

## Fizyka - klasa II (mat-fiz.)

### Wymagania edukacyjne

Wymagania na każdy stopień **wyższy** obejmują również wymagania na stopień **poprzedni**.

**Dopuszczający** – gdy odpowiedzi są z licznymi błędami mimo pomocy nauczyciela, niepełne, ze sporadycznym zastosowaniem podstawowej terminologii, gdy uczeń ma braki w opanowaniu minimum programowego, ale nie stanowią one przeszkody w umiejętności rozwiązywania zadań typowych o niewielkim stopniu trudności

**Niedostateczny** – gdy jego odpowiedzi mimo pomocy nauczyciela są z licznymi, poważnymi błędami, bez zastosowania podstawowej terminologii, gdy nie potrafi nawet z pomocą rozwiązać typowych zadań programowych o niewielkim stopniu trudności, gdy braki w wiadomościach uniemożliwiają dalsze zdobywanie wiedzy z fizyki.

Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry a ponadto **wykraczające** poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, potrafi dokonać syntezy wiedzy i na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia swoją wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce, dzieli się swoją wiedzą z innymi uczniami, osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych).

#### 1.

#### Grawitacja

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
-----	--------------	-------------------------------	-------------------------	--------------------------------

1	Elementy działań na wektorach	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych,</li> <li>• wymienić cechy wektora,</li> <li>• dodać wektory,</li> <li>• odjąć wektor od wektora,</li> <li>• pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę,</li> <li>• rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach,</li> <li>• obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych,</li> <li>• zapisać równanie wektorowe w postaci równań skalarnych w wybranym układzie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zilustrować przykładem każdą z cech wektora,</li> <li>• mnożyć wektory skalarnie i wektorowo,</li> <li>• odczytać z wykresu cechy wielkości wektorowej.</li> </ul>	
---	-------------------------------	--	---	--

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
2	Podstawowe pojęcia i wielkości opisujące ruch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podzielić ruchy na postępowe i obrotowe i objaśnić różnice między nimi,               <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami: szybkość średnia i chwilowa, droga, położenie, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe,                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać szybkość średnią,</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>• narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>• odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi,</li> <li>• podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze,</li> <li>• narysować prędkość chwilową jako wektor styczny do toru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować: szybkością średnią i chwilową, przemieszczenie, prędkość średnią i chwilową, przyspieszenie średnie i chwilowe,</li> <li>• skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym, opóźnionym i w ruchu krzywoliniowym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego,</li> <li>• przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych,</li> <li>• rozróżnić jednostki podstawowe wielkości fizycznych i ich pochodne.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
3	Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny,               <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać szybkość, drogę</li> </ul> </li> <li>i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym,</li> <li>• sporządzać wykresy <math>s(t)</math> i <math>v(t)</math> oraz odczytywać z wykresu wielkości fizyczne,               <ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć drogę przebytą w czasie <math>t</math> ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym,</li> </ul> </li> <li>• obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych,</li> <li>• porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po linii prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory <math>v</math> i <math>\vec{a}</math> mają zgodne zwroty, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty.</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 wykresy tych zależności,</li> <li>• objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym (po linii prostej),</li> <li>• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej,</li> <li>• sporządzać wykresy tych zależności,</li> <li>• zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie <math>v_x(t)</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnych i jednostajnie zmiennych,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące składania ruchów.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
4	Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rzut poziomy, jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym,</li> <li>• objaśnić wzory opisujące rzut poziomy,</li> <li>• wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość,</li> <li>• posługiwać się pojęciem szybkości kątowej,</li> <li>• wyrazić szybkość kątową przez okres ruchu i częstotliwość,</li> <li>• stosować miarę łukową kąta,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać matematycznie rzut poziomy,</li> <li>• obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek,</li> <li>• wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową,</li> <li>• przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego,</li> <li>• zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu.</li> </ul>

## 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	Klasyfikacja poznanych oddziaływań	<ul style="list-style-type: none"> <li>dokonać klasyfikacji oddziaływań na wymagające bezpośredniego kontaktu i oddziaływania „na odległość”,</li> <li>wymienić „wzajemność” jako cechę wszystkich oddziaływań,</li> <li>objaśnić stwierdzenia: „siła jest miarą oddziaływania”, „o zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił”</li> </ul>		
2	Zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć treść zasad dynamiki,</li> <li>wskazywać źródło siły i przedmiot jej działania,</li> <li>rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosować poprawnie zasady dynamiki,</li> <li>posługiwać się pojęciem układu inercyjnego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy, stosując zasady dynamiki.</li> </ul>
3	Ogólna postać drugiej zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciem pędu,</li> <li>zapisać i objaśnić ogólną postać II zasady dynamiki,</li> <li>wypowiedzieć zasadę zachowania pędu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>znajdować graficznie pęd układu ciał,</li> <li>obliczać wartość pędu układu ciał,</li> <li>stosować ogólną postać II zasady dynamiki,</li> <li>objaśnić pojęcie środka masy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>znajdować położenie środka masy układu dwóch ciał,</li> <li>stosować zasadę zachowania pędu do rozwiązywania zadań.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
4	Tarcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozróżnić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>rozróżnić współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>zapisać wzory na wartości sił tarcia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem siły tarcia posuwistego.</li> </ul>
5	Siły w ruchu po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>sformułować warunek ruchu jednostajnego po okręgu z punktu widzenia obserwatora w układzie inercyjnym (działanie siły dośrodkowej stanowiącej wypadkową wszystkich sił działających na ciało),</li> <li>objaśnić wzór na wartość siły dośrodkowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosować zasady dynamiki do opisu ruchu po okręgu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dynamiczne dotyczące ruchu po okręgu.</li> </ul>
6	Opis ruchu w układach inercjalnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozróżnić układy inercjalne i nieinercjalne,</li> <li>posługiwać się pojęciem siły bezwładności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>potrafi opisywać przykłady zagadnień dynamicznych w układach nieinercjalnych</li> </ul>	

