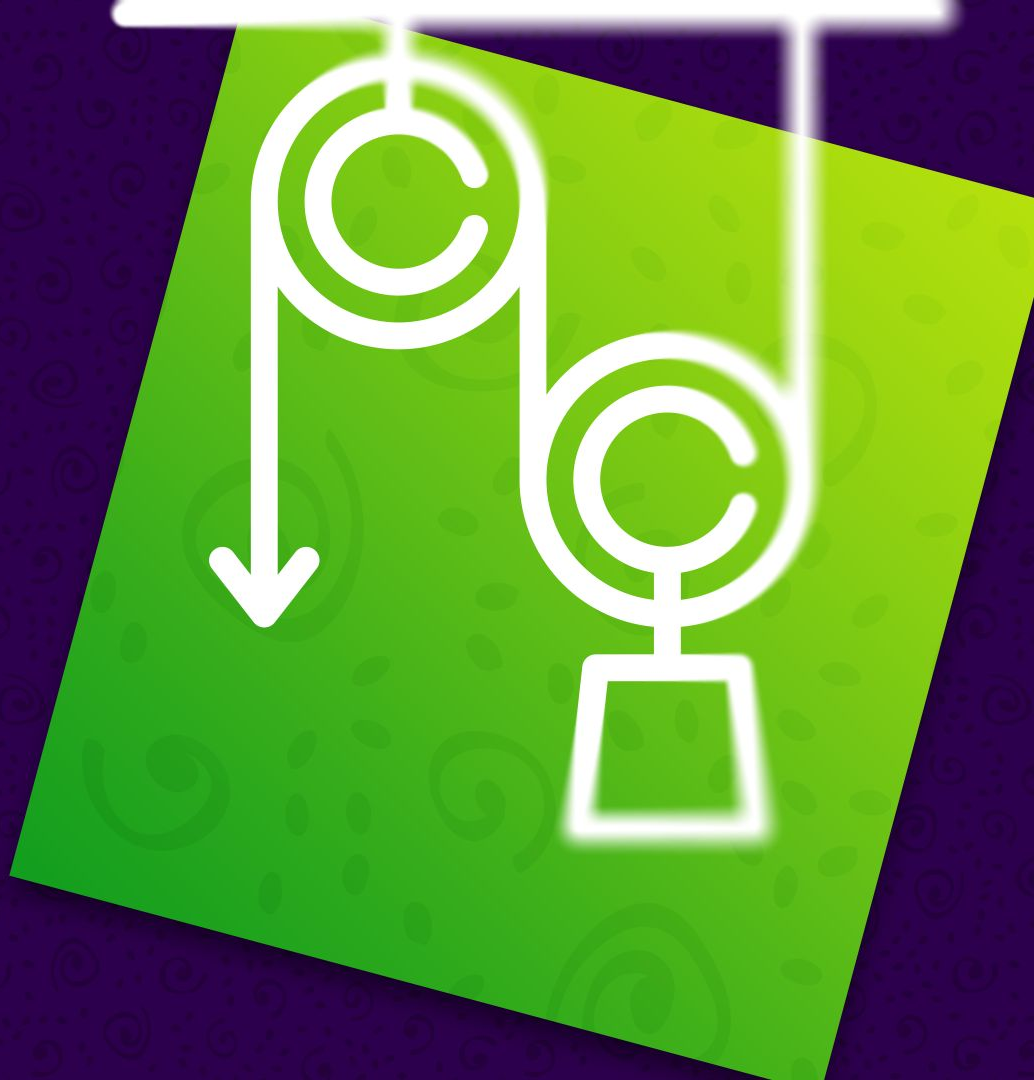


Работа потенциальных сил

Законы сохранения в механике



Сегодня на уроке

1

Узнаем, как найти работу силы тяжести и силы упругости.

2

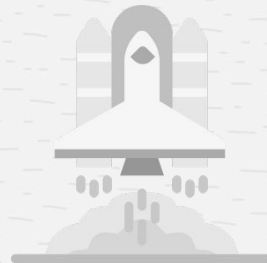
Познакомимся с консервативными силами и укажем их основное свойство.

3

Выясним, каков физический смысл изменения потенциальной энергии.

