

# WYMAGANIA EDUKACYJNE NAUCZANIA FIZYKI W KLASIE 4 LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO W ZAKRESIE ROZSZERZONYM

Plan wynikowy uwzględnia zmiany z 2024 r. wynikające z uszczuplenia podstawy programowej. \* Doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką. \*\*W kolumnie „Wymagania” nawiasami oznaczono wymagania odnoszące się do zapisów celów operacyjnych ujętych w nawias w kolumnie „Cele operacyjne”. Symbolem D oznaczono treści spoza podstawy programowej, szarym kolorem oznaczono treści, o których realizacji decyduje nauczyciel. W związku z uszczupleniem przez MEN podstawy programowej, w rozkładzie materiału zmniejszyła się liczba godzin na realizację obowiązkowych zagadnień. Uzyskane w ten sposób dodatkowe godziny pozostają do dyspozycji nauczyciela w trakcie roku szkolnego. Zgodnie z założeniami MEN: *Ograniczony zakres treści nauczania – wymagań szczegółowych – da nauczycielom i uczniom więcej czasu na spokojniejszą i bardziej dogłębną realizację programów nauczania.*

Zagadnienie	Cele operacyjne (osiągnięcia ucznia) <sup>1</sup> Uczeń:	Wymagania <sup>2</sup>			
		podstawowe		ponadpodstawowe	
		konieczne	podstawowe	rozszerzające	dopełniające
<b>Dział 16. Fale elektromagnetyczne i optyka</b>					
<b>16.1. Czym są fale elektromagnetyczne</b>	(wskazuje zmianę pola elektrycznego lub magnetycznego jako źródło fali elektromagnetycznej; wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych); opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal elektromagnetycznych	(X)	X		
	przeprowadza doświadczenie na podstawie jego opisu: obserwuje wytwarzanie fali elektromagnetycznej; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, wyciąga wnioski		X	(X)	
	stosuje zależność między długością, prędkością i częstotliwością fali dla fal elektromagnetycznych		X		
	posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej wraz z jej jednostką (oraz wielkościami związanymi z mocą światła)		X	(X)	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych dotyczących fal elektromagnetycznych		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z powstawaniem i rozchodzeniem się fal elektromagnetycznych; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z powstawaniem i rozchodzeniem się fal elektromagnetycznych; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania			X	(X)
<b>16.2. Widmo fal elektromagnetycznych</b>	(wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych; wskazuje przykłady ich zastosowania); opisuje widmo fal elektromagnetycznych oraz wymienia źródła i własności fal z poszczególnych zakresów widma	(X)	X		
	opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego na przykładzie schematu nadawania, rozchodzenia się i odbierania fal radiowych		X		
	(opisuje światło białe jako mieszaninę barw), opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach	(X)	X		

	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych i tekstów popularnonaukowych przy opisywaniu zastosowania fal elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów widma		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z falami elektromagnetycznymi; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania i problemy związane z falami elektromagnetycznymi; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania			X	(X)
<b>16.3. Dyfrakcja i interferencja fal elektromagnetycznych</b>	opisuje zjawisko dyfrakcji fal elektromagnetycznych na przykładzie światła (oraz praktyczne znaczenie tego zjawiska)		X	(X)	
	przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisu: obserwuje dyfrakcję światła na krawędzi przeszkody, <b>obserwuje zjawisko interferencji fal</b> ; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, wyciąga wnioski; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń, formułuje hipotezę i prezentuje sposób jej weryfikacji)		X	(X)	
	(stosuje zasadę superpozycji fal, podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal); opisuje doświadczenie Younga oraz jego wyniki	(X)	X		
	opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali (wyjaśniania zjawisk) i obliczeń		X	(X)	
	posługuje się informacjami związanymi z dyfrakcją i interferencją fal elektromagnetycznych pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych, ilustruje je na schematycznych rysunkach; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych; uzasadnia swoje rozwiązania, udowadnia podane stwierdzenia i/lub związki			X	(X)
	przeprowadza doświadczenie na podstawie z jego opisu: obserwuje obraz interferencyjny uzyskany za pomocą siatki dyfrakcyjnej; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, wyciąga wnioski		X	(X)	
<b>16.4. Siatka dyfrakcyjna</b>	opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje do obliczeń (i wyjaśniania zjawisk) związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali, (udowadnia ten związek)		X	(X)	
	analizuje jakościowo (i wyjaśnia) zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy		X	(X)	
	wskazuje (i opisuje) przykłady interferencji światła w przyrodzie		X	(X)	
	wykorzystuje związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali do rozwiązywania typowych (prostych) zadań lub problemów; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące zjawiska interferencji; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania			X	(X)
<b>16.5. Odbicie i rozproszenie światła</b>	(opisuje zjawisko odbicia światła); stosuje prawo odbicia na granicy dwóch ośrodków do wyjaśniania zjawisk; (wyjaśnia różnicę pomiędzy odbiciem od zwierciadła a odbiciem od matowej powierzchni)	(X)	X		

	przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisu: <b>demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku</b> ; opisuje (i wyjaśnia) obserwacje, wyciąga wnioski; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń)		X	(X)	
	wskazuje (i opisuje) przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z odbiciem i rozpraszaniem światła; przeprowadza obliczenia liczbowe, uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z odbiciem i rozpraszaniem światła; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>16.6. Załamanie światła</b>	opisuje (jakościowo) i ilościowo załamanie światła przy przejściu do innego ośrodka; (wskazuje kierunek załamania); stosuje prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków	(X)	X		
	opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła oraz prawo Snelliusa do wyjaśniania zjawisk i/lub obliczeń		X		
	przeprowadza doświadczenie na podstawie jego opisu: wyznacza współczynnik załamania światła w danej substancji; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów, przedstawia je na wykresie i wyciąga wnioski; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia)		X	(X)	
	posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła $n$ w danym ośrodku; $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$ (udowadnia, że prawo Snelliusa można zapisać: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$ )		X	(X)	
	opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z załamania światła, (wyjaśnia ich powstawanie)		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z załamaniem światła; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z załamaniem światła; udowadnia podane stwierdzenia lub związki			X	(X)
<b>16.7. Częściowe i całkowite wewnętrzne odbicie</b>	(opisuje jakościowo częściowe i całkowite wewnętrzne odbicie światła i ilustruje je na schematycznym rysunku; posługuje się pojęciem kąta granicznego); stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu wewnętrznego odbicia światła	(X)	X		
	korzysta z prawa Snelliusa do obliczania kąta granicznego, interpretuje jego związek ze współczynnikiem $n$ ; (opisuje mechanizm powstawania okna Snelliusa)		X	(X)	
	opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia; opisuje przykłady wykorzystania światłowodów, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych i tekstów popularnonaukowych		X	(X)	
	<b>doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego</b> ; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia; formułuje i weryfikuje hipotezy)		X	(X)	