### 3. Praca, moc, energia mechaniczna

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	Iloczyn skalarny dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć iloczyn skalarny dwóch wektorów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować iloczyn skalarny dwóch wektorów</li> <li>• podać cechy</li> </ul>	
2	Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać pracę stałej siły,</li> <li>• obliczać moc urządzeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pracę stałej siły jako iloczyn skalarny siły i przemieszczenia,</li> <li>• obliczać chwilową</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać sposób obliczania pracy siły zmiennej.</li> </ul>
3	Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną ciała,</li> <li>• wyprowadzić wzór na energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić pojęcia: układ ciał, siły wewnętrzne w układzie ciał, siły zewnętrzne dla układu ciał,</li> <li>• sformułować i objaśnić definicję energii potencjalnej układu ciał,</li> <li>• posługiwać się pojęciem siły zachowawczej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na energię kinetyczną.</li> <li>• rozwiązywać zadania, korzystając ze związków: <math>\Delta E_m = W_z</math>,  <math>\Delta E_p = W_{\text{siły zewn. równoważącej siłę wewn.}}</math>,  <math>\Delta E_p = -W_w</math>,  <math>\Delta E_k = W_{\text{Fwyp.}}</math></li> </ul>
4	Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady zjawisk, w których jest spełniona zasada zachowania energii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii,</li> <li>• stosować zasadę zachowania energii i pędu do opisu zderzeń,</li> <li>• stosować zasadę zachowania energii do</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić zasadę zachowania energii dla układu ciał,</li> <li>• rozwiązywać problemy, w których energia mechaniczna ulega zmianie.</li> </ul>



#### 4. Hydrostatyka

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować ciśnienie,</li> <li>• objaśnić pojęcie ciśnienia hydrostatycznego,</li> <li>• objaśnić prawo Pascala,</li> <li>• objaśnić prawo naczyń połączonych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko paradoksu hydrostatycznego,</li> <li>• objaśnić zasadę działania urządzeń, w których wykorzystano prawo Pascala,</li> <li>• objaśnić sposób</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy z hydrostatyki.</li> </ul>
2	Prawo Archimedesesa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać i objaśnić prawo Archimedesesa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić warunki pływania ciał.</li> <li>• rozwiązywać zadania,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić prawo Archimedesesa.</li> </ul>
3	Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciał</li> </ul>		

## 5. Pole grawitacyjne

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	O odkryciach Kopernika Keplera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić założenia teorii heliocentrycznej</li> <li>• sformułować i objaśnić treść praw Keplera</li> <li>• opisać ruchy planet Układu Słonecznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zastosować trzecie prawo Keplera do planet Układu Słonecznego i każdego układu satelitów krążących wokół tego samego ciała .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii.</li> </ul>
2	Prawo powszechnej grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i objaśnić prawo powszechnej grawitacji,</li> <li>• podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji,</li> <li>• na podstawie prawa grawitacji wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać sens fizyczny stałej grawitacji,</li> <li>• wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji na planecie o danym promieniu i gęstości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać oddziaływanie grawitacyjne wewnątrz Ziemi,</li> <li>• omówić różnicę między ciężarem ciała a siłą grawitacji,</li> <li>• przedstawić rozumowanie prowadzące od III prawa Keplera do prawa grawitacji Newtona,</li> <li>• przygotować prezentację na</li> </ul>
3	Pierwsza prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnić, że satelita tylko wtedy może krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
4	Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wie, że dla wszystkich planet Układu Słonecznego siła grawitacji słonecznej jest siłą dośrodkową.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać (szacować) wartości sił grawitacji, którymi oddziałują wzajemnie ciała niebieskie,</li> <li>• porównywać okresy obiegu planet, znając ich średnie odległości od Słońca,</li> <li>• porównywać wartości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, w jaki sposób badania ruchu ciał niebieskich i odchyłeń tego ruchu od wcześniej przewidywanego, mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich.</li> </ul>
5	Natężenie pola grawitacyjnego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola,</li> <li>• przedstawić graficznie pole grawitacyjne,</li> <li>• poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola grawitacyjnego,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: Od czego zależy wartość natężenia centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie?,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego pole</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać wartość natężenia pola grawitacyjnego,</li> <li>• sporządzić wykres zależności <math>\gamma(r)</math> dla <math>r \geq R</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość natężenia pola grawitacyjnego wewnątrz jednorodnej kuli o danej gęstości</li> <li>• sporządzić wykres zależności <math>\gamma(r)</math> dla <math>r &lt; R</math>,</li> <li>• rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola grawitacyjnego,</li> <li>• przygotować wypowiedź na temat „natężenie pola grawitacyjnego a przyspieszenie</li> </ul>
6	Praca w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym</li> <li>• objaśnić wzór na pracę siły</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie wykazujące, że dowolne (statyczne) pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
7	Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytania: Od czego zależy grawitacyjna energia potencjalna ciała w polu centralnym? Jak zmienia się grawitacyjna energia potencjalna ciała podczas zwiększania jego odległości od Ziemi?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzór na zmianę grawitacyjnej energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym,</li> <li>• poprawnie wypowiedzieć definicję grawitacyjnej energii potencjalnej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną wziętej ze znakiem „minus”,</li> <li>• poprawnie sporządzić i zinterpretować wykres zależności <math>E_p(r)</math>,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem</li> </ul>
8	Druga prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,</li> <li>• obliczyć wartość drugiej prędkości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,</li> <li>• opisać ruch ciała w polu grawitacyjnym w zależności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat ruchu satelitów w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej im prędkości.</li> </ul>
9	Stany przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości,</li> <li>• opisać (w układzie inercyjnym i nieinercyjnym) zjawiska występujące w rakiecie startującej z Ziemi i poruszającej się z przyspieszeniem zwróconym pionowo w górę.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, dlaczego stan nieważkości może występować tylko w układach nieinercyjnych,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zasada równoważności,</li> <li>• przygotować prezentację na temat wpływu stanów przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na organizm</li> </ul>

