

Применение законов сохранения импульса и энергии

Учитель физики
МБОУ «Лицей №20»
г.Междуреченск,
Кемеровская
область
Лозовая Наталья
Ярославовна



Повторим теорию

Импульс тела

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

II закон Ньютона

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$$

Закон сохранения импульса

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{const}$$
$$m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

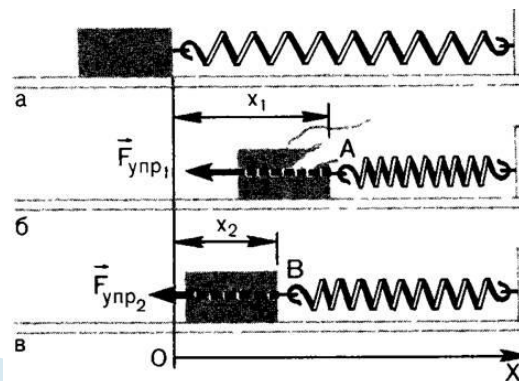
Повторим теорию

Потенциальная энергия тела в поле тяжести
Земли

$$W_{\text{п}} = mgh$$

Потенциальная энергия упруго
деформированного тела

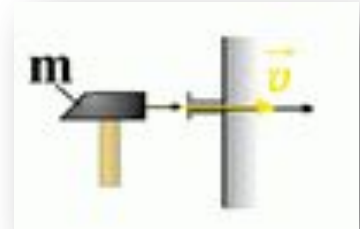
$$W_{\text{п}} = kx^2 / 2$$



Повторим теорию

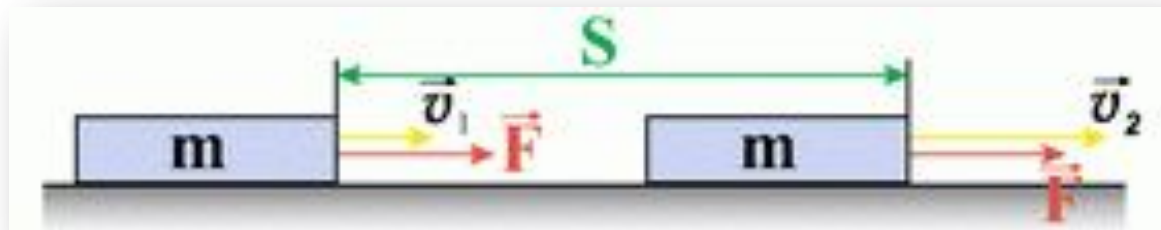
Кинетическая энергия движущегося тела

$$W_k = mv^2 / 2$$



Теорема о кинетической энергии

$$A = mv^2 / 2 - mv_0^2 / 2 = \Delta E_k$$



Повторим теорию

Работа силы тяжести в поле Земли

$$A = - (mgh_2 - mgh_1) = - \Delta E_p$$

Работа силы упругости

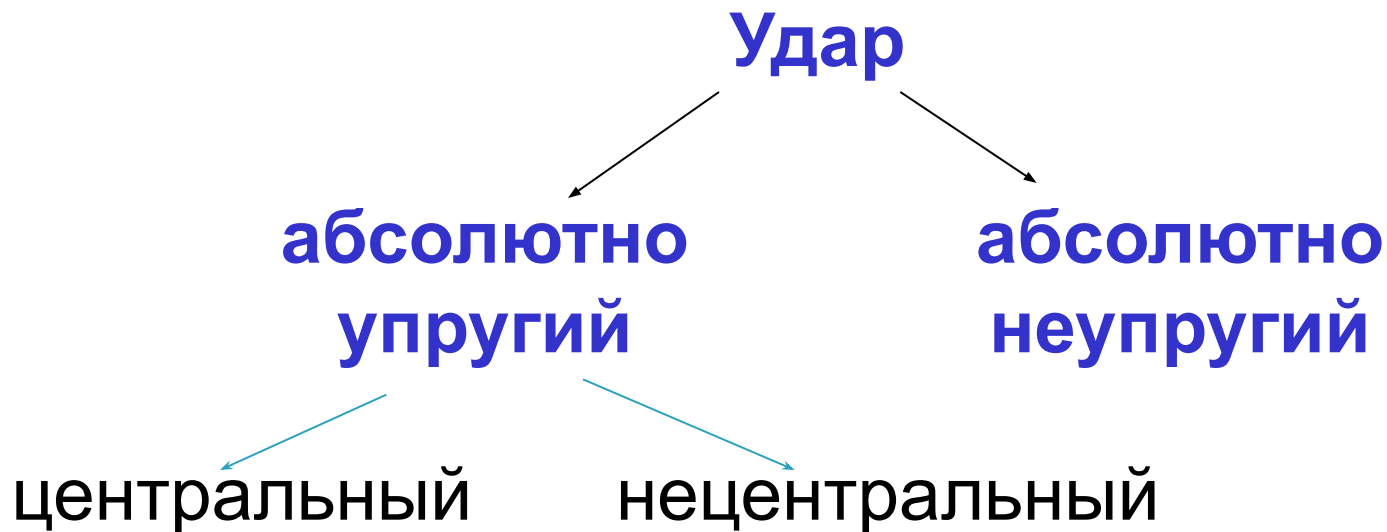
$$A = - (kx_2^2 / 2 - kx_1^2 / 2) = - \Delta E_p$$

