет следующим условиям:

$$\lambda_{\text{желтый}} > \lambda_{\text{зеленый}} > \lambda_{\text{синий}}$$

Школьная физика постулирует: при непрерывном уменьшении длины волны от красного до фиолетового коэффициент преломления непрерывно увеличивается по мере укорачивания долины волны. Гётеанизм высказывает прямо противоположный тезис: зеленый цвет в дисперсионном спектре появляется там, где происходит наложение спектральных цветов желтого и синего. Следствия, вытекающие из этого тезиса, носят принципиальный характер. Эти следствия представляют собой ту точку, в которой исследовательские пути расходятся. Почему?

Гетеанистическое объяснение возникновения зеленого цвета в терминах школьной физики звучало бы следующим образом:

- коэффициент преломления для зеленого цвета определить нельзя
- зеленый цвет в дисперсионном спектре есть смешанный цвет с различными длинами волн
- длины волн от красного до фиолетового уменьшаются не непрерывно
- различным длинам волн может соответствовать один и тот же коэффициент преломления
- непрерывное изменение длин волн в общем электромагнитном спектре в случае зеленого цвета претерпевает разрыв

Даже эти незначительные факты позволяют сделать вывод, что в случае зеленого цвета в дисперсионном спектре мы имеем дело с центральным противоречием между школьной физикой и гетеанизмом.

В последующем изложении мы хотели попытаться найти решение, примиряющее противоречащие друг другу мнения.

## **2. Объяснения возникновения дисперсионного спектра**

Сравнение двух объяснений возникновения дисперсионного спектра - одно в духе школьной физики, другое - в духе гетеанизма, можно провести наилучшим образом, если мы будем наблюдать за спектром в процессе его становления. Идеальным случаем для школьной физики было бы существование светового луча нулевой толщины. Такой луч, предположительно, проходит сквозь призму. Если за призмой расположить в подходящем месте экран, можно было бы увидеть полный дисперсионный спектр (рис.1)

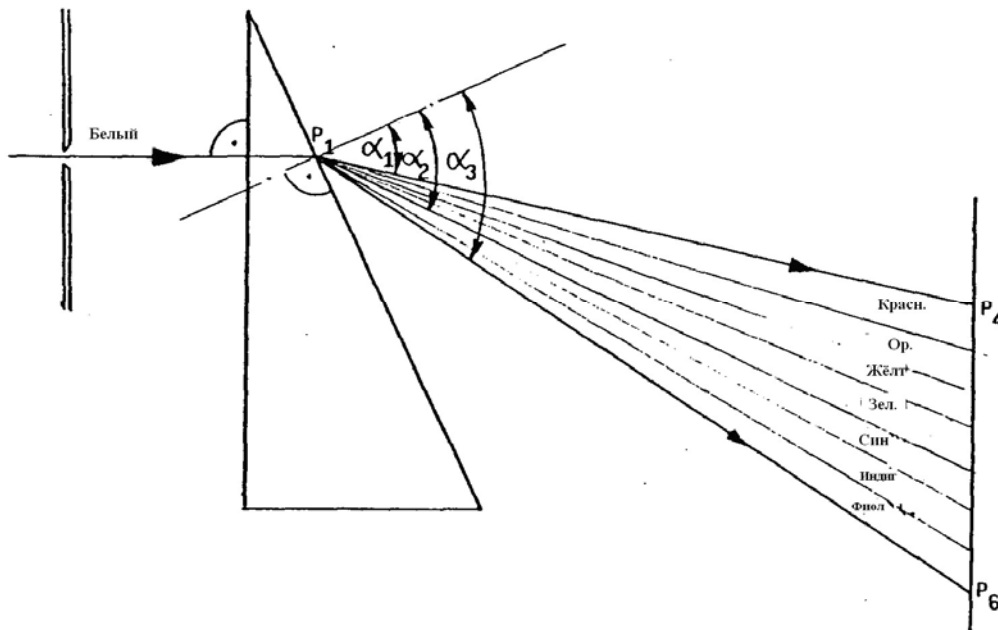


Рис. 1 Дисперсионный спектр по Ньютону  
(луч света нулевой толщины)

- $\alpha_1$  = угол преломления верхнего края красного
- $\alpha_2$  = угол преломления нижнего края желтого
- $\alpha_3$  = угол преломления нижнего края фиолетового

Причину здесь видят в том, что свет разной окраски содержится в той или иной форме в белом свете. Благодаря призме они распадаются на отдельные световые части. Для нашего исследования не так уж важно, разделяет ли призма это цветовые части, как это предполагал Ньютон, или действует как анализатор Фурье - в современном смысле. В обоих случаях цвета, по всей вероятности, уже должны были бы содержаться в белом свете, а призма должна была бы служить для их разделения.

Если соединить цветные части снова, на экране должен был бы появиться белый свет.

Но так как на практике невозможно иметь дело с лучом нулевой толщины, перед призмой ставят бленду определенной ширины (рис. 2)

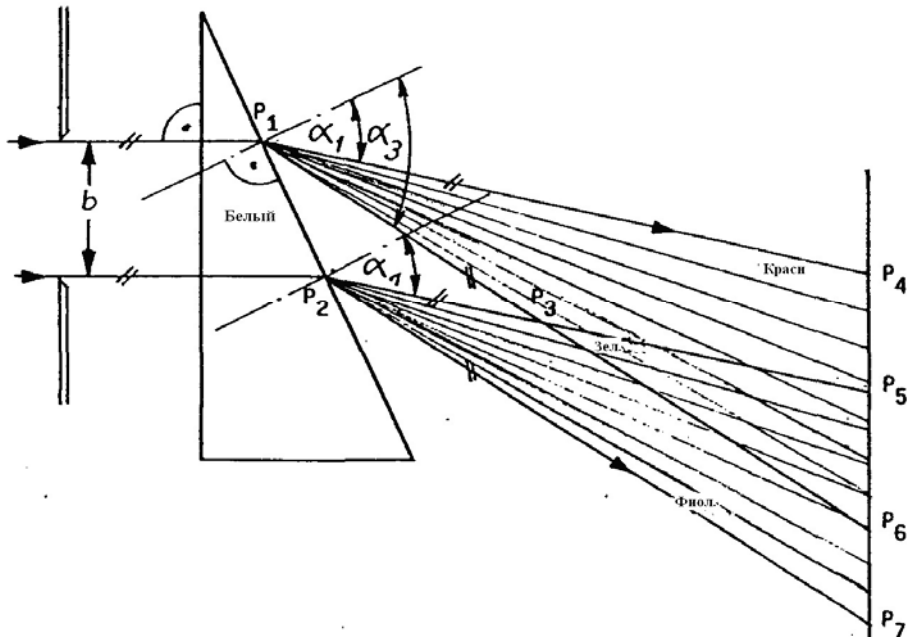


Рис. 2 Дисперсионный спектр по Ньютону (явления на широкой щели)

За призмой не появляются многочисленные цветные лучи света; появляется цветной пучок света, по ширине близкий к ширине к щели бленды. Так, например, красный цвет луча  $P_1 P_4$  из рис.1 образует цветовую полосу  $P_1 P_4 P_5 P_2$ . Свет рассматриваемых световых полос должен был бы иметь, следовательно, для каждой цветной полосы свою специфическую, единую длину волны. Непосредственно за призмой возникает спектр, где все цветные полосы накладываются. Согласно теории мы видим этот сектор белым. За этим сектором цветные опять накладываются. В какой форме это происходит – определяется шириной бленды. Идеальное расслоение достигается при конечной ширине бленды только на бесконечном удалении, тогда как в случае луча нулевой толщины оно достигается сразу. *(На бесконечном удалении конечная ширина луча пренебрежительно мала, можно условно считать, что луч имеет нулевую толщину как в первом случае - примеч. перев.)* Вот почему в школьных учебниках физики может появиться такая фраза: "Цвета выступают тем яснее, чем более удаленную от призмы плоскость лучей мы наблюдаем" ([1\\*](#)). (То есть чем дальше от призмы расположен экран). В смысле гетеанизма при исследовании дисперсионного спектра всегда исходят от широкой щели бленды (рис.3)

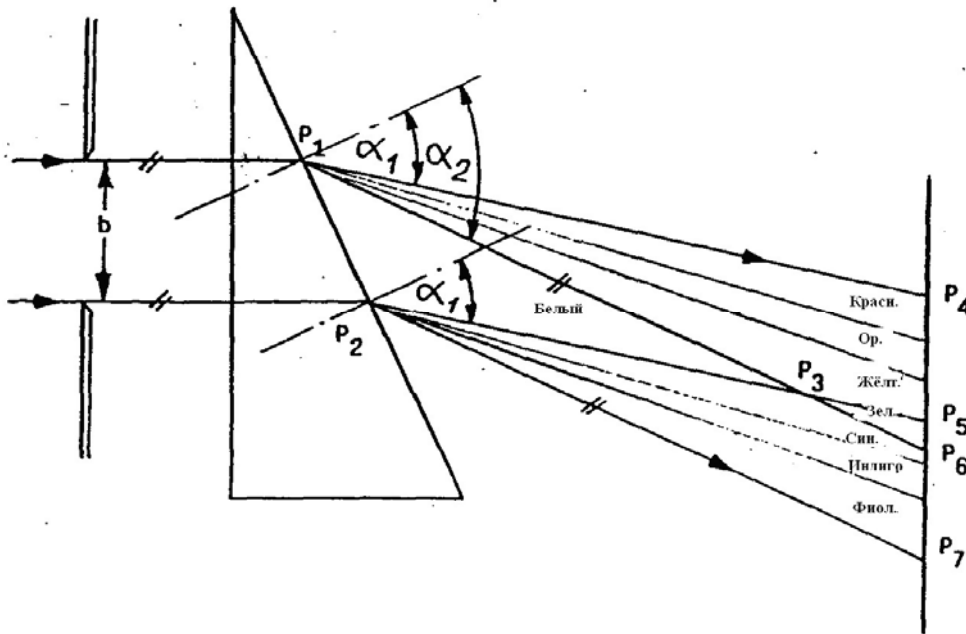


Рис. 3 Дисперсионный спектр по Гёте

По Гёте за призмой образуются два краевых спектра, которые от точки своего возникновения являются спектрально чистыми.

Эти краевые спектры для последователей гетеанизма являются первичным феноменом. Там, где желтый цвет верхнего краевого спектра наслаивается на синий цвет нижнего краевого спектра, в зоне их перекрытия - возникает чистый спектральный цвет – зеленый.

Предполагая, что в экспериментах используется параллельный свет, мы делаем следующие выводы:

- непрерывная спектральная полоса может появиться только в одном месте за призмой;
- количество цветов с увеличением расстояния от призмы сокращается;
- с увеличением расстояния от призмы доминирующими цветами становятся красный, зеленый и фиолетовый, причем между красным и зеленым всегда появляется сектор с цветом, не поддающимся определению .

### 3. Критическая проверка противоположных высказываний

Мы хотим попытаться найти точку приложения, в которой можно было бы подвергнуть объективной проверке эти противоположные мнения. В качестве базиса при этом должны служить следующие утверждения:

- за призмой всегда образуется белый треугольник из точек  $P_1 P_2 P_3$  ;
- верхний край спектра проходит параллельно прямой  $P_2 P_3$  ; нижний край спектра проходит параллельно прямой  $P_1 P_3$  ;
- линия  $P_1 P_4$  образует верхнюю границу цветовой плоскости. Следовательно,

угол преломления  $\alpha_1$  остается одинаковым во всех рассматриваемых случаях. Его можно вычислить с помощью коэффициента преломления  $n_c$ ;

- линия  $P_2 P_3$  образует нижнюю границу световой плоскости. В смысле школьной физики угол преломления  $\alpha_3$  можно определить с помощью коэффициента преломления  $n_h$ ;
- в смысле гетеанизма краевой спектр является спектрально чистым. Это означает, что в соответствие с гетеанистическими представлениями линия  $P_2 P_3$  образует нижнюю границу желтого цветового сектора и, соответственно, образует нижнюю границу краевого спектра, который расположен ближе всего к преломляющему углу призмы.

Из рис.3 видно, что отрезок  $P_3 P_6$  являющийся продолжением нижнего края желтого сегмента, образует в тоже самое время нижнюю границу зеленого светового сегмента. Для определения угла  $\alpha_2$  мы используем угол преломления для точки  $P_6$  в спектре. Появляющемуся в этой точке зеленому приписывается длина волны  $\lambda = 500\text{нм}$ . Коэффициент преломления для этой длины волны нам неизвестен. Однако в непосредственной близости располагается спектральная линия  $F'$ , для которой коэффициент преломления  $n_f'$  известен. При использовании  $n_f'$  можно достаточно точно определить угол  $\alpha_2$ .

- так как  $P_1 P_4$  параллельно  $P_2 P_5$  и  $P_1 P_3$  параллельны  $P_2 P_7$ , можно определить величины углов для обоих краевых спектров;
- апертурный открытый угол краевого спектра определенный в соответствие с теоретическими основами школьной физики отличается от того же угла, вычисленного по принципам гетеанизма;
- эти различные значения апертурного угла краевого спектра обуславливают и то, что точка  $P_3$  оказывается на разных расстояниях от призмы (*имеется в виду положение  $P_3$ , вычисленное в соответствии с разными принципами - примеч. перев.*);
- в любом случае с точки  $P_3$  начинает появляться непрерывная цветная полоса .

Исходя из вышеназванных критериев возникает много возможностей для сравнения описанных спектров. Различие в положении точки  $P_3$  мы считаем наиболее характерным и с гарантией поддающимся измерению. Поэтому в наших дальнейших исследованиях мы хотим сконцентрировать внимание главным образом на сравнении вычисленных в соответствие с различными принципами положений точки  $P_3$ . Прежде чем детально заняться этой точкой мы хотим дополнительно установить еще целый ряд условий, которые необходимо соблюдать при исследовании:

- при экспериментах необходимо использовать параллельный свет;
- щель бленды при проведении сравнения должна оставаться неизменной, для того, чтобы расстояние  $P_1 P_1$  не менялось ;
- свет должен падать на первую грань призмы строго перпендикулярно, тем самым мы препятствуем образованию цветной каймы внутри самой призмы;
- угол преломления призмы не должен быть больше пограничного угла полного

отражения;

- сорт стекла призмы должен быть известен, чтобы соответствующие параметры можно было использовать при расчетах.

При соблюдении этих предварительных условий мы можем определить, в каком месте должна находиться точка  $P_3$ , рассчитанная по принципам школьной физики и по принципам гетеанизма. Экспериментальная проверка вычислений может свидетельствовать о том, какое из противоположных мнений соответствует действительности.