## 6. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład wielkości fizycznej, która jest iloczynem wektorowym dwóch wektorów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać iloczyn wektorowy dwóch wektorów,</li> <li>• podać jego cechy (wartość</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest antyprzemienne.</li> </ul>
2	Ruch obrotowy bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić wielkości opisujące ruch obrotowy,</li> <li>• posługiwać się pojęciami: szybkość kątowa średnia i chwilowa, prędkość kątowa średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe,</li> <li>• stosować regułę śruby prawoskrętnej do wyznaczenia zwrotu prędkości kątowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować: szybkość kątową średnią i chwilową, prędkość kątową średnią i chwilową, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe,</li> <li>• opisać matematycznie ruch obrotowy: jednostajny, jednostajnie przyspieszony, jednostajnie opóźniony,</li> <li>• zapisać i objaśnić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego.</li> </ul>
3	Energia kinetyczna bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym</li> <li>• posługiwać się pojęciem momentu bezwładności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję momentu bezwładności bryły,</li> <li>• obliczać momenty bezwładności brył względem ich osi symetrii,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną bryły obracającej się wokół osi symetrii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym,</li> <li>• stosować twierdzenie Steinera,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego energie kinetyczne bryły obracającej się z taką samą szybkością kątową wokół różnych osi obrotu (równoległych do osi symetrii bryły) są równe</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
4	Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek zmiany stanu ruchu obrotowego bryły sztywnej,</li> <li>• posługiwać się pojęciem momentu siły,</li> <li>• podać treść zasad dynamiki ruchu obrotowego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować moment siły,</li> <li>• obliczać wartości momentów sił działających na bryłę sztywną, znajdować ich kierunek i zwrot,</li> <li>• znajdować wypadkowy moment sił działających na bryłę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując zasady dynamiki ruchu obrotowego.</li> </ul>
5	Moment pędu bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciem momentu pędu,</li> <li>• podać treść zasady zachowania momentu pędu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować moment pędu,</li> <li>• obliczać wartość momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii,</li> <li>• zapisać i objaśnić ogólną postać drugiej zasady zachowania momentu pędu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując zasadę zachowania momentu pędu.</li> </ul>
6	Analogie występujące w opisie ruchu postępowego obrotowego		<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego</li> </ul>	

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
7	Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie		<ul style="list-style-type: none"><li>• opisać toczenie bez poślizgu, jako złożenie ruchu postępowego bryły i jej ruchu obrotowego wokół środka masy,</li><li>• opisać toczenie jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu,</li><li>• znajdować prędkość punktów toczącej się bryły jako wypadkową prędkości jej ruchu postępowego i obrotowego wokół środka masy,</li><li>• obliczać energię kinetyczną toczącej się bryły,</li><li>• zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego</li></ul>	

## Aneks 1 i Aneks 2. Niepewności pomiarowe. Doświadczenia

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
Aneks 1 1-5	<p>Wiadomości wstępne</p> <p>Niepewności pomiarów bezpośrednich (prostych)</p> <p>Niepewności pomiarów pośrednich (złożonych)</p> <p>Graficzne przedstawianie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami</p> <p>Dopasowanie prostej do wyników pomiarów</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich (prostych),</li> <li>wymienić przykłady pomiarów pośrednich (złożonych),</li> <li>odróżnić błędy od niepewności</li> <li>odróżnić błędy grube od błędów systematycznych,</li> <li>wymienić sposoby eliminowania błędów pomiaru,</li> <li>wskazać źródła występowania niepewności pomiarowych,</li> <li>odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych,</li> <li>ocenić dokładność przyrządu</li> <li>przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</li> <li>wykonać samodzielnie kolejne czynności,</li> <li>sporządzić tabelę wyników pomiaru,</li> <li>obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</li> <li>sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować osie, zaznaczyć jednostki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć niepewność względną pomiaru,</li> <li>oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniej korzystnego przypadku,</li> <li>przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami,</li> <li>dopasować graficznie prostą do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania,</li> <li>odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej,</li> <li>podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych,</li> <li>zaproponować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych,</li> <li>oszacować wielkość błędów systematycznych,</li> <li>ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dopasować prostą do wyników pomiarów,</li> <li>obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych,</li> <li>obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru,</li> <li>obliczyć odchylenie standardowe średniej dla każdej serii pomiarów,</li> <li>podać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>,</li> <li>ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną,</li> <li>samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia</li> </ul>
Aneks 2 1-6	<p>Opisujemy rozkład normalny</p> <p>Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym</p> <p>Badamy ruch po okręgu</p> <p>Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej</p> <p>Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych,</li> <li>ocenić dokładność przyrządu</li> <li>przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</li> <li>wykonać samodzielnie kolejne czynności,</li> <li>sporządzić tabelę wyników pomiaru,</li> <li>obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</li> <li>sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować osie, zaznaczyć jednostki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej,</li> <li>podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych,</li> <li>zaproponować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych,</li> <li>oszacować wielkość błędów systematycznych,</li> <li>ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć odchylenie standardowe średniej dla każdej serii pomiarów,</li> <li>podać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>,</li> <li>ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną,</li> <li>samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia</li> </ul>