	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z wewnętrznym odbiciem światła; przeprowadza obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora; uzasadnia i/lub ilustruje na schematycznych rysunkach swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z wewnętrznym odbiciem światła; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>16.8. Rozszczepienie światła</b>	(opisuje światło białe jako mieszaninę barw i ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie; wymienia inne przykłady rozszczepienia światła); opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach	(X)	X		
	wykonuje doświadczenie na podstawie jego opisu: demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie i połączenie barw w światło białe; opisuje (i wyjaśnia) obserwacje, wyciąga wnioski		X	(X)	
	wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła przy jego załamaniu; opisuje bieg światła przez pryzmat; (wykazuje, że $n_{\text{niebieski}} > n_{\text{czerwony}}$ )		X	(X)	
	opisuje powstawanie tęczy i halo jako przykłady zjawisk optycznych występujących w przyrodzie i wynikających z rozszczepienia światła, do ich opisu posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych i tekstów popularnonaukowych; (wyjaśnia mechanizm powstawania tęczy)		X	(X)	
	stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu rozszczepienia światła przez kroplę wody; (wykazuje, że pas tęczy widzimy pod kątem $42^\circ$ , a tęcza jest kolorowa)		X		(X)
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z rozszczepieniem światła; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania, ilustruje je na schematycznych rysunkach	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z rozszczepieniem światła; uzasadnia podane stwierdzenia			X	(X)
<b>16.9. Soczewki</b>	rozdziela soczewki skupiające i rozpraszające, stosuje ich schematyczne oznaczenia, opisuje bieg wiązki światła przez te soczewki; posługuje się pojęciami ogniska, ogniskowej (i zdolności skupiającej wraz z jej jednostką)	X	(X)		
	opisuje jakościowo (i $R$ ilościowo) zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania, (interpretuje tę zależność); stosuje przybliżenie cienkiej soczewki		X	(X)	
	rozdziela soczewki sferyczne i asferyczne; wyjaśnia na czym polega aberracja sferyczna i chromatyczna, wskazuje sposoby korygowania tych wad soczewek			X	
	stosuje do obliczeń pojęcie zdolności skupiającej wraz z jej jednostką		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące soczewek; ustala i uzasadnia swoje odpowiedzi, wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące soczewek; uzasadnia swoje rozwiązania oraz ilustruje je na schematycznych rysunkach; wykazuje podane zależności			X	(X)
<b>16.10. Obraz rzeczywisty tworzony przez soczewkę wypukłą</b>	opisuje mechanizm tworzenia obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą oraz podaje reguły jego konstruowania; rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewkę skupiającą	X			
	<b>doświadczalnie bada związek między ogniskową soczewki i położeniami przedmiotu i obrazu</b> ; opisuje, analizuje (i opracowuje) wyniki pomiarów; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia)		X	(X)	
	(wyprowadza, interpretuje) i stosuje do obliczeń równanie soczewki; opisuje sposób pomiaru przybliżonej ogniskowej soczewki		X	(X)	

	opisuje rolę soczewek w korygowaniu wad wzroku: krótkowzroczności i dalekowzroczności	X			
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z tworzeniem obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania lub podane stwierdzenia, wykonuje obliczenia	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z tworzeniem obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą			X	(X)
<b>16.11. Obrazy pozorne tworzone przez soczewki</b>	(rozdziela obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone); opisuje konstrukcję obrazów pozornych utworzonych przez soczewki oraz rysuje konstrukcyjnie te obrazy; określa cechy obrazu utworzonego przez soczewkę skupiającą w zależności od odległości przedmiotu od soczewki	(X)	X		
	przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisu: bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki; opisuje (i wyjaśnia) obserwacje; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń, formułuje hipotezę i prezentuje sposób jej weryfikacji)		X	(X)	
	(wyprowadza) oraz stosuje do obliczeń równanie soczewki przy obrazach pozornych		X		(X)
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z tworzeniem obrazów pozornych przez soczewki; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania lub podane stwierdzenia; stosuje do obliczeń równanie soczewki, wykonuje obliczenia	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z tworzeniem obrazów pozornych przez soczewki			X	(X)
<b>16.12. Przyrządy optyczne – temat dodatkowy</b>	opisuje zasadę działania przyrządów optycznych: (lupy), <sup>R</sup> lunety astronomicznej, <sup>R</sup> lunety Galileusza, <sup>R</sup> mikroskopu optycznego, <sup>R</sup> teleskopu zwierciadlanego, (wskazuje ich zastosowania)	(X)		X	
	rysuje konstrukcyjnie obrazy tworzone przez soczewki i zwierciadła (oraz <sup>R</sup> poznane przyrządy optyczne), określa cechy tych obrazów; <sup>R</sup> posługuje się pojęciem powiększenia kąтового	X		(X)	
	posługuje się informacjami związanymi z przyrządami optycznymi pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych		X	(X)	
	przeprowadza doświadczenia na podstawie ich opisu: buduje i bada lunety: astronomiczną, Galileusza oraz teleskop zwierciadlany; opisuje (i wyjaśnia) obserwacje; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń)		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane (z lupą) i innymi <sup>R</sup> przyrządami optycznymi oraz z wykorzystaniem równania soczewki; uzasadnia swoje odpowiedzi, konstruuje bieg promieni ilustrujący powstawanie obrazów, wykonuje obliczenia	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z <sup>R</sup> przyrządami optycznymi oraz z wykorzystaniem równania soczewki i/lub równania zwierciadła; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>16.13. Polaryzacja światła</b>	opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozdziela światło spolaryzowane i niespolaryzowane	X			
	doświadczalnie <b>obserwuje zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równoległe i prostopadle</b> ; opisuje (i wyjaśnia) obserwacje, wyciąga wnioski; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń)		X	(X)	
	opisuje jakościowo (i wyjaśnia) zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator		X	(X)	
	objasnia działanie filtrów polaryzacyjnych; (opisuje zmianę natężenia światła przy przejściu przez polaryzator)	X		(X)	

	wskazuje i opisuje zastosowania polaryzatorów, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych		X	(X)		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z polaryzacją światła; wykonuje obliczenia, uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X			
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z polaryzacją światła; uzasadnia swoje rozwiązania i/lub podane stwierdzenia; doświadczalnie bada, czy światło jest spolaryzowane			X	(X)	
<b>Powtórzenie i sprawdzian</b> (Powtórzenie wiedzy z działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i> ; Sprawdzian)	analizuje tekst: <i>O tym, do czego służą „odblaski”</i> lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów; (projektuje i przeprowadza obserwacje oraz doświadczenia, formułuje i weryfikuje hipotezy)		X		(X)	
	dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i> ; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego działu; (prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń domowych)		X	(X)		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i> , a zwłaszcza: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe), posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia i poddaje analizie otrzymany wynik, (wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania); uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania, ilustruje je na schematycznych rysunkach	(X)	X			
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i> ; ilustruje i/lub uzasadnia swoje rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia stwierdzenia; (wykazuje lub udowadnia podane stwierdzenia i/lub związki)				X	(X)
	rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i> ; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski i – gdy zaistnieje taka potrzeba – ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć				X	(zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)

<b>Dział 17. Fizyka atomowa</b>					
<b>17.1. Promieniowanie termiczne</b>	posługuje się pojęciem promieniowania termicznego; (analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury)	X	(X)		
	wyjaśnia, do czego służy model ciała doskonale czarnego; porównuje promieniowanie termiczne Słońca i tradycyjnej żarówki		X	(X)	
	przeprowadza doświadczenie na podstawie jego opisu: bada promieniowanie termiczne, opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji; wyciąga wnioski		X	(X)	
	podaje zależność wyrażającą prawo Wiena oraz stosuje ją do wyjaśniania zjawisk i obliczeń			X	

	posługuje się pojęciem kwantu energii; przedstawia założenie Plancka dotyczące promieniowania termicznego jako kluczowe dla stworzenia mechaniki kwantowej		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego; uzasadnia podane stwierdzenia			X	(X)
<b>17.2. Efekt cieplarniany</b>	wyjaśnia, na czym polega i jak powstaje efekt cieplarniany w atmosferze, odwołując się do działania szklarni		X		
	przedstawia przyczyny oraz skutki globalnego ocieplenia; (omawia przykłady sprzężenia zwrotnego efektu cieplarnianego)	X	(X)		
	przedstawia sposoby przeciwdziałania globalnemu ociepleniu na podstawie informacji pochodzących z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych		X	(X)	
	rozdziela (oraz porównuje) smog i efekt cieplarniany	X	(X)		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z efektem cieplarnianym; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy związane z efektem cieplarnianym oraz wykorzystaniem prawa Wiena lub podanych informacji; uzasadnia swoje rozwiązania i odpowiedzi			X	(X)
<b>17.3. Zjawisko fotoelektryczne</b>	(objaśnia, na czym polega zjawisko fotoelektryczne); opisuje zjawiska fotoelektryczne i jonizacji jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej	(X)	X		
	(opisuje światło jako strumień fotonów); stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii oraz zależność między energią fotonu i częstotliwością oraz długością fali do wyjaśniania zjawisk i obliczeń	(X)	X		
	przedstawia bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego oraz stosuje go do wyjaśniania tego zjawiska (i obliczeń); posługuje się pojęciem pracy wyjścia wraz z jej jednostką – elektronowoltem		X	(X)	
	rozdziela zjawiska fotoelektryczne zewnętrzne i wewnętrzne, wskazuje przykłady ich wykorzystania			X	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące zjawiska fotoelektrycznego; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące zjawiska fotoelektrycznego; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>17.4. Foton jako cząstka</b>	(posługuje się pojęciem pędu fotonu); stosuje zależność między pędem fotonu i jego częstotliwością i energią do wyjaśniania zjawisk i obliczeń	(X)	X		
	opisuje odrzut atomu emitującego kwant światła, stosuje zasadę zachowania energii i zasadę zachowania pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy		X		

