

ЭТА СОВРЕМЕННАЯ ДРЕВНЯЯ ОПТИКА

Т.ХАННАНОВА, Н.ХАННАНОВ

СМОМЕНТА ИЗОБРЕТЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ КВАНТОВЫХ генераторов – лазеров – не прошло и полвека. Однако применение лазера оказалось столь разнообразным, что современный школьник с трудом верит, что всего 40 лет назад слова «лазер» просто не существовало. Малая расходимость светового пучка, большая интенсивность, когерентность и поляризованность излучения лазера позволяют создавать на его основе и «скальпель» для хирурга, и «циркуль» для астронома, и «носитель информации» для пользователей компьютера.

В настоящее время именно свет лазера играет огромную роль в передаче и переработке информации. Общеизвестно использование лазера в линиях оптоволоконной связи, в таких устройствах, как CD ROM и лазерный принтер. С постепенным переходом на магнитооптические диски он начинает использоваться и для записи информации на жесткий диск компьютера.

Выйдя из стен научных и военных лабораторий, лазер «примостился» на поясе современного тинэйджера в виде CD-плеера или брелока для ключей. Давайте попробуем использовать лазерный брелок или лазерную указку для простых, наглядных, но от того не менее интересных исследований в домашних условиях явлений геометрической и волновой оптики – явлений, открытых и изученных задолго до рождения даже самой идеи создания лазера.

Единственное, о чем необходимо напомнить перед экспериментом с лазером еще раз, – **НЕЛЬЗЯ ДОПУСКАТЬ ПРЯМОГО ПОПАДАНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ГЛАЗ!** Локализация на малом участке сетчатки глаза большой энергии может привести к разрушению этих участков. И еще – экономьте энергию батареек, для фиксации положения светового пятна достаточно лишь ненадолго включить его. Это, кстати, будет беречь и ваши глаза, так как отраженное лазерное излучение тоже может быть достаточно интенсивным.

Почему ошибался Птолемей, или О чем говорят пластиковые бутылки?

Как вы уже догадались, помимо лазерного брелока (указки) нам понадобится еще пластиковая бутылка, заполненная водой, а также линейка (желательно длинная, около 100 см) и угольник.

Наша цель – исследовать явления преломления света на границе двух сред. Древнегреческий ученый Клавдий Птоле-

мей (ок. 90 – ок. 160) впервые описал закон преломления света, связывающий угол падения α и угол преломления γ (рис.1). В его распоряжении были две линейки CM и DM , прикрепленные к диску и вращающиеся вокруг точки M . Опуская нижнюю часть диска с линейкой в воду, он добивался того, чтобы глазу казалось, что нижняя и верхняя линейки образуют прямую линию $C'MD$. Это означало, что нижняя линейка расположена так, что лучи, выходящие из точки C и формирующие ее мнимое изображение, преломляются на границе вода – воздух, и изображение точки получается в C' . Затем диск вынимался, и по делениям на диске измерялись соответствующие углы. Птолемию удалось довольно точно измерить эти углы и установить, что отношение углов падения и преломления остается величиной постоянной:

$$\alpha/\gamma = n.$$

В учебниках обычно приводится другой закон преломления, называемый законом Снеллиуса:

$$\sin \alpha/\sin \gamma = n.$$

Его формулировка была обнаружена в рукописях голландского астронома и математика Виллеброрда Снеллиуса (1580–1626) после его смерти.

Кто же прав? Может, Птолемей не знал, что такое синус угла? Или Снеллиус сомневался в том, что он прав, и поэтому не опубликовал свой результат? Попробуем ответить на эти вопросы с помощью ... лазерной указки и пластиковой бутылки с газировкой. Лучше выбрать бутылку побольше – и не только потому, что точность будет выше.

Как же, не раскрывая бутылки, найти плоскую поверхность, на которую можно пустить «луч падающий»? Посмотрите на осевое сечение бутылки (рис.2). Верхняя его часть похожа на сечение треугольной призмы, нижняя – на сечение плоскопараллельной пластины. Ход лучей в этих классических оптических системах хорошо известен (возможно, в школе вы даже выполняли лабораторную работу с этими специально изготовленными изделиями). Если найти на цилиндрической бутылке это осевое сечение, зафиксировать точки вхождения и выхода луча и измерить угол, под которым луч падает на плоскость, задача была бы решена. Но как найти это сечение?

Зафиксируйте место падения лазерного луча на стену, проведите соответствующую вертикальную линию, затем двигайте бутылку по горизонтальному столу до тех пор, пока луч, прошедший сквозь бутылку, не попадет на ту же вертикаль. Дальнейшее измерение углов падения и преломления является делом техники. Угол падения равен углу, под которым луч выходит из бутылки (что хорошо известно для плоскопараллельной пластинки). Нужно зафиксировать точки входа и выхода луча, измерить расстояния H_1 и H_2 от

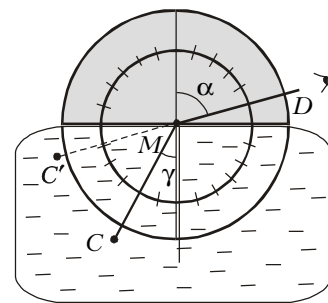


Рис. 1

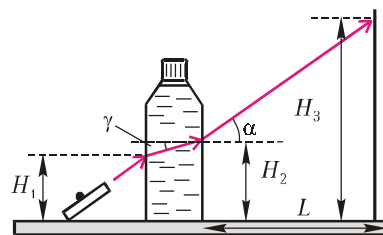


Рис. 2