

Wymagania edukacyjne z fizyki dla klasy 3 – poziom rozszerzony

Zasady ogólne

1. Wymagania na każdy stopień **wyższy** niż dopuszczający obejmują również wymagania na stopień **poprzedni**.
2. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonywać **proste** zadania obowiązkowe (łatwe – na stopień dostateczny i bardzo łatwe – na stopień dopuszczający); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający – przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).
3. Czynności wymagane na poziomach wymagań 3. **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
4. W wypadku wymagań na stopnie 4. **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **bardziej złożone** lub **dodatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry – trudne i wymagające umiejętności złożonych).
5. Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia 5. **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry wykraczające poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy; rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowania wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub olimpiadzie fizycznej).

Wymagania ogólne – uczeń:

- zna i wykorzystuje pojęcia i prawa fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie;
- analizuje teksty popularnonaukowe i ocenia ich treść;
- wykorzystuje i przetwarza informacje zapisane w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków;
- buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk;
- planuje i wykonuje proste doświadczenia, analizuje ich wyniki.

Ponadto:

- wykorzystuje narzędzia matematyki i formułuje sądy oparte na rozumowaniu matematycznym;
- wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów oraz formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody;
- wyszukuje, selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje;
- potrafi pracować w zespole.

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższym poziomie oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższym poziomie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższym poziomie oraz potrafi:
Zjawiska termodynamiczne				
1. Równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki. Badanie procesu wyrównywania temperatury ciał	<ul style="list-style-type: none"> wymienić różnice w budowie i właściwościach ciał w różnych stanach skupienia 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co rozumiemy pod pojęciem „stan równowagi termodynamicznej” 	<ul style="list-style-type: none"> wymienić wielkości, których będziemy używać w termodynamice, i przypisać każdej odpowiedni symbol, badać proces wyrównywania temperatury ciał i posługiwać się bilansem cieplnym 	<ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć i objaśnić na przykładzie zerową zasadę termodynamiki
2. Ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym	<ul style="list-style-type: none"> wymienić wielkości fizyczne, od których zależy ciśnienie gazu w zamkniętym naczyniu 	<ul style="list-style-type: none"> wymienić warunki, jakie powinien spełniać gaz doskonały 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego i objaśnić występujące w nim wielkości 	<ul style="list-style-type: none"> przekształcić wzór podstawowy do postaci wiążącej ciśnienie z masą lub gęstością gazu i objaśnić występujące w nim wielkości
3. Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić związek temperatury w skali Celsjusza i Kelvina, zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnić stwierdzenie, że równość temperatur dwóch gazów oznacza równość średnich energii ruchu postępowego cząsteczek obu gazów, zapisać związek temperatury gazu w skali Kelvina ze średnią energią kinetyczną ruchu postępowego cząsteczek tego gazu, zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona 	<ul style="list-style-type: none"> przekształcić wzór podstawowy teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego do postaci równania stanu gazu doskonałego 	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć stałą gazową R i przekształcić równanie stanu gazu doskonałego do postaci równania Clapeyrona, wyrazić średnią energię ruchu postępowego cząsteczek gazu poprzez stałą Boltzmana i temperaturę w skali bezwzględnej
4–6. Szczególne przemiany gazu doskonałego	<ul style="list-style-type: none"> wymienić trzy szczególne przemiany gazu doskonałego i wskazać wielkość stałą w każdej przemianie 	<ul style="list-style-type: none"> wypowiedzieć, zapisać wzorem i objaśnić prawo Boyle’a, Charles’a i Gay-Lussaca 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co to znaczy, że proces jest kwazistatyczny, sporządzać wykresy zależności $p(V)$ przy stałej temperaturze gazu, $p(T)$ przy stałej objętości gazu i $V(T)$ przy stałym ciśnieniu 	<ul style="list-style-type: none"> skorzystać z równania Clapeyrona i wyprowadzić prawo Boyle’a, prawo Charles’a i prawo Gay-Lussaca
7. Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody	<ul style="list-style-type: none"> wymienić rodzaje energii cząsteczek gazu, wyjaśnić pojęcie „energia wewnętrzna ciała” 	<ul style="list-style-type: none"> uzasadnić fakt, że cząsteczki gazu doskonałego mają tylko energię kinetyczną wszystkich rodzajów ruchu 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie „stopień swobody”, wytłumaczyć zasadę ekwipartycji energii i zapisać wzór na całkowitą energię kinetyczną 	<ul style="list-style-type: none"> za pomocą odpowiedniego obliczenia wykazać, że cząsteczki gazów jednoatomowych mają trzy stopnie swobody

