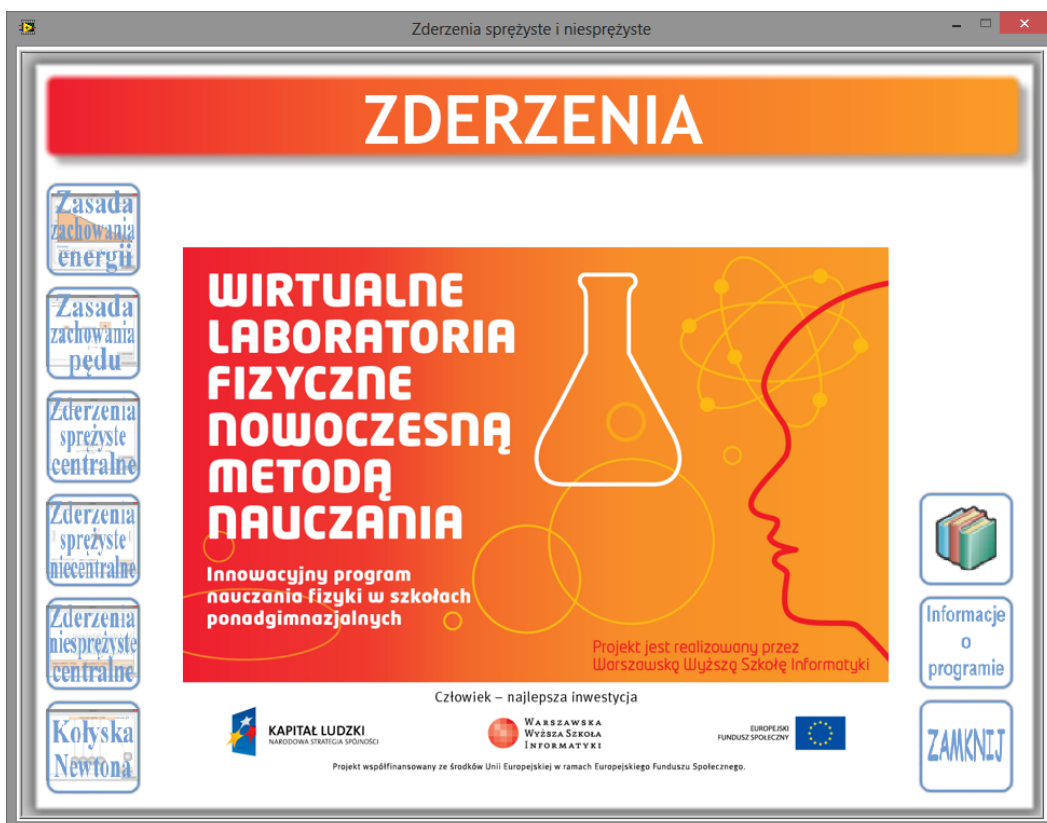


## Ćwiczenie: "Symulacja zderzeń sprężystych i niesprężystych"

Opracowane w ramach projektu: "Wirtualne Laboratoria Fizyczne nowoczesną metodą nauczania" realizowanego przez Warszawską Wyższą Szkołę Informatyki.

### Zakres ćwiczenia:

1. Zasada zachowania pędu i energii.
2. Zderzenia sprężyste i niesprężyste, centralne i niecentralne.
3. Kołyska Newtona.