Закон сохранения механической энергии

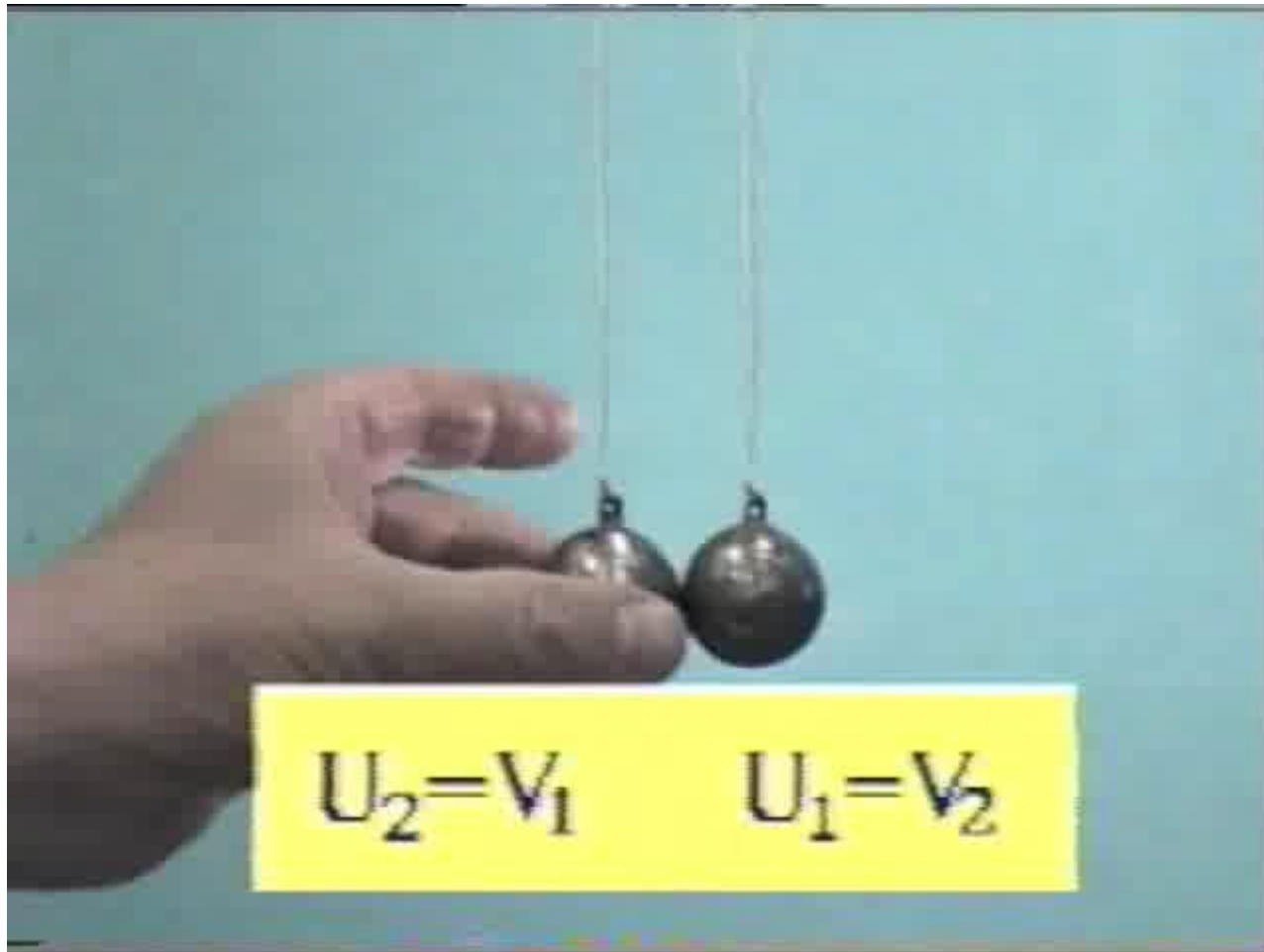
$$W = W_k + W_p = W_{k\max} = W_{p\max}$$