			<p>cząsteczki, która ma i stopni swobody,</p> <ul style="list-style-type: none"> • skorzystać z zasady ekwipartycji energii i zapisać oraz skomentować wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu doskonałego o stałej masie 	
9–10. Szczególne przemiany gazu doskonałego a pierwsza zasada termodynamiki	<ul style="list-style-type: none"> • opisać przemianę adiabatyczną gazu 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej i adiabatycznej oraz przedyskutować znaki wielkości fizycznych dla różnych przypadków 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemiany izobarycznej i przedyskutować znaki W i Q dla różnych przypadków 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykresy zależności $p(V)$ dla przemian izotermicznej i adiabatycznej, • wytłumaczyć różnicę w kształcie izobar i adiabat
11. Ciepło właściwe i ciepło molowe	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić różnicę między ciepłem właściwym i ciepłem molowym 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzory na ciepło wymienione z otoczeniem za pomocą wielkości fizycznych: ciepło właściwe i ciepło molowe 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i skomentować związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić związek między ciepłem molowym gazu w stałej objętości i ciepłem molowym gazu pod stałym ciśnieniem
12. Energia wewnętrzna jako funkcja stanu		<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu w przemianie izochorycznej i stwierdzić, że wzór ten stosuje się w dowolnej przemianie 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu i wywnioskować na tej podstawie, że zmiana energii wewnętrznej w dowolnej przemianie gazu doskonałego zachodzącej między stanami A i B jest równa zmianie energii wewnętrznej dla przemiany izochorycznej zachodzącej między tymi stanami 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić obliczenia pozwalające znaleźć związek między ciepłami molowymi gazu pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości a liczbą stopni swobody cząsteczki
13–15. Silniki cieplne. Odwracalny cykl Carnota	<ul style="list-style-type: none"> • stwierdzić, że zamiana części dostarczonego ciepła na pracę jest podstawą działania silnika cieplnego, • opisać kolejne fazy pracy silnika spalinowego czterosurowowego 	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykład sytuacji, w której dostarczenie ciepła skutkuje jednorazowym wykonaniem pracy, • wyjaśnić ideę Carnota i zdefiniować sprawność silnika, • opisać zasadę działania chłodziarek i pomp ciepłych 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać i objaśnić cykl Carnota i działanie idealnego silnika cieplnego, • zapisać i skomentować wzór na pracę wykonaną przez silnik cieplny, • sformułować drugą zasadę termodynamiki 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać procesy odwracalne (w tym proces kwazistatyczny) oraz procesy nieodwracalne, • sporządzić wykres cyklu odwrotnego do cyklu Carnota, • zdefiniować skuteczność chłodzenia
16. Fluktuacje. Wzmianka o entropii	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykład wzrastającego nieuporządkowania układu i nazwać go wzrostem entropii 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić znaczenie Słońca jako źródła energii, której dostarczenie do układu powoduje zmniejszenie jego entropii 	<ul style="list-style-type: none"> • podać i objaśnić warunek stosowalności ogólnego sformułowania drugiej zasady termodynamiki 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie fluktuacji i podać przykłady ich występowania w przyrodzie

17–20. Przejścia fazowe. Zademonstrowanie stałości temperatury podczas przemiany fazowej. Wyznaczanie temperatury topnienia i krzepnięcia naftalenu	<ul style="list-style-type: none"> • podać fazy, w których może występować ta sama substancja, • opisać zjawiska topnienia i parowania 	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję ciepła topnienia i ciepła parowania, • wyjaśnić, dlaczego temperatura wrzenia cieczy zależy od ciśnienia zewnętrznego, • zademonstrować stałość temperatury podczas przemiany fazowej 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykres zależności temperatury od ilości dostarczonego ciepła 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić analizę energetyczną procesu topnienia i procesu parowania, • wyznaczyć temperaturę topnienia i krzepnięcia naftalenu
21. Para nasycona i para nienasycona	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcia: para nienasycona i para nasycona 	<ul style="list-style-type: none"> • wytłumaczyć, co to znaczy, że para jest w równowadze z cieczą, z której powstała, • podać sposób zwiększenia ciśnienia pary nasyconej 	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunki, przy spełnieniu których do pary nienasyconej można stosować prawa gazowe, • podać i objaśnić związek temperatury wrzenia cieczy z ciśnieniem zewnętrznym 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykres zależności ciśnienia pary nasyconej od temperatury i wytłumaczyć jego kształt, • wyjaśnić pojęcie „punkt potrójny”
22. Rozszerzalność temperaturowa ciał. Zademonstrowanie rozszerzalności temperaturowej wybranych ciał stałych	<ul style="list-style-type: none"> • odpowiedzieć na pytanie: <i>Co nazywamy bezwzględnym, a co względnym przyrostem objętości?</i>, • podać sens fizyczny współczynnika rozszerzalności objętościowej i liniowej, • podać przykład sytuacji z codziennego życia, w której musimy uwzględnić zjawisko rozszerzalności temperaturowej ciał 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór definicyjny współczynnika rozszerzalności objętościowej, • odpowiedzieć na pytanie, od czego zależy, współczynnik rozszerzalności objętościowej, • zademonstrować rozszerzalność temperaturową wybranych ciał stałych 	<ul style="list-style-type: none"> • porównać współczynniki rozszerzalności objętościowej ciał stałych, cieczy i gazów, • opisać zjawisko anomalnej rozszerzalności wody 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że współczynnik rozszerzalności objętościowej ciał stałych jest w przybliżeniu trzykrotnie większy od współczynnika rozszerzalności liniowej, • obliczyć wartość współczynnika rozszerzalności objętościowej gazów doskonałych
23. *Transport energii przez przewodnictwo i konwekcję				<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, na czym polega transport energii przez przewodnictwo cieplne i przez konwekcję, • objaśnić wzór na szybkość przekazu ciepła w pręcie
Pole elektrostatyczne				
1–2. Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych	<ul style="list-style-type: none"> • wypowiedzieć i zapisać wzorem prawo Coulomba, nazwać wszystkie występujące w nim wielkości fizyczne, • wymienić sposoby elektryzowania ciał i zademonstrować jeden z nich 	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej, • zademonstrować i objaśnić trzy sposoby elektryzowania ciał 	<ul style="list-style-type: none"> • podać wartość liczbową ładunku elementarnego, • wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać doświadczalnie, że ładunek wyindukowany ma taką samą wartość jak ładunek indukujący
3–4. Natężenie pola elektrostatycznego.	<ul style="list-style-type: none"> • opisać, w jaki sposób za pomocą metalowej, naelektryzowanej kuleczki można zbadać, czy 	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję natężenia pola elektrostatycznego, 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór informujący, od czego zależy natężenie centralnego pola 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać i stosować w zadaniach zasadę superpozycji natężeń pól,

Zademonstrowanie kształtu linii jednorodnego i centralnego pola elektrostatycznego	w przestrzeni istnieje pole elektrostatyczne, <ul style="list-style-type: none"> wymienić wielkości, od których zależy natężenie centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie 	<ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić doświadczenie ilustrujące pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika, graficznie, za pomocą linii pola, przedstawić pole elektrostatyczne centralne i jednorodne 	elektrostatycznego w danym punkcie	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie dipola elektrycznego i opisać pole elektrostatyczne wytworzone przez dipol
5. Naelektryzowany przewodnik	<ul style="list-style-type: none"> opisać doświadczenie z klatką Faradaya, opisać rozkład ładunku dostarczonego przewodnikowi 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować gęstość powierzchniową ładunku, opisać rozkład gęstości powierzchniowej dla przewodników o nieregularnych kształtach 	<ul style="list-style-type: none"> sporządzić wykres $E(r)$ dla naelektryzowanego przewodnika kulistego 	<ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola w każdym punkcie powierzchni przewodnika w stanie równowagi jest prostopadłe do tej powierzchni
6. Przewodnik w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> stwierdzić, że wewnątrz przewodnika umieszczonego w polu elektrostatycznym nie istnieje pole elektrostatyczne 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić wpływ obecności przewodnika na pole elektrostatyczne wytworzone przez inny naładowany przewodnik znajdujący się w pobliżu 	<ul style="list-style-type: none"> opisać i wyjaśnić procesy zachodzące w przewodniku umieszczonym w jednorodnym polu elektrostatycznym 	<ul style="list-style-type: none"> przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że natężenie pola wewnątrz przewodnika umieszczonego w jednorodnym polu elektrostatycznym jest równe zeru
7–10. Analogie w opisie pól grawitacyjnego i elektrostatycznego	<ul style="list-style-type: none"> zapisać wzorami i objaśnić analogie między prawem powszechnej grawitacji i prawem Coulomba, 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, wymienić wielkości, od których zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie, oraz jednostkę, w której go wyrażamy 	<ul style="list-style-type: none"> wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między definicjami natężenia pola grawitacyjnego i pola elektrostatycznego, podać definicję potencjału pola elektrostatycznego, wyjaśnić, co mamy na myśli mówiąc, że natężenie pola i potencjał są wielkościami charakteryzującymi pole elektrostatyczne w danym punkcie 	<ul style="list-style-type: none"> wskazać analogie i różnice (związane z istnieniem ładunków dodatnich i ujemnych), między wyrażeniami na energię potencjalną ładunku w grawitacyjnym i elektrostatycznym polu centralnym, 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 	<ul style="list-style-type: none"> sporządzić wykresy zależności $E_p(r)$ dla ładunków jedno- i różnoimiennych, sporządzić i objaśnić wykresy zależności $V(r)$ dla dodatniego i ujemnego źródła centralnego pola elektrostatycznego, stosować zasadę superpozycji dla potencjałów, wyprowadzić wzór na pracę w polu elektrostatycznym wyrażony poprzez różnicę potencjałów i udowodnić, że stosuje się dla każdego pola elektrostatycznego
11. Pojemność elektryczna ciała przewodzącego	<ul style="list-style-type: none"> opisać budowę elektroskopu i go naelektryzować, nazwać stały dla danego przewodnika iloraz Q/V i podać jego jednostkę 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować pojemność elektryczną przewodnika i podać jej sens fizyczny 	<ul style="list-style-type: none"> wykonać doświadczenie dowodzące, że elektroskop wskazuje różnicę potencjałów między listkami i obudową 	<ul style="list-style-type: none"> opisać wpływ zmiany położenia innego pobliskiego, uziemionego przewodnika na pojemność naładowanego przewodnika

12–13. Kondensator	<ul style="list-style-type: none"> opisać budowę kondensatora płaskiego, wymienić wielkości, od których zależy pojemność kondensatora płaskiego 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić pojęcie napięcia między okładkami kondensatora 	<ul style="list-style-type: none"> podać definicję kondensatora 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić i objaśnić związek natężenia pola między okładkami kondensatora z napięciem między nimi
14. Dielektryk w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> wymienić cechy dielektryka, wymienić kilka różnych dielektryków, opisać wpływ obecności dielektryka między okładkami kondensatora na jego pojemność 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polega zjawisko polaryzacji dielektryka i kiedy to zjawisko zachodzi, zdefiniować stałą dielektryczną dielektryka i wyjaśnić jej sens fizyczny 	<ul style="list-style-type: none"> dla kondensatora odłączonego od źródła napięcia (na podstawie doświadczenia) przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wniosku, że włożenie dielektryka między okładki kondensatora powoduje wzrost jego pojemności 	<ul style="list-style-type: none"> za pomocą odpowiedniego rozumowania wyprowadzić wzór wyrażający związek natężenia pola między okładkami kondensatora wypełnionego dielektrykiem ze stałą dielektryczną tego dielektryka
15. Energia naładowanego kondensatora. Zademonstrowanie przekazu energii podczas rozładowania kondensatora (lampa błyskowa)	<ul style="list-style-type: none"> stwierdzić, że skoro do naładowania kondensatora trzeba wykonać pracę, to posiada on energię 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać jedną z postaci wzoru wyrażającego energię potencjalną naładowanego kondensatora, zademonstrować przekaz energii podczas rozładowania kondensatora 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na energię naładowanego kondensatora i przekształcić go do innych postaci 	<ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat przemiany energii naładowanego kondensatora w inne rodzaje energii
16. Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> na podstawie faktu, że w polu elektrostatycznym na ciało naładowane działa siła, wnioskować, iż naładowana cząstka w takim polu się porusza 	<ul style="list-style-type: none"> podać i objaśnić wzór na przyspieszenie, z jakim porusza się cząstka naładowana w jednorodnym polu elektrostatycznym 	<ul style="list-style-type: none"> opisać ruch cząstki naładowanej dodatnio i cząstki naładowanej ujemnie w jednorodnym polu elektrostatycznym w następujących przypadkach: $\vec{v}_0 = \vec{0}, \vec{v}_0 \parallel \vec{E}, \vec{v}_0 \perp \vec{E},$ gdzie \vec{v}_0 to prędkość początkowa cząstki 	<ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat zasady działania i zastosowań akceleratora liniowego
Prąd stały i modele przewodnictwa				
1–2. Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Zademonstrowanie pierwszego prawa Kirchhoffa	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić, co to znaczy, że w przewodniku płynie prąd elektryczny, posługiwać się pojęciami natężenia prądu elektrycznego i napięcia elektrycznego wraz z ich jednostkami, podać nazwy przyrządów do pomiaru natężenia prądu i napięcia 	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę, posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką, podać treść I prawa Kirchhoffa, stosować w zadaniach I prawo Kirchhoffa, zademonstrować I prawo Kirchhoffa 	<ul style="list-style-type: none"> zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, dotrzymywać napięcia w układzie ogniw połączonych szeregowo 	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach, skorzystać z tekstów dotyczących odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i przygotować prezentację o początkach prac nad prądem elektrycznym
3–7. Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu	<ul style="list-style-type: none"> podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik, 	<ul style="list-style-type: none"> przypomnieć pojęcie napięcia i jego jednostkę, 	<ul style="list-style-type: none"> odczytać z charakterystyki przewodnika jego opór, 	<ul style="list-style-type: none"> analizować niepewności pomiarowe i wnioskować o proporcjonalności $I \sim U$,

	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i objaśnić wielkości występujące w tym wzorze, • podać jednostkę oporu 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co nazywamy charakterystyką prądowo-napięciową, • wypowiedzieć i objaśnić prawo Ohma, • narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma, • opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić doświadczalnie charakterystyki prądowo-napięciowe żarówki i kilku przewodników, • zdefiniować jednostkę oporu i podać jej wielokrotności, • dodawać napięcia w układzie ogniw połączonych szeregowo 	<ul style="list-style-type: none"> • podać sens fizyczny oporu, • wyjaśnić zasadę działania termometru oporowego, • wykreślić przybliżony kształt charakterystyki prądowo-napięciowej termistora
8–9. Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników	<ul style="list-style-type: none"> • narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe, • objaśnić schemat domowej instalacji elektrycznej, • wyjaśnić funkcje bezpieczników i przewodu ochronnego 	<ul style="list-style-type: none"> • połączyć szeregowo kilka oporników, • połączyć równoległe kilka oporników i do tego układu zastosować I prawo Kirchhoffa, • obliczać opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać rozkład napięć i natężeń prądu w łączeniach szeregowym lub równoległym oporników, • wyprowadzić wzór na opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równoległe 	<ul style="list-style-type: none"> • upraszczać schemat obwodu składającego się z oporników połączonych w sposób mieszany, • wyjaśnić ograniczenia metody pomiaru oporu za pomocą amperomierza i woltomierza
10. Zależność oporu od długości i przekroju poprzecznego przewodnika	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właściwy i wymiary geometryczne 	<ul style="list-style-type: none"> • analizować zależność oporu od wymiarów przewodnika, • posługiwać się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką 	<ul style="list-style-type: none"> • zbadać doświadczalnie zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego 	<ul style="list-style-type: none"> • zaplanować i wykonać doświadczenie, w którym wyznacza się opór właściwy przewodnika, • podać sens fizyczny oporu właściwego i przewodnictwa właściwego
11–12. Praca i moc prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> • posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu, objaśnić wielkości występujące we wzorach oraz podać jednostki pracy i mocy prądu, • odczytać i zinterpretować moc znamionową odbiornika 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić wzór na ciepło Joule'a, • wykorzystać dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać przemiany energii w biernych i czynnych elementach obwodu, • opisać budowę wkładki topikowej i wyjaśnić jej rolę w obwodzie prądu 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie pokazujące, jak zwiększanie liczby włączonych odbiorników, wpływa na wzrost natężenia prądu w sieci miejskiej
13–15. Siła elektro-motoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzorem definicję wolta i objaśnić występujące w niej jednostki wielkości fizycznych, • zapisać prawo Ohma dla całego obwodu i nazwać występujące w nim wielkości 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać, że przemieszczanie się ładunku między biegunami ogniwa galwanicznego jest skutkiem przemian chemicznych w ogniwie, • wskazać w prawie Ohma dla całego obwodu wielkości charakteryzujące ogniwo i stałe dla danego ogniwa 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać, że praca wykonana w ogniwie jest wprost proporcjonalna do przemieszczonego ładunku, • zdefiniować siłę elektromotoryczną ogniwa, • opisać przemiany energetyczne w obwodzie zawierającym tylko 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić zasadę działania ogniwa galwanicznego, • podać sens fizyczny ilorazu $\frac{W}{\Delta q}$, • opisać przemiany energetyczne w obwodzie, gdy ogniwo posiada opór elektryczny (opór wewnętrzny), i wyprowadzić wzór

			elementy bierne i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla tego przypadku	wyrażający prawo Ohma dla całego obwodu, <ul style="list-style-type: none"> • zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego
16. Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?		<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór wyrażający zależność $U(I)$ dla obwodu zamkniętego i nazwać występujące w nim wielkości 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić schemat obwodu, na którym woltomierz wskazuje napięcie między biegunami źródła, • dokonać zmiany w schemacie tak, by woltomierz wskazywał siłę elektromotoryczną źródła 	<ul style="list-style-type: none"> • wyznaczyć siłę elektromotoryczną i opór wewnętrzny baterii płaskiej na podstawie dopasowania prostej do danych na wykresie $U(I)$ oraz interpretacji nachylenia tej prostej i punktów przecięcia z osiami
17–19. Wzrosty i spadki potencjału. Drugie prawo Kirchhoffa. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa		<ul style="list-style-type: none"> • wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa 	<ul style="list-style-type: none"> • skorzystać z umowy i zapisać II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci zawierającego oporniki 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać II prawo Kirchhoffa dla obwodu zawierającego akumulator i obliczyć moc dostarczaną przez zasilacz, • stosować prawa Kirchhoffa do obliczeń w obwodach zawierających baterie ogniw o różnych siłach elektromotorycznych, • obliczać opór zastępczy na podstawie prawa Ohma i praw Kirchhoffa
20. Modele przewodnictwa ciał stałych: przewodników i półprzewodników	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać ruch nośników ładunku w metalach i półprzewodnikach, • rozróżnić przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać wpływ domieszek na przewodnictwo półprzewodników, • opisać zjawisko nadprzewodnictwa niektórych metali 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie, w wyniku którego otrzymujemy związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku
21–22. Dioda półprzewodnikowa (złącze n-p). Tranzystor	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie, • wskazać funkcję tranzystora w obwodzie 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnić półprzewodniki typu p i typu n, • wyjaśnić ogólną zasadę działania diody i tranzystora, • wymienić kilka rodzajów tranzystorów 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać budowę i działanie złącza n-p, • naszkicować i opisać charakterystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej, • wyjaśnić zasadę działania tranzystora, • podać zakres wartości współczynnika wzmocnienia prądowego 	<ul style="list-style-type: none"> • zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła

23. Przewodnictwo elektryczne cieczy i gazów	<ul style="list-style-type: none"> wskazać nośniki ładunku w cieczech i gazach 	<ul style="list-style-type: none"> wymienić i omówić sposoby jonizowania gazów, wskazać rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola, wyjaśnić zjawisko termoemisji 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na prędkość jonów w elektrolicie i zinterpretować ten wzór, opisać zmiany przewodnictwa gazu ze wzrostem napięcia między elektrodami, wyjaśnić pojęcie prądu nasycenia i opisać sposób zwiększania jego natężenia 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na opór właściwy elektrolitów, wyjaśnić różnicę między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów, skorzystać z tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i opisać doświadczenie Thomsona oraz odkrycie elektronu
Pole magnetyczne				
1–2. Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	<ul style="list-style-type: none"> opisać wzajemne oddziaływania magnesów trwałych, udowodnić doświadczalnie, że w pobliżu magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne 	<ul style="list-style-type: none"> rysować linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych, określić zwrot linii pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe, opisać doświadczenie dowodzące, że bieguny magnetyczne zawsze występują parami 	<ul style="list-style-type: none"> posługiwać się pojęciami dipoli i monopoli magnetycznych, opisać pole magnetyczne Ziemi 	<ul style="list-style-type: none"> skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub tekstów z historii fizyki i przygotować prezentację na temat badań nad magnetyzmem ziemskim
3–4. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> wykonać doświadczenie Ørsteda, zaobserwować, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła 	<ul style="list-style-type: none"> wymienić wnioski z przeprowadzonych obserwacji, wymienić cechy siły elektrodynamicznej 	<ul style="list-style-type: none"> znajdować siłę elektrodynamiczną, w przypadku gdy przewodnik z prądem jest prostopadły lub równoległy do linii pola magnetycznego 	<ul style="list-style-type: none"> skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub historycznych i przygotować prezentację na temat znaczenia doświadczenia Ørsteda
5. Wektor indukcji magnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> wymienić wielkości, od których zależy wartość siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym, zapisać wzorem definicję wartości indukcji magnetycznej, podać jednostkę indukcji magnetycznej, wskazać zwrot indukcji magnetycznej jednorodnego pola magnetycznego 	<ul style="list-style-type: none"> 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, wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej, stosować regułę lewej dłoni 	<ul style="list-style-type: none"> zapisać wektorowo wzór na siłę elektrodynamiczną i omówić wnioski wynikające z tego wzoru 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudowektorem

6–8. Naładowana cząstka w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> • odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy wartość siły Lorentza?</i>, • stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku $\vec{B} \perp \vec{v}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać, że siła Lorentza nie wykonuje pracy, • zapisać wzorem i wypowiedzieć definicję wartości indukcji magnetycznej, • podać przykłady zastosowania cyklotronu, • omówić rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać, że jeśli prędkość naładowanej cząstki jest prostopadła do linii pola magnetycznego, to cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością, • obliczyć okres obiegu i promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym 	<ul style="list-style-type: none"> • omówić budowę i zasadę działania cyklotronu, • opisać tor naładowanej cząstki, której prędkość tworzy z liniami pola dowolny kąt α, • przedyskutować ruch naładowanych cząstek w skrzyżowanych polach: elektrycznym i magnetycznym, • omówić powstawanie zjawiska zorzy polarnej
9–11. Pole magnetyczne przewodników, przez które płynie prąd	<ul style="list-style-type: none"> • naszkicować linie pól magnetycznych prostoliniowego przewodnika z prądem oraz zwojnicy 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzorami wartości indukcji magnetycznej pól wytworzonych w próżni przez bardzo długi prostoliniowy przewodnik oraz we wnętrzu długiej zwojnicy, • stosować regułę prawej dłoni 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie przenikalności magnetycznej próżni i podać jej wymiar, • podać wartość, kierunek i zwrot indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez pojedynczy zwoj 	<ul style="list-style-type: none"> • stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu w prostoliniowym przewodniku i długiej zwojnicy, • stosować zasadę superpozycji dla pól magnetycznych przewodników z prądem
12. Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem		<ul style="list-style-type: none"> • zaobserwować i opisać wzajemne oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem, • posługiwać się definicją ampera 	<ul style="list-style-type: none"> • zinterpretować wzory wyrażające siły wzajemnego oddziaływania przewodników, • podać definicję ampera 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na wartość siły wzajemnego oddziaływania dwóch długich, równoległych przewodników z prądem
13. Silnik elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać silnik elektryczny jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii elektrycznej na mechaniczną, • wymienić zastosowania silnika elektrycznego 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać budowę modelu silnika elektrycznego, • narysować siły działające na ramkę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym 	<ul style="list-style-type: none"> • na przykładzie omówić zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie samodzielnie odszukanych informacji z historii odkryć w fizyce i technice oraz tekstów popularnonaukowych przygotować prezentację na temat silników elektrycznych
14–15. Właściwości magnetyczne substancji	<ul style="list-style-type: none"> • zademonstrować właściwość ferromagnetyka odróżniającą go od innych substancji 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać właściwości i zastosowania ferromagnetyków 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy po umieszczeniu w jej wnętrzu rdzenia z ferromagnetyka lub paramagnetyka, • obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem 	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować względną przenikalność magnetyczną substancji, • rozróżniać substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej, • omówić proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyka na podstawie pętli histerezy
Indukcja elektromagnetyczna				

1–3. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> • zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzenia prądu indukcyjnego 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie 	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować strumień magnetyczny i jego jednostkę, • podać ogólny warunek wzbudzenia prądu indukcyjnego w zamkniętym obwodzie 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej
4–5. Siła elektromotoryczna indukcji	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, • zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać sposób obliczania napięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, • sformułować prawo indukcji Faradaya 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na napięcie między końcami pręta poruszającego się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadle do linii pola, • na podstawie prawa Faradaya sformułować warunek, przy spełnieniu którego SEM indukcji ma stałą wartość, • obliczać siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia indukcji magnetycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na SEM indukcji, • przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji, • sporządzać i interpretować wykresy $\Phi(t)$, $\varepsilon(t)$ oraz $I(t)$
6–7. Reguła Lenza	<ul style="list-style-type: none"> • zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie, • wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować regułę Lenza 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii, • stosować regułę Lenza w prostych przykładach 	<ul style="list-style-type: none"> • stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach
8–9. Zjawisko samoindukcji	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykład występowania zjawiska samoindukcji 	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji, • wymienić wielkości fizyczne, od których zależy indukcyjność zwojnicy, i podać jednostkę indukcyjności 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i zinterpretować wzór na SEM samoindukcji, • uzasadnić kształt wykresu $I(t)$ podczas zamykania i otwierania obwodu prądu stałego 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na SEM samoindukcji i przeprowadzić analizę jej znaku
10–13. Prąd zmienny	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać prądnicę jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną, • nazwać prąd powstający w prądnicy i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę, • podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu, • zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicy od czasu, • wyjaśnić sens fizyczny natężenia i napięcia skutecznego i zapisać te wielkości wzorami 	<ul style="list-style-type: none"> • przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy, • zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego, • zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzać wykresy $\Phi(t)$ i $\varepsilon(t)$ oraz analizować ich przebieg, • przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu przemiennego, • wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu $I(t)$

14–15. Transformator	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator, • opisać budowę transformatora, • rozpoznać wyłącznik różnicowy i posłużyć się nim 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić zasadę działania transformatora, • zdefiniować przekładnię transformatora, • zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skutecznych w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią 	<ul style="list-style-type: none"> • znaleźć związek między natężeniami prądu w uzwojeniach transformatora, • wykazać efektywność przesyłania prądu pod wysokim napięciem, • obliczać straty energii w linii przesyłowej 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora, • wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego
16. Zastosowanie diody i tranzystora	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe 	<ul style="list-style-type: none"> • zademonstrować diodę jako źródło światła, • wymienić przykład urządzenia, w którym zastosowano tranzystor jako element wzmacniający 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać zasadę działania prostownika jedno- i dwupołkowego, • narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe
Optyka geometryczna				
1. Zjawisko odbicia i załamania światła	<ul style="list-style-type: none"> • opisać promień świetlny jako wąską wiązkę światła, • przedstawić schematycznie zjawisko odbicia i wskazać promień padający na powierzchnię, promień odbity i normalną, • przedstawić schematycznie zjawisko załamania światła i wskazać promień załamany, • rozróżnić odbicie i rozpraszanie światła, • wymienić zjawiska powstające na skutek rozpraszania światła w atmosferze 	<ul style="list-style-type: none"> • przypomnieć (klasa 8) pojęcia długości fali i częstotliwości, • wyjaśnić zasadę działania światła odbłaskowych, • wypowiedzieć prawo odbicia i stosować je w różnych przykładach, • zapisać wzorem i objaśnić prawo załamania oraz stosować je w różnych przykładach, • zademonstrować zjawisko rozpraszania światła w ośrodku, • podać przykład występowania zjawiska mirażu dolnego 	<ul style="list-style-type: none"> • podać przybliżony zakres długości i częstotliwości fal świetlnych, • zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania 	<ul style="list-style-type: none"> • porównać rzędy wielkości obiektów, z którymi się stykamy, z długościami fal światła widzialnego, • wyjaśnić zjawiska atmosferyczne, których przyczyną jest rozpraszanie światła w ośrodku, • objaśnić, na czym polega zjawisko mirażu dolnego
2–4. Całkowite wewnętrzne odbicie. Wyznaczenie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego	<ul style="list-style-type: none"> • opisać zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia jako przypadek, gdy światło padające na granicę dwóch ośrodków nie przechodzi do drugiego ośrodka, • wskazać światłowody jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia 	<ul style="list-style-type: none"> • za pomocą rysunku objaśnić zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i zdefiniować kąt graniczny 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić prawo załamania dla przypadku granicznego, • wyznaczyć wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat wykorzystania światłowodów, • przeprowadzić analizę niepewności współczynnika załamania wyznaczonego doświadczalnie
5–6. Zwierciadła	<ul style="list-style-type: none"> • naszkicować konstrukcję obrazu punktowego źródła światła w zwierciadle płaskim, • naszkicować zwierciadło kuliste wklęsłe i opisać jego cechy 	<ul style="list-style-type: none"> • konstruować obrazy przedmiotu w zwierciadłach płaskich i kulistych oraz wymieniać ich cechy, 	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję powiększenia, • wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od zwierciadła 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać zależność ogniskowej zwierciadła kulistego od kąta padania światła, • wyprowadzić równanie zwierciadła i je zinterpretować,

		<ul style="list-style-type: none"> • posługiwać się pojęciem powiększenia 		<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić zależność $y(x)$ za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres
7–8. Odchylenie promienia świetlnego w pryzmacie. Rozszczepienie światła	<ul style="list-style-type: none"> • zademonstrować powstawanie widma ciągłego światła białego i wymienić główne barwy, • opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach 	<ul style="list-style-type: none"> • naszkicować przejście wiązki światła przez pryzmat i zaznaczyć kąt odchylenia wiązki, • podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić związek między bezwzględnymi współczynnikami załamania i długościami fali świetlnej w obu ośrodkach 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na kąt odchylenia w pryzmacie i go zinterpretować, • opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, • przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie
9–12. Soczewki. Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki	<ul style="list-style-type: none"> • konstruować obrazy w soczewce wypukłej dla różnych odległości przedmiotu od soczewki i podać cechy tych obrazów, • przedstawić schematycznie powstawanie obrazu w soczewce wklęsłej i podać cechy tego obrazu, • zdefiniować zdolność skupiającą soczewki i podać jej jednostkę 	<ul style="list-style-type: none"> • nazwać soczewki o różnych kształtach, • zdefiniować zdolność skupiającą układu soczewek, • wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od soczewki, • stosować do obliczeń wzór soczewkowy i równanie soczewki 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić równanie soczewki, • doświadczalnie zbadać zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu, • wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór soczewkowy i go zinterpretować, • sporządzić wykres zależności $y(x)$ dla soczewki skupiającej i go zinterpretować, • wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej
13. Lupa i oko. Wady wzroku	<ul style="list-style-type: none"> • podać znak zdolności skupiającej soczewek używanych przez krótkowidzów i dalekowidzów 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić zasadę działania lupy, narysować obraz otrzymywany w lupie, • wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność, • podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy, • podać przykłady wykorzystania przyrządów optycznych 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat oka jako przyrządu optycznego i wad wzroku, • opisać budowę mikroskopu optycznego i wyprowadzić wzór na powiększenie
Fale mechaniczne				
1. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	<ul style="list-style-type: none"> • zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej, 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej, • wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się 	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy

	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykład fali poprzecznej i fali podłużnej 		tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach	
2. Wielkości charakteryzujące fale	<ul style="list-style-type: none"> • na modelu harmonicznego fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach, • używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość 	<ul style="list-style-type: none"> • definiować czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej, • posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (W/m^2), • podać związki między wielkościami opisującymi falę harmoniczną 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę, • wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej 	<ul style="list-style-type: none"> • przypomnieć (klasa 2) wzór na całkowitą energię ciała drgającego, • opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła, • wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań
3–4. Funkcja falowa fali płaskiej	<ul style="list-style-type: none"> • wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (x) i od czasu (t), • zastosować funkcję falową do obliczenia długości fali 	<ul style="list-style-type: none"> • przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej, • zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej, • przeanalizować zależność $y(x)$ dla ustalonej chwili i $y(t)$ dla wybranej cząstki, • sporządzać wykresy funkcji falowych
5–6. Interferencja fal płaskich	<ul style="list-style-type: none"> • podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów, • wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal, • zaobserwować zjawisko interferencji fal 	<ul style="list-style-type: none"> • naszkicować fale składowe o jednakowych T i A oraz falę wypadkową dla faz: $0, \pi$ i $0 < \varphi_0 < \pi$ 	<ul style="list-style-type: none"> • wykonać dodawanie wychyleń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej, • zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne
7–8. Fale stojące		<ul style="list-style-type: none"> • opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali, • podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej 	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunki powstawania fali stojącej, • zademonstrować falę stojącą, • obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpretować tę funkcję
9–10. Zasada Huygensa i jej konsekwencje	<ul style="list-style-type: none"> • obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie, • naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie 	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć, • wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne, • podać warunek, przy spełnieniu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem 	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować zasadę Huygensa, • sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie, • wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami 	<ul style="list-style-type: none"> • stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji, • wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali

11–12. *Fale akustyczne	<ul style="list-style-type: none"> • podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości, • podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych, • podać cechy dźwięków 	<ul style="list-style-type: none"> • podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i poziomem natężenia dźwięku, • obliczać poziomy natężeń dźwięków o różnych natężeniach 	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę, • przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu
13–14. Zjawisko Dopplera	<ul style="list-style-type: none"> • opisać istotę zjawiska Dopplera, • przytoczyć przykłady występowania zjawiska Dopplera 	<ul style="list-style-type: none"> • zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora, • wskazać na schemacie zmianę długości fali 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora, • podać ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotliwość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieruchomego źródła