

## Wymagania edukacyjne z fizyki – poziom rozszerzony – część 3

### Pole elektryczne

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
<b>9.1. Ładunki elektryczne i ich oddziaływanie</b> (Jednostka ładunku. Ładunek elementarny. Kwarki. Oddziaływanie ładunków elektrycznych. Zasada zachowania ładunku. Elektryzowanie przez indukcję)	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 oraz podaje przykłady obu rodzajów substancji	X			
	stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego	X			
	posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elektronu (elementarnego)	X			
	wyjaśnia, co to są kwarki, i określa ich własności				X
	demonstruje zjawisko elektryzowania przez tarcie i dotyk oraz wzajemnego oddziaływania ciał naładowanych	X			
	wyjaśnia działanie elektroskopu		X		
	wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał (przez tarcie i dotyk), stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego		X		
	bada zjawiska elektryzowania ciał oraz oddziaływania ciał naładowanych		X		
	demonstruje i opisuje elektryzowanie przez indukcję		X		
	wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez indukcję, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego			X	
przygotowuje i przedstawia referat lub prezentację multimedialną na temat zjawisk elektrostatycznych i ich zastosowań, np. kserografu, filtrów elektrostatycznych			X		

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
<b>9.2. Prawo Coulomba</b> (Prawo Coulomba. <sup>R</sup> Wektorowa postać prawa Coulomba. Oddziaływanie ciała naelektryzowanego z ciałem elektrycznie obojętnym. Zależność siły elektrycznej od ośrodka. Porównanie siły elektrycznej z siłą grawitacji)	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		
	podaje sens fizyczny stałej $k$ w prawie Coulomba, posługuje się tą stałą i jednostką ładunku do obliczeń siły Coulomba				
	wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi		X		
	<sup>R</sup> podaje i interpretuje wektorową postać prawa Coulomba				X
	demonstruje i wyjaśnia oddziaływanie ciał naelektryzowanych z ciałami nienaelektryzowanymi			X	
	wyjaśnia zależność siły elektrycznej od ośrodka, posługując się pojęciem przenikalności elektrycznej			X	
	porównuje siły oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego, wskazując podobieństwa i różnice		X		
z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Coulomba: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza 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. Pole elektryczne</b> (Pole elektrostatyczne. Natężenie i linie pola elektrostatycznego. Pole wytwarzane przez pojedynczy ładunek. Linie pola wytwarzanego przez dwa ładunki. Superpozycja pól. Pole wokół naładowanego ciała sferycznie symetrycznego. Pole między dwiema przeciwnie naładowanymi płytkami)	posługuje się pojęciem pola elektrostatycznego, podaje jego własności	X			
	posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego, podaje definicję (wzór) i jednostkę		X		
	oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego		X		
	posługuje się pojęciem linii pola elektrostatycznego	X			
	doświadczalnie bada kształt linii pola elektrycznego			X	
	analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków		X		
	przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola		X		
	rozróżnia pola elektrostatyczne centralne i jednorodne (charakteryzuje te pola, rysuje linie pól)		X		
	charakteryzuje pole elektrostatyczne pochodzące od układu ładunków, przedstawia graficzny obraz pola, zaznaczając wektory natężeń pól, stosuje zasadę superpozycji pól			X	
	stosuje prawo składania wektorów do znajdowania wypadkowego natężenia pola pochodzącego od układu ładunków, zapisuje wzory na natężenie pola od poszczególnych ładunków			X	
wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego		X			
charakteryzuje pole między dwiema przeciwnie naładowanymi płytkami		X			

	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (np. popularnonaukowych, z internetu) na temat praktycznego zastosowania sił elektrostatycznych (np. w elektrofiltrach)			X	
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z polem elektrostatycznym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>9.4. Energia potencjalna, potencjał i napięcie</b> (Energia potencjalna w jednorodnym polu elektrycznym. Energia potencjalna w centralnym polu elektrycznym.)	posługuje się pojęciem elektrostatycznej energii potencjalnej ładunku	X			
	porównuje energię potencjalną w jednorodnym polu elektrycznym i grawitacyjnym			X	
	charakteryzuje energię potencjalną w centralnym polu elektrycznym		X		
	przedstawia graficznie i interpretuje zależność energii potencjalnej ładunku próbnego w polu elektrycznym od odległości od źródła			X	
	definiuje potencjał pola elektrycznego i jego jednostkę, posługuje się pojęciem różnicy potencjałów (napięciem elektrycznym)		X		
	określa potencjał w polu centralnym i jednorodnym oraz związek natężenia pola z różnicą potencjałów			X	

Potencjał i napięcie elektryczne. Potencjał w polu centralnym i jednorodnym. Elektronowolt)	wykazuje związek natężenia pola z różnicą potencjałów (wyprowadza wzór)				X
	oblicza elektrostatyczną energię potencjalną i potencjał elektryczny			X	
	definiuje 1 eV oraz przelicza energię z elektronowoltów na dżule i odwrotnie		X		
	rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z energią elektrostatyczną i napięciem: rozróżnia 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>9.5. Ładunki w przewodniku</b> (Klatka Faradaya. Dwie połączone kule. Przewodnik z ostrzem. Powstawanie burz i działanie	demonstruje działanie klatki Faradaya			X	
	wyjaśnia zasadę działania klatki Faradaya		X		
	opisuje rozkład ładunku w przewodniku	X			
	wyjaśnia zasadę działania generatora Van de Graaffa				X
	opisuje pole elektryczne dwóch połączonych metalowych kul		X		
	bada wpływ przewodników z ostrzem na pole elektryczne			X	
	wyjaśnia mechanizm powstawania burz i działanie piorunochronu			X	
opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku oraz zjawisko ekranowania pola		X			

