

# ***Mechanika I***

*Zestaw do doświadczeń uczniowskich*



*Nr katalogowy: 03-371*



**Producent:**

Cornelsen Experimenta  
Holzhauser Straße 76  
13509 Berlin – Germany

Tel.: +49 30 435 902-0      eMail: [info@corex.de](mailto:info@corex.de)  
Fax: +49 30 435 902-22      Internet: [www.corex.de](http://www.corex.de)

**Wyłączny dystrybutor na Polskę:**

Fabryka Pomocy Naukowych Sp. z o.o.  
ul. Słowiańska 7  
[fpn@fpnnysa.com.pl](mailto:fpn@fpnnysa.com.pl)  
48-300 Nysa- -POLSKA

Tel.: +48 77 4332491-5      email:  
Fax.: +48 77 4333656      [www.fpnnysa.com.pl](http://www.fpnnysa.com.pl)

© Cornelsen Experimenta, 2004  
Fabryka Pomocy Naukowych Sp. z o.o., 2006  
Wszelkie prawa zastrzeżone

Powielanie i rozpowszechnianie niniejszej instrukcji, wykorzystanie zestawu do celów innych niż opisane w niniejszej instrukcji wymaga pisemnej zgody Cornelsen Experimenta.

## Spis treści

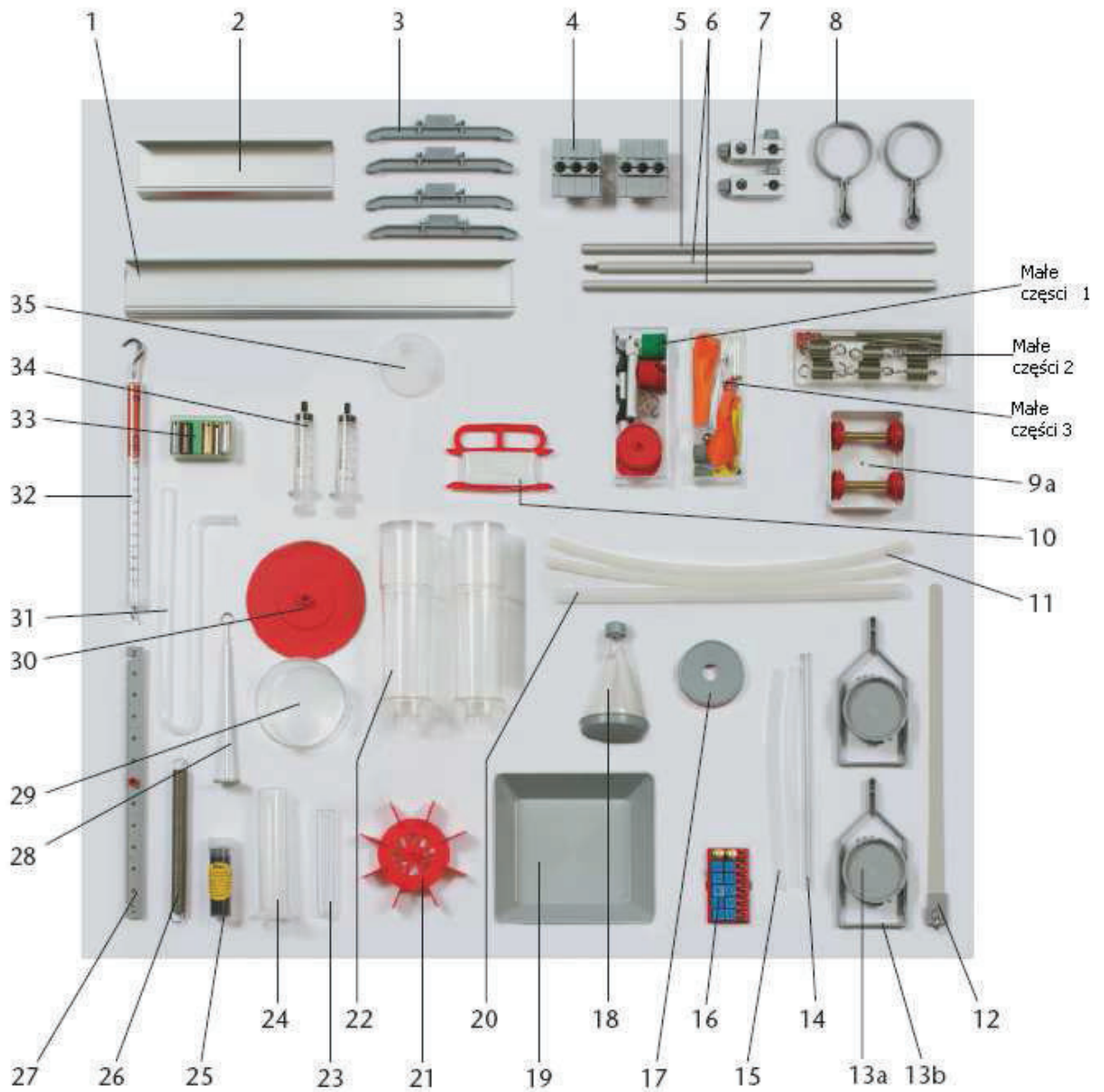
Lista składników.....	4
Lista drobnych elementów .....	6
Uwagi do doświadczeń .....	9
DOŚWIADCZENIA.....	10