Взаимодействие тел

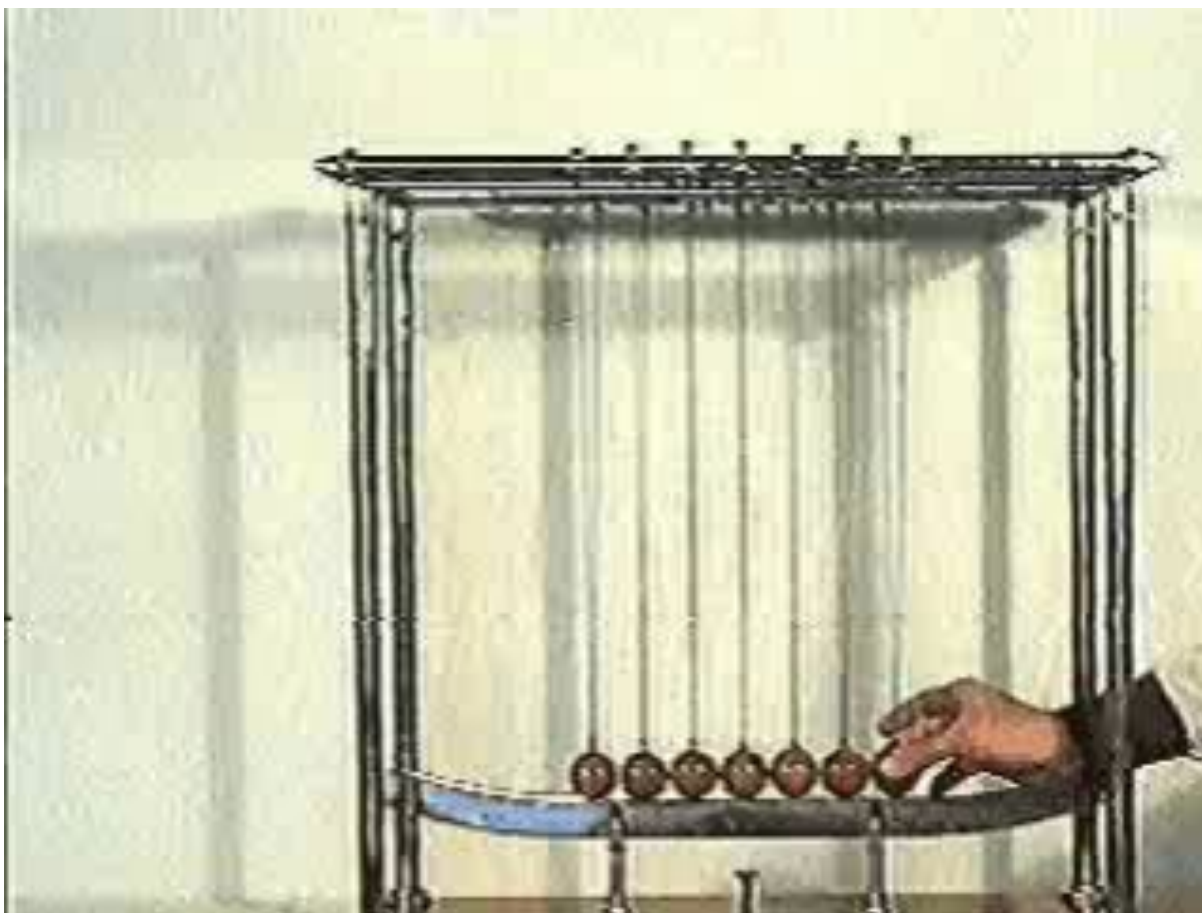
- **Удар(или столкновение)** – это кратковременное взаимодействие тел, в результате которого их скорости испытывают значительные изменения.



