**Plan wynikowy z wymaganiami edukacyjnymi przedmiotu fizyka w zakresie podstawowym dla III klasy liceum ogólnokształcącego i technikum**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat (rozumiany jako lekcja)** | **Wymagania konieczne**  **(ocena dopuszczająca)**  **Uczeń:** | **Wymagania podstawowe**  **(ocena dostateczne)**  **Uczeń:** | **Wymagania rozszerzające**  **(ocena dobra)**  **Uczeń:** | **Wymagania dopełniające**  **(ocena bardzo dobra)**  **Uczeń:** | **Wymagania wykraczające**  **(ocena celująca)**  **Uczeń:** |
| Dział 1. Prąd elektryczny | | | | | |
| 1.1. Natężenie prądu | * definiuje prąd elektryczny * definiuje natężenie prądu elektrycznego * podaje jednostkę natężenia prądu elektrycznego * wskazuje amperomierz jako miernik natężenia prądu | * opisuje mechanizm przepływu prądu * definiuje jednostkę natężenia prądu elektrycznego * przytacza formalna definicję kulomba * wykorzystuje pojęcie natężenia prądu w sytuacjach prostych | * wyjaśnia mechanizm przepływu prądu * oblicza natężenie prądu elektrycznego w sytuacjach prostych * korzysta z amperomierza do pomiaru natężenia prądu | * wyjaśnia formalną definicję kulomba na podstawie definicji ampera * oblicza natężenie prądu elektrycznego w sytuacjach problemowych * wykorzystuje pojęcie natężenia prądu w sytuacjach problemowych * wie, jak prawidłowo włączać amperomierz w obwód elektryczny | * wyjaśnia pojęcie prędkości dryfu elektronów * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.2. Napięcie elektryczne | * definiuje napięcie elektryczne * podaje jednostkę napięcia elektrycznego * wskazuje woltomierz jako miernik napięcia w obwodzie elektrycznych | * definiuje jednostkę napięcia elektrycznego | * oblicza wartość napięcia elektrycznego w sytuacjach prostych * korzysta z woltomierza do pomiaru napięcia w obwodzie elektrycznym | * oblicza wartość napięcia elektrycznego w stacjach problemowych * wie, jak prawidłowo włączać woltomierz w obwód elektryczny | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.3. Moc prądu elektrycznego | * definiuje pojęcie pracy prądu elektrycznego i podaje jej jednostkę * definiuje pojęcie mocy prądu elektrycznego * wymienia metody pomiaru energii elektrycznej * wskazuje kilowatogodzinę jako jednostkę energii elektrycznej | * opisuje metody pomiaru energii elektrycznej * zamienia kilowatogodziny na dżule i odwrotnie * szacuje zużycie energii elektrycznej urządzeń domowych * prawidłowo odczytuje parametry przedstawione na tabliczce znamionowej urządzeń domowych | * oblicza moc prądu elektrycznego w sytuacjach prostych * wykorzystuje zależności pomiędzy napięciem, natężeniem, pracą i mocą prądu w sytuacjach prostych * oblicza zużycie energii elektrycznej urządzeń domowych na podstawie parametrów przedstawionych na tabliczce znamionowej | * oblicza moc prądu elektrycznego w sytuacjach problemowych * wykorzystuje zależności pomiędzy napięciem, natężeniem, pracą i mocą prądu w sytuacjach problemowych | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.4. Opór elektryczny. Prawo Ohma | * definiuje opór elektryczny * podaje jednostkę oporu elektrycznego * formułuje prawo Ohma | * definiuje jednostkę oporu elektrycznego * wyjaśnia znaczenie oporu elektrycznego * wyjaśnia znaczenie prawa Ohma | * korzysta z jednostki oporu elektrycznego * wykorzystuje prawo Ohma do obliczania oporu, napięcia, natężenia, pracy i mocy prądu elektrycznego | * wykorzystuje prawo Ohma w sytuacjach problemowych | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.5. Przewodnictwo elektryczne ciał stałych | * definiuje pojęcia przewodnika, półprzewodnika i izolatora * zna pojęcie nośnika prądu * definiuje temperaturowy współczynnik oporu | * wymienia główne pojęcia pasmowej teorii przewodnictwa * opisuje budowę przewodników, półprzewodników i izolatorów * korzysta z pojęcia nośnika prądu * wymienia nośniki prądu w metalach i półprzewodnikach | * omawia ogólne