4

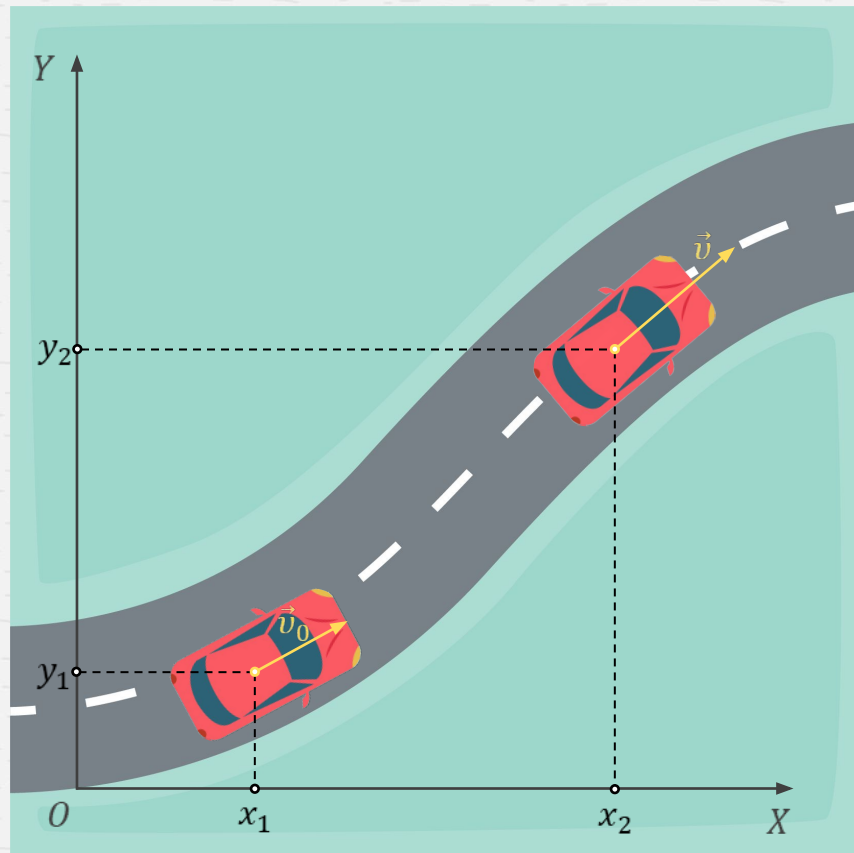
Узнаем, что такое нулевой уровень потенциальной энергии и как он выбирается.



Механическая энергия

Механическая энергия — физическая величина, являющаяся функцией состояния системы и характеризующая её способность совершать работу.

$$\Delta E = A$$



Виды механической энергии



Кинетическая энергия



Потенциальная энергия

Кинетическая и потенциальная энергии

Кинетическая энергия — физическая величина, равная половине произведения массы материальной точки на квадрат её скорости.

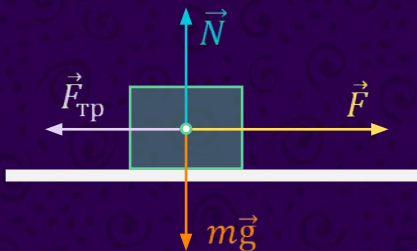
$$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$$



Теорема об изменении кинетической энергии

Изменение кинетической энергии материальной точки при её перемещении равно работе равнодействующей всех сил, действующих на неё.

$$\Delta E_{\text{к}} = A$$

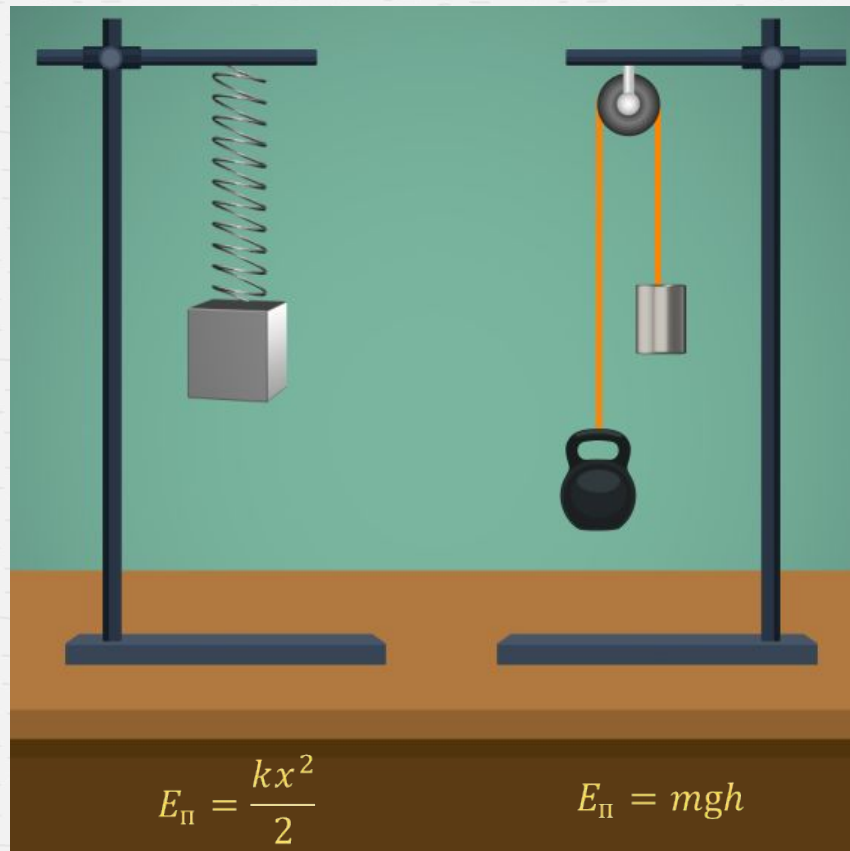


Готфрид Лейбниц
1646—1716

Кинетическая и потенциальная энергии

Потенциальная энергия —
это количественная мера
способности сил взаимодействия
механической системы совершать
работу.

