

# Закон сохранения энергии

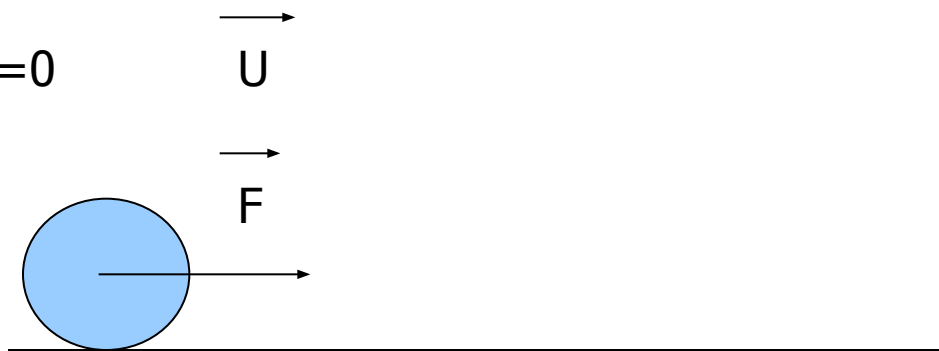
Цель: дать понятие полной механической энергии, закона сохранения энергии, практическое применение закона сохранения энергии

# Кинетическая энергия

энергия  
движения

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$u_0 = 0$

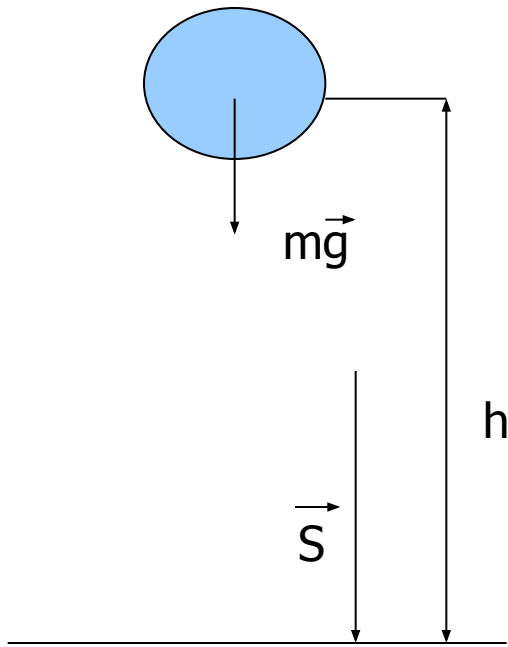


# Герман Гельмгольц

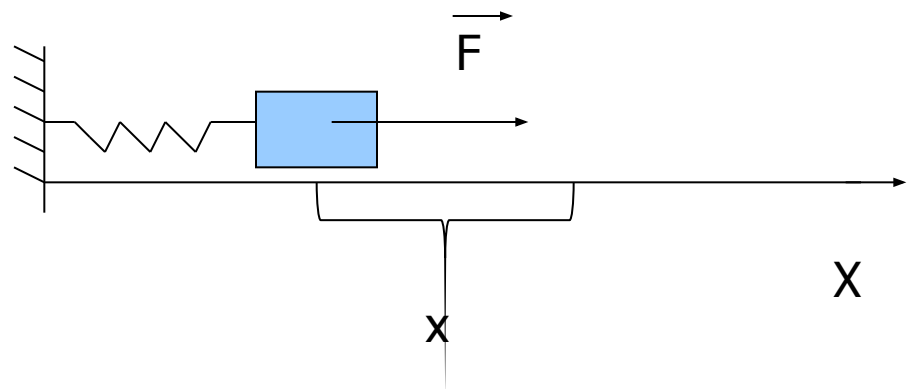


Впервые математически обосновал закон сохранения энергии, показав его всеобщий характер. Разработал термодинамическую теорию химических процессов, ввел понятия свободной и связанной энергий. Заложил основы теорий вихревого движения жидкости и аномальной дисперсии. Является автором основополагающих трудов по физиологии слуха и зрения. Обнаружил и измерил теплообразование в мышцах, изучил процесс сокращения мышц, измерил скорость распространения нервного импульса. Автор фундаментальных трудов по физике, биофизике, физиологии, психологии.

# Потенциальная энергия



- энергия взаимодействия  
 $E_p = mgh$ ;  $E_p = kx^2/2$



# Полная механическая энергия

$$E = E_k + E_p$$

# Закон сохранения энергии

1847г

«Если тела действуют друг на друга с силами, не зависящими от времени и скорости, сумма живых и напряженных сил останется постоянной»

$$\Delta E = \Delta E_k + \Delta E_p, \text{ но } A = \Delta E_k, \text{ а } \Delta E_p = \Delta_t E_p - A$$



ПОТ

$$\Delta E = A + \Delta_t E_p - A_{\text{ПОТ}}$$

Работа всех сил, действующих  
потенциальных сил  
на частицы системы  
(и потенциальных, и сил трения)

Работа

$$A - A_{\text{ПОТ}} = A_{\text{тр}}$$

$$\Delta E = \Delta_t E_p + A_{\text{тр}}$$

# Теорема об изменении механической энергии

Изменение механической энергии системы равно сумме работы сил трения и изменения во времени потенциальной энергии, обусловленного нестационарностью (т.е. зависимостью от времени) действующих на систему сил.