Опыт 1. Взаимодействие двух стальных шаров равной массы



Опыт 2. Взаимодействие стальных шаров равной массы



Абсолютно упругое взаимодействие тел



Исследование центрального абсолютно упругого взаимодействия тел

- Взаимодействие тел равной массы
($m_1 = m_2$) (ДО)

The simulation interface includes the following data:

$v_1 = 2,0$ м/с	$v_2 = 0,0$ м/с
$m_1 = 3,0$ кг	$m_2 = 3,0$ кг
$v_2 = 0,0$ м/с	$p_2 = 0,0$ кг·м/с
$m_2 = 3,0$ кг	$E_{k1} = 6,0$ Дж

Collision type: упругое

Change in kinetic energy: $\Delta E_k = 0,0$ Дж

Buttons: Старт, Сброс

□ Взаимодействие тел равной массы (ПОСЛЕ)

The simulation interface displays the following parameters and results:

Parameter	Value	Unit
Initial velocity v_1	2,0	м/с
Initial velocity v_2	0,0	м/с
Mass m_1	3,0	кг
Mass m_2	3,0	кг
Final velocity v_1	0,0	м/с
Final velocity v_2	2,0	м/с
Final momentum p_1	0,0	кг·м/с
Final momentum p_2	6,0	кг·м/с
Final kinetic energy E_{k1}	0,0	Дж
Final kinetic energy E_{k2}	6,0	Дж
Change in kinetic energy ΔE_k	0,0	Дж

Collision type: упругое

Buttons: Старт, Сброс

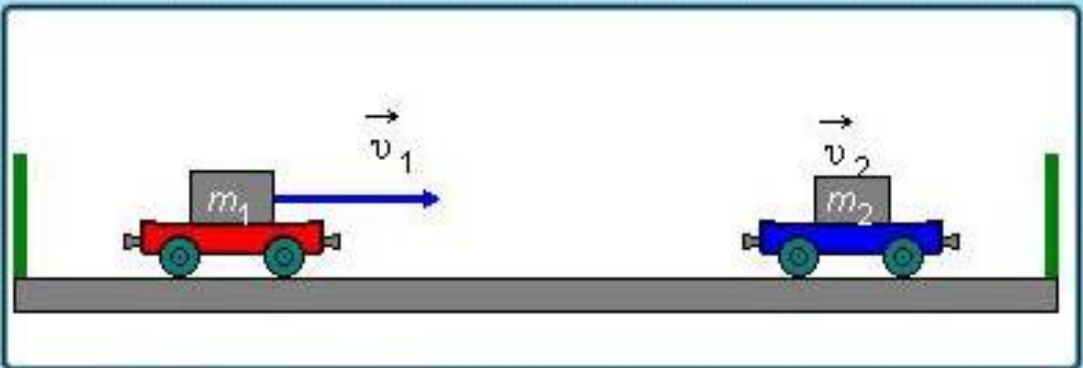
Вывод:

- При упругом центральном взаимодействии двух тел равной массы происходит обмен скоростями ($u_1 = u_{02}$ и $u_2 = u_{01}$);
- Изменение импульса и кинетической энергии тел равно нулю: $\Delta E_k = 0$, $\Delta p = 0$
- Выполняется закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии

Исследование центрального абсолютно упругого взаимодействия тел

□ Взаимодействие тел разной массы

$$m_1 > m_2 \text{ (ДО)}$$



The simulation shows two carts on a horizontal track. The left cart is red and labeled m_1 , with a blue arrow pointing right labeled v_1 . The right cart is blue and labeled m_2 , with a blue arrow pointing right labeled v_2 . The track is bounded by green vertical walls.

Control panel parameters:

$v_1 =$ <input type="text" value="2,0"/> М/с	$v_2 =$ <input type="text" value="0,0"/> М/с
$m_1 =$ <input type="text" value="4,0"/> кг	$m_2 =$ <input type="text" value="3,0"/> кг
$v_2 =$ <input type="text" value="0,0"/> М/с	$p_1 =$ <input type="text" value="8,0"/> кг·М/с
$m_2 =$ <input type="text" value="3,0"/> кг	$p_2 =$ <input type="text" value="0,0"/> кг·М/с

Collision type: неупругое, упругое

Energy values:

$E_{k1} =$ <input type="text" value="8,0"/> Дж	$E_{k2} =$ <input type="text" value="0,0"/> Дж
$\Delta E_k =$ <input type="text" value="0,00"/> Дж	

Buttons:

Вопрос: Как вы думаете, каково будет в дальнейшем движение первого тела?