S 1 Objętość ciała stałego .....	10	L 4 Rozchodzenie się ciśnienia w cieczach.....	41
S 2 Gęstość ciała stałego .....	11	L 5 Nurek Kartezjusza .....	42
S 3 Działanie sił - rozciąganie - prawo Hooke'a.....	12	L 6 Działanie manometru wodnego .....	43
S 4 Dynamometr sprężynowy.....	14	L 7 Ciśnienie hydrostatyczne.....	44
S 5 Działanie sił- zginanie .....	15	L 8 Pompa ssąco tłocząca.....	45
S 6 Ugięcie sprężyny płaskiej.....	16	L 9 Zjawisko kapilarne .....	46
S 7 Kierunkowa zależność działającej siły .....	17	L 10 Siła przylegania .....	47
S 8 Składanie sił.....	18	L 11 Napięcie powierzchniowe .....	48
S 9 Środek ciężkości ciała.....	19	L 12 Wypór hydrostatyczny .....	49
S 10 Równowaga .....	20	L 13 Model areometru .....	50
S 11 Stabilność .....	21	L 14 Pływanie i tonięcie.....	51
S 12 Bezwładność ciał .....	22	L 15 Wykorzystanie siły wody.....	52
S 13 Tarcie.....	23	G 1 Powietrze jest namacalne.....	53
S 14 Dźwignia dwuramienna .....	24	G 2 Sprężanie i rozprężanie gazu .....	54
S 15 Dźwignia jednostronna.....	26	G 3 Zjawisko ciśnienia atmosferycznego	55
S 16 Waga dźwigniowa .....	28	G 4 Próżnia i nadciśnienie.....	56
S 17 Waga przesuwnikowa .....	29	G 5 Tworzenie niskiej próżni .....	57
S 18 Blok stały .....	30	G 6 Zasada pomiaru ciśnienia tłokowego .....	58
S 19 Blok ruchomy .....	31	G 7 Model tryskawki.....	59
S 20 Układ bloków: ruchomego i stałego..	33	G 8 Działanie dzwonu nurkowego .....	60
S 21 Sprawność.....	34	G 9 Skutek siły wywieranej przez gaz (1)	61
S 22 Równia pochyła.....	36	G 10 Skutek siły wywieranej przez gaz (2)	62
L 1 Powierzchnia cieczy.....	38	G 11 Skutek siły wywieranej przez gaz (3)	63
L 2 Naczynia połączone .....	39	G 12 Zasada działania silników cieplnych	64
L 3 Wyrównywanie poziomu cieczy.....	40		

**Lista składników**

Rys. nr	Ilość	Opis	Nr zamówienia
1	1	Szyna, 360mm .....	40812
2	1	Szyna, 180mm .....	40813
3	1	Para podnoży do szyny .....	40861
4	2	Uchwyt przesuwny .....	40820
5	1	Pręt, 330mm .....	40138
6	1	Para prętów, 330mm z otworem i 200mm z gwintem .....	40137
7	2	Zacisk krzyżowy .....	40605
8	1	Obejma mocująca .....	40684
9	1	Wózek z powierzchnią cierną (a) i słupkiem (b); słupek jest umieszczony w pudełku Małe części 2 .....	43295
10	1	Sznurek na szpuli .....	19039
11	2	Wąż, 340mm .....	63671
12	1	Sprężyna płaska .....	42480
13	2	Szalka wagowa (a) z uchwytem (b) .....	43202
14	1	Rurka kapilarna .....	12859
15	2	Wąż, 200mm .....	47687
16	1	Zestaw ciężarków .....	15564
17	1	Wiekło z otworem do kolby próżniowej .....	47565
18	1	Kolba próżniowa z wiekiem, 90ml .....	47563
19	1	Kuweta, 150/140/35mm .....	60059
20	1	Wąż łączący, 300mm .....	13200
21	1	Koło łożatkowe .....	43025
22	2	Rurka z końcówką do węża .....	13138
23	1	Probówka, 100mm, plastikowa .....	12468
24	1	Menzurka, 25ml .....	63033
25	1	Barwnik, niebieski .....	12913
26	1	Sprężyna śrubowa, 150mm, 10N .....	42476
27	1	Dźwignia wagowa .....	43119
28	1	Uchwyt do ciężarka, 10g .....	42362
29	1	Zlewka, plastikowa, 250ml .....	13162
30	1	Krażek z uchwytem .....	47652
31	1	Rurka manometru, plastikowa .....	45294
32	1	Dynamometr, 1N .....	41610
33	1	Zestaw (5 sztuki) metalowych cylindrów .....	41231
34	2	Strzykawka, plastikowa, 10ml .....	47695
35	1	Lejek, 60mm .....	47571

Dodatkowo wymagane: woda, sól kuchenna, linijka (30cm), marker, papier: tektura, kartka papieru formatu A4



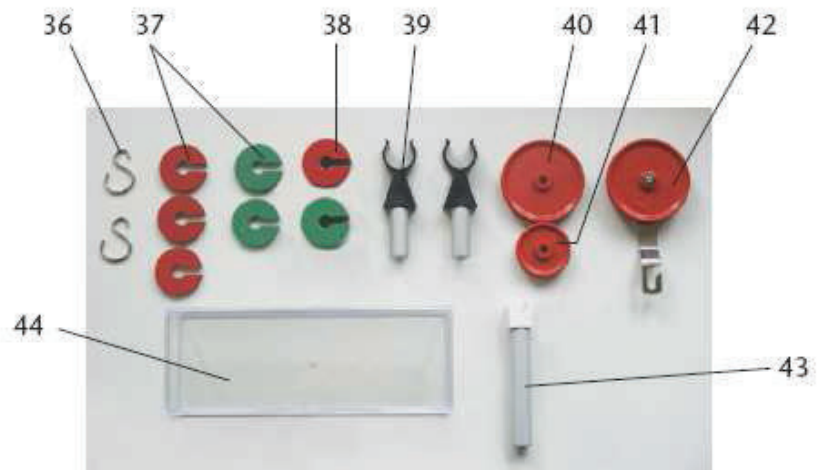
**Lista drobnych elementów**

<b>Małe części 1:</b>	<b>Nr</b>	<b>Ilość</b>	<b>Opis</b>	<b>Nr katalogowy</b>
	36	2	Haczyk.....	40144
	37	5	<b>Ciężarek z otworem, 10g:</b> Ciężarek z otworem, 10g czerwony (3 szt.)	42327
			Ciężarek z otworem, 10g, zielony (2 szt.) ..	42373
	38	2	<b>Ciężarek z otworem, 50g:</b> Ciężarek z otworem, 50g, czerwony .....	42375
			Ciężarek z otworem, 50g, zielony .....	42378
	39	2	Uchwyt na pręcie, 15mm .....	43284
	40	1	Krażek, 43mm.....	43136
	41	1	Krażek, 28mm.....	43137
	42	1	Krażek, 43mm, z uchwytem.....	43139
	43	1	Uchwyt na pręcie, 8mm .....	77039
	44	1	Pudełko, plastikowe, 140/50/35mm.....	13189

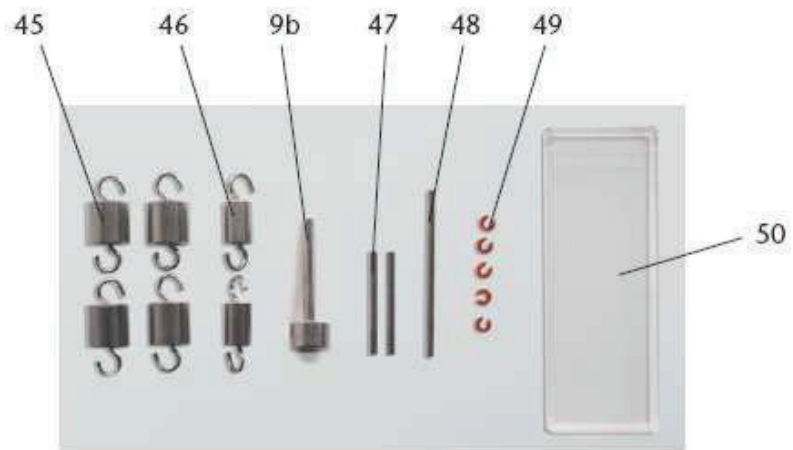
<b>Małe części 2:</b>	<b>Nr</b>	<b>Ilość</b>	<b>Opis</b>	<b>Nr katalogowy</b>
	45	4	Ciężarek z dwoma haczykami, 50g.....	43190
	46	2	Ciężarek z dwoma haczykami, 25g.....	43191
	47	2	Metalowa oś, 50mm.....	60888
	48	1	Metalowa oś, 80mm.....	61868
	49	5	Zacisk cylindryczny.....	64212
	50	1	Pudełko, plastikowe, 140/50/25mm.....	48225

<b>Małe części 3:</b>	<b>Nr</b>	<b>Ilość</b>	<b>Opis</b>	<b>Nr katalogowy</b>
	51	5	Balon .....	47721
	52	1	Para zaworów .....	47567
	53	1	Nasadka do kolby próżniowej .....	47849
	54	1	Zawór do balonów .....	47660
	55	1	Gumowa zatyczka, 13/9mm.....	62100
	56	1	Gumowa zatyczka, 18/14, z otworem .....	62102
	57	1	Rurka, elastyczna .....	47566
	58	1	Nurek Kartezjusza .....	44320
	59	1	Pudełko, plastikowe, 140/50/25mm.....	48225

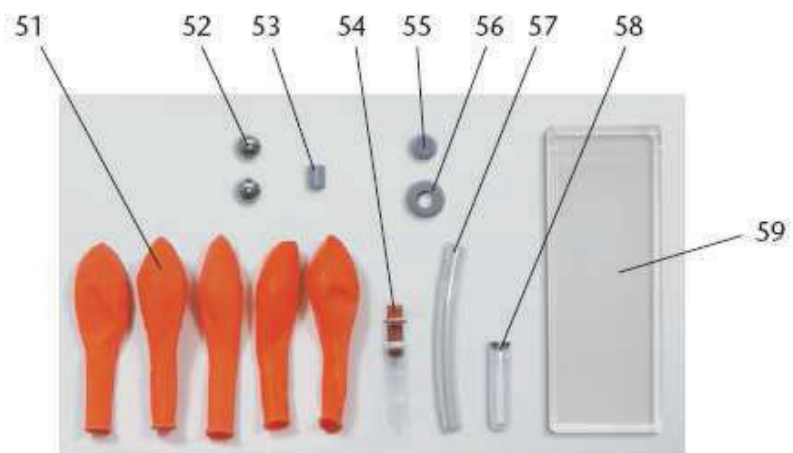
Małe części 1:

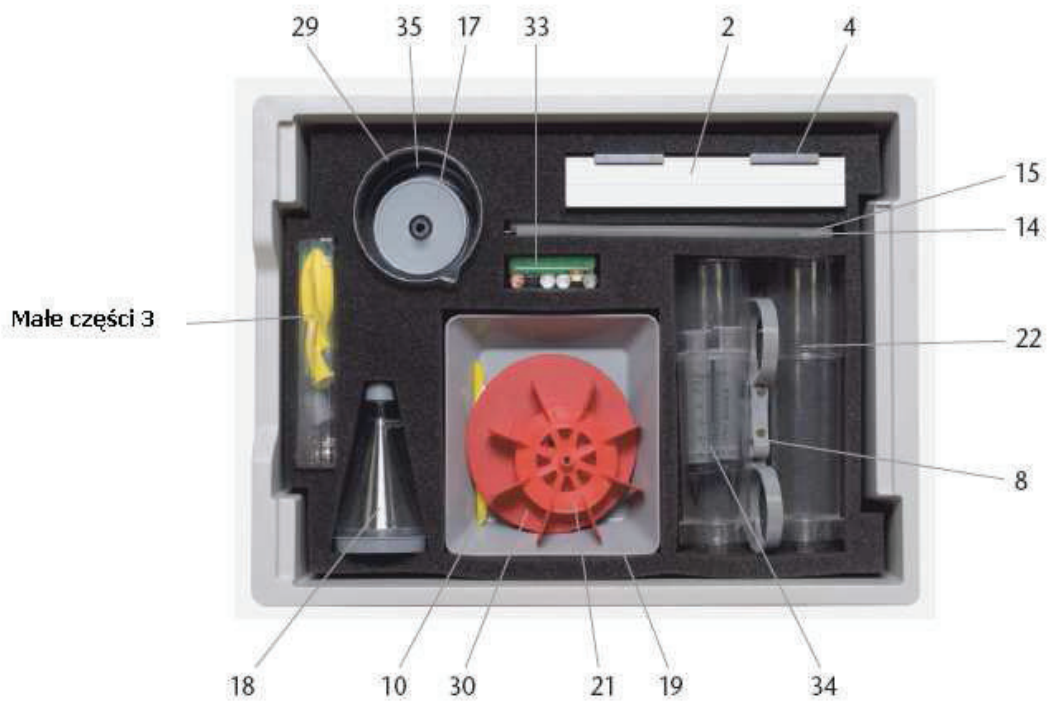
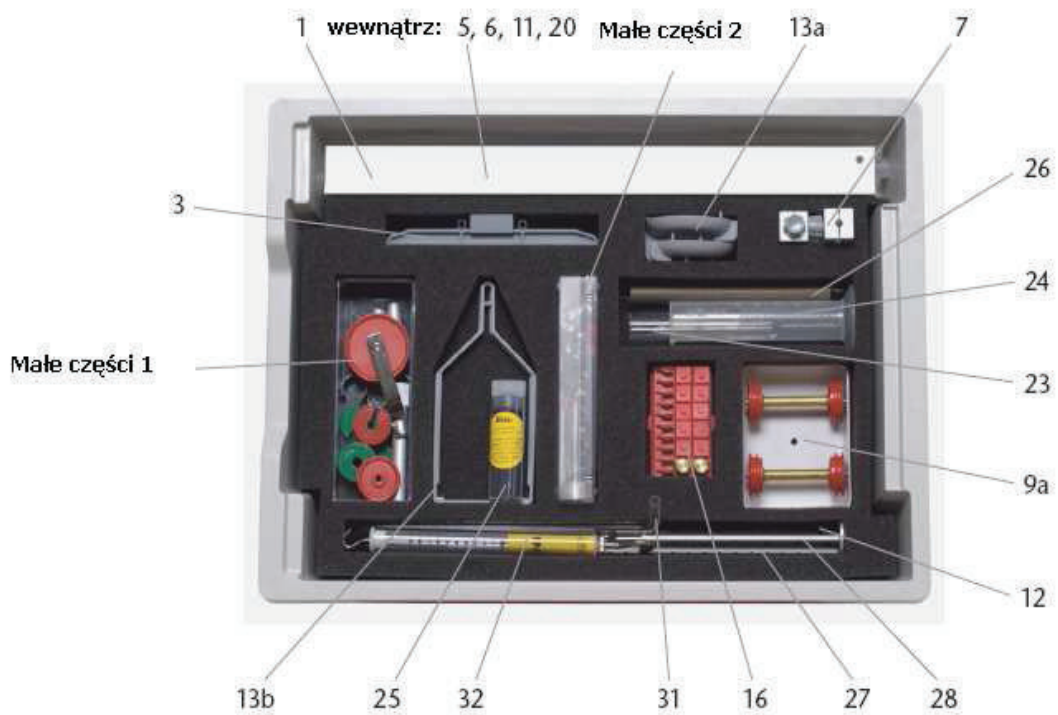


