

## Переход потенциальной энергии в кинетическую и обратный переход

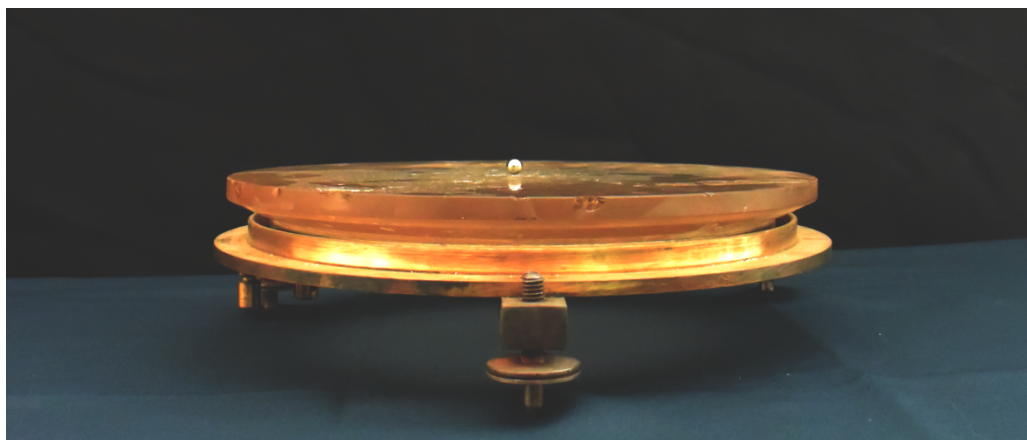


Рис. 1: Демонстрация превращения потенциальной энергии в кинетическую на примере «прыгающего» шарика

### Оборудование:

1. Стеклянная линза диаметром 25 см
2. Стальной шарик диаметром 5-6 мм
3. Подставка с юстировочными винтами

### Основные определения:

Сумма потенциальной и кинетической энергий системы тел получила название полной энергии системы:

$$W = E_{\text{к}} + E_{\text{п}}$$

Полная энергия системы определяет ту работу, которую можно получить от данной системы тел при ее взаимодействии с какими-либо другими телами, не входящими в эту систему.

При движении тел изолированной системы только под действием внутренних сил полная энергия системы не изменяется. При таких движениях тел происходит только превращение части потенциальной энергии в кинетическую. В этом и состоит закон сохранения энергии, который можно сформулировать следующим образом:

*в изолированной системе тел полная энергия остается постоянной во все время движения тел; в системе происходят лишь превращения энергии из одного вида в другой.*

## **Краткое описание:**

В рамках этой демонстрации можно наблюдать переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно с потерей некоторой части энергии вследствие не вполне упругого удара. Перед демонстрацией опыта опора, на которой плоской поверхностью кверху помещена линза, при помощи юстировочных винтов выставляется в горизонтальное положение. Тогда стальной шарик, отпущенный без начальной скорости с некоторой высоты над линзой, отскочит строго вертикально вверх, а не в разные стороны. В таких условиях шарик будет прыгать до тех пор, пока не растратит весь запас механической энергии. Опыт также можно проводить в теневой проекции или бросив шарик вдоль открытой с двух концов стеклянной трубки.

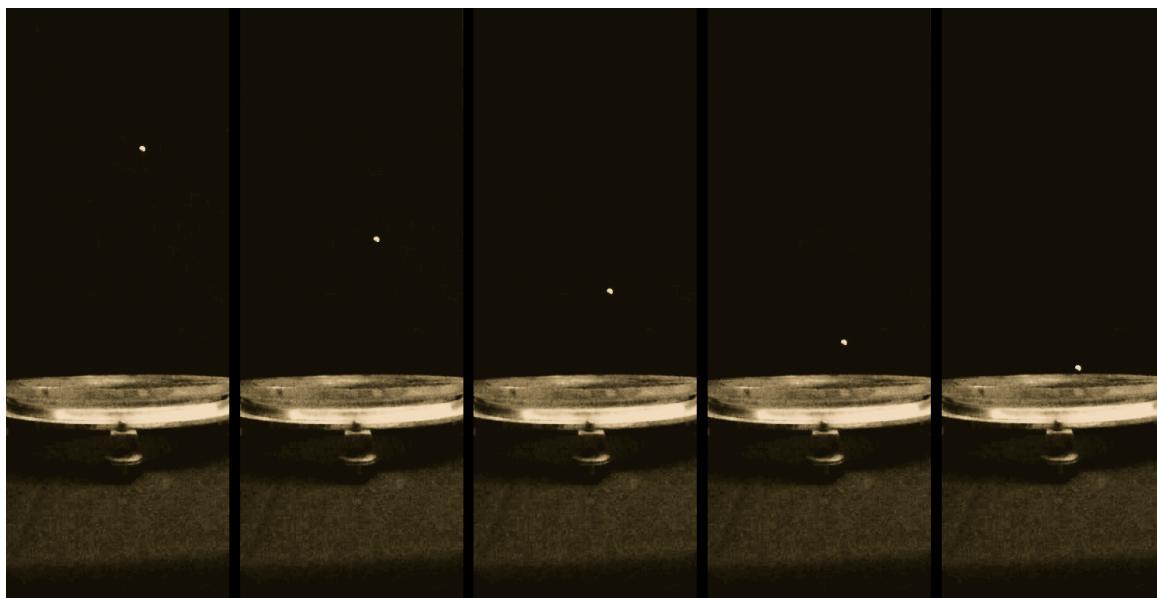


Рис. 2: Демонстрация потери механической энергии прыгающего на стеклянной линзе стального шарика

## Теория:

Рассмотрим вначале, что происходит с энергией изолированной системы, если телам предоставить возможность свободно двигаться под действием внутренних сил.