## PLAN WYNIKOWY (CZ. 2)

### 7. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1–5	<p>Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody</p> <p>Matematyczny opis ruchu harmonicznego</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– współrzędne: położenia, prędkości i przyspieszenia w ruchu harmonicznym</li> <li>– okres drgań w ruchu harmonicznym</li> <li>– energia w ruchu harmonicznym</li> </ul> <p>Wahadło matematyczne</p> <p>Drgania wymuszone i rezonansowe</p> <p>Właściwości sprężysto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie,</li> <li>• wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego,</li> <li>• zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi,</li> <li>• podać sens fizyczny współczynnika sprężystości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na dwa ruchy składowe,</li> <li>• sporządzić i objaśnić wykresy zależności współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu,</li> <li>• obliczać pracę i energię w ruchu harmonicznym,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu,</li> <li>• podać przykłady praktycznego wykorzystania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym,</li> <li>• wykazać, że ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym dla małych kątów wychylenia wahadła z położenia równowagi,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu harmonicznego, <ul style="list-style-type: none"> <li>• podać treść prawa Hooke'a</li> <li>• objaśnić wykres zależności <math>p(\Delta/l_0)</math>.</li> </ul> </li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
6–14	<p>Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne</p> <p>Wielkości charakteryzujące fale</p> <p>Funkcja falowa dla fali płaskiej</p> <p>Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach</p> <p>Zasada Huygensa.</p> <p>Zjawisko dyfrakcji</p> <p>Interferencja fal harmonicznnych wysyłanych przez identyczne źródła</p> <p>Fale akustyczne</p> <p>Zjawisko Dopplera</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej,</li> <li>• wymienić i objaśnić wielkości charakteryzujące fale,</li> <li>• podać przykład fali poprzecznej i podłużnej,</li> <li>• opisać fale akustyczne,</li> <li>• opisać sytuację, w której występuje zjawisko Dopplera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zinterpretować funkcję falową dla fali płaskiej,</li> <li>• matematycznie opisać interferencję dwóch fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach,</li> <li>• opisać fale stojące,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie spójności fal,</li> <li>• objaśnić zasadę Huygensa,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić warunki wzmocnienia i wygaszania w przypadku interferencji fal harmonicznnych wysyłanych przez identyczne źródła,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu falowego,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące efektu Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.</li> </ul>

## 8. Zjawiska termodynamiczne

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	<p>Mikroskopowe modele ciał makroskopowych. Gazy. Ciecze. Ciała stałe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić właściwości gazów,</li> <li>• objaśnić pojęcie gazu doskonałego,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko dyfuzji,</li> <li>• wymienić właściwości cieczy,</li> <li>• wymienić właściwości ciała stałych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać skutki działania sił międzycząsteczkowych</li> <li>• wyjaśnić zjawiska menisku,</li> <li>• wypowiedzieć i objaśnić zerową i pierwszą zasadę</li> </ul>	

