

## **Szczegółowe wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania przez uczniów klas 3 z programem nauczania fizyki na poziomie rozszerzonym.**

*Program rozszerzony, podręcznik „Fizyka. Zakres rozszerzony” cz.3 M. Fiałkowska, B. Sagnowska, J. Salach, wydawnictwo WSiP S.A., nr dopuszczenia 975/3/2024/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

- posiada dodatkową wiedzę, 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 nauczania	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<b>Pole elektrostatyczne</b>				

Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych	<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć i zapisać wzorem prawo Coulomba, nazwać wszystkie występujące w nim wielkości fizyczne,</li> <li>wymienić sposoby elektryzowania ciał i zademonstrować jeden z nich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej,</li> <li>zademonstrować i objaśnić trzy sposoby elektryzowania ciał</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać wartość liczbową ładunku elementarnego,</li> <li>wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykazać doświadczalnie, że ładunek wyindukowany ma taką samą wartość jak ładunek indukujący</li> </ul>
Natężenie pola elektrostatycznego. Zademonstrowanie kształtu linii jednorodnego i centralnego pola elektrostatycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać, w jaki sposób za pomocą metalowej, naelektryzowanej kuleczki można zbadać, czy w przestrzeni istnieje pole elektrostatyczne,</li> <li>wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać definicję natężenia pola elektrostatycznego,</li> <li>przeprowadzić doświadczenie ilustrujące pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika,</li> <li>graficznie, za pomocą linii pola, przedstawić pole elektrostatyczne centralne i jednorodne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór informujący, od czego zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać i stosować w zadaniach zasadę superpozycji natężeń pól,</li> <li>wyjaśnić pojęcie dipola elektrycznego i opisać pole elektrostatyczne wytworzone przez dipol</li> </ul>

<p>Naelektryzowany przewodnik</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać doświadczenie z klatką Faradaya,</li> <li>• opisać rozkład ładunku dostarczonego przewodnikowi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować gęstość powierzchniową ładunku,</li> <li>• opisać rozkład gęstości powierzchniowej dla przewodników o nieregularnych kształtach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykres <math>E(r)</math> dla naelektryzowanego przewodnika kulistego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola w każdym punkcie powierzchni przewodnika w stanie równowagi jest prostopadłe do tej powierzchni</li> </ul>
<p>Przewodnik w polu elektrostatycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stwierdzić, że wewnątrz przewodnika umieszczonego w polu elektrostatycznym nie istnieje pole elektrostatyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić wpływ obecności przewodnika na pole elektrostatyczne wytworzone przez inny naładowany przewodnik znajdujący się w pobliżu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać i wyjaśnić procesy zachodzące w przewodniku umieszczonym w jednorodnym polu elektrostatycznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola wewnątrz przewodnika umieszczonego w jednorodnym polu elektrostatycznym jest równe zero</li> </ul>

