**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
 |