

O czym mówi współczynnik sprężystości i jaka jest jego jednostka?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



O czym mówi współczynnik sprężystości i jaka jest jego jednostka?

Czy to nie ciekawe?

Sprężyny i gumki to elementy często wykorzystywane przy wykonywaniu różnego typu przedmiotów i konstrukcji. Ich podstawową właściwością jest duży zakres odkształcenia sprężystego – takiego, przy którym wracają do pierwotnego kształtu po usunięciu siły odkształcającej. Wracając do pierwotnego kształtu, sprężyny i gumki oddają zmagazynowaną w trakcie odkształcenia energię. Właściwości sprężyste tych elementów opisuje parametr nazywany współczynnikiem sprężystości. Więcej o tym parametrze dowiesz się podczas lektury tego e-materiału.



Rys. a. Sprężyny towarzyszą nam na każdym kroku.

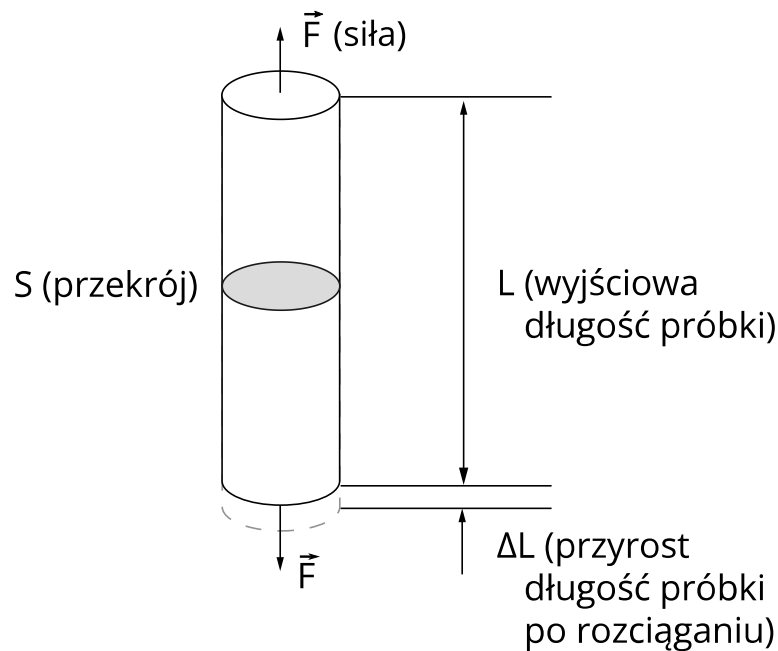
Twoje cele

- dowiesz się, czym jest współczynnik sprężystości i jaką ma jednostkę,
- poznasz zależność między siłą a wydłużeniem dla rozciąganych elementów,
- zrozumiesz, na czym polega odkształcenie sprężyste,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązywania problemów i zadań.

Przeczytaj

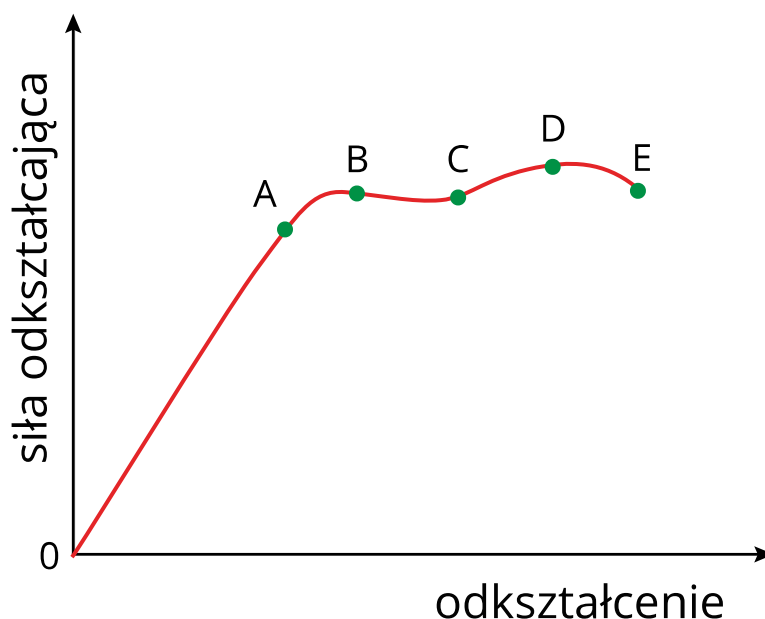
Warto przeczytać

Na skutek przyłożenia sił zewnętrznych ciała ulegają różnego typu odkształceniom. W zależności od sposobu przyłożenia sił zewnętrznych odkształcenie może mieć postać różnego typu: rozciąganie, ściskanie, zginanie, skręcanie itd. Najprostszym i najczęściej opisywanym sposobem odkształcania ciała jest rozciąganie, przedstawione schematycznie na Rys. 1.



