

Imię

Data

Nazwisko

Kierunek studiów

Ćwiczenie 114: Zderzenia – zmiana pędu ciała i popęd siły

Numer wózka:

Masa wózka: kg

Masa odważnika do kalibracji: kg

Ciężar odważnika do kalibracji: N

SPRĘŻYNA	Nr pomiaru	v_{\min}	v_{\max}	Δv	Δp	$\int F dt$
		[m/s]	[m/s]	[m/s]	[kg·m/s]	[N·s]
MIĘKKA	1					
	2					
	3					
TWARDA	1					
	2					
	3					

Ćwiczenie 114: Zderzenia — zmiana pędu ciała i popęd siły

CEL

Badanie zderzeń sprężystych. W czasie doświadczenia zmierzona będzie zmiana pędu wózka i odpowiadający tej zmianie całkowity popęd siły.

TEORIA

Pęd jest to iloczyn masy i prędkości ($\vec{p} = m\vec{v}$). Pęd jest wielością wektorową, czyli oprócz wartości ma kierunek i zwrot. Wystarczy, że zmienia się jedna z tych cech, aby zmienił się pęd. Zmiana pędu to różnica dwóch wektorów: pędu końcowego i pędu początkowego,

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_k - \vec{p}_0$$

Na przykład, jeżeli ciało o masie $m = 2 \text{ kg}$ i prędkości $v = 2 \text{ m/s}$ odbija się sprężysto od ściany, to prędkość po odbiciu jest równa (-2 m/s). Prędkość i pęd tego ciała uległy zmianie, bo zmienił się zwrot wektorów. Zmiana pędu tego ciała jest równa 8 kg ms^{-1} :

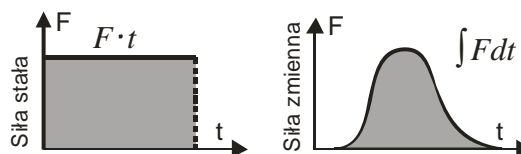
$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_k - \vec{p}_0 \Rightarrow \Delta p = p_k - p_0 = mv - (-mv) = mv + mv = 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2 = 8 \quad \text{SI: [kg} \cdot \text{m/s]}$$

Ogólna postać II zasady dynamiki mówi, że zmiana pędu jest równa popędowi siły. Gdy siła jest stała, to popęd siły jest iloczynem siły i czasu jej działania.

$$\Delta p = F \cdot t.$$

Na wykresie $F = F(t)$ popęd siły jest równy polu pod wykresem. Jeżeli siła nie jest stała to, aby obliczyć pole, trzeba obliczyć całkę. Wtedy zmiana pędu, równa popędowi siły, jest równa tej całce,

$$\Delta p = \int F dt.$$

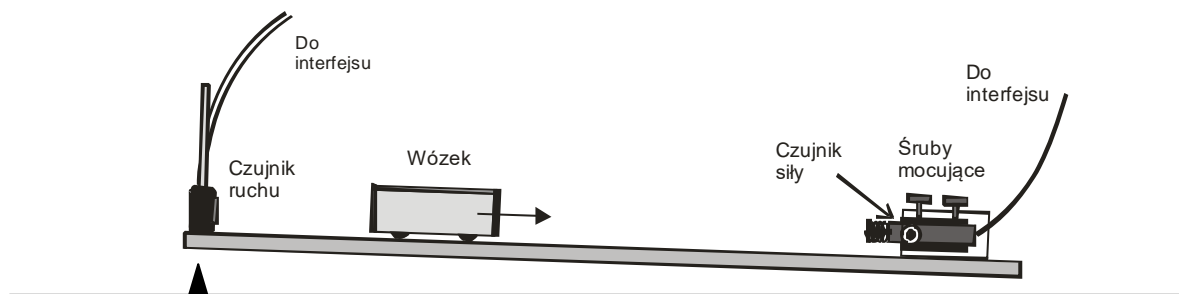


Gdy ciało uderza w przeszkodę, siła działająca na ciało zmienia się w czasie trwania zderzenia. Dlatego licząc całkowity popęd siły nie liczymy $F \cdot t$, tylko całkujemy.

Określoną (zadaną) zmianę pędu można osiągnąć na dwa sposoby:

- 1 Działając dużą siłą w krótkim czasie,
- 2 Działając małą siłą w długim czasie.

Poniższy rysunek przedstawia schemat układu pomiarowego.



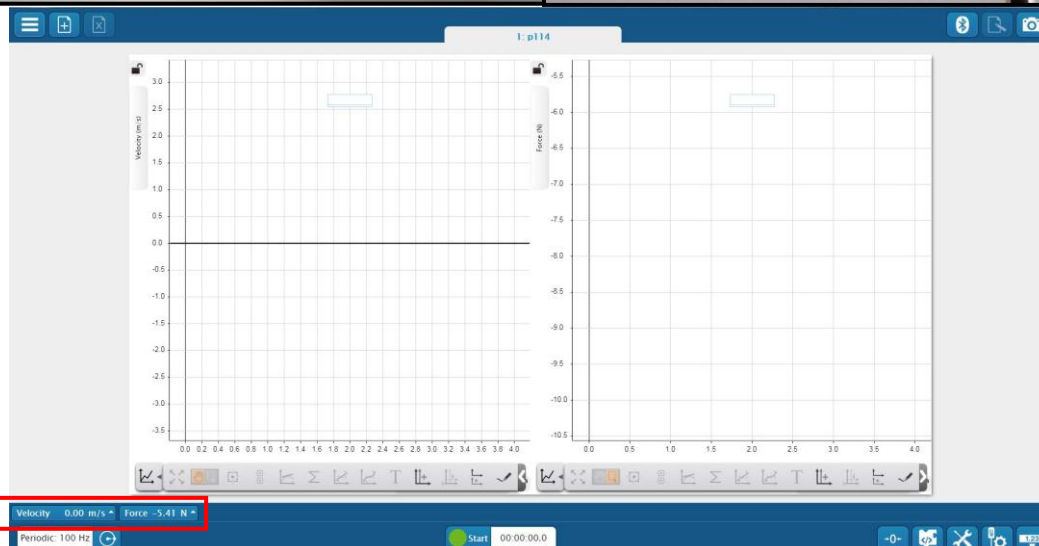
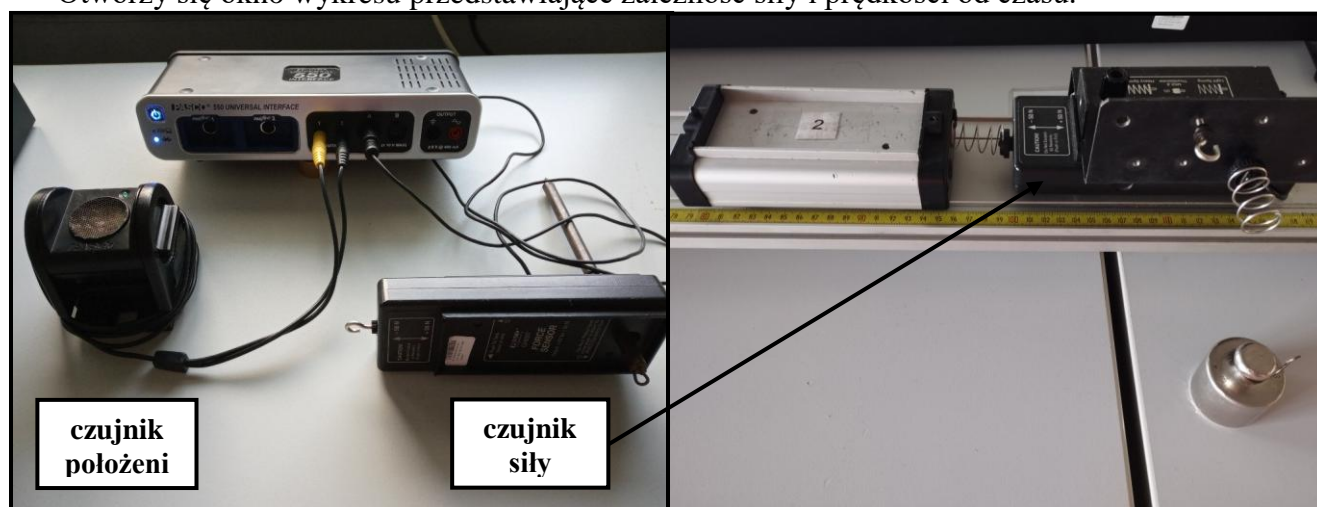
WYKONANIE ĆWICZENIA