$$\Delta E_{\text{п}} = A$$



Работа потенциальных (консервативных) сил

Работа силы тяжести:

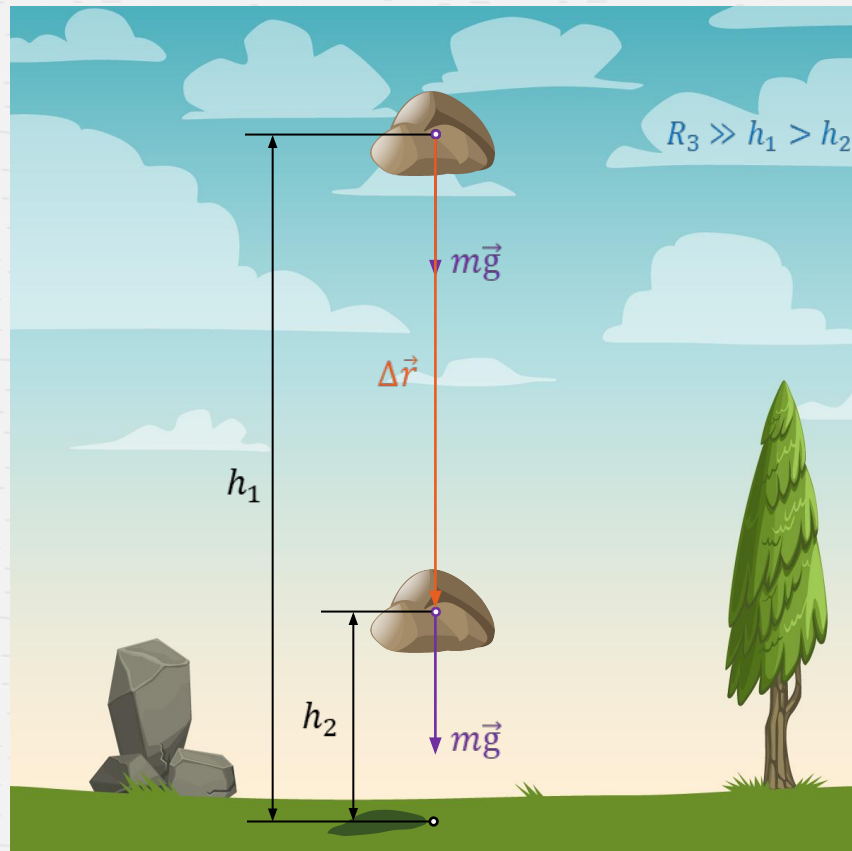
$$A = mg|\Delta\vec{r}| \cos \alpha = mg(h_1 - h_2).$$

Т. к. $\widehat{m\vec{g} \Delta\vec{r}} = 0^\circ$, то $\cos \alpha = 1$.

Модуль перемещения:

$$|\Delta\vec{r}| = h_1 - h_2.$$

$$A = mgh_1 - mgh_2$$



Работа потенциальных (консервативных) сил

Работа силы тяжести:

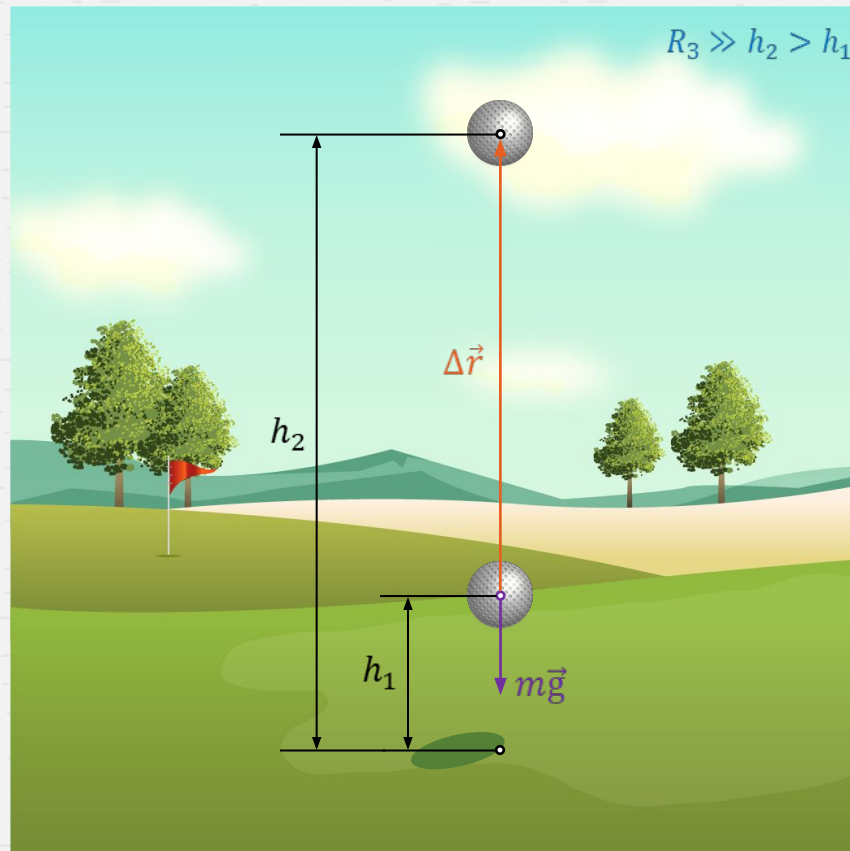
$$A = mg|\Delta\vec{r}| \cos \alpha = -mg(h_2 - h_1).$$