piorunochronu. Ekranowanie pola)	rozwiązuje proste zadania dotyczące rozkładu ładunków w przewodniku: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące rozkładu ładunków w przewodniku: szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania dotyczące rozkładu ładunków w przewodniku: szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza obliczenia posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>9.6. Ruch cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym</b> (Ruch ładunku zgodnie z kierunkiem linii pola. Ruch naładowanej cząstki z prędkością początkową prostopadłą do wektora natężenia pola)	opisuje siły działające na ładunek elektryczny poruszający się w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym	X			
	analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym, wyjaśnia pojęcie akceleratora liniowego		X		
	opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej w obszar pola z prędkością początkową równoległą do natężenia pola	X			
	opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej w obszar pola z prędkością początkową prostopadłą do natężenia pola		X		
	porównuje (wskazuje podobieństwa i różnice) ruch cząstek naładowanych w jednorodnym polu elektrycznym i ruch ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym			X	
	rozwiązuje proste zadania dotyczące ruchu ładunków w polu elektrostatycznym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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 obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>9.7. Kondensatory</b> (Pojemność kondensatora. Pole wewnątrz kondensatora. Pojemność kondensatora płaskiego. Rola ośrodka między okładkami kondensatora. Energia kondensatora. Zastosowania kondensatorów)	bada doświadczalnie pole kondensatora			X	
	opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami		X		
	posługuje się pojęciem pojemności kondensatora, podaje sens fizyczny pojemności i jej jednostki	X			
	wymienia rodzaje kondensatorów i wskazuje ich zastosowania	X			
	oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne		X		
	przeprowadza doświadczenie mające na celu sprawdzenie, czy pojemność kondensatora zależy od jego cech geometrycznych (pola powierzchni płyt i odległości między nimi) i obecności dielektryka				X
	podaje wzór na pojemność kondensatora płaskiego		X		
	wyprowadza wzór na pojemność kondensatora płaskiego			X	
	oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora i zgromadzoną w nim energię		X		
	wyprowadza wzór na pracę potrzebną do naładowania kondensatora			X	
	realizuje projekt: Generator Kelvina				X
	uczestniczy w dyskusji na temat: Jak można magazynować energię pól elektrycznych i w jakim celu się to czyni			X	

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



## Prąd elektryczny

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczają cą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
<b>10.1. Prąd elektryczny i jego natężenie</b> (Prąd elektryczny. Natężenie prądu. Prąd elektryczny a chaotyczny ruch elektronów. Prąd w cieczech i gazach. Umowny kierunek przepływu prądu elektrycznego. Prędkość dryfu ładunków a prędkość rozchodzenia się pola elektrycznego)	opisuje przepływ prądu w przewodnikach jako ruch elektronów swobodnych	X			
	posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego	X			
	wskazuje przyczynę przepływu prądu elektrycznego	X			
	rozdziela dryf elektronów od ruchu chaotycznego oraz od rozchodzenia się pola elektrycznego w przewodniku		X		
	stosuje mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego do wyjaśnienia przepływu prądu w metalach			X	
	bada doświadczalnie i opisuje przepływ prądu w cieczech i gazach		X		
	określa umowny kierunek przepływu prądu elektrycznego	X			
	podaje przykłady wykorzystania prądu elektrycznego przez zwierzęta wodne			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, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		

	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z przepływem prądu w przewodnikach: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>10.2. Chemiczne efekty przepływu prądu</b> (Galwanizacja. Elektroliza wody)	posługuje się pojęciami galwanizacji i elektrolizy	X			
	bada doświadczalnie i opisuje zjawisko galwanizacji			X	
	bada doświadczalnie i opisuje zjawisko elektrolizy wody			X	
	wyjaśnia zjawiska chemiczne wywołane przez przepływ prądu elektrycznego w roztworach		X		
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z chemicznymi efektami przepływu prądu: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z chemicznymi efektami przepływu prądu: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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 chemicznymi efektami przepływu prądu: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		

	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z chemicznymi efektami przepływu prądu: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>10.3. Obwody elektryczne</b> (Podstawowe pojęcia związane z prądem. Symbole elektryczne. Połączenia równoległe i pierwsze prawo Kirchhoffa. Połączenia szeregowe. Zastosowania połączeń szeregowych)	wymienia podstawowe elementy obwodu elektrycznego i wskazuje ich symbole (wymagana jest znajomość symboli następujących elementów: ogniwo, opornik, żarówka, wyłącznik, woltomierz, amperomierz)	X			
	rozdziela połączenia szeregowe i równoległe	X			
	analizuje połączenia szeregowe i równoległe			X	
	stosuje pierwsze prawo Kirchhoffa, podaje, że jest ono konsekwencją zasady zachowania ładunku elektrycznego		X		
	wskazuje przykłady zastosowania połączenia szeregowego	X			
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z obwodami elektrycznymi: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z obwodami elektrycznymi: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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 obwodami elektrycznymi: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		

	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z obwodami elektrycznymi: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>10.4. Pomiar napięcia i natężenia</b> (Mierniki uniwersalne. Niepewność pomiaru miernikiem analogowym. Niepewność pomiaru miernikiem cyfrowym)	rozróżnia woltomierz od amperomierza, wybiera właściwe narzędzie pomiaru napięcia elektrycznego i natężenia prądu, wskazując sposób podłączenia do obwodu	X			
	uzasadnia sposób podłączenia do obwodu woltomierza i amperomierza		X		
	posługuje się woltomierzem, amperomierzem i miernikiem uniwersalnym		X		
	posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej	X			
	zapisuje wynik pomiaru napięcia i natężenia miernikiem analogowym wraz z niepewnością pomiarową (uwzględniając klasę miernika)		X		
	określa niepewność pomiaru miernikiem cyfrowym		X		
	buduje obwody elektryczne według zadanego schematu, mierzy napięcie i natężenie oraz zapisuje wyniki pomiarów wraz z niepewnościami			X	
<b>10.5. Napięcie a natężenie. Prawo Ohma</b> (Ruch ładunków w próżni i w przewodniku. Napięcie a natężenie prądu. Prawo Ohma. Opór elektryczny. Opornik i potencjometr)	określa i uzasadnia zależność natężenia prądu w przewodniku od przyłożonego napięcia, posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego	X			
	posługuje się pojęciami oporu elektrycznego i opornika	X			
	opisuje działanie i zastosowanie potencjometru		X		
	stosuje i interpretuje prawo Ohma, wskazując jego ograniczenia		X		
	doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla opornika i analizuje wyniki pomiarów		X		
	rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma z uwzględnieniem niepewności pomiarowych		X		
	przedstawia graficznie zależność $I(U)$ dla danego opornika, wskazując jej ograniczenia			X	
bada doświadczalnie, czy odbiornik energii elektrycznej spełnia prawo Ohma, i analizuje wyniki pomiarów			X		

