

## Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.

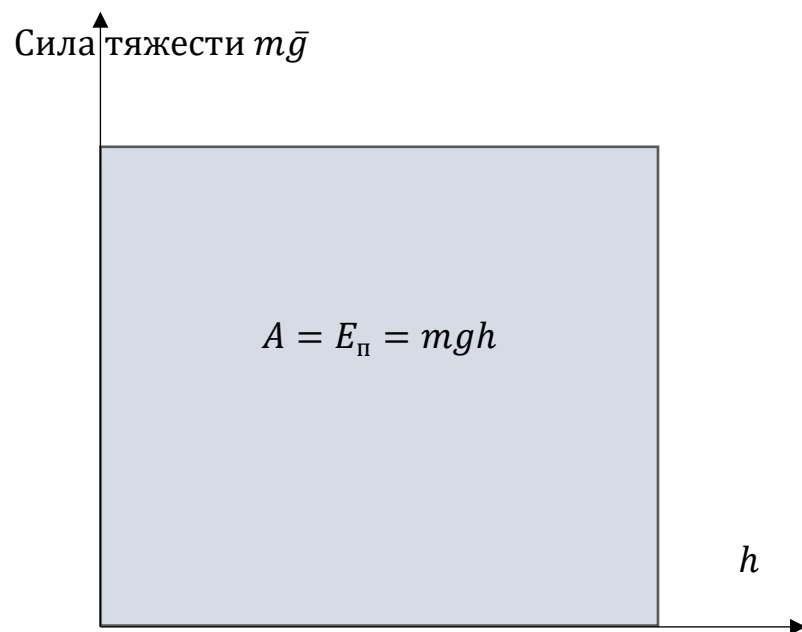
Мы можем заранее совершить работу  $A$  против какой-либо силы (кроме силы трения), и задержать тело. Пока рассмотрим только два случая: подъём тела на высоту и деформацию пружины. Спустя некоторое время тело может быть брошено вниз, либо пружина отпущена, тогда соответствующая сила совершит работу и тело приобретёт кинетическую энергию, но до тех пор, пока тело поднято, пружина сжата, тело неподвижно. В такой ситуации говорят, что система тел обладает потенциальной энергией.

Потенциальная энергия – это запасённая энергия, она может быть превращена в кинетическую и таким образом реализована в движение, либо может быть преобразована в другой вид энергии. В природе существует много форм энергии помимо механической, например, энергия электрического поля в конденсаторе, энергия магнитного поля в катушке с током, тепловая энергия, и много других.

Понятие потенциальной энергии не существует применительно к одиночному телу. Если тело только одно и нет Земли, то тело некуда поднимать и ему некуда падать. Если нет пружины с её креплением, то тело невозможно присоединить ни к какой пружине и нечего сжимать.

Получим формулы для потенциальной энергии поднятого тела в поле силы тяжести и для потенциальной энергии сжатой пружины, для чего используем графики зависимости силы от перемещения.

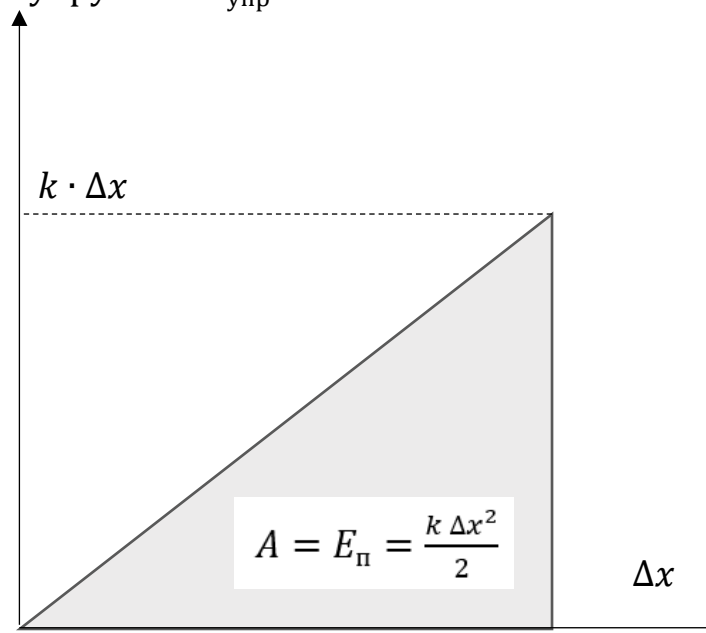
Сила тяжести при поднятии тела на высоту  $h$  остаётся постоянной, и равной  $mg$