zasady pasmowej teorii przewodnictwa * opisuje mechanizm przepływu prądu w metalach i półprzewodnikach * rozróżnia metale i półprzewodniki * opisuje wpływ temperatury na opór metalu i półprzewodnik | * wyjaśnia wpływ temperatury na opór metalu i półprzewodnika za pomocą pasmowej teorii przewodnictwa * wskazuje termistor jako przykład zastosowania wpływu temperatury na opór | * korzysta z zależności pomiędzy oporem przewodnika a jego wymiarami geometrycznymi * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.6. Obwody elektryczne | * definiuje obwód elektryczny * wymienia podstawowe elementy obwodów elektrycznych * wskazuje węzły i oczka obwodów elektrycznych * wymienia sieć domową jako przykładu obwodu elektrycznego * zna zasady bezpieczeństwa przy pracy z obwodem elektrycznym | * zna symbole podstawowych elementów obwodów elektrycznych * rozpoznaje równoległe i szeregowe połączenie elementów obwodu elektrycznego * opisuje sieć domową jako przykładu obwodu elektrycznego * wymienia bezpieczniki różnicowe i przewód uziemiający jako istotne elementy domowej sieci elektrycznej | * wymienia zasady projektowania obwodów elektrycznych * rozpoznaje podstawowe elementy obwodów elektrycznych * prawidłowo włącza mierniki w obwód elektryczny * opisuje działanie i rolę bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego * stosuje zasady bezpieczeństwa przy pracy z obwodem elektrycznym | * stosuje zasady projektowania obwodów elektrycznych * odczytuje proste schematy elektryczne * rysuje schemat zadanego prostego obwodu elektrycznego | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.7. Pierwsze prawo Kirchhoffa | * formułuje pierwsze prawo Kirchhoffa | * wykorzystuje pierwsze prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach prostych | * wykorzystuje pierwsze prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach problemowych | * analizuje schematy prostych obwodów elektrycznych * demonstruje pierwsze prawo Kirchhoffa doświadczalnie | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.8. Ogniwa. Łączenie ogniw | * definiuje ogniwo * podaje przykłady ogniw | * opisuje budowę ogniwa galwanicznego * opisuje budowę akumulatora | * opisuje zasadę działania ogniwa galwanicznego * opisuje cykl pracy akumulatora * wyjaśnia zasady łączenia ogniw | * wyjaśnia zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo jako zasadę zachowania energii * demonstruje doświadczalnie zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.9. Dioda półprzewodnikowa | * definiuje półprzewodnictwo domieszkowe * wskazuje diodę półprzewodnikową jako element przewodzący w jednym kierunku * wskazuje diodę półprzewodnikową jako źródło światła * wymienia zastosowania diody półprzewodnikowej | * opisuje zjawisko półprzewodnictwa domieszkowego * opisuje przepływ nośników prądu w półprzewodnikach domieszkowych * demonstruje zastosowania diody półprzewodnikowej | * opisuje złącze p-n * opisuje diodę półprzewodnikową jako element przewodzący w jednym kierunku * opisuje diodę półprzewodnikową jako źródło światła | * wyjaśnia zasadę działania diody półprzewodnikowej * wyjaśnia znaczenie diody półprzewodnikowej jako elementu prostowniczego * opisuje charakterystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.10. Tranzystor | * definiuje półprzewodnictwo domieszkowe * definiuje zjawisko tranzystorowe * wymienia zastosowania tranzystora | * opisuje zjawisko półprzewodnictwa domieszkowego * wskazuje i nazywa elektrody tranzystora bipolarnego * opisuje działanie tranzystora bipolarnego * opisuje znaczenie tranzystora w technice | * opisuje złącza p-n-p i n-p-n * opisuje tranzystor jako element wzmacniający sygnały elektryczne * definiuje współczynnik wzmocnienia tranzystorowego * opisuje stany pracy tranzystora w zależności od napięć przyłożonych do elektrod | * wyjaśnia działanie tranzystora bipolarnego * wyjaśnia zjawisko tranzystorowe * wyjaśnia znaczenie współczynnika wzmocnienia tranzystorowego | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| Dział 2. Magnetyzm | | | | | |
