

Rozkład materiału nauczania Klasa 4 zakres rozszerzony

Rozkład materiału uwzględnia zmiany z 2024 r. wynikające z uszczuplenia podstawy programowej. * Doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką. 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.*

Nr lekcji	Zagadnienie (temat lekcji)	Osiągnięcia ucznia* Uczeń:	Numer wymagania z podstawy programowej	Metody pracy	Środki dydaktyczne i materiały pomocnicze dla nauczyciela
16. FALE ELEKTROMAGNETYCZNE I OPTYKA (29 godzin)					
1 i 2	16.1. Czym są fale elektromagnetyczne	<p>opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal; przedstawia wybrane informacje dotyczące teorii Maxwella</p> <p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: obserwuje wytwarzanie fali elektromagnetycznej; opisuje obserwacje i wyciąga wnioski</p> <p>stosuje zależność między długością fali, jej prędkością i częstotliwością w przypadku fal elektromagnetycznych</p> <p>posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej wraz z jej jednostką</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z powstawaniem i rozchodzeniem się fal elektromagnetycznych; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	ogólne: I–IV szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.7, I.10, I.11, I.12, I.16, I.17, I.19, IX.14, X.2 ponadto II etap edukacyjny: IX.13	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i przykładu rozwiązania zadania (s. 11) • ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach) – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • maszyna elektrostatyczna, 4 metalowe pręty, neonówka, przewody, izolowane podstawki • ilustracje: rysunki, zdjęcia (podręcznik, s. 6–7, 9–10 lub inne) • tablice fizyczne • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dla nauczyciela.pl
3 i 4	16.2. Widmo fal elektromagnetycznych	<p>opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego na przykładzie schematu obrazującego nadawanie, rozchodzenie się i odbieranie fal radiowych</p> <p>opisuje widmo fal elektromagnetycznych oraz wymienia źródła i własności fal z poszczególnych zakresów widma</p> <p>opisuje zastosowania fal elektromagnetycznych z poszczególnych zakresów widma, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych i tekstów popularnonaukowych</p> <p>opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z falami elektromagnetycznymi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem naukowym</p>	ogólne: I–II, IV szczegółowe: I.3, I.4, I.7, I.16, I.18, IX.14, X.4 ponadto II etap edukacyjny: IX.10, IX.12	<ul style="list-style-type: none"> • burza mózgów – co wiemy o falach elektromagnetycznych • pogadanka • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki <i>Widmo fal elektromagnetycznych</i> • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje, diagram <i>Widmo fal elektromagnetycznych</i>, infografika <i>Obserwacje w różnych zakresach fal elektromagnetycznych</i> (podręcznik, s. 20–21 lub inne) • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dla nauczyciela.pl
5 i 6	16.3. Dyfrakcja	opisuje zjawisko dyfrakcji fal elektromagnetycznych na przykładzie światła oraz praktyczne znaczenie tego zjawiska	ogólne: I–V	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik

	i interferencja fal elektromagnetycznych	<p>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: obserwuje dyfrakcję światła na krawędzi przeszkody, obserwuje zjawisko interferencji fal; opisuje obserwacje, wyciąga wnioski</p> <p>podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal; opisuje doświadczenie Younga, wyjaśnia jego wyniki</p> <p>opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami; stosuje wzory opisujące wzmocnienie i wygaszenie fali</p> <p>posługuje się informacjami związanymi z dyfrakcją i interferencją fal pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy dotyczące dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi</p>	szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.10, I.11, I.12, I.16, I.17, I.18, I.19, X.8, X.9, X.11, X.18c	<ul style="list-style-type: none"> doświadczenia uczniowskie (podręcznik, doświadczenia 1 i 2, s. 23 i 27) praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i przykładu rozwiązania zadania (s. 29) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> wskaźnik laserowy, żyletka lub nożyk do tapet, folia aluminiowa ilustracje, (podręcznik, s. 22–28 lub inne) karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dla nauczyciela.pl
7 i 8	16.4. Siatka dyfrakcyjna	<p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: obserwuje obraz interferencyjny uzyskany za pomocą siatki dyfrakcyjnej; opisuje obserwacje i wyciąga wnioski</p> <p>opisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; stosuje do obliczeń związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali</p> <p>analizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy</p> <p>opisuje przykłady interferencji światła w przyrodzie</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy, wykorzystując związek między kątem dyfrakcji, stałą siatki i długością fali; wykonuje obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	ogólne: I–V szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.7, I.10, I.11, I.12, I.16, I.17, I.18, I.19, X.5, X.10, X.14, X.17, X.18c	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 3, s. 31) praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki <i>Kolory na bańkach mydlanych</i> (s. 33) i przykładu rozwiązania zadania (s. 36–37) odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik wskaźnik laserowy, nożyk do tapet, niepotrzebna lub uszkodzona płyta CD, taśma klejąca ilustracje (podręcznik, s. 31–35 lub inne) karty pracy karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych tablice fizyczne kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dla nauczyciela.pl
