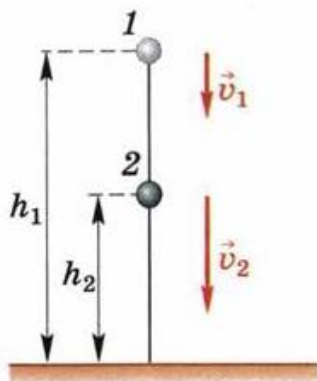


Из курса физики 8 класса вы знаете, что *сумма потенциальной ( $mgh$ ) и кинетической ( $\frac{mv^2}{2}$ ) энергии тела или системы тел называется полной механической (или механической) энергией.*

**Вам известен также закон сохранения механической энергии:**

**механическая энергия замкнутой системы тел остаётся постоянной, если между телами системы действуют только силы тяготения и силы упругости и отсутствуют силы трения.**

Потенциальная и кинетическая энергия системы могут меняться, преобразуясь друг в друга. При уменьшении энергии одного вида на



**Рис. 51.** Свободное падение шарика на землю с некоторой высоты

столько же увеличивается энергия другого вида, благодаря чему их сумма остаётся неизменной.

Подтвердим справедливость закона сохранения энергии теоретическим выводом. Для этого рассмотрим такой пример. Маленький стальной шарик массой  $m$  свободно падает на землю с некоторой высоты. На высоте  $h_1$  (рис. 51) шарик имеет скорость  $v_1$ , а при снижении до высоты  $h_2$  его скорость возрастает до значения  $v_2$ .

Работа действующей на шарик силы тяжести может быть выражена и через уменьшение потенциальной энергии гравитационного взаимодействия шарика с Землёй ( $E_{\text{п}}$ ), и через увеличение кинетической энергии шарика ( $E_{\text{к}}$ ):

$$A = Fs = mg(h_1 - h_2),$$

$$A = Fs = \frac{mg(v_2^2 - v_1^2)}{2g} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \quad \text{или}$$

$$A = mgh_1 - mgh_2,$$

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

Поскольку левые части уравнений равны, то равны и их правые части:

$$mgh_1 - mgh_2 = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

Из этого уравнения следует, что при движении шарика его потенциальная и кинетическая энергия менялась. При этом кинетическая энергия возросла на столько же, на сколько уменьшилась потенциальная.

После перестановки членов в последнем уравнении получим:

$$mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} = mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2}. \quad (1)$$

Уравнение, записанное в таком виде, свидетельствует о том, что полная механическая энергия шарика при его движении остаётся постоянной.

Оно может быть записано и так:

$$E_{п1} + E_{к1} = E_{п2} + E_{к2}. \quad (2)$$

$$E_{п1} + E_{к1} = E_{п2} + E_{к2}$$

Уравнения (1) и (2) представляют собой математическую запись закона сохранения механической энергии.

Таким образом, мы теоретически доказали, что полная механическая энергия тела (точнее, замкнутой системы тел шарик—Земля) сохраняется, т. е. не меняется с течением времени.

Рассмотрим применение закона сохранения механической энергии для решения задач.

*Пример 1.* Яблоко массой 200 г падает с дерева с высоты 3 м. Какой кинетической энергией оно будет обладать на высоте 1 м от земли?

<b>Дано:</b> $m = 200 \text{ г}$ $h_1 = 3 \text{ м}$ $h_2 = 1 \text{ м}$ $v_1 = 0$ $g = 10 \text{ м/с}^2$ $E_{к2} = ?$	<b>СИ</b> 0,2 кг	<b>Решение:</b> Согласно закону сохранения механической энергии: $E_{п1} + E_{к1} = E_{п2} + E_{к2}$ . Поскольку $E_{к1} = \frac{mv_1^2}{2} =$
--	---------------------	---

$$= \frac{m \cdot 0}{2} = 0, \text{ то } E_{п1} = E_{п2} + E_{к2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{к2} = E_{п1} - E_{п2} = mgh_1 - mgh_2 = mg(h_1 - h_2);$$

$$E_{к2} = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot (3 \text{ м} - 1 \text{ м}) =$$

$$= 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ м} = 4 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м} = 4 \text{ Н} \cdot \text{м} =$$

$$= 4 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } E_{к2} = 4 \text{ Дж.}$$



**Пример 2.** Мяч бросают вниз с высоты  $h_1 = 1,8$  м со скоростью  $v_1 = 8$  м/с. На какую высоту  $h_2$  отскочит мяч после удара о землю? (Потери энергии при движении мяча и его ударе о землю не учитывайте.)

**Дано:**

$$h_1 = 1,8 \text{ м}$$

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$h_2 = ?$$

**Решение:**

Поскольку скорость отскочившего от земли мяча при его подъёме на максимальную высоту равна нулю, то закон сохранения механической энергии для данного случая будет выглядеть так:

$$mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} = mgh_2.$$

Преобразуем уравнение и выразим  $h_2$ :

$$m\left(gh_1 + \frac{v_1^2}{2}\right) = mgh_2,$$

$$\text{откуда } h_2 = \frac{2gh_1 + v_1^2}{2g};$$

$$\begin{aligned} h_2 &= \frac{(2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1,8 \text{ м} + 64 \text{ м}^2/\text{с}^2)}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = \\ &= \frac{(36 \text{ м}^2/\text{с}^2 + 64 \text{ м}^2/\text{с}^2)}{20 \text{ м/с}^2} = \frac{100 \text{ м}^2/\text{с}^2}{20 \text{ м/с}^2} = 5 \text{ м}. \end{aligned}$$

**Ответ:**  $h_2 = 5$  м.

### Вопросы

1. Что называется механической (полной механической) энергией?
2. Сформулируйте закон сохранения механической энергии. Запишите его в виде уравнений.
3. Может ли меняться с течением времени потенциальная или кинетическая энергия замкнутой системы?



### УПРАЖНЕНИЕ 22

1. Решите рассмотренную в параграфе задачу из примера 2 без использования закона сохранения механической энергии.

2. Оторвавшаяся от крыши сосулька падает с высоты  $h_0 = 36$  м от земли. Какую скорость  $v$  она будет иметь на высоте  $h = 31$  м? (Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.)
3. Шарик вылетает из детского пружинного пистолета вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 5$  м/с. На какую высоту от места вылета он поднимется? (Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.)



#### ЗАДАНИЕ

- Придумайте и проведите простой опыт, наглядно демонстрирующий, что тело движется криволинейно, если скорость движения этого тела и действующая на него сила направлены вдоль пересекающихся прямых. Опишите используемое оборудование, ваши действия и наблюдаемые результаты.