СЕМИНАР 2

- **Важный раздел *Механики*: *Колебания***

Решение задач о колебаниях основано на использовании *законов Ньютона*

3 закона Ньютона:

- *пока не пнешь – не полетит,*
- *как пнешь, так и полетит,*
- *как пнешь, так и получишь*

$$m\ddot{\vec{r}} = \vec{F}$$

Силы:

- Сила тяжести $F = mg$
- Сила сопротивления (вязкости) $F = -\gamma v$

γ - *коэффициент сопротивления.*

- Сила упругости (пружина) $F = -kx$ *(З-н Гука)*

k – (эффективная) *жесткость пружины*

Гармонический осциллятор:

2-й з-н Ньютона для гармонического осциллятора:

$$m\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -kx(t)$$

Его решение:

$$x(t) = x_0 \cos \omega_0 t + \frac{v_0}{\omega_0} \sin \omega_0 t,$$

$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ - *частота собственных колебаний*

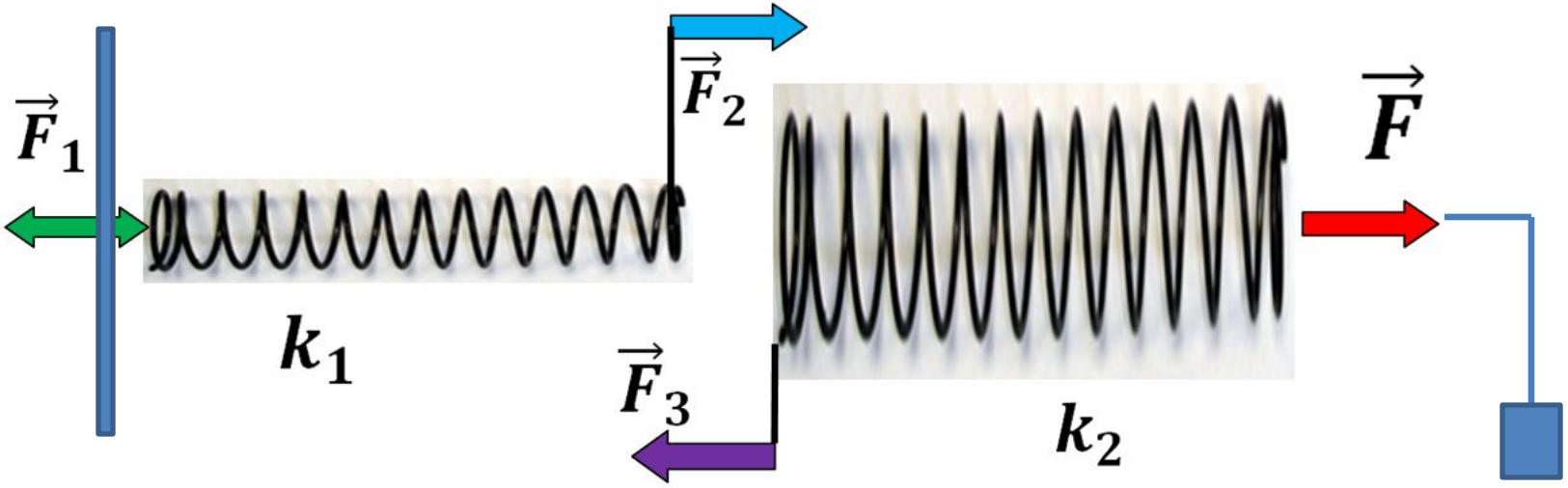
$T = \frac{2\pi}{\omega_0}$ *период колебаний*

x_0 - место старта, v_0 - стартовая скорость

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} =$$

$$= -x_0 \omega_0 \sin \omega_0 t + v_0 \cos \omega_0 t$$

Задача 1. Две пружины с жесткостями k_1, k_2 соединены последовательно и одним концом прикреплены к стене. На второй конец действует сила $\vec{F}$, которая увеличивает длину системы на величину $x = x_1 + x_2$. Найти эффективную жесткость системы $k = \frac{F}{x}$.



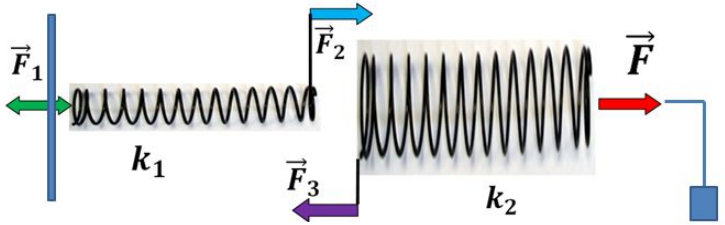
Решение: Система в целом неподвижна,

поэтому $F_2 = -F_1, F = -F_3, F = -F_1$ (1 з-н Ньютона).

По 3 з-ну Ньютона $F_2 = -F_3$.

Отсюда следует, что

$|\vec{F}| = |\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = |\vec{F}_3|$.