9	16.5. Odbicie i rozproszenie światła	<p>stosuje prawo odbicia na granicy dwóch ośrodków; wyjaśnia różnicę między odbiciem od zwierciadła a odbiciem od matowej powierzchni</p> <p>doświadczalnie demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku; opisuje obserwacje i wyciąga wnioski</p> <p>opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy związane z odbiciem i rozpraszaniem światła; przeprowadza obliczenia liczbowe, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania</p>	ogólne: I–III szczegółowe: I.4, I.6, I.7, I.10, I.11, I.12, I.16, I.19, X.6, X.17, X.18d ponadto II etap edukacyjny: IX.2–3	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 4, s. 39) praca z podręcznikiem – analiza ilustracji odwrócona lekcja ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik szklanka, mleko, łyżeczka, laser ilustracje (podręcznik, s. 38–41 lub inne) zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy tablice fizyczne kalkulator dla nauczyciela.pl
10 i 11	16.6. Załamanie światła	<p>opisuje załamanie światła przy przejściu do innego ośrodka; stosuje prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków</p> <p>opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła oraz prawo Snelliusa do wyjaśniania zjawisk i/lub obliczeń</p> <p>posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła w danym ośrodku</p>	ogólne: I–III szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.8, I.9, I.10, I.11, I.12, I.16, I.19, X.6, X.13, X.17 ponadto II etap edukacyjny: IX.6, IX.14a	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 5, s. 45) praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, tabeli 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik jasne, matowe, prostopadłościenną pudełko, laser, kątomierz, pisak karty pracy

		<p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: wyznacza współczynnik załamania światła w danej substancji; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów</p> <p>opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z załamania światła</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z załamaniem światła; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania</p>		<p>(s. 47), przykładu rozwiązania zadania (s. 51)</p> <ul style="list-style-type: none"> ćwiczenia uczniowskie – analiza wyników doświadczenia, rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> ilustracje (podręcznik, s. 43–50 lub inne) karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych tablice fizyczne kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dlanauczyciela.pl
12 i 13	16.7. Częściowe i całkowite wewnętrzne odbicie	<p>stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków do opisu wewnętrznego odbicia światła</p> <p>posługuje się pojęciem kąta granicznego; oblicza i interpretuje kąt graniczny</p> <p>opisuje działanie światłowodów jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, posługuje się w tym celu informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych</p> <p>doświadczalnie wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z wewnętrznym odbiciem światła; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem naukowym; uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania</p>	<p>ogólne: I–IV szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.10, I.11, I.12, I.14, I.15, I.16, I.18, I.19, X.6, X.7, X.18e ponadto II etap edukacyjny: IX.6, IX.14a</p>	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 6, s. 55) praca z podręcznikiem – analiza ilustracji ćwiczenia uczniowskie – analiza wyników doświadczenia, rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik ilustracje (podręcznik, s. 52–55 lub inne) przezroczysty słoik, wskaźnik laserowy, ołówek, kątomierz, mleko, duża kartka karty pracy karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dlanauczyciela.pl
14 i 15	16.8. Rozszczepienie światła	<p>opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach</p> <p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie i połączenie barw w światło białe; opisuje obserwacje i wyciąga wnioski</p> <p>wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła podczas jego załamania; opisuje bieg światła przez pryzmat</p> <p>opisuje powstawanie tęczy i halo jako przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozszczepienia światła</p> <p>stosuje do opisu rozszczepienia światła przez kroplę wody prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z rozszczepieniem światła; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania</p>	<p>ogólne: I–V szczegółowe: I.2, I.4, I.6, I.7, I.10, I.11, I.16, I.18, I.19, X.4, X.6, X.17 ponadto II etap edukacyjny: IX.10, IX.14c</p>	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 7, s. 57) praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki i przykładu rozwiązania zadania (s. 63–64) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik pryzmat, latarka, ekran, tekturka, dwie soczewki skupiające ilustracje (podręcznik, s. 57–63 lub inne) infografika <i>Tęcza</i> (podręcznik, s. 60–61) karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych tablice fizyczne kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dlanauczyciela.pl
16 i 17	16.9. Soczewki	<p>rozdzieli soczewki skupiające i rozpraszające, opisuje bieg wiązki światła przez te soczewki; posługuje się pojęciami ogniska, ogniskowej i zdolności skupiającej</p> <p>opisuje jakościowo (i ilościowo) zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania</p> <p>rozdzieli soczewki sferyczne i asferyczne; wyjaśnia, na czym polegają aberracje sferyczna i aberracja chromatyczna</p> <p>stosuje do obliczeń pojęcie zdolności skupiającej wraz z jej jednostką</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy dotyczące soczewek; uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub rozwiązania, ilustruje je na schematycznych rysunkach, przeprowadza obliczenia</p>	<p>ogólne: I–II szczegółowe: I.1, I.3, I.6, I.7, I.16, I.19, X.15 ponadto II etap edukacyjny: IX.7</p>	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i przykładu rozwiązania zadania (s. 69) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik ilustracje (podręcznik, s. 66–69 lub inne) karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dlanauczyciela.pl

18 i 19	16.10. Obraz rzeczywisty tworzony przez soczewkę wypukłą	<p>opisuje mechanizm tworzenia obrazu rzeczywistego za pomocą soczewki skupiającej oraz podaje reguły jego konstruowania; rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki</p> <p>doświadczalnie bada związek między ogniskową soczewki a położeniem przedmiotu i obrazu; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów</p> <p>wyprowadza i stosuje do obliczeń równanie soczewki</p> <p>opisuje rolę soczewek w korygowaniu wad wzroku: krótkowzroczności i dalekowzroczności</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z tworzeniem obrazu rzeczywistego przez soczewkę skupiającą; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania lub podane stwierdzenia, przeprowadza obliczenia</p>	ogólne: I–III, V szczegółowe: I.3, I.4, I.6, I.7, I.8, I.9, I.11, I.16, I.19, X.16, X.18f ponadto II etap edukacyjny: IX.8–9, IX.a–b	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka • doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 8, s. 72) • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i przykładu rozwiązania zadania (s. 76–77) • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 72–77 lub inne) • soczewka skupiająca, ekran, świeczka lub żarówka z widocznym włóknem, taśma miernicza lub liniał • karty pracy • karta wybranych fizykochemicznych kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dłanauczyciela.pl
20 i 21	16.11. Obrazy pozorne tworzony przez soczewki	<p>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada obrazy pozorne tworzony przez soczewki; opisuje obserwacje</p> <p>opisuje konstrukcję obrazów pozornych tworzonych przez soczewki oraz rysuje konstrukcyjnie te obrazy</p> <p>określa cechy obrazu tworzony przez soczewkę skupiającą w zależności od odległości przedmiotu od soczewki</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z tworzeniem obrazów pozornych przez soczewki; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania lub podane stwierdzenia; stosuje do obliczeń równanie soczewki; wykonuje obliczenia</p>	ogólne: I–III szczegółowe: I.6, I.7, I.10, I.11, I.16, I.19, X.16 ponadto II etap edukacyjny: IX.8	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka • doświadczenia uczniowskie (doświadczenia 9–10, s. 78, 80) • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 78–81 lub inne) • soczewki skupiająca i rozpraszająca, ekran, świeczka • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dłanauczyciela.pl
22 i 23	16.12. Obrazy tworzony przez zwierciadła – temat dodatkowy	<p>analizuje bieg promieni wychodzących z punktu w różnych kierunkach, a następnie odbitych od zwierciadła płaskiego i od zwierciadeł sferycznych; opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym oraz bieg promieni odbitych od zwierciadła wypukłego; posługuje się pojęciami ogniska i ogniskowej</p> <p>znając położenie ogniska, konstruuje bieg promieni ilustrujący powstawanie obrazów pozornych wytwarzanych przez zwierciadło płaskie oraz powstawanie obrazów rzeczywistych i pozornych wytwarzanych przez zwierciadła sferyczne</p> <p>porównuje bieg promieni w zwierciadle sferycznym i parabolicznym</p> <p>wymienia zastosowania zwierciadeł różnego typu</p> <p>opisuje podobieństwa i różnice między soczewkami i zwierciadłami</p>	II etap edukacyjny: IX.4, IX.5	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka • doświadczenia uczniowskie (doświadczenia 11–12, s. 84, 89) • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 83–90 lub inne) • zwierciadła wklęsłe, paraboliczne i wypukłe • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dłanauczyciela.pl
24 i 25	16.13. Przyrządy optyczne – temat dodatkowy	opisuje działanie i zastosowania przyrządów optycznych: lupy, ^D lunety astronomicznej, ^D lunety Galileusza, ^D mikroskopu optycznego, ^D teleskopu zwierciadlanego	ogólne: I–IV	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 93–97 lub inne)

		<p>^Drysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez poznane przyrządy optyczne, określa cechy tworzonych obrazów</p> <p>przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: buduje i bada lunety oraz teleskop zwierciadlany, opisuje obserwacje</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z ^Dprzyrządami optycznymi oraz z wykorzystaniem równania soczewki i/lub równania zwierciadła; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, konstruuje bieg promieni ilustrujący powstawanie obrazów, przeprowadza obliczenia</p>	<p>szczegółowe: I.4, I.6, I.7, I.10, I.11, I.12, I.16, I.17, I.18, X.16</p> <p>ponadto II etap edukacyjny: IX.5, IX.8</p>	<ul style="list-style-type: none"> praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i przykładu rozwiązania zadania (s. 90–91) doświadczenia uczniowskie (podręcznik, doświadczenia 13–15, s. 93, 95, 96) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> dwie różne soczewki skupiające, czarny papier, nożyczki, taśma klejąca, soczewka wypukła i rozpraszająca, zwierciadło wklęsłe karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dłanauczyciela.pl
26 i 27	16.14. Polaryzacja światła	<p>opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozróżnia światło spolaryzowane i niespolaryzowane</p> <p>doświadczalnie obserwuje zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle; opisuje obserwacje i wyciąga wnioski</p> <p>opisuje jakościowo i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu światła przez polaryzator</p> <p>opisuje zmianę natężenia światła przy przejściu przez polaryzator</p> <p>opisuje zastosowania polaryzatorów, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy związane z polaryzacją światła; przeprowadza obliczenia, uzasadnia swoje rozwiązania</p>	<p>ogólne: I–V</p> <p>szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.10, I.11, I.16, I.18, I.19, X.13, X.18a</p>	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu doświadczenia (podręcznik, doświadczenia 16–17, s. 100, 101) praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, przykładu rozwiązania zadania (s. 107) oraz infografiki Ekran LCD (s. 104–105) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik ilustracje (podręcznik, s. 98–107 lub inne) trzy filtry polaryzacyjne, lampka biurowa, polaryzator karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dłanauczyciela.pl