Autor: Marcin Godziemba-Maliszewski

Radom 2013



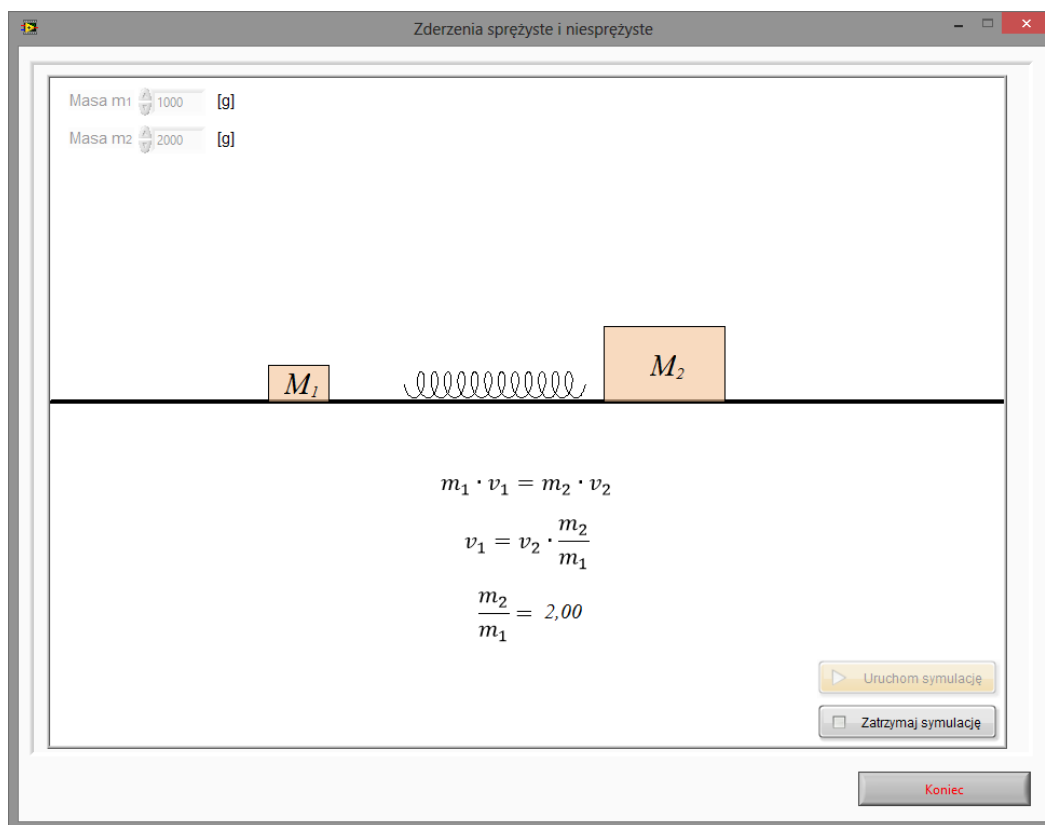
## Scenariusz prowadzenia ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zasadą zachowania pędu i energii mechanicznej.

### 1. Zasada zachowania pędu i energii.

#### Zasada zachowania pędu.

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie się z zasadą zachowania pędu na przykładzie układu dwóch obiektów o masach  $m_1$  i  $m_2$  połączonych nieważką sprężyną i umieszczonych na idealnie gładkim stole (ciała poruszają się po stole bez tarcia – jedyną siłą wymuszającą ruch jest siła pomiędzy elementami układu).



Rys.1. Wirtualny przyrząd pomiarowy do badania zasady zachowania pędu.

#### Zadanie 1.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy pokazany na rysunku 1 należy zaobserwować wpływ masy ciał  $m_1$  i  $m_2$  na prędkość poruszania się ciał.