(после)

The screenshot shows a physics simulation interface for a collision experiment. At the top, a diagram shows two carts, m_1 (red) and m_2 (blue), on a track. Below the track are input fields for initial velocities and masses, and a display area for final velocities, momenta, and kinetic energies. The collision type is set to elastic.

Initial conditions (input fields):

- $v_1 = 2,0$ м/с
- $m_1 = 4,0$ кг
- $v_2 = 0,0$ м/с
- $m_2 = 3,0$ кг

Collision type: упругое

Final conditions (display area):

- $v_1 = 0,3$ м/с
- $v_2 = 2,3$ м/с
- $m_1 = 4,0$ кг
- $m_2 = 3,0$ кг
- $p_1 = 1,1$ кг·м/с
- $p_2 = 6,9$ кг·м/с
- $E_{k1} = 0,2$ Дж
- $E_{k2} = 7,8$ Дж
- $\Delta E_k = 0,00$ Дж

Buttons: Старт, Сброс

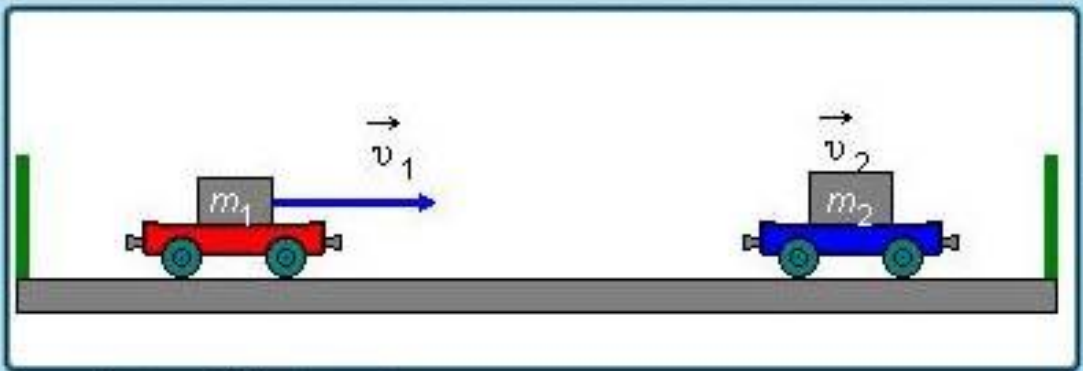
Выводы:

- При упругом центральном взаимодействии двух тел разной массы ($m_1 > m_2$) оба тела получают скорость;
- Скорости тел со направлены;
- Изменение импульса и кинетической энергии системы тел равно нулю: $\Delta E_k = 0$, $\Delta p = 0$
- Выполняется закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии

Исследование центрального абсолютно упруго взаимодействия тел

□ Взаимодействие тел разной массы

$$m_1 < m_2 \text{ (ДО)}$$



The simulation shows two carts on a horizontal track. The left cart is red and labeled m_1 , moving to the right with velocity v_1 . The right cart is blue and labeled m_2 , initially at rest with velocity v_2 . The track is bounded by green vertical walls.

Control panel parameters:

$v_1 = 2,0$ м/с	$v_2 = 0,0$ м/с
$m_1 = 3,0$ кг	$m_2 = 4,0$ кг
$v_2 = 0,0$ м/с	$p_1 = 6,0$ кг·м/с
$m_2 = 4,0$ кг	$p_2 = 0,0$ кг·м/с
	$E_{k1} = 6,0$ Дж
	$E_{k2} = 0,0$ Дж
	$\Delta E_k = 0,00$ Дж