#### 4. Расчет положения точки $P_3$

Расчет положения точки  $P_3$  должен осуществляться на основе рис.4. Для того, чтобы сделать возможным точное определение этой точки, примем точку  $P_2$  за нулевую точку отсчета прямоугольной декартовой системы координат.

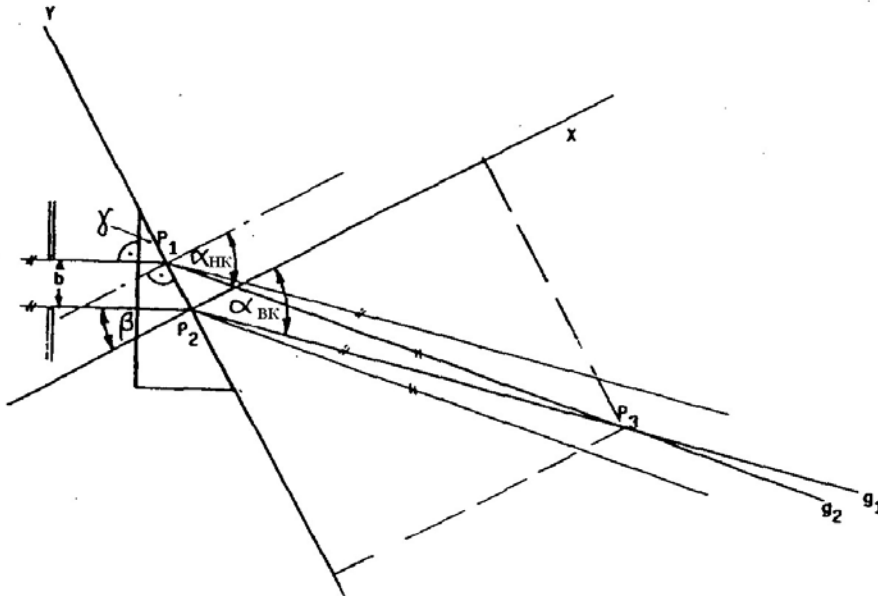


Рис.4 Определение положения точки  $P_3$

Для расчета положения точки  $P_3$  имеются следующие данные::

Ширина щели бленды  $b=1$ ;

Преломляющий угол призмы  $\gamma = 30^0$  ;

Материал призмы БК7 и, тем самым, коэффициенты преломления (по данным Гримсель, Учебник физики т.3 Тойбнер 1988г. стр.155)

$n_c = 1,51460$  соответствует  $\lambda = 643,8$  нм ;

$n_r = 1,52272$  соответствует  $\lambda = 480,0$  нм ;

$n_h = 1,53015$  соответствует  $\lambda = 404,7$  нм ;

#### 1. Определение выходного угла $\alpha_1$ до $\alpha_3$

##### 1.1. Выходной угол для верхнего края спектра $\alpha_{BK} = \alpha_1$



( $\alpha_{\text{вк}}$ , выходной угол – угол между перпендикуляром к плоскости призмы и монохромным лучом, выходящим из нее – прим. перев.)

$$\sin \alpha_{\text{вк}} = n_c \cdot \sin \gamma \quad (\gamma = 30^\circ)$$

$$\sin \alpha_{\text{вк}} = 1,51460 \cdot 0,5$$

$$\alpha_{\text{вк}} = 49,23^\circ$$

1.2. Выходной угол для нижнего края спектра по Гёте

$$\alpha_{\text{нк}} = \alpha_2$$

$$\sin \alpha_{\text{нк}} = n_f \cdot \sin \gamma$$

$$\sin \alpha_{\text{нк}} = 1,52272 \cdot 0,5$$

$$\alpha_{\text{нк}} = 49,58^\circ$$

1.3. Выходной угол для нижнего края спектра по Ньютону

$$\alpha_{\text{нк}} = \alpha_3$$

$$\sin \alpha_{\text{нк}} = n_h \cdot \sin \gamma$$

$$\sin \alpha_{\text{нк}} = 1,53015 \cdot 0,5$$

$$\alpha_{\text{нк}} = 49,91^\circ$$

2. Составление уравнения прямой  $y = f(x) = mx + c$

В нашем случае прямая  $g_1$  идет параллельно к верхнему краю спектра, а прямая  $g_2$  - к нижнему краю спектра. При совмещении точки  $P_2$  с центром, нулевой точкой прямоугольной системы координат получаем следующее уравнение для прямых:

2.1. уравнение для прямой  $g_1$  по Ньютону и по Гёте

$$y = -\operatorname{tg} \alpha_{\text{вк}} \cdot x \quad (c=0)$$

$$y = -\operatorname{tg} 49,23^\circ \cdot x$$

$$y = -1,1596 x$$

2.2 уравнение для прямой  $g_2$  по Гёте

$$y = -\operatorname{tg} \alpha_{\text{нк}} \cdot x + c \quad (c = P_1 P_2 = b / \cos \gamma)$$

$$y = -\operatorname{tg} 49,58^\circ \cdot x + 1 / \cos 30^\circ$$

$$y = -1,1742 x + 1,1547$$

2.2. уравнение для прямой  $g_2$  по Ньютону

$$y = -\operatorname{tg} \alpha_{\text{нк}} \cdot x + c \quad (c = P_1 P_2 = b / \cos \gamma)$$

$$y = -\operatorname{tg} 49,91^\circ \cdot x + 1 / \cos 30^\circ$$

$$y = -1,1880 x + 1,1547$$

3. Определение координат точки  $P_3$

Координаты точки  $P_3$  мы получаем, используя уравнения прямых  $g_1$  и  $g_2$

1.1. Координаты точки  $P_3$  по Гёте

$$-1,1596 x = -1,1742 x + 1,1547$$

$$x = 79,09$$

из уравнения  $y = -1,1596 x$

$$y = -91,71$$

1.2. Координаты точки  $P_3$  по Ньютону

$$- 1,1596 x = -1,1880 x + 1,1547$$

$$x = 40,65$$

$$\text{из уравнения } y = - 1,1596 x$$

$$y = - 47,15$$

Полученные координаты позволяют установить очевидное различие местоположения точки  $P_3$  по Ньютону и по Гёте. Экспериментальная проверка местоположения точки  $P_3$  позволила бы сделать существенный вывод о пригодности той или иной теории, положенной в основу вычислений. Такая проверка должна стать последующим шагом.

Для упрощения процесса измерений, мы берем для проверки расстояние точки  $P_3$  от призмы. Это расстояние равно отрезку  $P_2P_3$

$$P_2P_3 = (x^2 + y^2)^{1/2}$$

4. Определение расстояния  $P_2P_3$

4.1. Расстояние по Гёте

$$P_2P_3 = (79,09^2 + 91,71^2)^{1/2} \quad P_2P_3 = 121,10$$

4.2. Расстояние по Ньютону

$$P_2P_3 = (40,65^2 + 47,15^2)^{1/2} \quad P_2P_3 = 62,25$$

В соответствие с приведенными в начале данными, расстояние  $P_2P_3$  функционально связано с углом преломления призмы, с материалом, применяемым при изготовлении призмы и с шириной щели на бленде. Если мы постоянно используем в экспериментах ту же самую призму, если входящий свет все время остается перпендикулярным первой поверхности призмы, то у нас остается только одна функциональная зависимость точки  $P_3$  – от ширины щели в бленде.

Полученное нами прежде расстояние  $P_2P_3$  обусловлено шириной щели в бленде  $b = 1$ . Мы сознательно оставили эти данные безразмерными. Благодаря этому становится возможным избрать подходящую размерность для практического использования. При установлении размерности ширины щели в бленде все прочие длины должны получить ту же самую размерность.

## **5. Экспериментальная проверка данных, полученных при вычислениях.**

И в теории, и в эксперименте треугольник  $P_1 P_2 P_3$  является той поверхностью, на которой не появляются цвета (*белый треугольник за призмой - примеч.перев.*).

Если мы поставим в точку  $P_3$  контрольный экран, то тогда, начиная с этой точки на экране первый раз появится непрерывная окрашенная полоса (*до точки  $P_3$  цветная полоса разрывалась белой зоной - примеч. перев.*). Эта цветная полоса не содержит зеленого цвета.

Для нашей экспериментальной проверки мы выбираем щель бленды шириной 1 см. Это означает, что появление сплошной окрашенной полосы (зоны) на расстоянии 61см за призмой было бы подтверждением теории школьной физики. Если же, напротив, появление сплошной окрашенной полосы произойдет только на расстоянии 121см, то это служило бы подтверждением гетеанистической теории. Измерения расстояния  $P_2P_3$  в эксперименте при ширине щели в 1 см дают расстояние в 115см. Следовательно, подтверждаются тезисы гетеанизма. Расхождение между расчетной и экспериментальной величиной должно быть точно описано при анализе погрешностей, допущенных при измерении. Здесь мы могли бы констатировать, что результаты, полученные в эксперименте, подтверждают точку зрения Гёте.

## **6. Оценка погрешностей**

Перед тем, как вынести окончательное суждение, мы хотим исследовать погрешности, допущенные в результате вычислений и в эксперименте, которые могли бы повлиять на содержательность выводов.

Причинами таких погрешностей могут быть:

- 1) ошибка измерений при определении положения точки  $P_3$ ;
- 2) использование спектральной линии  $F'$  в качестве нижней границы зоны желтого цвета в верхнем краевом спектре ;
- 3) отклонение величины щели бленды от названной величины  $b$  ;
- 4) отклонение от вертикали света, падающего на первую призматическую поверхность ;
- 5) отклонение используемого света от параллельности лучей.

Какое влияние могут оказать на вышеприведенный результат отдельные источники погрешностей?

к пункту 1.

Определение места, в котором впервые возникает сплошная окрашенная полоса, относительно трудно произвести без крупных издержек на измерительную технику. Практика измерения показывает, что погрешность при определении искомого места должна составлять  $\pm 10\%$

Засвидетельствованная разница в данных о местоположении точки  $P_3$  по Ньютону и по Гёте настолько велика (53см), что вполне допускает данный порядок погрешности при измерении местоположения точки  $P_3$  (*не более плюс-минус 12см - примеч. перев.*)

к пункту 2.

Спектральная линия  $F^1$  появляется при длине волны  $\lambda = 480$  нм. Зеленый отрезок дисперсионного спектра определяется волновой зоной, расположенной между длинами волн 500нм и 550нм. Мы в наших выкладках исходили из того, что зеленый цвет появляется там, где желтый и голубой накладываются друг на друга. Желтая зона должна в соответствии с названными цифрами простираться до длины

волны 500нм. Иными словами, это означает, что мы при расчете точки  $P_3$  по Гёте должны были бы использовать коэффициент преломления для длины волны 500нм. Но он неизвестен. Искомый коэффициент преломления должен пренебрежительно мало отличаться от использованного нами в расчетах коэффициента преломления для линии  $F'$ . Использование точного коэффициента преломления для длины волны 500нм. При расчете приводило бы как следствие к тому, что расчетное расстояние точки  $P_3$  увеличилось бы. Этот эффект, однако, компенсируется за счет того, что в качестве верхней границы красного спектра мы используем линию  $C'$ . На самом деле эта верхняя граница соответствует длине волны  $\lambda = 700$  нм. Коэффициент преломления для этой длины волны пренебрежительно мало отличается от используемого нами значения. Поэтому ошибка при расчете, обусловленная использованием линии  $F'$  пренебрежительно мало изменяет общий результат.

к пункту 3.

Отклонение величины щели бленды, в сравнении с указанной  $b=1$ , составляет не более  $\pm 0,1$  мм. При использовании ширины щели 10мм вышеназванная погрешность составляет  $\pm 1\%$  от указанной величины. Эта относительная погрешность существенно меньше, чем ошибка при измерении для определения местоположения и поэтому в нашем примере не оказывает ощутимого влияния на достоверность результатов измерения. Мы хотим, однако, указать на то, что погрешностью ширины щели бленды при малой ширине не следует пренебрегать.

к пункту 4.

Возможные отклонения от вертикали света, падающего на первую призматическую поверхность, составляют  $0,2^0$ . При условии, что для эксперимента используется параллельный пучок света, отклонения света от вертикали практически не оказывают влияния. Причина этого состоит в том, что такое отклонение одинаковым образом изменяет входной угол как в точке  $P_1$  так и в точке  $P_2$ . Поэтому такой погрешностью мы можем пренебречь.

к пункту 5.

Решающее влияние на суждение о результатах измерений оказывает качество используемого света в смысле его отклонения от параллельности. В результате отклонения лучей от параллельности составляющего всего  $0,5^0$  (например, при солнечном свете) угловая величина спектральной зоны, подлежащая вычислению, изменяется на порядки.

В описываемом нами примере используется свет, у которого отклонение от параллельности составляет  $0,1^0$ .

Отклонение света от параллельности воздействует на положение точки  $P_3$  посредством изменения угла  $b$  и отрезка  $P_2 P_3$ . В последующих расчетах мы исходим из того, что верхний край пучка света остается неизменным, так что погрешность вызванная отклонением лучей от параллельности целиком воздействует на точку  $P_2$ . Это означает, что угол  $\alpha_{BK}$ , а, следовательно, и прямая  $g_1$  остается без изменений. Иначе дело обстоит с углом  $\alpha_{HK}$ , и прямой  $g_2$ .

Отклонение света от параллельности в любом случае обуславливает увеличение

расстояния точки  $P_3$  от призмы. Для нашего исследования интересны изменения положения этой точки в смысле школьной физики. Наше построение эксперимента может считаться приемлемым только в том случае, если точка  $P_3$ , вычисленная в соответствии со школьной физикой, займет по отношению к точке  $P_3$ , вычисленной по Гёте такое положение, которое, однако, окажется вне границ допущенной при измерениях погрешности. Так ли это на самом деле, покажет расчет.

Отклонение угла  $b$  в точке  $P_2$  составляет:

$$\sin \Delta b = \pm \sin 0,1^\circ / n_h$$

$$\Delta b = \pm 0,065^\circ$$

Для соотношений по Ньютону из этого получатся следующие величины:

$$\alpha_{\text{нк}} = n_{400} \sin 29,935^\circ = 49,78^\circ$$

Аналогично вычислению положения точки  $P_3$  задаем уравнения прямых, для вычисления точки  $P_3$

$$y = - \operatorname{tg} \alpha_{\text{нк}} \cdot x + c \quad c = b / \cos(\gamma + \Delta b)$$

$$y = - 1,1825x + 1,1555 \quad c = 1 / \cos 30,065^\circ$$

Принимая к сведению утверждение, что верхняя граница спектральной зоны остается неизменной, и мы используем лишь те величины, которые ведут к увеличению отклонения, мы получаем координаты для точки  $P_3$ :

$$x = 50,46 \quad y = 58,51 \quad d = P_2 P_3 = 77,26$$

Изменение расстояния  $d$  до точки  $P_3$  показывает, как сильно влияет на результат источник света. Источник света, используемый в нашем эксперименте, ведет к результатам, которые, с учетом погрешностей, допущенных в ходе эксперимента, являются приемлемыми.