Małe części 2:

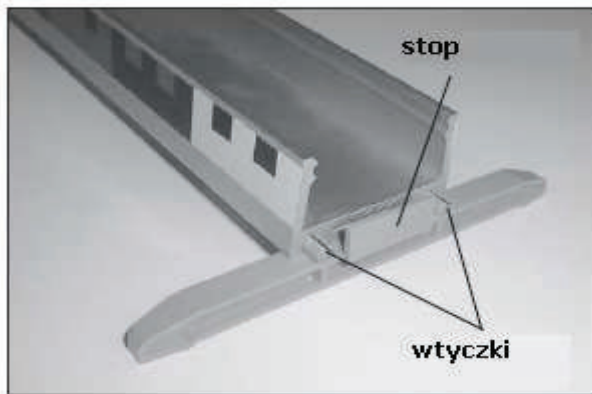


Małe części 3:



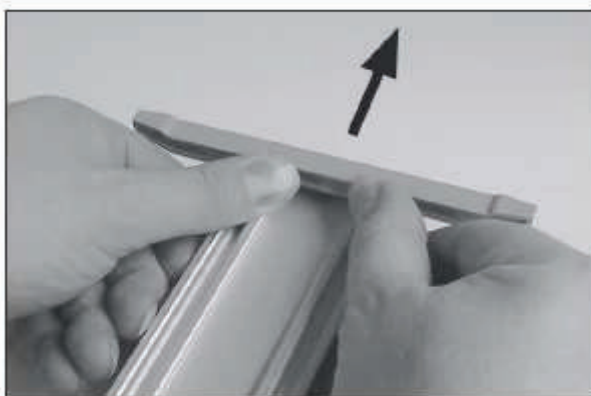


### Uwagi do doświadczeń

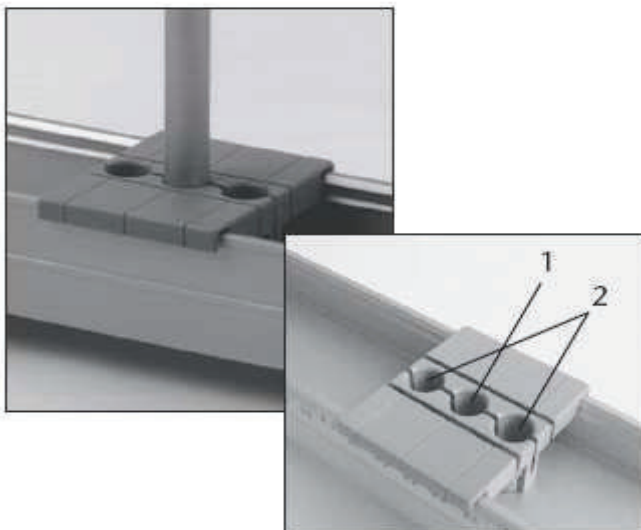


Większość doświadczeń przeprowadza się na szynie.

Do rowków szyny mogą być podłączone plastikowe podnóża. Upewnij się, że są one dobrze dociśnięte do końca rowków.



Trzymaj podnóża prosto podczas wyciągania. Najlepszym sposobem by usunąć podnóża jest odwrócenie podstawy i użycie kciuków do ich wysunięcia.



Uchwyty przesuwne mogą być przymocowane do szyny w każdej pozycji. Służą do wkładania i mocowania prętów.

Aby zablokować uchwyt przesuwny w określonej pozycji na szynie należy użyć środkowego otworu (1). Otwory zewnętrzne (2) służą m. n. do przesuwania po szynie uchwyty z zamocowanym prętem.

## DOŚWIADCZENIA

### S 1 Objętość ciała stałego



#### **Materiały**

Szyna, 180mm	2
Para podnóży do szyny	3
Uchwyt przesuwny	4
Pręt, 330mm	5
Zacisk krzyżowy	7
Sznurek	10
Menzurka	24
Ciężarek z uchwytem, 50g, 2szt	45
Ciężarek z uchwytem, 25g	46
Metalowa oś, 50mm	47
Zacisk cylindryczny	49

#### **Doświadczenie**

Połącz podnóże z szyną. Połóż uchwyt przesuwny na szynie i włóż pręt. Umieść metalową oś z zaciskiem krzyżowym na pręcie tak, jak pokazano na zdjęciu. Na górny koniec osi wciśnij zacisk cylindryczny.