Столкновение

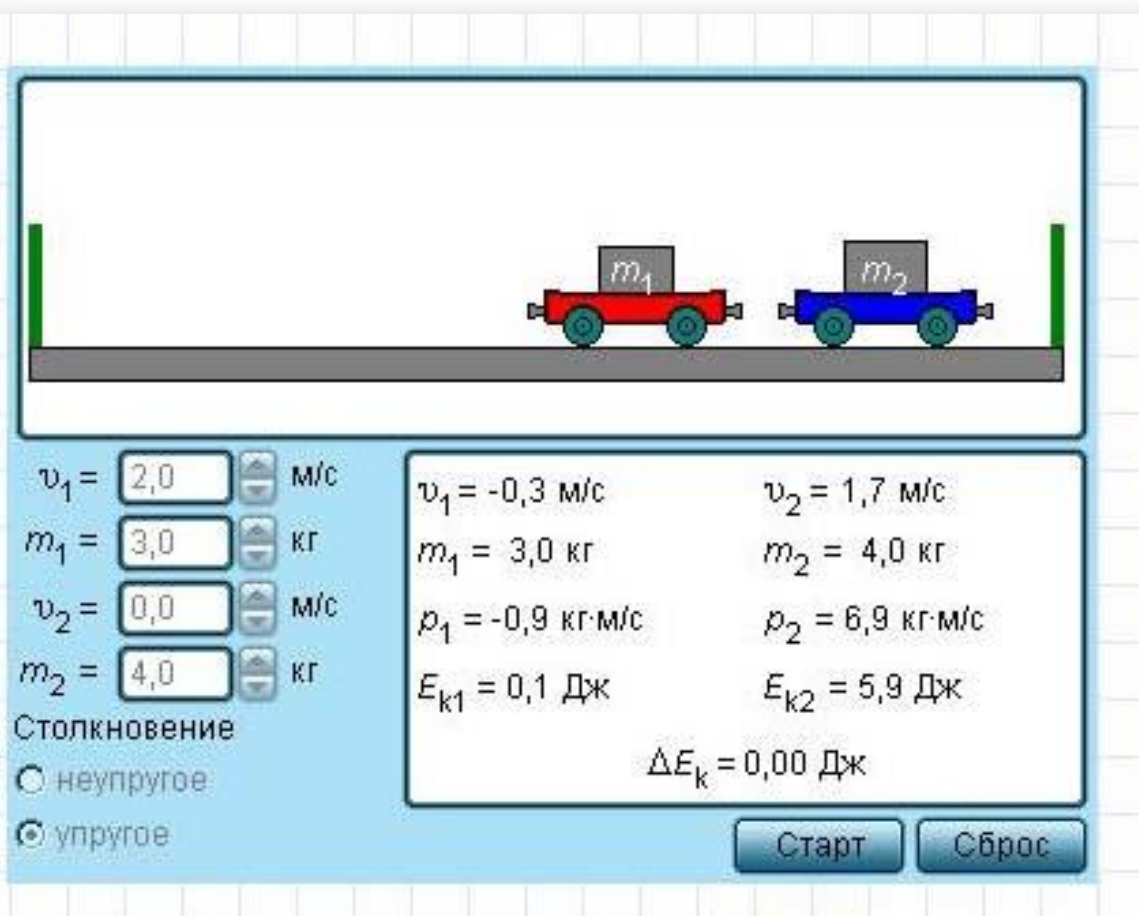
неупругое

упругое

Старт Сброс

Вопрос: Как вы думаете, каково будет в дальнейшем движение первого тела?

(после)



Simulation interface showing two carts (m_1 and m_2) on a track. The interface includes input fields for initial velocities (v_1 , v_2) and masses (m_1 , m_2), and a display area for calculated values after the collision.

Initial conditions (input):

- $v_1 = 2,0$ м/с
- $m_1 = 3,0$ кг
- $v_2 = 0,0$ м/с
- $m_2 = 4,0$ кг

Collision type: упругое

Calculated values (display):

- $v_1 = -0,3$ м/с
- $v_2 = 1,7$ м/с
- $m_1 = 3,0$ кг
- $m_2 = 4,0$ кг
- $p_1 = -0,9$ кг·м/с
- $p_2 = 6,9$ кг·м/с
- $E_{k1} = 0,1$ Дж
- $E_{k2} = 5,9$ Дж
- $\Delta E_k = 0,00$ Дж

