К. Богданов, Неваляшка из воздушного шарика,
*Квант*, 2014, номер 4, 25

*лежка, чтобы она, проехав под столом, не задела груз?*

После отпускания груза на пружине он будет совершать гармонические колебания с круговой частотой

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}\,.$$

Прежде всего выясним, на какой минимальной высоте над полом будет останавливаться груз в процессе колебаний. Из закона сохранения механической энергии имеем

$$mgh = mg(h-y) + \frac{ky^2}{2}\,,$$

где $y$ – максимальная деформация пружины в процессе колебаний. Отсюда находим

$$y = \frac{2mg}{k} = 0{,}16 \text{ м}\,.$$

Поскольку $h - y = 26$ см, что меньше высоты тележки $L = 40$ см, то тележка не сможет проехать под столом при произвольной скорости движения.

Очевидно, что минимально возможная скорость движения тележки будет реализовываться при наиболее «удачном» варианте ее проезда под столом. Этот вариант таков: начало тележки должно поравняться с маятником тогда, когда груз, двигаясь снизу вверх, окажется на высоте $H$ над столом, а конец тележки должен поравняться с маятником тогда, когда груз окажется на этой же высоте при движении маятника сверху вниз.

Поместим начало координатной оси $x$, направленной вниз, в положение равновесия груза маятника и будем отсчитывать время $t$ от момента начала движения груза из нижнего положения вверх. Тогда закон движения груза будет иметь вид

$$x(t) = x_0 \cos\omega t\,, \text{ где } x_0 = \frac{y}{2} = \frac{mg}{k} = 0{,}08 \text{ м}\,.$$

В момент времени $\tau$, когда груз окажется на высоте $H$ над столом, его координата будет равна $h - H - x_0$, поэтому

$$h - H - x_0 = x_0 \cos\omega\tau\,,$$

откуда

$$\tau = \frac{1}{\omega}\arccos\frac{h-H-x_0}{x_0}\,.$$

Далее груз будет двигаться вверх до исходного положения, а затем снова вниз. На высоте $H$ над столом он вновь окажется через время

$$\Delta t = \frac{2\pi}{\omega} - 2\tau = \frac{2\pi}{\omega} - \frac{2}{\omega}\arccos\frac{h-H-x_0}{x_0}\,.$$

Это время должно быть равно времени движения тележки под маятником

$$\Delta t = \frac{L}{v}\,,$$

где $v$ – искомая минимальная скорость движения тележки. Приравнивая два последних выражения, получаем ответ:

$$v = \frac{\omega L}{2\left(\pi - \arccos\frac{h-H-x_0}{x_0}\right)} = \frac{\omega L}{2\left(\pi - \frac{\pi}{3}\right)} = \frac{3L}{4\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \approx 1{,}07 \text{ м/с}\,.$$

*М.Ромашка*

# ПРОГУЛКИ С ФИЗИКОЙ

## Неваляшка из воздушного шарика

*(Начало см. на 4-й странице обложки)*

… Весь процесс превращения воздушного шарика в игрушку-неваляшку занимает несколько секунд и показан на видео (http://youtu.be/JyfGRejU1b0).

Можно легко убедиться в том, что обычный воздушный шарик, если его положить на стол, валится набок (рис.1). Однако если шарик сначала потереть тупой частью (стороной, противоположной отверстию для надувания, обозначенному стрелкой) о бумажные обои, а потом положить на тот же стол, то он не будет валиться на бок и превратится в неваляшку (рис. 2).

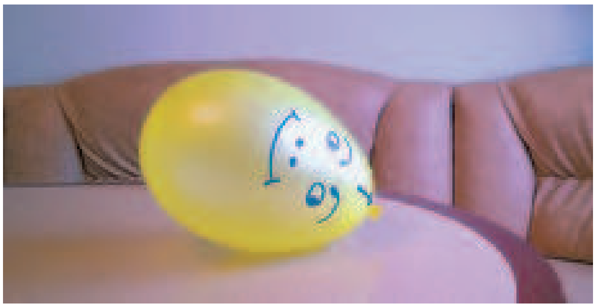

Рис. 1

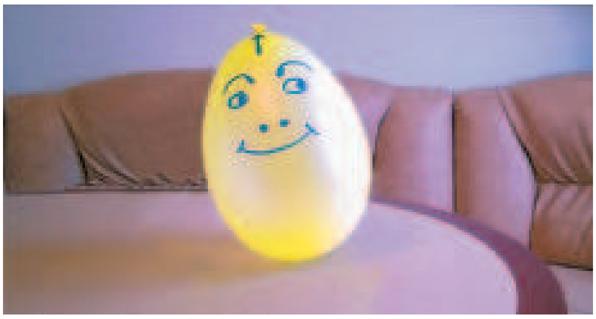

Рис. 2

Предлагаем читателям повторить эксперимент, проделанный автором, и найти объяснение этому загадочному превращению шарика. В качестве подсказки сообщаем, что тот же шарик после потирания об обои прилипает к ним.

*К.Богданов*