PRZEDMIOTOWY SYSTEM OCENIANIA ****uwzględnia zmiany z 2024 r. wynikające z uszczuplenia podstawy programowej****

W opracowanym PSO zrezygnowano z haseł dotyczących rozwiązywania zadań, bo musiałyby się powtarzać w prawie każdym temacie. Proste obliczenia, polegające na podstawieniu do wzoru i przypisaniu właściwej jednostki, powinien wykonywać uczeń na ocenę dostateczną. Typowe zadania powinien rozwiązywać uczeń aspirujący do oceny dobrej. Na ocenę bardzo dobrą i celującą oczekujemy od ucznia rozwiązywania nietypowych zadań obliczeniowych i problemowych, wymagających formułowania i analizowania problemu oraz korzystania z dodatkowych źródeł wiedzy.

PSO jest materiałem wspomagającym nauczyciela w ocenie wiedzy i umiejętności ucznia. Ocenie powinny także podlegać aktywność i systematyczność ucznia. W ocenianiu należy również uwzględniać możliwości intelektualne ucznia.

**Klasa 5**

|  |
| --- |
| Dział 14: Indukcja elektromagnetyczna |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Zjawisko indukcji elektromagnetycznej | * zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzania prądu indukcyjnego
 | * opisać sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie
 | * zdefiniować strumień magne-tyczny i jego jednostkę,
* podać ogólny warunek wzbudzania prądu indukcyjne-go w zamkniętym obwodzie
 | * na podstawie tekstów doty-czących historii odkryć klu-czowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Siła elektromo-toryczna indukcji | * wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magne-tycznym prostopadle do linii pola,
* zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya
 | * opisać sposób obliczania na-pięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorod-nym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,
* sformułować prawo indukcji Faradaya
 | * wyprowadzić wzór na napię-cie między końcami pręta poruszającego się w jednorod-nym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,
* na podstawie prawa Faradaya sformułować warunek, przy spełnieniu którego SEM indukcji ma stałą wartość,
* obliczać siłę elektromotorycz-ną indukcji jako szybkość zmiany strumienia indukcji magnetycznej
 | * wyprowadzić wzór na SEM indukcji,
* przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji,
* sporządzać i interpretować wykresy *Φ*(*t*), *ε*(*t*) oraz *I*(*t*)
 |
| Reguła Lenza | * zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie,
* wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej
 | * sformułować regułę Lenza
 | * uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii,
* stosować regułę Lenza w prostych przykładach
 | * stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach
 |
| Zjawisko samoindukcji |  |  |  |  |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Prąd zmienny | * wskazać prądnicę jako urzą-dzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną,
* nazwać prąd powstający w prądnicy i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę,
* podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce
 | * opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu,
* zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicy od czasu,
* wyjaśnić sens fizyczny natę-żenia i napięcia skutecznego i zapisać te wielkości wzorami
 | * przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy,
* zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego,
* zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną
 | * sporządzać wykresy *Φ*(*t*) i *ε*(*t*) oraz analizować ich przebieg,
* przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu przemiennego,
* wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu *I*(*t*)
 |
| Transformator | * wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator,
* opisać budowę transformatora,
* rozpoznać wyłącznik różnico-wy i posłużyć się nim
 | * wyjaśnić zasadę działania transformatora,
* zdefiniować przekładnię transformatora,
* zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skutecznych w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią
 | * znaleźć związek między natę-żeniami prądu w uzwojeniach transformatora,
* wykazać efektywność przesyłania prądu pod wysokim napięciem,
* obliczać straty energii w linii przesyłowej
 | * wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora,
* wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Zastosowanie diody i tranzystora | * wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe
 | * zademonstrować diodę jako źródło światła,
 | * opisać zasadę działania prostownika jedno- i dwupołówkowego,
* narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza
 | * przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe
 |
| Dział 15. Optyka geometryczna |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Zjawisko odbicia i załamania światła | * opisać promień świetlny jako wąską wiązkę światła,
* przedstawić schematycznie zjawisko odbicia i wskazać pro-mień padający na powierzchnię, promień odbity i normalną,
* przedstawić schematycznie zjawisko załamania światła i wskazać promień załamany,
* rozróżnić odbicie i rozprasza-nie światła,
* wymienić zjawiska powsta-jące na skutek rozpraszania światła w atmosferze
 | * przypomnieć (klasa 8) pojęcia długości fali i częstotliwości,
* wyjaśnić zasadę działania świateł odblaskowych,
* wypowiedzieć prawo odbicia i stosować je w różnych przykładach,
* zapisać wzorem i objaśnić prawo załamania oraz stosować je w różnych przykładach,
* zademonstrować zjawisko rozpraszania światła w ośrodku,
* podać przykład występowania zjawiska mirażu dolnego
 | * podać przybliżony zakres długości i częstotliwości fal świetlnych,
* zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania
 | * porównać rzędy wielkości obiektów, z którymi się stykamy, z długościami fal światła widzialnego,
* wyjaśnić zjawiska atmosfe-ryczne, których przyczyną jest rozpraszanie światła w ośrodku,
* objaśnić, na czym polega zjawisko mirażu dolnego
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Całkowite wewnętrzne odbicie.Wyznaczanie współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego | * opisać zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia jako przypadek, gdy światło padające na granicę dwóch ośrodków nie przechodzi do drugiego ośrodka,
* wskazać światłowody jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia
 | * za pomocą rysunku objaśnić zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i zdefiniować kąt graniczny
 | * zapisać i objaśnić prawo załamania dla przypadku granicznego,
* wyznaczyć wartość współ-czynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego
 | * przygotować prezentację na temat wykorzystania światłowodów,
* przeprowadzić analizę niepewności współczynnika załamania wyznaczonego doświadczalnie
 |
| Zwierciadła | * naszkicować konstrukcję obrazu punktowego źródła światła w zwierciadle płaskim,
* naszkicować zwierciadło kuliste wklęsłe i opisać jego cechy
 | * konstruować obrazy przedmiotu w zwierciadłach płaskich i kulistych oraz wymieniać ich cechy,
* posługiwać się pojęciem powiększenia
 | * podać definicję powiększenia,
* wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmio-tu od zwierciadła
 | * wykazać zależność ognisko-wej zwierciadła kulistego od kąta padania światła,
* wyprowadzić równanie zwierciadła i je zinterpretować,
* przedstawić zależność *y*(*x*) za pomocą wykresu i przeanalizo-wać ten wykres
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Odchylenie promienia świetlne-go w pryzmacie. Rozszczepienie światła | * zademonstrować powstawanie widma ciągłego światła białego i wymienić główne barwy,
* opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektro-magnetycznych o różnych częstotliwościach
 | * naszkicować przejście wiązki światła przez pryzmat i zazna-czyć kąt odchylenia wiązki,
* podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła
 | * wyprowadzić związek między bezwzględnymi współczynni-kami załamania i długościami fali świetlnej w obu ośrodkach
 | * wyprowadzić wzór na kąt odchylenia w pryzmacie i go zinterpretować,
* opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną,
* przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie
 |
| Soczewki. Badanie zależności położenia obrazu otrzymanego za po-mocą soczewki od położenia przedmiotu. Wyznaczanie ogniskowej soczewki | * konstruować obrazy w so-czewce wypukłej dla różnych odległości przedmiotu od soczewki i podać cechy tych obrazów,
* przedstawić schematycznie powstawanie obrazu w soczew-ce wklęsłej i podać cechy tego obrazu,
* zdefiniować zdolność sku-piającą soczewki i podać jej jednostkę
 | * nazwać soczewki o różnych kształtach,
* zdefiniować zdolność skupiającą układu soczewek,
* wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od soczewki,
* stosować do obliczeń wzór soczewkowy i równanie soczewki
 | * wyprowadzić równanie soczewki,
* doświadczalnie zbadać zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu,
* wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej
 | * wyprowadzić wzór soczew-kowy i go zinterpretować,
* sporządzić wykres zależności *y*(*x*) dla soczewki skupiającej i go zinterpretować,
* wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Lupa i oko. Wady wzroku | * podać znak zdolności skupia-jącej soczewek używanych przez krótkowidzów i dalekowidzów