Rys. 1. Próbka w kształcie walca poddana rozciąganiu. L – długość wyjściowa próbki, ΔL – wydłużenie pod wpływem siły \vec{F} , S – pole przekroju poprzecznego.

Na Rys. 2. pokazana jest typowa zależność między odkształceniem a siłą odkształcającą dla rozciągania próbki wykonanej z materiałów wykazujących odkształcenie sprężyste i plastyczne.



Rys. 2. Typowa zależność pomiędzy odkształceniem i siłą odkształcającą przy rozciąganiu próbki. W tym przypadku odkształcenie polega na wydłużeniu ciała i wartość odkształcenia jest równa długości wydłużenia.

W zakresie od O do A ciało spełnia prawo Hooke'a – odkształcenie jest wprost proporcjonalne do wartości siły odkształcającej. Po przekroczeniu punktu A ciało zaczyna odkształcać się plastycznie.

Prawo Hooke'a opisuje wzór:

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta L}{L}.$$

Wielkość E nazywa się **modułem Younga** i charakteryzuje sprężystość materiału, z którego wykonano ciało. Pozostałe wielkości zgodne są z oznaczeniami na Rys. 1.

Przebieg odkształcenia w zakresie O-A możemy opisać krótszym wzorem:

$$F = k\Delta L.$$

Wielkość k pojawiająca się w tym wzorze jest współczynnikiem proporcjonalności między wydłużeniem a siłą. Wielkość k nazywa się współczynnikiem sprężystości i charakteryzuje ona dane ciało.

Współczynnik sprężystości k jest zatem równy stosunkowi siły do wydłużenia ciała:

$$k = \frac{F}{\Delta L}.$$

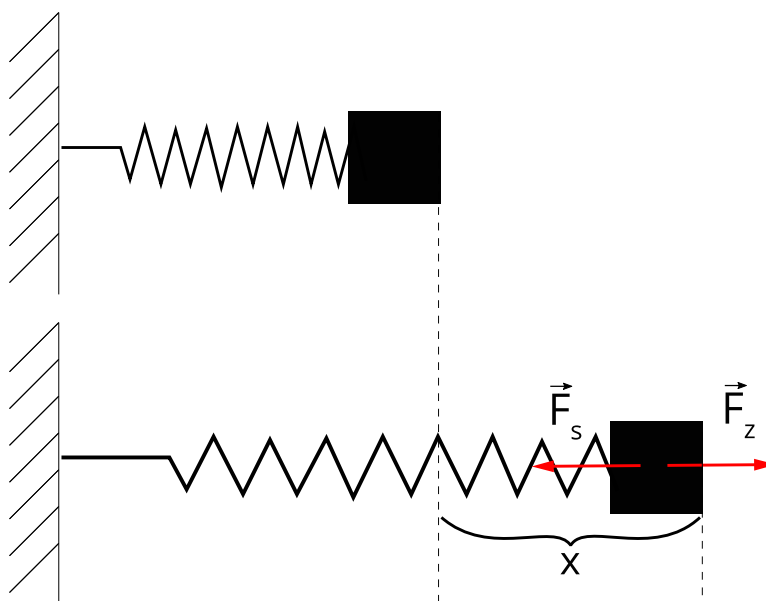
Jednostka współczynnika sprężystości: $[k] = \frac{[F]}{[\Delta L]} = \frac{N}{m}$.

Wstawiając za siłę $F = k\Delta L$ do prawa Hooke'a otrzymamy:

$$\frac{k\Delta L}{S} = E \frac{\Delta L}{L} \Leftrightarrow k = \frac{SE}{L}.$$

Otrzymana zależność wskazuje, że współczynnik sprężystości ciała zależy od cech fizycznych ciała: długości i pola przekroju, a także sprężystości materiału, z jakiego wykonano ciało.

