

Лебедевские крылышки

А. ВАСИЛЬЕВ

ПЕТР НИКОЛАЕВИЧ ЛЕБЕДЕВ вошел в историю науки как блестящий физик-экспериментатор, выполнивший ряд тончайших исследований на грани технических возможностей своего времени. Он создал первую в России физическую лабораторию, где вместе с ним трудились его ученики, многие из которых стали впоследствии основателями новых направлений в российской физике.

Лебедев родился в Москве 8 марта 1866 года в обеспеченной купеческой семье, где любили и спорт, и музыку, и литературу. Вместе с тем уже в школьном возрасте обнаружился особый интерес Лебедева к технике, к самостоятельному научному творчеству.

Окончив немецкую коммерческую школу и реальное училище, Лебедев поступил в Московское техническое училище, где овладел столярным, токарным и слесарным ремеслами, которые оченьгодились ему впоследствии при изготовлении экспериментальных приборов. Однако узкая техническая направленность училища вскоре перестала удовлетворять Лебедева, и в 1887 году он отправился на обучение в Страсбургский университет. Здесь он в течение четырех лет слушал лекции Кундта, Гельмгольца, Больцмана и других известных ученых и одновременно вел самостоятельную исследовательскую работу. Молодой ученый пробовал свои силы в разных областях физики. Кундт в шутку говорил, что у Лебедева каждый день рождается по двадцать идей. В конечном счете Лебедев решил сосредоточиться на проблемах взаимодействия электромагнитного излучения с веществом и даже сформулировал собственную программу исследований. Одно из центральных мест в ней занимал вопрос о давлении света на твердые тела и газы.

Проблема светового давления занимала крупнейших ученых мира

(Кеплер, Ньютон, Эйлер, Максвелл, Бартоли, Больцман) на протяжении нескольких столетий. В 1873 году Максвелл опубликовал свой знаменитый «Трактат по электричеству и магнетизму», где дал полное математическое описание электромагнитных явлений и предсказал новый эффект – существование в свободном пространстве электромагнитных волн, распространяющихся со скоростью света. Это позволило ему считать свет одним из видов электромагнитных волн и записать формулу для светового давления в виде: $p = E(1 + R)/c$, где E – энергия электромагнитной волны, отнесенная к единице площади и единице времени, R – коэффициент отражения, c – скорость света. Однако многие ученые, и в их числе президент Лондонского Королевского общества лорд Кельвин, считали световое давление несуществующим. Последнее слово могли сказать только экспериментаторы. Попытки экспериментально обнаружить световое давление предпринимались неоднократно, но ни один опыт не дал однозначного ответа на вопрос о существовании светового давления. Даже Максвелл, автор приведенной выше формулы, сомневался в том, что она может быть подтверждена опытным путем.

Полностью осознавая трудность поставленной перед ним задачи, Лебедев приступил к выполнению своей программы исследований взаимодействия излучения и вещества.

Будучи уже твердо уверенным в том, что свет, являясь электромагнитной волной, должен оказывать давление на твердые тела и газы, Лебедев начал свои знаменитые опыты. Идея эксперимента была проста: на легкое крылышко, подвешенное на длинной и тонкой нити, направлялся луч света. Под действием светового давления крылышко должно поворачиваться, и по углу поворота можно будет рассчитать силу давления света. Прибор необходимо было

поместить в хорошо откачанный баллон, чтобы исключить посторонние воздействия.

На пути осуществления этой простой идеи экспериментатора, однако, ожидали колоссальные трудности. Первая из них состояла в ничтожной величине светового давления. Действительно, используя формулу Максвелла, легко оценить, что, например, дуговая лампа мощностью 1 кВт создает световое давление порядка 10^{-4} Па, или 10^{-6} мм рт. ст. Вакуум в экспериментах Лебедева составлял около 10^{-4} мм рт. ст., т.е. ему необходимо было фиксировать изменения давления на уровне процента от давления остаточного газа в баллоне. Но малость измеряемой величины была не самым большим препятствием. Определяя давление света, Лебедев столкнулся с действием радиометрических сил, существенно влиявших на сам процесс измерений. Эти силы возникали из-за того, что поверхность крылышка, обращенная к источнику света, нагревалась, что приводило к неравномерному нагреванию газа в баллоне и, тем самым, к возникновению конвекционных потоков. Поток газа от освещенной стороны крылышка к теневой толкал крылышко в том же направлении, что и световое давление. Помимо этого, нужно было избавиться от конвекционных потоков, возникавших из-за неравномерного нагревания светом стеклянного баллона.

Исключить все указанные помехи и измерить величину, которую можно однозначно отождествить с давлением света, – вот задача, на решение которой Лебедев затратил четыре года упорнейшего труда. Ученый создал прибор, удивительный по своей простоте, элегантный и безупречный с точки зрения чистоты физического эксперимента.

Прежде всего, конечно, надо было научиться создавать хороший вакуум в стеклянном баллоне. Лебедев