 | * wyjaśnić zasadę działania lupy, narysować obraz otrzymywany w lupie,
* wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność,
* podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności
 | * wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy,
* podać przykłady wykorzysta-nia przyrządów optycznych
 | * przygotować prezentację na temat oka jako przyrządu optycznego i wad wzroku,
* opisać budowę mikroskopu optycznego i wyprowadzić wzór na powiększenie
 |
| Dział 16: Fale mechaniczne |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne | * zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej,
* podać przykład fali poprzecz-nej i fali podłużnej
 | * opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przeno-szące energię
 | * przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej,
* wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach
 | * objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Wielkości charakteryzujące fale | * na modelu harmonicznej fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach,
* używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość
 | * definiować czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej,
* posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (W/m2),
* podać związki między wiel-kościami opisującymi falę harmoniczną
 | * zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę,
* wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej
 | * przypomnieć (klasa 2) wzór na całkowitą energię ciała drgającego,
* opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła,
* wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań
 |
| Funkcja falowa fali płaskiej | * wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę
 | * uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (*x*) i od czasu (*t*),
* zastosować funkcję falową do obliczenia długości fali
 | * przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej,
* zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej
 | * przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej,
* przeanalizować zależność *y*(*x*) dla ustalonej chwili i *y*(*t*) dla wybranej cząstki,
* sporządzać wykresy funkcji falowych
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Interferencja fal płaskich | * podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów,
* wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal,
* zaobserwować zjawisko interferencji fal
 | * naszkicować fale składowe o jednakowych *T* i *A* oraz falę wypadkową dla faz: 0, π i 0 < *φ*0 < π
 | * wykonać dodawanie wychy-leń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik
 | * opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej,
* zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne
 |
| Fale stojące |  | * opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali,
* podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsied-nimi strzałkami fali stojącej
 | * podać warunki powstawania fali stojącej,
* zademonstrować falę stojącą,
* obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej
 | * przeprowadzić rozumowanie w celu uzyskania funkcji falowej fali stojącej i zinterpre-tować tę funkcję
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Zasada Huygensa i jej konsekwencje | * obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie,
* naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie
 | * podać warunek, przy spełnie-niu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć,
* wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne,
* podać warunek, przy spełnie-niu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem
 | * sformułować zasadę Huygensa,
* sporządzić schemat interferen-cji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie,
* wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami
 | * stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji,
* wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali
 |
|  \*Fale akustyczne | * podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości,
* podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych,
* podać cechy dźwięków
 | * podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach
 | * wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i pozio-mem natężenia dźwięku,
* obliczać poziomy natężeń dźwięków o różnych natężeniach
 | * zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę,
* przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Zjawisko Dopplera | * opisać istotę zjawiska Dopplera,
* przytoczyć przykłady wystę-powania zjawiska Dopplera
 | * zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora,
