

## Plan wynikowy (propozycja)

### 9. Elektrostatyka (18 godzin)

Treści nauczania (tematy lekcji)	Wymagania szczegółowe Uczeń:	Poziom wymagań			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
<b>9.1. Ładunki elektryczne i prawo Coulomba</b> (Zjawiska elektryczne wokół nas. Ładunek elektryczny protonu i elektronu. Zasada zachowania ładunku. Elektryzowanie przez kontakt i indukcję. Zjawiska elektrostatyczne i ich zastosowanie – kserograf, drukarka laserowa. Prawo Coulomba. Siły grawitacyjne i elektrostatyczne – podobieństwa i różnice)	opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk; wyjaśnia, że zjawisko to polega na przepływie elektronów; analizuje kierunek przepływu elektronów	X			
	opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych	X			
	odróżnia przewodniki od izolatorów; podaje przykłady obu rodzajów ciał	X			
	stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego	X			
	posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elektronu (elementarnego)	X			
	demonstruje zjawisko elektryzowania przez tarcie oraz wzajemnego oddziaływania ciał naładowanych	X			
	wskazuje przykłady elektryzowania ciał	X			
	wyjaśnia sposoby elektryzowania ciał, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego		X		
	bada, od czego i jak zależy siła wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych jedno- i różnoimiennie			X	
	podaje treść prawa Coulomba	X			
	interpretuje zależność siły Coulomba od wartości ładunków naelektryzowanych ciał i odległości między tymi ciałami		X		
	porównuje siły oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego, wskazując podobieństwa i różnice		X		
	oblicza i porównuje wartości sił oddziaływań elektrostatycznego i grawitacyjnego dwóch protonów lub elektronów			X	
stosuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi		X			
podaje sens fizyczny stałej $k$ w prawie Coulomba; posługuje się tą stałą i jednostką ładunku do obliczeń siły Coulomba		X			

	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (np. popularnonaukowych, z internetu) na temat praktycznego zastosowania zjawisk elektrostatycznych		X		
	przygotowuje i prezentuje referat lub prezentację multimedialną nt. zjawisk elektrostatycznych i ich zastosowań (np. kserograf, drukarka laserowa, filtry elektrostatyczne)			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Coulomba (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Coulomba (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe (o podwyższonym stopniu trudności) zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Coulomba (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Coulomba (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>9.2. Pole elektrostatyczne</b> (Natężenie pola elektrostatycznego.	posługuje się pojęciem pola elektrostatycznego; wskazuje przykłady pola elektrostatycznego	X			
	posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego; podaje definicję (wzór) i jego jednostkę		X		

<p>Natężenie pola wokół ładunku punkowego. Linie sił pola elektrostatycznego. Zasada składania pól elektrostatycznych. Strumień pola elektrostatycznego. Prawo Gaussa. Ładunki i pola elektrostatyczne w przewodniku)</p>	oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punkowego		X		
	posługuje się pojęciem linii pola elektrostatycznego	X			
	doświadczalnie bada kształt linii pola elektrycznego (elektrostatycznego)			X	
	analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków elektrycznych		X		
	przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola		X		
	rozdziela pole elektrostatyczne centralne i jednorodne (charakteryzuje te pola, rysuje linie pola)		X		
	charakteryzuje pole elektrostatyczne pochodzące od układu ładunków; przedstawia graficzny obraz pola, zaznaczając wektory natężeń pól			X	
	stosuje prawo składania wektorów do znajdowania wypadkowego natężenia pola pochodzącego od układu ładunków; zapisuje wzory na natężenie pola od poszczególnych ładunków			X	
	wyjaśnia związek między strumieniem pola elektrostatycznego a ładunkami wytwarzającymi to pole			X	
	posługuje się prawem Gaussa do obliczeń pól elektrostatycznych			X	
	wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego			X	
	opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku; wyjaśnia mechanizm działania piorunochronu i klatki Faradaya		X		
	wyciąga wnioski z obserwacji doświadczeń; wie, jak się zachować w czasie wyładowań atmosferycznych; wyjaśnia, jaką funkcję spełniają piorunochron i siatka metalowa (tzw. siatka Faradaya)		X		
	posługuje się prawem Gaussa do wyjaśnienia braku pola elektrostatycznego wewnątrz naelektryzowanego przewodnika			X	
rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z polem elektrostatycznym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X			

	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z polem elektrostatycznym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z polem elektrostatycznym i z superpozycją pól (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>9.3. Energia i napięcie elektrostatyczne</b> (Elektrostatyczna energia potencjalna. Potencjał pola, różnica potencjałów, 1eV. Potencjał pola jednorodnego. Potencjał ładunku punktowego. Powierzchnie ekwipotencjalne)	posługuje się wzorem dotyczącym pracy sił zewnętrznych w jednorodnym polu elektrostatycznym			X	
	wyjaśnia, na czym polega zachowawczy charakter pola elektrostatycznego; wskazuje jego związek z zachowawczym charakterem pola grawitacyjnego			X	
	wyjaśnia związek zmiany energii potencjalnej z pracą sił zewnętrznych w jednorodnym polu elektrostatycznym			X	
	definiuje potencjał elektrostatyczny i jego jednostkę oraz powierzchnie ekwipotencjalne; posługuje się pojęciem różnicy potencjałów		X		
	posługuje się wzorem ukazującym związek natężenia pola z różnicą potencjałów; wykorzystuje ten wzór w prostych zadaniach rachunkowych			X	
	wykazuje (wyprowadza wzór) związek natężenia pola z różnicą potencjałów				X
	definiuje 1 eV		X		
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z energią elektrostatyczną i napięciem (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		

	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z energią elektrostatyczną i napięciem (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z energią elektrostatyczną i napięciem (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>9.4. Ruch ładunków w polu elektrostatycznym</b> (Ruch z prędkością równoległą do natężenia pola i prostopadłą do natężenia pola. Budowa i działanie oscyloskopu oraz drukarki atramentowej)	analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym; wyjaśnia pojęcie akceleratora liniowego		X		
	opisuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym wprowadzonej w to pole z prędkością równoległą do natężenia tego pola		X		
	opisuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym wprowadzonej w to pole z prędkością prostopadłą do natężenia tego pola			X	
	porównuje (wskazuje analogie) ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym z ruchem ciała o masie $m$ w jednorodnym polu grawitacyjnym (rzut pionowy i rzut poziomy)			X	
	<sup>R</sup> wyjaśnia mechanizm działania oscyloskopu i drukarki atramentowej				X
	rozwiązuje proste zadania dotyczące ruchu ładunków w polu elektrostatycznym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące ruchu ładunków w polu elektrostatycznym (szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X		

	rozwiązuje złożone nietypowe zadania dotyczące ruchu ładunków w polu elektrostatycznym (szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>9.5. Kondensatory i dielektryki</b> (Pojemność kondensatora. Kondensator płaski, kondensator kulisty. Dielektryki. Energia kondensatora. <sup>R</sup> Łączenie kondensatorów szeregowo i równoległe)	opisuje pole kondensatora płaskiego; oblicza napięcie między okładkami		X		
	posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora; wyjaśnia sens fizyczny pojemności i podaje jej jednostki		X		
	oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne		X		
	przeprowadza doświadczenie mające na celu sprawdzenie, czy pojemność kondensatora zależy od jego cech geometrycznych (poła powierzchni płyt i odległości między nimi) oraz obecności dielektryka				X
	podaje wzór na pojemność kondensatora płaskiego		X		
	wyprowadza wzór na pojemność kondensatora płaskiego			X	
	oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora		X		
	wyprowadza wzór na pracę potrzebną do naładowania kondensatora			X	
	<sup>R</sup> opisuje szeregowo i równoległe łączenie kondensatorów			X	
	uczestniczy w dyskusji nt. sposobu magazynowania energii pól elektrycznych oraz celu, w jakim się to czyni			X	
z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe dotyczące kondensatora (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X				

	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe dotyczące kondensatora (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące kondensatora (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe dotyczące kondensatora (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X

### 10. Prąd elektryczny (16 godzin)

Treści nauczania (treści podręcznika)	Wymagania szczególne	Poziom wymagań			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
<b>Tematy lekcji</b>	<b>Uczeń:</b>				
<b>10.1. Prąd elektryczny</b> (Natężenie prądu elektrycznego. Mikroskopowy obraz prądu, gęstość prądu. Prawo Ohma.	opisuje przepływ prądu w przewodnikach jako ruch elektronów swobodnych	X			
	posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego	X			
	posługuje się (intuicyjnie) pojęciem napięcia elektrycznego	X			
	przedstawia mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego		X		
	stosuje mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego do wyjaśniania mechanizmu przepływu prądu w metalach			X	
	posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego		X		

Opór i oporność przewodnika)	planuje doświadczenie lub pomiar; wybiera właściwe narzędzia pomiaru; mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu	X			
	buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy; buduje prosty obwód elektryczny według podanego schematu (wymagana jest znajomość symboli elementów: ogniwo, opornik, żarówka, wyłącznik, woltomierz, amperomierz)	X			
	posługuje się pojęciem oporu elektrycznego; stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych	X			
	wyznacza opór elektryczny opornika lub żarówki za pomocą woltomierza i amperomierza	X			
	wyjaśnia, od czego i jak zależy opór elektryczny przewodnika, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego			X	
	doświadczalnie bada, od czego i jak zależy opór elektryczny (opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, formułuje wnioski)			X	
	posługuje się pojęciem oporu właściwego, podaje jego sens fizyczny i jednostkę		X		
	oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne		X		
	opisuje wpływ temperatury na opór elektryczny metali i półprzewodników		X		
	wyjaśnia wpływ temperatury na opór elektryczny metali i półprzewodników, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego			X	
	posługuje się pojęciem oporu elektrycznego	X			
	stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych	X			
	doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla opornika, żarówki, ewentualnie diody (podłącza do obwodu przyrządy pomiarowe oraz źródło napięcia i jeden z elementów: opornik, żarówkę lub diodę); wykonuje i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową (wykres zależności $I(U)$ ) z uwzględnieniem niepewności pomiarowych		X		
oblicza wartość współczynnika proporcjonalności w doświadczalnie otrzymanej zależności $I(U)$ (z uwzględnieniem jego niepewności)		X		(X)	
przedstawia sprawozdanie z przeprowadzonego eksperymentu		X			



	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z przepływem prądu w przewodnikach (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwija proste zadania związane z przepływem prądu w przewodnikach (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwija bardziej złożone, ale typowe (o podwyższonym stopniu trudności) zadania związane z przepływem prądu w przewodnikach (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwija złożone nietypowe zadania związane z przepływem prądu w przewodnikach (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>10.2. Łączenie oporników</b> (Oporniki w układach elektronicznych. Łączenie szeregowo, równoległe oporników)	rysuje schematy obwodów elektrycznych, w których odbiorniki są połączone szeregowo i równoległe	X			
	obserwuje, opisuje i wyjaśnia przebieg doświadczenia (lub symulacji komputerowej), podczas którego obserwuje się różnice wynikające z połączenia szeregowego i równoległego oporników elektrycznych		X		
	formułuje pierwsze prawo Kirchhoffa jako konsekwencję zasady zachowania ładunku elektrycznego	X			
	stosuje pierwsze prawo Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych		X		
	wyprowadza wzór na opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równoległe			X	

	oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równoległe		X		
	posługuje się złożonymi schematami mieszanych połączeń oporników w celu obliczania oporu zastępczego; uzasadnia potrzebę stosowania oporników w różnych układach elektronicznych			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z łączeniem oporników (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z łączeniem oporników (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z łączeniem oporników (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z łączeniem oporników (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>10.3. Energia elektryczna, moc prądu</b> (Praca prądu. Moc prądu)	posługuje się pojęciami pracy i mocy prądu elektrycznego	X			
	przelicza energię elektryczną podaną w kilowatogodzinach na dżule, a podaną w dżulach – na kilowatogodziny	X			
	wymienia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna	X			
	wyznacza moc żarówki zasilanej za pomocą baterii, posługując się woltomierzem i amperomierzem	X			

	oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) nt. wykorzystania energii elektrycznej		X		
	wyznacza doświadczalnie sprawność grzałki elektrycznej lub czajnika elektrycznego			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z energią elektryczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwija proste zadania związane z energią elektryczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwija typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z energią elektryczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwija złożone nietypowe zadania związane z energią elektryczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>10.4. Źródła prądu stałego</b>	wskazuje różne źródła napięcia	X			
	wyjaśnia zasadę działania ogniwa			X	

(Baterie i akumulatory. Opór wewnętrzny ogniwa. Prawo Ohma dla obwodu zamkniętego)	wyjaśnia znaczenie pojęć siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego; wskazuje różnice między SEM ogniwa a napięciem		X		
	rozdziela energię włożoną przez źródło SEM i energię pobraną przez odbiornik energii elektrycznej		X		
	podaje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego	X			
	doświadczalnie sprawdza słuszność prawa Ohma dla obwodu zamkniętego (buduje obwód elektryczny, wykonuje pomiary, analizuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, formułuje wnioski)		X		
	wyjaśnia, dlaczego przy otwartym obwodzie woltomierz włączony równoległe do źródła napięcia (ogniwa) wskazuje wartość maksymalną równą SEM ogniwa			X	
	doświadczalnie bada zależność $U(I)$ dla ogniwa w obwodzie zamkniętym (z odbiornikiem energii elektrycznej); wykonuje i interpretuje wykres tej zależności z uwzględnieniem niepewności pomiarowych; wyznacza SEM i opór wewnętrzny ogniwa				X
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Ohma dla obwodu zamkniętego (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwija proste zadania związane z prawem Ohma dla obwodu zamkniętego (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
rozwija typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem Ohma dla obwodu zamkniętego (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X		

	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z prawem Ohma dla obwodu zamkniętego (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>10.5. Prawa Kirchhoffa (I i II Prawo Kirchhoffa)</b>	podaje drugie prawo Kirchhoffa jako konsekwencję zasady zachowania energii		X		
	stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych		X		
	posługuje się schematami złożonych obwodów elektrycznych, np. obwodu rozgałęzionego zawierającego co najmniej dwa źródła SEM, uwzględniając ich opory wewnętrzne, i odbiorników energii elektrycznej, czyli tzw. oporu zewnętrznego			X	
	stosuje reguły dotyczące znaków źródeł SEM i spadków napięć na oporach zewnętrznych i wewnętrznych			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	

	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z wykorzystaniem praw Kirchhoffa (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
--	--	--	--	--	---

### 11. Pole magnetyczne (12 godzin)

Treści nauczania (tematy lekcji)	Wymagania szczegółowe Uczeń:	Poziom wymagań			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
11.1. Oddziaływania magnetyczne (Magnesy i bieguny magnetyczne. Źródła pola magnetycznego: ferromagnetyki i elektromagnesy. Pole magnetyczne, linie pola magnesów i przewodników)	nazywa bieguny magnetyczne magnesów trwałych, opisuje charakter oddziaływania między nimi	X			
	opisuje zachowanie igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu	X			
	opisuje oddziaływanie magnesów z ciałami wykonanymi z żelaza, podaje przykłady wykorzystania tego oddziaływania	X			
	opisuje działanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną	X			
	opisuje działanie elektromagnesu i funkcję rdzenia w elektromagnesie	X			
	demonstruje oddziaływanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną (pokazuje zmianę wychylenia igły podczas zmiany kierunku przepływu prądu w zależności od pierwotnego jej ułożenia względem przewodu)	X			
	wyjaśnia znaczenie pojęć: pole magnetyczne, linie pola magnetycznego, posługuje się tymi pojęciami do opisu oddziaływań magnetycznych		X		
	bada doświadczalnie kształt linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)			X	
	szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)		X		
posługuje się pojęciem ferromagnetyków, podaje przykłady ferromagnetyków i ich zastosowanie		X			

	wymienia i opisuje przykłady zastosowania elektromagnesów		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu na temat magnetyzmu lub elektromagnesów			X	
<b>11.2. Indukcja magnetyczna. Siła Lorentza</b> (Siła działająca na ładunki będące w ruchu. Definicja Tesli. Siła Lorentza jako siła dośrodkowa. Praktyczne aspekty siły Lorentza. Spektrometr masowy. Zjawisko Halla. Cyklotron)	posługuje się pojęciem indukcji magnetycznej i jej jednostką	X			
	definiuje jednostkę indukcji magnetycznej	X			
	wyjaśnia, kiedy na cząstkę obdarzoną ładunkiem działa siła Lorentza	X			
	wskazuje siłę Lorentza i traktuje ją jak siłę dośrodkową	X			
	oblicza wartość wektora indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodnik z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)		X		
	analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym		X		
	wyznacza okres obiegu cząstki obdarzonej ładunkiem w stałym jednorodnym polu magnetycznym, gdy wektory prędkości i natężenia są prostopadłe		X		
	szkicuje tor ruchu cząstki obdarzonej ładunkiem w zależności od kąta, jaki tworzą wektor prędkości i wektor indukcji magnetycznej			X	
	doświadczalnie bada wpływ pola magnetycznego na tor ruchu cząstek naładowanych				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia referat na temat praktycznych aspektów istnienia siły Lorentza (spektrometr masowy. zjawisko Halla, cyklotron)				X
posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia referat na temat pola magnetycznego w przyrodzie lub wpływu ziemskiego pola magnetycznego na życie na Ziemi			X		
z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z indukcją magnetyczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X				

	rozwiązuje proste zadania związane z indukcją magnetyczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z indukcją magnetyczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z indukcją magnetyczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>11.3. Magnetyczne własności ciał stałych</b> (Indukcja magnetyczna, natężenie pola magnetycznego. Podatność magnetyczna. Diamagnetyki, paramagnetyki, ferromagnetyki. Histereza namagnesowania)	posługuje się pojęciem natężenia pola magnetycznego, wyjaśnia związek tej wielkości fizycznej z indukcją magnetyczną		X		
	wymienia wielkości fizyczne opisujące pole magnetyczne w próżni i w substancjach	X			
	interpretuje wartość indukcji magnetycznej jako wielkość określającą, jak „silne” jest pole magnetyczne	X			
	opisuje wpływ różnego rodzaju substancji na pole magnetyczne		X		
	opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych		X		
	przedstawia mikroskopowy obraz magnetyzmu substancji			X	
	stosuje podział materii na magnetyki, paramagnetyki i ferromagnetyki, wymienia przykłady tych substancji			X	
	przedstawia histerezę namagnesowania				X
	wyjaśnia znaczenie pojęć: magnetyzacja i podatność magnetyczna				X
stosuje klasyfikację materii na magnetyki, paramagnetyki i ferromagnetyki, wymienia przykłady tych substancji			X		



	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia referat na temat zachowania się materii w zewnętrznym polu magnetycznym			X	
<b>11.4. Przewodnik w polu magnetycznym</b> (Siła magnetyczna działająca na przewodnik z prądem. Silniki elektryczne na prąd stały. Moment magnetyczny ramki. Amperomierz)	opisuje wzajemne oddziaływanie magnesów z elektromagnesami; wyjaśnia działanie silnika elektrycznego prądu stałego	X			
	obserwuje wpływ pola magnetycznego (siły magnetycznej) na ramkę, w której płynie prąd elektryczny; formułuje wnioski	X			
	analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym		X		
	opisuje zasadę działania silnika elektrycznego		X		
	demonstruje na modelu silnika zasadę jego działania, określa funkcje poszczególnych elementów		X		
	opisuje moment siły działającej na ramkę z prądem w polu magnetycznym			X	
	wyjaśnia zasadę działania amperomierza i woltomierza			X	
	rozwiązuje z pomocą nauczyciela proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z siłą działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z siłą działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z siłą działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X		

	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z siłą działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>11.5. Pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem elektrycznym</b> (Przewodnik liniowy, pętla i zwojnica)	opisuje pole magnetyczne wytwarzane przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę, przez które płynie prąd		X		
	doświadczalnie bada pole magnetyczne wokół przewodnika liniowego, pętli i zwojnicy, przez które płynie prąd		X		
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z polem magnetycznym wytwarzanym przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z polem magnetycznym wytwarzanym przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z polem magnetycznym wytwarzanym przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	

	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z polem magnetycznym wytwarzanym przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z polem magnetycznym wytwarzanym przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, wykonuje proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z polem magnetycznym wytwarzanym przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		

## 12. Indukcja elektromagnetyczna i prąd zmienny (11 godzin)

Treści nauczania (tematy lekcji)	Wymagania szczegółowe Uczeń:	Poziom wymagań			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
<b>12.1. Indukcja elektromagnetyczna</b> (Wzbudzenie prądu indukcyjnego, strumień pola)	demonstruje sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego			X	
	posługuje się pojęciem strumienia indukcji magnetycznej i jego jednostką	X			
	oblicza strumień indukcji magnetycznej przepływający przez płaską powierzchnię		X		
	wyjaśnia, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej, podaje warunki i sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego	X			

magnetycznego. Reguła Lenza. Ramka w polu magnetycznym. Prądy wirowe)	oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej		X		
	podaje treść reguły Lenza i wskazuje przykłady jej stosowania	X			
	stosuje regułę Lenza w celu określenia zwrotu prądu indukcyjnego		X		
	analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym		X		
	wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej				X
	podaje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej (np. prądy wirowe)			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z indukcją elektromagnetyczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z indukcją elektromagnetyczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe (o podwyższonym stopniu trudności) zadania związane z indukcją elektromagnetyczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
rozwiązuje złożone nietypowe zadania i problemy związane z indukcją elektromagnetyczną (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X	

<b>12.2. Przemiana energii mechanicznej w elektryczną (Generator prądu)</b>	opisuje zmiany strumienia indukcji magnetycznej przepływającego przez powierzchnię ramki podczas jej obracania	X			
	opisuje budowę i zasadę działania prądnicy		X		
	przedstawia na schemacie zasadę działania generatora prądu elektrycznego	X			
	wyjaśnia zasadę wytwarzania prądu elektrycznego w generatorach prądu elektrycznego			X	
	szkicuje i opisuje wykres zmian siły elektromotorycznej w zależności od czasu		X		
	wyprowadza zależność siły elektromotorycznej wytwarzanej w generatorze od czasu				X
	posługuje się skrótem AC	X		X	
	rozdziela urządzenia (generatory) generujące siłę elektromotoryczną		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat generatora prądu elektrycznego jako ważnego elementu rewolucji przemysłowej XIX w.			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z wytwarzaniem prądu elektrycznego (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
rozdziela proste zadania związane z wytwarzaniem prądu elektrycznego (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X			

	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z wytwarzaniem prądu elektrycznego (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z wytwarzaniem prądu elektrycznego (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>12.3. Prąd przemienny</b> (Napięcie zmienne, napięcie skuteczne. Natężenie prądu sinusoidalnie przemiennego. Przesunięcie fazowe. Praca prądu zmiennego)	posługuje się pojęciem prądu przemiennego	X			
	opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne)		X		
	wyjaśnia, jakie warunki muszą być spełnione, aby wytworzyć prąd elektryczny przemienny	X			
	szkicuje i opisuje wykres natężenia prądu sinusoidalnie przemiennego			X	
	interpretuje za pomocą wykresu pracę prądu przemiennego				X
	omawia domową sieć elektryczną			X	
	omawia, w jaki sposób wytwarzany jest prąd elektryczny w elektrowni cieplnej; wymienia inne sposoby wytwarzania energii elektrycznej		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat zastosowania prądu przemiennego w życiu codziennym i problemów związanych z wytwarzaniem prądu przemiennego			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prądem przemiennym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			

	rozwiązuje proste zadania związane z prądem przemiennym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z prądem przemiennym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z prądem przemiennym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>12.4. Indukcja wzajemna i własna</b> (SEM indukcji wzajemnej i własnej. Energia zgromadzona w induktorze)	opisuje zjawisko samoindukcji		X		
	wymienia czynniki, od których zależy maksymalna wartość SEM indukowanej w obracającej się ramce		X		
	wskazuje i opisuje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska samoindukcji			X	
	podaje wzór na SEM samoindukcji		X		
	posługuje się pojęciem współczynnika samoindukcji (indukcyjności) i jego jednostką		X		
	wyprowadza wzór na SEM samoindukcji				X
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane ze zjawiskiem samoindukcji (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			

	rozwiązuje proste zadania związane ze zjawiskiem samoindukcji (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane ze zjawiskiem samoindukcji (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane ze zjawiskiem samoindukcji (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>12.5.</b> <b>Transformatory</b> (Transformacja napięcia elektrycznego)	opisuje budowę i zasadę działania transformatora		X		
	rysuje schemat transformatora		X		
	posługuje się pojęciem przekładni transformatora, omawia związek między napięciami w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym		X		
	podaje przykłady zastosowania transformatora	X			
	posługuje się pojęciem sprawności transformatora			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat i prezentację na temat transformatora jako prostego urządzenia stosowanego do zmiany napięcia			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z transformatorami (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			



	rozwiązuje proste zadania związane z transformatorami (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku))		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z transformatorami (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe i problemowe zadania związane z transformatorami (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X

### 13. Wybrane zagadnienia optyki falowej i geometrycznej (20 godzin)

Treści nauczania (tematy lekcji)	Wymagania szczegółowe Uczeń:	Poziom wymagań			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
<b>13.1. Wyznaczanie prędkości światła</b> (Galileusz, Romer, Fizeau)	podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji	X			
	opisuje jedną z metod wyznaczania prędkości światła		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat sposobów wyznaczania prędkości światła (Galileusz, Romer, Fizeau)			X	
<b>13.2. Falowe właściwości światła</b> (Zasada Huygensa. Dyfrakcja.	nazywa rodzaje fal elektromagnetycznych (radiowe, mikrofałe, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe i rentgenowskie), podaje przykłady ich zastosowania	X			
	opisuje widmo fal elektromagnetycznych, wymienia źródła wszystkich rodzajów fal i omawia ich zastosowanie		X		

Doświadczenie Younga. Siatki dyfrakcyjne)	podaje zasadę Huygensa	X			
	opisuje doświadczenie Younga		X		
	wyjaśnia, na czym polegają dyfrakcja i interferencja światła	X			
	podaje warunki występowania interferencji konstruktywnej i destruktywnej		X		
	wyjaśnia, co to jest siatka dyfrakcyjna; omawia zastosowanie siatki dyfrakcyjnej do wyznaczenia długości fali świetlnej	X			
	wyprowadza warunek wzmocnienia światła przy użyciu siatki dyfrakcyjnej			X	
	wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej		X		
	wykonuje doświadczenie dotyczące badania zjawiska dyfrakcji światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD)		X		
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z dyfrakcją i interferencją światła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiazuje proste zadania związane z dyfrakcją i interferencją (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
rozwiazuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z dyfrakcją i interferencją (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X		

	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z dyfrakcją i interferencją (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>13.3.</b> <b>Polaryzacja światła</b> (Filtry polaryzacyjne. Polaryzacja przez odbicie. Efekty polaryzacyjne w różnych materiałach)	opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu		X		
	posługuje się pojęciem kąta Brewstera		X		
	stosuje warunek polaryzacji przy odbiciu (zależność kąta Brewstera od współczynnika załamania światła)		X		
	wyprowadza wzór na kąt Brewstera			X	
	opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator		X		
	posługuje się pojęciami: filtry polaryzacyjne, polaryzatory		X		
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z polaryzacją światła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z polaryzacją światła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		X
rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z polaryzacją światła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X		

	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z polaryzacją światła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>13.4. Optyka geometryczna, odbicie światła</b> (Prawo odbicia. Prawo odbicia a optyka falowa. Zwierciadła sferyczne wklęsłe i wypukłe. Obrazy w zwierciadłach. Analiza obrazów w zwierciadłach kulistych wklęsłym i wypukłym)	wyjaśnia mechanizm powstawania obszarów cienia i półcienia za pomocą prostoliniowego rozchodzenia się światła w ośrodku jednorodnym	X			
	wyjaśnia mechanizm powstawania obrazu pozornego w zwierciadle płaskim, wykorzystując prawa odbicia; opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od chropowatej powierzchni	X			
	opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej; rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez zwierciadła wklęsłe	X			
	podaje i stosuje równanie zwierciadła; posługuje się pojęciem powiększenia obrazu		X		
	wyprowadza równanie zwierciadła			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z równaniem zwierciadła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
rozwiązuje proste zadania związane z równaniem zwierciadła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X			

	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z równaniem zwierciadła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z równaniem zwierciadła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>13.5. Optyka geometryczna, załamanie światła</b> (Bezwzględny współczynnik załamania. Prawo Snelliusa. Zasada Fermata. Prawo załamania a optyka falowa Całkowite wewnętrzne odbicie. Światłowody)	opisuje jakościowo bieg promieni przy przejściu światła z ośrodka rzadszego do ośrodka gęstszego optycznie i odwrotnie	X			
	demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania – jakościowo)	X			
	podaje prawo odbicia światła; posługuje się pojęciem bezwzględnego współczynnika światła	X			
	stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków		X		
	wyjaśnia mechanizm zjawiska mirażu			X	
	opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, wyznacza kąt graniczny		X		
	wykonuje doświadczenie dotyczące badania zjawiska załamania światła (np. wyznacza współczynnik załamania światła na podstawie pomiaru kąta granicznego)		X		
	opisuje doświadczenie dotyczące badania załamania światła (np. wyznacza współczynnik załamania światła na podstawie pomiaru kąta granicznego), przedstawia i analizuje wyniki z uwzględnieniem niepewności pomiarowej	X			
	oblicza niepewność względną wyznaczonego doświadczalnie współczynnika załamania światła		X		
	wyjaśnia mechanizm działania światłowodów			X	
posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat zastosowania światłowodów			X		

	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z całkowitym wewnętrznym odbiciem światła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z całkowitym wewnętrznym odbiciem światła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z całkowitym wewnętrznym odbiciem światła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z całkowitym wewnętrznym odbiciem światła (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>13.6. Soczewki i przyrządy optyczne</b> (Soczewki wklęsłe i wypukłe. Konstrukcja obrazów w soczewkach	opisuje bieg promieni przechodzących przez soczewki skupiającą i rozpraszającą (biegnących równoległe do osi optycznej), posługując się pojęciami: ogniska, ogniskowej i zdolności skupiającej	X			
	rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki; rozdziela obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone	X			
	wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie, odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu	X			

wkłęsłych i wypukłych. Mikroskop optyczny. Luneta. Oko ludzkie i wady wzroku)	rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających		X		
	stosuje równanie soczewki; wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów		X		
	wyprowadza równanie soczewki			X	
	stosuje związek ogniskowej soczewki z promieniami jej krzywizn				X
	doświadczalnie bada obrazy optyczne otrzymywane za pomocą soczewek (np. wyznacza powiększenie obrazu i porównuje je z powiększeniem obliczonym teoretycznie)		X		
	opisuje doświadczenie dotyczące badania obrazów optycznych otrzymywanych za pomocą soczewek (np. wyznaczenie powiększenia obrazu i porównanie go z powiększeniem obliczonym teoretycznie), przedstawia i analizuje wyniki z uwzględnieniem niepewności pomiarowej	X			
	wyjaśnia pojęcia krótkowzroczności i dalekowzroczności, opisuje rolę soczewek w ich korygowaniu	X			
	posługuje się pojęciem zdolności skupiającej układu soczewek			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat wad wzroku i sposobów ich korygowania			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z równaniem soczewki (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			
rozwiązuje proste zadania związane z z równaniem soczewki (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X			

	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z równaniem soczewki (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z równaniem soczewki (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>13.7. Dyspersja światła, kolory</b> (Widmo światła białego. Tęcza. Widzenia barwne)	opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne	X			
	opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu, posługuje się pojęciem widma światła białego	X			
	wyjaśnia mechanizm zjawiska rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu		X		
	wyjaśnia mechanizm powstawania tęczy			X	
	wyjaśnia, na czym polega widzenie barwne			X	
	szkicuje i opisuje krzywą dyspersji (zależność współczynnika załamania światła od częstotliwości światła); korzysta z zależności współczynnika załamania światła od częstotliwości światła				

#### 14. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego (11 godzin)

Treści nauczania (tematy lekcji)	Wymagania szczegółowe Uczeń:	Poziom wymagań			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
<b>14.1. Kwantowanie energii. Efekt fotoelektryczny</b> (Model ciała doskonale czarnego.	opisuje promieniowanie ciał; rozdziela widma ciągłe i liniowe rozrzedzonych gazów jednoatomowych, w tym wodoru	X			
	przedstawia model ciała doskonale czarnego		X		
	interpretuje linie widmowe jako przejścia między poziomami energetycznymi atomów	X			
	opisuje budowę atomu wodoru, stan podstawowy i stany wzbudzone				
	wyjaśnia znaczenia pojęcia skwantowania energii elektronu w atomie		X		



Zjawisko fotoelektryczne. Fotokomórka. Wzór Einsteina-Millikana)	stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy		X		
	wyjaśnia znaczenie pojęć fotonu i energii fotonu	X			
	interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu	X			
	opisuje efekt fotoelektryczny i podaje warunek jego zachodzenia; wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia energii i prędkości fotoelektronów	X			
	opisuje założenia kwantowego modelu światła		X		
	zapisuje równanie energii dotyczące zjawiska fotoelektrycznego; podaje i objaśnia wzór Einsteina-Millikana; posługuje się pojęciami pracy wyjścia i częstotliwości granicznej		X		
	przedstawia wykres zależności energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości padającego promieniowania			X	
	stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego		X		
	wyjaśnia zasadę działania fotokomórki		X		
	przedstawia przykłady zastosowania zjawiska fotoelektrycznego (fotokomórek)			X	
	wskazuje urządzenia zastępujące fotokomórki (fotodiody, fototranzystory, fotoopory), wyjaśnia zasadę ich działania				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referaty i prezentacje na temat: widm atomowych a mechaniki kwantowej; spektroskopia atomowej jako jednego z podstawowych narzędzi badawczych w różnych dziedzinach wiedzy			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe dotyczące kwantowania energii i efektu fotoelektrycznego (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			

	rozwiązuje proste zadania dotyczące kwantowania energii i efektu fotoelektrycznego (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe, o podwyższonym stopniu trudności zadania dotyczące kwantowania energii i efektu fotoelektrycznego (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania dotyczące kwantowania energii i efektu fotoelektrycznego (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>14.2. Promieniowanie rentgenowskie</b> (Mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego)	wskazuje promieniowanie rentgenowskie jako rodzaj fal elektromagnetycznych, podaje przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego	X			
	opisuje mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego		X		
	wyjaśnia zasadę działania lampy rentgenowskiej			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. na temat zastosowania promieniowania rentgenowskiego			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z promieniowaniem rentgenowskim (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			

	rozwiązuje proste zadania związane z promieniowaniem rentgenowskim (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane promieniowaniem rentgenowskim (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z promieniowaniem rentgenowskim (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>14.3. Dualizm korpuskularno-falowy</b> (Falowa natura materii. Hipoteza de Broglie’a. Mikroskop elektronowy)	podaje hipotezę de Broglie’a	X			
	określa długość fali de Broglie’a poruszających się cząstek		X		
	przedstawia eksperymentalne dowody istnienia fal materii oraz ich zastosowania			X	
	wyjaśnia zasadę działania mikroskopu elektronowego				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat i prezentacje na tematy budowy i zasady działania mikroskopu elektronowego oraz falowej natury materii			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z dualizmem korpuskularno-falowym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)	X			

	rozwiązuje proste zadania związane z dualizmem korpuskularno-falowym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z dualizmem korpuskularno-falowym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe zadania związane z dualizmem korpuskularno-falowym (rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony [z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących], krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X