

**Ф1717.** На расстоянии  $d = 0,6$  см от центра стеклянного шара радиусом  $R = 1$  см находится точечный источник света. При каких значениях коэффициента преломления стекла  $n$  весь испускаемый источником световой поток выйдет наружу? Оцените долю вышедшего наружу потока при  $n_1 = 1,6$ . Снаружи – вакуум; источник излучает во все стороны равномерно.

Падающий на границу раздела двух сред тонкий пучок света частично отражается, частично преломляется, и часть энергии (светового потока) при этом уходит в окружающую шар среду. Следующие падения остатка пучка происходят под теми же углами к нормали в точке падения, и каждый раз такая же часть энергии уходит из шара наружу. Если нет заметного поглощения энергии внутри, то, казалось бы, вся испущенная источником энергия уйдет наружу. Что же может помешать этому? Вспомним, что не всегда существует преломленный луч – при падении пучка под большими углами к нормали возможно полное внутреннее отражение, когда весь поток отражается назад в оптически более плотную среду (в нашем случае – в стекло). Найдем максимальный угол падения луча на сферическую поверхность, при котором

полного отражения еще не произойдет. По теореме синусов (см. рисунок)

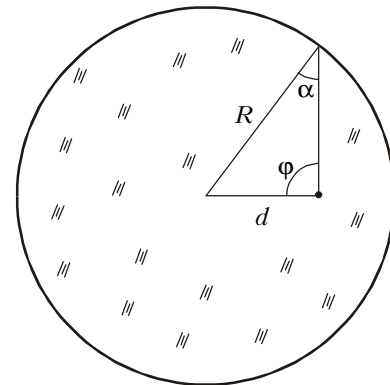
$$\frac{R}{\sin \varphi} = \frac{d}{\sin \alpha},$$

откуда

$$\sin \alpha = \frac{d}{R} \sin \varphi.$$

Видно, что значение синуса угла падения не превосходит 0,6; это значит, что при величине коэффициента преломления меньше  $1/0,6 = 1,66\dots$  полного внутреннего отражения не произойдет. В нашем случае  $n_1 = 1,6$  меньше этого значения (вот если бы в условии был указан коэффициент преломления 1,7, было бы, что посчитать!); следовательно, весь поток выйдет из шара.

*А. Зильберман*



## Н А М П И Ш У Т

### Как покупать и как эксплуатировать батарейки?

Устройство и механизм работы гальванических элементов в общем нам известны. Но при пользовании ими возникает масса конкретных вопросов. Рассмотрим два из них: дешевые или дорогие батарейки лучше покупать и как полнее использовать энергию аккумулятора в плеере?

Начнем с первого вопроса. В газете «Известия» за 21 января 1998 года были опубликованы данные испытания батареек «элемент 316», применяющихся в плеерах и диктофонах. Для батареек разных фирм было определено время работы в плеере – основное и после «отдыха» в течение 6 часов. Оказалось, что более дорогие батарейки позволяют, естественно, слушать музыку дольше, но при этом стоимость часа работы дорогих батареек, в общем, выше. Так и должно быть – это плата за удобство: реже приходится менять элементы.

Однако из опубликованных данных можно сделать и более тонкие выводы. Разброс стоимости часа работы батареек зависит от стоимости батареек, причем чем батарейки дешевле, тем разброс больше. Дорогие батарейки все похожи, дешевые – все разные: могут быть почти такие же (по стоимости часа работы), как дорогие, а могут быть и намного хуже. Отсюда мораль: если у вас нет конкретной информации, покупайте дорогие – это надежнее. Покупая дешевые батарейки, можно выгадать, и немало, но только если вы располагаете информацией о данном товаре (или фирме). (Не относится ли это вообще к стратегии покупателя на рынке?)

Теперь обратимся к проблеме «аккумулятор в плеере». Некоторые из тех, кто ставил аккумуляторы в любимую

звучащую игрушку, были неприятно удивлены – аккумуляторы работали меньше, чем им полагалось, исходя из их емкости и тока разряда. Расследование показало, что плееры перестают работать при относительно небольшом разряде, так как напряжение аккумуляторов вообще меньше, чем у батарей. Конечно, даже так эксплуатировать аккумуляторы дешевле, но можно поступить хитрее. После того как два аккумулятора окажутся подсевшими, берем два свежих заряженных аккумулятора и каждый из подсевших доразряжаем в паре со свежим. Недостаток метода в том, что надо иметь 4 аккумулятора, но обычно потребитель их имеет, чтобы не оказаться в ответственный момент без энергии. Эксперимент показал, что в таком режиме аккумуляторы работают

$$\begin{aligned} & 2,5 \text{ часа (свежая пара)} + 1 \text{ час (свежий + севший)} + \\ & \quad + 1 \text{ час (второй свежий + второй севший)} + \\ & \quad + 1,5 \text{ часа (пара свежих, работавших в паре с севшими)} = \\ & \quad = 6 \text{ часов.} \end{aligned}$$

По стандартной методике они работали бы 5 часов (2,5 + 2,5). Итого, выигрыш 20%. При большем количестве эксплуатируемых аккумуляторов выигрыш увеличивается: при 6 аккумуляторах – до 30%, при очень большом количестве – до 40%. Для батареек этот эффект несколько слабее и при использовании 4 батареек составляет от 10 до 20%.

*И. Гольдфаин*