

**WYMAGANIE EDUKACYJNE Z FIZYKI - 4 KLASA TECHNIKUM (POGIMNAZJALNA)**

**9. Pole elektryczne**

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1–2	Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba  Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych,</li> <li>zapisać i objaśnić prawo Coulomba,</li> <li>wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku,</li> <li>opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał, posługując się zasadą 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>
3–9	Natężenie pola elektrostatycznego  Zasada superpozycji natężeń pól Praca w polu elektrostatycznym – Praca w polu elektrostatycznym jednorodnym. – Praca w centralnym polu elektrostatycznym  Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym Wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym Naelektryzowany przewodnik Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika Przewodnik w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola elektrostatycznego,</li> <li>przedstawić graficznie pole jednorodne i centralne,</li> <li>odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy wartość natężenia centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie?,</li> <li>potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną elektrostatyczną ładunku,</li> <li>opisać rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sporządzić wykres <math>E(r)</math>,</li> <li>korzystać z zasady superpozycji pól i opisać jakościowo pole wytworzone przez układ ładunków,</li> <li>posługiwać się pojęciem dipola elektrycznego,</li> <li>obliczyć pracę siły pola jednorodnego i centralnego przy przesuwanie ładunku,</li> <li>obliczyć energię potencjalną naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym,</li> <li>podać definicję elektronowolta,</li> <li>sporządzać wykresy zależności <math>E(r)</math> dla układu ładunków punktowych,</li> <li>zapisać i objaśnić wzór ogólny na pracę wykonaną przy przesuwanie ładunku przez siłę dowolnego pola elektrostatycznego,</li> <li>opisać wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków na przewodniku</li> <li>wyjaśnić działanie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć wartość natężenia pola elektrycznego w środku dipola,</li> <li>opisać zachowane 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>

10–13	<p>Pojemność elektryczna ciała przewodzącego. Kondensator</p> <p>Pojemność kondensatora płaskiego</p> <p>Energia naładowanego kondensatora</p> <p>Dielektryk w polu elektrostatycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy pojemność przewodnika?,</li> <li>• objaśnić pojęcie kondensatora,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego i jak zależy 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>
-------	---	---	--	---

### 10. Prąd stały

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1–9	<p>Prąd elektryczny jako przepływ ładunku. Natężenie prądu</p> <p>Pierwsze prawo Kirchhoffa</p> <p>Prawo Ohma dla odcinka obwodu</p> <p>Od czego zależy opór przewodnika?</p> <p>Praca i moc prądu elektrycznego</p> <p>Łączenie szeregowe i równoległe odbiorników energii elektrycznej.</p> <p>Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej</p> <p>Prawo Ohma dla obwodu</p> <p>Drugie prawo Kirchhoffa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,</li> <li>• podać treść pierwszego prawa Kirchhoffa i stosować je w zadaniach,</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>\epsilon</math>, <math>l</math>, <math>r</math> dla układu ogniw o jednakowych siłach elektromotorycznych i oporach wewnętrznych połączonych szeregowo równoległe.</li> </ul>

## 11. Pole magnetyczne

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

## 12. Indukcja elektromagnetyczna

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1–4	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej – Prąd indukcyjny – Siła elektromotoryczna indukcji – Reguła Lenza Zjawisko samoindukcji Generator prądu przemiennego. Właściwości prądu przemiennego Budowa i zasada działania transformatora	<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 Faradaya 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> </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</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>

## 13. Optyka

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

3–5	<p>Zwierciadła płaskie i kuliste</p> <p>Płytką równoległościenną i pryzmat</p> <p>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. 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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>narysować wykres funkcji <math>y(x)</math> dla zwierciadła wklęsłego i podać interpretację tego wykresu,</li> <li>wymienić i omówić praktyczne zastosowania zwierciadeł,</li> <li>objaśnić zasadę działania lupy,</li> <li>korzystać z równania soczewki do rozwiązywania problemów,</li> <li>rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe, związane z praktycznym wykorzystywaniem soczewek,</li> <li>przygotować prezentację na jeden z tematów: <ul style="list-style-type: none"> <li>wady wzroku i sposoby ich korygowania,</li> <li>zastosowania soczewek i ich układów w przyrządach optycznych</li> <li>budowa i zasada działania mikroskopu optycznego.</li> </ul> </li> </ul>
-----	---	--	---	---

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

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1–2	<p>Fale elektromagnetyczne</p> <p>Światło jako fala elektromagnetyczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pomiar wartości prędkości światła</li> <li>– zjawisko rozszczepienia światła</li> <li>– doświadczenie Younga</li> <li>– dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna</li> <li>– polaryzacja światła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić widmo fal elektromagnetycznych,</li> <li>• podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości 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>
3	Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne,</li> <li>• posługiwać się pojęciem pracy wyjścia elektronu z metalu,</li> <li>• sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia <math>W</math>,</li> <li>• podać przykłady zastosowania fotokomórki,</li> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytania: <ul style="list-style-type: none"> <li>– od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów,</li> <li>– od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych z metalu w jednostce czasu,</li> </ul> </li> <li>• wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła,</li> <li>• napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów,</li> <li>• narysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować i omówić charakterystykę prądowo-napięciową fotokomórki,</li> <li>• omówić doświadczenia dotyczące badania efektu fotoelektryczny i wynikające z nich wnioski,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska fotoelektrycznego,</li> <li>• przygotować prezentację „Narodziny fizyki kwantowej”.</li> </ul>

4-5	Promieniowanie ciał. Widma Model Bohra atomu wodoru	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe</li> <li>• rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne</li> <li>• opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy</li> <li>• opisać widma gazów jednoatomowych i par pierwiastków.</li> <li>• opisać szczegółowo widmo atomu wodoru</li> <li>• objaśnić wzór Balmera</li> <li>• opisać metodę analizy widmowej</li> <li>• podać przykłady zastosowania analizy widmowej</li> <li>• wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym</li> <li>• posługiwać się pojęciem atomu w stanie podstawowym i wzbudzonym,</li> <li>• wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy że promienie</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>
6	Promieniowanie rentgenowskie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać właściwości promieni X,</li> <li>• wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać widmo promieniowania rentgenowskiego,</li> <li>• wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie ciągłym (promieniowania hamowania),</li> <li>• wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie liniowym (promieniowania 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</li> </ul>

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
7	Fale materii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzór na długość fali de Broglie'a.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać treść hipotezy de Broglie'a,</li> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na długość fali de Broglie'a,</li> <li>• obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych,</li> <li>• oszacować długość fal materii dla obiektów mikroskopowych i makroskopowych,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego właściwości falowe obiektów mikroskopowych (cząstek) mogą być zaobserwowane w eksperymentach, a nie obserwuje się właściwości falowych obiektów</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</li> </ul>



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

Lp.	Temat lekcji	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania	<ul style="list-style-type: none"><li>• podać przykład przewodnika, półprzewodnika i izolatora,</li><li>• omówić zależność właściwości elektrycznych substancji od obecności elektronów swobodnych,</li><li>• omówić podział ciał na przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury,</li><li>• używać pojęć: pasmo dozwolone, pasmo zabronione, pasmo podstawowe (walencyjne), pasmo przewodnictwa,</li><li>• rozróżnić przewodnik, półprzewodnik i izolator na podstawie przedstawionego 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>

### Aneks 3. Doświadczenia

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