#### Zadanie 2.

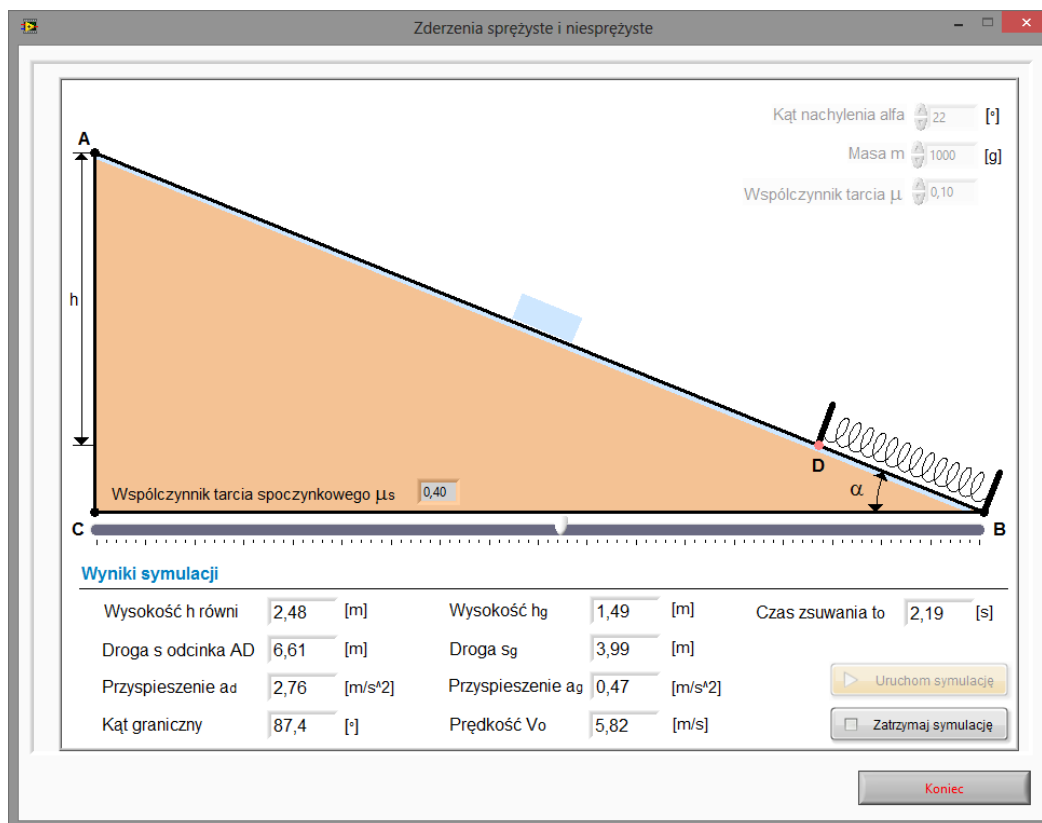
Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy pokazany na rysunku 1 należy obliczyć prędkość  $v_1$  ciała pierwszego, wiedząc, że klocek o masie  $m_1$  waży 1,5 kg, natomiast klocek o masie  $m_2$  waży 2 kg i porusza się z prędkością  $v_2 = 1$  m/s.

#### Zadanie 3.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy pokazany na rysunku 1 należy obliczyć masę ciała  $m_2$  wiedząc, że ciało  $m_1$  waży 1,2 kg i porusza się z prędkością  $v_1 = 2$  m/s, natomiast klocek o masie  $m_2$  z prędkością  $v_2 = 3$  m/s.

## Zasada zachowania energii.

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie się z zasadą zachowania energii na przykładzie ciała zsuwającego się z równi pochyłej w kierunku nieważkiej sprężyny, które zostaje następnie zatrzymane na skutek działania siły sprężystości i pod wpływem siły rozprężnej sprężyny, porusza się w kierunku przeciwnym z możliwością uwzględnienia siły tarcia.



Rys.2. Wirtualny przyrząd pomiarowy do badania zasady zachowania energii.

### Zadanie 4.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy pokazany na rysunku 2 należy zaobserwować ruch ciała we wszystkich etapach:

- zsuwanie się ciała z równi pochyłej ruchem jednostajnie przyspieszonym pod wpływem siły grawitacji w kierunku nieważkiej sprężyny,
- ruch jednostajnie opóźniony na skutek działania siły sprężystości,
- ruch jednostajnie przyspieszony na skutek siły rozprężnej sprężyny,
- ruch jednostajnie opóźniony pod wpływem siły grawitacji w kierunku punktu A równi pochyłej

dla różnych współczynników tarcia począwszy od 0 do wartości tarcia spoczynkowego.

### Zadanie 5.

Dla wymienionych w zadaniu 4 etapów ruchu należy zidentyfikować i rozrysować siły działające na ciało.

### Zadanie 6.

Przedmiot o masie  $m = 0,5$  kg zsunął się z równi pochyłej o wysokości 10 m i o kącie nachylenia  $\alpha = 20^\circ$  w kierunku nieważkiej sprężyny. Ciało w wyniku działania siły sprężystości zostaje zatrzymane a następnie porusza się w kierunku przeciwnym pod wpływem siły rozprężnej sprężyny. Oblicz, do jakiej wysokości dotrze ciało w 3 cyklu, jeżeli współczynnik tarcia wynosi 0,3.



## 2. Zderzenia sprężyste i nie sprężyste, centralne i niecentralne.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z praktycznym zastosowaniem zasady zachowania pędu i energii całkowitej w zderzeniach sprężystych i niesprężystych centralnych i niecentralnych.

### Zderzenia sprężyste centralne.

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie się z zastopowaniem zasady zachowania energii całkowitej oraz zasady zachowania pędu, dzięki którym można przewidzieć wynik zderzenia oraz prędkości i kierunki poruszania się ciał po zderzeniu.

Masa  $m_1$  1000 [g] Prędkość  $v_1$  2 [m/s]  
Masa  $m_2$  1000 [g] Prędkość  $v_2$  0 [m/s]

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$$

$$v_1' = \frac{v_1 \cdot (m_1 - m_2) + 2 \cdot m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} = 0,00 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$v_2' = \frac{v_2 \cdot (m_2 - m_1) + 2 \cdot m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2} = 2,00 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

Uruchom symulację  
Zatrzymaj symulację  
Koniec

Rys.3. Wirtualny przyrząd pomiarowy do badania zderzeń sprężystych centralnych.

#### Zadanie 7.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 3 należy zbadać wpływ prędkości początkowej poszczególnych ciał biorących udział w zderzeniu sprężystym centralnym na prędkości uzyskane po zderzeniu. Prędkość ujemna oznacza poruszanie się ciała w przeciwnym kierunku.

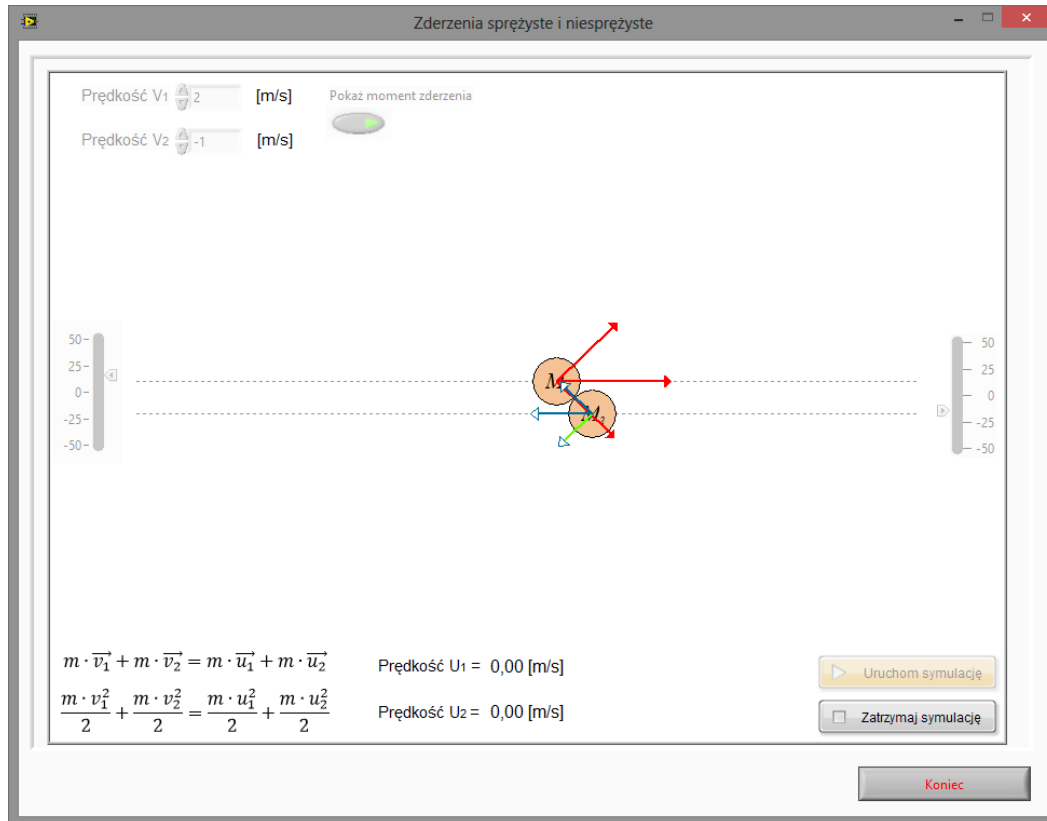
#### Zadanie 8.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 3 należy zbadać wpływ masy ciała na prędkości uzyskane po zderzeniu. Prędkość ujemna oznacza poruszanie się ciała w przeciwnym kierunku.