Na końcach 20cm sznurka zawiąż pętelki. Zawieś sznurek na metalowej osi (patrz zdjęcie). Napelnij menzurkę wodą do 15ml. Zawieś ciężarek 25g na drugim końcu sznurka (pętelce). Obniżaj powoli zacisk krzyżowy do momentu aż ciężarek zanurzy się w wodzie. Zapisz poziom wody w momencie całkowitego zanurzenia ciężarka w wodzie. Powtórz doświadczenie z 50g ciężarkiem.

**Uwaga:** Po doświadczeniu musisz całkowicie wysuszyć ciężarki.

#### **Pytania**

1. Co się dzieje, kiedy ciało stałe zanurzymy w wodzie?
2. Jaka jest objętość, 25g ciężarka? (Oblicz jego objętość mierząc średnicę i wysokość. Pomiń uchwyt).
3. Jaką informację otrzymujemy przez porównanie objętości wody wypartej przez zanurzony ciężarek z obliczoną objętością ciężarka?
4. Jak można określić objętość ciała stałego o nieregularnych kształtach?

**S 2 Gęstość ciała stałego**

**Materiały**

Szyna, 180mm	2
Para podnóży do szyny	3
Uchwyt przesuwny	4
Pręt, 330mm	5
Zacisk krzyżowy	7
Sznurek	10
Menzurka	24
Dynamometr, 1N	32
Zestaw metalowych cylindrów	33
Zacisk, 15mm	39
Zacisk cylindryczny	49

**Doświadczenie**

Umieść na szynie oś metalową z zaciskiem krzyżowym tak, jak to pokazano na zdjęciu. Na górny koniec osi wciśnij zacisk cylindryczny. Złóż 20cm sznurek na metalowy cylinder (przełącz sznurek przez otwór i zwiąż ze sobą jego końce, następnie zawieś go na osi). Całkowicie zanurz metalowy cylinder w wodzie i określ jego objętość.

Teraz cylinder zawieś na dynametrze, aby go zważyć (0,98N odpowiada masie 100g).

Doświadczenie powtórz ze wszystkimi metalowymi cylindrami. Zapisz wartości w tabeli i oblicz odpowiedni stosunek masy i objętości.

Materiał	Aluminium	Żelazo	Miedź	Mosiądz	Cyna
Objętość [ml]					
Ciężar [g]					
Ciężar/ objętość [g/ml]					

**Pytania**

1. Co (m.in.) wyróżnia metalowe przedmioty?
2. Jakie wnioski można wyciągnąć z tych różnic?
3. Jaki związek (charakterystyczny dla każdego materiału) pomiędzy ciężarem i objętością ciała?
4. Jakiego pojęcia używamy dla określenia stosunku masy do objętości?

**S 3 Działanie sił - rozciąganie - prawo Hooke'a**

**Materiały**

Szyna, 180mm	2
Para podnóży do szyny	3
Uchwyt przesuwny	4
Para prętów	6
Zacisk krzyżowy	7
Sprężyna śrubowa	26
Ciężarek z uchwytem, 50g, 2szt	45
Ciężarek z uchwytem, 25g	46
Metalowa oś, 50mm	47
Zacisk cylindryczny, 2szt	49

Dodatkowo wymagane:  
 Linijka (30cm)

**Doświadczenie**

Połącz podnóża z szyną. Umieść uchwyt przesuwny na szynie i włóż długi pręt w środkowy otwór. Dla wydłużenia wkręć krótki pręt w dłuższy. Umieść metalową oś w zacisku krzyżowym na jak pokazano na rysunku. Zamocuj dwa zaciski cylindryczne na osi i zawieś między nimi sprężynę.

Zmierz długość nieobciążonej sprężyny za pomocą linijki i zapisz. Następnie obciążaj sprężynę ciężarami wymienionymi w tabelce poniżej. Siła, z którą działa odpowiedni ciężar jest już zapisana w tabelce. Zapisz różne długości sprężyny i oblicz odkształcenie.

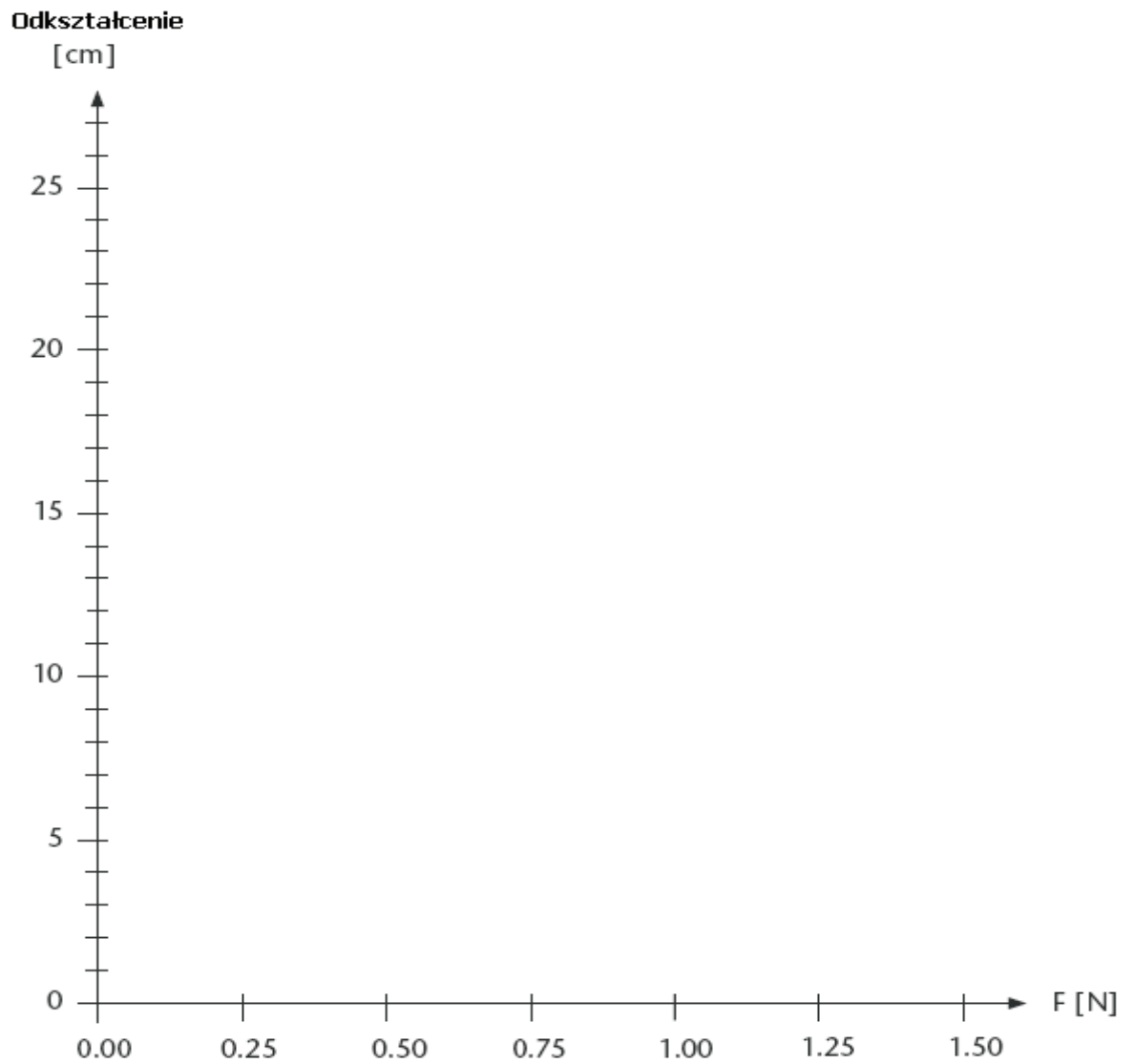
Na koniec oblicz odpowiedni stosunek działającej siły na odkształcenie.

