

## Wymagania edukacyjne do nowej podstawy programowej z fizyki technicznej kl.3

Zagadnienie (treści podręcznika)	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
<b>9.1. Ładunki elektryczne i ich oddziaływanie</b> (Jednostka ładunku. Ładunek elementarny. <sup>R</sup> 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			
	<sup>R</sup> 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	
<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	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		

między dwiema przeciwnie naładowanymi płytkami)	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.	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	

Energia potencjalna w centralnym polu elektrycznym. Potencjał i napięcie elektryczne. Potencjał w polu centralnym i jednorodnym. Elektronowolt)	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	
	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.</b>	demonstruje działanie klatki Faradaya			X	
<b>Ładunki w przewodniku</b> (Klatka Faradaya. Dwie połączone kule. Przewodnik z ostrzem. Powstawanie burz i	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	

działanie piorunochronu. Ekranowanie pola)	wyjaśnia mechanizm powstawania burz i działanie piorunochronu			X	
	opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku oraz zjawisko ekranowania pola		X		
	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

## 10. Prąd elektryczny

Zagadnienie	Cele operacyjne	Wymagania
-------------	-----------------	-----------



(treści podręcznika)	Uczeń:	podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
<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: 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 przepływem prądu w przewodnikach: 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 bardziej złożone, ale typowe (o podwyższonym stopniu trudności) 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		

	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			
	rozróżnia 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 znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku cyfr				X
<b>10.4. Pomiar napięcia i natężenia</b>	rozróżnia woltomierz od amperomierza, wybiera właściwe narzędzie pomiaru napięcia elektrycznego i natężenia prądu, wskazując sposób podłączenia do obwodu	X			
(Mierniki uniwersalne.	uzasadnia sposób podłączenia do obwodu woltomierza i amperomierza		X		
Niepełność pomiaru miernikiem analogowym.	posługuje się woltomierzem, amperomierzem i miernikiem uniwersalnym		X		
Niepełność pomiaru miernikiem cyfrowym)	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>	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			
(Ruch ładunków w próżni i w przewodniku.	opisuje działanie i zastosowanie potencjometru		X		
Napięcie a natężenie	stosuje i interpretuje prawo Ohma, wskazując jego ograniczenia		X		
	doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla opornika i analizuje wyniki pomiarów		X		

prądu. Prawo Ohma. Opór elektryczny. Opornik i potencjometr)	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>	opisuje połączenia szeregowe i równoległe oporników, rysuje schematy tych połączeń	X			
(Połączenie szeregowe oporników.	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		

Połączenie równoległe)	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	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		

której został wykonany. Przewodniki, półprzewodniki. izolatory. Zależność oporu od temperatury. Zależność oporu od temperatury dla różnych substancji)	opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników		X		
	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 ogniw, 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>	podaje II prawo Kirchhoffa jako konsekwencję zasady zachowania energii		X		
(Drugie prawo Kirchhoffa.	wskazuje zastosowania praw Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych	X			
Zastosowanie praw Kirchhoffa)	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			

	<p>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</p>		X		
	<p>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</p>			X	
	<p>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</p>				X