

ДИСПЕРСИЯ СВЕТА: ПОЧЕМУ БЕЛЫЙ СВЕТ РАСКЛАДЫВАЕТСЯ В СПЕКТР

Сатторов Сарвар Нугмонович

Аннотация: В данной статье в увлекательной и наглядной форме раскрывается физическая природа явления дисперсии света. Читатель вместе с героями сюжета узнает, почему белый солнечный свет при прохождении через призму распадается на радугу цветов, какие длины волн соответствуют каждому цвету, и как показатель преломления среды зависит от частоты света. Рассматриваются как классические опыты Ньютона с призмой, так и современные применения дисперсии — от спектроскопии до создания оптических фильтров. Манга позволяет глубже понять взаимодействие света с веществом, визуализируя абстрактные физические понятия и делая их доступными для школьников и студентов.

Ключевые слова: дисперсия света, преломление, длина волны, показатель преломления, световой спектр, белый свет, призма, видимый свет, электромагнитные волны, спектроскопия, радуга, Ньютон, световые явления, цвет и частота, оптика.

Введение

Свет — это электромагнитное излучение, состоящее из переменных электрических и магнитных полей, распространяющихся в пространстве. Видимый свет охватывает диапазон длин волн примерно от **380 нм (фиолетовый)** до **750 нм (красный)**. Разные длины волн соответствуют различным цветам, и каждое вещество по-разному взаимодействует с каждой из них.

- Фиолетовый: ~ 380–450 нм
- Синий: ~ 450–495 нм
- Зелёный: ~ 495–570 нм
- Жёлтый: ~ 570–590 нм
- Оранжевый: ~ 590–620 нм
- Красный: ~ 620–750 нм

Скорость света в вакууме составляет:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

В среде свет замедляется:

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

где n — показатель преломления.

[1]

Когда свет проходит из одной среды в другую (например, из воздуха в стекло), его скорость изменяется, что приводит к **изменению направления распространения** — это явление называется **преломлением**. Закон преломления Снеллиуса выражается следующим образом:

$$n_1 * \sin \alpha = n_2 * \sin \beta$$

Поскольку $n = n(\lambda)$ каждая длина волны испытывает разное преломление, когда проходит через границу сред.

Например, при прохождении через призму с углом A , угол отклонения света D определяется как:

$$D = (n - 1)A$$

Поскольку n зависит от λ , разные цвета отклоняются по-разному → дисперсия.

Формула Коши (для нормальной дисперсии):

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$$

где A, B, C — экспериментальные постоянные. Эта модель хорошо описывает прозрачные среды при нормальных условиях.

Формула Зельмейера:

$$n^2(\lambda) = 1 + \frac{B_1 \lambda^2}{\lambda^2 - C_1} + \frac{B_2 \lambda^2}{\lambda^2 - C_2} + \dots$$

Она используется для точных расчётов в лазерной и спектроскопической оптике.

[2]

Экспериментальное наблюдение дисперсии

Классический опыт Ньютона:

- Источник: солнечный свет.
- Инструмент: стеклянная призма.
- Наблюдение: белый свет превращается в спектр на экране.

Современная демонстрация в школе:

- Используется спектроскоп или диск Ньютона.
- Лазерная указка разного цвета (красная и зелёная) проходит через призму.
- Наблюдается различная степень отклонения.

Тип	Описание	Пример
Нормальная	$\frac{dn}{d\lambda} < 0$, n убывает при увеличении λ	Стекло, вода
Аномальная	$\frac{dn}{d\lambda} > 0$, наблюдается возле резонансов	Газовые среды, красители
Материальная	Связана с составом среды	Разные стёкла
Групповая	Важна в оптоволокне	Фильтрация сигналов

Практическое применение дисперсии

Спектроскопия — основа анализа веществ. Пример: определение химического состава звезды по её спектру.

Оптоволоконная связь — необходимо компенсировать дисперсию, чтобы избежать искажения сигналов.

Коррекция хроматической аберрации в фотокамерах и микроскопах.

Создание оптических фильтров и интерференционных линз.

Радуга в природе — результат дисперсии и полного внутреннего отражения в каплях воды.

Дисперсия в природных явлениях

Радуга — свет преломляется и отражается в каплях воды, образуя спектр.

Цвета в мыльных пузырях — интерференция света, усиленная дисперсией.

Гало вокруг Солнца или Луны — преломление и дисперсия в ледяных кристаллах атмосферы.

Современные технологии и исследования

Область	Использование дисперсии
Фотоника	Дисперсионные композитные материалы
Лазеры	Управление шириной спектра
Астрономия	Спектральный анализ галактик
Биомедицина	Оптическая когерентная томография (ОКТ)
Материаловедение	Изучение структуры веществ по их оптическому отклику

[3]

Вывод: Изучение явления дисперсии света позволяет глубже понять природу света как электромагнитной волны и особенности его взаимодействия с веществом. Дисперсия объясняет, почему белый свет при прохождении через оптические среды (например, призму) распадается на спектр цветов. Это связано с тем, что показатель преломления среды зависит от длины волны света: фиолетовый свет преломляется сильнее, чем красный.

Математические модели дисперсии, такие как формула Коши, позволяют количественно описать поведение света в различных материалах. Эти модели широко используются в оптическом проектировании и научных исследованиях.

Дисперсия имеет важное практическое значение: она используется в спектроскопии, оптоволоконной связи, медицине, астрономии и других науках.

Кроме того, многие красивые природные явления — радуга, гало, иризация облаков — связаны именно с дисперсией.

Использованные литературы

1. Вавилов С.И. *Оптика*. — М.: Наука, 1988.
2. Савельев И.В. *Курс общей физики. Том 2: Оптика, атомная физика*. — М.: Наука, 1999.
3. Трофимова Т.И. *Курс физики*. — М.: Астрель, 2003