28 i 29	Powtórzenie I sprawdzian (powtórzenie wiadomości z działu <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i> ; sprawdzian)	<p>analizuje tekst: <i>O tym, do czego służą odbłaski</i> (lub inny), wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązania zadań lub problemów</p> <p>dokonuje syntezy wiedzy z działu: <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i> – przedstawia najważniejsze pojęcia, prawa i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych; prezentuje wyniki własnych obserwacji i doświadczeń domowych</p> <p>stosuje zdobytą wiedzę z działu: <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i> do rozwiązywania zadań i problemów; przedstawia i uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p> <p>sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących działu: <i>Fale elektromagnetyczne i optyka</i> – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski i (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć w tym zakresie</p>	<p>ogólne: I–V</p> <p>szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.8, I.10, I.11, I.12, I.16, I.17, I.18, I.19, IX.14, X.2, X.3, X.4, X.5, X.6, X.7, X.8, X.9, X.10, X.11, X.12, X.13, X.14, X.15, X.16, X.17, X.18a, X.18c, X.18d, X.18e, X.18f, XI.8</p> <p>ponadto II etap edukacyjny: IX.2–13</p>	<ul style="list-style-type: none"> analiza tekstu i przykładów rozwiązań zadań (s. 115–120) odwrócona lekcja (uczniowie prezentują efekty pracy własnej: analizy tekstu, rozwiązań zadań, doświadczeń) pogadanka – co wiemy o falach elektromagnetycznych ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań dyskusja samodzielna praca ucznia – sprawdzian 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik tekst: <i>O tym, do czego służą odbłaski</i> (podręcznik, s. 109–110) lub inny własne notatki zadania (podręcznik, s. 115–122, zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy lub inne) zestaw zadań na sprawdzian kalkulator tablice fizyczne karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych dłanauczyciela.pl
17. FIZYKA ATOMOWA I KWANTY PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO (14 godzin)					
30	17.1. Promieniowanie termiczne	<p>analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury</p> <p>wyjaśnia, do czego służy model ciała doskonale czarnego; porównuje promieniowanie termiczne Słońca i żarówki</p> <p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: bada promieniowanie termiczne, wyciąga wnioski</p> <p>podaje prawo Wiena oraz stosuje to prawo do wyjaśniania zjawisk i obliczeń</p>	<p>ogólne: I–III</p> <p>szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.7, I.8, I.10, I.11, I.16, I.17, XI.1</p> <p>ponadto II etap edukacyjny: IV.1–4</p>	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 18, s. 127) praca z podręcznikiem – analiza ilustracji oraz infografiki <i>Promieniowanie</i> 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik żarówka 6,3 V, 9 baterii 1,5 V, siatka dyfrakcyjna ilustracje (podręcznik, s. 124–133 lub inne) tablice fizyczne

		<p>posługuje się pojęciem kwantu energii; przedstawia założenie Plancka dotyczące promieniowania termicznego jako kluczowe dla mechaniki kwantowej;</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy dotyczące promieniowania termicznego, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>		<p><i>termiczne i temperatura barwowa</i>, s. 130</p> <ul style="list-style-type: none"> • ćwiczenia uczniowskie – analiza wyników doświadczenia, rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych karty pracy • kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dłanauczyciela.pl
31	17.2. Efekt cieplarniany	<p>wyjaśnia, na czym polega i jak powstaje efekt cieplarniany</p> <p>przedstawia przyczyny oraz skutki globalnego ocieplenia; omawia przykłady sprzężenia zwrotnego efektu cieplarnianego</p> <p>przedstawia sposoby przeciwdziałania globalnemu ociepleniu, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych i tekstów popularnonaukowych</p> <p>rozdziela oraz porównuje smog i efekt cieplarniany</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy związane z efektem cieplarnianym oraz wykorzystaniem prawa Wiena; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>	ogólne: I–II, IV szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.7, I.16, XI.1	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji • ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach) – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 134–139 lub inne) • karty pracy • tablice fizyczne • kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dłanauczyciela.pl
32 i 33	17.3. Zjawisko fotoelektryczne	<p>opisuje zjawiska jonizacji fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; opisuje światło jako strumień fotonów</p> <p>stosuje pojęcie fotonu i jego energii oraz zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali</p> <p>przedstawia bilans energetyczny zjawiska fotoelektrycznego oraz stosuje go do wyjaśniania tego zjawiska i do obliczeń; posługuje się pojęciem pracy wyjścia wraz z jej jednostką (eV)</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy dotyczące zjawiska fotoelektrycznego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; uzasadnia odpowiedzi</p>	ogólne: I, II, V szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.16, I.17, I.18, I.19, XI.2, XI.6	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i przykładu rozwiązania zadania (s. 146–147) • ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach) – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 141–145 lub inne) • tablice fizyczne • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • kalkulator • dłanauczyciela.pl
34 i 35	17.4. Foton jako cząstka	<p>posługuje się pojęciem pędu fotonu; stosuje zależność między pędem fotonu a jego częstotliwością i energią do wyjaśniania zjawisk i do obliczeń</p> <p>opisuje odrzut atomu emitującego kwant światła, stosuje zasadę zachowania energii i zasadę zachowania pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy</p> <p>przedstawia mikroskopowy opis odbicia światła; wyjaśnia, na czym polega zjawisko Comptona</p> <p>wyjaśnia, dlaczego zjawisk związanych z odrzutem atomów nie obserwujemy w życiu codziennym</p> <p>rozwiązuje zadania i problemy, korzystając ze wzoru na pęd fotonu; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem</p>	ogólne: I, II, V szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.16, I.18, I.19, XI.5	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i przykładu rozwiązania zadania (s. 150–151) • ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach) – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 148–150 lub inne) • karty pracy • tablice fizyczne • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dłanauczyciela.pl