## 7. Выводы по результатам проведенных экспериментов

В начале нашей работы мы показали, что появление зеленого цвета в дисперсионном спектре по разному объясняется с точки зрения школьной физики и с точки зрения гетеанизма. Мы называли это распутием, перекрестком научных путей. Конкретные исследования подтвердили, что именно гетеанистические тезисы по поводу возникновения зеленого цвета в спектре соответствуют реальному положению вещей. Этот результат имеет исключительную важность. Вначале мы утверждали, что для появления зеленого цвета (по Гёте) необходимо, чтобы коэффициент преломления для желтого был больше, чем коэффициент преломления для синего. По результатам экспериментов можно сделать конкретные выводы о соотношении коэффициентов преломления  $n$ :

$$n_{\text{красный}} = n_{\text{голубой}}$$

и

$$n_{\text{желтый}} = n_{\text{фиолетовый}}$$

Итак, изменения коэффициента преломления в дисперсионном спектра происходит **не непрерывно** от красного к фиолетовому. Между желтым и голубым имеется скачок, причем в соответствии с теорией гетеанизма коэффициент преломления для зеленого вообще невозможно определить!

Как теоретические выкладки, так и экспериментальные результаты наглядно подтверждают тезисы гетеанизма. Они не дают никаких оснований для компромисов между противоположными теориями школьной физики и гетеанизма.

Результат наших исследований, проведенных до сих пор, непосредственно побуждает нас к дальнейшим действиям. Они могут быть направлены на разрешение следующих принципиальных вопросов:

- является ли зеленый в дисперсионном спектре квазимонохромным или это смешанный цвет?
- являются ли образующиеся в точках  $P_1$  и  $P_2$  краевые спектры спектрально чистыми, начиная с места их возникновения?
- содержатся ли спектральные цвета в белом свете хотя бы потенциально?
- может ли непрерывная спектральная полоса - при использовании в экспериментах параллельного света - появиться исключительно в одном, заранее определенном месте?
- могут ли быть технически использованы результаты, достигнутые в соответствии с теорией гетеанизма?

Ответы на эти вопросы наверняка могли бы быть очень интересны при сравнительной оценке гетеанизма и школьной физики. Однако в рамках этой работы такое сравнение не представляется возможным. Тем не менее один из вышеназванных вопросов мы хотели бы рассмотреть более подробно. Другие вопросы мы при дальнейшем изложении можем рассмотреть лишь с принципиальной стороны.

Читатель, желающий поближе ознакомиться с проблемами гетеанизма, мог бы запросить у автора до сих пор неопубликованные работы по заданным вопросам и другим базисным проблемам.

Наше проведенное до сих пор рассмотрение ограничивалось описанием и интерпретацией явлений, связанных с возникновением зеленого в дисперсионном спектре. До сих пор мы оставляли без внимания вынесенное в заголовок работы утверждение, что зеленый цвет представляет собой некое распутье, размежевание теорий. Прежде чем определить нашу позицию по этому поводу, нам хотелось бы еще раз более детально рассмотреть этот вопрос.

## **8. Зеленый в дисперсионном спектре -- выявляется он или же создается заново?**

Описывая проблему, мы указывали на то, что в соответствии с теорией гетеанизма зеленый не может содержаться в белом свете. Но это значит, что появление зеленого в эксперименте не следует считать наружным выявлением того, что уже содержалось в свете, нет, здесь зеленый создается заново, продуцируется заново. В проводимых до сих пор исследованиях мы показали, что тезисы гетеанизма относительно положения точки  $P_3$  находятся в полном согласии с результатами эксперимента. Повторим, что же это означает в смысле гетеанизма:

Там, где в дисперсионном спектре желтый и голубой накладываются друг на друга, возникает в качестве спектрального цвета зеленый. Возникновение зеленого предполагает, что коэффициент преломления для желтого больше, чем коэффициент преломления для синего.

Зеленый не содержится в белом свете, но продуцируется, создается заново.

Кроме того, на основании результатов нашего расчета и экспериментальной

проверки мы можем сделать вывод относительно коэффициентов преломления в дисперсионном спектре; имеет место следующее:

$$n_{\text{красный}} = n_{\text{голубой}}$$

$$n_{\text{желтый}} = n_{\text{фиолетовый}}$$

Этот вывод так необычен, что нам хотелось бы подкрепить его еще одним экспериментом, в основу которого положен рис.5

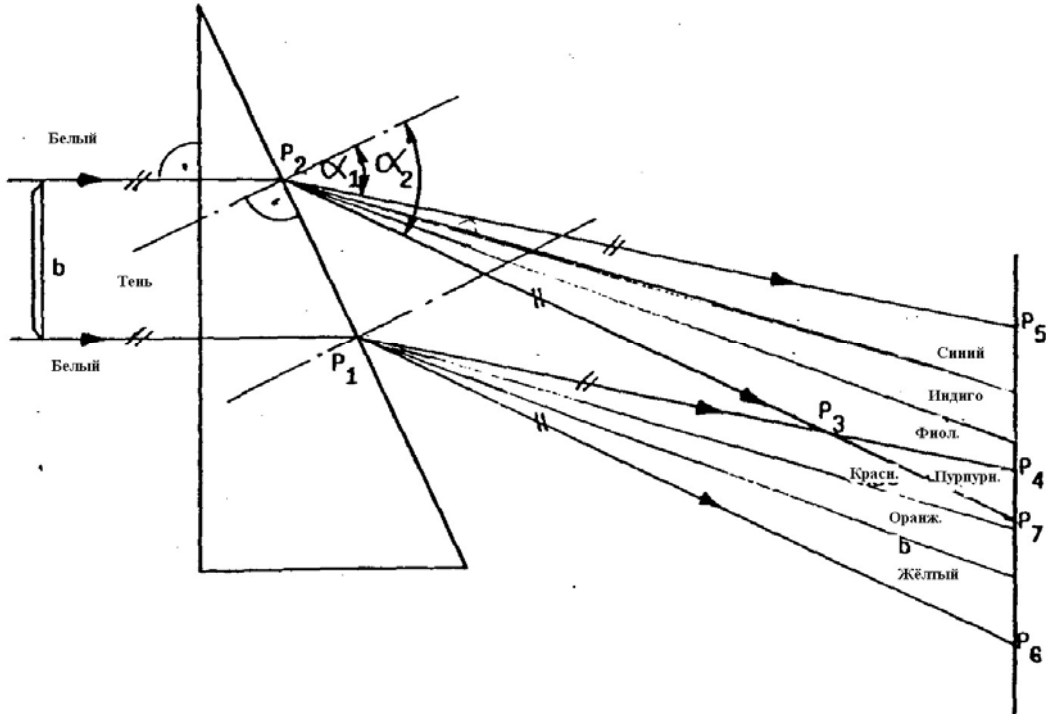


Рис.5 Дисперсионный спектр по Гёте на заслонке

В нашем модифицированном оборудовании для эксперимента мы заменяем бленду со щелью заслонкой, имеющей точно такую же ширину, какую имела до сих пор используемая щель на бленде. Здесь мы тоже рассчитываем по Гёте местоположение точки  $P_3$ , где впервые должна появиться непрерывная цветовая полоса. Последовательность цветов в этом случае будет уже не красный-оранжевый-желтый-голубой-синий-фиолетовый, но голубой-синий-фиолетовый-красный-оранжевый-желтый. Там, где в опыте со щелью при наложении желтого и синего появлялся зеленый, теперь, при новых условиях опыта при наложении фиолетового и красного становится видимым цвет, который до сих пор еще не появлялся - пурпурный.

В случае правильности утверждения гетеанизма о том, что краевые спектры по своей геометрии полностью конгруэнтны, равны между собой, точка  $P_3$  в модифицированных условиях опыта должна появиться в том же самом месте, как и прежде, то есть при расчете для обычного спектра.

Эксперимент подтверждает это предположение! Сведения о том, что краевые спектры конгруэнтны по своей геометрии имеет весьма перспективные следствия; мы хотим подкрепить эти сведения результатами экспериментов других

гетеанистов.

Группа норвежских гетеанистов (имеются в виду проводимые в пятидесятые годы 20 века исследования Андре Бьерке и его группы - примеч. перев.) написала тексты, по смыслу прямо противоположные теоремам и экспериментам Ньютона, приведенным в его книге "Оптика". Высказывания, полярно противоположные тем, что приведены в книге, были подтверждены экспериментально. Результаты своих исследований норвежские ученые обнародовали в одной полезной для чтения книге (2\*) В качестве примера мы хотим привести здесь вторую теорему Ньютона:

"Солнечный свет состоит из лучей с разными коэффициентами преломления".

Противоположный текст гласит:

"Тьма состоит из лучей с различными коэффициентами преломления".

Правильность утверждения в противоположном тексте мы уже показали в эксперименте, изображенном на рис.5

Сведения, приобретенные нами до сих пор дают нам право на вопрос: Если зеленый в спектре является продуцированным, своего рода продуктом, то как обстоит в этом смысле дело с другими спектральными цветами? Этот вопрос носит центральный характер и требует тщательного исследования. Чтобы не расширять чрезмерно объем настоящей работы, мы хотим с помощью трех экспериментов найти ответ, который мог бы стать удовлетворительным.

Мы начинаем с эксперимента, изображенного на рис.6

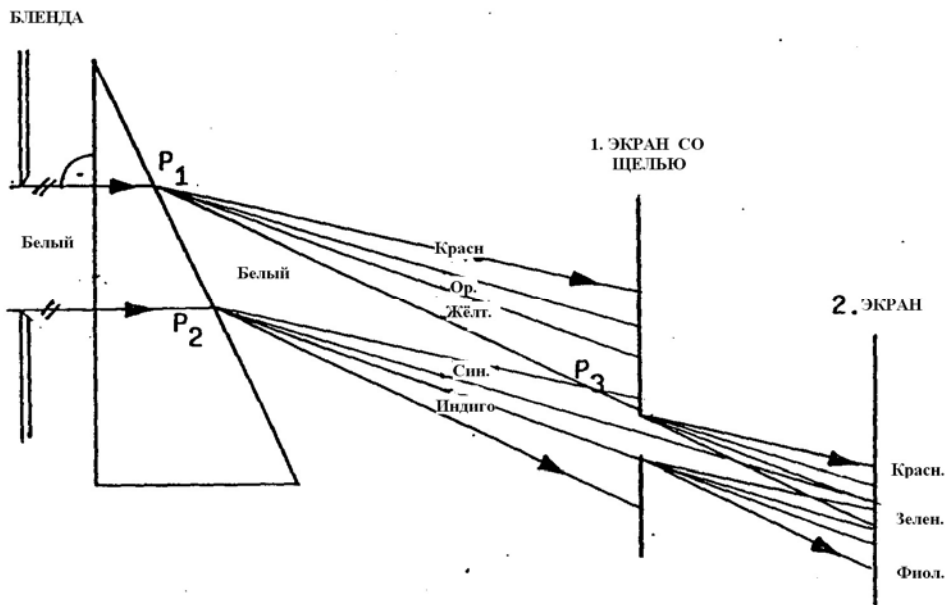


Рис.6 Возникновение цветов от спектрального цвета

Прежде всего получим один спектр в соответствии с рис.3. При использовании призмы изготовленной из стекла сорта БК7 и ширине щели бленды  $b=1$  см, в соответствии с расчетом, произведенным в главе 4, мы получим на экране,

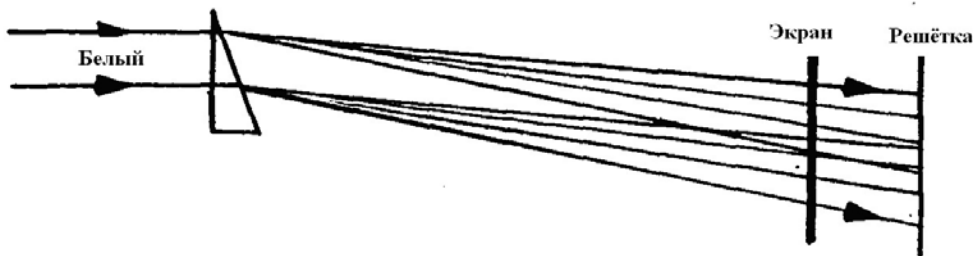


расположенном на расстоянии около 120см от призмы, непрерывный спектр размером около 2см. В соответствии с рис.6 одну часть спектральной полосы через щель, сделанную в самом экране мы спроектируем на второй экран. Так первый экран будет выполнять функции второй бленды. По теории школьной физики, на втором экране можно увидеть те же спектральные цвета, которые оказались на первом экране (*точнее, в том месте первого экрана, где была вырезана щель - примеч. перев.*) Но, к нашему удивлению, здесь снова образуются два уже известных нам краевых спектра, и на соответствующем расстоянии мы получаем непрерывный спектр с зеленой зоной в центре. Снова в соответствии с нашим прежним расчетом возникает новый спектр, причем, если ширина щели в первом экране составляет 3мм, спектр будет расположен на расстоянии 35см от первого экрана.

Уже описанная нами функциональная связь ширины щели и расстояния до точки  $P_3$  сохраняется в новой ситуации. Появление нового спектра при этом не зависит от того, в каком месте первой спектральной полосы часть этой цветной полосы мы пропустим сквозь первый экран.

Очевидно, что в каждой из этих ситуаций спектральные цвета возникают заново. Особенно впечатляющим становятся эти явления, если мы немного модифицируем опыт. В этом случае мы пропускаем через первый экран очень узкий спектр центральной полосы. Непосредственно за экраном цветной свет попадает на дифракционную решетку, линии которой устанавливаются параллельно щели в экране. При любом положении щели мы получаем непрерывный дифракционный спектр. На дифракционной решетке спектральные цвета тоже, совершенно очевидно, возникают заново.

В следующем варианте этого эксперимента мы уже не пропускаем сквозь первый экран узкий сектор спектральных цветов, но поворачиваем щель на 90 градусов и пропускаем сквозь первый экран узкий вырез по всему спектру, чтобы он падал на дифракционную решетку, тоже повернутую на 90 град. См. схему :



Вопреки любой из известных теорий, на проходе появляется дифракционный спектр, повернутый на 90 град. по отношению к выходному спектру (то есть той части первого спектра на первом экране, которая была пропущена сквозь экран). Формат этой работы был бы излишне расширен, если бы мы стали подробно обсуждать эти явления.