Но $F_2 = F = k_1 x_1$, $F = k_2 x_2$ (закон Гука)

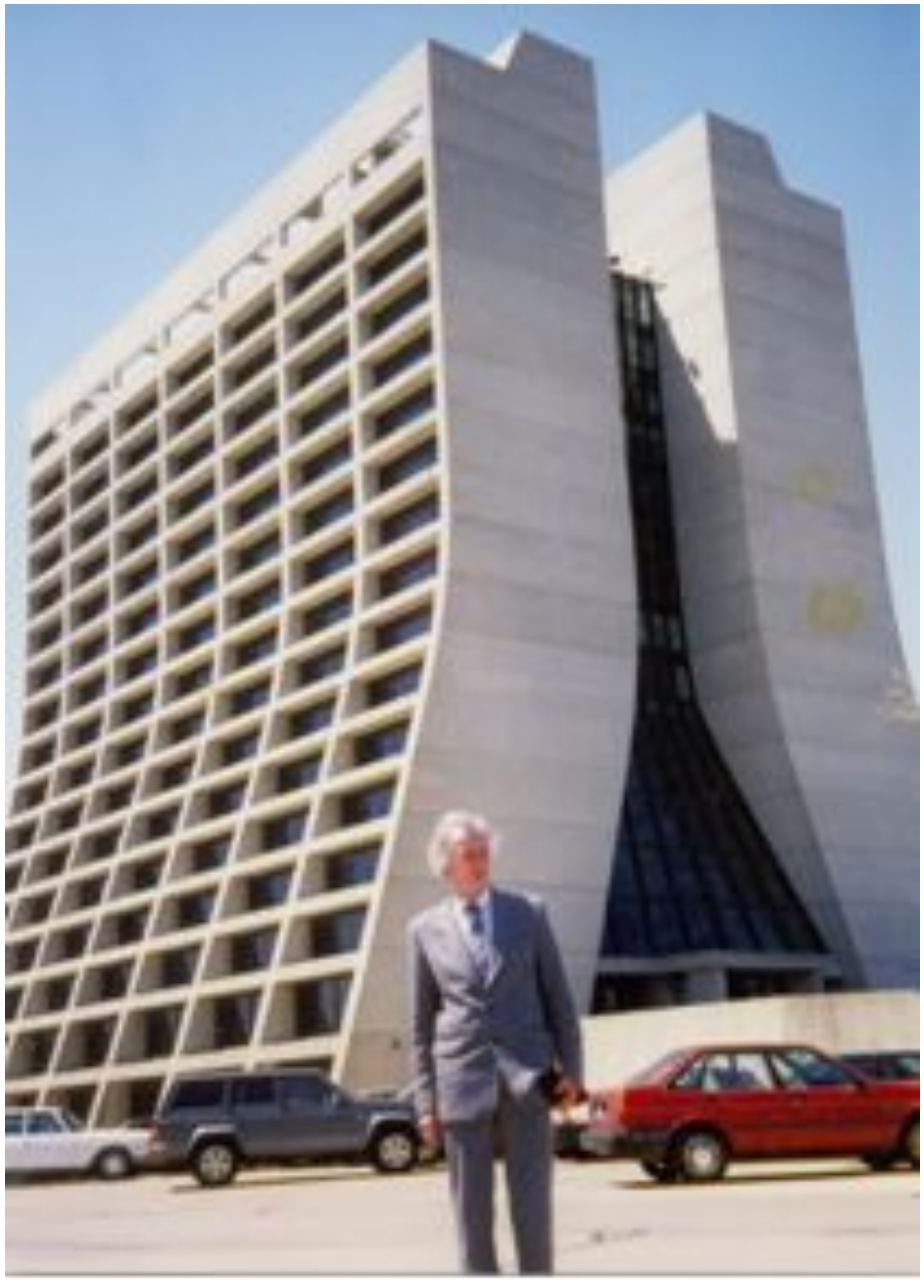
поэтому $x_1 + x_2 = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_2} = F\frac{k_1+k_2}{k_1 k_2}$

То есть $F = \frac{k_1 k_2}{k_1+k_2}\, x$.

Ответ: две пружины, соединенные последовательно, действуют, как одна, с *эффективной жесткостью* $k = \frac{F}{x} = \frac{k_1 k_2}{k_1+k_2}$.

- ***Упругие и не упругие столкновения тел.***

Дулит
Маркетт
Монтпилиер
Конкорд
Сент-Пол
Грин-Бей
Рочестер
Флинт
Олбани
Милуоки
Рокфорд
Аллентаун
Кливленд
Чикаго
Гери
Балтимор
Колумбус
Спрингфилд
Индианаполис



Ускорительное кольцо LHC (обозначено окружностью белого цвета). На снимке представлен
Женевский аэропорт длиной 6 км, позволяющий оценить размер ускорителя ЦЕРН.

BBC NEWS

При столкн. тел изменяются их v и направления движения, а часть T может превращаться в другие виды.

Упругий удар **– суммарная T не меняется.**

Неупругий удар **– тела «слипаются».**

Для упругого столкновения двух тел:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$$

$$T_1 + T_2 = T'_1 + T'_2$$

$\vec{p} = m\vec{v}$ – *импульс тела*

$T = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$ – *кинетическая энергия*

Для не упругого столкновения

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}$$

$$T_1 + T_2 = T + Q.$$

Q **- внутренняя энергия (тепло)**

Если второе тело до столкновения покоилось,

То для лобового упругого столкновения

$p_1 = \pm p'_1 + p'_2$ **и** $T_1 = T'_1 + T'_2$.

Для не упругого столкновения:

$p_1 = p$ **и** $T_1 = T + Q$

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v \quad v = ?$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} + Q \quad Q = ?$$