* wskazać na schemacie zmianę długości fali
 | * na podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora,
* podać ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków
 | * na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotli-wość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieru-chomego źródła
 |
| Dział 17. Niepewności pomiarowe |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Przypomnienie wiadomości z zakre-su niepewności pomiarowych. Niepewność wyniku pomiaru wielkości mierzonej bezpośrednio | * posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomia-ru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, błędy: gruby, systematyczny, przypadkowy, niepewność względna),
* objaśnić podstawowe pojęcia,
* wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich,
* wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru,
* rozróżnić błędy przypadkowe i systematyczne
 | * objaśnić wzór na niepewność względną,
* wyznaczyć średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzalnego,
* zapisać wynik pomiaru wraz z jednostką oraz informacją o niepewności,
* przeprowadzać obliczenia i zapisywać wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych
 | * zdefiniować niepewność względną,
* objaśnić, co nazywamy roz-dzielczością przyrządu, oraz jaki jest jej wkład w niepew-ność standardową wyniku pomiarów,
* przedstawić wyniki pomiarów w postaci wykresu słupkowego (histogramu),
* obliczać niepewność standar-dową w sytuacji, gdy *Sx* śr ≪ Δ*x*
 | * wymienić parametry charak-teryzujące funkcję Gaussa,
* opisać funkcję Gaussa,
* omówić wpływ liczby pomia-rów na wartość niepewności,
* opisać trzy sytuacje, w któ-rych „wkłady” do niepewności standardowej miary rozrzutu wyników i wartości niepewnoś-ci granicznej są różne,
* posługiwać się wzorami na niepewność standardową w każdej z tych trzech sytuacji,
* wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepew-ności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących
 |
| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| Niepewności pomiarów pośrednich | * wymienić przykłady pomia-rów pośrednich,
* posługiwać się pojęciem niepewności pomiaru wielkości mierzonej pośrednio,
* zapisać wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności
 | * skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej,
* skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych,
* uwzględniać niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresów
 | * sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru pośredniego,
* przeprowadzić analizę wyni-ków pomiaru pośredniego
 | * obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej,
* obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych,
* stosować poprawny zapis wyniku pomiaru wraz z niepewnością standardową
 |

| Temat według programu | Wymagania konieczne(ocena dopuszczająca)Uczeń potrafi: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna)Uczeń sprostał wymaganiom na niższy stopień oraz potrafi: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: | Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca)Uczeń sprostał wymaganiom na niższe stopnie oraz potrafi: |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Dział 18. Dualna natura promieniowania i materii |
| Fale elektromagnetyczne | * omówić widmo fal elektromagnetycznych,
* podać źródła i zastosowania wybranych zakresów widma
 | * podać definicję fali elektromagnetycznej
 | * omówić doświadczenie Hertza
 | * przygotować prezentację na temat oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego na organizmy
 |
| Pomiar wartości prędkości światła |  |  | * opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła
 | * opisać wszystkie wymienione w podręczniku metody pomiaru wartości prędkości światła
 |
| Doświadczenie Younga. Światło jako fala elektromagnetyczna | * wyjaśnić powstawanie prążków interferencyjnych w doświadczeniu Younga,
* wyjaśnić historyczne znaczenie doświadczenia Younga
 | * obserwować zjawisko dyfrakcji i interferencji światła oraz opisać obrazy otrzymane na ekranie,
* na podstawie opisu w podręczniku wyprowadzić związek między długością fali, odległością sąsiednich prążków na ekranie, wzajemną odległością szczelin i odległością szczelin od ekranu
 | * wyjaśnić pojęcie spójności fal
 |  |
| Siatka dyfrakcyjna | * opisać i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną
 | * podać warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal
 | * zastosować do obliczeń warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia fal,
* porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i światła białego
 | * wyprowadzić i skomentować warunki maksymalnego wzmocnienia i całkowitego wygaszenia światła przechodzącego przez siatkę dyfrakcyjną,
* opisać metodę wyznaczania długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej
 |
|  Interferencja światła w cienkich warstwach | * wymienić obserwowalne skutki interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy
 | * sporządzić rysunek przedstawiający odbicie światła od dwóch powierzchni cienkiej warstwy
 | * wyjaśnić przyczynę powstawania efektów świetlnych spowodowanych interferencją światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy
 | * wyprowadzić wzory na powstawanie obszarów jasnych i ciemnych,
* obliczyć długość fali, dla której w wyniku interferencji światła odbitego od dwóch powierzchni cienkiej warstwy zachodzi maksymalne wzmocnienie lub całkowite wygaszenie
 |
| Dyfrakcja światła na szczelinie | * zaobserwować i objaśnić obraz powstający po przejściu światła przez szczelinę
 | * podać i nazwać wielkości występujące we wzorach na kąt ugięcia, pod którym widzimy pierwszy ciemny prążek, w przypadku szczeliny i kolistego otworka
 | * interpretować warunek na pierwsze minimum, czyli związek kąta ugięcia z szerokością szczeliny i długością fali padającej na szczelinę oraz – w przypadku kolistego otworka – z jego średnicą i długością fali padającej na otworek
 |  |
|  Zdolność rozdzielcza przyrządów zawierających soczewki lub zwierciadła. Zdolność rozdzielcza siatki dyfrakcyjnej |  |  | * analizować obrazy dyfrakcyjne obiektów znajdujących się w różnych odległościach od siebie,
* podać warunek rozróżnialnoś-ci obiektów jako oddzielnych
 | * analizować zdolność rozdzielczą siatki dyfrakcyjnej,
* uzasadnić stwierdzenie, że im większy rząd widma uzyskanego za pomocą siatki dyfrakcyjnej, tym większa jest zdolność rozdzielcza siatki
 |
| Polaryzacja światła | * obserwować zmiany natężenia światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione równolegle i prostopadle,
* wymienić praktyczne zastosowania zjawiska polaryzacji
 | * zademonstrować zjawisko polaryzacji przez podwójne załamanie i przez odbicie,
* podać przykład naturalnego polaryzatora
 | * opisać światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną,
* wyjaśnić zjawisko polaryzacji światła,
* opisać jakościowo zjawisko polaryzacji przez odbicie,
 | * zapisać i objaśnić prawo Malusa,
* przeanalizować i opisać matematycznie skutek przejścia światła przez kilka polaryzatorów umieszczo-nych na wspólnej osi,
* wyjaśnić zasadę działania kina 3D
 |
| Zjawisko fotoelektryczne | * obserwować i objaśnić zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne,
* posługiwać się pojęciem kwantu energii – fotonu,
* wymienić praktyczne zastosowania fotokomórki
 | * wyjaśnić pojęcie pracy wyjścia elektronu z metalu,
* sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia *W*,
* uzasadnić pogląd, że światło ma naturę dualną,
* zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii w zjawisku fotoelektrycznym
 | * przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że maksymalna energia kinetyczna fotoelektronów zależy od częstotliwości promieniowania wywołującego zjawisko fotoelektryczne i nie zależy od natężenia tego promieniowania,
* przeprowadzić rozumowanie dowodzące, że liczba fotoelektronów zależy od natężenia promieniowania,
* analizować wykresy dotyczące zależności wielkości fizycznych opisujących zjawisko fotoelektryczne,
* omówić teorię Einsteina wyjaśniającą zjawisko fotoelektryczne
 | * sporządzić wykres zależności natężenia *I* prądu płynącego przez fotokomórkę od napięcia *U* między anodą i katodą, oświetlaną kolejno światłem o różnych natężeniach,
* sporządzać wykresy zależności *I*(*U*) dla promieniowania o takim samym natężeniu, ale o różnych częstotliwościach,
* sporządzać wykresy zależności maksymalnej energii kinetycznej od częstotliwości promienio-wania dla różnych metali,
* wyznaczyć pracę wyjścia i stałą Plancka na podstawie wykresu zależności napięcia hamowania od częstotliwości i oszacować niepewności pomiarowe
 |
| Promieniowa-nie ciał. Widma | * rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe,
* wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym,
* opisać widmo promieniowa-nia ciał stałych i cieczy,
* wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym
 | * opisać metodę analizy widmowej i podać przykłady jej zastosowania,
* obserwować i opisać widma gazów jednoatomowych oraz par pierwiastków, otrzymane za pomocą siatki dyfrakcyjnej,
* opisać jakościowo zależność natężenia promieniowania ciała od temperatury,
* opisać jakościowo zależność długości fali emitowanej przez ciało od temperatury tego ciała