Ciężar [g]	25	50	75	100	125	150
Siła [N]	0.25	0.49	0.74	0.98	1.23	1.47
Długość sprężyny [cm]						
Odkształcenie [cm]						
Siła/ odkształcenie [N/cm]						

**Pytania**

1. Co powoduje, odkształcenie sprężyny?
2. Jaki jest skutek wzrostu siły działającej na sprężynę?
3. Jaki jest skutek spadku siły działającej na sprężynę?
4. Jakie pojęcie używane jest do określenia typu odkształcenia sprężyny?
5. Wykorzystaj wartości z tabeli dla narysowania wykresu zależności odkształcenia i siły.
6. Jaką zależność matematyczną można odczytać z wykresu pomiędzy siłą a odkształceniem sprężyny?

7. Jakie określenie używane jest do nazwania tej zależności?



**S 4 Dynamometr sprężynowy**

**Materiały**

Szyna, 180mm	2
Para podnóży do szyny	3
Uchwyt przesuwny	4
Para prętów	6
Zacisk krzyżowy	7
Dynamometr, 1N	32
Ciężarek z uchwytem, 50g, 2szt	45
Ciężarek z uchwytem, 25g	46
Metalowa oś, 50mm	47
Zacisk cylindryczny, 2szt	49

**Doświadczenie**

Połącz podnóża z szyną. Połóż uchwyt przesuwny na szynie i włóż długi pręt w środkowy otwór. Celem wydłużenia, wkręć krótki pręt w dłuższy. Umieść metalową oś w zacisku krzyżowym jak pokazano na rysunku. Zamocuj dwa zaciski cylindryczne na osi i zawieś pomiędzy nimi dynamometr.

Obciążenia dynamometr różnymi ciężarkami i zapisuj odczyty z jego skali w tabelce. W tabelce wpisano już odpowiednie siły wywierane przez ciężarki.

Ciężar [g]	25	50	75	100
Siła [N]	0.25	0.49	0.74	0.98
Odczyt [N]				

**Pytania**

1. W jaki sposób można mierzyć siłę?
2. Z jakich części zbudowany jest dynamometr sprężynowy?
3. Jaki wpływ na sprężynę dynamometru ma masa ciężarków?
4. Jaka jest zależność matematyczna między wagą ciężarków a odkształceniem sprężyny?
5. Do czego można wykorzystać w/w zależność?
6. Jak ocechowana jest skala dynamometru?

**S 5 Działanie sił- zginanie**

**Materiały:**

Szyna, 360mm	1
Para podnóży do szyny	3
Uchwyt przesuwny, 2szt	4
Pręt, 330mm	5
Pręt, 330mm	6
Zacisk krzyżowy, 2szt	7
Sprężyna płaska	12
Ciężarek z otworem, 50g, 2szt	38

**Doświadczenie**

Połącz podnóże z szyną. Połóż uchwyty przesuwne na końcach szyny. W środkowy otwór każdego z uchwyty przesuwnych włóż pręt.

Zamocuj zacisk krzyżowy tak, aby nacięcie znajdowało się poziomo i z przodu. Włóż sprężynę płaską do otworu i przykręć ją po jednej stronie.

Umieść ciężarki z otworem na sprężynie w pozycji A. powoli przesunij je z A do B i do C. Obserwuj zachowanie sprężyny.

**Pytania**

1. W jaki sposób siła może działać na ciało?
2. Jaka jest reakcja ciała stałego na siłę?
3. Od czego zależy odkształcenie ciała?

**S 6 Ugięcie sprężyny płaskiej**

**Materiały:**

Szyna, 360mm	1
Para podnóży do szyny	3
Uchwyty przesuwne zaciskowe, 2szt	4
Pręt, 330mm	6
Zacisk krzyżowy, 2szt	7
Sprężyna płaska	12
Dynamometr	32
Haczyk	36
Ciężarek z otworem, 50g, 2szt	38

**Doświadczenie**

Połącz podnóże z szyną. Połóż uchwyty przesuwne na końcach szyny. W środkowy otwór każdego z uchwytów przesuwnych włóż pręt. Zamocuj zacisk krzyżowy tak, jak pokazano na zdjęciu. Włóż sprężynę płaską do tego otworu tak, aby wystawał 5cm (zobacz zdjęcie) i przykręć go z jednej strony.

Za pomocą haczyka połącz sprężynę płaską z dynamometrem. Ustaw dynamometr na zero. Powoli przesuwaj zacisk krzyżowy, trzymając dynamometr i tym samym naciągając sprężynę. Zanotuj każde ugięcie sprężyny od poziomu, dla każdej z sił, która jest podana w tabeli i oblicz stosunek siły do ugięcia.