Модуль перемещения:

$$|\Delta\vec{r}| = h_1 - h_2.$$

Т. к. $\widehat{m\vec{g} \Delta\vec{r}} = 180^\circ$, то $\cos \alpha = -1$.

$$A = mgh_1 - mgh_2$$



Работа потенциальных (консервативных) сил

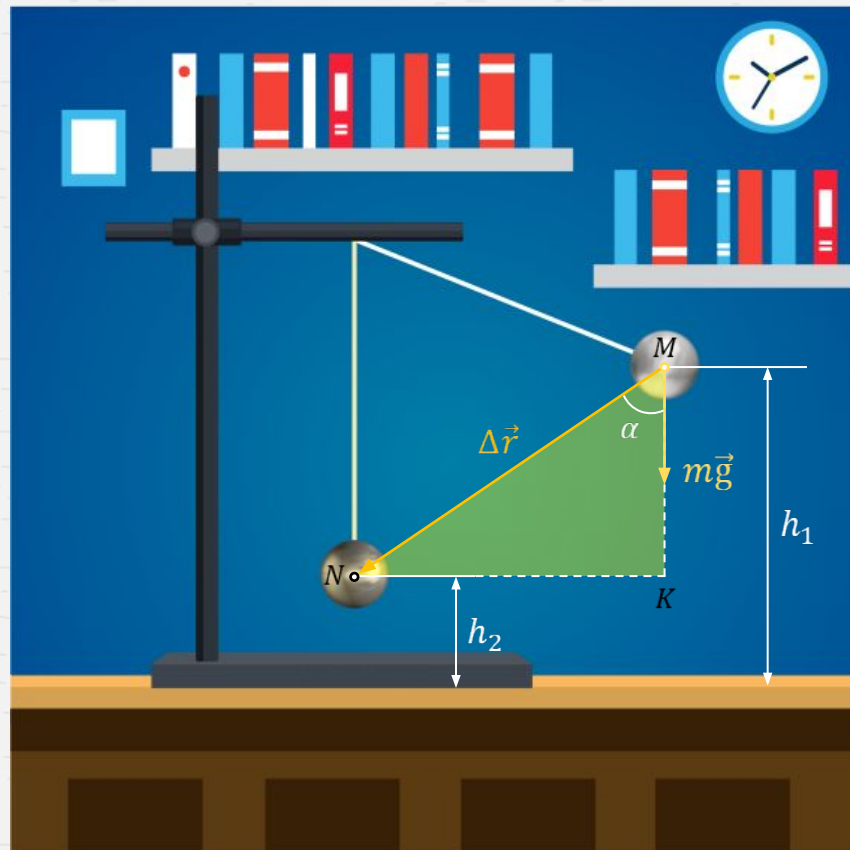
Работа силы тяжести:

$$A = mg|\Delta\vec{r}| \cos \alpha = mg(h_1 - h_2).$$

Из прямоугольного ΔMKN :

$$|\Delta\vec{r}| \cos \alpha = MK = h_1 - h_2.$$

$$A = mgh_1 - mgh_2$$



Работа потенциальных сил

Работа силы тяжести не зависит от того, по какой траектории движется материальная точка, а зависит лишь от положений начальной и конечной точек траектории.

$$A = mgh_1 - mgh_2$$



Уильям Ранкин
1820—1872

Работа потенциальных (консервативных) сил

Работа на участке MKN :

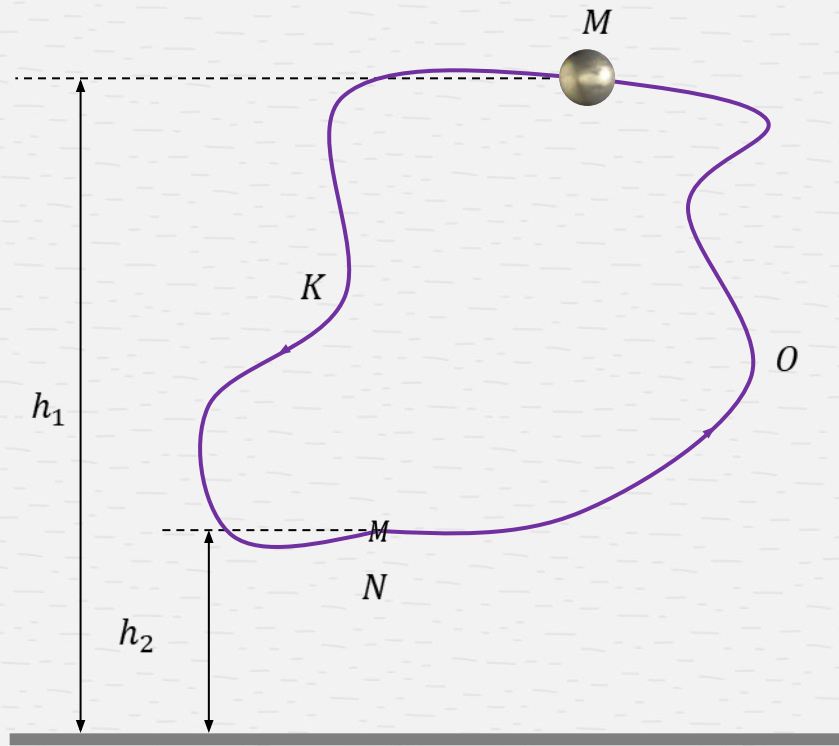
$$A_{MKN} = mgh_1 - mgh_2.$$

Работа на участке NOM :

$$A_{NOM} = mgh_2 - mgh_1.$$

Работа на участке $MKNOM$:

$$\begin{aligned} A &= A_{MKN} + A_{NOM} = \\ &= mgh_1 - mgh_2 + mgh_2 - mgh_1 = 0. \end{aligned}$$



Работа потенциальных (консервативных) сил

Работа на участке MKN :

$$A_{MKN} = mgh_1 - mgh_2.$$

(консервативные) силы —

Работа на участке NOM :

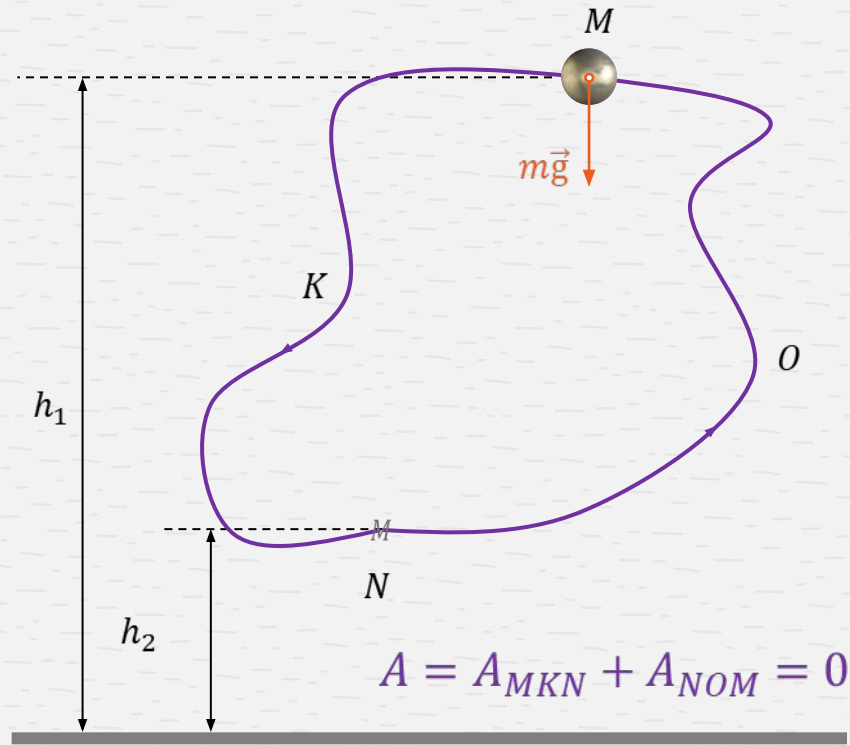
силы, работа которых не зависит от

формы траектории, точки приложения

силы и которые на замкнутой траектории равны нулю.

$$A = A_{MKN} + A_{NOM} =$$

$$= mgh_1 - mgh_2 + mgh_2 - mgh_1 = 0.$$



Работа потенциальных (консервативных) сил

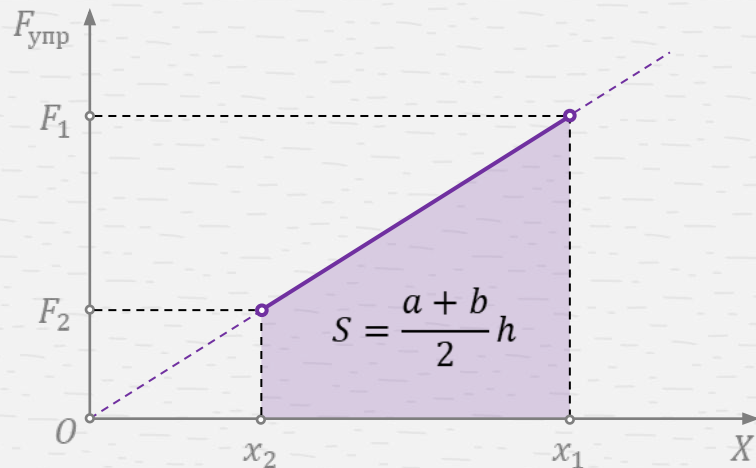
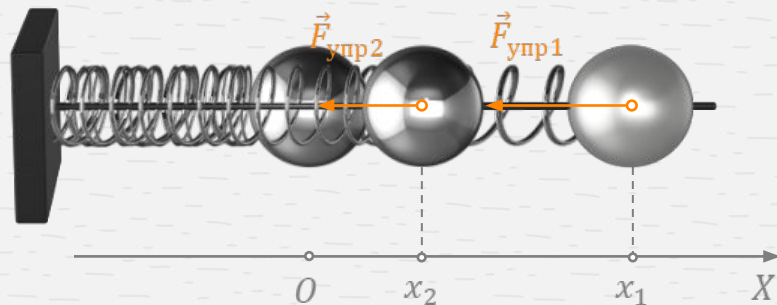
Силы упругости: $F_1 = kx_1; F_2 = kx_2$.