# Эмми Нётер



Труды Нетер по алгебре способствовали созданию нового направления, названного общей алгеброй. Сформулировала фундаментальную теорему теоретической физики, которая устанавливает связь между свойствами симметрии физической системы и законами сохранения. Если свойства системы не меняются при каком-либо преобразовании переменных, то этому соответствует сохранение некоторой физической величины. Так, независимости свойств системы от выбора начала отсчета времени соответствует закон сохранения энергии.

# Теорема Нётер

Каждому свойству симметрии пространства и времени соответствует свой закон сохранения энергии



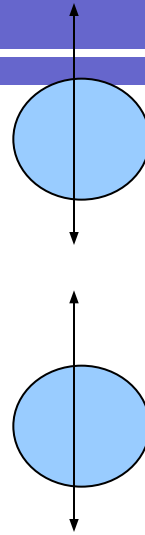
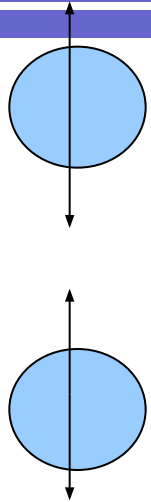
# Закон сохранения энергии

При любых процессах, происходящих в замкнутой, потенциальной системе, её полная механическая энергия остается постоянной

$$E = \text{const}$$



h



t1

t2

t

$$E_p(t2) = E_p(t1)$$

$$\Delta_t E_p = E_p(t2) - E_p(t1) = 0, \Delta E = \Delta t E_p + \Delta t p v, \Delta t p v = 0$$

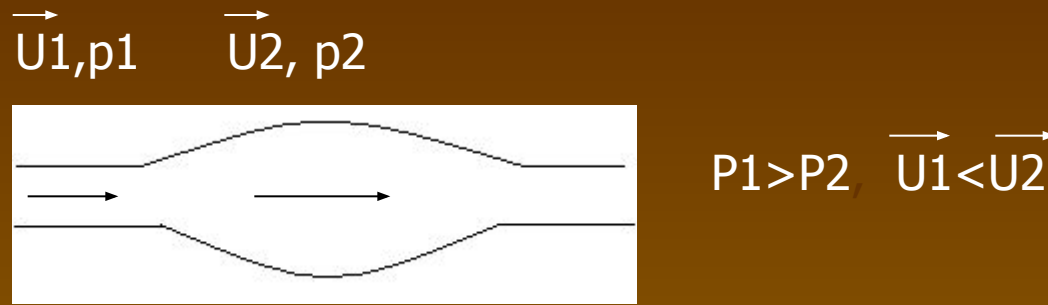
$$\Delta E = \Delta t E_p \implies \Delta E = 0 \implies E = \text{const}$$

# Закон сохранения энергии

При любых процессах, происходящих в консервативных системах, её полная механическая энергия остается постоянной  $E = \text{const}$

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

- В процессе движения системы всякое увеличение кинетической энергии системы должно сопровождаться соответствующим уменьшением её потенциальной энергии и наоборот



– давление горизонтально текущей жидкости (или газа) больше в тех местах потока, в которых скорость ее течения меньше, и, наоборот, в тех местах потока, где скорость больше, давление меньше. Закон Бернулли



# Даниил Бернулли (1700-1782)

Закон Бернулли справедлив для идеальной жидкости (т. е. жидкости, в которой можно пренебречь силами внутреннего трения) и является следствием закона сохранения энергии