Buttons: Старт, Сброс

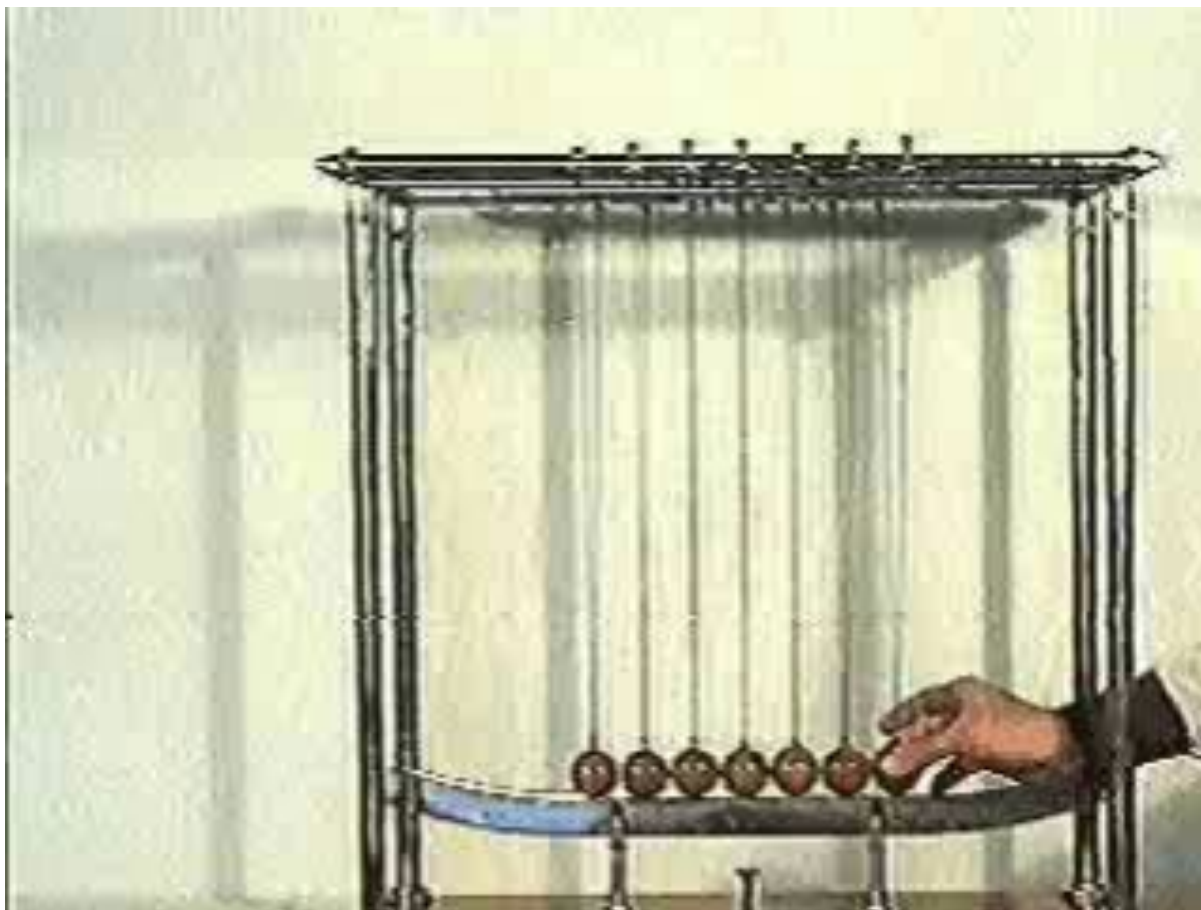
Выводы:

- При упругом центральном взаимодействии двух тел разной массы ($m_1 < m_2$) оба тела получают скорость;
- Скорости тел направлены в противоположные стороны вдоль одной прямой;
- Изменение импульса и кинетической энергии системы тел равно нулю: $\Delta E_k = 0, \Delta p = 0$
- Выполняется закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии

Общий вывод

- ▣ При упругом центральном ударе выполняются законы сохранения импульса и энергии