| 2.1. Pole magnetyczne | * definiuje magnes * definiuje i wskazuje bieguny magnesu * podaje przykłady magnesów i omawia ich zastosowania * definiuje pole magnetyczne | * opisuje wzajemne oddziaływanie jednoimiennych i równoimiennych biegunów magnesu * rozumie, że bieguny magnesu nie istnieją oddzielnie * opisuje pole magnetyczne Ziemi * oznacza bieguny magnetyczne Ziemi | * opisuje właściwości magnesów oraz ich znaczenie * opisuje właściwości pola magnetycznego * wyjaśnia znaczenia pola magnetycznego Ziemi | * opisuje pole magnetyczne wokół i wewnątrz magnesu trwałego, prostoliniowego przewodnika i zwojnicy z prądem | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.2. Badanie linii pola magnetycznego | * wykorzystuje pojęcia związane polem magnetycznym w prostych sytuacjach * prawidłowo dokonuje pomiarów zgodnie z instrukcją * zapisuje wyniki pomiarów | * opisuje linie pola magnetycznego wokół i wewnątrz magnesu trwałego, prostoliniowego przewodnika i zwojnicy z prądem * zauważa niezależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od amplitudy drgań * zauważa zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od masy * prawidłowo zapisuje wyniki pomiarów, z uwzględnieniem niepewności pomiarowych | * kreśli linie pola magnetycznego wokół i wewnątrz magnesu trwałego, prostoliniowego przewodnika i zwojnicy z prądem * wyjaśnia zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od masy * analizuje wyniki pomiarów i formułuje wnioski | * planuje doświadczenie * oblicza niepewności pomiarowe * formułuje proste teorie fizyczne na podstawie wniosków z przeprowadzonych badań | * sporządza sprawozdanie z wykonania doświadczenia |
| 2.3. Oddziaływanie pola magnetycznego na przewodniki z prądem | * definiuje siłę elektrodynamiczną | * opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem * opisuje jakościowo wzajemne odziaływania równoległych przewodników z prądem | * wyznacza kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej * opisuje budowę mierników elektrycznych | * wyjaśnia znaczenie siły elektrodynamicznej * opisuje zasadę działania mierników elektrycznych | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.4. Oddziaływanie pola magnetycznego na poruszające się ładunki | * rozumie, że pole magnetyczne oddziałuje na poruszające się ładunki, zmieniając tor ich ruchu | * opisuje tor ruchu cząstki naładowanej w jednorodnym polu magnetycznym * opisuje jakościowo pole magnetyczne Ziemi | * wyjaśnia znaczenie pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym * wyjaśnia mechanizm powstawania zorzy polarnej | * wyznacza kierunek i zwrot siły działającej na cząstkę naładowaną w jednorodnym polu magnetycznym | * opisuje budowę i zasadę działania cyklotronu * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.5. Indukcja elektromagnetyczna | * definiuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej | * opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej * podaje przykłady wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej | * wyjaśnia znaczenie zjawiska indukcji elektromagnetycznej | * opisuje przemiany energii w zjawisku indukcji elektromagnetycznej * demonstruje zjawisko indukcji magnetycznej | * formułuje regułę Lenza i płynące z niej wnioski * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.6. Prądnica. Prąd przemienny | * wymienia zastosowanie prądnicy prądu przemiennego * definiuje prąd przemienny * wymienia wielkości charakteryzujące prąd przemienny: wartości skuteczne, częstotliwość | * opisuje budowę prądnicy prądu przemiennego * opisuje zastosowanie prądnicy prądu przemiennego * opisuje wielkości charakteryzujące prąd przemienny: wartości skuteczne, częstotliwość * opisuje sieć energetyczną jako sieć prądu przemiennego | * opisuje zasadę działania prądnicy prądu przemiennego * opisuje siłę elektromotoryczną indukcji powstającej podczas pracy prądnicy * wykorzystuje wielkości charakteryzujące prąd przemienny: wartości skuteczne, częstotliwość * opisuje znaczenie prądu przemiennego w technice | * opisuje przemiany energii podczas pracy prądnicy prądu przemiennego * opisuje zależności napięcia i natężenia prądu przemiennego od czasu * wyjaśnia znaczenie wartości napięcia i natężenia skutecznego | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.7. Zastosowania zjawiska indukcji elektromagnetycznej | * wymienia zastosowania transformatora w technice * wymienia inne zastosowanie zjawiska indukcji magnetycznej | * opisuje budowę transformatora * wskazuje uzwojenia pierwotne i wtórne transformatora * opisuje zastosowania transformatora w technice * opisuje sposób dostarczania energii elektrycznej do gospodarstw domowych * opisuje inne zastosowanie zjawiska indukcji magnetycznej | * opisuje zasadę działania transformatora * oblicza natężenia prądu i napięcia na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładnię transformatora w sytuacjach prostych | * oblicza natężenia prądu i napięcia na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładnię transformatora w sytuacjach problemowych | * opisuje zasadę działania i zastosowania induktora Ruhmkorffa * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| Dział 3. Fale i optyka | | | | | |
| 3.1. Fale mechaniczne | * definiuje fale mechaniczne * definiuje ośrodek sprężysty * definiuje pojęcia związane z ruchem falowym: amplitudę fali, długość fali, częstotliwość, okres * definiuje prędkość rozchodzenia się fali | * wyjaśnia znaczenie ośrodka rozchodzenia się fali * wskazuje dolinę i grzbiet fali oraz czoło i promień fali * opisuje podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe, powierzchniowe (płaskie i koliste) oraz przestrzenne * podaje przykłady różnych rodzajów fal w życiu codziennym | * opisuje fale jako nośnik energii i informacji * wyjaśnia znaczenie impulsu falowego * opisuje dźwięk jako falę mechaniczną * wykorzystuje zależność między prędkością rozchodzenia się fali, długością i częstotliwością w sytuacjach prostych | * wyjaśnia różnice między szybkością rozchodzenia się fali a szybkością ruchu punktów ośrodka * prezentuje doświadczalnie różne rodzaje fal * wykorzystuje zależność między prędkością rozchodzenia się fali, długością i częstotliwością w sytuacjach problemowych | * zna pojęcie fal materii (fali de Broglie’a) * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 3.2. Rozchodzenie się fal. Dyfrakcja | * formułuje zasadę Huygensa * definiuje dyfrakcję | * wyjaśnia znaczenie zasady Huygensa * opisuje zjawisko dyfrakcji | * formułuje wnioski płynące z zasady Huygensa * wyjaśnia znaczenie szerokości szczeliny w zjawisku dyfrakcji | * prezentuje zjawisko dyfrakcji fal mechanicznych | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 3.3. Interferencja fal | * formułuje zasadę superpozycji * definiuje zjawisko interferencji fal * definiuje fale spójne * definiuje i opisuje falę stojącą: wskazuje węzły i strzałki | * opisuje zjawisko interferencji fal * formułuje warunki maksymalnego wzmocnienia i osłabienia fali wskutek interferencji * podaje przykłady interferencji fal i fal stojących w życiu codziennym | * stosuje zasadę superpozycji do opisu zjawisk w sytuacjach prostych * wyjaśnia warunki maksymalnego wzmocnienia i osłabienia fali wskutek interferencji * opisuje mechanizm powstawania fali stojącej | * stosuje zasadę superpozycji do opisu zjawisk w sytuacjach problemowych * wykorzystuje warunki maksymalnego wzmocnienia i osłabienia fali wskutek interferencji | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 3.4. Zjawisko Dopplera | * definiuje zjawisko Dopplera * podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera | * opisuje zjawisko Dopplera * wykorzystuje zjawisko Dopplera do opisu fali docierającej do obserwatora, gdy