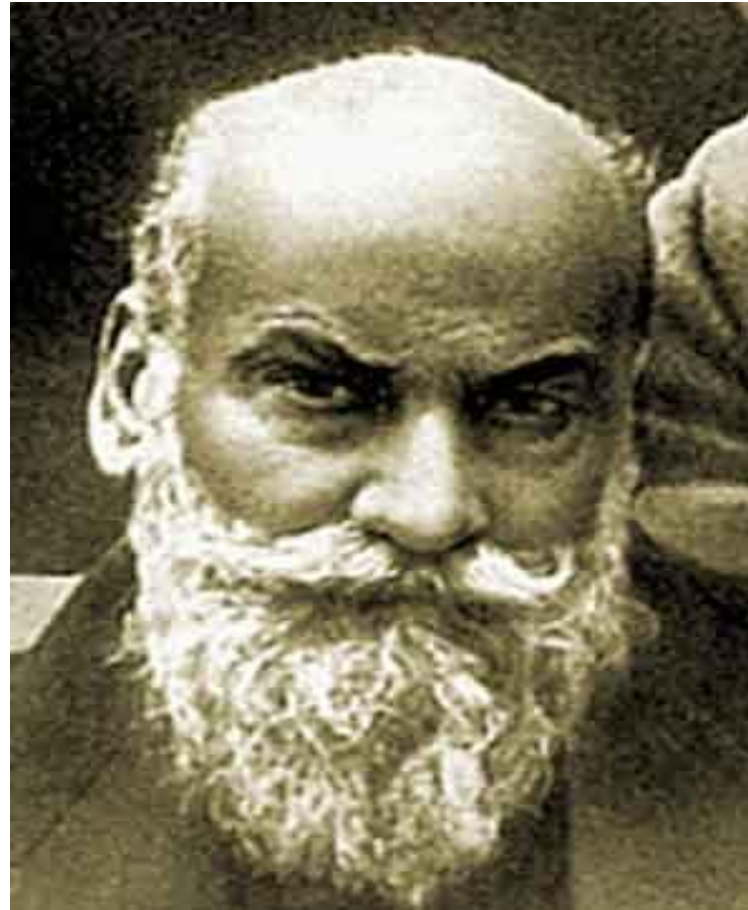


Этим явлением объясняется и возникновение подъемной силы, действующей на крылья самолета.



# Николай Егорович Жуковский(1847-1921)

Теория возникновения подъемной силы крыла самолета была разработана русским ученым Николаем Егоровичем Жуковским.



Тело массой 10 кг свободно падает с высоты 20 м из состояния покоя. Чему равна кинетическая энергия в момент удара о Землю? В какой точке траектории кинетическая энергия втрое больше потенциальной? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:

$$m=10\text{кг}$$

$$U_0=0$$

$$h_0=20\text{м}$$

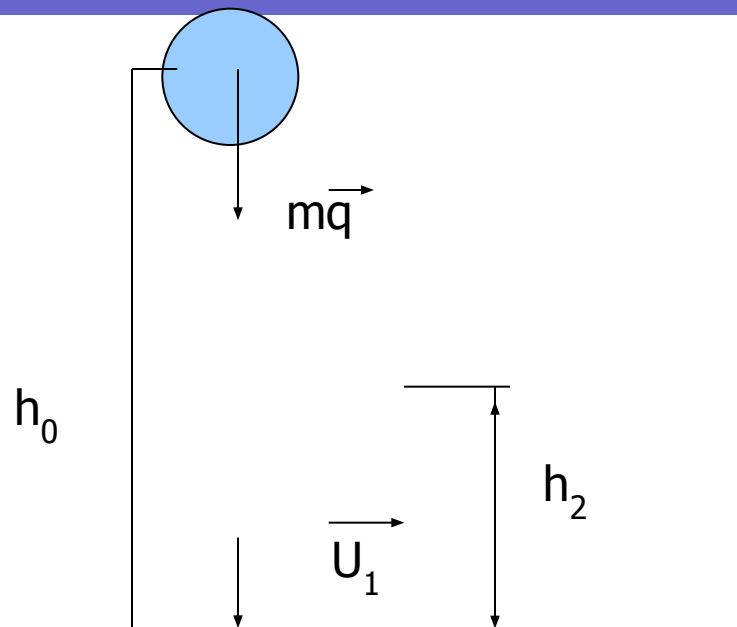
$$h_1=0$$

$$E_{k2}=3E_{p2}$$

$$g=10\text{м/с}^2$$

$$E_{k1}-?$$

$$h-?$$



$$E_{p0} + E_{k0} = E_{p1} + E_{k1} \quad U_0 = 0 \text{ и } h_1 = 0 \quad E_{k1} = mgh_0,$$

$$E_{k1} = 10 \cdot 10 \cdot 20 = 2000 \text{ Дж}$$

Запишем закон сохранения энергии для точки траектории,  
где

$$E_{k2} = 3E_{p2}, \quad E_{p0} + E_{k0} = E_{k2} + E_{p2}, \quad E_{p0} = 4E_{p2}, \quad mgh_0 = 4mgh_2$$

$$h_2 = \frac{4mgh_0}{mg}$$

$$h_2 = \frac{10 \cdot 10 \cdot 20}{10 \cdot 4 \cdot 10} = 5 \text{ м}$$

**Ответ:**  $E_{k1} = 2000 \text{ Дж}$ ,  $h_2 = 5 \text{ м}$ .

Тело брошено вертикально вниз с высоты 75 м со скоростью 10 м/с, в момент удара о Землю обладало кинетической энергией 1600 Дж. Определить массу тела и скорость тела в момент удара. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:

