

Волшебная линза

А. МИТРОФАНОВ



ЛИНЗУ-ИГРУШКУ, О КОТОРОЙ пойдет речь в статье, подарил мне когда-то Н.И.Милуков – фотограф и личный лаборант академика П.Л.Капицы. А ему линза досталась как сувенир от академика А.П.Александрова, тогдашнего Президента Академии наук. Дело было так.

Капица пригласил Александрова в свою Физическую лабораторию, чтобы познакомить его с новыми и интересными результатами экспериментов с газowymi разрядами высокого давления в сильном сверхвысокочастотном поле. Визит, как говорится, удался. После осмотра и теплой беседы с персоналом плазменной установки этот сувенир и был подарен гостем Н.И.Милукову.

Мне не известно, кто первым придумал опыт с «волшебной» линзой, но с той поры я точно знаю, что забавные игрушки и опыты-фокусы любят не только дети, но и студенты, лаборанты, доктора наук и почетные академики...

Рассмотрим опыт с линзой, изготов-



Рис. 1



Рис. 2

ленной из оргстекла на токарном станке. Этот опыт очень простой и напоминает фокус.

Линза представляет собой сильно выпуклое тело, похожее на половинку сливы, с толстым цилиндрическим ободком, который крепится к пластинке-подставке, также выполненной из оргстекла (рис.1). Для крепления в пластинке сделано цилиндрическое углубление, куда плотно вставляется основание линзы.

Внешне линза с пластинкой ничем не примечательна – выпуклое тело с гладкой поверхностью, да и только. Но давайте поместим линзу в чашку, стакан или любую другую емкость, в которую нальем воду (рис.2). Как только уровень воды достигнет вершины линзы, в чашке под линзой неожиданно появляется четкое изображение лица (рис.3), предмета или еще чего-либо. А до тех пор, пока линза не окажется в прозрачной жидкости (в нашем опыте – в воде), изображения нет, как бы мы не старались его увидеть...

Вы, наверное, уже догадались, в чем секрет этого опыта. В углублении подставки под самой линзой спрятана маленькая фотография (или рисунок), изображение которой и появляется в чашке с водой под линзой. Но какова роль воды в опыте, и почему без воды в чашке фотография не видна? Ведь

если мы возьмем обычную собирающую линзу, например очковое стекло или конденсорную линзу фотоувеличителя, и положим ее на плоский предмет или фотографию, то через линзу этот предмет хорошо виден. Точнее, мы видим увеличенное мнимое изображение предмета (рис.4,а). Даже если линза имеет большую угловую апертуру, например если это стеклянное полушарие или даже шар, предмет все равно виден через линзу (подумайте, почему), хотя и с измененными формами.

Будем теперь плавно увеличивать расстояние от предмета до линзы. Изображение тоже станет увеличиваться, но начнет разрушаться и пропадать, когда предмет окажется вблизи фокальной плоскости линзы и увеличение, даваемое линзой, будет стремиться к бесконечности. Далее, когда расстояние от линзы до предмета окажется больше фокусного расстояния линзы F , линза даст действительное, но уже перевернутое изображение предмета (рис.4,б).

Таким образом, чтобы предмет не был виден под собирающей линзой, он должен обязательно находиться вблизи ее фокальной плоскости. Именно так устроена наша «волшебная» линза из оргстекла, при этом толщины линзы, ободка и углубления в пластинке подобраны соответствующим образом, а фотография находится практически в фокусе линзы.

Оценим теперь, чему равно это фокусное расстояние. Пусть линза в области вершины аппроксимируется сферой



Рис. 3