źródło fali i obserwator poruszają się wzajemnie w sytuacjach prostych * podaje przykłady zastosowania zjawiska Dopplera | * wykorzystuje zjawisko Dopplera do opisu fali docierającej do obserwatora, gdy źródło fali i obserwator poruszają się wzajemnie w sytuacjach problemowych * oblicza częstotliwość fali docierającej do obserwatora, gdy źródło fali i obserwator poruszają się wzajemnie w sytuacjach prostych | * oblicza częstotliwość fali docierającej do obserwatora, gdy źródło fali i obserwator poruszają się wzajemnie w sytuacjach problemowych | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 3.5. Całkowite wewnętrzne odbicie | * rozumie, że światło białe jest falą elektromagnetyczną * definiuje promień światła * formułuje prawa odbicia i załamania * podaje przykłady występowania zjawisk odbicia i załamania światła * definiuje współczynnik załamania światła * podaje przykłady występowania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia * definiuje kąt graniczny | * opisuje światło białe jako falę elektromagnetyczną * opisuje zjawisko odbicia i załamania światła * opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia * wyjaśnia znaczenie zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia * podaje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia w technice | * wykorzystuje prawa odbicia i załamania w sytuacjach prostych * wyjaśnia znaczenie współczynnika załamania światła * wyjaśnia znaczenie kąta granicznego * wykorzystuje kąt graniczny do opisu zjawisk w sytuacjach prostych * wyjaśnia zasadę działania światłowodu | * wykorzystuje prawa odbicia i załamania w sytuacjach problemowych * wykorzystuje kąt graniczny do opisu zjawisk w sytuacjach problemowych | * formułuje i wykorzystuje prawo Snelliusa * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 3.6. Polaryzacja światła | * definiuje światło spolaryzowane * definiuje polaryzator * wymienia różne metody uzyskiwania światła spolaryzowanego | * opisuje zjawisko polaryzacji światła * podaje przykłady polaryzatorów * opisuje znaczenie polaryzacji światła w technice | * opisuje różne metody uzyskiwania światła spolaryzowanego | * prezentuje działanie polaryzatora i układu polaryzatorów | * posługuje się pojęciem natężenia fali * definiuje kąt Brewstera * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 3.7. Rozszczepienie światła | * rozumie, iż światło białe jest sumą fal świetlnych o różnych długościach * definiuje pryzmat * wymienia zastosowania zjawiska rozszczepienia światła | * opisuje istotę światła białego jako fali elektromagnetycznej o określonym zakresie długości fali * opisuje widmo światła białego * opisuje mechanizm powstawania zjawiska rozszczepiania światła w pryzmacie | * szacuje długość fali świetlnej w zależności od barwy światła * opisuje mechanizm powstawania zjawiska rozszczepiania światła w pryzmacie * opisuje budowę spektroskopu | * opisuje mechanizm powstawania zjawiska rozszczepiania światła na siatce dyfrakcyjnej * opisuje zasadę działania spektroskopu * opisuje mechanizm widzenia barw | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 3.8. Zjawiska optyczne w przyrodzie | * opisuje zjawisko rozproszenia światła * opisuje i wyjaśnia zjawisko mirażu * zauważa zjawiska optyczne w przyrodzie | * opisuje mechanizm powstawania tęczy * opisuje zjawisko mirażu | * wyjaśnia wpływu barwy światła (długości fali) na rozproszenie * wyjaśnia kolor nieba oraz zjawisko czerwono zachodzącego Słońca * wyjaśnia zjawisko mirażu | * opisuje zjawisko Tyndalla * opisuje zjawisko iryzacji, korzystając z interferencji światła * opisuje zjawiska optyczne w przyrodzie, wykorzystując pojęcia fizyczne | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| Dział 4. Fizyka atomowa | | | | | |