Работа силы – площадь под графиком  $F(h)$ , прямоугольник, поэтому работа против силы тяжести  $A = mgh$ . Это и есть потенциальная энергия поднятого тела в поле силы тяжести  $E_{\text{п}} = A = mgh$

Сила пружины, сжатой на длину  $\Delta x$ , по закону Гука  $F_{\text{упр}}(\Delta x) = k \cdot \Delta x$  – линейная функция

Сила упругости  $F_{\text{упр}} = k \cdot \Delta x$



Работа силы – площадь под графиком функции  $F(\Delta x)$ , треугольник, поэтому работа против силы упругости  $A = \frac{1}{2} \Delta x \cdot k \Delta x = \frac{k \Delta x^2}{2}$ . Это и есть потенциальная энергия сжатой пружины.

Для определения потенциальной энергии поднятого тела необходимо задаться нулевым уровнем высоты, и отсчёт вести от неё. Удобство выбора нулевого уровня зависит от задачи. Например, за нулевой уровень может быть принят уровень стола, тогда высота подъёма отсчитывается от стола. Если тело упадёт на пол, ниже уровня стола, то его потенциальная энергия станет отрицательной, если упадёт на землю, то ещё более отрицательной, а если провалится в колодец, то ещё более. Это может показаться непривычным, но это нормально: потенциальная энергия поднятого тела в поле силы тяжести может быть отрицательной.

При расчёте механики космических полётов удобно считать, что нулевым уровнем является бесконечность. В таком случае потенциальная энергия тела, находящегося в поле тяготения планеты, всегда является отрицательной, причём чем ближе к планете, тем более отрицательной. Для удаления от планеты телу необходимо сообщить дополнительную энергию, это сравнивают с выходом из «гравитационной ямы».

Для практических целей сама потенциальная энергия поднятого на высоту тела не имеет значения. Важно только её изменение. Сумма кинетической и потенциальной энергий называется полной механической энергией:  $E = E_k + E_p$

В замкнутой механической системе, в которой отсутствует работа силы трения, выполняется закон сохранения полной механической энергии:

**В замкнутой системе при отсутствии силы трения полная механическая энергия сохраняется постоянной.**

$$E = E_k + E_p = \text{const}$$

Ограничение на отсутствие силы трения наложено потому, что работа силы трения переводит кинетическую энергию в тепловую.

1. На штатив закрепили свободно висящую пружину жёсткостью  $k = 20 \text{ Н/м}$ , и к нижнему концу пружины прикрепили шар массой  $100 \text{ граммов}$ . Затем шар медленно отпустили, в результате чего пружина растянулась, а шар опустился. Определите: на какую величину произошло удлинение пружины, работу сил упругости и тяжести.
2. Пулькой массой  $15 \text{ граммов}$  выстрелили вертикально вверх из пружинного пистолета с пружиной жёсткостью  $150 \text{ Н/м}$ , сжатой на  $10 \text{ см}$ . Определите начальную скорость пульки и высоту, на которую она поднялась.
3. Падающий камень на высоте  $3 \text{ метра}$  имел скорость  $2 \text{ м/с}$ . Какую скорость он будет иметь в момент падения?
4. Санки массой  $5 \text{ кг}$ , находящиеся на вершине горки высотой  $4 \text{ метра}$ , толкнули с начальной скоростью  $2 \text{ м/с}$ . После съезда с горки, проскользив некоторое расстояние по горизонтальной плоскости, санки остановились. Определите работу силы тяжести и работу силы трения.