

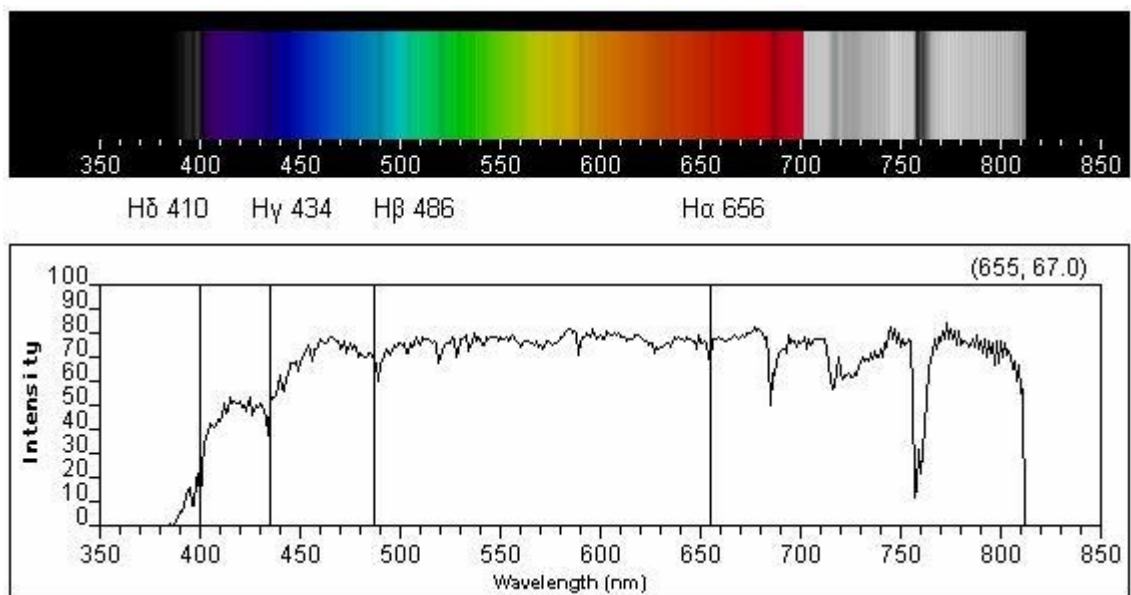
Урок №4 (22.01.2008) Геометрическая оптика. Отражение.

1. Свет и цвет

Световые лучи – представление о свете, распространяющемся параллельно и независимо от других лучей.

Скорость света впервые измерил датчанин Оле Рёмер (1644-1710) из астрономических наблюдений. Впервые достаточно точно скорость света измерил Альберт Майкельсон в 1880 – 1920 гг.

Цвет определяется длиной электромагнитной волны. Красному цвету соответствует $\lambda = 760 \text{ нм}$, фиолетовому – $\lambda = 400 \text{ нм}$. Ниже приведён реальный спектр Солнца (взято из Википедии).



Цвета разделяют на *спектральные* – те, что мы видим, если смотрим на монохроматическую волну, и *дополнительные* – те, что кажутся нам, если мы видим весь спектр, за исключением некоторого узкого участка. Распределение цветов по длинам волн, взятое из Википедии:

Длина волны, нм	Спектральный цвет	Дополнительный цвет
400—435	Фиолетовый	Зеленовато-жёлтый
435—480	Синий	Жёлтый
480—490	Зеленовато-синий*	Оранжевый
490—500	Синевато-зелёный*	Красный
500—560	Зелёный	Пурпурный
560—580	Желтовато-зелёный	Фиолетовый
580—595	Жёлтый	Синий
595—605	Оранжевый	Зеленовато-синий*
605—730	Красный	Синевато-зелёный*
730—760	Пурпурный	Зелёный

*Голубой

Далее рассказать, что значит «я вижу зелёный карандаш»

«Особые» виды цвета: *люминесценция* – свечение под действием света. Самый интересный случай, это – *флуоресценция*. В этом случае время послесвечения $10^{-6} \div 10^{-9}$ с и кажется, что предмет светится своим, особым цветом. Это хорошо известно тем, кто посещает дискотеки. ☺

2. Отражение и преломление света

Показатель преломления n – определяет фазовую скорость световых волн: $v = c/n$.

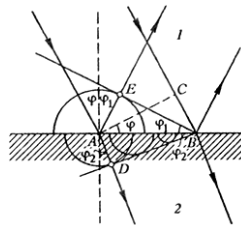
Показатель преломления зависит от длины волны: $n = n(\lambda)$, это свойство света называют *дисперсией*. Зависимость показателя преломления от длины волны даётся формулой Коши: $n(\lambda) = a + b/\lambda^2 + c/\lambda^4 + \dots$, где λ – длина волны в вакууме, a, b, c, \dots – коэффициенты, определяемые опытным путём.

Из формулы Коши (и, естественно, из опыта) следует, что меньше всего преломляется красный цвет, а больше всего – фиолетовый.

Вещество	Показатель преломления n
Воздух	1,0003
Вода	1,33
Стекло	1,5 – 1,95
Алмаз	2,5

Показатель преломления связан с диэлектрической проницаемостью среды: $n = \sqrt{\varepsilon}$.

Законы отражения и преломления легко выводятся с помощью принципа Гюйгенса:



Из него легко выводится закон отражения света: *углы падающего и отраженного лучей равны*, и закон преломления: *углы падающего φ_1 и преломленного φ_2 лучей*

относятся, как $\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2} = \frac{n_2}{n_1}$ – закон Снелля.

При отражении и преломлении на искривлённой поверхности, эта поверхность разбивается на ряд псевдоплоских частей с характерными размерами $\gg \lambda$. При этом искривление поверхности не должно быть слишком сильным, иначе мы попадаем в область волновой оптики.

Вообще, законы геометрической оптики справедливы, при $\lambda \rightarrow 0$.

При отражении от шероховатых предметов, свет испытывает *диффузное отражение*, т.е. от разных частей предмета свет отражается в разные стороны. Поэтому мы можем наблюдать предметы в отраженном свете: в случае освещенного зеркала, свет мы видим только под определенным углом.

Что значит «мы видим предмет»?

При прохождении света из оптически более плотной среды в менее плотную при определенном угле падения луча, угол преломления становится равным $\pi/2$, т.е. луч не проходит через границу, а только отражается. Это явление называется *полным внутренним отражением* и используется, например, в волоконной оптике.

Отношение интенсивностей отраженного и преломленного луча в геометрической оптике не рассматривается, равно как и поляризация (электромагнитная волна с поляризацией \vec{E} , параллельной границе сред, отражается сильнее).

Принцип Ферма

Принцип Ферма – действительный путь распространения луча света есть путь, для прохождения которого свету требуется минимальное время. При расчетах по принципу Ферма вводится т.н. *оптическая длина луча* – произведение показателя преломления на длину пути луча.

3. Плоское зеркало

Из принципа Ферма легко выводится, что в плоском зеркале мы видим равное по размерам предмету его *мнимое* изображение (т.е. находящееся на продолжении лучей).