| 4.1. Promieniowanie termiczne | * definiuje widmo promieniowania * definiuje zdolność absorpcyjną * definiuje ciało doskonale czarne * definiuje promieniowanie termiczne | * opisuje widmo ciągłe światła białego * opisuje widmo fal elektromagnetycznych * rozumie powszechność promieniowania termicznego | * podaje przykłady modeli ciała doskonale czarnego * opisuje promieniowanie termiczne * wyjaśnia powszechność promieniowania termicznego | * wyjaśnia znaczenie promieniowania termicznego * opisuje krzywą rozkładu termicznego, wyjaśnia zależność promieniowania termicznego od temperatury | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 4.2. Foton i jego właściwości | * definiuje kwant promieniowania * definiuje foton | * opisuje kwantową teorię światła * wymienia najważniejsze cechy fotonu * wykorzystuje elektronowolt jako jednostkę energii | * oblicza energię fotonu w sytuacjach prostych * przelicza dżule na elektronowolty i odwrotnie | * oblicza energię fotonu w sytuacjach problemowych * opisuje teorię dualizmu korpuskularno-falowego | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 4.3. Widma atomowe | * definiuje widmo emisyjne * definiuje widmo absorpcyjne | * podaje przykłady przykładów cieczy i ciał stałych jako źródeł widma ciągłego * podaje przykłady gazów jako źródeł widma liniowego * opisuje widmo słoneczne jako widmo absorpcyjne | * opisuje zjawisko linii widmowych oraz widma liniowego * opisuje zjawisko powstawania widma absorpcyjnego | * opisuje technikę analizy widmowej jako metody wyznaczania składu substancji | * wykorzystuje wzór Rydberga * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 4.4. Model Bohra budowy atomu | * opisuje historyczne poglądy na budowę materii * opisuje modele Thomsona i Rutherforda budowy materii * formułuje postulaty Bohra | * wyjaśnia znaczenie postulatów Bohra | * formułuje wnioski płynące z postulatów Bohra * oblicza promień orbity oraz energię elektronu w atomie wodoru w sytuacjach prostych * wykorzystuje model Bohra atomu wodoru w sytuacjach prostych | * podaje ograniczenia modelu Bohra atomu wodoru * wyjaśnia znaczenie istnienia poziomów energetycznych elektronu w atomie wodoru * oblicza promień orbity oraz energię elektronu w atomie wodoru w sytuacjach problemowych * wykorzystuje model Bohra atomu wodoru w sytuacjach problemowych | * opisuje budowę atomu wodoru w ujęciu falowym * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 4.5. Zjawisko fotoelektryczne i fotochemiczne | * definiuje zjawisko jonizacji * definiuje zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne * definiuje pracę wyjścia fotoelektronów * definiuje zjawisko fotochemiczne | * opisuje doświadczenie Hertza * opisuje zjawisko jonizacji * opisuje zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne * opisuje budowę działania fotokomórki * formułuje prawa Grotthusa–Drapera i Starka–Einsteina * opisuje zjawisko fotochemiczne * wyjaśnia znaczenie i zastosowania zjawisk jonizacji, fotoelektrycznego i fotochemicznego | * wyjaśnia zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne * wyjaśnia znaczenie wielkości pracy wyjścia fotoelektronów * wykorzystuje równanie Einsteina–Millikana w sytuacjach prostych * wyjaśnia zasadę działania fotokomórki * wyjaśnia zjawisko fotochemiczne | * wykorzystuje równanie Einsteina–Millikana w sytuacjach problemowych * formułuje wnioski płynące z Grotthusa–Drapera i Starka–Einsteina | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| Dział 5. Fizyka jądrowa | | | | | |