Пусть тело массы  $m$  находится на высоте  $h_1$  над поверхностью Земли и не имеет начальной скорости (рис.3). В этом положении тело будет обладать потенциальной энергией  $E_{\text{п}} = mgh_1$ , но не будет иметь кинетическую энергию,  $E_{\text{к}} = 0$ .

Полная механическая энергия численно будет равна потенциальной  $W = E_{\text{п}} = mgh_1$ .

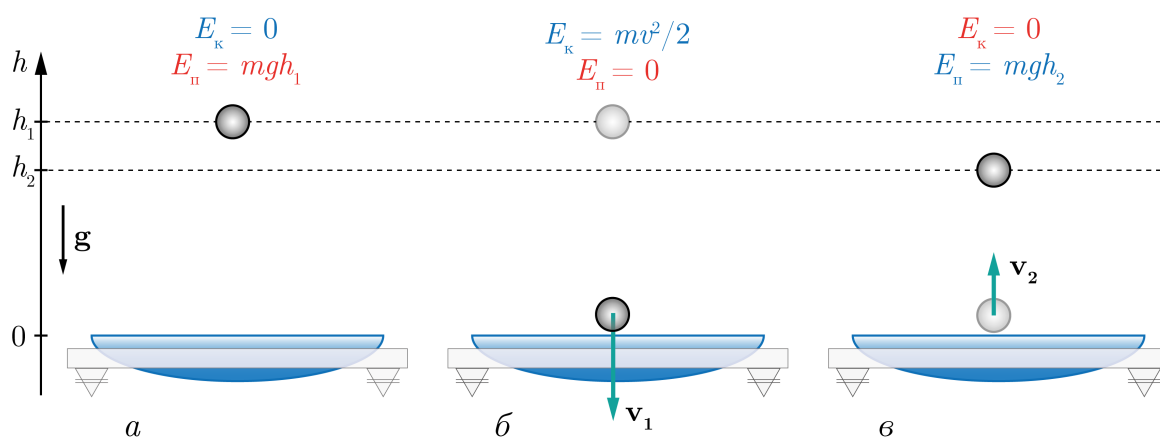


Рис. 3: Демонстрация превращения потенциальной энергии в кинетическую и обратного превращения

Допустим, что тело опустилось на некоторую высоту и его скорость увеличилась (в самой нижней точке скорость тела возрастет до  $v_1$ ). При таком движении сила тяжести совершит работу

$$\Delta A = mgh_1. \quad (1)$$

Вся эта работа  $\Delta A$  будет израсходована на увеличение кинетической энергии тела:

$$\Delta A = mv_1^2. \quad (2)$$

при условии, что трения и внешних сил не было.

Подставляя в это выражение значение работы  $\Delta A$ , можно получить:

$$mgh_1 = mv_1^2. \quad (3)$$

Левая часть полученного выражения определяет полную энергию системы для начального момента времени (в рассматриваемом случае тело обладает только потенциальной энергией), а правая — полную

энергию системы для конечного момента времени, когда тело приблизилось к земле.

Из закона сохранения полной механической энергии следует, что если на систему действуют какие-либо внешние силы, то изменения полной энергии системы равны работе этих внешних сил. Если в системе действуют силы трения, то полная энергия системы при движении тел уменьшается. Она расходуется на работу против этих сил. Одновременно работа сил трения приводит к нагреву системы. Как известно, при работе сил трения происходит превращение механического движения в тепловое. Количество выделившегося тепла при этом в точности равно убыли полной механической энергии системы.

Возвращаясь к опыту с шариком, при падении его начальная потенциальная энергия перейдет в кинетическую энергию вблизи поверхности линзы, где потенциальная энергия равна нулю. После отскока шарик начнет движение вверх, и при подъеме кинетическая энергия тела начнет превращаться в потенциальную энергию, зависящую от высоты шарика. Если трения нет, тело, двигаясь вверх, должно подняться до начальной высоты  $h$ . Такой процесс падения и последующего подъема должен был бы повторяться неограниченно много раз при условии отсутствия трения.

Постепенное уменьшение высоты подъема шарика при многократном отскоке от линзы, которое можно наблюдать в ходе опыта (рис.2), полностью объясняется потерями энергии на трение. Другими словами полная механическая энергия  $W$  в такой системе не сохраняется.

Для рассматриваемой системы также применимо понятие коэффициента восстановления при ударе  $k$ . Если известны высота  $h_1$ , с которой тело начинает движение без начальной скорости, и высота  $h_2$  подъема шарика после удара о массивную плиту, то при помощи формул Галилея

$$\begin{cases} v_1 = \sqrt{2gh_1} \\ v_2 = \sqrt{2gh_2} \end{cases} \quad (4)$$

можно получить выражение для определения коэффициента  $k$ :

$$k = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}. \quad (5)$$