Модуль перемещения: $|\Delta\vec{r}| = x_1 - x_2$.

Работа силы упругости:

$$A = \frac{F_1 + F_2}{2} (x_1 - x_2).$$

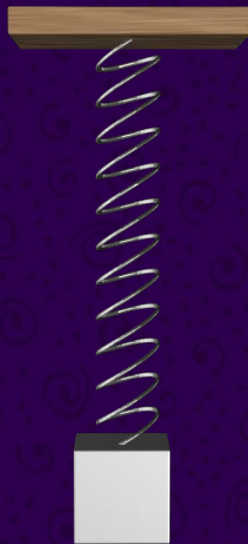
$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$$



Работа потенциальных сил

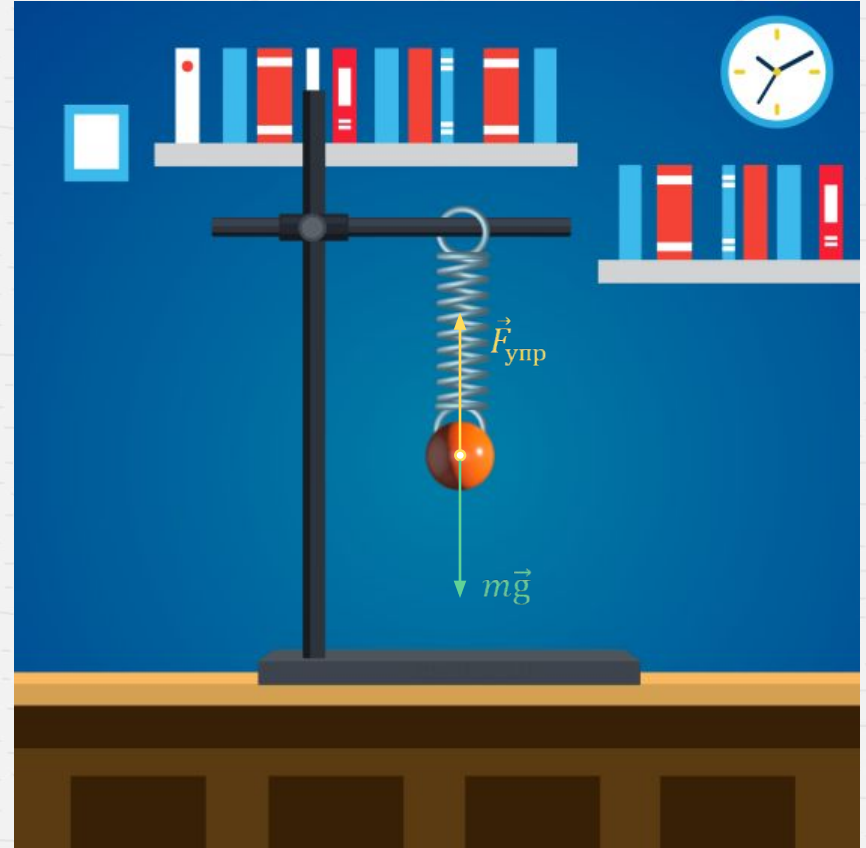
Работа силы упругости не зависит от формы траектории, а зависит лишь от начального и конечного удлинений упругого тела.
Работа силы упругости на замкнутой траектории равна нулю.

$$A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$$



Работа потенциальных (консервативных) сил

Потенциальные
(консервативные) силы —
силы, работа которых не зависит от
формы траектории точки приложения
силы и которые на замкнутой
траектории равны нулю.



Потенциальная энергия

Потенциальная энергия — энергия системы, определяемая взаимным расположением тел или частей тела друг относительно друга и характером сил взаимодействия между ними.



