

WYZNACZANIE CZASU TRWANIA ZDERZENIA I PARAMETRÓW DEFORMACJI KUL

(WERSJA SKRÓCONA)

I. Zagadnienia

1. Zasada zachowania energii i pędu.
2. Zderzenia.
3. Własności sprężyste ciał.

II. Literatura

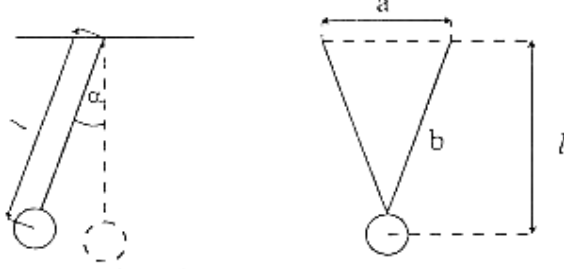
1. R. Resnick, D. Halliday, Fizyka,
2. P. G. Hewit, Fizyka wokół nas
3. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna.

III. Podstawowe wzory niezbędne do opracowania ćwiczenia

W czasie zderzenia kule deformują się. Deformacja polega na wgnieceniu do wnętrza kuli części objętości mającej kształt czaszy o wysokości h i promieniu podstawy r . Promień r jest największym promieniem koła zetknięcia się kul.

Wysokość czaszy kulistej możemy obliczyć zakładając, że od chwili pierwszego zetknięcia, ruch kul jest ruchem jednostajnie opóźnionym i po czasie $t = \tau/2$ (τ – czas zderzenia), prędkość kul maleje do zera.

$$h = v_0 t - \frac{at^2}{2}, \quad \text{gdzie } a = -\frac{v_0}{t} \quad (v_k = 0) \quad \text{stąd} \quad h = \frac{v_0 t}{2} = \frac{v_0 \tau}{4} \quad (1)$$



Prędkość v_0 kul w chwili zetknięcia, można wyznaczyć z zależności:

$$v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} \quad (2)$$

W oparciu o twierdzenie Pitagorasa można napisać następujący związek łączący promień podstawy czaszy kulistej z jej wysokością:

$$r^2 = 2Rh - h^2 \quad \text{gdzie: } R - \text{promień kulki} \quad (3)$$

Ze względu na małą wartość h drugi wyraz w równaniu (3) możemy pominąć:

$$r = \sqrt{2Rh} \quad (4)$$

Zderzając się, kule działają na siebie siłą $F(x)$ rosnącą liniowo wraz z deformacją do wartości F_n dla $x = h$. Wykonują one wtedy pracę $L = E_s = \frac{F_n h}{2}$, która jest równa zgromadzonej w nich energii sprężystej E_s .

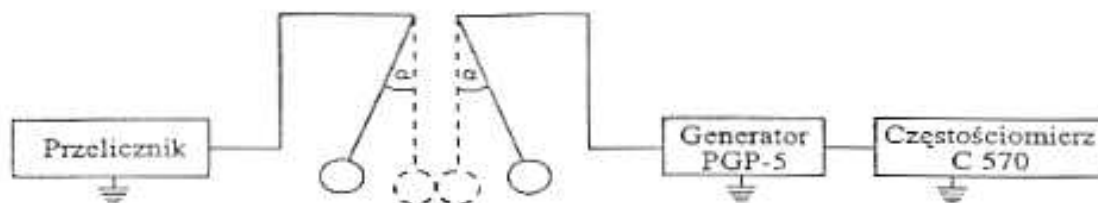
Zgodnie z zasadą zachowania energii, E_s jest równa energii kinetycznej kul:

$$E_k = \frac{mv_0^2}{2} \quad \text{stąd} \quad F_n = \frac{mv_0^2}{h} \quad (5)$$

Wzór (5) pozwala określić maksymalną siłę nacisku kul w chwili gdy ich prędkość jest równa zero.

IV. Wykonanie ćwiczenia

1. Przed przystąpieniem do pomiarów czasu zderzeń kul należy zmierzyć średnicę kul – $2R$, wyznaczyć długość wahadła l (w tym celu zmierzyć a i b) oraz wyznaczyć masę kul m . Pomiar parametrów kul należy wykonać dla kuli leżącej obok zestawu, identycznej z zawieszonymi.
2. Sprawdzić obwód połączony według schematu:



3. Częstość generatora impulsowego PGP-5 należy ustawić na $f \approx 2$ MHz. Kształt impulsu prostokątny. Przelicznik – dyskryminator (*threshold*) : $U_d = 1$ V, polaryzacja dodatnia.
4. Włączyć przelicznik, generator i częstościomierz. Odczekać 5 min dla ustalenia warunków pracy przyrządów.
5. Odchylić kule o kąt α ($5^\circ < \alpha < 20^\circ$) i zablokować je za pomocą urządzenia znajdującego się po prawej stronie przyrządu.
6. Przygotować przelicznik do pomiarów. Klawisze *preset time*, *preset off*, *power* i $+$ powinny być wciśnięte, pozostałe klawisze wyciśnięte. Wyzerować układ za pomocą przycisku *reset*. Naciśnąć klawisz *start-stop* (zaświeci się neonówka *gate*). Zwolnić klawisz.
7. Natychmiast po zderzeniu (aby zapobiec ponownemu policzeniu impulsów przy następnym zderzeniu) należy nacisnąć przycisk *start-stop*.
8. Wyzerować układ i powtórzyć pomiary liczby impulsów podczas trwania zderzenia dla danego kąta **20 razy**.
9. Pomiary powtórzyć dla dwu innych kątów α z przedziału $5^\circ - 20^\circ$.

Imię i Nazwisko:

Rok i Kierunek:

**WYZNACZANIE CZASU TRWANIA ZDERZENIA
I PARAMETRÓW DEFORMACJI KUL**

Pomiary

α [⁰]	$v =$	$2R =$	$m =$	$a =$	$b =$															
	Liczba impulsów N																		N_{sr}	

Obliczenia

Długość wahadła:

Z tw. Pitagorasa: $l^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = b^2$, po przekształceniu:

$$l = \sqrt{b^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = [\quad]$$

Średni czas zderzenia:

$$f = 2\text{MHz} = 2 \cdot 10^6 \frac{1}{s}; \quad \tau_{\text{sr}} = \frac{N_{\text{sr}}}{f} = [\quad]$$

Prędkość kul w momencie zetknięcia:

$$v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} = [\quad]$$

Wysokość wgniecenia:

$$h = \frac{v_0 \tau_{\text{sr}}}{4} = [\quad]$$

Promień wgniecenia:

$$r = \sqrt{2Rh} = [\quad]$$

Maksymalna siła nacisku:

$$F_n = \frac{mv_0^2}{h} = [\quad]$$

α [⁰]	τ_{sr} []	v_0 []	h []	r []	F_n []