Przesuń sprężynę tak, aby wystawała 10cm i powtórz doświadczenie.

	dla 5cm				dla 10cm			
Siła $F$ [N]	0.15	0.30	0.45	0.60	0.15	0.30	0.45	0.60
Ugięcie $s$ [cm]								
Siła / ugięcie [N/cm]								

**Pytania**

1. Jakie wnioski można wyciągnąć z tego doświadczenia?
2. Jak zmieniają się wyniki pomiarów w zależności od długości sprężyny?
3. Co oznacza termin „stała sprężyny”?

**S 15 Dźwignia jednostronna**

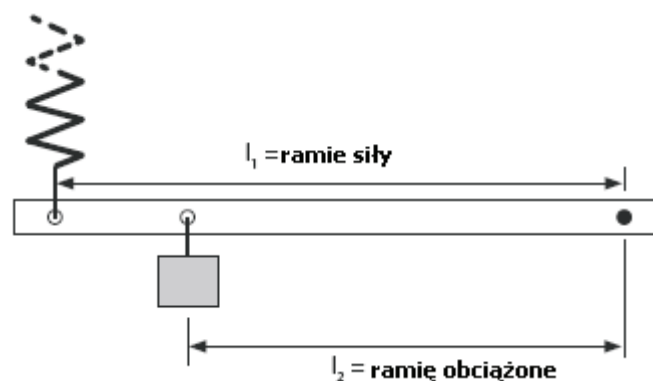
**Materiały**

Szyny, 360mm	1
Para podnóży do szyny	3
Uchwyt przesuwany, 2szt	4
Para prętów	6
Zacisk krzyżowy, 2szt	7
Dźwignia	27
Dynamometr, 1N	32
Haczyk	36
Uchwyt na pręcie, 15mm	39
Ciężarek z uchwytem, 50g, 2szt	45
Metalowa oś, 50mm	47
Zacisk cylindryczny, 2szt	49

**Doświadczenie**

Połącz podnóże z szyną. Ustaw dwa uchwyty przesuwne na szynie a na nich ustaw pręty. Przymocuj zaciski krzyżowe do prętów. Umieść metalową oś w otworze zacisku krzyżowego na krótszym pręcie i zamontuj zacisk cylindryczny. Zamontuj dźwignię na osi przez prawy otwór. Zabezpiecz ramię zaciskiem cylindrycznym. Dźwignia musi się swobodnie obracać. Przymocuj dynamometr, przy pomocy zacisku, pionowo do drugiego zacisku krzyżowego. Dołącz do lewego ramienia dźwigni dynamometr tak, jak pokazano na zdjęciu.

Określ ciężar ramienia dźwigni przez przesuwanie dynamometru w zacisku – dopóki dźwignia nie znajdzie w pozycji poziomej. Wartość siły pokazywana przy nieobciążonym ramieniu musi być wzięta pod uwagę przy określaniu  $F_1$  lub alternatywnie, dynamometr musi być ustawiony w pozycji "0". Zawieś 50g ciężarek na dźwigni w odległości od punktu podparcia wg tabeli i określ siłę (sile 50g odpowiada 0.49N).



Pomiary zapisz w tabelce:

Obciążenie $F_2$ [N]	Ramię obciążone $l_2$ [m]	$F_2 \times l_2$
0.49	0.20	
0.49	0.18	
0.49	0.16	
0.49	0.14	
0.49	0.12	

Obciążenie $F_1$ [N]	Ramię obciążone $l_1$ [m]	$F_1 \times l_1$
	0.22	
	0.22	
	0.22	
	0.22	
	0.22	

### Pytania

1. Jaka jest różnica pomiędzy dźwignią jednostronną a dwustronną?
2. Jakie wnioski nasuwają się z wartości zapisanych w tabelce?
3. Jaki jest warunek równowagi dźwigni jednostronnej?
4. Jak długość ramienia dźwigni wpływa na przykładane siły?
5. Podaj przykłady dźwigni jednostronnych.

**L 3 Wyrównywanie poziomu cieczy**

**Materiały**

Szyna, 180mm	2
Para podnóży od szyny	3
Uchwyty przesuwne, 2szt	4
Pręt, 330mm z otworem	6
Obejma mocująca, 2szt	8
Wężyk, 340mm	11
Rurka z końcówką do węża, 2szt	22
Zlewka	29
Gumowa zatyczka 13/9mm	55

*Dodatkowo wymagane:*

Woda

Linijka

**Doświadczenie**

Połącz podnóża z szyną i połóż na niej uchwyty przesuwne. W uchwyty przesuwne włóż pręty. Zamknij zatyczką ujście w rurce z końcówką do węża gumową, i zamontuj ją do pręta za pomocą obejmy mocującej, jak na zdjęciu. Napełnij wodą wężyk i rurkę. Zatkaj palcami końce wężyka tak, aby woda nie mogła się wylać. Zanurz w rurce jeden koniec wężyka, a drugi umieść w zlewce. Otwórz końce wężyka, kolejno górny i dolny. Obserwuj skutki.

**Pytania**

1. Co się dzieje, kiedy dolny koniec wężyka jest otwarty?
2. Jak można wytłumaczyć zaobserwowane zjawisko?
3. Dlaczego tylko część wody wypływa z rurki do zlewki?

**L 5 Nurek Kartezjusza**

**Materiały**

Szyna, 180mm	2
Para podnóży do szyny	3
Uchwyty przesuwne, 2szt	4
Pręt, 330mm	5
Pręt, 330mm z otworem	6
Zacisk krzyżowy, 2szt	7
Wężyk, 200mm	15
Kolba próżniowa z wiekiem	18
Zlewka	29
Strzykawka, 2szt	34
Uchwyt na pręcie, 2szt	39
Gumowa zatyczka 13/9	55
Nurek Kartezjusza	58

Dodatkowo wymagane:  
 Woda

**Doświadczenie**

Połącz podnóże z szyną i połącz na niej uchwyty przesuwne. Włóż pręty w uchwyty przesuwne. Napełnij wodą zlewkę oraz do połowy jedną ze strzykawkę (wodą z kolby). Teraz wsuń ujście strzykawki w metalowy pierścień nurka. Trzymając nurka w pozycji pionowej i napełnij go wodą do około 5mm.

