

ла) и его характерное время равным  $\tau_3 = 10^{-4}$  с (как для шарика на стекле). Тогда изменение импульса каждого тела будет равно

$$m\Delta v = m \left( v_{b_2} - \frac{v_{b_2} + v_{g_2}}{2} \right) = \\ = m \left( \frac{v_{b_2} - v_{g_2}}{2} \right) = 0,65 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}},$$

а сила удара –

$$F_{\text{уд}} = \frac{m\Delta v}{\tau_3} = 6,5 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Давление у дна бутылки при этом составит

$$p = \frac{F_{\text{уд}}}{S} = \frac{6,5 \cdot 10^3 \text{ Н}}{30 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} \approx 22 \text{ атм}$$

– весьма впечатляющая величина! Поскольку толщина стекла боковой поверхности бутылки обычно меньше, чем толщина дна (а «где тонко, там и рвется»), разрушение стекла происходит именно на боковой поверхности бутылки вблизи ее дна.

Подобно рисунку 1, на рисунке 2

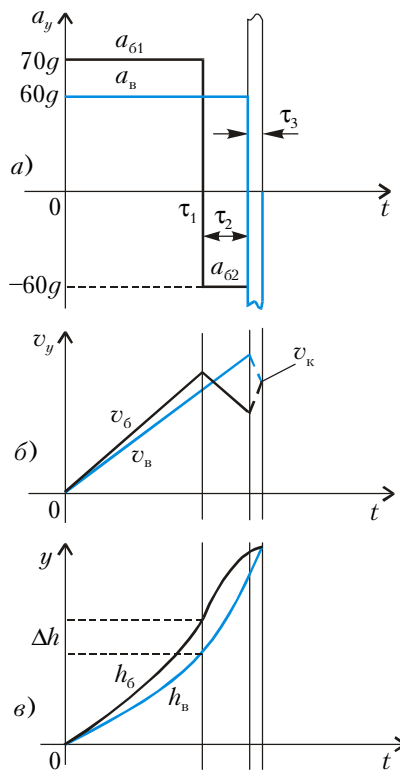


Рис. 2

представлен графически весь процесс в течение суммарного времени  $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3$ , которое имеет порядок сотой доли секунды. На всю систему (бутылку с водой общей массой  $m = m_b + m_g = 1$  кг) подействовал импульс ударной силы

$$F_1 \tau_1 = 650 \text{ Н} \cdot 10^{-2} \text{ с} = 6,5 \text{ Н} \cdot \text{с}.$$

В результате после окончания процесса, т.е. после неупругого удара со скоростью

$$v_k = \left( v_{b_2} + v_{g_2} \right) / 2 = 6,5 \text{ м/с},$$

получен импульс

$$m v_k = 1 \text{ кг} \cdot 6,5 \text{ м/с} = 6,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Видно, что имеет место равенство

$$F_1 \tau_1 = m v_k.$$

Случайно ли это? Конечно, нет! Ведь силы атмосферного давления действуют здесь отдельно на воду и на бутылку, а в общей системе бутылки с водой они уничтожают друг друга, и остается только внешняя сила.

# Как в землю казан закопали

**А. СТАСЕНКО**

**П**ОИСТИНЕ В ФИЗИКЕ МОЖНО найти применение всему. Так, если у вас есть старый казан (полусферическая кастрюля), не выбрасывайте его, а вкопайте в землю. Затем подключите казан к одной из клемм источника напряжения  $U$ , а к другой его клемме подсоедините идеальный длинный провод, который постарайтесь заземлить подальше, желательно на бесконечности (см. рисунок).

Рано или поздно в проводах (отходящем от батареи к казану и подходящем к ней из бесконечности) установится постоянный ток  $I$ . Точно такой же ток должен течь от казана в земле – ведь заряды не создаются и не уничтожаются, причем этот поток зарядов должен быть одинаковым через любую полусферу радиусом  $r$  и, следовательно, площадью  $2\pi r^2$ . Все это следствия закона сохранения заряда. А вот плотность тока (т.е. ток через единицу

площади поверхности) должна уменьшаться по мере удаления от казана (и, следовательно, увеличения поверхности полусферы).

Если считать картину сферически (точнее, полусферически) симметричной, то плотность тока равна

$$j_e = \frac{I}{2\pi r^2}. \quad (1)$$

Но что же вызывает движение зарядов в каждой точке проводящей среды? Конечно, локальное электрическое поле. Причем плотность тока  $\vec{j}_e$  прямо пропорциональна напряженности поля  $\vec{E}$ , а коэффициент пропорциональности называется *коэффициентом электропроводности*  $\sigma$ :

$$\vec{j}_e = \sigma \vec{E}. \quad (2)$$

Обратная  $\sigma$  величина называется удельным электрическим сопротивле-

нием:

$$\rho = \frac{1}{\sigma}.$$

Эти коэффициенты очень полезны в электротехнике. Так, если у вас есть кусок проволоки длиной  $l$  с поперечным сечением  $S$  из материала с удельным электрическим сопротивлением  $\rho$ , то его сопротивление  $R$  легко найти по формуле

$$R = \frac{l}{S} \rho = \frac{l}{S\sigma}.$$

А эта величина связывает разность потенциалов (напряжение)  $U$ , приложенную к концам проволоки, и постоянный ток, который потечет в ней:

$$U = IR. \quad (3)$$

Но полубесконечное пространство проводящей земли под казаном ( $a \leq r < \infty$ ) вовсе не похоже на кусок проволоки. Как бы найти его суммарное сопротивление?

Вспомним, что напряженность электрического поля есть сила, действующая на единичный заряд. Если этот заряд поле перемещает на расстояние  $dr$ , то оно совершает при этом работу  $E \cdot dr$  (здесь учтено, что в рассматриваемом случае вектор поля  $\vec{E}$  направлен вдоль перемещения  $\vec{dr}$ ). А какая работа необходима для того, чтобы «протолкнуть» через единицу площади