

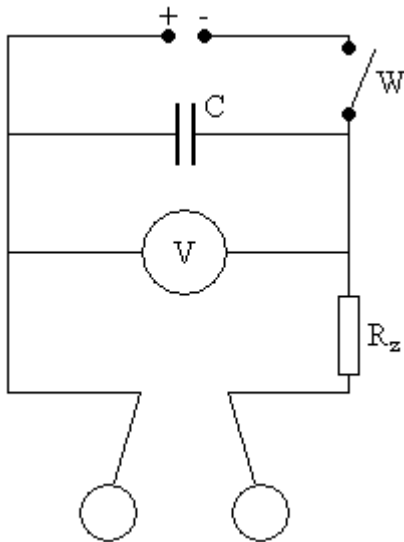


Wyznaczanie czasu trwania zderzeń oraz parametrów deformacji kul

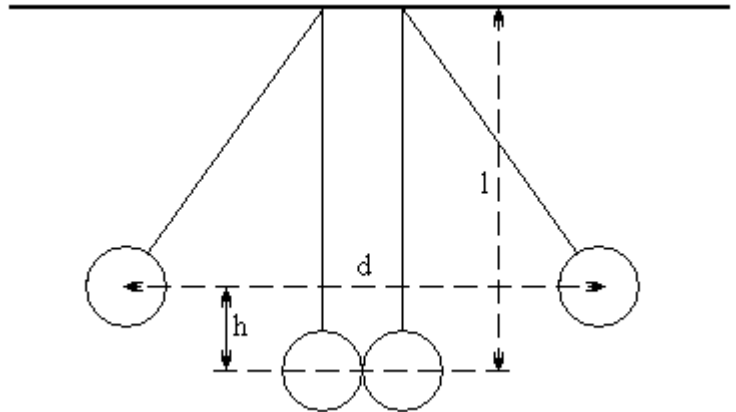
M3

Przyrządy:

Woltomierz (multimetr uniwersalny), dwa zasilacze, suwmiarka, przymiar metrowy.



Rysunek 1



Rysunek 3

Kolejność wykonywanych czynności:

UWAGA: Na stronie internetowej I Pracowni Fizycznej i w samej Pracowni jest dostępna skrócona instrukcja obsługi multimetru (miernika uniwersalnego).

UWAGA: Główny wyłącznik zasilacza napięcia stałego znajduje się w górnej części ścianki tylnej zasilacza. Ustawianie napięcia wykonujemy pokrętkiem na ściance przedniej, uprzednio wciskając przycisk „V” (wartość napięcia na zasilaczu miga). Ustawianie prądu maksymalnego (jeśli jest taka potrzeba) ustawiamy tym samym pokrętkiem, ale po wciśnięciu przycisku „I”. Aby zasilacz wysłał napięcie na badany układ należy po ustawieniu napięcia wcisnąć przycisk „Output”.

Napięcie na zasilaczu elektromagnesów (zasilacz po lewej stronie) wynosi 40V.

Maksymalna wartość prądu to 1,5A.

Napięcie na zasilaczu po prawej stronie ma wynosić 15V.

1. Zmierzyć suwmiarką średnice obu kul $2R_1$ i $2R_2$ oraz obliczyć średnią średnicę $2R_{\text{sr}}$. Przymiarem metrowym zmierzyć odległość l (od osi obrotu wahadła do środka kuli) – powinna być równa dla obu kul (rys.2).
2. Włączyć pierwszą parę elektromagnesów (wył. I - lewy – na podstawie przyrządu z kulami, w pozycji 1) i odchylić do nich kule tak, aby po zetknięciu kul z elektromagnesami te zostały przez nie przyciągnięte (szerzej rozstawiona para elektromagnesów). Suwmiarką zmierzyć odległość d środków odchylonych kul przed zderzeniem.
3. Przycisnąć wyłącznik W (rys.1) - (przycisk włącznika) i przez chwilę ładować kondensator do napięcia ok. 15,0V.
4. Zwolnić przycisk włącznika W i odczekać aż napięcie na kondensatorze mierzone przy pomocy woltomierza spadnie do określonej wartości np. 14,0V - jest to napięcie przed zderzeniem kul - U_0 .
5. Zwolnić kule ustawiając wył. I w pozycji 0 i jednocześnie ustawić wył. II – prawy wył. na podstawie przyrządu w pozycję 1 (przeciwnie ustawienia wyłączników) tak, aby kule po jednym zderzeniu ponownie zostały przyciągnięte tym razem przez drugą (bliżej rozstawioną) parę elektromagnesów.
6. Natychmiast po (jednym) zderzeniu odczytać z woltomierza wartość napięcie U na kondensatorze. **UWAGA – zderzenie musi być tylko jedno, z każdym następnym zdarzeniem napięcie spada o kolejną wartość.**
7. Ponownie przygotować układ do zderzenia kul. **UWAGA: Napięcie U_0 musi być za każdym razem takie samo.**
8. Pomiary napięcia na kondensatorze przed i po zderzeniu kul przeprowadzić dla 10 prób. Wyniki wszystkich pomiarów umieścić w tabeli I i tab. II.

Tabela 1

U_0	U	U_{sr}
[V]	[V]	[V]

Tabela 2

$2R_1$	$2R_2$	$2R_{sr}$	l	d	h	v_0	t	H	r	m	F_n	E
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[s]	[m]	[m]	[kg]	[N]	N/m ²

9. Obliczyć wysokość h (rys.2) kuli przed zderzeniem ze wzoru

$$h = l - \sqrt{l^2 - \left(\frac{d-2R_{sr}}{2}\right)^2} \quad (1)$$

oraz prędkość v_0 kuli przed zderzeniem ze wzoru

$$v_0 = \sqrt{2gh} \quad (2)$$

a także błędy Δh i Δv_0 metodą różniczki zupełnej.

10. Obliczyć wartość średnią U a także błąd średni kwadratowy średniej arytmetycznej tej wielkości.

Z uzyskanego wyniku obliczyć $\frac{1}{2}$ czasu trwania zderzenia ze wzoru

$$t = \frac{1}{2} R_z C \ln \frac{U_0}{U_{sr}} \quad (3)$$

gdzie $R_z = 22,0\Omega$; $C = 20,0\mu F$

a także błąd metodą różniczki zupełnej.

11. Obliczyć wysokość H czasy kuli tej, która podlega wgnieceniu do wnętrza kuli podczas zderzenia , ze wzoru

$$H = \frac{v_0 t}{2} \quad (4)$$

oraz jej promień r ze wzoru

$$r = \sqrt{2R_{sr}H} \quad (5)$$

a także błędy ΔH i Δr metodą różniczki zupełnej.

12. Obliczyć masę kuli ze wzoru

$$m = \frac{1}{6} \pi$$

gdzie

$$\rho_{\text{Fe}} = 7,85 \cdot 10^3 \text{ [kg/m}^3 \text{]} \quad (6)$$

13. Obliczyć maksymalną siłę nacisku F_n ze wzoru

$$F_n = \frac{mv_0^2}{H} \quad (7)$$

oraz moduł Younga ze wzoru

$$E = 0,699 \frac{F_n}{rH} \quad (8)$$

a także przeprowadzić dyskusję tych wielkości.

Wymagania:

- zderzenia sprężyste i niesprężyste, prawo zachowania energii i pędu w zderzeniach, zderzenia centralne [2, 5, 9]
- teoria rozładowania kondensatora [1, 3]