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
2–3	Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki Energia wewnętrzna. Ciepło	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać związek temperatury ciała ze średnią energią kinetyczną jego cząsteczek,</li> <li>• zdefiniować energię wewnętrzną i ciepło,</li> <li>• przeliczać temperaturę w</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wypowiedzieć i objaśnić zerową i pierwszą zasadę termodynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu,</li> <li>• wyjaśniać zjawiska i rozwiązywać zadania, stosując pierwszą zasadę termodynamiki.</li> </ul>
4–8	Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu Przemiany gazu doskonałego Przemiana izotermiczna Przemiana izochoryczna Przemiana izobaryczna Ciepło właściwe i ciepło molowe Przemiana adiabatyczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać założenia teorii kinetyczno-molekularnej gazów,</li> <li>• zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego,</li> <li>• wymienić i opisać przemiany gazowe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na ciśnienie gazu (podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej),</li> <li>• zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona,</li> <li>• skorzystać z równania stanu gazu doskonałego i równania Clapeyrona, opisując przemiany gazu (izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną, adiabatyczną),</li> <li>• sporządzać i interpretować wykresy, np. <math>p(V)</math>, <math>p(T)</math>, <math>V(T)</math>, dla wszystkich przemian,</li> <li>• posługiwać się pojęciami ciepła właściwego i ciepła molowego,</li> <li>• obliczać pracę objętościową i ciepło w różnych przemianach gazu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym,</li> <li>• zastosować pierwszą zasadę termodynamiki do opisu przemian gazowych,</li> <li>• wyprowadzić związek między <math>C_p</math> i <math>C_v</math>,</li> <li>• rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis przemian gazu doskonałego.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
9	Silniki cieplne. Cykl Carnota. Druga zasada termodynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać zasadę działania silnika cieplnego,</li> <li>wymienić przemiany, z których składa się cykl Carnota.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzić wykres <math>p(V)</math> dla cyklu Carnota i opisać go,</li> <li>zdefiniować sprawność silnika cieplnego.</li> <li>zapisać wzór na sprawność idealnego silnika Carnota,</li> <li>obliczać sprawności silników cieplnych,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dotyczące drugiej zasady termodynamiki,</li> <li>na podstawie wykresów opisywać cykle przemian zachodzących w silnikach.</li> </ul>
10–12	<p>Topnienie i krzepnięcie, parowanie i skraplanie, sublimacja i resublimacja, wrzenie i skraplanie w temperaturze wrzenia</p> <p>Rozszerzalność termiczna ciał</p> <p>Transport energii przez przewodzenie i konwekcję</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, wrzenia i skraplania w temperaturze wrzenia,</li> <li>omówić na przykładach zjawisko rozszerzalności ciał,</li> <li>podać przykłady ciał, które są dobrymi przewodnikami ciepła i ciał, które źle przewodzą ciepło,</li> <li>opisać zjawisko konwekcji w cieczach i gazach,</li> <li>podać przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska konwekcji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować wielkości fizyczne opisujące te procesy,</li> <li>sporządzać i interpretować odpowiednie wykresy,</li> <li>opisać przemiany energii w tych zjawiskach,</li> <li>obliczać zmiany objętości ciał spowodowane zmianami temperatury</li> <li>omówić doświadczenia, pozwalające zbadać zjawisko przewodnictwa cieplnego ciał stałych, cieczy i gazów oraz sformułować wnioski wynikające z tych doświadczeń,</li> <li>wyjaśnić przyczyny różnic przewodnictwa cieplnego różnych substancji na</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dotyczące przejść fazowych,</li> <li>zdefiniować współczynniki rozszerzalności liniowej i objętościowej,</li> <li>podać związek między współczynnikami rozszerzalności liniowej i objętościowej ciała stałego,</li> <li>objaśnić analogie między przewodzeniem ciepła i prądu elektrycznego.</li> </ul>

## 9. Pole elektryczne

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1-2	Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba  Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych,</li> <li>• zapisać i objaśnić prawo Coulomba,</li> <li>• wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku,</li> <li>• opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał, posługując się zasadą</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka,</li> <li>• obliczać wartości sił Coulomba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania, stosując prawo Coulomba.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
3–9	<p>Natężenie pola elektrostatycznego</p> <p>Zasada superpozycji natężeń pól</p> <p>Praca w polu elektrostatycznym</p> <p>– Praca w polu elektrostatycznym jednorodnym.</p> <p>– Praca w centralnym polu elektrostatycznym</p> <p>Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym</p> <p>Wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym</p> <p>Naelektryzowany przewodnik</p> <p>Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika</p> <p>Przewodnik w polu elektrostatycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola elektrostatycznego,</li> <li>przedstawić graficznie pole jednorodne i centralne,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy wartość natężenia centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie?,</li> <li>potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną elektrostatyczną ładunku,</li> <li>opisać rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzić wykres <math>E(r)</math>,</li> <li>korzystać z zasady superpozycji pól i opisać jakościowo pole wytworzone przez układ ładunków,</li> <li>posługiwać się pojęciem dipola elektrycznego,</li> <li>obliczyć pracę siły pola jednorodnego i centralnego przy przesuwaniu ładunku,</li> <li>obliczyć energię potencjalną naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym,</li> <li>podać definicję elektronowolta,</li> <li>sporządzać wykresy zależności <math>E(r)</math> dla układu ładunków punktowych,</li> <li>zapisać i objaśnić wzór ogólny na pracę wykonaną przy przesuwaniu ładunku przez siłę dowolnego pola elektrostatycznego,</li> <li>opisać wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków na przewodniku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć wartość natężenia pola elektrycznego w środku dipola,</li> <li>opisać zachowanie dipola w zewnętrznym, jednorodnym polu elektrostatycznym,</li> <li>wyprowadzić wzór na energię potencjalną ładunku w polu centralnym,</li> <li>wyprowadzić wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym,</li> <li>rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola elektrostatycznego,</li> <li>zapropionować doświadczenie sprawdzające rozkład ładunku na powierzchni przewodnika.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
10–13	<p>Pojemność elektryczna ciała przewodzącego. Kondensator</p> <p>Pojemność kondensatora płaskiego</p> <p>Energia naładowanego kondensatora</p> <p>Dielektryk w polu elektrostatycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy pojemność przewodnika?,</li> <li>• objaśnić pojęcie kondensatora,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego i jak zależy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić pojęcie stałej dielektrycznej,</li> <li>• wyjaśnić wpływ dielektryka na pojemność kondensatora,</li> <li>• objaśnić, od czego i jak zależy energia naładowanego kondensatora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące pojemności i energii kondensatora płaskiego,</li> <li>• opisać zjawiska zachodzące w dielektryku umieszczonym w polu elektrostatycznym.</li> </ul>