	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Ohma: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z prawem Ohma: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem Ohma: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z prawem Ohma: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>10.6. Łączenie oporników</b> (Połączenie szeregowe oporników. Połączenie równoległe)	opisuje połączenia szeregowe i równoległe oporników, rysuje schematy tych połączeń	X			
	posługuje się pojęciem oporu zastępczego układu oporników połączonych szeregowo lub równoległe	X			
	wyprowadza wzory 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, oblicza opór zastępczy układu, sprowadzając go do połączeń szeregowych i równoległych			X	

	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z łączeniem oporników: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z łączeniem oporników: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z łączeniem oporników: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>10.7. Od czego zależy opór elektryczny</b> (Zależność oporu przewodnika od jego wymiarów geometrycznych i rodzaju substancji, z której został wykonany.	wyjaśnia, od czego i jak zależy opór elektryczny przewodnika, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego		X		
	doświadczalnie bada, od czego i jak zależy opór elektryczny przewodnika (opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, wyciąga wnioski)		X		
	posługuje się pojęciem oporu właściwego, podając jego sens fizyczny i jednostkę		X		
	oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne		X		
	opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników		X		

Przewodniki, półprzewodniki. izolatory. Zależność oporu od temperatury. Zależność oporu od temperatury dla różnych substancji)	wyjaśnia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego			X	
	doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla żarówki: opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, wyznacza i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową – wykres zależności $I(U)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, wyciąga wnioski			X	
	opisuje zależność oporu od temperatury dla różnych substancji, podaje przykłady wykorzystania tej zależności w praktyce			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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 zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z zależnością oporu od wymiarów, rodzaju i temperatury przewodnika: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X

<b>10.8. Praca i moc prądu elektrycznego</b> (Przemiany energii podczas przepływu prądu. Obliczanie pracy i mocy prądu. Moc a opór)	posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego	X			
	przelicza energię elektryczną podaną w kilowatogodzinach na dżule i dżule na kilowatogodziny	X			
	wymienia formy energii, na jakie zamieniana jest energia elektryczna	X			
	opisuje przemiany energii podczas przepływu prądu elektrycznego		X		
	stosuje wzory na pracę i moc prądu elektrycznego	X			
	oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze		X		
	bada doświadczalnie i analizuje zależność mocy urządzenia od jego oporu			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat wykorzystania energii elektrycznej			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z pracą i mocą prądu elektrycznego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z pracą i mocą prądu elektrycznego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z pracą i mocą prądu elektrycznego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		



	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z pracą i mocą prądu elektrycznego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>10.9. Siła elektromotoryczna i opór wewnętrzny</b> (Opór wewnętrzny ogniwa. SEM jako energia przypadająca na ładunek. Prawo Ohma dla obwodu zamkniętego. Wyznaczanie SEM i oporu wewnętrznego)	wskazuje różne źródła napięcia	X			
	buduje proste ogniwo i bada jego właściwości	X			
	opisuje budowę ogniwa, wyjaśnia ich działanie, wskazując zastosowania i ograniczenia			X	
	doświadczalnie bada napięcie między biegunami ogniwa (baterii)		X		
	wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej (SEM) ogniwa i oporu wewnętrznego		X		
	określa SEM ogniwa jako energię przypadającą na ładunek, wskazuje różnicę między SEM a napięciem		X		
	stosuje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego		X		
	doświadczalnie wyznacza SEM i opór wewnętrzny ogniwa lub baterii: buduje obwód elektryczny, wykonuje pomiary, analizuje wyniki, wykonuje wykres $U(I)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, podaje jego współczynnik kierunkowy, wyciąga wnioski			X	
	interpretuje wykres zależności $U(I)$ dla ogniwa w obwodzie zamkniętym, wyjaśnia, dlaczego przy otwartym obwodzie woltomierz włączony równolegle do źródła napięcia (ogniwa) wskazuje wartość maksymalną równą SEM ogniwa			X	
z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z prawem Ohma dla obwodu zamkniętego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X				

	rozwiązuje proste zadania związane z prawem Ohma dla obwodu zamkniętego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem Ohma dla obwodu zamkniętego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>10.10. Drugie prawo Kirchhoffa</b> (Drugie prawo Kirchhoffa. Zastosowanie praw Kirchhoffa)	podaje II prawo Kirchhoffa jako konsekwencję zasady zachowania energii		X		
	wskazuje zastosowania praw Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych	X			
	stosuje prawa Kirchhoffa w obliczeniach dotyczących obwodów elektrycznych		X		
	analizuje złożone obwody elektryczne, np. obwód zawierający dwa źródła SEM i odbiornik energii elektrycznej, stosując 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			

