

## Plan wynikowy fizyka rozszerzona klasa 4

### 1. Zjawiska termodynamiczne

Temat lekcji	Na ocenę dopuszczającą lub dostateczną uczeń potrafi:	Na ocenę dobrą uczeń potrafi:	Na ocenę bardzo dobrą uczeń potrafi:
•Podstawowe pojęcia termodynamiki.	<ul style="list-style-type: none"><li>• wymienić właściwości gazów,</li><li>• objaśnić pojęcie gazu doskonałego,</li><li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko dyfuzji,</li><li>• wymienić właściwości cieczy,</li><li>• wymienić właściwości ciała stałych.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• opisać skutki działania sił międzycząsteczkowych,</li><li>• wyjaśnić zjawiska menisku,</li><li>• wypowiedzieć i objaśnić zerową i pierwszą zasadę termodynamiki.</li></ul>	

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

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

## 2. Pole elektryczne

Temat lekcji	Na ocenę dopuszczającą lub dostateczną uczeń potrafi:	Na ocenę dobrą uczeń potrafi:	Na ocenę bardzo dobrą uczeń potrafi:
Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba  Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku	<ul style="list-style-type: none"><li>• opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych,</li><li>• zapisać i objaśnić prawo Coulomba,</li><li>• wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku,</li><li>• opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał, posługując się zasadą zachowania ładunku.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka,</li><li>• obliczać wartości sił Coulomba.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• rozwiązywać zadania, stosując prawo Coulomba.</li></ul>

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

Temat lekcji	Na ocenę dopuszczającą lub dostateczną uczeń potrafi:	Na ocenę dobrą uczeń potrafi:	Na ocenę bardzo dobrą uczeń potrafi:
<p>Pojemność elektryczna ciała przewodzącego. Kondensator</p> <p>Pojemność kondensatora płaskiego</p> <p>Energia naładowanego kondensatora</p> <p>Dielektryk w polu elektrostatycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy pojemność przewodnika?,</li> <li>• objaśnić pojęcie kondensatora,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego i jak zależy pojemność kondensatora płaskiego?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić pojęcie stałej dielektrycznej,</li> <li>• wyjaśnić wpływ dielektryka na pojemność kondensatora,</li> <li>• objaśnić, od czego i jak zależy energia naładowanego kondensatora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące pojemności i energii kondensatora płaskiego,</li> <li>• opisać zjawiska zachodzące w dielektryku umieszczonym w polu elektrostatycznym.</li> </ul>

### 3. Prąd stały

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

#### 4. Pole magnetyczne

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



## 5. Indukcja elektromagnetyczna

Temat lekcji	Na ocenę dopuszczającą lub dostateczną uczeń potrafi:	Na ocenę dobrą uczeń potrafi:	Na ocenę bardzo dobrą uczeń potrafi:
<p>Zjawisko indukcji elektromagnetycznej</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prąd indukcyjny</li> <li>– Siła elektromotoryczna indukcji</li> <li>– Reguła Lenza</li> </ul> <p>Zjawisko samoindukcji</p> <p>Generator prądu przemiennego.</p> <p>Właściwości prądu przemiennego</p> <p>Budowa i zasada działania transformatora</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania,</li> <li>• podać przykładowe sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego,</li> <li>• stosować regułę Lenza,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy siła elektromotoryczna indukcji?,</li> <li>• poprawnie interpretować prawo Faraday'a indukcji elektromagnetycznej,</li> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy współczynnik samoindukcji zwojnicy?</li> <li>• podać jednostkę indukcyjności,</li> <li>• wymienić wielkości opisujące prąd przemienny.</li> <li>• obliczać moc urządzeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, dlaczego między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola powstaje napięcie,</li> <li>• sporządzać wykresy <math>\Phi(t)</math> i <math>\varepsilon(t)</math>,</li> <li>• poprawnie interpretować wyrażenie na siłę elektromotoryczną indukcji i samoindukcji,</li> <li>• objaśnić zasadę działania prądnicy prądu przemiennego,</li> <li>• posługiwać się wielkościami opisującymi prąd przemienny,</li> <li>• obliczać pracę i moc prądu przemiennego,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie ciepła Joule'a</li> <li>• objaśnić zasadę działania transformatora,</li> <li>• podać przykłady zastosowania transformatora.</li> <li>• obliczać chwilową moc urządzeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na napięcie powstające między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• wyprowadzić wzór na <math>\varepsilon</math> dla prądnicy prądu przemiennego,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego przesyłane energii elektrycznej wiąże się z jej stratami,</li> <li>• przygotować prezentację na temat przesyłania energii elektrycznej na duże odległości.</li> </ul>

## 6. Optyka

Temat lekcji	Na ocenę dopuszczającą lub dostateczną uczeń potrafi:	Na ocenę dobrą uczeń potrafi:	Na ocenę bardzo dobrą uczeń potrafi:
Zjawiska odbicia i załamania światła Całkowite wewnętrzne odbicie	<ul style="list-style-type: none"><li>• objaśnić, na czym polega zjawisko odbicia światła,</li><li>• sformułować i stosować prawo odbicia,</li><li>• wyjaśnić zjawisko rozpraszania,</li><li>• opisać zjawisko załamania światła,</li><li>• zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania,</li><li>• objaśnić na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia,</li><li>• wymienić warunki, w których zachodzi całkowite wewnętrzne odbicie.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków,</li><li>• zdefiniować kąt graniczny,</li><li>• wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• przedstawić przykłady zastosowania płytki równoległosciennej,</li><li>• podać możliwości praktycznego wykorzystania zjawiska odchylenia światła w wyniku przejścia pryzmat.</li></ul>

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

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

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

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

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

Temat lekcji	Na ocenę dopuszczającą lub dostateczną uczeń potrafi:	Na ocenę dobrą uczeń potrafi:	Na ocenę bardzo dobrą uczeń potrafi:
Promieniowanie rentgenowskie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać właściwości promieni X,</li> <li>• wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać widmo promieniowania rentgenowskiego,</li> <li>• wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie ciągłym (promieniowania hamowania),</li> <li>• wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie liniowym (promieniowania charakterystycznego).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, jak powstaje krótkofalowa granica widma promieniowania hamowania <math>\lambda_{\min}</math>,</li> <li>• wyprowadzić wzór na <math>\lambda_{\min}</math>,</li> <li>• omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach,</li> <li>• omówić zjawisko Comptona,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną.</li> </ul>

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



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

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

## Doświadczenia

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

**Ocenę niedostateczną** otrzymuje uczeń, który nie opanował wiadomości i umiejętności na ocenę dopuszczającą.

**Ocenę celującą** otrzymuje uczeń, który spełnia wszystkie kryteria do otrzymania oceny bardzo dobrej i ponadto:

- a) posiada wiadomości i umiejętności wykraczające poza program nauczania,
- b) potrafi stosować wiadomości w sytuacjach problemowych (nietypowych),
- c) dokonuje analizy lub syntezy nowych zjawisk,
- d) umie rozwiązywać problemy w sposób nietypowy.

Opracowano na podstawie planu wynikowego Wydawnictwa ZamKor.