Видеоопыт №2



Исследование нецентрального абсолютно упругого взаимодействия тел равной массы

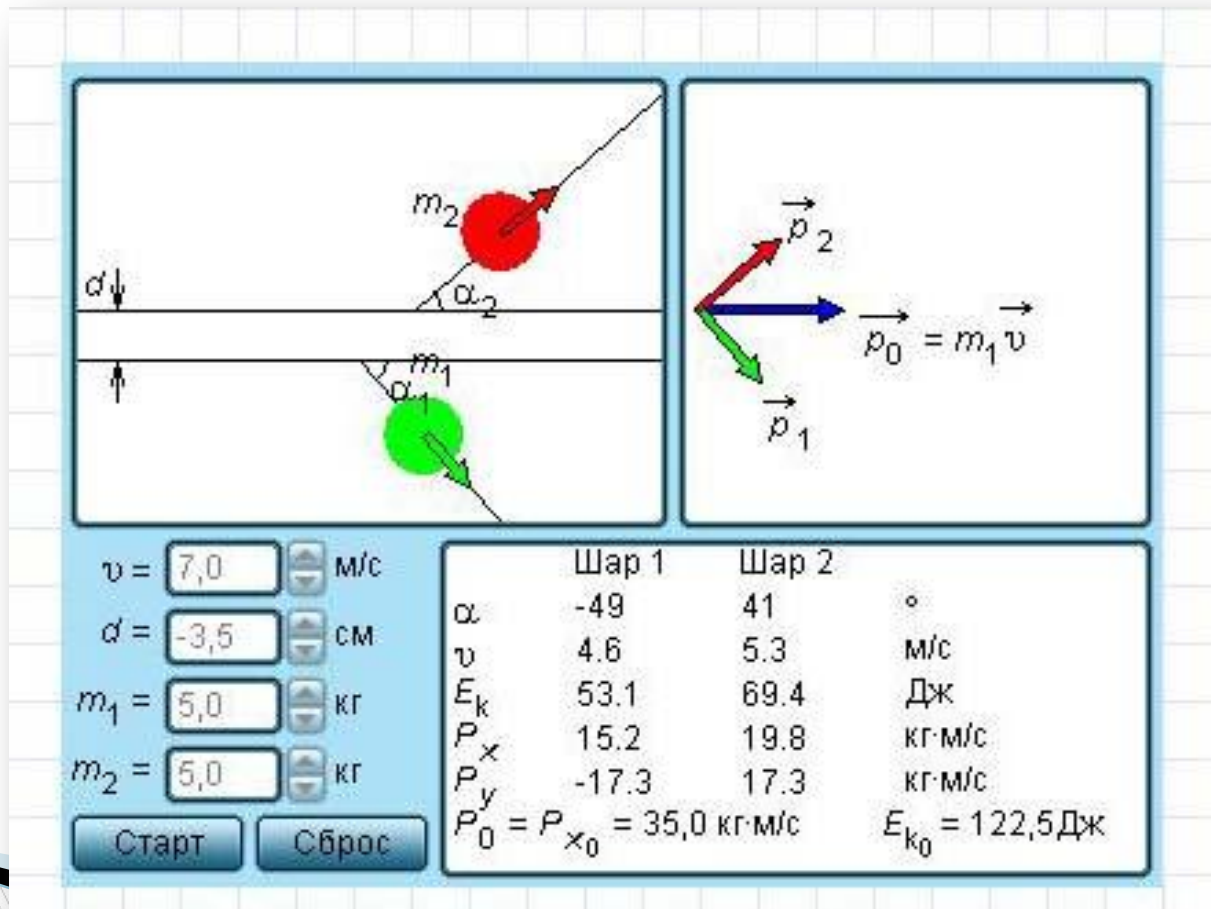
The simulation interface is divided into three main sections:

- Diagram:** Shows two spheres, m_1 (green) and m_2 (red), on a horizontal surface. Sphere m_1 is moving to the right with velocity v . The impact parameter is d . A blue arrow indicates the initial momentum $p_0 = m_1 v$.
- Input Parameters:**
 - Velocity $v = 7,0$ м/с
 - Impact parameter $d = -3,5$ см
 - Mass $m_1 = 5,0$ кг
 - Mass $m_2 = 5,0$ кг
- Output Data Table:**

	Шар 1	Шар 2	
α	0	0	°
v	7.0	0	м/с
E_k	122.5	0	Дж
P_x	35.0	0	кг·м/с
P_y	0	0	кг·м/с
$P_0 = P_{x0}$	= 35,0 кг·м/с		$E_{k0} = 122,5$ Дж

Control buttons: **Старт** (Start) and **Сброс** (Reset).

Исследование нецентрального абсолютно упругого взаимодействия тел равной массы



Выводы:

- При упругом нецентральной взаимодействии двух тел равной массы оба тела получают скорость;
- Скорости тел направлены под углом горизонту;
- Угол между скоростями тел после взаимодействия составляет 90° градусов;
- Импульс и механическая энергия системы тел после взаимодействия не изменилась;
- Выполняется закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии

Вывод о результатах проделанных опытов

В замкнутой системе при любых взаимодействиях тел выполняются основные законы механики

- закон сохранения импульса
- закон сохранения механической энергии

Домашнее задание

1. Повторить тему «Абсолютно упругое взаимодействие»
2. Решить задачи №1, 2 на карточках

Спасибо за урок!

Литература

- <http://www.tigerwires.com/cms/lib3/PA01000001/Centricity/Domain/230/Page%20Animations/newtons%20cradle.gif>
- http://lib.convdocs.org/pars_docs/refs/249/248294/248294-28_1.jpg
- <http://www.videxp.com/RU/v/7354/0/go.html>
- <http://900igr.net/datas/fizika/Impuls/0008-008-Demonstratsionnyj-eksperiment.jpg>
- **Открытая Физика 2.7. Часть I**