POTRZEBNE WYPOSAŻENIE (Zdj. 1)	<ul style="list-style-type: none"> Wózek
<ul style="list-style-type: none"> PASCO universal interface 	<ul style="list-style-type: none"> Dwie sprężyny: miękka i twarda
<ul style="list-style-type: none"> Czujnik położenia 	<ul style="list-style-type: none"> Haczyk
<ul style="list-style-type: none"> Czujnik siły 	<ul style="list-style-type: none"> Ciężarek

W przeprowadzonym doświadczeniu czujnik ruchu będzie rejestrował ruch wózka przed i po zderzeniu ze sprężyną, która jest przykręcona do czujnika siły (sprężyna odgrywa rolę zderzaka). Czujnik siły zmierzy siłę działającą w czasie zderzenia. Program *PASCO* pozwoli na określenie prędkości tuż przed i tuż po zderzeniu, oraz obliczy całkowitą popęd siły.

PRZYGOTOWANIE UKŁADU POMIAROWEGO

1. Włącz zasilanie stołu (patrz deska rozdzielcza stołu – przy Twojej lewej nodze gdy siedzisz na wprost komputera) – przekręć czerwoną „gałkę” w kierunku strzałek (powinna wyskoczyć), przekręć kluczyk jak w samochodzie i puść.
2. Włącz w następującej kolejności: (1) PASCO universal interface, a następnie (2) komputer.
3. Podłącz do PASCO universal interface (jeśli trzeba) czujnik siły do kanału analogowego A oraz czujnik położenia do kanałów cyfrowych: żółta końcówka – kanał 1, czarna – kanał 2 (Zdj.1).
4. Aby uruchomić program wybierz na komputerze profil **114**, a następnie ikonę **114** na pulpicie. Otworzy się okno wykresu przedstawiające zależność siły i prędkości od czasu.

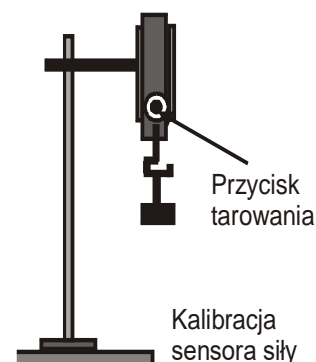


Zdjęcie 1

KALIBRACJA I PRZYGOTOWANIE CZUJNIKÓW

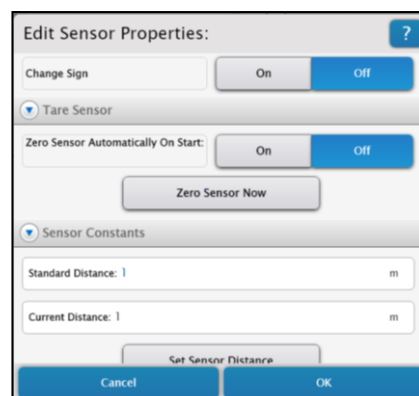
Kalibracja czujnika siły

1. Naciśnij ikonę **Siła** i **Skalibruj pomiar (Calibrate measurement)**. (Zdj. 1)
2. W oknie kalibracji wybierz **Kontynuuj**.
3. Otworzy się okno „*Kalibruj czujnik: Wprowadź wartości*”
Tu będzie należało wprowadzić wartości kalibracyjne dla czujnika siły dla pozycji „0” i z zadaniem obciążeniem.
4. Odkręć sprężynę i śruby mocujące czujnik siły w uchwycie i zawieś czujnik pionowo na statywie. Wciśnij przycisk TARE znajdujący się z boku czujnika.
5. W oknie kalibracyjnym w pozycji „*Punkt kalibracji 1*”: wpisz „0”. Wciśnij przycisk **Set Calibration**.
6. Przykręć haczyk do czujnika.
7. Zważ ciężarek i zawieś go na haczyku czujnika siły.
8. W oknie kalibracyjnym w pozycji „*Punkt kalibracji 2*”: wpisz **obliczony ciężar Q zawieszanej masy**. Wciśnij przycisk **Set Calibration** i OK.
($Q = m \cdot g$, masa w kilogramach, \cdot przyspieszenie ziemskie $9,81 \text{ m/s}^2$).
9. Przymocuj czujnik siły do uchwytu na szynie.
10. Zmień haczyk na „miękką” sprężynę.



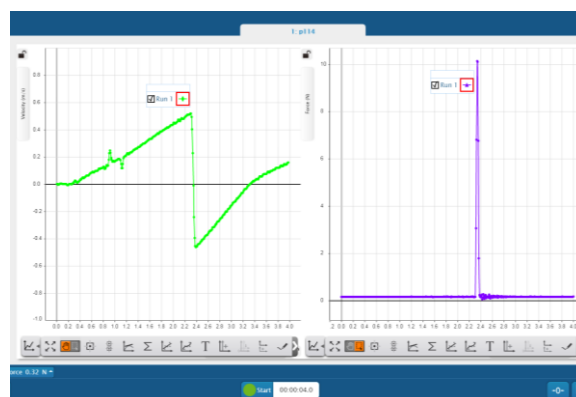
Kalibracja czujnika ruchu

1. Umieść wózek na szynie.
2. Naciśnij ikonę **Prędkość (velocity)** i **Skalibruj czujnik (Calibrate sensor)**.
3. Wciśnij przycisk **Wyzeruj czujnik (Zero sensor now)**.
4. W polu **Sensor Constants** w okienku **Standard Distance** wpisz odległość czujnika od wózka (w metrach).
UWAGA!!! W zapisach używać kropki zamiast przecinka. Wciśnij **Set Sensor Distance**.
5. Układ jest gotowy do właściwych pomiarów.



PRZEBIEG I REJESTRACJA POMIARÓW

1. Zważ wózek. Zapisz w tabeli masę i numer wózka.
2. Przed rozpoczęciem rejestracji naciśnij przycisk TARE z boku czujnika siły.
3. Trzymaj wózek w odległości około 40 cm od **czujnika ruchu**. W kolejnych pomiarach puszczaj wózek z tego samego miejsca.
4. Wciśnij przycisk **Start** i puść wózek.
5. Rejestracja zostanie zakończona automatycznie po upływie 4 sekund (zdjęcie obok).
6. Na wykresach, w oknie programu zostanie wyświetlony zapis danych z pierwszego pomiaru



jako „Run 1”. Jeśli pomiar jest niezadowalający można powtórzyć eksperyment. Program rejestruje kolejne serie pomiarowe i są one widoczne w oknach wykresu. Można wybrać najlepsze dane pomiarowe zaznaczając w okienku odpowiednią serię (Run 1, Run 2,...).

ANALIZA DANYCH

1. Aby znaleźć wartość prędkości tuż przed i po zderzeniu, wybierz pod wykresem zależności prędkości (velocity) od czasu (time) symbol Σ , następnie wybierz **Maximum i Minimum**. (Zdjęcie poniżej). Na wykresie pokażą się odpowiednie wartości.
2. Aby wyznaczyć całkowity popęd siły, zaznacz pole piku na wykresie zależności siły (force) od czasu (time), następnie zaznacz Σ , i wybierz **Area** (Zdjęcie poniżej).



3. Pomiarzy wykonaj trzykrotnie.
4. Zamień sprężynę i znowu wykonaj trzykrotnie pomiary.
5. Oblicz zmianę pędu dla każdego pomiaru. Wyniki wpisz do tabeli.
6. Możesz zrobić zdjęcie najlepszego pomiaru, aby wykres wstawić do sprawozdania.
7. Wyłącz PASCO universal interface, komputer i naciśnij czerwoną „gałkę” na tablicy rozdzielczej stołu.

PYTANIA

1. Czy wartość popędu siły jest równa odpowiadającej zmianie pędu?
2. Jakie są różnice w przebiegu zderzenia z badanymi sprężynami?
3. Jakim ruchem porusza się ciało przed i po zderzeniu?