## Zderzenia sprężyste niecentralne.

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie się z parametrami wpływającymi na ruch (kierunek i prędkość) ciał po zderzeniu niecentralnym sprężystym.



Rys.4. Wirtualny przyrząd pomiarowy do badania zderzeń sprężystych niecentralnych.

### Zadanie 9.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 4 należy zbadać wpływ prędkości początkowej poszczególnych ciał biorących udział w zderzeniu sprężystym niecentralnym na prędkości uzyskane po zderzeniu. Prędkość ujemna oznacza poruszanie się ciała w przeciwnym kierunku.

### Zadanie 10.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 4 należy zbadać wpływ kąta zderzenia na kierunek i prędkości uzyskane po zderzeniu sprężystym niecentralnym. Prędkość ujemna oznacza poruszanie się ciała w przeciwnym kierunku.

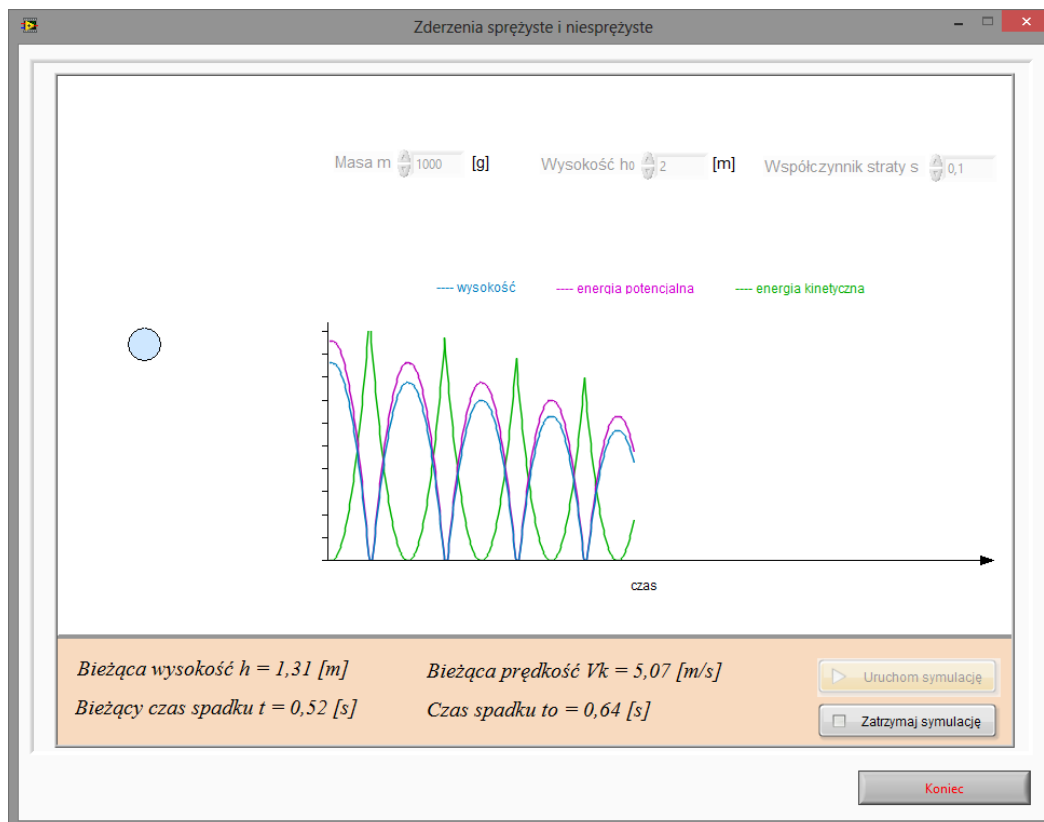
### Zadanie 11.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 4 należy zbadać wpływ prędkości początkowej poszczególnych ciał biorących udział w zderzeniu sprężystym niecentralnym oraz kąta pomiędzy środkami ciał na prędkości uzyskane po zderzeniu. Prędkość ujemna oznacza poruszanie się ciała w przeciwnym kierunku.