Zdejmij przykrywkę z kolby, umieść środkiem nurka i ponownie zatkać kolbę. Napełnij przez boczny otwór kolbę wodą. Zamknij przy pomocy gumowej zatyczki górne ujście i zamocuj kolbę do pręta, jak pokazano na zdjęciu. W ten sam sposób przymocuj do pręta drugą strzykawkę. Połącz strzykawkę z kolbą przy pomocy wężyka. Teraz delikatnie wciskaj i pociągaj tłok obserwując reakcję nurka.

**Pytania**

1. Jak szklana rurka (nurek) reaguje na ruchy tłokiem?
2. Co się dzieje w środku rurki, gdy poruszamy tłokiem?
3. Jak można wytłumaczyć zachowanie nurka?

## L 8 Pompa ssąco tłocząca



### Materiały

Szyna, 180mm	2
Para podnóży do szyny	3
Uchwyty przesuwne, 2szt	4
Pręt, 330mm z otworem	6
Zacisk krzyżowy, 2szt	7
Wężyk, 200mm	15
Wieko z otworem do kolby próżniowej	17
Kolba próżniowa z wiekiem	18
Zlewka	29
Strzykawka, 2szt	34
Uchwyt na pręcie, 2szt	39
Para zaworów	52
Gumowa zatyczka 18/14mm, z otworem	56
Rurka, elastyczna	57
Dodatkowo wymagane:	
Woda	

### Doświadczenie

Połącz podnóże z szyną i połóż na niej uchwyty przesuwne. W uchwyty przesuwne włóż pręty. Zamień wieczko kolby próżniowej na wieczko z otworem. Włóż elastyczną rurkę w przeciwny otwór na około 5mm. Umieść zawór w kolbie. W otwór wieczka włóż gumową zatyczkę, a w otwór zatyczki włóż lejek.

Umieść zlewkę naprzeciwko krótkiego pręta. Przymocuj kolbę do pręta, jak pokazano na zdjęciu i umieść drugi zawór w lejku. Koniec elastycznej rurki, znajdujący się w kubku musi być zamknięty. Przymocuj strzykawkę do drugiego pręta, jak pokazano na zdjęciu. Za pomocą wężyka połącz kolbę ze strzykawką.

Napełnij zlewkę wodą, potem szybko wciskaj i wyciągaj tłok strzykawki. Obserwuj, co się dzieje z zaworami, kiedy poruszasz tłok strzykawki.

### Pytania

1. Co się dzieje, kiedy tłok wyciągamy do góry?
2. Co się dzieje, kiedy tłok wciskamy?
3. Co się dzieje z zaworami, kiedy wyciągamy tłok strzykawki?
4. Co się dzieje z zaworami, kiedy wciskamy tłok strzykawki?
5. Dlaczego model ten znany jest jako pompa ssąco tłocząca?

**L 15 Wykorzystanie siły wody**

**Materiały**

Szyna, 360mm	1
Para podnóży do szyny	3
Uchwyt przesuwny, 2szt	4
Para prętów	6
Zacisk krzyżowy	7
Obejma mocująca	8
Wężyk, 340mm	11
Kuweta	19
Koło łopatkowe	21
Rurka z wężykiem	22
Metalowa oś, 80mm	48
Zacisk cylindryczny, 2szt	49
Zawór do balonów	54

Dodatkowo wymagane:  
 Woda

**Doświadczenie**

Połącz podnóże z szyną i połóż na niej uchwyty przesuwne. Włóż pręty w uchwyty przesuwne. Za pomocą obejmy mocującej zamontuj rurkę do pręta, jak pokazano na zdjęciu. Do krótszego pręta zamocuj metalową oś za pomocą zacisku krzyżowego. Zamontuj zacisk cylindryczny a następnie koło łopatkowe na metalowej osi. Koło musi się swobodnie obracać. Umieść miskę pod kołem łopatkowym. Włóż zawór balonu do węża łączącego. Zamknij zawór. Napełnij rurkę do  $\frac{2}{3}$  wodą i trzymaj wężyk, zbliżając go do koła łopatkowego. Otwórz zawór. Ściskając wężyk zmieniaj strumień wody.

**Pytania**

1. Co się dzieje z kołem, kiedy uderza w nie strumień wody?
2. Jaki efekt powoduje zmniejszenie strumienia wody?
3. Dlaczego pojemnik na wodę umieszczony powyżej koła?
4. Od czego zależy siła strumienia wody?
5. Jaki rodzaj energii występuje w tym doświadczeniu?

**G 6 Zasada pomiaru ciśnienia tłokowego**

**Materiały**

Szyna, 180mm	2
Para podnóży od szyny	3
Uchwyt przesuwny, 2szt	4
Pręt, 330mm	5
Pręt, 330mm z otworem	6
Zacisk krzyżowy, 2szt	7
Sprężyna płaska	12
Wężyk, 200mm	15
Strzykawka, 2szt	34
Uchwyt na pręcie, 15mm	39

**Doświadczenie**

Połącz podnóże z szyną. Połóż dwa uchwyty przesuwne na szynie i włóż w nie pręty. Przymocuj sprężynę płaską pionowo w zacisku krzyżowym, który uprzednio umieść na pręcie, jak pokazano na zdjęciu.

Zamontuj poziomo jedną strzykawkę (z wciśniętym tłokiem) na drugim pręcie, przy pomocy drugiego zacisku krzyżowego. Końcówka tłoku musi dotykać sprężyny, bez jej naprężania. Tłok drugiej strzykawki ustaw w pozycji środkowej. Połącz dwie strzykawki przy pomocy wężyka. Wciskaj tłok drugiej strzykawki powoli (!) i wyciągaj. Obserwuj, co się dzieje ze sprężyną.

**Uwaga:** Wysokość poziomej strzykawki można wyregulować, przesuwając zaciski krzyżowe, dopóki skutek nie będzie wyraźnie widoczny.

**Pytania**

1. Co się dzieje, kiedy tłok drugiej strzykawki jest wciśnięty?
2. Co się dzieje, kiedy tłok drugiej strzykawki jest wyciągnięty?
3. Co powoduje zaobserwowane zmiany?
4. Jaką funkcję pełni w tym doświadczeniu sprężyna?
5. W jakiej praktycznej sytuacji można zastosować model tego doświadczenia?