	przedstawia mikroskopowy opis odbicia światła; (wyjaśnia, na czym polega zjawisko Comptona)		X	(X)	
	wyjaśnia, dlaczego zjawisk związanych z odrzutem atomów nie obserwujemy w życiu codziennym			X	
	korzysta ze wzoru na pęd fotonu przy rozwiązywaniu typowych (prostych) zadań lub problemów; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	korzysta ze wzoru na pęd fotonu przy rozwiązywaniu złożonych (nietypowych) zadań lub problemów; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>17.5. Falowa natura materii</b>	opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła, (wskazuje przykłady zjawisk ujawniających falowe albo cząsteczkowe jego własności)	(X)	X		
	(wskazuje) i opisuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii; opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek	(X)	X		
	objaśnia hipotezę de Broglie'a o falowych własnościach materii (oraz założenia mechaniki kwantowej); oblicza długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek		X	(X)	
	wyjaśnia budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych, np. z internetu) materiałów źródłowych dotyczących falowej natury materii		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy związane z falową naturą materii; wykonuje obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora; ustala i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy związane z falową naturą materii; uzasadnia rozwiązania lub podane stwierdzenia			X	(X)
<b>17.6. Widma emisyjne i absorpcyjne gazu</b>	rozdziela widma ciągłe i nieciągłe – dyskretne; wskazuje (i opisuje przykłady zastosowania analizy widm)	X		(X)	
	przeprowadza doświadczenie na podstawie jego opisu: <b>obserwuje widma atomowe za pomocą siatki dyfrakcyjnej</b> ; opisuje (i wyjaśnia) wyniki obserwacji, formułuje wnioski; (planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia; formułuje i weryfikuje hipotezy)		X	(X)	
	(rozdziela widma emisyjne i absorpcyjne gazów), opisuje ich pochodzenie; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść elektronu między poziomami energetycznymi w atomach połączony z emisją lub absorpcją kwantu światła; (rozdziela stan podstawowy i stany wzbudzone atomu)	(X)	X		
	analizuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widm atomowych wodoru; (interpretuje układ linii widmowych atomu wodoru)		X	(X)	

	<p><sup>D</sup>Opisuje wymuszoną emisję promieniowania oraz powstawanie światła laserowego; (wskazuje) i omawia zastosowania laserów</p>	(X)		X		
	<p>posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych, np. z internetu) materiałów źródłowych dotyczących widm</p>		X	(X)		
	<p>rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące widm emisyjnych i absorpcyjnych; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi</p>	(X)	X			
	<p>rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące widm emisyjnych i absorpcyjnych; uzasadnia swoje rozwiązania</p>			X	(X)	
<b>17.7. Model atomu Bohra – temat dodatkowy</b>	<p><sup>D</sup>Opisuje model Bohra atomu wodoru, (uzasadnia jego założenia odnoszące się do falowej natury materii, wskazuje ograniczenia)</p>		X	(X)		
	<p><sup>D</sup>wyznacza <math>n</math>-ty promień orbity elektronowej w atomie wodoru oraz energię elektronu na tej orbicie</p>				X	
	<p>schematycznie przedstawia poziomy energetyczne atomu wodoru i przejścia między tymi poziomami związane z emisją lub absorpcją kwantu; posługuje się pojęciem energii jonizacji</p>		X			
	<p>rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące <sup>D</sup>modelu Bohra; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi</p>	(X)	X			
	<p>rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące <sup>D</sup>modelu Bohra; uzasadnia swoje rozwiązania oraz podane związki lub zależności, ilustruje je graficznie</p>			X	(X)	
<b>Powtórzenie i sprawdzian (Powtórzenie wiedzy z działu <i>Fizyka atomowa</i>; Sprawdzian)</b>	<p>realizuje i prezentuje projekt <i>Spektroskop</i> opisany w podręczniku (lub inny związany z tematyką działu <i>Fizyka atomowa</i>)</p>			X	(X)	
	<p>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka atomowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego działu</p>		X	(X)		
	<p>rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Fizyka atomowa</i>, a zwłaszcza: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe), posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, (przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania), ustala i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi</p>	(X)	X			
	<p>rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Fizyka atomowa</i>; uzasadnia swoje rozwiązania, podane stwierdzenia lub zależności, ilustruje je graficznie</p>			X	(X)	

	rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści działu <i>Fizyka atomowa</i> ; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski i – gdy zaistnieje taka potrzeba – ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć	X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)			
--	--	---	--	--	--

<b>Dział 18. Fizyka jądrowa</b>					
<b>18.1. Jądro atomowe</b>	posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, nukleon, proton, neutron, elektron, izotop, cząstka elementarna, przy opisie składu materii	X			
	posługuje się pojęciami: masa atomowa wraz jej jednostką, liczba masowa i liczba atomowa; (opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej)	X	(X)		
	posługuje się pojęciami: antycząstka, antymateria, antyelektron; opisuje reakcję lub anihilację par cząstka–antycząstka; (stosuje zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku do analizy reakcji lub anihilacji pary elektron–pozyton); oblicza energię powstałą w wyniku anihilacji; opisuje jakościowo oddziaływania jądrowe		X	(X)	
	przedstawia wybrane informacje z historii odkrycia jądra atomowego, w tym omawia doświadczenie Rutherforda		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące (składu jądra atomowego) oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora	(X)	X		
rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka			X	(X)	
<b>18.2. Reakcje jądrowe</b>	wyjaśnia różnice między reakcjami chemicznymi a jądrowymi; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego	X			
	opisuje rozpady alfa, beta plus i beta minus ( $\beta^+$ i $\beta^-$ ) oraz (wskazuje) i zapisuje przykłady takich przemian jądrowych	(X)	X		
	stosuje zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku do zapisu reakcji jądrowych		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące reakcji jądrowych; wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadania lub ustalenia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące reakcji jądrowych, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania			X	(X)
<b>18.3. Promieniowanie jądrowe</b>	opisuje powstawanie promieniowania gamma; (wymienia) i opisuje właściwości promieniowania jądrowego	(X)	X		
	(rozdziela promieniowanie jonizujące i niejonizujące; wskazuje) i omawia wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe; wyjaśnia, dlaczego promieniowanie w dużych dawkach jest niebezpieczne dla zdrowia	(X)	X		

	omawia sposoby wykrywania promieniowania jądrowego oraz wyznaczania energii kwantów gamma; przedstawia stosowane obecnie i <sup>R</sup> dawniej wielkości i jednostki miar opisujące promieniowanie jądrowe			X	
	przeprowadza doświadczenie na podstawie jego opisu: bada promieniowanie różnych substancji; przedstawia wyniki		X		
	wymienia (i omawia) przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie na podstawie informacji pochodzących z analizy materiałów źródłowych	X	(X)		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące promieniowania jądrowego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje reakcje rozpadu, uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące promieniowania jądrowego; uzasadnia swoje rozwiązania lub podane stwierdzenia			X	(X)
<b>18.4. Czas połowicznego rozpadu</b>	opisuje przypadkowy charakter rozpadu jąder atomowych; (wyjaśnia, że fizyka klasyczna jest deterministyczna, a fizyka współczesna – indeterministyczna)		X	(X)	
	opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; analizuje i szkicuje wykres zależności liczby jąder materiału promieniotwórczego od czasu; (stosuje prawo rozpadu promieniotwórczego do rozwiązywania zadań)		X	(X)	
	opisuje zasadę datowania substancji na podstawie węgla <sup>14</sup> C (oraz inne zastosowania czasu połowicznego rozpadu) na podstawie informacji pochodzących z analizy materiałów źródłowych		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące rozpadu promieniotwórczego; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące rozpadu promieniotwórczego; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>18.5. Masa a energia</b>	opisuje (jakościowo) i ilościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy; stosuje do obliczeń wzór $DE = Dmc^2$	(X)	X		
	wykazuje, że jednostkę współczynnika $c^2$ można zapisać w postaci $\frac{J}{kg}$ ; interpretuje wartość tego współczynnika		X		
	posługuje się pojęciem energii spoczynkowej; opisuje równoważność masy i energii spoczynkowej; stosuje wzór $E = mc^2$ do obliczeń; (porównuje energię spoczynkową z innymi formami energii)		X	(X)	
	wyjaśnia, że zasada zachowania energii obowiązuje także w fizyce relatywistycznej oraz, że są różne umowy, co do znaczenia słowa <i>masa</i>			X	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące związku między masą i energią; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		