| 5.1. Odkrycie i właściwości jądra atomowego | * opisuje rys historyczny fizyki jądrowej * definiuje cząsteczkę/molekułę, atom, pierwiastek i związek chemiczny * definiuje jądro atomowe * definiuje nukleon, wymienia nukleony * definiuje izotop | * opisuje doświadczenie Rutherforda * opisuje strukturę układu okresowego pierwiastków * opisuje znaczenie układu okresowego pierwiastków * korzysta z układu okresowego pierwiastków do odczytywania informacji w sytuacjach prostych * opisuje własności protonu i neutronu * opisuje budowę jadra atomowego * wykorzystuje z jednostkę masy atomowej | * formułuje wnioski płynące z doświadczenia Rutherforda * korzysta z układu okresowego pierwiastków do odczytywania informacji w sytuacjach problemowych * wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych * zamienia jednostkę masy atomowej na kilogramy * wskazuje izotopy danego pierwiastka * definiuje jądrowy deficyt masy oraz energię wiązania | * wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych w sytuacjach problemowych * wyjaśnia znaczenie deficytu masy i energii wiązania | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.2. Promieniotwórczość naturalna | * opisuje historię odkrycia promieniotwórczości * definiuje promieniotwórczość naturalną * definiuje promieniowanie jądrowe * definiuje promieniowanie α, β i γ * definiuje aktywność substancji i jej jednostkę * definiuje okres połowicznego rozpadu | * opisuje podstawowe własności promieniowania jądrowego * opisuje własności promieniowania α, β i γ * formułuje prawo rozpadu promieniotwórczego | * korzysta z prawa rozpadu promieniotwórczego w sytuacjach prostych | * korzysta z prawa rozpadu promieniotwórczego w sytuacjach problemowych | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.3. Rozpady promieniotwórcze | * definiuje rozpad promieniotwórczy * definiuje szereg promieniotwórczy | * opisuje mechanizm powstawania promieniowania γ * opisuje podstawowe szeregi promieniotwórcze | * zapisuje prawidłowo reakcje rozpadu α i rozpadu β w sytuacjach prostych * zapisuje reakcje rozpadu towarzyszące podstawowym szeregom promieniotwórczym | * zapisuje prawidłowo reakcje rozpadu α i rozpadu β w sytuacjach problemowych | * zapisuje reakcje rozpadu α i rozpadu β, uwzględniając neutrina i antyneutrina * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.4. Reakcje jądrowe | * definiuje reakcję jądrową * wymienia rodzaje reakcji jądrowych | * podaje przykłady technik wywoływania reakcji jądrowych * opisuje reakcję przemiany jądrowej i reakcję rozszczepienia | * zapisuje równania reakcji przemiany jądrowej i reakcji rozszczepienia * stosuje zasady zachowania liczby masowej i ładunku podczas reakcji jądrowych w sytuacjach prostych * prawidłowo zapisuje równania reakcji jądrowych | * stosuje zasady zachowania liczby masowej i ładunku podczas reakcji jądrowych w sytuacjach problemowych * prawidłowo zapisuje równania reakcji jądrowych | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.5. Energia jądrowa i deficyt masy | * definiuje jądrowy deficyt masy * definiuje energię wiązania jądra atomowego | * zapisuje zależność pomiędzy jądrowym deficytem masy i energią wiązania jądra atomowego * wyjaśnia znaczenie energii wiązania jądra atomowego | * wyjaśnia zależność pomiędzy jądrowym deficytem masy i energią wiązania jądra atomowego * posługuje się zależnością pomiędzy jądrowym deficytem masy, a energią wiązania jądra atomowego w sytuacjach prostych * oblicza energię wydzielaną podczas reakcji jądrowych w sytuacjach prostych | * posługuje się zależnością pomiędzy jądrowym deficytem masy a energią wiązania jądra atomowego w sytuacjach problemowych * wyjaśnia zależność energii wiązania jądrowego od liczby nukleonów * oblicza energię wydzielaną podczas reakcji jądrowych w sytuacjach problemowych | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.6. Wpływ promieniowania jonizującego na materię i organizmy żywe | * wymienia zjawiska wywoływane w materii przez promieniowanie jonizujące * definiuje dawkę pochłoniętą, dawkę równoważną i dawkę skuteczną * wymienia skutki napromieniowania dla organizmów żywych * wymienia zadania dozymetrii * wymienia metody ochrony przed promieniowaniem | * opisuje zjawisko Comptona * opisuje zjawisko tworzenia par elektron – pozyton * wyjaśnia znaczenie dawki pochłoniętej, dawki równoważnej i dawki skutecznej * opisuje skutki napromieniowania dla organizmów żywych * opisuje źródła promieniowania, na które człowiek jest narażony w życiu codziennym | * wyjaśnia mechanizm zjawiska jonizacji wywołanej przez promieniowanie α i β * opisuje zjawisko promieniowania hamowania * oblicza dawkę pochłoniętą, dawkę równoważną i dawkę skuteczną w sytuacjach prostych * opisuje metody ochrony przed promieniowaniem | * oblicza dawkę pochłoniętą, dawkę równoważną i dawkę skuteczną w sytuacjach problemowych | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.7. Zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice | * wymienia techniczne zastosowania prądotwórczości | * opisuje zasadę działania wag izotopowych i izotopowych czujników poziomu | * opisuje metody defektoskopii przy pomocy promieniowania jądrowego * opisuje metody wykorzystania znaczników izotopowych | * wyjaśnia znaczenie promieniowania jądrowego dla współczesnego świata | * opisuje metodę datowania radiowęglowego * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.8. Zastosowania zjawiska promieniotwórczości w medycynie | * wymienia medyczne zastosowania prądotwórczości | * opisuje zastosowania promieniotwórczości w diagnostyce medycznej * opisuje metody radioterapii | * opisuje budowę i zastosowania akceleratorów medycznych | * wymienia i opisuje korzyści i zagrożenia płynące ze stosowania promieniotwórczości w medycynie | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.9. Reakcje rozszczepienia | * definiuje neutrony wtórne * definiuje masę krytycznej | * opisuje przebieg reakcji rozszczepienia * wyjaśnia mechanizm powstawania oraz znaczenie neutronów wtórnych w reakcji rozszczepienia * podaje warunki konieczne do wydzielenia energii podczas reakcji jądrowej | * zapisuje równanie reakcji rozszczepienia, uwzględniając zasadę zachowania ładunku i zasadę zachowania liczby masowej, w szczególności reakcję rozszczepienia uranu 235U w wyniku pochłonięcia neutronu * opisuje przebieg reakcji łańcuchowej * opisuje budowę bomby atomowej | * wyjaśnia znaczenie masy krytycznej dla zaistnienia i podtrzymania reakcji łańcuchowej * opisuje zasadę działania bomby atomowej | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.10. Energetyka jądrowa | * podaje przykłady zastosowań reaktorów jądrowych | * opisuje budowę reaktora jądrowego * opisuje budowę elektrowni jądrowej | * opisuje zasadę działania reaktora jądrowego * opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej | * wyjaśnia znaczenie energetyki jądrowej we współczesnym świecie * opisuje korzyści i zagrożenia energetyki jądrowej | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.11. Reakcje termojądrowe | * definiuje reakcje termojądrową * wymienia warunki konieczne do zaistnienia reakcji termojądrowej | * opisuje przebieg reakcji syntezy termojądrowej * opisuje reakcje termojądrowe jako reakcje zachodzące w gwiazdach | * zapisuje równanie reakcji syntezy termojądrowej * wyjaśnia warunki konieczne do zaistnienia reakcji termojądrowej * zapisuje reakcje cyklu protonowo-protonowego * opisuje budowę bomby wodorowej | * opisuje wielkości energii wydzielanej podczas reakcji termojądrowej, porównuje ją do wielkości energii wydzielanej podczas reakcji rozszczepienia * opisuje zasadę działania bomby wodorowej | * opisuje inne cykle reakcji termojądrowych zachodzące w gwiazdach * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 5.12. Ewolucja gwiazd | * opisuje fakty obserwacyjne dotyczące gwiazd * opisuje diagram Hertzsprunga–Russella * wskazuje miejsce Słońca na diagramie Hertzsprunga–Russella | * opisuje ewolucje gwiazd w zależności od masy * wskazuje wędrówkę gwiazd po diagramie Hertzsprunga–Russella w czasie ewolucji | * wyjaśnia wpływ masy na przebieg ewolucji gwiazdy * opisuje wędrówkę gwiazd po diagramie Hertzsprunga–Russella w czasie ewolucji | * wyjaśnia pojęcia protogwiazdy, gwiazdy ciągu głównego, olbrzyma, karła, supernowej i czarnej dziury oraz wskazuje ich miejsca na diagramie Hertzsprunga–Russella | * rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |