

## Wymagania edukacyjne dla klasy III (4 letnie liceum) Poziom Rozszerzony

W opracowanej propozycji PSO zrezygnowano z haseł dotyczących rozwiązywania zadań, bo musiałyby się powtarzać prawie w każdym temacie. Proste obliczenia, polegające na podstawieniu do wzoru i przypisaniu właściwej jednostki, powinien wykonywać uczeń na ocenę dostateczną. Typowe zadania powinien rozwiązywać uczeń aspirujący do oceny dobrej. Na ocenę bardzo dobrą i celującą oczekujemy od ucznia rozwiązywania nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, wymagających formułowania i analizowania problemu oraz korzystania z dodatkowych źródeł wiedzy.

### KLASA 3

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostą wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi:	Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostą wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi:
<b>Dział 12. Prąd stały i modele przewodnictwa</b>				
1–2. Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Zademonstrowanie pierwszego prawa Kirchhoffa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, 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 ogniw połączonych szeregowo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić 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>

Temat według programu	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:
3–7. Badanie zależności natężenia prądu od napięcia dla odcinka obwodu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik,</li> <li>• zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i objaśnić 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 objaśnić 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 ogniw 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>
8–9. Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników	<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>
10. Zależność oporu od długości i przekroju poprzecznego przewodnika	<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>

Temat według programu	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:
11–12. Praca i moc prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu, wyjaśnić 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>
13–15. Siła elektromotoryczna. Prawo Ohma dla całego obwodu	<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>

Temat według programu	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:
16. Co wskazuje woltomierz dołączony do źródła siły elektromotorycznej?		<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>
17–19. Wzrosty i spadki potencjału. Drugie prawo Kirchhoffa. Przykłady stosowania drugiego prawa Kirchhoffa		<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>
20. Modele przewodnictwa ciał stałych: przewodników i półprzewodników	<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>• rozróżnić 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>

Temat według programu	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:
21–22. Dioda półprzewodnikowa (złącze n-p). Tranzystor	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie,</li> <li>wskazać funkcję tranzystora w obwodzie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozdzielić półprzewodniki typu p i typu n,</li> <li>wyjaśnić ogólną zasadę działania diody i tranzystora,</li> <li>wymienić kilka rodzajów tranzystorów</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>wyjaśnić zasadę działania tranzystora,</li> <li>podać zakres wartości współczynnika wzmocnienia prądowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła</li> </ul>
23. Przewodnictwo elektryczne cieczy i gazów	<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>

### Dział 13. Pole magnetyczne

Temat według programu	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:
1–2. Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	<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>
3–4. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	<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>
5. Wektor indukcji magnetycznej	<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>

Temat według programu	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:
6–8. Naładowana cząstka w polu magnetycznym	<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>
9–11. Pole magnetyczne przewodników, przez które płynie prąd	<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>
12. 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>

Temat według programu	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:
13. 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>
14–15. 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>rozdzielić substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej,</li> <li>omówić proces magnesowania i rozmagnesowania ferromagnetyka na podstawie pętli histerezy</li> </ul>
<b>Dział 14: Indukcja elektromagnetyczna</b>				
1–3. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzania prądu indukcyjnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać sposoby wzbudzania 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 wzbudzania 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>



Temat według programu	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:
4–5. 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>
6–7. 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>
8–9. 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>

Temat według programu	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:
10–13. 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>
14–15. 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>
16. Zastosowanie diody i tranzystora	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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 zasadę działania prostownika jedno- i dwupołówkowego,</li> <li>narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe</li> </ul>

Dział 15. Optyka geometryczna

Temat według programu	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:
1. Zjawisko odbicia i załamania światła	<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 odbłaskowych,</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>
2–4. Całkowite wewnętrzne odbicie. Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego	<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>

Temat według programu	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:
5–6. Zwierciadła	<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>
7–8. Odchylenie promienia świetlnego w pryzmacie. Rozszczepienie światła	<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>
9–12. Soczewki. Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki	<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>

Temat według programu	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:
13. Lupa i oko. Wady wzroku	<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>
<b>Dział 16: Fale mechaniczne</b>				
1. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej,</li> <li>• podać przykład fali poprzecznej i fali podłużnej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przenoszące energię</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy</li> </ul>

Temat według programu	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:
2. Wielkości charakteryzujące fale	<ul style="list-style-type: none"> <li>na modelu harmonicznej fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach,</li> <li>używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>definiować czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej,</li> <li>posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (<math>W/m^2</math>),</li> <li>podać związki między wielkościami opisującymi falę harmoniczną</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę,</li> <li>wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przypomnieć (klasa 2) wzór na całkowitą energię ciała drgającego,</li> <li>opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła,</li> <li>wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań</li> </ul>
3–4. Funkcja falowa fali płaskiej	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (<math>x</math>) i od czasu (<math>t</math>),</li> <li>zastosować funkcję falową do obliczenia długości fali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej,</li> <li>zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej,</li> <li>przeanalizować zależność <math>y(x)</math> dla ustalonej chwili i <math>y(t)</math> dla wybranej cząstki,</li> <li>sporządzać wykresy funkcji falowych</li> </ul>
5–6. Interferencja fal płaskich	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów,</li> <li>wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal,</li> <li>zaobserwować zjawisko interferencji fal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>naszkić fale składowe o jednakowych <math>T</math> i <math>A</math> oraz falę wypadkową dla faz: <math>0, \pi</math> i <math>0 &lt; \varphi_0 &lt; \pi</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykonać dodawanie wychyleń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej,</li> <li>zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne</li> </ul>

Temat według programu	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:
7–8. Fale stojące		<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali,</li> <li>podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsiednimi strzałkami fali stojącej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać warunki powstawania fali stojącej,</li> <li>zademonstrować falę stojącą,</li> <li>obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przeprowadzić rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpretować tę funkcję</li> </ul>
9–10. Zasada Huygensa i jej konsekwencje	<ul style="list-style-type: none"> <li>obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie,</li> <li>naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać warunek, przy spełnieniu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć,</li> <li>wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne,</li> <li>podać warunek, przy spełnieniu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sformułować zasadę Huygensa,</li> <li>sporządzić schemat interferencji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie,</li> <li>wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji,</li> <li>wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali</li> </ul>
11–12. *Fale akustyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości,</li> <li>podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych,</li> <li>podać cechy dźwięków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i poziomem natężenia dźwięku,</li> <li>obliczać poziomy natężen dźwięków o różnych natężeniach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę,</li> <li>przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu</li> </ul>

Temat według programu	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:
13–14. Zjawisko Dopplera	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać istotę zjawiska Dopplera,</li> <li>przytoczyć przykłady występowania zjawiska Dopplera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora,</li> <li>wskazać na schemacie zmianę długości fali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora,</li> <li>podać ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotliwość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieruchomego źródła</li> </ul>
<b>Dział 17. Niepewności pomiarowe</b>				
1–2. Przypomnienie wiadomości z zakresu niepewności pomiarowych. Niepewność wyniku pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomiaru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, błędy: grubo, 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>



Temat według programu	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:
3. Niepewności pomiarów pośrednich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić przykłady pomiarów pośrednich,</li> <li>• posługiwać się pojęciem niepewności pomiaru wielkości mierzonej pośrednio,</li> <li>• zapisać wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej,</li> <li>• skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych,</li> <li>• uwzględniać niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru pośredniego,</li> <li>• przeprowadzić analizę wyników pomiaru pośredniego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej,</li> <li>• obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych,</li> <li>• stosować poprawny zapis wyniku pomiaru wraz z niepewnością standardową</li> </ul>