

## **Szczegółowe wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania przez uczniów klas 1 z programem nauczania fizyki na poziomie rozszerzonym.**

*Program rozszerzony, podręcznik „Fizyka. Zakres rozszerzony” cz.1 M. Fiałkowska, B. Sagnowska, J. Salach, wydawnictwo WSiP S.A., nr dopuszczenia 975/1/2022/z1*

### Wymagania na poszczególne stopnie szkolne:

**Stopień niedostateczny** otrzymuje uczeń, który nie opanował wiadomości i umiejętności określonych w programie z fizyki w danej klasie, a braki w wiadomościach uniemożliwiają dalsze zdobywanie wiedzy z fizyki.

- Nie rozumie pytań i poleceń,
- w wypowiedziach popełnia bardzo poważne błędy merytoryczne,
- nie umie obserwować i opisywać zjawisk fizycznych,
- nie zna praw fizycznych i nie kojarzy wielkości fizycznych i ich jednostek,
- nie umie wykorzystywać modeli do wyjaśniania zjawisk i procesów fizycznych.

**Stopień dopuszczający** otrzymuje uczeń, który ma braki w opanowaniu podstawowych wiadomości z fizyki, ale braki te nie przekreślają możliwości uzyskania przez ucznia podstawowej wiedzy z fizyki w ciągu dalszej nauki.

- rozumie pytania i polecenia,
- odróżnia obiekty fizyczne, wielkości fizyczne,
- umie posługiwać się jednostkami podstawowymi układu SI i umie przeliczać jednostki,
- zna pojęcia i definicje podstawowych pojęć i wielkości fizycznych,

- zna prawa, zasady i teorie fizyczne dotyczące materiału nauczania fizyki,
- umie stosować posiadane wiadomości do wykonywania obliczeń w prostych sytuacjach zadaniowych o niewielkim stopniu trudności,
- umie wykonywać obserwacje i opisać je jakościowo,
- umie dokonać proste pomiary poznanych wielkości fizycznych,
- w wypowiedziach popełnia błędy merytoryczne.

**Stopień dostateczny** otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności określone programem nauczania fizyki w danej klasie na poziomie nie wykraczającym poza wymagania podstawowe, spełnił wymogi na ocenę dopuszczającą, a także:

- umie rysować i interpretować wykresy zależności między poznanymi wielkościami fizycznymi,
- podaje przykłady ilustrujące poznane prawa,
- umie wyjaśniać poznane zjawiska z wykorzystaniem modeli,
- stosuje poznane wzory i prawa w sytuacjach zadaniowych średnim stopniu trudności,
- umie wykonywać obserwacje i opisywać je jakościowo,
- umie dokonywać pomiary wielkości fizycznych i zapisywać ich wyniki,
- w wypowiedzi popełnia błędy merytoryczne,
- korzysta z podręcznika.

**Stopień dobry** otrzymuje uczeń, który opanował wiadomości i umiejętności określone programem nauczania fizyki w danej klasie na poziomie wymagania rozszerzonych, spełnia wymagania na ocenę dostateczną, a także:

- umie badać i interpretować poznane zależności między wielkościami fizycznymi,

- stosuje poznane wzory i prawa i sprawnie posługuje się metodami algebraicznymi i geometrycznymi w typowych sytuacjach zadaniowych,
- umie dokonać obserwacji i pomiarów poznanych wielkości fizycznych i zapisać ich wyniki oraz przeprowadzić rachunek błędów,
- w wypowiedziach sporadycznie popełnia błędy merytoryczne,
- korzysta z podręcznika, literatury uzupełniającej i rozumie treści w niej zawarte, potrafi sformułować własne opinie.

**Stopień bardzo dobry** otrzymuje uczeń, który opanował większość zakresu wiedzy i umiejętności określonych programem nauczania fizyki w danej klasie, na poziomie wymagań dopełniających, spełnia wymogi oceny dobrej a także:

- swobodnie podaje i omawia przykłady ilustrujące poznane prawa,
- proponuje metody badań, bada i ustala zależności między poznanymi wielkościami fizycznymi, dokonuje analizy i porównań,
- wyprowadza, wyjaśnia i uzasadnia związki między poznanymi wielkościami fizycznymi,
- samodzielnie i sprawnie posługuje się metodami algebraicznymi i graficznymi w złożonych zadaniach, łączących elementy różnych zjawisk fizycznych, stosując posiadaną wiedzę w nowych sytuacjach,
- porównuje, interpretuje, wyjaśnia i uogólnia zależności między wielkościami fizycznymi,
- samodzielnie analizuje zjawiska fizyczne i objaśnia otaczającą go rzeczywistość w oparciu o podstawy naukowe, teorie i modele, formułuje hipotezy i weryfikuje je,
- planuje eksperymenty, umie dokonać pomiarów wielkości fizycznych, zapisywać ich wyniki oraz analizować je i dokonywać rachunku błędów,
- korzysta z własnych notatek, podręcznika, innych materiałów dydaktycznych, dodatkowych lektur i innych źródeł informacji oraz ocenia wiarygodność tych źródeł.

**Stopień celujący** otrzymuje uczeń, który spełnia wymagania na stopień bardzo dobry oraz

- opanował treści programowe wyspecjalizowane ponad potrzeby głównego kierunku nauki, samodzielnie i twórczo rozwija swoje zainteresowania,
- potrafi zastosować posiadaną wiedzę do rozwiązywania bardzo trudnych zadań i problemów w nowych sytuacjach,
- biegle posługuje się zdobytymi wiadomościami używając terminologii fachowej oraz proponuje rozwiązania nietypowe,
- samodzielnie planuje eksperymenty, przeprowadza je, analizuje wyniki i przeprowadza rachunek błędów,
- bierze efektywny udział w nadobowiązkowych działaniach związanych z poznawaniem fizyki.

UWAGA: W opracowanych poniżej wymaganiach zrezygnowano (poza kilkoma szczególnymi przypadkami) z haseł dotyczących rozwiązywania zadań, gdyż musiałyby się powtarzać w prawie każdym temacie. Typowe zadania powinien rozwiązywać uczeń aspirujący do oceny dobrej. Na ocenę bardzo dobrą i celującą wymagamy od ucznia rozwiązywania nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, w których należy sformułować i przeanalizować problem oraz skorzystać z dodatkowych źródeł wiedzy. Gwiazdką oznaczono zagadnienie fakultatywne, w przypadku którego decyzję o jego zrealizowaniu oraz zakresie, w jakim będzie ono zrealizowane, podejmuje nauczyciel na podstawie oceny dostępnego czasu, umiejętności uczniów i ich zainteresowania danym zagadnieniem.

	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
<b>Dział 1. Opis ruchu postępowego</b>			
	Podstawowe zależności trygonometryczne w trójkącie prostokątnym. Elementy działań na wektorach Iloczyn skalarny i wektorowy dwóch wektorów.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych,</li> <li>• wykonywać podstawowe działania na wektorach</li> <li>• pomnożyć wektorowo i skalarnie 2 wektory</li> <li>• rozłożyć wektor na składowe z użyciem wielkości trygonometrycznych danego kąta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące działań na wektorach</li> </ul>
	Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami: droga, położenie, przemieszczenie, szybkość średnia i chwilowa, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym,</li> <li>• zapisać i wyjaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnić fakt, że prędkość chwilowa jest styczna do toru w punkcie, w którym znajduje się ciało w danej chwili,</li> <li>• wyjaśnić różnicę między średnią wartością prędkości i wartością prędkości średniej,</li> <li>• skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym i opóźnionym oraz w ruchu krzywoliniowym,</li> <li>• wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego,</li> <li>• przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych</li> </ul>
	Ruch jednostajny prostoliniowy.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać równanie wektorowe w postaci równania skalarnego dla ruchu wzdłuż obranej osi <math>x</math>,</li> <li>• obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym,</li> <li>• sporządzać wykresy i odczytywać z wykresów wartości poznanych wielkości fizycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych,</li> <li>• sporządzać i interpretować wykresy zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych</li> </ul>

	<p>Ruch jednostajnie zmienny prostoliniowy.</p> <p>Wyznaczanie wartości przyspieszenia.</p> <p>Przykłady opisu ruchów zmiennych</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać drogę i szybkość chwilową w ruchach jednostajnie zmiennych,</li> <li>• porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchach jednostajnie zmiennych po linii prostej,</li> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, zapisać wyniki w tabeli i sformułować wniosek z doświadczenia,</li> <li>• rozwiązywać proste zadania dotyczące obliczania wielkości fizycznych opisujących ruchy jednostajne i zmienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej w różnych układach odniesienia,</li> <li>• sporządzać wykresy tych zależności,</li> <li>• przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych na podstawie wyników doświadczenia,</li> <li>• rozwiązywać nowe, nietypowe zadania dotyczące ruchów jednostajnych i zmiennych</li> </ul>
	<p>Względność ruchu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać związki między współrzędnymi położenia i między prędkościami w układach inercjalnych,</li> <li>• podać związek między przyspieszeniami w układach inercjalnych,</li> <li>• posługiwać się tymi związkami,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące składania ruchów odbywających się w tych samych kierunkach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić związki między współrzędnymi położenia i między prędkościami ciała w układach inercjalnych,</li> <li>• przytoczyć i objaśnić zasadę względności ruchu Galileusza, podać warunki jej stosowalności,</li> <li>• przedstawić odkrycia Galileusza i wyjaśnić, dlaczego nazwano go „ojcem fizyki doświadczalnej”,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące składania ruchów odbywających się w dowolnych kierunkach</li> </ul>
	<p>Opis ruchu w dwóch wymiarach</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się związkami szybkości liniowej z okresem ruchu i częstotliwością, szybkości liniowej z szybkością kątową oraz miarą łukową kąta,</li> <li>• w celu obliczenia wskazanej wielkości fizycznej podać i przekształcić wzory na wartość przyspieszenia dośrodkowego oraz wysokość i zasięg rzutu poziomego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące ruchu po okręgu i rzutu poziomego,</li> <li>• przedstawić przykłady praktycznego wykorzystania omówionych rodzajów ruchu,</li> <li>• *opisać rzut ukośny jako ruch, w którym nadajemy ciału prędkość skierowaną pod pewnym kątem do poziomu,</li> <li>• *rozłożyć rzut ukośny na dwa ruchy składowe i wyprowadzić równanie toru oraz wzory na wysokość i zasięg rzutu,</li> <li>• *rozwiązywać zadania dotyczące rzutu ukośnego</li> </ul>

## Dział 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu

	Zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał,</li> <li>• znajdować graficznie wypadkową sił działających na ciało,</li> <li>• wypowiedzieć i poprzeć przykładami treść zasad dynamiki,</li> <li>• przekształcać wzór wyrażający drugą zasadę dynamiki i obliczać każdą z występujących w nim wielkości fizycznych,</li> <li>• stosować zasady dynamiki do opisu ruchu ciał</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcie „układ inercjalny” i pierwszą zasadę dynamiki jako postulat istnienia takiego układu,</li> <li>• w przypadku kilku sił działających na ciało zapisać drugą zasadę dynamiki w postaci równania wektorowego i przekształcić je w układ równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych,</li> <li>• rozwiązywać zadania i problemy o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>
	Siła a zmiana pędu ciała. Zasada zachowania pędu dla układu ciał.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzorem i objaśnić pojęcie pędu wraz z jednostką,</li> <li>• interpretować drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu ciała a popędem siły,</li> <li>• wyprowadzić wzór wiążący zmianę pędu z wypadkową siłą działającą na ciało i czasem jej działania, czyli inną postać drugiej zasady dynamiki,</li> <li>• opisać pojęcie układu ciał i środka masy układu,</li> <li>• obliczyć współrzędne położenia środka masy układu dwóch ciał,</li> <li>• zapisać wzorem i objaśnić zasadę zachowania pędu dla układu ciał,</li> <li>• rozwiązywać proste zadania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie analizy związku <math>\Delta m\vec{v} = \vec{F}\Delta t</math> sformułować zasadę zachowania pędu,</li> <li>• stosować zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał,</li> <li>• uzasadnić konieczność korzystania z innej postaci drugiej zasady dynamiki w przypadku, gdy zmienia się masa ciała, na które działa siła,</li> <li>• podać uogólniony wzór na położenie środka masy <math>n</math> ciał i go objaśnić,</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania pędu dla układu ciał,</li> <li>• rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>

<p>Tarcie Wyznaczanie współczynników tarcia statycznego i kinetycznego</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić sytuacje, w których występuje tarcie statyczne lub kinetyczne,</li> <li>• zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>• omówić rolę tarcia na wybranych przykładach,</li> <li>• sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał,</li> <li>• opisać ruch ciała z tarciem po równi pochytej,</li> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia,</li> <li>• zapisywać wyniki pomiarów w tabeli, wykonywać obliczenia i sformułować wniosek z doświadczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać typowe zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia posuwistego, oraz zadania o podwyższonym stopniu trudności,</li> <li>• podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania,</li> <li>• przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul>
<p>Siły w ruchu po okręgu Badanie ruchu jednostajnego po okręgu</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać działanie siły dośrodkowej o stałej wartości jako warunku ruchu ciała po okręgu ze stałą szybkością,</li> <li>• podać przykłady siły dośrodkowej o różnej naturze,</li> <li>• podać i objaśnić kilka postaci wzoru na wartość siły dośrodkowej,</li> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia,</li> <li>• zapisywać wyniki pomiarów w tabeli i wykonywać obliczenia,</li> <li>• sformułować wnioski z doświadczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizować przykłady występowania ruchu po okręgu w przyrodzie i życiu codziennym,</li> <li>• rozwiązywać zadania z zastosowaniem zasad dynamiki do ruchu po okręgu,</li> <li>• rozwiązywać problemy, w których na ciało oprócz siły normalnej do toru ruchu działa również siła styczna,</li> <li>• podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania,</li> <li>• przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul>



	Opis ruchu w układach nieinercjalnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić różnicę między układami inercjalnymi i nieinercjalnymi,</li> <li>• zademonstrować działanie siły bezwładności,</li> <li>• wyjaśnić, w jakim przypadku do opisu ruchu ciała wprowadzamy siłę bezwładności,</li> <li>• podać wzór na wartość siły bezwładności i go objaśnić</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na przykładzie przeprowadzić rozumowanie uzasadniające konieczność wprowadzenia siły bezwładności podczas stosowania zasad dynamiki w układach nieinercjalnych,</li> <li>• rozwiązywać problemy dynamiczne zarówno w układzie inercjalnym, jak i nieinercjalnym</li> </ul>
--	---------------------------------------	---	---

### Dział 3. Praca, moc, energia mechaniczna

	Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzory na pracę stałej siły, moc średnią i chwilową,</li> <li>• podać jednostki pracy i mocy oraz ich pochodne,</li> <li>• przekształcać wzory i wykonywać obliczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać pracę siły zmiennej z wykresu <math>F(x)</math> i pracę wykonaną przez urządzenie o zmiennej mocy z wykresu <math>P(t)</math>,</li> <li>• rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>
--	-------------	---	---

<p>Rodzaje energii mechanicznej. Zasada zachowania energii mechanicznej</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcia: siła wewnętrzna i zewnętrzna w układzie ciał,</li> <li>• podać definicje energii mechanicznej, potencjalnej i kinetycznej wyrażone przez ich zmiany,</li> <li>• obliczać energię potencjalną grawitacyjną ciała w pobliżu Ziemi za pomocą wzoru <math>E_p = mgh</math>,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną ciała za pomocą wzoru <math>E_k = \frac{mv^2}{2}</math>,</li> <li>• wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej i podać warunki, w których jest spełniona,</li> <li>• podać przykłady sytuacji, w których zasada zachowania energii mechanicznej jest spełniona i w których nie jest spełniona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę siły grawitacyjnej przy zmianie odległości ciała od Ziemi oraz przedyskutować znak każdej z nich,</li> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej,</li> <li>• rozwiązywać zadania wymagające zastosowania zasady zachowania energii mechanicznej,</li> <li>• rozwiązywać zadania wymagające wykorzystania związku zmian energii z wykonaną pracą</li> </ul>
<p>Zderzenia ciał Badanie zderzeń dwóch ciał i wyznaczenie masy jednego z nich</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić zasady zachowania energii i pędu dla zderzeń doskonale sprężystych,</li> <li>• zapisać i objaśnić zasadę zachowania pędu dla zderzeń doskonale niesprężystych,</li> <li>• aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia,</li> <li>• wpisywać wyniki pomiarów do zaprojektowanej w podręczniku tabeli i wykonywać obliczenia,</li> <li>• sformułować wnioski z doświadczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeanalizować i obliczyć współrzędne prędkości dwu kulek po zderzeniu sprężystym centralnym w przypadku, gdy masy kulek są jednakowe i gdy pierwsza ma o wiele większą masę od drugiej,</li> <li>• podać cele i opisać sposób wykonania doświadczenia,</li> <li>• przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik</li> </ul>

	Sprawność urządzeń mechanicznych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić definicję sprawności urządzenia i podać przykłady,</li> <li>• stosować definicję sprawności do rozwiązywania prostych zadań</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie ukazujące sposób obliczania sprawności urządzenia i układu urządzeń,</li> <li>• rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>
--	----------------------------------	--	--

#### Dział 4. Zjawiska hydrostatyczne

	Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję ciśnienia i jego jednostkę,</li> <li>• wyjaśnić pojęcia: ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne oraz posługiwać się tymi pojęciami,</li> <li>• wskazać, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne,</li> <li>• omówić zastosowania prawa Pascala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega paradoks hydrostatyczny,</li> <li>• sformułować i objaśnić prawo Pascala,</li> <li>• prezentować wiedzę o urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych pochodzącą z różnych źródeł</li> </ul>
	Prawo naczyń połączonych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i objaśnić prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych,</li> <li>• podać przykłady zastosowania naczyń połączonych,</li> <li>• za pomocą naczyń połączonych wyznaczyć nieznaną gęstość cieczy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania z zastosowaniem prawa równowagi cieczy w naczyniach połączonych</li> </ul>

	<p>Prawo Archimiedesa. Zastosowanie prawa Archimiedesa do wyznaczania gęstości ciał</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i objaśnić prawo Archimiedesa,</li> <li>• podać przykłady zastosowania prawa Archimiedesa,</li> <li>• na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy,</li> <li>• opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimiedesa,</li> <li>• rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimiedesa,</li> <li>• wyznaczyć gęstość ciała różnymi metodami,</li> <li>• skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem Bernoulliego) oraz omówić ich skutki</li> </ul>
--	---	---	--

### Dział 5. Niepewności pomiarowe

	<p>Pomiary bezpośrednie. Niepewności pomiarów bezpośrednich</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich,</li> <li>• wymienić przykłady pomiarów pośrednich,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru,</li> <li>• rozróżnić błędy przypadkowe i systematyczne,</li> <li>• zapisać wynik pojedynczego pomiaru wraz z niepewnością pomiarową i objaśnić ten wynik,</li> <li>• obliczyć średnią arytmetyczną pomiarów i oszacować jej niepewność,</li> <li>• oszacować niepewność względną i procentową</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić najczęściej występujące źródła niepewności pomiarowych,</li> <li>• objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu i kiedy możemy przyjąć ją jako niepewność pomiaru,</li> <li>• wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących</li> </ul>
--	---	---	--

	<p>Niepewności pomiarów pośrednich i ich szacowanie. Dopasowanie prostej do wyników pomiarów</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP w prostych przypadkach (np. oszacować niepewność wyznaczenia okresu obiegu ciała poruszającego się po okręgu na podstawie pomiaru czasu trwania 10 pełnych obiegów),</li> <li>• zastosować wzór na oszacowanie niepewności względnej iloczynu lub ilorazu dwóch wielkości fizycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP w trudniejszych przypadkach (np. oszacować niepewność wyznaczenia wartości siły dośrodkowej działającej na ciało poruszające się po okręgu z <math>v = \text{const}</math> na podstawie pomiaru: masy ciała, promienia okręgu i okresu obiegu),</li> <li>• przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z ich niepewnościami,</li> <li>• dopasować prostą do wyników pomiaru i zinterpretować jej nachylenie</li> </ul>
--	--	--	---