	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące związku między masą i energią; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>18.6. Energia jądrowa</b>	posługuje się pojęciami deficytu masy i energii wiązania; stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych		X		
	oblicza dla dowolnego izotopu energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania		X		
	opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu $^{235}\text{U}$ zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej		X		
	opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej (oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej)	(X)	X		
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących energetyki jądrowej		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące energii jądrowej; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi, zapisuje równania reakcji jądrowych	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące energii jądrowej; uzasadnia rozwiązania, wykazuje podane stwierdzenia			X	(X)
<b>18.7. Energia syntezy termojądrowej</b>	wskazuje łączenie się jąder pierwiastków lekkich jako reakcję syntezy termojądrowej i źródło energii; (porównuje syntezę termojądrową z reakcją rozszczepienia), rozróżnia te reakcje	X	(X)		
	wyjaśnia, dlaczego Słońce i inne gwiazdy świecą; opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach		X		
	omawia problemy związane z budową elektrowni termojądrowych i plany ich przewyżczenia			X	
	posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, dotyczących różnych rodzajów elektrowni		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące reakcji syntezy termojądrowej; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące reakcji syntezy termojądrowej; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>18.9. Galaktyki i Wszechświat</b>	(posługuje się pojęciem galaktyka, rozróżnia galaktyki i gwiazdozbiory); wskazuje Słońce jako jedną z wielu gwiazd w Galaktyce oraz Galaktykę jako jedną z wielu galaktyk we Wszechświecie; posługuje się pojęciem roku świetlnego	(X)	X		
	opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; (podaje) i oblicza przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata zwane ucieczką galaktyk	(X)	X		
	opisuje obserwacje świadczące zarówno o słuszności teorii Wielkiego Wybuchu, jak i rozszerzaniu się Wszechświata			X	

	opisuje zależność między odległością do galaktyki i prędkością jej oddalania się; stosuje do obliczeń prawo Hubble'a (oraz wzory na częstotliwość i długość fali wynikające z efektu Dopplera dla światła)		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk; wykonuje obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora; uzasadnia odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk			X	(X)
<b>Powtórzenie i sprawdzian</b> (Powtórzenie wiedzy z działu <i>Fizyka jądrowa</i> ; Sprawdzian)	analizuje tekst: <i>Jod ze Świerka dla pół miliona pacjentów...</i> lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów			X	
	dokonyuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka jądrowa</i> ; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego działu		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Fizyka jądrowa</i> , a zwłaszcza: (wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe), przelicza jednostki, posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, tablicami fizycznymi lub chemicznymi oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, (wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania), zapisuje równania reakcji jądrowych, uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Fizyka jądrowa</i> ; ilustruje i/lub uzasadnia swoje rozwiązania, uzasadnia (lub wykazuje) podane stwierdzenia			X	(X)
	rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści działu <i>Fizyka jądrowa</i> ; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski i – gdy zaistnieje taka potrzeba – ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć	X (zadania zróżnicowane pod względem trudności i złożoności)			

<b>Dział 19. Elementy fizyki relatywistycznej</b>					
<b>19.1. Czasoprzestrzeń</b>	stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)	X			
	opisuje i stosuje transformacje Galileusza, (przedstawia je w czasoprzestrzeni)		X	(X)	
	posługuje się pojęciami: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria, (stosuje je w rozwiązywaniu zadań)		X	(X)	
	(rysuje i/lub) analizuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się		X	(X)	
	przedstawia wybrane informacje z historii rozwoju teorii względności, w szczególności prac Einsteina i Galileusza		X		
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące czasoprzestrzeni; uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		

	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące czasoprzestrzeni; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>19.2. Czasoprzestrzeń w szczególnej teorii względności</b>	wskazuje niezależność prędkości światła w próżni od prędkości źródła i prędkości obserwatora; (stosuje zasadę względności Einsteina)	X	(X)		
	wyjaśnia, dlaczego transformacji Galileusza nie można pogodzić z zasadą względności Einsteina (i kiedy możemy stosować transformację Galileusza); porównuje teorie Galileusza i Einsteina		(X)	X	
	opisuje geometrycznie i przedstawia graficznie (oraz zapisuje wzorami) transformację Lorentza, wykorzystuje ją do rozwiązywania zadań (oraz złożonych problemów)			X	(X)
	rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące transformacji Lorentza; uzasadnia swoje odpowiedzi, wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora		X		
	rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące transformacji Lorentza; uzasadnia swoje rozwiązania, ilustruje je graficznie			X	(X)
<b>19.4. Więcej o teorii względności – temat dodatkowy</b>	<sup>D</sup> opisuje zjawiska: dylatację czasu i skrócenie Lorentza; ilustruje te zjawiska na diagramie czasoprzestrzennym; (wykazuje na wybranym przykładzie, że poruszające ciało skraca się w kierunku ruchu)			X	(X)
	<sup>D</sup> wyjaśnia, dlaczego dylatacja czasu i skrócenie Lorentza nie prowadzą do sprzeczności; (opisuje) i wyjaśnia paradoks bliźniąt		(X)	X	
	<sup>D</sup> opisuje obraz świata przy wielkich prędkościach oraz idee ogólnej teorii względności			X	
	przedstawia wybrane informacje z historii rozwoju teorii względności; (porównuje wskazane teorie)		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące historii rozwoju teorii względności; uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	<sup>D</sup> rozwiązuje nietypowe (złożone) zadania lub problemy dotyczące dylatacji czasu i/lub skrócenia Lorentza; wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania lub podane stwierdzenia			X	(X)
<b>19.5 Energia całkowita</b>	posługuje się pojęciem energii całkowitej jako sumy energii spoczynkowej i kinetycznej; rozróżnia energię newtonowską i relatywistyczną; (opisuje zależność energii całkowitej od prędkości)		X	(X)	
	posługuje się związkami między energią całkowitą, masą cząstki i jej prędkością; stosuje do obliczeń wzór na energię całkowitą		X		
	wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu energii; (wyjaśnia, dlaczego przez zwiększanie energii kinetycznej ciała nie da się przekroczyć prędkości światła)		X	(X)	
	analizuje (i porównuje) zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej		X	(X)	
	rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące energii całkowitej; uzasadnia swoje odpowiedzi, wykonuje obliczenia za pomocą kalkulatora		X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące energii całkowitej; uzasadnia swoje rozwiązania			X	(X)
<b>Powtórzenie i sprawdzian</b> (Powtórzenie wiedzy z działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i> ; Sprawdzian)	analizuje tekst: <i>Świat zdrowo zafalował</i> lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania zadań lub problemów			X	

	dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i> ; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych (lub samodzielnie wyszukanych) materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści tego działu		X	(X)	
	rozwiązuje typowe (proste) zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i> , a zwłaszcza: (przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe), posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, (przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania), uzasadnia swoje odpowiedzi	(X)	X		
	rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i> ; ilustruje i/lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ustala i/lub uzasadnia stwierdzenia; (wykazuje lub udowadnia podane związki lub zależności)			X	(X)
	rozwiązuje zestaw zadań dotyczący treści działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i> ; ocenia stopień opanowania wymagań w tym zakresie, formułuje wnioski i – gdy zaistnieje taka potrzeba – ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć			X	(zadania różnicowane pod względem trudności i złożoności)