Уильям Ранкин
1820—1872

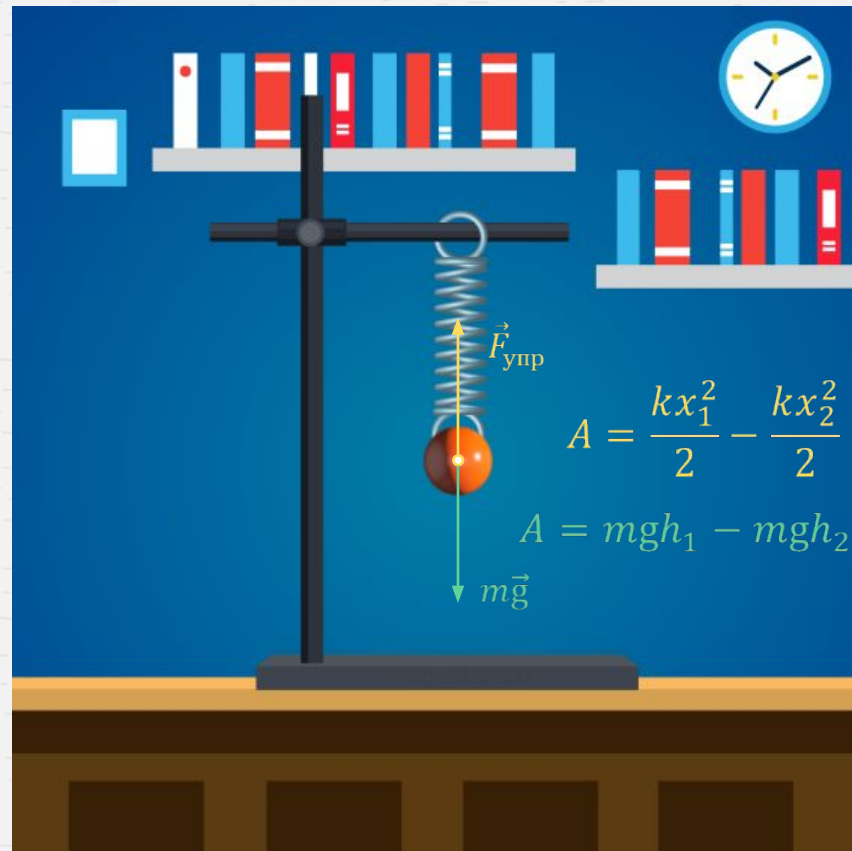
$$E_{\text{п}} = mgh$$

$$E_{\text{п}} = 0,5kx^2$$

Работа потенциальных (консервативных) сил

Изменение величины — это разность между её конечным и начальным значениями.

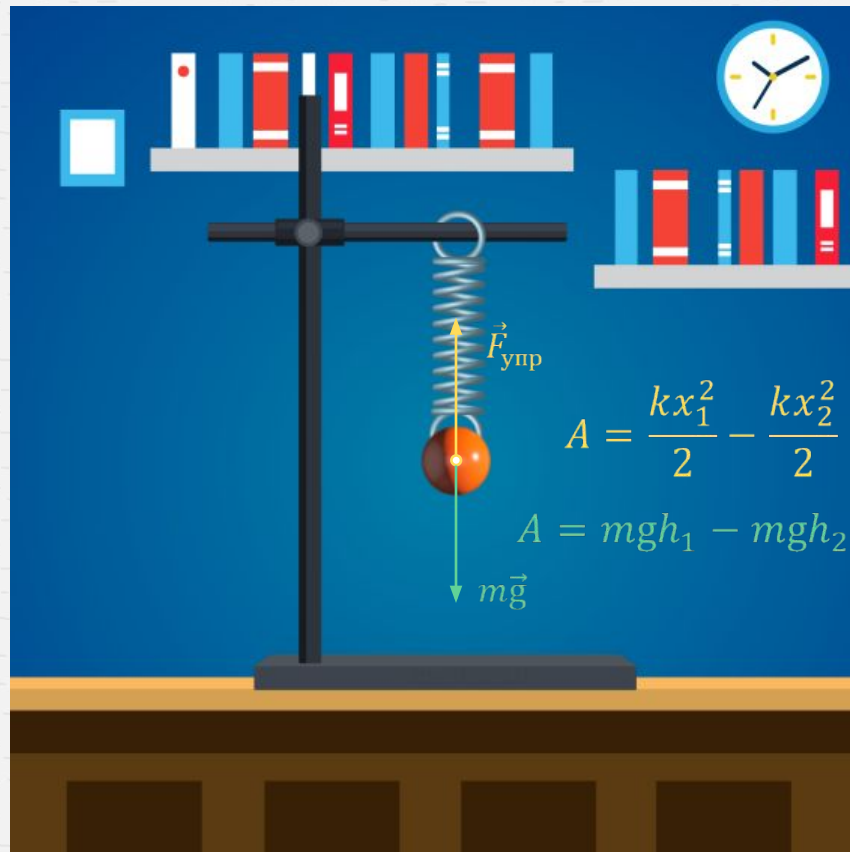
$$\Delta E_{\text{п}} = E_{\text{п}2} - E_{\text{п}1}$$



Работа потенциальных (консервативных) сил

Изменение потенциальной энергии материальной точки равно работе консервативной силы, взятой с обратным знаком.