## 10. Prąd stały

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1–9	<p>Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Natężenie prądu</p> <p>Pierwsze prawo Kirchhoffa</p> <p>Prawo Ohma dla odcinka obwodu</p> <p>Od czego zależy opór przewodnika?</p> <p>Praca i moc prądu elektrycznego</p> <p>Łączenie szeregowe i równoległe odbiorników energii elektrycznej.</p> <p>Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej</p> <p>Prawo Ohma dla obwodu</p> <p>Drugie prawo Kirchhoffa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,</li> <li>podać treść pierwszego prawa Kirchhoffa i stosować je w zadaniach, <ul style="list-style-type: none"> <li>podać treść prawa Ohma</li> </ul> </li> <li>stosować je w zadaniach,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy opór elektryczny przewodnika?,</li> <li>opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika,</li> <li>obliczyć opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne,</li> <li>narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe,</li> <li>obliczać opór zastępczy odbiorników połączonych szeregowo i równoległe,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować opór elektryczny odcinka obwodu,</li> <li>objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach,</li> <li>podać związki między napięciami, natężeniami i oporami dla układu odbiorników połączonych szeregowo i równoległe,</li> <li>wyjaśnić pojęcie siły elektromotorycznej źródła energii elektrycznej i jego oporu wewnętrznego,</li> <li>zapisać i objaśnić prawo Ohma dla całego obwodu,</li> <li>narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego prawu Ohma,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: co</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać zadania związane z przepływem prądu stałego w zamkniętych obwodach,</li> <li>opisać możliwości wykorzystania właściwości elektrycznych ciał,</li> <li>przygotować prezentację na temat łączenia ogniw i</li> <li>objaśnić związki pomiędzy <math>\mathcal{E}</math>, <math>I</math>, <math>r</math> dla układu ogniw o jednakowych siłach elektromotorycznych i oporach wewnętrznych połączonych szeregowo i równoległe.</li> </ul>



## 11. Pole magnetyczne

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1–10	<p>Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu</p> <p>Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną</p> <p>Wektor indukcji magnetycznej</p> <p>Strumień wektora indukcji magnetycznej.</p> <p>Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika z prądem</p> <p>Pole magnetyczne zwojnicy</p> <p>Przewodnik z prądem w polu magnetycznym</p> <p>Ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym</p> <p>Budowa i zasada działania silnika elektrycznego</p> <p>Właściwości</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego,</li> <li>• opisać i przedstawić graficznie pole magnetyczne przewodnika prostoliniowego kołowej pętli i zwojnicy,</li> <li>• podać cechy wektora indukcji magnetycznej <math>B</math> i jej jednostkę,</li> <li>• opisać i wyjaśnić doświadczenie Oersteda,</li> <li>• podać cechy siły elektrodynamicznej</li> <li>• podać cechy siły Lorentza,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku <math>B \perp v</math>,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej dla przypadku gdy <math>B \perp \Delta l</math>,</li> <li>• objaśnić pojęcie strumienia magnetycznego i podać jego jednostkę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować indukcję magnetyczną,</li> <li>• zdefiniować jednostkę indukcji magnetycznej,</li> <li>• określić wartość, kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej i siły Lorentza w konkretnych przypadkach,</li> <li>• opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym dla przypadku <math>B \perp v</math>,</li> <li>• zapisać i przedyskutować wzór na strumień wektora indukcji magnetycznej,</li> <li>• obliczać strumień magnetyczny</li> <li>• objaśnić zasadę działania silnika elektrycznego,</li> <li>• jakościowo opisać właściwości magnetyczne substancji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedyskutować zależność wartości siły Lorentza od kąta między wektorami <math>B</math> i <math>v</math>,</li> <li>• przedyskutować zależność wartości siły elektrodynamicznej od kąta między wektorem <math>B</math> i przewodnikiem,</li> <li>• opisać oddziaływania wzajemne przewodników z prądem i podać definicję ampera,</li> <li>• przedyskutować ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym w zależności od kąta między wektorami <math>B</math> i <math>v</math>,</li> <li>• przedstawić zasadę działania i zastosowanie cyklotronu,</li> <li>• rozwiązywać problemy</li> </ul>
11	Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe		<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić fakt występowania sił sprężystości, sił starcia oraz sił hamujących ruch ciał stałych w cieczech oddziaływaniami elektromagnetycznymi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, dlaczego efekty sprężyste występują tylko dla ciał stałych.</li> </ul>

## 12. Indukcja elektromagnetyczna

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1–4	<p>Zjawisko indukcji elektromagnetycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prąd indukcyjny</li> <li>– Siła elektromotoryczna indukcji</li> <li>– Reguła Lenza</li> </ul> <p>Zjawisko samoindukcji</p> <p>Generator prądu przemiennego.</p> <p>Właściwości prądu przemiennego</p> <p>Budowa i zasada działania transformatora</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania,</li> <li>• podać przykładowe sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego,</li> <li>• stosować regułę Lenza,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy siła elektromotoryczna indukcji?,</li> <li>• poprawnie interpretować prawo Faraday'a indukcji elektromagnetycznej,</li> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy współczynnik samoindukcji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, dlaczego między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola powstaje napięcie,</li> <li>• sporządzać wykresy <math>\Phi(t)</math> i <math>\mathcal{E}(t)</math>,</li> <li>• poprawnie interpretować wyrażenie na siłę elektromotoryczną indukcji i samoindukcji,</li> <li>• objaśnić zasadę działania prądnicy prądu przemiennego,</li> <li>• posługiwać się wielkościami opisującymi prąd przemienny,</li> <li>• obliczać pracę i moc prądu przemiennego,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie ciepła Joule'a</li> <li>• objaśnić zasadę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na napięcie powstające między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• wyprowadzić wzór na <math>\mathcal{E}</math> dla prądnicy prądu przemiennego,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego przesyłane energii elektrycznej wiąże się z jej stratami,</li> <li>• przygotować prezentację na temat przesyłania energii elektrycznej na duże odległości.</li> </ul>