Współczynnik sprężystości wykorzystuje się najczęściej do opisu odkształcenia sprężystego ciał, których wydłużenie jest wyraźne: sprężyn, drutów i gumek (o ile materiał gumki spełnia prawo Hooke'a). Pozwala wówczas na szybkie obliczenie wartości wydłużenia przy znanej sile lub odwrotnie. Współczynnikiem sprężystości można również opisać ściskanie ciał, o ile ściskanie jest możliwe (raczej trudno jest ścisnąć drut, czy długą gumkę, również nie każda sprężyna da się ścisnąć). Przy rozciąganiu sprężyny jej wydłużenie oznacza się za zwyczaj literą x (Rys. 2.).



Rys. 3. Układ sił przy rozciąganiu sprężyny. F_z – siła zewnętrzna rozciągająca sprężynę, F_s – siła sprężystości sprężyny, x – przemieszczenie końca sprężyny, równe wartości wydłużeniu sprężyny. Często w równaniach opisujących siłę sprężystości F_s pisze się znak minus: $F_s = -kx$, dla zaznaczenia, że siła F_s jest zwrócona przeciwnie do przemieszczenia x .

Warto zauważyć, że z prawa Hooke'a wynika to, że im dłuższy drut, gumka, czy sprężynka o określonym przekroju, tym mniejszy współczynnik sprężystości, bo charakteryzuje on sprężynę, a nie materiał. Należy też pamiętać, że współczynnik sprężystości opisuje jedynie zakres odkształcenia sprężystego, które zachodzi tylko do pewnej granicznej wartości siły odkształcającej.

Słowniczek

Moduł Younga

(ang. *Young's modulus*) – wielkość określająca sprężystość materiału przy rozciąganiu i ścisnaniu. Wyraża ona charakterystyczną dla danego materiału zależność względnego

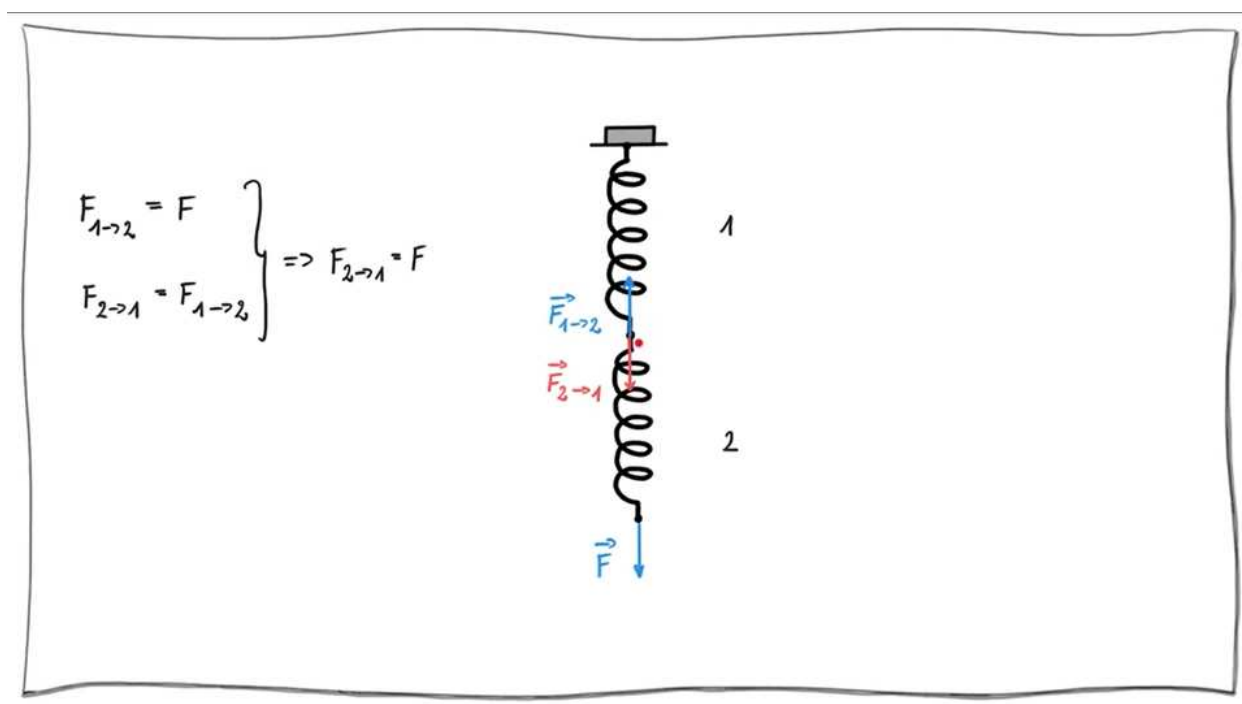
odkształcenia liniowego materiału od naprężenia, jakie w nim występuje – w zakresie odkształceń sprężystych.

Film samouczek

O czym mówi współczynnik sprężystości i jaka jest jego jednostka?

Film samouczek prezentuje metodę wyznaczenia współczynnika sprężystości układu dwóch sprężyn połączonych szeregowo.

Trwa wczytywanie danych ..



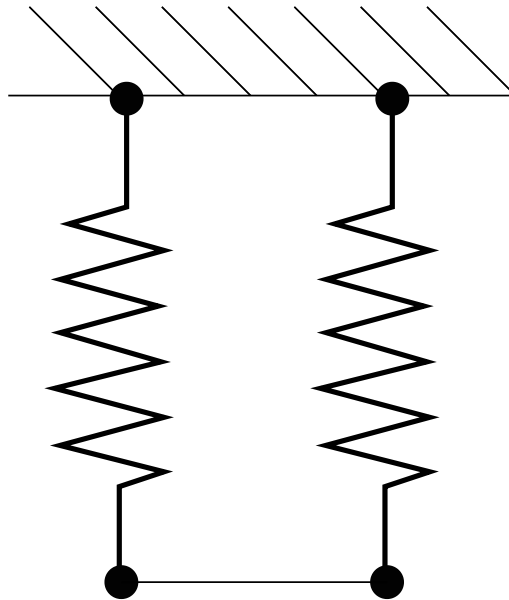
Film dostępny pod adresem </preview/resource/RCyDmDr3Q9TmY>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1

Oblicz współczynnik sprężystości układu dwóch sprężyn o współczynnikach sprężystości k_1 i k_2 , jeżeli sprężyny te połączymy równolegle. Przyjmij, że masa sprężyn jest pomijalnie mała.



Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

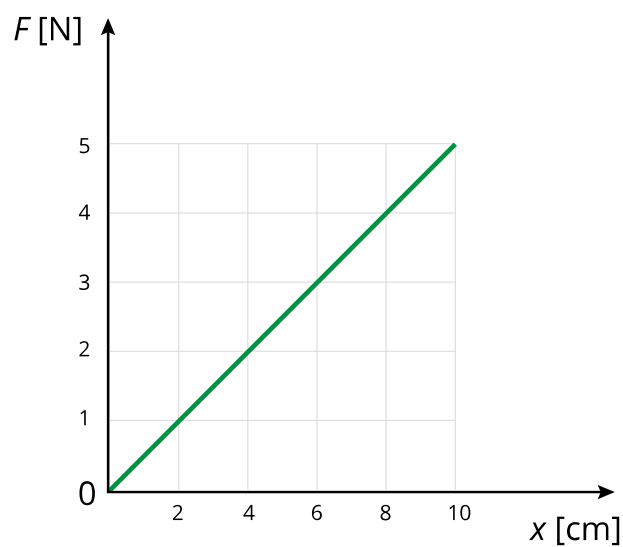
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dany jest wykres zależności wartości siły rozciągającej sprężynę od jej wydłużenia:



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5

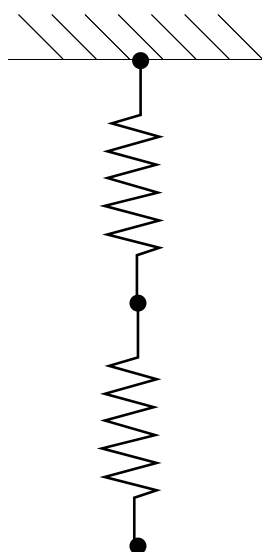


Ćwiczenie 6



Wyraź jednostkę współczynnika sprężystości (N/m) w jednostkach podstawowych układu SI.

Ćwiczenie 7



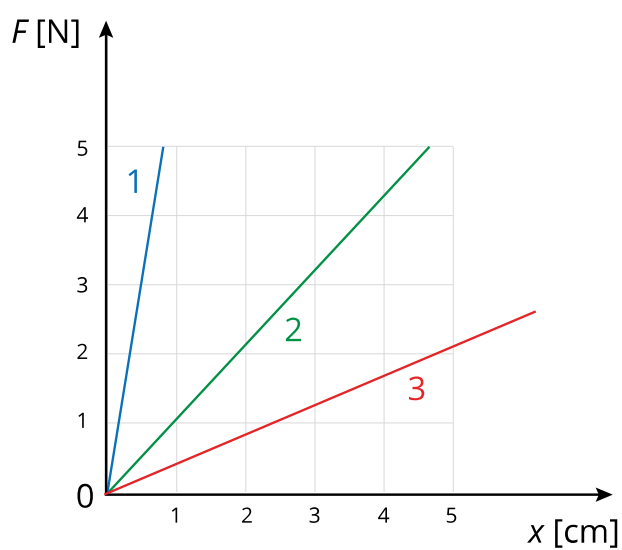
Rys. 1. Sprężyny połączone szeregowo

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 8



Poniższy rysunek przedstawia wykresy zależności siły rozciągającej od wydłużenia dla trzech różnych sprężyn.



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji:

Imię i nazwisko autora:	Jarosław Krakowski
Przedmiot:	fizyka
Temat zajęć:	Wyznaczenie współczynnika sprężystości sprężyny
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; przelicza wielokrotności i podwielokrotności;</p> <p>4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;</p> <p>6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;</p> <p>7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;</p> <p>9) dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami;</p> <p>10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość.</p> <p>IV. Drgania. Uczeń:</p>

1) opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się współczynnikiem sprężystości i jego jednostką.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

- 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; przelicza wielokrotności i podwielokrotności;
- 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;
- 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;
- 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;
- 9) dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami;
- 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji.

V. Drgania. Uczeń:

1) opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się współczynnikiem sprężystości i jego jednostką.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje cyfrowe,
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

1. wyjaśnia, czym jest współczynnik sprężystości i jaką ma jednostkę,
2. analizuje wykres zależności między siłą a wydłużeniem dla sprężyny,
3. definiuje odkształcenie sprężyste.

Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obszernacyjna – polega na dostrzeganiu i definiowaniu oraz odkrywaniu rzeczywistości poprzez eksperyment; IBSE (Inquiry-Based Science Education - nauczanie/uczenie się przedmiotów przyrodniczych przez odkrywanie/dociekanie naukowe)
Metody nauczania:	doświadczenie uczniowskie
Formy zajęć:	praca w grupach, praca zespołowa
Środki dydaktyczne:	rzutnik multimedialny, ekran, zestawy ćwiczeń, sprężynki, zestawy ciężarków o masie 50g
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Nauczyciel zadaje pytanie uczniom: Co to jest odkształcenie sprężyste i dla jakich ciał jest charakterystyczne?</p> <p>Uczniowie, na podstawie obserwacji zachowania się sprężyn o różnym współczynniku sprężystości, formułują odpowiedź (z pomocą nauczyciela) - odkształcenie sprężyste polega na tym, że ciało wraca do pierwotnego kształtu po usunięciu siły powodującej odkształcenie. Jest typowe dla sprężyn i gumek.</p> <p>Nauczyciel zadaje pytanie: czy wiecie, jak nazywa się wielkość opisująca odkształcenie sprężyste?</p> <p>Uczniowie z pomocą nauczyciela formułują definicję współczynnika sprężystości i określają jego jednostkę.</p>	
Faza realizacyjna:	
<p>Nauczyciel wprowadza uczniów w cel eksperymentu, którego zadaniem jest wyznaczenie współczynnika sprężystości sprężyny.</p> <p>Uczniowie w grupach wykonują doświadczenie polegające na badaniu zależności wydłużenia sprężyny od obciążenia. Każdej grupie przydzielana jest sprężyna o innym współczynniku sprężystości.</p> <p>Uczniowie podczepiają do sprężyny ciężarki o znanej masie i mierzą wydłużenie miarką lub linijką. Następnie sporządzają wykres zależności siły rozciągającej od wydłużenia sprężyny. Na podstawie sporządzonego wykresu wyznaczają współczynnik sprężystości sprężyny. Grupy porównują uzyskane wyniki między sobą.</p>	
Faza podsumowująca:	
<p>Uczniowie, wykorzystując zdobytą wiedzę, rozwiązują zadania: 2, 3, 7, 8 z zestawu ćwiczeń.</p>	

Praca domowa:

W ramach powtórzenia i utrwalenia wiadomości uczniowie rozwiązują zadania: 1, 4, 5, 6 z zestawu ćwiczeń.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania
danego
multimedium**

Może być wykorzystane przy realizacji innych tematów na temat odkształceń ciał i przy powtarzaniu wiadomości.