<p>Analogie w opisie pól grawitacyjnego i elektrostatycznego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzorami i objaśnić analogie między prawem powszechnej grawitacji i prawem Coulomba,</li> <li>• wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie, i porównać z wielkościami, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie,</li> <li>• wymienić wielkości, od których zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, oraz jednostkę, w której go wyrażamy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między definicjami natężenia pola grawitacyjnego i pola elektrostatycznego,</li> <li>• podać definicję potencjału pola elektrostatycznego,</li> <li>• wyjaśnić, co mamy na myśli mówiąc, że natężenie pola i potencjał są wielkościami charakteryzującymi pole elektrostatyczne w danym punkcie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między wyrażeniami na energię potencjalną ładunku w grawitacyjnym i elektrostatycznym polu centralnym,</li> <li>• zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ładunku i wywnioskować jej zmiany podczas oddalania się ładunku od punktowego źródła pola elektrostatycznego i podczas zbliżania się ładunku do tego źródła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykresy zależności <math>E_p(r)</math> dla ładunków jedno- i różnoimiennych,</li> <li>• sporządzić i objaśnić wykresy zależności <math>V(r)</math> dla dodatniego i ujemnego źródła centralnego pola elektrostatycznego,</li> <li>• stosować zasadę superpozycji dla potencjałów,</li> <li>• wyprowadzić wzór na pracę w polu elektrostatycznym wyrażony poprzez różnicę potencjałów i udowodnić, że stosuje się dla każdego pola elektrostatycznego</li> </ul>
<p>Pojemność elektryczna ciała przewodzącego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać budowę elektroskopu i go naelektryzować,</li> <li>• nazwać stały dla danego przewodnika iloraz <math>Q/V</math> i podać jego jednostkę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pojemność elektryczną przewodnika i podać jej sens fizyczny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonać doświadczenie dowodzące, że elektroskop wskazuje różnicę potencjałów między listkami i obudową</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać wpływ zmiany położenia innego pobliskiego, uziemionego przewodnika na pojemność naładowanego przewodnika</li> </ul>
<p>Kondensator</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać budowę kondensatora płaskiego,</li> <li>• wymienić wielkości, od których zależy pojemność kondensatora płaskiego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcie napięcia między okładkami kondensatora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję kondensatora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i objaśnić związek natężenia pola między okładkami kondensatora z napięciem między nimi</li> </ul>

*Dielektryk w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić cechy dielektryka,</li> <li>wymienić kilka różnych dielektryków,</li> <li>opisać wpływ obecności dielektryka między okładkami kondensatora na jego pojemność</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić, na czym polega zjawisko polaryzacji dielektryka i kiedy to zjawisko zachodzi,</li> <li>zdefiniować stałą dielektryczną dielektryka i wyjaśnić jej sens fizyczny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dla kondensatora odłączonego od źródła napięcia (na podstawie doświadczenia) przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że włożenie dielektryka między okładki kondensatora powoduje wzrost jego pojemności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>za pomocą odpowiedniego rozumowania wyprowadzić wzór wyrażający związek natężenia pola między okładkami kondensatora wypełnionego dielektrykiem ze stałą dielektryczną tego dielektryka</li> </ul>
Energia naładowanego kondensatora. Zademonstrowanie przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (lampa błyskowa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać jedną z postaci wzoru wyrażającego energię potencjalną naładowanego kondensatora,</li> <li>zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotować prezentację na temat przemiany energii naładowanego kondensatora w inne rodzaje energii</li> </ul>
Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie faktu, że w polu elektrostatycznym na ciało naładowane działa siła, wnioskować, iż naładowana cząstka w takim polu się porusza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach:  <math>\vec{v}_0 = \vec{0}</math>, <math>\vec{v}_0 \parallel \vec{E}</math>, <math>\vec{v}_0 \perp \vec{E}</math>, gdzie <math>\vec{v}_0</math> to prędkość początkowa cząstki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotować prezentację na temat zasady działania i zastosowań akceleratora liniowego</li> </ul>

Prąd stały i modele przewodnictwa



<p>Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Zademonstrowanie pierwszego prawa Kirchhoffa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że w przewodniku płynie prąd elektryczny,</li> <li>• posługiwać się pojęciami natężenia prądu elektrycznego i napięcia elektrycznego wraz z ich jednostkami,</li> <li>• podać nazwy przyrządów do pomiaru natężenia prądu i napięcia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,</li> <li>• posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką,</li> <li>• podać treść I prawa Kirchhoffa,</li> <li>• stosować w zadaniach I prawo Kirchhoffa,</li> <li>• zademonstrować I prawo Kirchhoffa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku,</li> <li>• dodawać napięcia w układzie ogniów połączonych szeregowo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach,</li> <li>• skorzystać z tekstów dotyczących odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i przygotować prezentację o początkach prac nad prądem elektrycznym</li> </ul>
<p>Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik,</li> <li>• zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i wyjaśnić wielkości występujące w tym wzorze,</li> <li>• podać jednostkę oporu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przypomnieć pojęcie napięcia i jego jednostkę,</li> <li>• wyjaśnić, co nazywamy charakterystyką prądowo-napięciową,</li> <li>• wypowiedzieć i wyjaśnić prawo Ohma,</li> <li>• narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma,</li> <li>• opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odczytać z charakterystyki przewodnika jego opór,</li> <li>• sporządzić doświadczalnie charakterystyki prądowo-napięciowe żarówki i kilku przewodników,</li> <li>• zdefiniować jednostkę oporu i podać jej wielokrotności,</li> <li>• dodawać napięcia w układzie ogniów połączonych szeregowo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizować niepewności pomiarowe i wnioskować o proporcjonalności <math>I \sim U</math>,</li> <li>• podać sens fizyczny oporu,</li> <li>• wyjaśnić zasadę działania termometru oporowego,</li> <li>• wykreślić przybliżony kształt charakterystyki prądowo-napięciowej termistora</li> </ul>

<p>Łączenie szeregowe i równoległe odbiorników</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe,</li> <li>• objaśnić schemat domowej instalacji elektrycznej,</li> <li>• wyjaśnić funkcje bezpieczników i przewodu ochronnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• połączyć szeregowo kilka oporników,</li> <li>• połączyć równoległe kilka oporników i do tego układu zastosować I prawo Kirchhoffa,</li> <li>• obliczać opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rozkład napięć i natężeń prądu w połączeniach szeregowym lub równoległym oporników,</li> <li>• wyprowadzić wzór na opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• upraszczać schemat obwodu składającego się z oporników połączonych w sposób mieszany,</li> <li>• wyjaśnić ograniczenia metody pomiaru oporu za pomocą amperomierza i woltomierza</li> </ul>
<p>Zależność oporu od długości i przekroju poprzecznego przewodnika</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizować zależność oporu od wymiarów przewodnika,</li> <li>• posługiwać się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zbadać doświadczalnie zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zaplanować i wykonać doświadczenie, w którym wyznacza się opór właściwy przewodnika,</li> <li>• podać sens fizyczny oporu właściwego i przewodnictwa właściwego</li> </ul>
<p>Praca i moc prądu elektrycznego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu, objaśnić wielkości występujące we wzorach oraz podać jednostki pracy i mocy prądu,</li> <li>• odczytać i zinterpretować moc znamionową odbiornika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na ciepło Joule'a,</li> <li>• wykorzystać dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać przemiany energii w biernych i czynnych elementach obwodu,</li> <li>• opisać budowę wkładki topikowej i wyjaśnić jej rolę w obwodzie prądu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić rozumowanie pokazujące, jak zwiększanie liczby włączonych odbiorników, wpływa na wzrost natężenia prądu w sieci miejskiej</li> </ul>

<p>Siła elektromotoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzorem definicję wolta i objaśnić występujące w niej jednostki wielkości fizycznych,</li> <li>• zapisać prawo Ohma dla całego obwodu i nazwać występujące w nim wielkości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać, że przemieszczanie się ładunku między biegunami ogniwa galwanicznego jest skutkiem przemian chemicznych w ogniwie,</li> <li>• wskazać w prawie Ohma dla całego obwodu wielkości charakteryzujące ogniwo i stałe dla danego ogniwa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać, że praca wykonana w ogniwie jest wprost proporcjonalna do przemieszczonego ładunku,</li> <li>• zdefiniować siłę elektromotoryczną ogniwa,</li> <li>• opisać przemiany energetyczne w obwodzie zawierającym tylko elementy bierne i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla tego przypadku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić zasadę działania ogniwa galwanicznego,</li> <li>• podać sens fizyczny ilorazu <math>\frac{W}{\Delta q}</math>,</li> <li>• opisać przemiany energetyczne w obwodzie, gdy ogniwo posiada opór elektryczny (opór wewnętrzny), i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla całego obwodu,</li> <li>• zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego</li> </ul>
<p>Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzór wyrażający zależność <math>U(I)</math> dla obwodu zamkniętego i nazwać występujące w nim wielkości</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić schemat obwodu, na którym woltomierz wskazuje napięcie między biegunami źródła,</li> <li>• dokonać zmiany w schemacie tak, by woltomierz wskazywał siłę elektromotoryczną źródła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyznaczyć siłę elektromotoryczną i opór wewnętrzny baterii płaskiej na podstawie dopasowania prostej do danych na wykresie <math>U(I)</math> oraz interpretacji nachylenia tej prostej i punktów przecięcia z osiami</li> </ul>