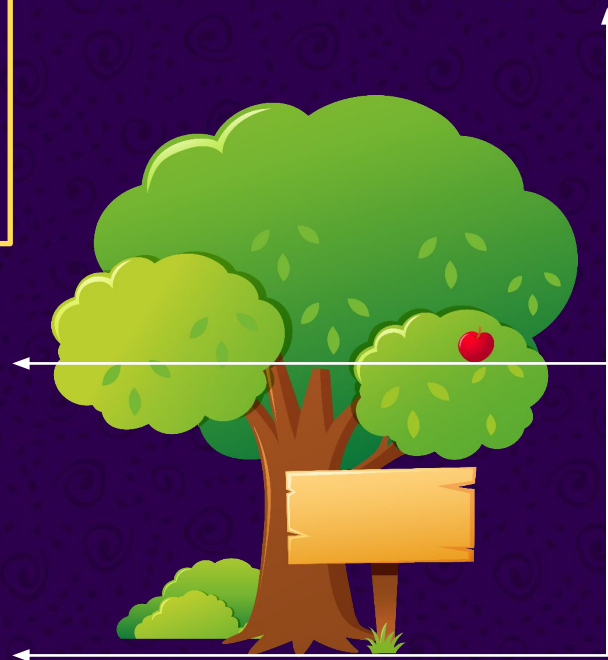
$$\Delta E_{\text{п}} = -A$$



Работа потенциальных сил

Можно произвольно выбрать состояние системы, в котором её потенциальная энергия считается равной нулю.

Этому состоянию соответствует **нулевой уровень отсчёта** потенциальной энергии.



Задача. Бревно цилиндрической формы массой 400 кг, длиной 4 м и диаметром основания 50 см лежит на земле. Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы это бревно поставить в вертикальное положение?

ДАНО

РЕШЕНИЕ

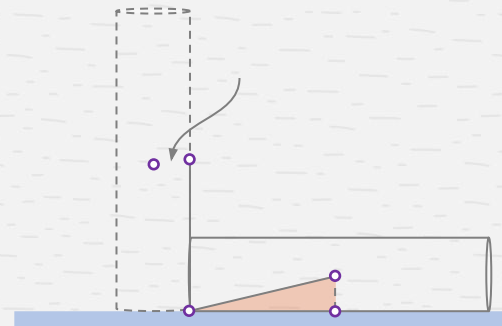
Минимальная работа:

Потенциальная энергия в исходном положении:

Высота центра тяжести бревна в начальном положении:

Потенциальная энергия в конечном положении:

Высота центра тяжести бревна в положении C_2 :



Задача. Бревно цилиндрической формы массой 400 кг, длиной 4 м и диаметром основания 50 см лежит на земле. Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы это бревно поставить в вертикальное положение?

ДАНО

РЕШЕНИЕ

Минимальная работа:

Минимальная работа:

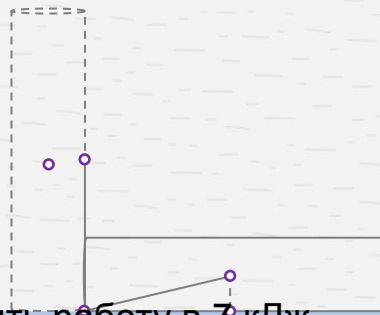
Потенциальная энергия в исходном положении:

Потенциальная энергия в исходном положении:

Потенциальная энергия в конечном положении:

Потенциальная энергия в конечном положении:

Высота центра тяжести бревна в положении C_2 :



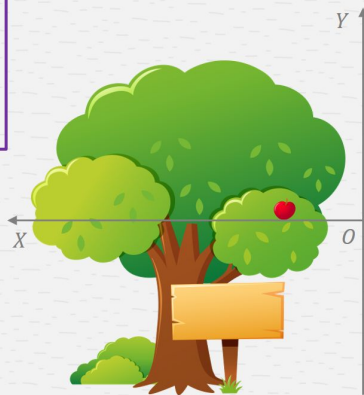
ОТВЕТ: для установки бревна в вертикальное положение необходимо совершить работу в 7 кДж.

Выводы

Работа потенциальных сил

Можно произвольно выбрать состояние системы, в котором её потенциальная энергия считается равной нулю. Этому состоянию соответствует **нулевой уровень отсчёта** потенциальной энергии.

$$\Delta E_{\text{п}} = -A$$



Потенциальная энергия

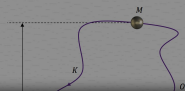
Потенциальная энергия — энергия системы, определяемая взаимным расположением тел или частей тела друг относительно друга и характером сил взаимодействия между ними.



Уильям Ранкин
1820–1872

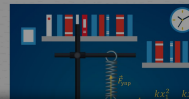
Работа потенциальных (консервативных) сил

Потенциальные (консервативные) силы — силы, работа которых не зависит



Работа потенциальных (консервативных) сил

Изменение потенциальной энергии материальной точки равно работе консервативной силы, взятой с обратным знаком



Работа потенциальных (консервативных) сил

Ни одно явление в природе или технике не определяется значением самой потенциальной энергии. Важна лишь разность её



Работа потенциальных сил

Можно произвольно выбрать состояние системы, в котором её потенциальная энергия считается равной нулю. Этому состоянию соответствует нулевой уровень отсчёта потенциальной энергии.

$$\Delta E_{\text{п}} = -A$$