36 i 37	17.5. Falowa natura materii	<p>opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; objaśnia hipotezę de Broglie'a o falowych własnościach materii i założenia mechaniki kwantowej</p> <p>wskazuje i opisuje doświadczenia ujawniające falową naturę materii; opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek</p> <p>oblicza długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek</p> <p>wyjaśnia budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego</p>	ogólne: I–II, IV–V szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.7, I.16, I.17, I.18, I.19, XI.2, XI.7	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki (s. 156–157) i przykładu rozwiązania zadania (s. 158–159) 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 153–155 lub inne) • infografika <i>Mikroskop elektronowy</i> • karta wybranych wzorów i stałych

		rozwiązują zadania lub problemy związane z falową naturą materii; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem		<ul style="list-style-type: none"> • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • fizykochemicznych kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dlaNauczyciela.pl
38 i 39	17.6. Widma emisyjne i absorpcyjne gazu	<p>rozdzieli widma ciągłe i dyskretne (nieciągłe); wskazuje przykłady zastosowania analizy widm</p> <p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: obserwuje widma atomowe za pomocą siatki dyfrakcyjnej; opisuje i wyjaśnia wyniki obserwacji, wyciąga wnioski</p> <p>rozdzieli widma emisyjne i absorpcyjne gazów; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach, którym towarzyszy emisja lub absorpcja kwantu światła; rozdzieli stan podstawowy i stany wzbudzone atomu</p> <p>analizuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widm atomowych wodoru; interpretuje układ linii widmowych atomu wodoru</p> <p>^Dopisuje wymuszoną emisję promieniowania oraz powstawanie światła laserowego i zastosowania laserów</p> <p>rozwiązują zadania lub problemy dotyczące widm emisyjnych i absorpcyjnych; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	ogólne: I–V szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.10, I.11, I.12, I.16, I.17, I.18, I.19, II.7, X.5, XI.3, XI.4, XI.8 ponadto II etap edukacyjny: IX.11	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • doświadczenie uczniowskie (podręcznik, doświadczenie 19, s. 160) • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i infografiki <i>Zastosowania laserów</i> (s. 164–165) • ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach) – analiza wyników obserwacji (doświadczenia), rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • lampka z tradycyjną żarówką, rurki Plucknera lub lampka ze świetłówką, siatka dyfrakcyjna • ilustracje (podręcznik, s. 160–166 lub inne) • infografika <i>Zastosowania laserów</i> • karty pracy • tablice fizyczne • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dlaNauczyciela.pl
40 i 41	17.7. Model atomu Bohra – temat dodatkowy	<p>^Dopisuje model Bohra atomu wodoru, uzasadnia jego założenia odnoszące się do falowej natury materii, wskazuje ograniczenia</p> <p>^Dwyznacza <i>n</i>-ty promień orbity elektronowej w atomie wodoru oraz energię elektronu na tej orbicie</p> <p>schematycznie przedstawia poziomy energetyczne atomu wodoru i przejścia między tymi poziomami połączone z emisją lub absorpcją kwantu; posługuje się pojęciem energii jonizacji</p> <p>rozwiązują zadania lub problemy dotyczące modelu Bohra; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania oraz podane związki lub zależności, ilustruje je graficznie</p>	ogólne: I–II, V szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.16, I.17, I.19, XI.3, XI.4, XI.6	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji • ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach) – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 167–170, 172 lub inne) • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • tablice fizyczne • kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dlaNauczyciela.pl
42 i 43	Powtórzenie i sprawdzian (powtórzenie wiadomości z działu <i>Fizyka atomowa</i> ; sprawdzian)	<p>realizuje i prezentuje projekt <i>Spektroskop</i> opisany w podręczniku (lub inny)</p> <p>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka atomowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy ilustracji i materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych</p> <p>stosuje zdobytą wiedzę i nabyte umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących działu <i>Fizyka atomowa</i>; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	ogólne: I–V szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.8, I.9, I.16, I.17, I.18, I.19, X.5, XI.1, XI.2, XI.3, XI.4, XI.5, XI.6, XI.7 ponadto II etap edukacyjny: IV.1–4, IX.11–12	<ul style="list-style-type: none"> • odwrócona lekcja (uczniowie prezentują projekt i efekty pracy własnej, np. analizy tekstu, rozwiązań zadań) • pogadanka – co wiemy o fizyce atomowej • analiza przykładów rozwiązań zadań (s. 185–188) • ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach) – rozwiązywanie zadań 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • własne notatki • opis projektu <i>Spektroskop</i> (podręcznik, s. 181) • zadania (podręcznik, s. 185, zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy lub inne) • zestaw zadań na sprawdzian • kalkulator • tablice fizyczne

		<p>sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących działu <i>Fizyka atomowa</i> – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski i (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć w tym zakresie</p>		<ul style="list-style-type: none"> dyskusja samodzielna praca ucznia – sprawdzian 	<ul style="list-style-type: none"> karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych dlanauczyciela.pl
