

## MODUŁ 5

# ENERGIA MECHANICZNA

→ FIZYKA – ZAKRES ROZSZERZONY

OPRACOWANE W RAMACH PROJEKTU:  
**WIRTUALNE LABORATORIA FIZYCZNE NOWOCZESNĄ METODĄ NAUCZANIA.**  
PROGRAM NAUCZANIA FIZYKI  
Z ELEMENTAMI TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH

### Doświadczenie 2

#### Martwa pętla

##### Problem badawczy

Z jakiej wysokości należy puścić kulkę, aby zatoczyła pełny okrąg?

##### Przyrządy:

Martwa pętla (rys. 1), kulka, linijka, kamera lub aparat fotograficzny, umożliwiający nagrywanie filmów

##### Opis doświadczenia, wykonanie

Puszczamy kulkę z różnej wysokości aż znajdziemy wysokość, przy której kulka zatoczy pełny okrąg bez oderwania. Możemy sfilmować ruch kulki, aby przeprowadzić nabór danych i analizę ruchu z wykorzystaniem oprogramowania do wideopomiarów (Tracker, Coach 6).

Powtarzamy doświadczenie. Zapisujemy zmierzoną wysokość.

Porównujemy wyniki pomiarów z obliczeniami teoretycznymi. Analizujemy, jaka jest przyczyna niezgodności danych doświadczalnych i teoretycznych.

##### Obliczenia

Jeśli pominiemy opory ruchu i ruch obrotowy kulki, to energia potencjalna kulki puszczonej z wysokości  $h$  zamienia się na energię kinetyczną ruchu postępowego w dolnym położeniu, a następnie na: energię potencjalną i kinetyczną na wysokości  $2R$ .

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + mg \cdot 2R,$$

gdzie  $h$  - wysokość z której puszczo kulkę,  $R$  - promień pętli,  $v$  - wartość prędkości kulki na „górze” pętli.



Rys. 1. Zestaw doświadczalny

Aby kulka nie spadła i zatoczyła pełny okrąg, siła odśrodkowa bezwładności, działająca na kulkę w „górnym” położeniu, powinna co najmniej równoważyć ciężar kulki. Musi być zatem spełniony warunek:

$$\frac{mv^2}{R} \geq mg$$

Stąd

$$mv^2 \geq mgR$$

W przypadku granicznym

$$mv^2 = mgR$$

Po wstawieniu do pierwszego równania:

$$mgh = \frac{mgR}{2} + mg \cdot 2R$$

$$mgh = \frac{5mgR}{2}$$

Zatem

$$h = \frac{5R}{2} = 2,5R$$

Minimalna wysokość, przy której kulka zatoczy pełny okrąg bez oderwania wynosi  $2,5R$ .