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

## Pole magnetyczne

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczają cą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
<b>11.1. Źródła pola magnetycznego</b> (Magnes i jego bieguny. Pojęcie pola magnetycznego. Linie pola magnetycznego. Pole magnetyczne Ziemi. Energia potencjalna w polu magnetycznym)	nazywa bieguny magnetyczne magnesów trwałych i opisuje charakter oddziaływania między nimi	X			
	opisuje zachowanie igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu	X			
	opisuje oddziaływanie magnesów na żelazo i podaje przykłady wykorzystania tego oddziaływania	X			
	wyjaśnia pojęcia pola magnetycznego i linii pola magnetycznego oraz posługuje się tymi pojęciami		X		
	doświadczalnie bada kształt linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych, wyznacza zwrot linii pola magnetycznego za pomocą kompasu		X		
	szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych		X		
	opisuje pole magnetyczne Ziemi			X	
	buduje kompas inklinacyjny i wykorzystuje go do pomiaru inklinacji magnetycznej			X	
	posługuje się pojęciem energii potencjalnej w polu magnetycznym				X
<b>11.2. Linie pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków</b> (Linie pola wokół prostego przewodnika i ich zwrot. Pole wytwarzane przez pętlę i zwojnicę)	opisuje działanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną	X			
	doświadczalnie bada kształt linii pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)		X		
	szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)		X		
	wyznacza zwrot linii pola magnetycznego wokół prostego przewodnika		X		
	określa zwrot linii pola magnetycznego wytwarzanego przez pętlę i zwojnicę, określa bieguny zwojnicy			X	
	określa zwrot linii pola magnetycznego w zadaniach dotyczących pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków			X	

<b>11.3. Siła Lorentza. Wektor indukcji magnetycznej</b> (Siła działająca na poruszający się ładunek. Kierunek i zwrot siły Lorentza. Wektor indukcji magnetycznej. Natura siły magnetycznej. Pole magnetyczne wewnątrz magnesu)	doświadczalnie bada siłę działającą na poruszający się ładunek			X	
	wyznacza wartość, kierunek i zwrot siły Lorentza		X		
	posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej, określa jednostkę indukcji magnetycznej	X			
	opisuje pole magnetyczne za pomocą wektora indukcji magnetycznej		X		
	wyjaśnia naturę siły magnetycznej			X	
	dowodzi doświadczalnie, że pole magnetyczne występuje także wewnątrz magnesu				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia referat na temat: Pola magnetyczne w przyrodzie i technice			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z siłą Lorentza: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z siłą Lorentza: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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 Lorentza: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		
rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z siłą Lorentza: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X	

<b>11.4. Ruch w jednorodnym polu magnetycznym</b> (Ruch ładunku wzdłuż linii pola, prostopadle do nich i przy dowolnym kierunku prędkości początkowej. Promień okręgu, po którym porusza się naładowane ciało. Powstawanie zorzy polarnej)	wskazuje i traktuje siłę Lorentza jako siłę dośrodkową	X			
	analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym		X		
	wyznacza promień okręgu, po którym porusza się naładowane ciało w polu magnetycznym		X		
	wyznacza okres obiegu cząstki obdarzonej ładunkiem w polu magnetycznym		X		
	interpretuje i uzasadnia wzory na promień okręgu i okres obiegu naładowanego ciała w polu magnetycznym		X		
	szkicuje tor i opisuje ruch cząstki obdarzonej ładunkiem, gdy wektor prędkości początkowej nie jest ani równoległy, ani prostopadły do linii pola magnetycznego			X	
	wyjaśnia zjawisko powstawania zorzy polarnej			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia referat na temat praktycznego wykorzystania pola magnetycznego do badań cząstek elementarnych (np. komora pęcherzykowa, cyklotron)				X
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem ładunku w polu magnetycznym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z ruchem ładunku w polu magnetycznym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z ruchem ładunku w polu magnetycznym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		

	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z ruchem ładunku w polu magnetycznym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>11.5. Właściwości magnetyczne materii</b> (Diamagnetyki, paramagnetyki, ferromagnetyki. Domeny magnetyczne. Przenikalność magnetyczna substancji. Elektromagnes)	rozróżnia ferro-, para- i diamagnetyki	X			
	posługuje się pojęciem przenikalności magnetycznej substancji		X		
	opisuje wpływ ośrodka na pole magnetyczne	X			
	opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych		X		
	wyjaśnia wyniki doświadczeń i właściwości ferromagnetyków z wykorzystaniem wiedzy o domenach magnetycznych			X	
	stosuje podział materiałów na magnetyki, paramagnetyki i ferromagnetyki oraz wymienia przykłady tych substancji			X	
	opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie	X			
	buduje elektromagnes i doświadczalnie bada jego właściwości		X		
	podaje przykłady zastosowań elektromagnesów		X		
posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia referat na temat: Wykorzystanie elektromagnesów, pamięć magnetyczna					X
<b>11.6. Siła elektrodynamiczna</b> (Siła działająca na przewodnik z prądem. Obliczanie siły elektrodynamicznej)	doświadczalnie demonstruje działanie siły elektrodynamicznej	X			
	analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym		X		
	wyprowadza wzór na obliczenie siły elektrodynamicznej			X	
	oblicza wartość oraz wyznacza kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej		X		
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z siłą elektrodynamiczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			

	rozwiązuje proste zadania związane z siłą elektrodynamiczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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 elektrodynamiczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z siłą elektrodynamiczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>11.7. Indukcja magnetyczna pola wokół przewodnika z prądem</b> (Prosty przewód. Pojedyncza pętla. Zwojnica. Oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd. Definicja ampera. Pole magnetyczne i względność ruchu)	opisuje pole magnetyczne wytwarzane przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę	X			
	oblicza wartość wektora indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodnik z prądem (przewodnik liniowy, pętlę, zwojnicę)		X		
	doświadczalnie bada oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd			X	
	opisuje oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd		X		
	wyprowadza wzór na siłę wzajemnego oddziaływania przewodników z prądem i na tej podstawie podaje definicję ampera			X	
<b>12.5. Pole magnetyczne wokół</b>	analizuje ruch elektronów w rurze próżniowej w różnych układach odniesienia				X
	realizuje projekt: Działo magnetyczne				X



<b>przewodnika z prądem elektrycznym (?)</b> <b>T.7. Pole magnetyczne przewodników z prądem</b>	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z indukcją magnetyczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z indukcją magnetyczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z indukcją magnetyczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X

## Indukcja elektromagnetyczna i prąd zmienny

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczają cą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
<b>12.1. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej</b> (Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Reguła Lenza. Mikrofon i głośnik)	pod kierunkiem nauczyciela bada doświadczalnie zjawisko indukcji elektromagnetycznej (wytwarza prąd w wyniku zmian pola magnetycznego)		X		
	wyjaśnia, na czym polega i kiedy zachodzi zjawisko indukcji elektromagnetycznej	X			
	wyjaśnia różnicę między indukcją elektromagnetyczną a indukcją magnetyczną (rozdziela te pojęcia)	X			
	doświadczalnie bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego (opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga wnioski)		X		
	podaje treść i zastosowanie reguły Lenza	X			
	uzasadnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii			X	
	stosuje regułę Lenza do określenia kierunku prądu indukcyjnego		X		
	określa znaki napięcia uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym		X		
	podaje i opisuje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej (np. prądy wirowe, kuchenka indukcyjna)				X
	opisuje budowę i zasadę działania mikrofonu i głośnika			X	
	projektuje, wykonuje i opisuje doświadczenia związane ze zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej				X
<b>12.2. Prawo indukcji Faradaya</b> (Strumień indukcji magnetycznej. Siła elektromotoryczna indukcji. Indukcja elektromagnetyczna a siła Lorentza.)	posługuje się pojęciem strumienia indukcji magnetycznej	X			
	oblicza strumień indukcji magnetycznej przechodzący przez powierzchnię		X		
	analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym		X		
	wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji			X	
	oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej (stosuje prawo Faradaya)		X		
interpretuje prawo Faradaya w postaci ilościowej			X		

Prawo Faradaya)	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z indukcją elektromagnetyczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z indukcją elektromagnetyczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z indukcją elektromagnetyczną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>12.3. Prąd przemienny</b> (Wytwarzanie napięcia przemiennego. Zależność napięcia od czasu. Siła elektromotoryczna prądnicy. Napięcie skuteczne.	posługuje się pojęciami napięcia przemiennego i prądu przemiennego	X			
	podaje warunki, jakie muszą być spełnione, aby wytworzyć napięcie przemiennie	X			
	opisuje zmiany strumienia indukcji magnetycznej przechodzący przez powierzchnię ramki podczas jej obracania w polu magnetycznym	X			
	opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne)		X		
	rozróżnia wartości chwilowe, maksymalne i skuteczne napięcia i natężenia prądu	X			

Natężenie skuteczne-)	oblicza wartości skuteczne i maksymalne napięcia i natężenia prądu		X		
	szkicuje i opisuje wykres zależności napięcia od czasu w sieci prądu przemiennego			X	
	wyprowadza wzór opisujący zmiany napięcia w czasie				X
	określa SEM prądnicy		X		
	doświadczalnie bada napięcie skuteczne			X	
	interpretuje za pomocą wykresu pracę prądu przemiennego				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia referat na tematy: Zastosowanie prądu przemiennego, Prąd przemienny trójfazowy			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prądem przemiennym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z prądem przemiennym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		
rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z prądem przemiennym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X	

<b>12.4. Silniki elektryczne i prądnice</b> (Silniki elektryczne. Prądnica prądu stałego. Prądnica prądu przemiennego)	opisuje wzajemne oddziaływanie magnesów z elektromagnesami i wyjaśnia działanie silnika elektrycznego prądu stałego	X			
	opisuje budowę i zasadę działania silnika uniwersalnego, wskazuje jego zastosowanie		X		
	opisuje budowę i zasadę działania silnika indukcyjnego, wskazuje jego zastosowanie			X	
	opisuje budowę i zasadę działania prądnicy		X		
	buduje działający model silnika elektrycznego				X
	rozdziela generatory siły elektromotorycznej		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia referat na temat: Wykorzystanie silników elektrycznych i prądnic			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z silnikiem elektrycznym i prądnicą: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwija proste zadania związane z silnikiem elektrycznym i prądnicą: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
rozwija typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z silnikiem elektrycznym i prądnicą: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		

	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z silnikiem elektrycznym i prądnicą: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>12.5. Indukcja wzajemna i samoindukcja</b> (Indukcja wzajemna. Transformator. Przesyłanie energii elektrycznej. Samoindukcja. SEM samoindukcji. Samoindukcja w silniku elektrycznym)	pod kierunkiem nauczyciela doświadczalnie bada zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji			X	
	opisuje zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji oraz ich znaczenie w urządzeniach elektrycznych	X			
	opisuje budowę i zasadę działania transformatora, podaje przykłady zastosowania transformatorów		X		
	stosuje związek między napięciami i natężeniami prądu w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym (równanie transformatora)		X		
	uzasadnia równanie transformatora, posługuje się pojęciem sprawności transformatora			X	
	opisuje przesyłanie energii elektrycznej			X	
	stosuje wzór na SEM samoindukcji, posługuje się pojęciem indukcyjności		X		
	uzasadnia wzór na SEM samoindukcji			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane ze zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane ze zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		

	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane ze zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane ze zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>12.6. Dioda i prostowanie prądu</b> (Dioda jako element prostownika. Dioda świecąca. Prostownik)	doświadczalnie bada (demonstruje) właściwości diody	X			
	opisuje działanie diody jako prostownika		X		
	doświadczalnie demonstruje działanie diody świecącej i opisuje jej zastosowania		X		
	opisuje działanie i zastosowanie mostka prostowniczego			X	
	buduje i bada doświadczalnie układy prostownicze				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczących indukcji elektromagnetycznej, np. na temat: Dynamo we wnętrzu Ziemi			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z obwodami zawierającymi diody: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
rozwiązuje proste zadania związane z obwodami zawierającymi diody: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X			

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



## Fale elektromagnetyczne i optyka

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczają cą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
<b>13.1. Czym są fale elektromagnetyczne</b> (Wytwarzanie fal elektromagnetycznych. Prędkość fal elektromagnetycznych. Natężenie fali elektromagnetycznej)	podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji	X			
	wyjaśnia, jak powstaje i rozchodzi się fala elektromagnetyczna		X		
	wykonuje i/lub opisuje doświadczenie ilustrujące wytwarzanie fal elektromagnetycznych			X	
	określa prędkość fal elektromagnetycznych w próżni (podaje wzór na jej obliczenie)		X		
	porównuje prędkość fal elektromagnetycznych w różnych ośrodkach		X		
	stosuje zależność między długością, prędkością i częstotliwością fali dla fal elektromagnetycznych		X		
	posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej			X	
posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat prac Maxwella				X	
<b>13.2. Widmo fal elektromagnetycznych</b> (Fale radiowe. Podczerwień. Światło widzialne. Nadfiolet. Promieniowanie rentgenowskie. Promieniowanie gamma)	nazywa rodzaje fal elektromagnetycznych (radiowe, mikrofale, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe, rentgenowskie i gamma) i podaje przykłady ich zastosowania	X			
	opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowań		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: Promieniowanie rentgenowskie w medycynie i technice			X	
<b>13.3. Dyfrakcja i interferencja fal elektromagnetycznych</b> (Dyfrakcja fal elektromagnetycznych)	wyjaśnia, na czym polega dyfrakcja i interferencja fal, podaje zasadę Huygensa	X			
	demonstruje doświadczalnie i wyjaśnia zjawisko dyfrakcji światła, stosując zasadę Huygensa		X		
	rozdziela optykę geometryczną i falową	X			
	opisuje doświadczenie Younga		X		

<p>ych. Zasada Huygensa a dyfrakcja światła. Optyka geometryczna i falowa. Interferencja. Doświadczenie Younga)</p>	demonstruje doświadczenie Younga i wyjaśnia jego wyniki		X		
	podaje warunki wzmocnienia i wygaszenia fal w wyniku interferencji	X			
	stosuje wzór opisujący wzmocnienie fali		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat: Praktyczne znaczenie dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z dyfrakcją i interferencją światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z dyfrakcją i interferencją światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z dyfrakcją i interferencją światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z dyfrakcją i interferencją światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X	
<b>13.4. Siatka dyfrakcyjna</b> (Siatki dyfrakcyjne.)	posługuje się pojęciami: siatka dyfrakcyjna, stała siatki dyfrakcyjnej	X			
	doświadczalnie bada dyfrakcję światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD)		X		

<p>Obraz interferencyjny tworzony przez siatkę dyfrakcyjną. Wyznaczanie długości fali za pomocą siatki dyfrakcyjnej. Doświadczalne wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej. Interferencja a światło białe)</p>	opisuje obraz interferencyjny tworzony przez siatkę dyfrakcyjną dla światła jednobarwnego		X		
	wskazuje zastosowanie siatki dyfrakcyjnej (w tym siatki odbiciowej – płyty CD lub DVD) do wyznaczenia długości fali świetlnej	X			
	wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej		X		
	doświadczalnie wyznacza stałą siatki dyfrakcyjnej (wykonuje pomiary, analizuje wyniki, sporządza wykres z uwzględnieniem niepewności pomiarów i określa jego współczynnik kierunkowy)			X	
	opisuje obraz interferencyjny dla światła białego			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), przedstawia referat na temat występowania interferencji w przyrodzie (np. barwy bańki mydlanej, barwy skrzydeł motyli, ptaków itp.)				X
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z siatką dyfrakcyjną i interferencją światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z siatką dyfrakcyjną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z siatką dyfrakcyjną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		

	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z siatką dyfrakcyjną: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>13.5. Wyznaczanie prędkości światła</b> (Pomysł Galileusza. Metoda astronomiczna Romera. Doświadczenie Fizeau. Pomiary za pomocą kondensatora. Pomiary laserowe)	podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji	X			
	wymienia różne metody wyznaczania prędkości światła		X		
	opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła		X		
	opisuje i porównuje różne metody wyznaczania (pomiaru) prędkości światła (metody: Galileusza, Romera, Fizeau, pomiary za pomocą kondensatora, pomiary laserowe)			X	
	wyjaśnia, dlaczego prędkość światła nie jest obecnie obciążona niepewnością pomiarową			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat dotyczący wyznaczenia prędkości światła				X
<b>13.6. Załamanie światła</b> (Fala elektromagnetyczna jako fala poprzeczna. Prawo Snelliusa. Doświadczalne badanie załamania światła. Współczynnik załamania światła. Odwracalność biegu światła)	opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła między ośrodkami o różnych współczynnikach załamania	X			
	demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania), interpretuje jakościowo wyniki doświadczenia)	X			
	opisuje falę elektromagnetyczną jako falę poprzeczną	X			
	podaje prawo załamania światła (prawo Snelliusa), posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła		X		
	stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków		X		
	doświadczalnie bada załamanie światła (wykonuje pomiary kątów padania i załamania, analizuje wyniki, sporządza wykres zależności $\sin\alpha$ od $\sin\beta$ , wyznacza współczynnik załamania światła jako współczynnik kierunkowy prostej)			X	
	uzasadnia i stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła		X		

	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z załamaniem światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z załamaniem światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z załamaniem światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z załamaniem światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>13.7. Częściowe i całkowite wewnętrzne odbicie. Rozszczepienie światła</b> (Całkowite wewnętrzne odbicie światła. Światłowody. Rozszczepienie	opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne	X			
	odróżnia odbicie wewnętrzne światła częściowe od całkowitego, posługuje się pojęciem kąta granicznego	X			
	opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny		X		
	wyznacza współczynnik załamania światła z pomiaru kąta granicznego		X		
	wyjaśnia działanie i wskazuje zastosowania światłowodów		X		
	bada doświadczalnie i opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu, posługuje się pojęciem widma światła białego		X		

światła. Powstawanie tęczy)	wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu i porównuje je ze zjawiskiem rozszczepienia na siatce dyfrakcyjnej			X	
	wyjaśnia zjawisko powstawania tęczy				X
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat powstawania tęczy, zjawiska halo			X	
<b>13.8. Soczewki</b> (Ognisko i ogniskowa soczewki. Zdolność skupiająca. Soczewki sferyczne i asferyczne. Kształt soczewki sferycznej a jej ogniskowa. Przybliżenie cienkiej soczewki)	rozdziela soczewki skupiające i rozpraszające	X			
	opisuje bieg promieni równoległych do osi optycznej przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej	X			
	posługuje się pojęciem zdolności skupiającej		X		
	rozdziela soczewki sferyczne i asferyczne, wyjaśnia aberrację sferyczną i chromatyczną, wskazując sposoby ich niwelowania			X	
	podaje i stosuje zależność między ogniskową soczewki i promieniami sfer, które ograniczają soczewkę sferyczną		X		
	wyjaśnia, na czym polega przybliżenie cienkiej soczewki		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. dotyczących aberracji sferycznej i chromatycznej				X
<b>13.9. Obraz rzeczywisty tworzony przez soczewkę wypukłą</b> (Tworzenie obrazu rzeczywistego. Konstrukcja obrazu. Równanie soczewki. Pomiar ogniskowej soczewki. Powiększenie obrazu. Doświadczalne	wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie, odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu	X			
	rysuje konstrukcyjnie obrazy utworzone przez soczewki, rozdziela obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone	X			
	wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających		X		
	stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów		X		
	wyprowadza równanie soczewki			X	
	doświadczalnie bada obrazy optyczne otrzymywane za pomocą soczewek (wyznacza powiększenie obrazu i porównuje je z powiększeniem obliczonym teoretycznie)		X		

badanie powiększenia soczewki-)	doświadczalnie bada zależności między odległościami $x$ i $y$ oraz wyznacza ogniskową soczewki (wykonuje i analizuje pomiary, sporządza wykresy, określa i interpretuje współczynnik kierunkowy wykresu zależności $1/y$ od $1/x$ )			X	
	wyjaśnia pojęcia krótkowzroczności i dalekowzroczności oraz 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) na temat wad wzroku i sposobów ich korygowania			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z obrazami rzeczywistymi tworzonymi przez soczewki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z obrazami rzeczywistymi tworzonymi przez soczewki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z obrazami rzeczywistymi tworzonymi przez soczewki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z obrazami rzeczywistymi tworzonymi przez soczewki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X	

<b>13.10. Obrazy pozorne tworzone przez soczewki</b> (Obraz pozorny tworzony przez soczewkę skupiającą. Konstruowanie obrazu pozornego tworzego przez soczewkę skupiającą. Soczewka rozpraszająca. Równanie soczewki i powiększenie przy obrazach pozornych. Powiększenie lupy)	doświadczalnie bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki skupiającą i rozpraszającą		X		
	posługuje się pojęciem obrazu pozornego	X			
	wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów pozornych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających		X		
	stosuje równanie soczewki i wzór na powiększenie przy obrazach pozornych		X		
	opisuje działanie lupy i określa jej powiększenie			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z obrazami pozornymi tworzonymi przez soczewki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z obrazami pozornymi tworzonymi przez soczewki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z obrazami pozornymi tworzonymi przez soczewki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		
rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z obrazami pozornymi tworzonymi przez soczewki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X	



<b>13.11. Obrazy tworzone przez zwierciadła</b> (Zwierciadło płaskie. Badanie zwierciadła wklęsłego. Obrazy w zwierciadłach. Analiza obrazów w zwierciadłach kulistych wklęsłym i wypukłym Skupianie światła przez zwierciadło wklęsłe. Obraz rzeczywisty tworzony przez zwierciadło wklęsłe. Obraz pozorny tworzony przez zwierciadło wklęsłe. Zwierciadło wypukłe. Soczewki a zwierciadła)	wyjaśnia zjawisko powstawania obrazu pozornego w zwierciadle płaskim, wykorzystując prawa odbicia	X			
	doświadczalnie bada zwierciadła wklęsłe i wypukłe		X		
	opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej	X			
	rysuje konstrukcyjnie i opisuje obrazy tworzone przez zwierciadła wklęsłe i wypukłe		X		
	wymienia zastosowania zwierciadeł różnego typu		X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat zastosowań zwierciadeł różnego typu			X	
	porównuje (opisuje podobieństwa i różnice) soczewki i zwierciadła			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z obrazami tworzonymi przez zwierciadła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
rozwiązuje proste zadania związane z obrazami tworzonymi przez zwierciadła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X			
rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z obrazami tworzonymi przez zwierciadła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		

	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z obrazami tworzonymi przez zwierciadła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>13.12. Przyrządy optyczne</b> (Luneta astronomiczna. Luneta Galileusza. Mikroskop optyczny. Teleskop zwierciadlany. Budowa precyzyjnych przyrządów)	wymienia podstawowe przyrządy optyczne	X			
	buduje lunetę astronomiczną i bada doświadczalnie jej działanie			X	
	opisuje zasady działania i zastosowania przyrządów optycznych: lunety astronomicznej, lunety Galileusza, mikroskopu optycznego, teleskopu zwierciadlanego			X	
	konstruuje obrazy tworzone przez lunety astronomiczną i Galileusza oraz mikroskop optyczny			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat zastosowania różnych przyrządów optycznych				X
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z przyrządami optycznymi: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z przyrządami optycznymi: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z przyrządami optycznymi: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	

	rozwiązuje złożone, (nietypowe) zadania związane z przyrządami optycznymi; (rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)				X
<b>13.13. Polaryzacja światła</b> (Wektory natężenia pola i indukcji magnetycznej w fali elektromagnetycznej. Filtry polaryzacyjne. Polaryzacja przez odbicie. Kąt Brewstera. Zastosowanie filtrów polaryzacyjnych. Wyświetlacze LCD.)	podaje różnicę między światłem spolaryzowanym i niespolaryzowanym	X			
	posługuje się pojęciami: filtry polaryzacyjne, polaryzatory, oraz wskazuje ich zastosowania	X			
	bada doświadczalnie polaryzację światła		X		
	opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator		X		
	opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu, posługuje się pojęciem kąta Brewstera		X		
	stosuje warunek polaryzacji przy odbiciu (zależność kąta Brewstera od współczynnika załamania światła)		X		
	opisuje zasadę działania wyświetlaczy LCD			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. na temat zastosowań filtrów polaryzacyjnych i polaryzatorów, wykorzystania światła odbłaskowych				X
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z polaryzacją światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
rozwiązuje proste zadania związane z polaryzacją światła: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X			

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

## Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego

Zagadnienie (temat lekcji)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczają cą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
<b>14.1. Efekt fotoelektryczny</b> (Kwanty promieniowania. Efekt fotoelektryczny. Wyjaśnienie zjawiska fotoelektrycznego . Praca wyjścia)	opisuje założenia kwantowego modelu światła	X			
	wyciąga poprawne wnioski na podstawie obserwacji zjawiska fotoelektrycznego		X		
	opisuje zjawisko fotoelektryczne i wyjaśnia jego przebieg		X		
	posługuje się pojęciem pracy wyjścia		X		
	stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego		X		
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) dotyczące efektu fotoelektrycznego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania dotyczące efektu fotoelektrycznego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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 efektu fotoelektrycznego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
rozwiązuje złożone, nietypowe zadania dotyczące efektu fotoelektrycznego: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X	

<b>14.2. Fotokomórka i badanie zjawiska fotoelektrycznego</b> o (Fotokomórka. Fotokomórka w układzie ze źródłem napięcia. Prąd w fotokomórce a natężenie i częstotliwość promieniowania)	opisuje budowę i wyjaśnia zasadę działania fotokomórki		X		
	przedstawia i wyjaśnia zależność natężenia prądu od napięcia przyspieszającego elektrony w fotokomórce dla światła o stałej częstotliwości i stałym natężeniu promieniowania			X	
	przedstawia i wyjaśnia zależność $I(U)$ dla fotokomórki przy różnych częstotliwościach i różnych natężeniach fali promieniowania			X	
	posługuje się pojęciem napięcia hamowania i wykorzystuje je do wyznaczenia pracy wyjścia			X	
	podaje przykłady zastosowania fotokomórek i urządzeń zastępujących fotokomórki		X		
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) dotyczące fotokomórki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje typowe zadania dotyczące fotokomórki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik 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 fotokomórki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
rozwiązuje złożone, nietypowe zadania dotyczące fotokomórki: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X	

<b>14.3. Falowa natura materii</b> (Hipoteza de Broglie'a. Falowa natura pojedynczej cząstki. Mikroskop elektronowy)	wyjaśnia, na czym polega dualizm korpuskularno-falowy		X		
	podaje hipotezę de Broglie'a	X			
	określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek		X		
	opisuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii			X	
	opisuje budowę i wyjaśnia zasadę działania mikroskopu elektronowego				X
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z hipotezą de Broglie'a: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste, typowe zadania związane z hipotezą de Broglie'a: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z hipotezą de Broglie'a: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	
rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z hipotezą de Broglie'a: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X	

<b>14.4. Falowa natura materii a budowa atomu</b> (Fala na orbicie. Postulaty Bohra. Promień orbity. Energia elektronu. Wielkości skwantowane. Widmo ciągłe i widmo liniowe. Wzór Balmera)	podaje postulaty Bohra		X		
	opisuje model Bohra atomu wodoru i uzasadnia jego założenia, odnosząc się do falowej natury materii			X	
	wyprowadza wzór na promień orbity i energię elektronu w atomie wodoru				X
	posługuje się pojęciami: poziomy energetyczne, stan podstawowy, stany wzbudzone, energia jonizacji, wielkości skwantowane		X		
	rozdziela widma ciągłe i liniowe	X			
	interpretuje linie widmowe jako przejścia między poziomami energetycznymi atomów	X			
	stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy		X		
	wyprowadza wzór Balmera z modelu Bohra			X	
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z modelem Bohra i emisją promieniowania: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwija proste zadania związane z modelem Bohra i emisją promieniowania: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
rozwija typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z modelem Bohra i emisją promieniowania: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X		



	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z modelem Bohra i emisją promieniowania: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
<b>14.5. Otrzymywanie promieniowania rentgenowskiego</b> (Widmo promieniowania rentgenowskiego. Wychwył elektronu)	wskazuje promieniowanie rentgenowskie jako rodzaj fal elektromagnetycznych, podaje przykłady zastosowania	X			
	opisuje mechanizmy 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 wytwarzania i zastosowań promieniowania rentgenowskiego			X	
	realizuje projekt: Wyznaczanie stałej Plancka				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 jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje proste zadania związane z promieniowaniem rentgenowskim: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z promieniowaniem rentgenowskim: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku			X	

	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z promieniowaniem rentgenowskim: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku				X
--	--	--	--	--	---