В следующем эксперименте мы хотим показать, как явления свидетельствуют о том, что спектральные цвета не содержатся в белом цвете, но все снова и снова

заново порождаются в каждом эксперименте. Для дальнейшего исследования вышеназванной проблематики мы приводим опыт, изображенный на рис.7

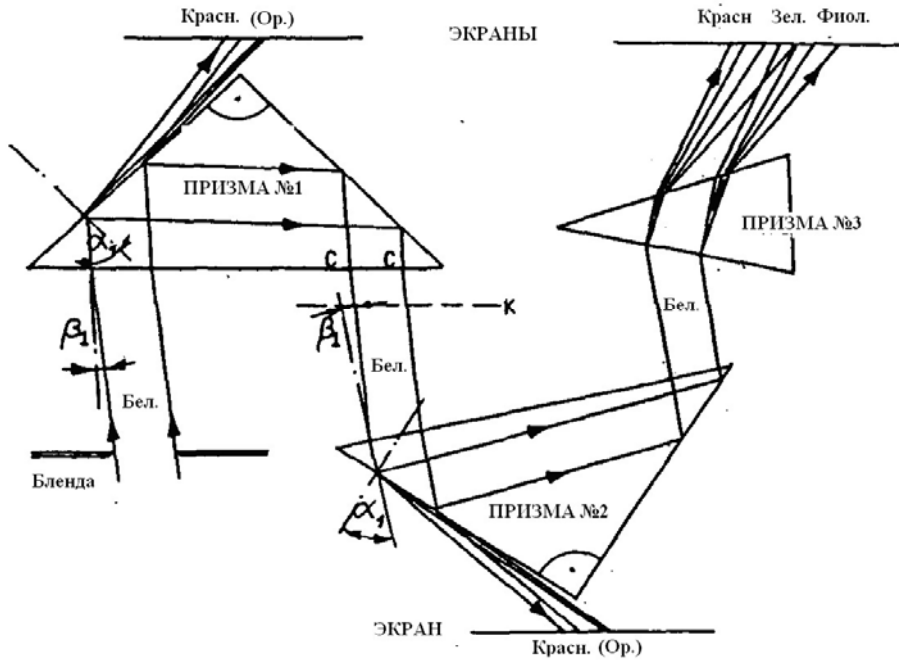


Рис.7 Появление цветов в случае полного внутреннего отражения .

К - временно вдвигаемый контрольный экран;  
 $\alpha_1$  - предельный угол полного внутреннего отражения;  
краевые спектры, возникающие в призме, не показаны

Предлагаемый для обсуждения эксперимент является модификацией девятого опыта Ньютона. На отражательную призму падает под углом  $\beta$  пучок параллельного света, так что отражение происходит в области предельного угла полного внутреннего отражения  $\alpha_1$ . Исходя из положения школьной физики, гласящем, что красный преломляется сильнее, чем фиолетовый и, соответственно, коэффициент преломления для линии  $C'$  меньше, чем коэффициент преломления для линии  $h$ , в случае предельного угла полного внутреннего отражения должно было бы произойти следующее: фиолетовый еще отражается призмой, тогда как красный уже оставляет призму и выходит наружу. Наш опыт мы построили так, что красный и оранжевый становятся видимы на экране 1; в то время как остаток светового пучка отражается в призме и выходит из призмы 1 в точках  $C$  и  $C_1$ . Этот остаток светового пучка мы направляем на вторую отражательную призму, причем так, что процесс, имевший место в призме 1 повторяется. Если в нашем распоряжении имеется достаточно сильный источник света, мы можем повторить этот процесс и в третий, и в четвертый раз. В каждом случае мы исключаем из светового пучка красный и оранжевый. Лишь оставшуюся часть светового пучка пропускаем мы, как и в предшествующих опытах, через призму. Если бы теория

школьной физики была верна, то после многих проходов через отражательную призму, при каждом из которых красный удаляется из светового пучка, при завершающем проходе через призму (уже не отражающую, а преломляющую) в свете не должно было бы содержаться красного. Для школьной физики остается необъяснимым, а для гетеанизма - вполне ожидаемым и предсказуемым - появление за последней призмой ( в нашем случае на экране 3 ) сплошного спектра с красной составляющей, итак, все того же самого спектра, который не отличается от других спектров. Совершенно очевидно, что красный все снова и снова рождается заново.

Но не только появление красного противоречит здесь положениям школьной физики. Та часть светового пучка, которая отразилась в первой призме, должна была бы произвести цвет, дополнительный к красному. Свет, выходящий из первой призмы между точками С и С<sub>1</sub>, должен быть окрашен в голубой цвет. Вдвинув в это место контрольный экран К, мы увидим, что остаток пучка остался чисто белым. Явления на контрольном экране, помещенном за другой отражательной призмой, тоже в результате не показывают никакой окраски остаточного пучка. Самым убедительным образом опыт подтверждает точку зрения гетеанизма о том, что спектральные цвета продуцируются, а не содержатся заранее – пусть даже потенциально - в белом свете.

Из множества дальнейших экспериментов в связи с поставленным вопросом мы хотим подробнее коснуться третьего примера. Основой для дискуссии является здесь опыт, построенный по рис.8

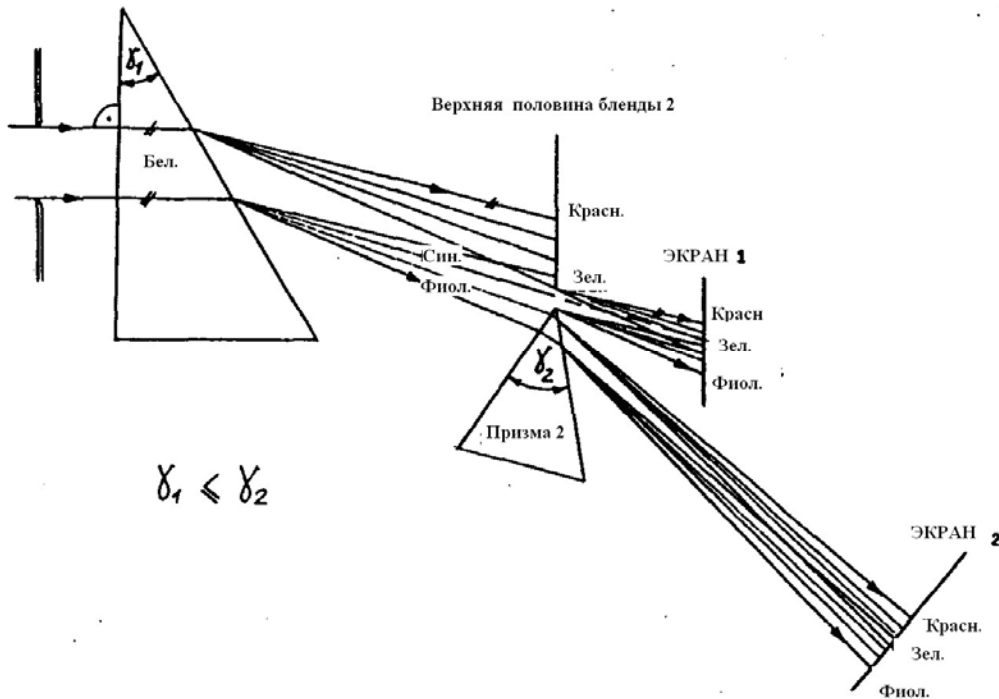


Рис 8. Появление цветов при опыте с двумя призмами в различных положениях.

Исходная ситуация состоит в том, что мы снова создаем дисперсионный спектр по

рис.3. В том месте, где уже появился сплошной спектр, мы добавляем одну часть бленды, перекрывающей цвета от красного до зеленого. На место второй части бленды мы ставим на пути лучей вторую призму, причем так, чтобы вершина призмы и нижний край бленды образовали щель шириной около 3 мм.

На экране, помещенном за построенной таким образом щелью, мы можем наблюдать следующие явления: За щелью снова образуется уже ожидаемый сплошной спектр с зеленым в центре. Кроме того, часть спектральной полосы, проходящая сквозь вторую призму, способствует возникновению следующей спектральной полосы. В ней несомненно образуется и красный и зеленый, несмотря на то, что эти цветовые части были экранированы посредством верхней бленды и не должны были бы содержаться в остатке. Тут мы имеем новое экспериментальное доказательство верности тезиса гетеанизма, гласящего, что спектральные цвета каждый раз возникают заново.

Читателю, заинтересованному этим вопросом, мы сообщаем, что вариации опытов с двумя или несколькими призмами, расположенными в других местах дают ошеломляющие результаты, и все они подтверждают, что цвета не могут содержаться в белом свете. Для практического воспроизведения опыта мы хотели бы указать, что всегда в случае пропускания света сквозь щель, возникновение цветов выглядит особенно впечатляюще, если проходящий сквозь щель пучок света падает на дифракционную решетку. В качестве добавления к имеющемуся положению вещей мы должны указать и на следующее: на спектры, возникающие в цветном свете, в любом случае оказывает влияние тот цвет, который пропускается сквозь экран. Это происходит в соответствии с закономерностью взаимодействия дополнительных цветов, которую мы здесь хотим рассмотреть подробно. Принимая во внимание эту закономерность, мы во всех случаях найдем подтверждение нашему основному тезису.

После того как мы занимались до сих пор теоретической и практической стороной эксперимента, чтобы проверить, насколько соответствуют действительности кажущиеся столь необычными тезисы гетеанизма, мы хотим заняться столь же важным вопросом: в какой степени зеленый цвет в дисперсионном спектре может считаться "перекрестком естественнонаучных путей"?

### **9. Является ли дисперсионный спектр зримым выражением двух конфронтирующих научных путей?**

В изложении, которое мы вели до сих пор, мы описывали различные возможности изучения возникновения цветов в связи с дисперсией света. При этом мы, как правило, концентрировали внимание на предварительном математическом расчете и последующем экспериментальном контроле тех или иных положений. На этом месте читатель может, при необходимости, завершить чтение; он уже должен быть в состоянии делать собственные выводы. При этом он может самостоятельно включиться в дальнейший познавательный процесс, базируясь на собственном личном опыте и мировоззрении.

То, что будет сказано дальше, отражает субъективную точку зрения автора. Читателю сообщается, что автор чувствует себя связанным с современным гетеанистическим естествознанием, которое он рассматривает в качестве базиса современной духовной науки. Той духовной науки, которая была инаугурирована Рудольфом Штейнером в начале 20 века. Эт не означает, что тезисы гетеанизма должны априорно рассматриваться как непоколебимая истина. Объективно существующие факты должны, в конце концов, быть решающим фактором, скрепляющим законную силу суждений. Именно с этой точки зрения хотели бы мы продолжить дискуссию. Уже в предшествующем рассмотрении мы расширили контрверсию, касающуюся зеленого цвета в дисперсионном спектре до контрверсии, касающейся спектральных цветов вообще. Здесь мы хотим еще один раз в несколько модифицированной форме привести противоположные точки зрения:

- белый свет состоит из различно окрашенных светов с различной степенью преломления - так сказал Ньютон, и сегодня школьная физика учит, что белый свет с помощью аппаратуры может быть разложен на цветные составляющие;
- Гёте, напротив, утверждает: свет есть простейшая, гомогенная сущность, которую мы знаем. Он не является составным .

Мы хотим в этом месте заняться вопросом: является ли описанная контрверсия обычным научным столкновением мнений, или мы действительно должны говорить о столкновении научных путей? Если бы последнее имело место, следствия этих разногласий должны были бы оказывать влияние и на иные отрасли науки. Прежде чем мы отважимся сделать далеко идущие выводы, нам хотелось бы на примете спектральных цветов как следует представить себе научные основы физики и гетеанизма.

## **10. Свет и спектральные цвета с точки зрения школьной физики**

Вопросы: "Что такое свет?", " Как возникают цвета?" - принадлежат к тем, которыми человечество занимается с глубокой древности. Мы решили отказаться от интересного исторического обзора, и начать с того момента, когда благодаря определенным взглядам решающий импульс к развитию получило научное естествознание. Это произошло при Ньютоне.

Для Ньютона свет состоит из частиц – так называемых корпускул. Он думал, что эти частицы имеют разную величину. Белый свет он считал смесью различных по величине корпускул. При прохождении сквозь призму каждая одинаковая по размерам группа корпускул, которой должен был бы соответствовать определенный цвет, должна была обнаруживать различный угол преломления. Следствием отсюда было то, что свет разлагался на спектральные цвета. Ньютон постулировал непрерывное увеличение коэффициента преломления от красного до фиолетового.

Для нас здесь представляет интерес, почему Ньютон столь интенсивно занимался

спектральными цветами? При конструировании и изготовлении телескопов для наблюдения неба Ньютон сталкивался с помехами в области цветопередачи. Он гениально разрешил эту проблему, открыв зеркальный телескоп и устранив, тем самым, цветовые искажения. Он не считал возможным исправить эту ситуацию иначе, например, введя в действие ахроматическую оптику. Это показывает нам, что Ньютон уже пришел к пониманию своей теории. Было бы заманчиво более детально обосновать такое утверждение. Но это вывело бы нас за рамки нашей работы. И все же мы хотим рассмотреть эту проблему дальше, поскольку вскоре после смерти Ньютона удалось создать ахроматическую оптику, ахроматы. (*ахроматизм - бесцветность, свойства стекол обесцвечивать различные цвета спектра - примеч. перев.*) В этом месте сразу же следовало бы поставить вопрос: что же здесь не согласовывалось с теорией Ньютона? Или, иными словами: в какой форме возможность создания ахроматов противодействовала теоретическим основам этой теории? Ответ на этот вопрос приводит нас к поразительному результату.

Рассмотрим для этой цели формулу, по которой вычисляется преломляющий угол у обоих принадлежащих ахромату призм:

$$\gamma_1 = \delta_e / ((n_{f'1} - n_{c'1})(v_1 - v_2)), \text{ где } v = (n_e - 1) / (n_{f'} - n_{c'})$$

Аналогично вычисляется преломляющий угол  $\gamma_2$ .

Если мы внимательно рассмотрим эту формулу, мы должны будем с удивлением констатировать, что коррекция краевых цветов проводится не по всей ширине краевого спектра, а лишь в интервале между спектральными линиями  $C'$  и  $F'$ . В нашем изложении в начале этих выкладок мы уже указывали, что спектральные линии  $C'$  и  $F'$  являются по Гёте границами красного краевого спектра. Для нашего примера с ахроматами это, однако, означает, что в формуле корректируется лишь красный край спектра! Поскольку в смысле Гёте второй (то есть синий) край спектра полностью конгруэнтен с первым, он корректируется автоматически. Мы нашли пример, где "школьная" физика в технической области оптического приборостроения использует закономерности гетеанизма; ведь по Ньютону необходимо корректировать спектральную полосу в целом, общий спектр, а это значит, что вышеприведенной формуле должны использоваться линии  $C$  и  $h$  (*линия  $h$  ограничивает сине-фиолетовый спектр снизу, тогда как линия  $C$  ограничивает красный спектр сверху - примеч. перев.*) Ньютон использовал свою теорию и был поэтому твердо убежден, что изготовление ахроматов невозможно. Его последователи использовали принципы гетеанизма, и, хотя не имели конкретных познаний о закономерностях, (чисто эмпирически) успешно конструировали приборы.