## 13. Optyka

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1-2	Zjawiska odbicia i załamania światła Całkowite wewnętrzne odbicie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko odbicia światła,</li> <li>• sformułować i stosować prawo odbicia,</li> <li>• wyjaśnić zjawisko rozpraszania,</li> <li>• opisać zjawisko załamania światła,</li> <li>• zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania,</li> <li>• objaśnić na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia,</li> <li>• wymienić warunki, w których</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków,</li> <li>• zdefiniować kąt graniczny,</li> <li>• wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić przykłady zastosowania płytki równoległościennej,</li> <li>• podać możliwości praktycznego wykorzystania zjawiska odchylenia światła w wyniku przejścia pryzmat.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
3–5	Zwierciadła płaskie i kuliste Płytką równoległościenną i pryzmat Soczewki. Obrazy otrzymywane w soczewkach	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim,</li> <li>omówić podział zwierciadeł kulistych na wklęsłe i wypukłe,</li> <li>objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,</li> <li>opisać rodzaje soczewek,</li> <li>objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,</li> <li>objaśnić pojęcie zdolności skupiającej soczewki,</li> <li>obliczać zdolność skupiającą soczewki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, korzystając z prawa załamania,</li> <li>opisać przejście światła przez pryzmat, korzystając z prawa załamania. wykonać konstrukcję obrazu w zwierciadle płaskim,</li> <li>zapisać równanie zwierciadła i prawidłowo z niego korzystać,</li> <li>zapisać i objaśnić wzór na powiększenie obrazu,</li> <li>wykonać konstrukcje obrazów w zwierciadłach kulistych i wymienić ich cechy.</li> <li>zapisać wzór informujący od czego zależy ogniskowa soczewki i poprawnie go zinterpretować,</li> <li>obliczać zdolność skupiającą układów cienkich, stykających się soczewek,</li> <li>sporządzać</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>narysować wykres funkcji <math>y(x)</math> dla zwierciadła wklęsłego i podać interpretację tego wykresu,</li> <li>wymienić i omówić praktyczne zastosowania zwierciadeł,</li> <li>objaśnić zasadę działania lupy,</li> <li>korzystać z równania soczewki do rozwiązywania problemów,</li> <li>rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe, związane z praktycznym wykorzystywaniem soczewek,</li> <li>przygotować prezentację na jeden z tematów: <ul style="list-style-type: none"> <li>wady wzroku i sposoby ich korygowania,</li> <li>zastosowania soczewek i ich układów w przyrządach optycznych</li> <li>budowa i zasada działania mikroskopu optycznego.</li> </ul> </li> </ul>

## 14. Korpuskularno-falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1-2	<p>Fale elektromagnetyczne</p> <p>Światło jako fala elektromagnetyczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pomiar wartości prędkości światła</li> <li>- zjawisko rozszczepienia światła</li> <li>- doświadczenie Younga</li> <li>- dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna</li> <li>- polaryzacja światła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić widmo fal elektromagnetycznych</li> <li>• podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości</li> <li>• omówić ich zastosowania,</li> <li>• opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła,</li> <li>• opisać zjawisko rozszczepienia światła,</li> <li>• opisać zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,</li> <li>• opisać siatkę dyfrakcyjną i posługiwać się pojęciem stałej siatki,</li> <li>• podać przykłady praktycznego wykorzystywania zjawiska polaryzacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić zjawisko rozszczepienia światła,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polegają zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,</li> <li>• posługiwać się pojęciem spójności fal,</li> <li>• porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i białego,</li> <li>• zapisać wzór wyrażający zależność położenia prążka <math>n</math>-tego rzędu od długości fali i odległości między szczelinami i poprawnie go zinterpretować</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy z zastosowaniem zależności <math>d \sin \alpha = n \lambda</math>.</li> <li>• posługiwać się pojęciem kąta Brewstera.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
3	Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne,</li> <li>• posługiwać się pojęciem pracy wyjścia elektronu z metalu,</li> <li>• sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia <math>W</math>,</li> <li>• podać przykłady zastosowania fotokomórki,</li> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytania: <ul style="list-style-type: none"> <li>– od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów,</li> <li>– od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych z metalu w jednostce czasu,</li> </ul> </li> <li>• wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła,</li> <li>• napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów,</li> <li>• narysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować i omówić charakterystykę prądowo- napięciową fotokomórki,</li> <li>• omówić doświadczenia dotyczące badania efektu fotoelektryczny i wynikające z nich wnioski,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska fotoelektrycznego,</li> <li>• przygotować prezentację • „Narodziny fizyki kwantowej”.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
4-5	Promieniowanie ciał. Widma Model Bohra atomu wodoru	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe</li> <li>• rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne</li> <li>• opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy</li> <li>• opisać widma gazów jednoatomowych i par pierwiastków.</li> <li>• opisać szczegółowo widmo atomu wodoru</li> <li>• objaśnić wzór Balmera</li> <li>• opisać metodę analizy widmowej</li> <li>• podać przykłady zastosowania analizy widmowej</li> <li>• wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym</li> <li>• posługiwać się pojęciem atomu w stanie podstawowym i wzbudzonym,</li> <li>• wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy że promienie orbit i energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować i zapisać postulaty Bohra,</li> <li>• obliczyć całkowitą energię elektronu w atomie wodoru,</li> <li>• wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, korzystając z modelu Bohra atomu wodoru,</li> <li>• zamienić energię wyrażoną w dżulach na energię wyrażoną w elektronowoltach,</li> <li>• obliczyć długości i częstotliwości fal odpowiadających liniom widzialnej części widma atomu wodoru,</li> <li>• objaśnić uogólniony wzór Balmera,</li> <li>• opisać różnice między światłem laserowym a światłem wysyłanym przez inne źródła,</li> <li>• wymienić zastosowania lasera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać zgodność wzoru Balmera z modelem Bohra budowy atomu wodoru,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem „rewolucyjnym”,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego model Bohra jest do dziś wykorzystywany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy ,że światło ma naturę dualną.</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
6	Promieniowanie rentgenowskie	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać właściwości promieni X,</li> <li>wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać widmo promieniowania rentgenowskiego,</li> <li>wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie ciągłym (promieniowania hamowania),</li> <li>wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie liniowym (promieniowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, jak powstaje krótkofalowa granica widma promieniowania hamowania <math>\lambda_{\min}</math>,</li> <li>wyprowadzić wzór na <math>\lambda_{\min}</math>,</li> <li>omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach,</li> <li>omówić zjawisko Comptona,</li> <li>wyjaśnić, co to znaczy, że promieniowanie rentgenowskie ma</li> </ul>



Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
7	Fale materii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzór na długość fali de Broglie'a.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać treść hipotezy de Broglie'a,</li> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na długość fali de Broglie'a,</li> <li>• obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych,</li> <li>• oszacować długość fal materii dla obiektów mikroskopowych i makroskopowych,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego właściwości falowe obiektów mikroskopowych (cząstek) mogą być zaobserwowane w eksperymentach, a nie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach),</li> <li>• przedstawić problem interpretacji fal materii,</li> <li>• omówić zastosowanie falowych właściwości cząstek ( badanie kryształów, mikroskop elektronowy),</li> <li>• przygotować prezentację na temat: <ul style="list-style-type: none"> <li>– interferencja fal materii na dwóch szczelinach.</li> <li>– interferencja pojedynczych elektronów (np. korzystając z animacji i symulacji zamieszczonych w multimedialnej obudowie podręcznika),</li> </ul> </li> <li>• przygotować prezentację pt. „Dualizm kwantowo-falowy w przyrodzie”.</li> </ul>

### 15. Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1	Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład przewodnika, półprzewodnika i izolatora,</li> <li>• omówić zależność właściwości elektrycznych substancji od obecności elektronów swobodnych,</li> <li>• omówić podział ciał na przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury,</li> <li>• używać pojęć: pasmo dozwolone, pasmo zabronione, pasmo podstawowe (walencyjne), pasmo przewodnictwa,</li> <li>• rozróżnić przewodnik, półprzewodnik i izolator na podstawie przedstawionego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić pasmowy model przewodnictwa ciała stałego,</li> <li>• opisać mechanizm przewodnictwa przewodników, półprzewodników i izolatorów, posługując się pasmowym modelem przewodnictwa,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego opór półprzewodników maleje ze wzrostem temperatury,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego domieszkuje się półprzewodniki,</li> <li>• opisać półprzewodniki typu n i p,</li> <li>• omówić zjawiska występujące na złączu n-p,</li> <li>• omówić działanie diody prostowniczej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat zastosowań półprzewodników.</li> </ul>

### Aneks 3. Doświadczenia

Lp.	Temat lekcji	Dostateczny Uczeń potrafi:	Dobry Uczeń potrafi:	Bardzo dobry Uczeń potrafi:
1-7	1. Pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny 2. Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy lub ciała stałego 3. Badanie kształtu linii pola elektrycznego 4. Badanie kształtu linii pola magnetycznego 5. Wyznaczanie współczynnika załamania światła 6. Wyznaczanie powiększenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki 7. Znajdowanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody półprzewodnikowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych, dokładność przyrządu</li> <li>• przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</li> <li>• wykonać samodzielnie kolejne czynności,</li> <li>• sporządzić tabelę wyników pomiaru,</li> <li>• obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</li> <li>• porządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować osie, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych),</li> <li>• zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty wraz z niepewnościami,</li> <li>• zapisać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć niepewność względną pomiaru,</li> <li>• oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniej korzystnego przypadku,</li> <li>• przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami,</li> <li>• dopasować graficznie prostą do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania,</li> <li>• odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej,</li> <li>• podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych,</li> <li>• zaproponować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych,</li> <li>• oszacować wielkość błędów systematycznych,               <ul style="list-style-type: none"> <li>• ocenić krytycznie,</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dopasować prostą do wyników pomiarów,</li> <li>• obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych,</li> <li>• obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru,</li> <li>• obliczyć odchylenie standardowe średniej dla każdej serii pomiarów,</li> <li>• podać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>,</li> <li>• ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną,</li> <li>• samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia wielkości fizycznej.</li> </ul>