18. FIZYKA JĄDROWA (17 godzin)					
44 i 45	18.1. Jądro atomowe	<p>posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, nukleon, proton, neutron, elektron, izotop, cząstka elementarna, antycząstka, antimateria, antyelektron, masa atomowa</p> <p>posługuje się pojęciami liczby masowej i liczby atomowej; opisuje skład jądra atomowego na podstawie tych liczb</p> <p>opisuje kreację lub anihilację par cząstka–antycząstka; stosuje zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku do analizy kreacji lub anihilacji pary elektron–pozyton; oblicza energię powstałą w wyniku anihilacji</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka; uzasadnia swoje odpowiedzi, przeprowadza obliczenia</p>	<p>ogólne: I–II szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.7, I.15, I.16, XII.5, XII.19</p>	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i przykładu rozwiązania zadania (s. 196) ćwiczenia uczniowskie (indywidualne lub w grupach) – rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik ilustracje (podręcznik, s. 192–193 lub inne) tablice fizyczne lub chemiczne karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator zbiór zadań z maturalnymi katami pracy dlanauczyciela.pl
46	18.2. Reakcje jądrowe	<p>posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego</p> <p>opisuje rozpady alfa, beta (β^+, β^-) oraz wskazuje i zapisuje przykłady takich przemian jądrowych</p> <p>zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące reakcji jądrowych; wyodrębnia z tekstu informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązania zadania lub ustalenia odpowiedzi; uzasadnia swoje odpowiedzi</p>	<p>ogólne: I–II, IV szczegółowe: I.2, I.7, I.17, I.18, XII.6, XII.9, XII.10</p>	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka praca z podręcznikiem – analiza ramki <i>Równania reakcji jądrowych</i> (s. 199) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik tablice fizyczne lub chemiczne karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dlanauczyciela.pl
47 i 48	18.3. Promieniowanie jądrowe	<p>opisuje powstawanie promieniowania gamma; wymienia właściwości promieniowania jądrowego</p> <p>wskazuje i omawia wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe</p> <p>przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: bada promieniowanie różnych substancji; przedstawia wyniki</p> <p>wymienia i omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące promieniowania jądrowego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje reakcje rozpadu, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania lub podane stwierdzenia</p>	<p>ogólne: I–IV szczegółowe: I.1, I.2, I.4, I.7, I.15, I.17, I.18, XII.9, XII.10, XII.13, XII.14</p>	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu doświadczenie (podręcznik, doświadczenie 20, s. 208) praca z podręcznikiem – analiza ilustracji oraz infografiki <i>Wpływ promieniowania jonizującego na organizm</i> (s. 206–207) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik licznik Geigera–Müllera ilustracje (podręcznik, s. 201–205 lub inne) karty pracy tablice fizyczne lub chemiczne karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dlanauczyciela.pl
49 i 50	18.4. Czas połowicznego rozpadu	<p>opisuje przypadkowy charakter rozpadu jąder atomowych</p> <p>opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; analizuje wykres zależności liczby jąder materiału promieniotwórczego od czasu</p> <p>opisuje zasadę datowania substancji na podstawie węgla ^{14}C oraz inne zastosowania czasu połowicznego rozpadu, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych</p>	<p>ogólne: I–II, IV szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.8, I.15, I.17, I.18, XII.11, XII.12</p>	<ul style="list-style-type: none"> pogadanka z elementami wykładu praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, dodatku matematycznego (s. 214) i przykładu rozwiązania zadania (s. 215–216) 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik ilustracje (podręcznik, s. 211–214 lub inne) karty pracy tablice matematyczne karta wybranych wzorów i stałych

		rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące rozpadu promieniotwórczego; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi		<ul style="list-style-type: none"> • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja • dyskusja 	fizykochemicznych kalkulator <ul style="list-style-type: none"> • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dlanauczyciela.pl
51	18.5. Masa a energia	<p>opisuje związek między zmianą energii ciała a zmianą jego masy; stosuje do obliczeń wzór $\Delta E = \Delta mc^2$</p> <p>posługuje się pojęciem energii spoczynkowej; opisuje równoważność masy i energii spoczynkowej; stosuje do obliczeń wzór na energię spoczynkową $E = mc^2$</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące związku między masą a energią; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	ogólne: I–II szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.7, I.15, XII.2, XII.3	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka • praca z podręcznikiem – analiza przykładu rozwiązania zadania (s. 219–220) • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • tablice fizyczne • kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dlanauczyciela.pl
52 i 53	18.6. Energia jądrowa	<p>posługuje się pojęciami deficytu masy i energii wiązania; stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych; oblicza dla dowolnego izotopu energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania</p> <p>opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej</p> <p>zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące energii jądrowej; przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, zapisuje równania reakcji jądrowych, wykazuje podane stwierdzenia</p>	ogólne: I-II, IV szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.7, I.14, I.17, XII.7, XII.8, XII.15, XII.16	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, ramki (s. 222), infografiki <i>Rozszczepienie jądra...</i> (s. 226–227) i przykładu rozwiązania zadania (s. 229) • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 221–227 lub inne) • karty pracy • tablice fizyczne lub chemiczne • karta wybranych wzorów i stałych... • kalkulator • zbiór zadań • <i>Książka i Płyta Nauczyciela</i>