Приняв эти факты к сведению, мы обнаружим большое число таких формул, на основе которых расчеты производятся в соответствие с принципами гетеанизма. В качестве примера здесь можно назвать число Аббе (*Эрнст Аббе, 1840-1905, физик, профессор в Йене, сотрудник К.Цейса, автор разработок по прикладной оптике, теории микроскопа и др. - прим. перев.*) и формулу для коррекции продольного хроматизма.

Эти факты мы считаем настолько важными, что для наглядности добавим к изложению рис.9

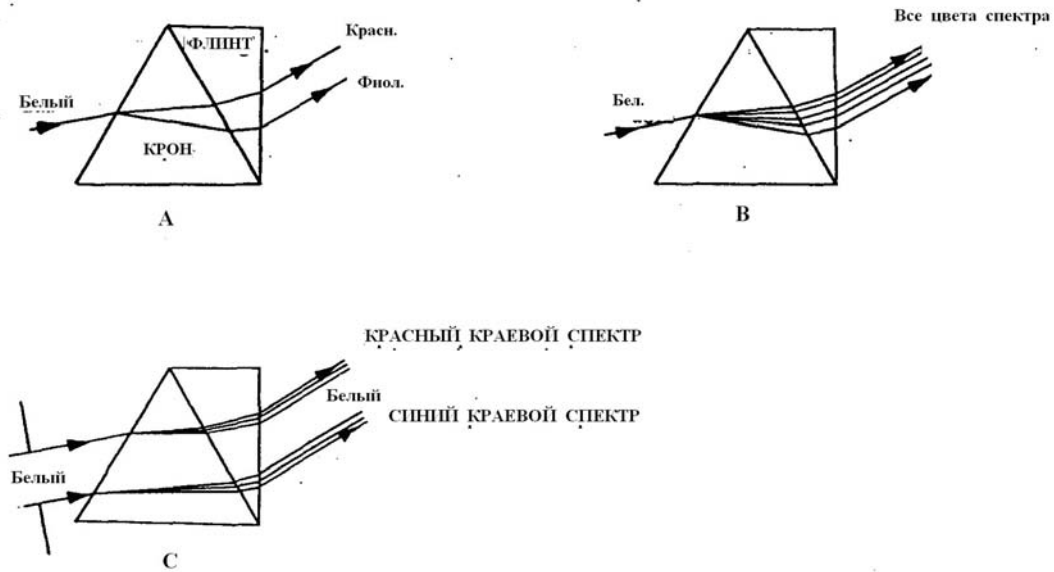


Рис.9 Принципы действия ахроматических призм

- А. Изображение в учебнике, не соответствующее реальности.
- В. Явления, ожидаемые в соответствии со школьной физикой.
- С. Фактические явления в ахроматах.

После того как мы достаточно подробно ознакомились с Ньютоном, мы хотим лишь кратко напомнить, что воззрения Ньютона на свет были с совершенно другой точки зрения обобщены Гюйгенсом, причем свет при этом на основе определенных феноменов рассматривался как волна. Отсюда, в конце концов, развился взгляд на двойственную природу света, корпускулярно-волновой дуализм. Свет рассматривался как нечто, обладающее в принципе двумя основными свойствами, которые обычному человеческому рассудку представляются несовместимыми.

В соответствие с этим воззрением свет должен состоять из световых квантов, которые могут иметь как корпускулярную, так и волновую природу. Этот взгляд в начале 20 века был положен в основу развития квантовой физики.

Благодаря квантовой физике физика нашего времени достигла совершенно новой качественной ступени. Квантовая физика произвела в научном мышлении перелом, как когда-то идеи Ньютона. Здесь не место подробно рассматривать феномены квантовой физики. На эту тему имеется подробная и обширная литература.

Предмет исследования в квантовой физике может быть кратко охарактеризован следующим утверждением:

"Центральная тайна квантовой теории заключена в эксперименте на двойной щели"

(3\*)

Итак, "центральная тайна" имеет отношение к свету и цвету, как и то, что было предложено нами выше. При этом, разумеется, подход и методы решения проблемы сильно отличаются. Один именитый представитель квантовой физики описывает эту позицию следующим образом: "По моему мнению, все здание физики покоится на том, чтобы находить аналогии и модели, объяснять, что происходит в тех областях, которые мы не в состоянии исследовать с помощью наших органов чувств." (4\*) Это мнение позволяет надеяться, что с помощью моделей и аналогий описываемый мир может быть понят. О том, что это обманчивая надежда, говорит нам мнение наиболее известного и популярного квантового физика Рихарда Фейнмана, которое мы извлекли из его книги "О сущности физических законов" (5\*):

"...с другой стороны я со всей уверенностью утверждаю, что квантовую механику не понимает никто. Итак, если Вы готовы идти до конца, Вы немедленно спросите: возможно ли это? Ведь это ведет в тупик, из которого еще никто не выбирался. Никто не знает, как может происходить то, что происходит."

Если мы займемся квантовой физикой немного интенсивнее, мы приходим к весьма замечательным открытиям. У нас возникает впечатление, что все тезисы здесь основаны на недоказанных допущениях, гипотезах, а результаты умственных выкладок и выводы тотально противоречат здравому смыслу человека. Приведем еще один пример:

Одной из элементарных частиц, рассматриваемой как краеугольный строительный камень материи, является протон. Он должен состоять из трех кварков. Чем является один кварк описано следующим образом: "Кварк –это то, на что стал бы расщепляться протон, если бы он мог расщепиться, **чего на самом деле быть не может...**" (6\*) (подчеркнуто в оригинале)

Прочное место в квантовой физике уделено и тому корпускулярно-волновому дуализму, который использовался еще в классической физике. Об этом мы читаем в книге, цитаты из которой уже были помещены здесь: "Трудно видеть в квантовой физике нечто иное, как одну аналогию. Классическим примером этому может служить корпускулярно-волновой дуализм: несмотря на наши упорные усилия объяснить то, что мы не понимаем, мы вынуждены прибегнуть к двум взаимоисключающим аналогиям, применив их к одному и тому же квантовому объекту." (7\*)

Это высказывание могло бы спровоцировать нас на то, чтобы вообще отмахнуться от квантовой физики, как теоретической путанице интеллигентных псевдо-мыслителей. Но оценка такого рода была бы фатальной ошибкой. Несмотря на то, что квантовая физика оставалась, по всей вероятности, непонятной для всех, кто ею занимался, на ее основе были сконструированы и изготовлены применяемые на практике приборы и инструменты. Мир компьютеров, микроэлектроники, нанотехнологии, лазерной техники и т.д. базируется на теоретических основах квантовой физики. Здесь не место исследовать роль технических процессов. Но, может быть, нам удастся осветить эти процессы в иной перспективе.



В начале нашей работы мы показали, что коэффициенты преломления в дисперсионном спектре не увеличиваются непрерывно от красного до фиолетового, но в случае зеленого претерпевают скачок. Школьная физика в своей теории полностью игнорирует этот факт, в то время как мы на примере с ахроматами показали, что на практике знания такого рода приходится принимать к сведению, учитывать. Иначе нельзя было бы производить правильно функционирующие приборы. Неистинность, пусть даже опирающаяся на теорию не может устоять перед испытанием истиной. Мы могли бы вспомнить известную поговорку: "Свет Солнца приносит дню истину" (*ср. русское "За ушко, да на солнышко..." - Перев.*)

В случае объектов квантовой физики дело обстоит совсем иначе. Само собой разумеется, здесь тоже придерживаются положений школьной физики относительно коэффициента преломления и зеленого цвета, якобы являющегося самостоятельным цветом среди спектральных цветов и т.д. Но тут происходит нечто удивительное. Без скрытой коррекции, наличие которой нам удалось установить в примерах относящихся к классической физике, объекты познаваемые в области квантовой физики обретают реальность. Что же это за царство, в которое мы вступаем с помощью этой квантовой физики? Это, без сомнения, заколдованный, захватывающий мир, в который человек попадает в сообществе известнейших ученых мужей, мир, который представляет от имени цивилизации и прогресса. Однако, один факт настораживает нас: ценой за доступ в это царство является признание лжи, лжи на первый взгляд безобидной, невинной, особенно если мы видим ее на фоне блеска от достигнутого с ее помощью успеха. Но может ли величайший успех, построенный на лжи, отображать истину?

В этом месте нам надо в первый раз призвать на помощь Рудольфа Штейнера. На основе своих духовнонаучных исследований он описывает нам господина лжи и называет его по имени: Ариман. Может быть мир, в который мы вступаем с помощью квантовой физики, и есть мир Аримана? В этом случае необыкновенные технические устройства, базирующиеся на квантовой физике, тоже были бы грандиозным обманом, иллюзией. Мы не хотим здесь углубляться в этот вопрос; сначала еще раз подвергнем критическому рассмотрению положения гетеанизма. Мы надеемся, что тогда мы найдем удовлетворительные аргументы для разрешения проблемы, на которой научные пути расходятся в разные стороны.

## **11. Исследовательский путь гетеанизма**

Еще в начале этой работы, при описании проблемы мы указывали на то, что, несмотря на наличие разных альтернативных по отношению к школьной физике научных направлений, мы, тем не менее, сконцентрировались именно на гетеанизме как на противоположном исследовательском направлении. Критически рассматривая гетеанистические тезисы по проблеме спектральных цветов, мы в самом начале сразу же столкнулись с особой ситуацией. Она противоположна по отношению к ситуации в школьной физике: если мы в каком-либо месте в мире

зададим представителю школьной физики вопрос: как возникает дисперсионный спектр, то, опять таки в любом месте получим один и тот же ответ, который мы уже описали выше. В случае гетеанистов дело будет обстоять совсем иначе. Можно предположить, что на названный вопрос мы, даже в одном и том же месте от трех гетеанистов получим три разных ответа. Если мы хотим критически исследовать высказывания гетеанистов, мы должны будем при этом считаться с явным наличием у них различных точек зрения. Приняв этот факт к сведению, сконцентрируем наши исследования на трех следующих направлениях:

- традиционный гетеанизм,
- тенденция к легализации расширенного, оплодотворенного гетеанизмом естествознания,
- гетеанизм, отвечающий на наш взгляд требованиям эпохи, современный гетеанизм.

Оправдано ли вышеприведенное разделение и какие следствия влечет оно за собой, мы обсудим позднее.

### **11.1 Путь традиционного гетеанизма**

Как мы уже описывали в [главе 10](#), школьная физика пытается объяснить явления посредством моделей и аналогий, в то время как исследовательский путь по Гёте действует прямо противоположно. Теоретическая интерпретация здесь уступает первенство феноменам, наблюдаемым при эксперименте; у Гёте на первом месте стоит описание зримого феномена, сделанное с помощью созерцательной силы суждения. Поэтому представители гетеанизма часто ссылаются на изречение Гёте: "Не надо ничего искать за феноменом; он сам есть учение." Перед тем, как мы критически разберем эту цитату, приведем еще некоторые другие цитаты Гёте:

"Феномен, опыт ничего не доказывает, он сам является звеном великой цепи и имеет ценность лишь во взаимосвязи. Тот, кто, прикрыв связку жемчуга, захотел бы показать лишь самые красивые жемчужины, требуя при этом, чтобы мы уверовали, будто все остальные тоже таковы, едва ли смог торговать с кем-либо успешно." (9\*)

Прафеномен: идеальный, реальный, символический, идентичный.

Эмпиризм: безграничное умножение того же самого, надежда на потустороннюю помощь, сомнение в совершенстве.

Прафеномен: идеален как последнее из познаваемого, реален как познанное, символичен, поскольку охватывает все случаи, поскольку идентичен со всеми случаями. (10\*)

Если я в конце концов успокоился на прафеномене, то это всего лишь отказ от действия, ресигнация (11\*)

Одна новая истина не вреднее, чем старое заблуждение.

В нашем последующем рассмотрении мы хотим, иметь дело не с гетеанизмом как таковым, но оставаясь в рамках последнего концентрироваться на проблематике

физических цветов, к которым относятся также и спектральные цвета. Традиционный гетеанизм объясняет феномен физических цветов на основе прафеномена возникновения цвета. Поскольку этот феномен занимает в гетеанизме центральное место, мы хотим посвятить его рассмотрению особую главу.

### **11.1.1 Прафеномен возникновения цвета по Гёте**

Гетевский прафеномен возникновения цвета подробно описан в §150 и §151 его учения о цвете. Для нашего изложения мы хотим использовать краткое резюме, которое гласит: светлое, наблюдаемое сквозь замутненную среду вызывает появление красного цвета; темное, наблюдаемое сквозь освещенную замутненную среду вызывает появление голубого цвета. Мы хотим детально исследовать, насколько состоятельны эти утверждения в смысле высказываний Гёте, приведенных в [главе 11.1](#)

Для демонстрации истинности прафеномена указывают прежде всего на вид утреннего и вечернего неба, когда речь идет о красном цвете, и на вид неба днем, когда речь идет о голубом. В нашем критическом разборе мы попытаемся соблюсти требования, предъявляемые на гетеанистическом пути исследования. Мы опишем явления в процессе их становления.

Мы рассматриваем утреннее небо после ясной звездной ночи, начиная с того момента, когда возникают первые световые явления. Утро становится серым, в то время как звезды еще отчетливо видны на небе. Утренние сумерки становятся все светлее, звезды еще видны. Звезды не гаснут относительно долго. К нашему удивлению мы устанавливаем, что никаких цветов в этот период времени на небе нет. Они появляются только после того, как день уже начался. *(Это не вполне точно; неясно, что автор принимает за начало дня. Восход солнца, начало появления солнца из-за горизонта или другой момент? Хорошо известно, что цвета розовый, фиолетовый и др. могут появляться на небе задолго до восхода, причем это зависит от широты местности, где производится наблюдение. На разных широтах и высотах явления на восходе протекают по-разному, они также сильно зависят от влажности и температуры воздуха, его запыленности и т.д. - примеч перев.)* В сущности зрелище должно было бы начаться с "утреннего фиолетового цвета", ибо по смыслу вышеназванного прафеномена в начале дня освещенная мутная среда (воздушная оболочка Земли) перед идеально черным фоном мирового пространства должна выглядеть именно так. А что происходит на самом деле?

Обратимся теперь к дневному времени: небо постепенно окрашивается в голубой цвет, и этот голубой цвет тем слабее, чем больше небо замутнено. Итак, явление протекает в полном соответствии (с прафеноменом.) Но и в этом случае снова можно увидеть то, что не следует из концепции. Если замутненность усиливается, солнца почти не видно. Но оно чисто белое! Ожидаемый эффект проявляется в совершенном виде лишь в том случае, если солнце закрывает не туман, а белый дым от огня. В этом случае мы действительно видим солнце красным. *(Это*

*указывает лишь на то, что для проявления прафеномена необходимо определенное соотношение между замутненностью и силой света. Красным мы видим солнце невысоко от горизонта, когда путь его лучей сквозь атмосферу в десятки раз больше, чем их путь в случае вертикального падения: здесь для того, чтобы солнца стало красным, необходимо дополнительное замутнение, такое, например, как дым - примеч перев.)*

Рассмотрим теперь вкратце вечернее небо: в то время, когда солнце стоит на горизонте, мы видим его красным и этот красный цвет мы можем контролировать с помощью экрана. Но и в этой ситуации наблюдается нечто крайне противоречивое. Обратим наш взгляд вверх, где над нами находятся облака, или самолет проложил свой путь на небе; и облака, и след от самолета должны были бы быть красными, но этого в точности никогда не бывает. Только спустя довольно долгое время после захода солнца облака и лента конденсата становятся красными. Но эффект не совершенен. Сначала на нашем облаке можно видеть фиолетовый цвет, перед тем как оно снова станет чисто белым. Наконец, по мере наступления вечерних сумерек эта белизна гаснет. Несомненно, что описанный нами процесс не укладывается в рамки прафеномена возникновения цвета. *(Автор предъясняет к прафеномену, так сказать, "завышенные" требования - зримо и явно присутствовать во всем множестве подфеноменов, частых явлений. По Гёте прафеномен прарастения, например, предполагает великое множество форм, то ярких как роза, то невзрачных как лишайник, крохотных как микроводоросль и огромных как баобаб. Прафеомен есть исходное явления, модификациями которого являются подфеномены, частные, конкретные проявления. В этом смысле можно говорить о Прафилософии, Прарелигии и т.п. Кроме того, наблюдая голубое небо мы имеем темный фон по всей небесной сфере - здесь, как пишет автор, прафеномен работает; когда мы наблюдаем красный закат, красное солнце - прафеномен работает плохо; но ведь солнце не создает сферического фона, охватывающего все небо, нет, оно представляет собой едва ли не точечный источник света. Так что виноват не прафеномен как таковой, а малые размеры солнца по сравнению с размерами небесной сферы - примеч. перев.)* Но нелепости заходят еще дальше. В смысле прафеномена заходящие звезды должны выглядеть красными, но этого не происходит. *(Линейные видимые размеры звезд пренебрежительно малы по сравнению с теми же размерами солнца - примеч.перев.)* Еще более характерный пример представляет собой комета Галлея, появлявшаяся несколько лет тому назад. Эта комета заходила в мае на северозападном участке неба в полночь. В рамках прафеномена шлейф кометы является освещенной замутненной средой перед идеально темным задним фоном, а голова кометы – светлым пятном перед замутненной средой. Такая комета должна была бы на своем заходе порадовать нас красной головой и сине-фиолетовым шлейфом. Но и голова кометы, и шлейф ее были белыми! *(Ничего удивительного – ведь мы видели свет солнца, отраженный от кометы. На заходе в полночь она была в квадратуре по отношению к солнцу, и мы видели свет, который отражался от нее, а не проходил сквозь нее - примеч. перев.)* Мы не хотим продолжать перечисление противоречий дальше, но сделаем первое резюме: цветовые явления на небе нельзя исчерпывающим образом объяснить посредством прафеномена возникновения цвета. Здесь должны быть

дополнительные или принципиально новые причины. Если мы когда-нибудь рассмотрим геометрические соотношения на утреннем и вечернем небе, мы сможем внести ясность в этот вопрос.

Прафеномен Гёте совсем не замечает того, что солнце на восходе и на заходе светит сквозь в высшей степени сложную сферическую призму, которая создается атмосферой земли. Сама эта призма по своим вещественным свойствам не однородна. Крайне малое значение коэффициента преломления воздуха по отношению к вакууму способствует тому, что призматический характер выявляется только лишь при непосредственном восходе или заходе солнца. Здесь невозможно точно показать, что цвета вечерней и утренней зари представляют собой призматические явления. Это автор доказывает в специальной работе. С прафеноменом Гёте эти явления не имеют ничего общего. *(Оснований для такого утверждения явно недостаточно: Гёте рассматривал в первую очередь взаимодействие света и тьмы как в случае природных явлений, так и в случае призматического спектра - см. Р.Штейнер, том 320, Введение. Это, конечно, не исключает иного подхода к данным явлениям, хотя иной подход не есть опровержение – примеч. перев.)*

После того, как мы констатировали, что среди космических феноменов многие явления нельзя объяснить с помощью прафеномена возникновения цвета, направим наше внимание на те явления, с которыми мы встречаемся в лаборатории или в повседневной жизни, и которые традиционный гетеанизм связывает с прафеноменом. Каждый, кто посещал лекции, посвященные учению Гёте о цвете, вспомнит, что лектор помещал перед источником света белую пленку и показывал при этом, как с увеличением числа пленок источник света все больше и больше становится красным. Такая демонстрация должна была служить наглядным доказательством того, что точка зрения Гёте правильна. Очень немногие из слушателей прилагают усилия, чтобы детально анализировать этот результат. Но именно это следует сделать. Ведь есть такие белые пленки, при использовании которых с увеличением их числа источник света окрашивается не в красный цвет, но в интенсивно желтый, а может оставаться белым. Среди белых пленок могут быть такие, которые при увеличении их числа окрашивают источник света в зеленый цвет. Итак, в вышеописанной лекции нам демонстрируют не пример общезначимый при любых условиях, но отдельный частный случай, специально подобранный пример. А это противоречит основному вышеупомянутому принципу гетеанизма, которому должен отвечать прафеномен. И таких примеров имеется в избытке.

Если бы мы с самого начала отважились критически анализировать прафеномен возникновения цвета, как это мы проделали выше, мы бы кратчайшим путем установили, что этот прафеномен - ошибка. *(Вышеприведенные примечания переводчика могут продемонстрировать читателю, что с прафеноменом дело обстоит не так просто. И как философская идея, и как конкретное объяснение подфеноменов прафеномен возникновения цвета по Гёте остается центральным положением гетеанизма - примеч.перев.)* Мы в этом месте оставим открытым

вопрос, что же мы установили в этих явлениях. Мы хотим всего лишь указать, что в этих явлениях с помощью источника света обнаруживаются определенные свойства веществ, расположенных на пути света (*В данном случае свойства материала, из которого изготовлены пленки - примеч. перев.*)

### **11.1.2. Критическое рассмотрение высказываний Рудольфа Штейнера относительно физических цветов**

Для многих гетеанистов гетевский прафеномен возникновения цвета - непререкаемая истина. Не в последнюю очередь это убеждение основывается на том факте, что Рудольф Штейнер считал этот прафеномен истиной. По этому поводу можно было бы задать почти провокационный вопрос: как же Рудольф Штейнер не распознал ошибки? Ответ на этот вопрос мы попытаемся дать в нижеследующих рассуждениях.

В предисловии к книге "О сущности света" ([13\\*](#)) издания 1929г. Мария Штейнер писала, как в 1913г. Рудольф Штейнер проводил демонстрации к учению о цвете с помощью пламени свечи и листа бумаги; при этом он сказал: "Если бы у меня сейчас было 10.000 марок, чтобы приобрести необходимые инструменты, я смог бы доказать миру истинность учения Гёте о цвете". Далее она пишет, что 10.000 марок, к сожалению, не оказалось и поэтому его ученики, имея указания о направлении работы, должны были бы найти доказательство. Здесь возникает следующий вопрос; какие именно дорогие инструменты хотел приобрести Рудольф Штейнер?

В последующие годы возникла исследовательская гетеанистическая лаборатория, где проблема спектральных цветов разрабатывалась интенсивно. Здесь встает еще один вопрос: можно ли было к тому времени приобрести необходимые инструменты? И если нельзя было их купить, то наверное была возможность взять их напрокат в другом месте. Ведь речь шла о центральном вопросе гетеанизма. Допустим, что и это было невозможно, но при таких обстоятельствах разве не мог Рудольф Штейнер по крайней мере в "Курсе о свете" (*вероятно, имеется в виду [том 320](#) - примеч. перев.*) точно описать, посредством каких инструментов и каким образом можно было бы заполучить это важное доказательство? Но в "Курсе о свете" ничего такого нет. Лишь несколько лет спустя, в дискуссии от 8.8.1921 Рудольф Штейнер говорил конкретнее, однако и тогда ясные указания отсутствовали. Цепь этих событий приводит нас только к одному выводу: Рудольф Штейнер не обладал широкими познаниями о фактических причинах появления физических цветов. (*Здесь автор упускает из виду сам принцип, на основе которого производится исследование по Гёте: не следует доискиваться причин, лежащих за явлением, надо тщательно исследовать явление само по себе, исследовать факты, используя созерцательное суждение - примеч. перев.*) Это допущение может быть в то же время решением одного загадочного обстоятельства: в уже упомянутом "Курсе о свете" Рудольф Штейнер в лекциях со второй по четвертую допустил элементарную ошибку. Эта ошибка так заметна, что

всякий дилетант, имеющий очки для дальнорукых или близорукых может ее доказать. Мы хотим описать один довольно сложный случай, связанный с этой ошибкой.

Рудольф Штейнер описывает цвета, которые должны появиться в двойной призме и делает следующий рисунок:

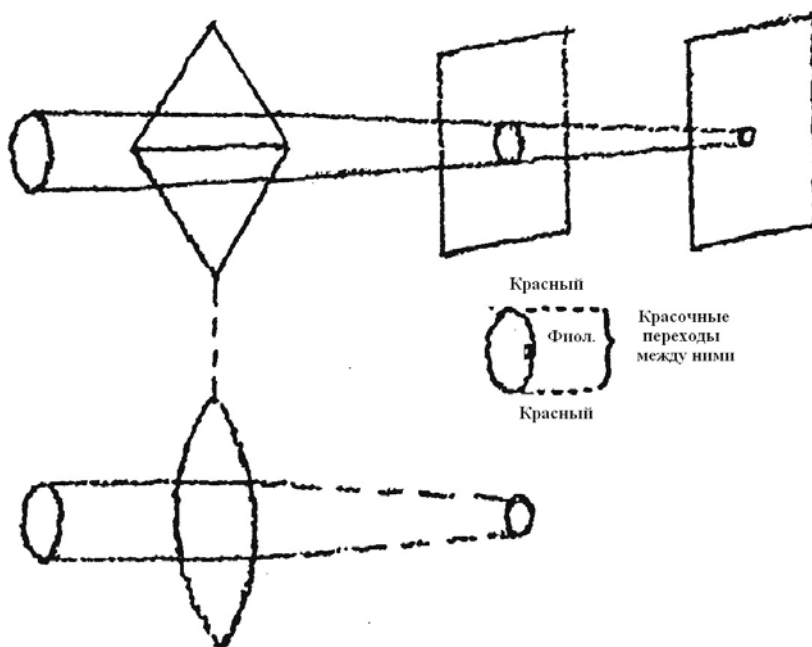


Рисунок из "Курса о свете" (см. "Духовнонаучные импульсы к развитию физики. Первый естественнонаучный курс" стр.61 [т.320 ПСС](#) Изд. Антропософия Москва 2000)

Кто немного посвящен в законы оптики, сразу же найдет, что этот рисунок не может соответствовать фактам. Мы просчитали и зарисовали, как обстоит дело в случае двойной призмы из стекла BK7. Экспериментальная проверка полностью подтвердила расчет. Дальнейшую дискуссию мы считаем ненужной.

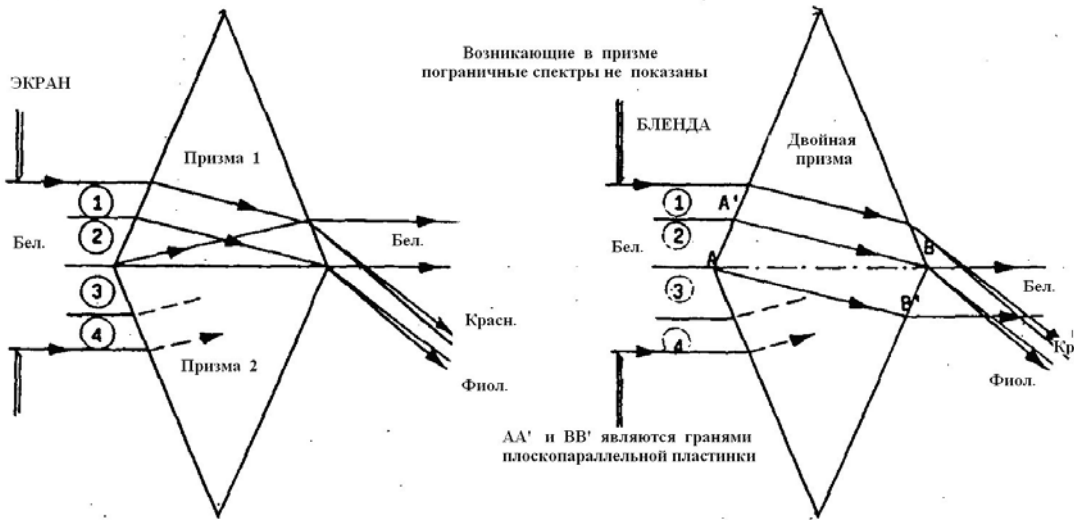


Рис 10 Цветовые явления в двойной призме

*(При всем уважении к автору необходимо заметить, что оснований для утверждения об ошибке Р.Штейнера совершенно недостаточно. Опыты с одной призмой и со сдвоенной призмой, описанные во второй и третьей лекциях 320 тома, нельзя признать недостоверными лишь потому, что в эксперименте автора они не подтвердились и спектральная картина была иной. Разве источник света и оборудование у автора было точно таким, как и у Штейнера? Во второй лекции Штейнер говорит, что используется **полая призма, наполненная водой**. Автор использует совсем иную призму, материал и углы у которой иные. Существуют десятки различных типов призм: они отличаются по назначению, материалу и т.п.: например, отводящая призма, отклоняющая призма, ахроматическая призма, призма Аренса, призма Бауернфайнда, Берека, Ферри, Фуко, Глана, Дове, Кенига, Лемана, Мельнера, Наше, Шмидта, Николая, Томпсона, Глазбрука, Франка-Риттера, преломляющая призма, отражательная призма, призма полного внутреннего отражения и целый ряд других. Двойные призмы, бипризмы тоже бывают совершенно разные: это может быть просто сдвоенная полая призма, что, возможно, имел в виду Р.Штейнер, есть двойная призма Аббе, бипризма Френеля и др. От типа призмы, ее углов, оптической плотности, материала, угла падения зависит спектральная картина. Кроме того, автор имеет дело с так называемым параллельным светом, который он создает искусственно с помощью ряда ширм. Ньютон и Гёте часто использовали солнечный свет, Штейнер использовал солнечный свет, свет свечи, проектора. Говорить о явной ошибке можно было бы, лишь повторив в точности условия опыта. Так что нет оснований обвинять Р.Штейнера в ошибке – примеч. перев.)*

Если мы будем искать причину, почему столь блестящий мыслитель и наблюдатель сделал столь очевидную ошибку, то причина, по нашему мнению, такова: Рудольф



Штейнер был убежден в правильности гетевского прафеномена возникновения цвета. Основываясь на этом убеждении он попытался появление цветов связать с прафеноменом. Но мы выше показали, что прафеномен - это ошибка (*Доводы автора нельзя признать достаточными – примеч. перев.*) Когда же для новых выводов берут за основу что-то неверное или верное наполовину, истина в результате дальнейших выкладок не будет достигнута. То, что Рудольф Штейнер не признал ошибочным гетевский прафеномен возникновения цвета привело к дальнейшим ошибкам, причем не только в его собственных работах на тему света, тьмы и цвета. Значительные гетеанисты, как Отт, Проскауер и др. верно следовали образцу, данному Р.Штейнером, пытаясь решить вопрос о возникновении цвета. При этом они, как нам известно, подходили близко к этому решению, но в конце концов все снова и снова терпели крах из-за приверженности к прафеномену. Вот почему мы считаем гетевский прафеномен возникновения цвета роковой ошибкой традиционного гетеанизма.

## **11.2. Оплодотворенное гетеанизмом расширенное естествознание**

В наше время нам все чаще и чаще приходится слышать о гетеанистически оплодотворенном естествознании как о современном направлении исследований. Чтобы понять, что скрывается за этим названием, мы хотим дополнить это название еще одним атрибутом. Несомненно, корректное название должно было бы звучать так: "гетеанистически оплодотворенное и расширенное **материалистическое** естествознание".

Основную позицию представителей этого пути исследований в связи с нашей проблематикой физических цветов можно выразить так: вопросы, относящиеся к этой проблеме, вплоть до тонкостей проверены, хотя и подлежат дальнейшей проверке в будущем. Если бы кому-то удалось найти хотя бы незначительные недочеты в теории, он мог бы прославиться как ученый. Но, может быть, заниматься этой проблематикой можно иначе, чем это делают сегодня? В таком случае к первой форме исследований присоединилась бы вторая. Возможно, это позволило бы учитывать качественные или даже духовные аспекты света.

Новый способ рассмотрения должен быть, по крайней мере, столь же хорош, как и старый. Он не должен вступать в противоречие с первоначальным, уже сложившимся, но должен дополнять его так, чтобы благодаря ему величие и значение старого могло быть еще лучше понято и оценено по достоинству. Вопрос в том, как воплотить эти взгляды в практические действия связанные с нашей проблематикой?

Чтобы продемонстрировать это, рассмотрим содержание двух книг, которые должны были бы удовлетворять требованиям гетеанистически оплодотворенного естествознания.

Сначала давайте внимательно рассмотрим книгу Йоса Фергульста "Копенгагенский блеск" с подзаголовком "Духовные перспективы современной физики" ([14\\*](#)) О дисперсионном спектре мы прочтем на стр.91.: "Если на большом

расстоянии за призмой мы поместим в световой пучок экран, то увидим законченный цветной спектр. Часть светового пучка, обнаруживающая наибольшее отклонение от первоначального направления будет иметь фиолетовый цвет; по другую сторону спектра мы найдем красный. Между ними будут находиться другие цвета". Прилагаемая к тексту картинка показывает, что здесь классическим образом описывается ньютоновский спектр. Дальнейшее изложение посвящено описанию света как состоящего из фотонного пакета: выводы на стр.16 следующие: эта призма действует как анализатор Фурье. Даже капризный волновой набор может в соответствие с классической теорией быть транспонирован в веер отчетливо различимых синусоидальных волн.

Без труда узнаем мы здесь наш рис.2, изображающий возникновение дисперсионного спектра по Ньютону. По ходу вышеизложенного, мы описали научную несостоятельность такой интерпретации. Автор книги, цитируемой выше, в основу своих дальнейших выкладок положил эту ложную гипотезу. Затем следует построенное на этой гипотезе захватывающее описание проблем квантовой физики, а также выведенные отсюда высказывания о жизни, о мышлении, на иные центральные темы. Рассуждая о ценности приведенного материала, мы можем взять на помощь одно высказывание Рудольфа Штейнера: "Если исходят из атомистических представлений, неизбежно погружают в ведущем к деградации материализме." ([15\\*](#))

В другой книге ([16\\*](#)) нас тоже в первую очередь интересует вопрос о том, какие тезисы относительно дисперсионного спектра положены в основу изложения. И здесь мы тоже находим на стр.186 хорошо известный нам по любому из учебников классической физики спектр Ньютона. О возникновении этого спектра мы ничего не узнаем, поскольку автор не занимается непосредственно вопросом дисперсионных явлений. Но в связи с работами Фраунгофера мы могли бы привести следующий пассаж, который можно прочесть на стр.187: "...абсолютная непрерывность наблюдаемых ньютоновых цветов, которые незаметно переходят из одного в другой, была в действительности прерываема черными линиями..."

Возникновение призматических цветов автор описывает позднее на стр. 246 в связи с так называемым субъективным спектром, которому представители школьной физики не придают серьезного значения. Но и здесь относительно зеленого цвета автор выдвигает неясную формулировку: "Определенное соотношение света и тьмы создает теплые цвета, тогда как противоположное соотношение создает холодные цвета... Только отсутствие зеленого и пурпурного цветов не дает всему цветовому кругу стать завершенным. Эти цвета появляются как по волшебству при построении краев, причем при этом возникают тонкие полосы света и тьмы. Зеленый появляется в середине белой полосы, пурпурный - в черной полосе." Затем, в связи с вышесказанным, автор ведет речь о прафеномене Гёте, а после утверждает: "Модель возникновения цветов в новейших физических теориях похожа на прежнюю, хотя она более точна и лучше интерпретирована математически." В конце автор обсуждает проблемы квантовой физики и приходит к выводу, что современным прафеноменом следовало бы - в соответствие с

физикой элементарных частиц - считать фотон. (Здесь выявляется полное непонимание гетевского феноменализма и гетеанизма вообще, которые опираются лишь на воспринимаемое, тогда как фотон не может быть воспринят непосредственно - примеч. перев.) Для выработки суждения относительно этого высказывания мы можем снова обратиться к соответствующему высказыванию Рудольфа Штейнера. (Имеется в виду вышеприведенная цитата: "Если исходят из атомистических представлений, то неизбежно погрязают в ведущем к деградации материализме." – примеч. перев.)

При обсуждении книги Зайонца интересно также и мнение другого автора. Нам уже приходилось в другом месте цитировать представителя квантовой физики Джона Грибби, который - несомненно - далек от гетеанизма. Грибби знаком с книгой Зайонца и характеризует ее следующим образом: "Чарующий взгляд на историю света. Помимо научных мыслей вы найдете здесь художественную и поэтическую выразительность." (17\*)

Может быть это наилучшая характеристика "гетеанистически оплодотворенного расширенного материалистического естествознания" ?

Это некий "гетеанизм", который всецело признает школьную физику, облекая ее высказывания в художественно-поэтические формы.

### **11.3. Дальнейший путь современного гетеанизма**

В связи с изложенным выше возникает вопрос: что мы можем ожидать от гетеанизма, соответствующего нашей эпохе?

В другом месте мы уже указывали: мы считаем, что инаугурированная Рудольфом Штейнером духовная наука должна стать одним из неотъемлемых элементов культуры нашего социума. Именно это мы рассматриваем как настоящую потребность настоящего момента. В связи с ролью гетеанизма Рудольф Штейнер высказывался так: "Я считаю, что предпосылкой духовной науки является естественная наука, преображенная в духе гетеанизма. Но не только поэтому я полагаю, что изложенная мною духовная наука не противоречит естественной науке. Я знаю, вид одних лишь логических противоречий между различными тезисами еще ни о чем не говорит. Эти, якобы непротиворечивые тезисы могут на деле, в действительности оказаться полностью несовместимыми. Я полагаю, что действительно пережитая гетевская идея о природе неизбежно должна приводить к излагаемому мною антропософскому познанию, если человек - чего не сделал Гёте - трансформирует, возвысит переживания в области природы до переживаний в области духа." (18\*)

Почему мы акцентируем этот взгляд и придаем ему особую важность для нашей работы?

Сегодня мы живем в нашей обществе в пору больших перемен. Порой мы бываем ошеломлены новыми знаниями в области науки, новыми техническими достижениями, такими как:

- генетические исследования и биотехнологии;

- новые достижения в медицине;
- создание виртуального мира, теория информации, стимулирующая эпоху мультимедиа.

В качестве противовеса такому развитию должен быть основан и развит соответствующий времени гетеанизм. Здесь могут быть перечислены:

- экологическое биодинамическое сельское хозяйство;
- антропософская медицина;
- создание мировоззренческой основы как ориентира в поиске смысла жизни.

Поскольку человек сегодня должен свободно решать, какую цель он избирает в жизни, гетеанизм, как вспомогательный элемент в этом процессе должен стремиться к тому, чтобы:

- быть понятным для всех (*это абстрактное, заведомо невыполнимое требование - примеч.перев.*) ;
- быть доступным для экспериментальной проверки;
- быть доступным для математической интерпретации, представлению в формулах ;
- быть технически применимым .

Кроме того, современный гетеанизм – как сказано в вышеприведенной цитате Рудольфа Штейнера - должен служить фундаментом для понимания духовной науки. Вот какие большие требования предъявляются гетеанизму. Чтобы удовлетворить этим требованиям, мы без сомнения не должны защищать ошибки и заблуждения старого гетеанизма, нет, мы обязаны культивировать гетеанизм, основанный на современных знаниях и возможностях. Сюда относится, например, применение математики и методов прикладной математики. Конкретным примером здесь могло бы служить объяснение феномена радуги. Без помощи компьютера почти невозможно установить основные данные, необходимые для понимания этого явления на основе гетеанизма.

Это относится также и ко многим иным явлениям. Современный гетеанизм должен быть способен давать ответы на самые щепетильные вопросы материалистического естествознания. Не входя в детали, мы хотели бы в модифицированном виде привести еще одно недоказанное утверждение Рихарда Фейнмана: центральная тайна современного гетеанизма скрыта в эксперименте на двойной щели. В последующей главе мы кратко опишем, как с точки зрения гетеанизма возникают цвета. Базируясь на этом, мы попытаемся интерпретировать эксперимент на двойной щели, не прибегая к гипотетическим предположениям. Исчерпывающий ответ на этот вопрос мы в данной работе дать не сможем. Мы также не можем, к сожалению, рекомендовать какую-либо относящуюся к этой теме литературу, рассматривающую данный вопрос с точки зрения современного гетеанизма. Но мы, возможно, сделаем шаг к принятию наших тезисов, если основательно займемся проблемой возникновения физических цветов. Это мы попытаемся сделать в следующей главе.

## **12. Возникновение физических цветов в гетеанистическом смысле.**

Исходным пунктом нашей работы было возникновение зеленого цвета в дисперсионном спектре. Рассуждая об этом, мы обратили внимание на появление спектральных цветов. В этом месте мы еще раз хотим расширить рамки нашего исследования. Исходным пунктом для этого нам послужит мысль о том, что не может существовать особенных законов построения для каждого отдельного случая появления физических цветов, но в основе возникновения каждого из таких явлений лежит общий закон, единая основа. К таким явлениям мы причисляем следующие:

- возникновение спектральных цветов
- дифракция и интерференция во всех их видах
- цветные тени
- радуга и феномен гало
- цветовые явления в капле воды
- составные цвета

В смысле традиционного гетеанизма все эти явления можно объяснить с помощью гетевского прафеномена возникновения цвета. Но, даже проявляя склонность к компромиссу, сделать это было бы невозможно. Выше мы уже указывали, что этот прафеномен - ошибка (*Фактов, приведенных автором для опровержения теории прафеномена недостаточно, а то, что он приводит, может быть истолковано иначе, нежели предполагает автор - примеч. перев.*) Другие гетеанисты тоже более или менее ясно утверждают это. Например, Иоганнес Кюль ([19\\*](#)) относительно призматических цветов пишет следующее: "Можно попытаться найти истинную мутную среду даже в случае призматических цветов. Но трудности, возникающие при этом, настолько велики, что в конце концов приходится сделать радикальный шаг и для случая преломления искать формулировку специального прафеномена". Кюль затем продолжает этот ход мыслей и приходит к выводу, что на этом пути можно найти формулировку для специфического, собственного прафеномена и для иных явлений. Он продолжает по тексту: "Однако, тем самым пришлось бы, во-первых, вообще отказаться от признания претензии Гёте на открытие основного прафеномена возникновения цвета, и, во-вторых, пренебречь принципами общности различных видов цветообразования." Далее по ходу мыслей он указывает на то, что природа обобщений всегда идеальна, но слишком мало соотносится с идеальной стороной прафеномена. И все же наконец он утверждает: "Они (понятийные определения) в случае возникновения цвета могут охватить более общий диапазон явлений, нежели данный при описании возникновения цветов в мутной среде; цвета в материи всегда возникают из взаимодействия света и тьмы".

Если мы более интенсивно проработаем это высказывание, мы окажемся гораздо ближе к пониманию. В этом месте мы, однако, можем лишь указать, что в своем дальнейшем изложении Кюль говорит о том, каким образом осуществляется это взаимодействие. При этом материя представляется в смысле школьной физики,

тогда как проблема дисперсии описывается с точки зрения квантовой механики. Кюль приходит к выводу, что прафеномен Гёте имеет отношение к рассеянию и занимает промежуточное положение между преломлением и дисперсией. (*Термин "дисперсия" происходит от латинского *disperere* – рассыпать, рассеивать, расбрасывать, разбрызгивать и *dispertio* - разделять; имеет следующие значения: 1) рассеяние; 2) рассеяние длин волн - зависимость фазовой скорости распространения волн в среде от их длины; 3) дисперсия света - разложение белого света при помощи призмы в спектр; 4) дисперсия спектрографа - разрешающая способность спектрографа; 5) дисперсия в математической статистике - отклонение от среднего значения. Прафеномен Гёте – светлое сквозь замутненную среду дает красный, а темное сквозь освещенную среду дает синий - оперирует условиями, возникающими при рассеянии света или тьмы в атмосфере; термин "дисперсия" в данном контексте употребляется как разложение света. – примеч. перев.)*

Описание рассеяния, преломления и дисперсии таково, что может быть согласовано с представлениями любого последователя школьной физики. О взаимодействии света и тьмы в смысле Гёте здесь нет и речи. Как же по нашему мнению возникают физические цвета? Мы считаем, что верен следующий тезис: **Физические цвета возникают в результате взаимодействия света и тьмы!** С первого взгляда может показаться, что это высказывание полностью совпадает с высказыванием Иоганна Кюля. Но это верно лишь относительно совпадения выбранных слов. Значение, вкладываемое в слова, совершенно различно. Мы хотим детально обосновать это на следующем примере:

Если мы говорим о свете и тьме, мы понимаем под этим то, что описывает в своей книге художница Лиана Колло де Гербуа:

"Тьма является в своем космическом аспекте симпатией, которая наполняет и поддерживает весь мир; в ней происходит постоянное рождение будущего, в ней пробуждаются семена жизни, импульсы подпитываются в ней и достигают своей жизни в нас; в нашей воле.

Свет есть ... выражение космической антипатии. Но антипатии как творящего фактора: свет поднимает вверх, формирует и рассеивает, он излучается в прекрасном, тогда как тьма в прекрасном умирает.

Высшие духовные существа действуют во тьме, они стоят даже выше тех существ, которые действуют в свете, они более сильны. Ибо они являются изначально как силы и создатели, они являются силами первой иерархии." (20\*) "Творящий свет и творящая тьма являются подосновой любого творения. Между обоими этими принципами возникает все: Вселенная, человек, цвета"(21\*)

(Высказывания госпожи де Гебуа следовало бы принимать с осторожностью; этот панегирик тьме с точки зрения антропософии и христианства выглядит сомнительно. Наряду с антипатией, симпатия является основной составляющей душевного мира и реализуется она именно в свете и тепле, в световом и тепловом эфире (см. Рудольф Штейнер, "[Духоведение](#)", гл. "Мир душ"), тогда как антипатия родственна жесткому, застывшему веществу душевного мира, родственна тьме. "Бог есть любовь" (Иоанн) Любовь – один из синонимов

*симпатии. "Бог есть свет и нет в нем никакой тьмы" (Иоанн). Эти евангельские тезисы наряду с сообщениями Р. Штейнера опровергают точку зрения г. Де Гебруа - примеч.перев.)*

Читателю будет совсем нетрудно понять, что здесь речь идет о совершенно новом определении по отношению к свету и тьме. Это определение составляет основу современного гетеанизма. В нашем случае следовало бы поставить вопрос, а является ли в то же время такое понимание света и тьмы основой для объяснения явлений, имеющих место в опыте на двойной щели? В рамках этого исследования мы не можем углубляться в этот вопрос, мы хотим лишь в общих чертах характеризовать эти связи; в вышеприведенном высказывании г. Колло де Гебруа о взаимодействии света и тьмы еще нет указаний на то, как осуществляется это взаимодействие. Здесь мы можем обратиться к точке зрения одного гетеаниста, которого можно считать пионером в этой области - к Эрнсту Лерсу.

В своей книге "Человек и материя" он описывает, что для осуществления взаимодействия между светом и тьмой свет должен проявить определенную динамику. В своей книге Лерс исходит из особого случая - феномена призматических цветов. Основываясь на других исследованиях мы можем сказать, что придание свету указанной динамики может производиться самым различным образом. В опытах с призмой волны разной длины - на которые разлагается свет в призме - способствуют возникновению такой динамики. Как это происходит в деталях, мы из-за недостатка места описать не можем. Поэтому вопросу заинтересованный читатель может обратиться к специальным работам автора.

Мы хотим также указать на то, что в опытах на двойной щели динамика задается шириной щелей и расстоянием между ними. Подробные разработки по этой проблеме отсутствуют, но они должны появиться в обозримое время. Остается следующий вопрос: в общем случае при явлениях, связанных с физическими цветами особую роль приписывают также и краям, границам. Это совершенно справедливо; края в феноменах, связанных с появлением цвета необходимы. Но нам не следовало бы принципиально заострять внимание на физических, материальных границах. В случае возникновения физических цветов граница возникает там, где вышеописанная динамика меняет свою интенсивность. *(Не поменялись ли тут местами причина и следствие? Ведь динамика меняется именно из-за наличия краев; именно граница между тьмой и светом, край, является причиной взаимодействия тьмы и света Речь идет также и о границах между цветами – примеч. перев.)* В случае бленды, используемой в опытах с призмой, край бленды с особой силой и резкостью выявляет функциональность такого рода. При опытах на двойной щели появление границ заметить нелегко. Здесь необходим математический расчет. К сожалению, мы здесь не можем углубляться в эту проблему.

Мы описываем возникновение цветов как взаимодействие двух космических полярностей. Способ их взаимодействия позволяет предположить, что речь идет о двух полярных сущностях. Это, во-первых свет, идущий из центра и создающий

пространство. С этим феноменом школьная физика не имеет проблем, так как по ее мнению свет является центральной силой, и явления поддаются математической интерпретации. Иначе обстоит дело с тьмой. Она является сущностью, действующей из окружности, из окружения. Ее мы тоже можем считать универсальной силой. В противоположность свету тьма не поддается математической интерпретации. Однако, взаимная игра обоих этих сущностей открывает для нас совершенно новые перспективы в научном мышлении. Мы могли бы понимать возникновение физических цветов как выражение действия изначальной полярности: или как выражение взаимодействия точки и бесконечно удаленной поверхности, или как выражение действия вторичной полярности радиуса и сферы. Эта изначальная полярность, пра-полярность особенно ясно выявляет суть феномена в опытах на двойной щели. Это, как и другое является причиной нашего утверждения о том, что в эксперименте на двойной щели скрыта центральная из тайн гетеанизма. *(Еще раз напомним читателю, что в этих экспериментах полный спектр возникает не из белого, но из цветного света – примеч. перев.)*

### **13. Зеленый цвет в дисперсионном спектре - что это? Кардинальное разветвление путей в естествознании, или исходный пункт для столкновения научных мнений?**

По ходу наших рассуждений мы детально продемонстрировали, что данные школьной физики относительно появления зеленого цвета в дисперсионном спектре не соответствуют действительности. Затем мы указывали на то, что эти научные заблуждения школьное физическое мышление берет за основу для дальнейших выводов. Это особенно имеет место в квантовой физике. Мы при этом сделали смелое заключение, что признание этой ложной теории может быть платой за доступ в завораживающее царство квантовой физики. Это царство мы назвали царством Аримана. Такое утверждение мы хотим еще раз аргументировать с помощью высказывания духовнонаучного исследователя - Рудольфа Штейнера. Рудольф Штейнер так отзывался о нынешнем общепринятом естествознании: "Естественнонаучное мировоззрение есть чисто ариманическая вещь..." (23\*) "Это очень серьезно, когда люди сегодня говорят: то, что пользуется таким уважением - наука, выстраивающаяся все выше и возвещающая о себе повсюду - должно быть заменено на что-то иное. Иначе быть не может." (24\*)

Как должно выглядеть то, что придет на смену нынешней науке, займет ее место он описывает так: "В будущем придут физики и химики, которые будут учить химии и физике не так, как учат теперь, будучи под влиянием отставших египетско-халдейских духов, нет, они будут учить так: материя построена таким образом, как постепенно, мало помалу выстраивал ее Сам Христос! Христа будут находить даже в химических и физических законах. Спиритуальная химия, спиритуальная физика - вот то, что придет в будущем. Сегодня большинству людей это может показаться фантастикой или чем-то более худшим. Однако часто, то, что читается разумным в настоящее время, во времена последующие выглядит глупостью." (25\*)



Если мы прислушаемся к этим словам, то сразу же зададимся другим вопросом: что же станет с этим огромным по объему знанием, которое накапливалось столетиями, знанием, добытым невероятным трудом, потраченным на его накопление? Этот вопрос всеми силами пытался разрешить Рудольф Хаушка: мы считаем результаты его трудов фундаментальными и хотим процитировать их здесь:

"Дилемма, перед которой оказалось сегодня человечество из-за того, что оно с одной стороны захвачено бездуховным материалистическим природоведением и мировоззрением, а, с другой стороны все же переживает зачатки "Я" свободной индивидуальности - такая дилемма ставит нас перед вопросом: сможем ли мы благодаря науке и, соответственно, благодаря научному умонастроению снова обрести мироздание во всей его цельности? Именно естествознание, само рассматриваемое с помощью его же собственных методов, является самоотверженным познавательным поиском. Это можно проследить в биографиях многих представителей этого естествознания. Здесь может быть пережит такой душевный настрой, в котором, порой на фоне трагичных судеб раскрывается необычная совестливость. Эта научная совесть - есть вечный почетный атрибут, завоеванный человечеством в этом веке. Эта научная совесть может проявиться лишь в свободе, при этом следование закону причинности и соблюдение мировоззренческой чистоты приводит к тому, что познавательный путь сопровождается сомнениями и даже отчаянием. Если когда-нибудь теории современного естествознания будут пересмотрены и осмеяны как некий недоношенный плод эпохи заблуждений, некий эмфимезис, именно эта научная совесть, добросовестность будет рассматриваться как неотъемлемое достижение естественнонаучной эпохи, как несущая моральная сила для дальнейшего поступательного развития человечества.

Нам, разумеется, нет необходимости широко комментировать вышеприведенную цитату, чтобы показать, что характеризованные выше направления в науке движутся в разные стороны. Становится ясно, что в нашем случае мы имеем дело не просто с обычными научными разногласиями. Все гораздо глубже. Мы фактически находимся на распутье, причем это распутье не находится на дороге, ведущей к вершине, которую надо брать с боем. Наше распутье находится на равнине, а обе дороги ведут в качественно разные царства: или в царство Аримана, владыки лжи и заблуждений, или в царство ХРИСТА. И приводит нас на это распутье спектральный зеленый цвет.

#### **14. Резюме и перспектива**

Для читателя, следившего за ходом наших мыслей, по прочтении вышеизложенного останется, конечно, множество вопросов. Учитывая комплексный характер проблемы, иначе и быть не может. Помимо уже упомянутых и осуществляемых работ по наиболее фундаментальным вопросам, необходимы специальные разработки проблем более частных. Сюда относится, помимо прочих, такие вопросы:

- эксперимент на двойной щели;
- дифракция и интерференция в общем виде;
- радуга;
- преломление;

Но наряду с этой чисто научной постановкой проблем как первостепенная задача возникает необходимость создания гетеанистической системы понятий. Однако для этого требуется специальная работа широчайшего профиля. Одна проблема, может быть важнейшая, не была до сих пор прямо обозначена в нашем изложении.

Описывая представления школьной физики, мы пришли к выводу, что позднее с квантовой физикой мы вступили в царство иллюзии, в царство Аримана. Мы могли бы также написать, что мы вступили в царство подчувственного или подприродного. Позднее мы указали на то, что гетеанистическое природоведение должно найти в материи деяния ХРИСТА - как в области химии, так и физики. Эти деяния носят сверхчувственный характер. Как квантовая физика, так и отвечающий времени гетеанизм требует от людей, занимающихся этими проблемами, расширенной формы сознания. Высказывания Лианы Колло де Гебруа о свете и тьме задают нам направление, в котором должен развиваться современный гетеанизм. Возможно, предложенная работа позволит найти гетеанистов, желающих внести свой вклад в разрешение означенных проблем.

## **15. Список литературы**

1. Гримсель, Учебник физики, том 3, Тойбнер, Лейпциг, 1988, стр.145
2. Андре Бьерке, Новый вклад в учение Гёте о цвете, изд. "Свободная духовная жизнь", Штутгарт, стр.86
3. Джон Гриббон, Кошечки Шрёдингера и поиски действительности. Фишер, карманное издание, 1999, стр.15
4. Там же, стр. 271
5. Рихард Фейнман, О сущности физических законов, Мюнхен, 1990, стр 159
6. Уильям Поундстон, В лабиринте мышления; если логика остановилась, Рейнбок, 1992, (цитируется по Гриббону. Стр.270)
7. Джон Гриббон, там же стр.279
8. Иоганн Вольфганг Гёте, Максимы и рефлексии, Поэтическое издательство, Лейпциг, 1954, стр.133
9. Там же, стр 50
10. Там же, стр.256
11. Там же, стр.133
12. Там же, стр. 159
13. Рудольф Штейнер, О сущности цвета, ТВ 6510, Штейнер-Ферлаг, Дорнах, 1989, стр.21
14. Йос Ферхульст, Копенгагенский блеск, изд. Свободная духовная жизнь, Штутгарт, 1994
15. Рудольф Штейнер, Противоположности в развитии человечества, [ПСС 197](#), Штейнер-Ферлаг, Дорнах, Швейцария, лекция от 25.07.1920

16. Артур Зайонц, Объединенная история света и сознания, Роухльд, карманное изд., 1997
17. Джон Гриббон, там же, стр.359
18. Рудольф Штейнер, [Мировоззрение Гёте](#), ТВ 625, Штейнер-Ферлаг, Дорнах, Швейцария 1979,  
Послесловие к новому изданию 1918, стр.86
19. Иоганнес Кюль, Элементы естествознания, Журнал естественнонаучной секции Гётеанума, специальная тетрадь, 2/88, стр.86
20. Лиана Колло де Гербуа, Сферы цвета, ИОНА, Оуинген, 1983, стр.21
21. Лиана Колло де Гербуа. Свет и тьма как основа для работы с цветом, статья в журнале Штиль,  
Голландские тетради 1/86, перевод с англ.
22. Эрнст Лерс, Человек и материя, Витторио Клостерман, Франкфурт-Майнц, 1966
23. Рудольф Штейнер, Спиритуальные кулисы духовного мира, [ПСС 177](#), стр.169, лекция от 20.10.1917
24. Рудольф Штейнер, Противоположности в развитии человечества, [ПСС 197](#), стр.79, лекция от 24.06.1920
25. Рудольф Штейнер, Духовное водительство человека и человечества, [ПСС 15](#), разд 3, стр 66 или ТВ614 стр 66
26. Рудольф Хаушка, Учение о питании, Витторио Клостерман, Франкфурт-Майн, 1989, стр 12