<p>Wzrosty i spadki potencjału. Drugie prawo Kirchhoffa. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>skorzystać z umowy i zapisać II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci zawierającego oporniki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać II prawo Kirchhoffa dla obwodu zawierającego akumulator i obliczyć moc dostarczaną przez zasilacz,</li> <li>stosować prawa Kirchhoffa do obliczeń w obwodach zawierających baterie ogniw o różnych siłach elektromotorycznych,</li> <li>obliczać opór zastępczy na podstawie prawa Ohma i praw Kirchhoffa</li> </ul>
<p>Modele przewodnictwa ciał stałych: przewodników i półprzewodników</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać ruch nośników ładunku w metalach i półprzewodnikach,</li> <li>rozdzielić przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać wpływ domieszek na przewodnictwo półprzewodników,</li> <li>opisać zjawisko nadprzewodnictwa niektórych metali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie, w wyniku którego otrzymujemy związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku</li> </ul>
<p>Dioda półprzewodnikowa (złącze n-p).  Zastosowanie diody,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozdzielić półprzewodniki typu p i typu n,</li> <li>wyjaśnić ogólną zasadę działania diod</li> <li>zademonstrować diodę jako źródło światła,</li> <li>wymienić przykład urządzenia, w którym zastosowano tranzystor jako element wzmacniający</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać budowę i działanie złącza n-p,</li> <li>naszkicować i opisać charakterystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej,</li> <li>opisać zasadę działania prostownika jedno- i dwupołkowego,</li> <li>narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła</li> </ul>

<p>Przewodnictwo elektryczne cieczy i gazów</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać nośniki ładunku w cieczach i gazach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić i omówić sposoby jonizowania gazów,</li> <li>• wskazać rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola,</li> <li>• wyjaśnić zjawisko termoemisji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na prędkość jonów w elektrolicie i zinterpretować ten wzór,</li> <li>• opisać zmiany przewodnictwa gazu ze wzrostem napięcia między elektrodami,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie prądu nasycenia i opisać sposób zwiększania jego natężenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na opór właściwy elektrolitów,</li> <li>• wyjaśnić różnicę między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów,</li> <li>• skorzystać z tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i opisać doświadczenie Thomsona oraz odkrycie elektronu</li> </ul>
<p><b>Stale pole magnetyczne</b></p>				
<p>Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać wzajemne oddziaływania magnesów trwałych,</li> <li>• udowodnić doświadczalnie, że w pobliżu magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rysować linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych,</li> <li>• określić zwrot linii pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe,</li> <li>• opisać doświadczenie dowodzące, że bieguny magnetyczne zawsze występują parami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami dipoli i monopoli magnetycznych,</li> <li>• opisać pole magnetyczne Ziemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub tekstów z historii fizyki i przygotować prezentację na temat badań nad magnetyzmem ziemskim</li> </ul>
<p>Przewodnik z prądem w polu magnetycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonać doświadczenie Ørsteda,</li> <li>• zaobserwować, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić wnioski z przeprowadzonych obserwacji,</li> <li>• wymienić cechy siły elektrodynamicznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• znajdować siłę elektrodynamiczną, w przypadku gdy przewodnik z prądem jest prostopadły lub równoległy do linii pola magnetycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub historycznych i przygotować prezentację na temat znaczenia doświadczenia Ørsteda</li> </ul>

<p>Wektor indukcji magnetycznej</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić wielkości, od których zależy wartość siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym,</li> <li>• zapisać wzorem definicję wartości indukcji magnetycznej,</li> <li>• podać jednostkę indukcji magnetycznej,</li> <li>• wskazać zwrot indukcji magnetycznej jednorodnego pola magnetycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać takie położenia przewodnika z prądem w polu magnetycznym, w których na ten przewodnik: 1) nie działa siła elektrodynamiczna, 2) działa siła elektrodynamiczna o maksymalnej wartości,</li> <li>• wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej,</li> <li>• stosować regułę lewej dłoni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wektorowo wzór na siłę elektrodynamiczną i omówić wnioski wynikające z tego wzoru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudowektorem</li> </ul>
<p>Naładowana cząstka w polu magnetycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i>,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku <math>\vec{B} \perp \vec{v}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że siła Lorentza nie wykonuje pracy,</li> <li>• zapisać wzorem i wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej,</li> <li>• podać przykłady zastosowania cyklotronu,</li> <li>• omówić rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że jeśli prędkość naładowanej cząstki jest prostopadła do linii pola magnetycznego, to cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością,</li> <li>• obliczyć okres obiegu i promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić budowę i zasadę działania cyklotronu,</li> <li>• opisać tor naładowanej cząstki, której prędkość tworzy z liniami pola dowolny kąt <math>\alpha</math>,</li> <li>• przedyskutować ruch naładowanych cząstek w skrzyżowanych polach: elektrycznym i magnetycznym,</li> <li>• omówić powstawanie zjawiska zorzy polarnej</li> </ul>
<p>Pole magnetyczne przewodników, przez które płynie prąd</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• naszkicować linie pól magnetycznych prostoliniowego przewodnika z prądem oraz zwojnicy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać wzorami wartości indukcji magnetycznej pól wytworzonych w próżni przez bardzo długi prostoliniowy przewodnik oraz we wnętrzu długiej zwojnicy,</li> <li>• stosować regułę prawej dłoni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić pojęcie przenikalności magnetycznej próżni i podać jej wymiar,</li> <li>• podać wartość, kierunek i zwrot indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez pojedynczy zwój</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu w prostoliniowym przewodniku i długiej zwojnicy,</li> <li>• stosować zasadę superpozycji dla pól magnetycznych przewodników z prądem</li> </ul>

Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zaobserwować i opisać wzajemne oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem,</li> <li>• posługiwać się definicją ampera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zinterpretować wzory wyrażające siły wzajemnego oddziaływania przewodników,</li> <li>• podać definicję ampera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na wartość siły wzajemnego oddziaływania dwóch długich, równoległych przewodników z prądem</li> </ul>
Silnik elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać silnik elektryczny jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii elektrycznej na mechaniczną,</li> <li>• wymienić zastosowania silnika elektrycznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać budowę modelu silnika elektrycznego,</li> <li>• narysować siły działające na ramkę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na przykładzie omówić zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie samodzielnie odszukanych informacji z historii odkryć w fizyce i technice oraz tekstów popularnonaukowych przygotować prezentację na temat silników elektrycznych</li> </ul>
Właściwości magnetyczne substancji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować właściwość ferromagnetyka odróżniającą go od innych substancji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać właściwości i zastosowania ferromagnetyków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy po umieszczeniu w jej wnętrzu rdzenia z ferromagnetyka lub paramagnetyka,</li> <li>• obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować względną przenikalność magnetyczną substancji,</li> <li>• rozróżniać substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej,</li> <li>• omówić proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyka na podstawie pętli histerezy</li> </ul>

### Indukcja elektromagnetyczna i prąd przemienny

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzenia prądu indukcyjnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować strumień magnetyczny i jego jednostkę,</li> <li>• podać ogólny warunek wzbudzenia prądu indukcyjnego w zamkniętym obwodzie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• na podstawie tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> </ul>
Siła elektromotoryczna indukcji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać sposób obliczania napięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• sformułować prawo indukcji Faradaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na napięcie między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• na podstawie prawa Faradaya sformułować warunek, przy spełnieniu którego SEM indukcji ma stałą wartość,</li> <li>• obliczać siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia indukcji magnetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na SEM indukcji,</li> <li>• przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji,</li> <li>• sporządzać i interpretować wykresy <math>\Phi(t)</math>, <math>\mathcal{E}(t)</math> oraz <math>I(t)</math></li> </ul>
Reguła Lenza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie,</li> <li>• wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować regułę Lenza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii,</li> <li>• stosować regułę Lenza w prostych przykładach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach</li> </ul>



*Zjawisko samoindukcji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład występowania zjawiska samoindukcji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji,</li> <li>• wymienić wielkości fizyczne, od których zależy indukcyjność zwojnicy, i podać jednostkę indukcyjności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na SEM samoindukcji,</li> <li>• uzasadnić kształt wykresu <math>I(t)</math> podczas zamykania i otwierania obwodu prądu stałego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na SEM samoindukcji i przeprowadzić analizę jej znaku</li> </ul>
Prąd zmienny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazać prądnicę jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną,</li> <li>• nazwać prąd powstający w prądnicie i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę,</li> <li>• podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu,</li> <li>• zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicie od czasu,</li> <li>• wyjaśnić sens fizyczny natężenia i napięcia skutecznego i zapisać te wielkości wzorami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy,</li> <li>• zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego,</li> <li>• zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzać wykresy <math>\Phi(t)</math> i <math>\mathcal{E}(t)</math> oraz analizować ich przebieg,</li> <li>• przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu przemiennego,</li> <li>• wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu <math>I(t)</math></li> </ul>
Transformator	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator,</li> <li>• opisać budowę transformatora,</li> <li>• rozpoznać wyłącznik różnicowy i posłużyć się nim</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić zasadę działania transformatora,</li> <li>• zdefiniować przekładnię transformatora,</li> <li>• zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skutecznych w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• znaleźć związek między natężeniami prądu w uzwojeniach transformatora,</li> <li>• wykazać efektywność przesyłania prądu pod wysokim napięciem,</li> <li>• obliczać straty energii w linii przesyłowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora,</li> <li>• wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego</li> </ul>

## Optyka geometryczna

<p>Zjawisko odbicia i załamania światła</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać promień świetlny jako wąską wiązkę światła,</li> <li>• przedstawić schematycznie zjawisko odbicia i wskazać promień padający na powierzchnię, promień odbity i normalną,</li> <li>• przedstawić schematycznie zjawisko załamania światła i wskazać promień załamany,</li> <li>• rozróżnić odbicie i rozpraszanie światła,</li> <li>• wymienić zjawiska powstające na skutek rozpraszania światła w atmosferze</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przypomnieć (klasa 8) pojęcia długości fali i częstotliwości,</li> <li>• wyjaśnić zasadę działania światła odblaskowych,</li> <li>• wypowiedzieć prawo odbicia i stosować je w różnych przykładach,</li> <li>• zapisać wzorem i objaśnić prawo załamania oraz stosować je w różnych przykładach,</li> <li>• zademonstrować zjawisko rozpraszania światła w ośrodku,</li> <li>• podać przykład występowania zjawiska mirażu dolnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przybliżony zakres długości i częstotliwości fal świetlnych,</li> <li>• zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównać rzędy wielkości obiektów, z którymi się stykamy, z długościami fal światła widzialnego,</li> <li>• wyjaśnić zjawiska atmosferyczne, których przyczyną jest rozpraszanie światła w ośrodku,</li> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko mirażu dolnego</li> </ul>
<p>Całkowite wewnętrzne odbicie. Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia jako przypadek, gdy światło padające na granicę dwóch ośrodków nie przechodzi do drugiego ośrodka,</li> <li>• wskazać światłowody jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• za pomocą rysunku objaśnić zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i zdefiniować kąt graniczny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić prawo załamania dla przypadku granicznego,</li> <li>• wyznaczyć wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat wykorzystania światłowodów,</li> <li>• przeprowadzić analizę niepewności współczynnika załamania wyznaczonego doświadczalnie</li> </ul>
<p>Zwierciadła</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• naszkicować konstrukcję obrazu punktowego źródła światła w zwierciadle płaskim,</li> <li>• naszkicować zwierciadło kuliste wklęsłe i opisać jego cechy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konstruować obrazy przedmiotu w zwierciadłach płaskich i kulistych oraz wymieniać ich cechy,</li> <li>• posługiwać się pojęciem powiększenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać definicję powiększenia,</li> <li>• wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od zwierciadła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać zależność ogniskowej zwierciadła kulistego od kąta padania światła,</li> <li>• wyprowadzić równanie zwierciadła i je zinterpretować,</li> <li>• przedstawić zależność <math>y(x)</math> za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres</li> </ul>

<p>Odchylenie promienia świetlnego w pryzmacie. Rozszczepienie światła</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować powstawanie widma ciągłego światła białego i wymienić główne barwy,</li> <li>• opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• naszkicować przejście wiązki światła przez pryzmat i zaznaczyć kąt odchylenia wiązki,</li> <li>• podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić związek między bezwzględnymi współczynnikami załamania i długościami fali świetlnej w obu ośrodkach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na kąt odchylenia w pryzmacie i go zinterpretować,</li> <li>• opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną,</li> <li>• przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie</li> </ul>
<p>Soczewki. Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konstruować obrazy w soczewce wypukłej dla różnych odległości przedmiotu od soczewki i podać cechy tych obrazów,</li> <li>• przedstawić schematycznie powstawanie obrazu w soczewce wklęsłej i podać cechy tego obrazu,</li> <li>• zdefiniować zdolność skupiającą soczewki i podać jej jednostkę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nazwać soczewki o różnych kształtach,</li> <li>• zdefiniować zdolność skupiającą układu soczewek,</li> <li>• wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od soczewki,</li> <li>• stosować do obliczeń wzór soczewkowy i równanie soczewki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić równanie soczewki,</li> <li>• doświadczalnie zbadać zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu,</li> <li>• wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór soczewkowy i go zinterpretować,</li> <li>• sporządzić wykres zależności <math>y(x)</math> dla soczewki skupiającej i go zinterpretować,</li> <li>• wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej</li> </ul>

<p>Lupa i oko. Wady wzroku</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać znak zdolności skupiającej soczewek używanych przez krótkowidzów i dalekowidzów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić zasadę działania lupy, narysować obraz otrzymywany w lupie,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność,</li> <li>• podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy,</li> <li>• podać przykłady wykorzystania przyrządów optycznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat oka jako przyrządu optycznego i wad wzroku,</li> <li>• opisać budowę mikroskopu optycznego i wyprowadzić wzór na powiększenie</li> </ul>
--------------------------------	---	--	--	--

### Elementy fizyki relatywistycznej.

<p>Ruch w różnych układach odniesienia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, że znając położenie i prędkość ciała w jednym układzie odniesienia, można obliczyć położenie i prędkość w innym układzie i że wielkości te mają różne wartości,</li> <li>• wyjaśnić, że gdy zjawiska zachodzące równocześnie w jednym układzie odniesienia, są równoczesne także w innych układach odniesienia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, że związki między przemieszczeniami i prędkościami w różnych układach odniesienia to transformacje Galileusza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć w dowolnej chwili położenie ciała w układzie związanym z Ziemią, jeśli zna jego położenie w układzie poruszającym się względem Ziemi ruchem jednostajnym prostoliniowym (gdy <math>v \ll c</math>),</li> <li>• obliczyć wartość przemieszczenia i szybkość ciała w powyższym przypadku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować transformacje Galileusza w zadaniach</li> </ul>
--	---	---	--	---

<p>Maksymalna szybkość przekazu informacji w przyrodzie. Założenia szczególnej teorii względności</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, że szybkość światła <math>c</math> jest jednakowa dla wszystkich obserwatorów niezależnie od ich ruchu oraz ruchu źródła światła,</li> <li>• wyjaśnić, że <math>c</math> jest największą, graniczną szybkością przekazywania informacji w przyrodzie,</li> <li>• wyjaśnić, że zgodnie ze szczególną teorią względności Einsteina w różnych układach odniesienia czas płynie inaczej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, że dla szybkości bliskich szybkości światła w próżni, nie można korzystać z transformacji Galileusza,</li> <li>• wyjaśnić, co to jest rok świetlny,</li> <li>• uzasadnić fakt, że obserwacje astronomiczne dają nam informacje o stanie obiektów przed milionami lub miliardami lat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać, że przy założeniu niezależności szybkości światła od układu odniesienia, czas upływający między dwoma tymi samymi zdarzeniami w różnych układach odniesienia jest różny,</li> <li>• wyjaśnić, że dla ruchu z szybkością bliską <math>c</math> nie obowiązuje zwykły wzór na energię kinetyczną.</li> </ul>	
<p>Czas w różnych układach odniesienia</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić związek między czasem trwania procesu w układzie własnym, a jego czasem mierzonym w układzie odniesienia, który porusza się względem poprzedniego ze stałą szybkością, bliską szybkości światła,</li> <li>• przedstawić przykład skutków różnego upływu czasu w różnych układach odniesienia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić związek między czasem upływającym w dwóch różnych układach odniesienia, z których jeden porusza się ze stałą szybkością, bliską <math>c</math> względem drugiego układu</li> </ul>
<p>Pęd i energia w fizyce relatywistycznej</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, że w układzie, w którym ciało spoczywa ma ono energię <math>E = mc^2</math> zwaną energią spoczynkową ciała.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać wzory na pęd i energię w ujęciu relatywistycznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać ze wzorów na całkowitą energię ciała swobodnego i pęd relatywistyczny.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skomentować różnice pomiędzy wynikami uzyskiwanymi w ujęciu klasycznym i relatywistycznym.</li> </ul>
<p><b>Niepewności pomiarowe</b></p>				

<p>Przypomnienie wiadomości z zakresu niepewności pomiarowych. Niepewność wyniku pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomiaru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, błędy: gruby, systematyczny, przypadkowy, niepewność względna),</li> <li>• objaśnić podstawowe pojęcia,</li> <li>• wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru,</li> <li>• rozróżnić błędy przypadkowe i systematyczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzór na niepewność względną,</li> <li>• wyznaczyć średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzalnego,</li> <li>• zapisać wynik pomiaru wraz z jednostką oraz informacją o niepewności,</li> <li>• przeprowadzać obliczenia i zapisywać wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować niepewność względną,</li> <li>• objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu, oraz jaki jest jej wkład w niepewność standardową wyniku pomiarów,</li> <li>• przedstawić wyniki pomiarów w postaci wykresu słupkowego (histogramu),</li> <li>• obliczać niepewność standardową w sytuacji, gdy <math>S_{x\text{śr}} \ll \Delta x</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić parametry charakteryzujące funkcję Gaussa,</li> <li>• opisać funkcję Gaussa,</li> <li>• omówić wpływ liczby pomiarów na wartość niepewności,</li> <li>• opisać trzy sytuacje, w których „wkłady” do niepewności standardowej miary rozrzutu wyników i wartości niepewności granicznej są różne,</li> <li>• posługiwać się wzorami na niepewność standardową w każdej z tych trzech sytuacji,</li> <li>• wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących</li> </ul>
---	--	---	---	---

\*\*\* Uzupełnienie treści niezrealizowanych w klasie 2. ( Fale mechaniczne i zjawiska falowe)