54	18.6. Energia syntezy termojądrowej	<p>wskazuje łączenie się jąder pierwiastków lekkich jako reakcję syntezy termojądrowej; porównuje syntezę termojądrową z reakcją rozszczepienia</p> <p>opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach</p> <p>omawia problemy związane z budową elektrowni termojądrowych i plany ich przezwyciężenia posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące reakcji syntezy termojądrowej; przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	ogólne: I-II, IV szczegółowe: I.1, I.2, I.4, I.7, I.14, XII.17	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, przykładu rozwiązania zadania (s. 235) • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 231–234 lub inne) • tablice fizyczne • karta wybranych wzorów i stałych... • kalkulator • zbiór zadań • <i>Książka i Płyta Nauczyciela</i>
55 i 56	18.7. Ewolucja Słońca i innych gwiazd	<p>opisuje elementy ewolucji Słońca i innych gwiazd; omawia cykl życia gwiazdy w zależności od jej masy</p> <p>rozdziela białe i czarne karły, czerwone olbrzymy, supernowe, gwiazdy neutronowe oraz czarne dziury; omawia supernowe i czarne dziury</p> <p>omawia powstawanie pierwiastków we Wszechświecie</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące ewolucji Słońca i innych gwiazd; przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	ogólne: I-II, IV szczegółowe: I.1, I.4, I.7, I.15, XII.18	<ul style="list-style-type: none"> • wykład połączony z pogadanką • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji oraz infografiki (s. 238–239 - ???) • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 237–240 lub inne) • tablice fizyczne • karta wybranych wzorów i stałych... • kalkulator • zbiór zadań • <i>Książka i Płyta Nauczyciela</i>
57 i 58	18.9. Galaktyki i Wszechświat	posługuje się pojęciem galaktyki; posługuje się pojęciami roku świetlnego	ogólne: I–II, IV	<ul style="list-style-type: none"> • wykład połączony z pogadanką 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 243–247 lub inne)

		<p>opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; zna przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk) oraz obserwacje świadczące o słuszności teorii Wielkiego Wybuchu i rozszerzaniu się Wszechświata</p> <p>zna i stosuje do obliczeń prawo Hubble'a</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk; przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, uzasadnia odpowiedzi</p>	<p>szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.7, I.8, I.15, I.16, I.19, IV.9, IV.10</p>	<ul style="list-style-type: none"> praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, infografiki (s. 248–249), tekstu w ramce <i>Mikrofalowe promieniowanie tła</i> (s. 250) i przykładu rozwiązania zadania ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> infografika <i>Ewolucja Wszechświata</i> tablice fizyczne karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dlanauczyciela.pl
59 i 60	Powtórzenie (powtórzenie wiadomości z działu <i>Fizyka jądrowa</i> ; sprawdzian)	<p>analizuje tekst: <i>Jod ze Świerka dla pół miliona pacjentów...</i> (lub inny), wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązania zadań lub problemów</p> <p>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Fizyka jądrowa</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych</p> <p>stosuje zdobytą wiedzę i nabyte umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących działu <i>Fizyka jądrowa</i>; zapisuje równania reakcji, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje lub uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, wykazuje podane stwierdzenia</p> <p>sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących działu <i>Fizyka jądrowa</i> – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski oraz (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć w tym zakresie</p>	<p>ogólne: I–V</p> <p>szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.5, I.6, I.7, I.10, I.11, I.15, I.17, I.18, I.19, XII.5, XII.6, XII.7, XII.8, XII.9, XII.10, XII.11, XII.12, XII.13, XII.14, XII.15, XII.16, XII.17, XII.18, XII.19</p>	<ul style="list-style-type: none"> analiza tekstu wraz z zadaniami (s. 253–254) odwrócona lekcja (uczniowie prezentują efekty analizy tekstu i innych materiałów źródłowych oraz rozwiązań zadań) pogadanka – co wiemy o fizyce jądrowej praca z podręcznikiem – analiza przykładów rozwiązań zadań (s. 258–260) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań dyskusja samodzielna praca ucznia – sprawdzian 	<ul style="list-style-type: none"> tekst: <i>Jod ze Świerka dla pół miliona pacjentów tygodniowo</i> (podręcznik, s. 253–254) lub inny podręcznik własne notatki zadania (podręcznik, s. 261, zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy lub inne) tablice fizyczne lub chemiczne oraz matematyczne karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych zestaw zadań na sprawdzian kalkulator dlanauczyciela.pl
19. ELEMENTY FIZYKI RELATYWISTYCZNEJ (8 godzin)					
61	19.1. Czasoprzestrzeń	<p>stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)</p> <p>opisuje i stosuje transformacje Galileusza, przedstawia je w czasoprzestrzeni</p> <p>posługuje się pojęciami: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria, stosuje je do rozwiązywania zadań</p> <p>rysuje i/lub analizuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się</p> <p>rozwiązuje zadania dotyczące czasoprzestrzeni; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	<p>ogólne: I–II, V</p> <p>szczegółowe: I.6, I.7, I.19, II.19</p>	<ul style="list-style-type: none"> wykład połączony z pogadanką praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, przykładu rozwiązania zadania (s. 269–270) i tekstu w ramce <i>Od wykresów do czasoprzestrzeni</i> (s. 265) ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik ilustracje (podręcznik, s. 264–267 lub inne) karty pracy karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy dlanauczyciela.pl
62 i 63	19.2. Czasoprzestrzeń w szczególnej teorii względności	<p>wskazuje niezależność prędkości światła w próżni od prędkości źródła i prędkości obserwatora</p>	<p>ogólne: I–II, V</p> <p>szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.15, I.19, XII.1</p>	<ul style="list-style-type: none"> wykład połączony z pogadanką praca z podręcznikiem – analiza ilustracji i 	<ul style="list-style-type: none"> podręcznik ilustracje (podręcznik, s. 271 lub inne) tablice fizyczne

		<p>wyjaśnia, dlaczego transformacji Galileusza nie można pogodzić z zasadą względności Einsteina</p> <p>przedstawia graficznie oraz ^Dzapisuje wzorami transformację Lorentza i wykorzystuje ją do rozwiązywania zadań</p> <p>rozwiązuje zadania dotyczące transformacji Lorentza; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, ilustruje je graficznie; przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem</p>		<p>przykładu rozwiązania zadania (s. 276)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dlanauczyciela.pl
64 i 65	19.4. Więcej o teorii względności – temat dodatkowy	<p>^Dopisuje zjawiska: dylatację czasu i skrócenie Lorentza; ilustruje te zjawiska na diagramie czasoprzestrzennym</p> <p>^Dwyjaśnia, dlaczego dylatacja czasu i skrócenie Lorentza nie prowadzą do sprzeczności</p> <p>^Dopisuje obraz świata przy wielkich prędkościach oraz ideę ogólnej teorii względności</p> <p>^Dprzedstawia wybrane informacje z historii rozwoju teorii względności</p> <p>^Drozwiązuje zadania lub problemy związane z dylatacją czasu i skróceniem Lorentza; przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i/lub podane stwierdzenia</p>	ogólne: I–II, IV–V szczegółowe: I.2, I.3, I.4, I.7, I.15, I.17, I.18, I.19	<ul style="list-style-type: none"> • wykład połączony z pogadanką • praca z podręcznikiem – analiza ilustracji, tekstu <i>Droga do teorii względności</i> (s. 294–295) i przykładu rozwiązania zadania (s. 292) • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (prezentacje uczniów) • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • ilustracje (podręcznik, s. 283–288 lub inne) • karty pracy • tablice fizyczne • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych • kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dlanauczyciela.pl
66	19.5. Energia całkowita	<p>posługuje się związkiem między energią całkowitą, masą cząstki i jej prędkością; stosuje wzór na energię całkowitą do obliczeń</p> <p>wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu energii; wyjaśnia, dlaczego przez zwiększanie energii kinetycznej ciała nie da się przekroczyć prędkości światła</p> <p>rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące całkowitej energii ciała; przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	ogólne: I–II szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.7, I.8, I.15, XII.2, XII.4	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka z elementami wykładu • praca z podręcznikiem – analiza wykresu i przykładu rozwiązania zadania (s. 297–298) • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja • dyskusja 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik • wykres (podręcznik, s. 297) • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych tablice fizyczne • kalkulator • zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy • dlanauczyciela.pl
67 i 68	Powtórzenie i sprawdzian (powtórzenie wiadomości z działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i> ; sprawdzian)	<p>analizuje tekst: <i>Świat zdrowo zafalował</i> (lub inny), wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów</p> <p>dokonuje syntezy wiedzy z działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i>; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych</p> <p>stosuje zdobytą wiedzę i nabyte umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i>; przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania, wykazuje lub udowadnia podane związki lub zależności</p>	ogólne: I–II, IV–V szczegółowe: I.1, I.2, I.3, I.4, I.6, I.7, I.8, I.15, I.17, I.18, I.19, II.19, XII.1, XII.2, XII.3, XII.4	<ul style="list-style-type: none"> • analiza tekstu wraz z zadaniami (s. 299–300) • odwrócona lekcja (uczniowie prezentują efekty analizy materiałów źródłowych, rozwiązań zadań) • pogadanka – co wiemy o fizyce relatywistycznej • praca z podręcznikiem – analiza przykładów rozwiązań zadań (s. 302–303) 	<ul style="list-style-type: none"> • tekst: <i>Świat zdrowo zafalował</i> (podręcznik, s. 299–300) lub inny • podręcznik • własne notatki • zadania (podręcznik, s. 304, zbiór zadań z maturalnymi kartami pracy lub inne) • zestaw zadań na sprawdzian • tablice fizyczne

		sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących działu <i>Elementy fizyki relatywistycznej</i> – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski oraz (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć w tym zakresie		<ul style="list-style-type: none"> • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • dyskusja • samodzielna praca ucznia – sprawdzian 	<ul style="list-style-type: none"> • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator • dlanauczyciela.pl
PODSUMOWANIE WIEDZY Z FIZYKI (pozostałe godziny)					
69–...	Powtórzenie (powtórzenie wiadomości z zakresu fizyki; przygotowanie do egzaminu maturalnego)	<p>posługuje się pojęciami: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria, stosuje je do rozwiązywania zadań</p> <p>rysuje i/lub analizuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się</p> <p>rozwija zadania dotyczące czasoprzestrzeni; uzasadnia swoje odpowiedzi i rozwiązania</p>	<p>ogólne: I–V szczegółowe: I–XII ponadto II etap edukacyjny: I–IX (w szczególności aktualne wymagania obowiązujące na egzaminie maturalnym z fizyki)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • pogadanka • analiza przykładów rozwiązań zadań • ćwiczenia uczniowskie – rozwiązywanie zadań • odwrócona lekcja (uczniowie prezentują efekty pracy własnej – np. analizy materiałów źródłowych, rozwiązań zadań) • dyskusja • samodzielna praca ucznia – sprawdzian 	<ul style="list-style-type: none"> • podręcznik (cz. 1–4) • własne notatki • zadania (zbiór zadań lub inne) • zestawy zadań maturalnych • karta wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych kalkulator • dlanauczyciela.pl