## Zderzenia niesprężyste centralne.

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie się z energią i parametrami zderzenia niesprężystego na przykładzie spadającej swobodnie piłki z wysokości  $h$ .



Rys.5. Wirtualny przyrząd pomiarowy do badania zderzeń niesprężystych centralnych.

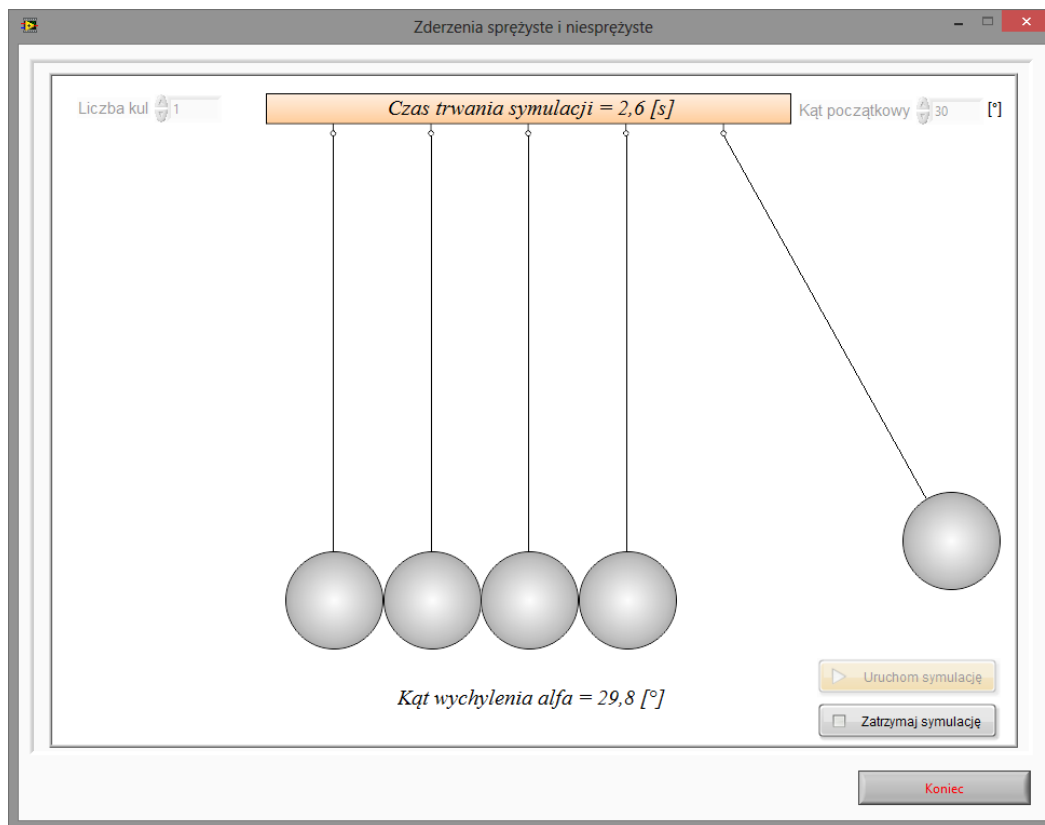
### Zadanie 12.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 5 należy zbadać wpływ masy, wysokości i współczynnika starty  $s$  (pochłaniania wewnętrznej energii przez piłkę) na prędkość, energię potencjalną i kinetyczną piłki przed i po zderzeniu.



### 3. Kołyska Newtona.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z prawem zachowania energii kinetycznej i pędu podczas sprężystego zderzenia kul. Zderzenia kulek są prawie doskonale sprężyste



Rys.6. Wirtualny przyrząd pomiarowy do obserwacji zachowania energii kinetycznej i pędu podczas sprężystego zderzenia kul.

#### Zadanie 13.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 6 należy zaobserwować zjawisko przekazywania pędu przez kule w zależności od liczby odchylonych kul oraz kąta początkowego.

#### Zadanie 14.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 6 należy określić procentową stratę energii kinetycznej w trakcie zderzenia kul.

#### Zadanie 15.

O jaki kąt należy odchylić kulę numer jeden, aby kula numer pięć odskoczyła z prędkością  $v_{\text{początkowa}} = 2 \text{ m/s}$ ?