 | * sformułować i wyjaśnić hipotezę Maxa Plancka,
* wyjaśnić pojęcie ciała doskonale czarnego,
* posługiwać się wzorem Rydberga (zwanym też uogólnionym wzorem Balmera)
 | * zapisać i objaśnić prawo Stefana–Boltzmanna i prawo Wiena,
* opisać szczegółowo widmo atomu wodoru i objaśnić wzór Rydberga (serie widmowe)
 |
| Model Bohra budowy atomu wodoru | * wyjaśnić, co to znaczy, że promienie orbit i energia atomu wodoru są skwantowane,
* opisać atom wodoru według teorii Bohra i wskazać, że energia atomu, w którym elektron znajduje się na wyższej orbicie, jest większa,
* wyjaśnić skutki absorpcji i emisji kwantu energii przez atom wodoru,
* wyjaśnić zjawisko jonizacji atomu
 | * sformułować i zapisać postulaty Bohra,
* obliczyć całkowitą energię atomu wodoru,
* wyjaśnić, co to znaczy, że energia jest skwantowana,
* skorzystać z modelu Bohra i wyjaśnić, jak powstają serie widmowe,
* opisać światło laserowe jako spójne i monochromatyczne
 | * wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,
* wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem rewolucyjnym i jest do dziś stosowany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych,
* interpretować linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła,
* rozróżnić stan podstawowy i stany wzbudzone atomu,
* stosować zasady zachowania energii i pędu do opisu emisji i absorpcji fotonu przez swobodne atomy,
* opisać odrzut atomu emitują-cego foton; porównać energię odrzutu atomu z energią emitowanego fotonu
 | * wyjaśnić, dlaczego bez dodatkowych założeń (bez postulatów Bohra) atom zbudowany zgodnie z modelem Bohra nie mógłby istnieć,
* wyprowadzić wzór na serie widmowe na podstawie teorii Bohra budowy atomu wodoru,
* opisać zasadę działania żagla słonecznego
 |
| Promieniowa-nie rentgenowskie | * opisać właściwości promieni X,
* wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego
 | * opisać widmo promieniowania rentgenowskiego,
* omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach,
* uzasadnić pogląd, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną
 | * wyjaśnić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego o widmie ciągłym i widmie liniowym,
* wyprowadzić wzór na min,
* posługiwać się wzorem Bragga,
* interpretować zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej
 | * omówić zjawisko Comptona i uzasadnić fakt, że jego wyjaśnienie wymaga przyjęcia założenia o korpuskularnej naturze promieniowania rentgenowskiego,
* przygotować prezentację na temat zastosowań promieniowania rentgenowskiego
 |
|  Fale materii | * wypowiedzieć hipotezę de Broglie’a i objaśnić wzór na długość fali materii,
* wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych
 | * obliczyć długość fali de Broglie’a dla elektronu o podanej energii kinetycznej,
* wyrazić pogląd, że idea powszechności dualizmu korpuskularno-falowego w przyrodzie jest słuszna, i podać na to przykłady
 | * omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na krysztale) jako eksperymentalny dowód na falowe właściwości cząstek
 | * przygotować prezentację na temat zastosowania falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy)
 |
| Dział 19. Elementy szczególnej teorii względności |
| Założenia szczególnej teorii względności. Względność czasu i jej konsekwencje | * opisać różnice między poglądami Galileusza i Einsteina na upływ czasu mierzonego w różnych układach inercjalnych,
* przeanalizować doświadczenie myślowe uzasadniające względność jednoczesności oraz równoczesność zdarzeń w mechanice klasycznej i ich niejednoczesność w mecha-nice relatywistycznej
 | * wypowiedzieć i zinterpretować postulaty Einsteina,
* wyjaśnić pojęcie czasoprzestrzeni
 | * uzasadnić względność jednoczesności jako konsekwencję faktu, że prędkość światła w próżni we wszystkich inercjalnych układach odniesienia ma taką samą, skończoną wartość *c*
 |  |
|  Zjawisko Dopplera dla fal elektromag-netycznych | * wyjaśnić, dlaczego opis zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych różni się od opisu tego zjawiska dla fal mechanicznych,
* podać i objaśnić wzór przybliżony na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej,
* wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska Dopplera dla fal elektromagnetycznych
 | * interpretować wzór przybliżony w przypadkach zbliżania oraz oddalania się źródła i odbiornika fal elektromagnetycznych
 | * wyjaśnić, dlaczego do wyprowadzenia wzoru na odbieraną częstotliwość fali elektromagnetycznej należy stosować teorię względności,
* podać i objaśnić wzory dotyczące zjawiska Dopplera, stosowane w obserwacjach astronomicznych
 | * podać dokładny wzór na częstotliwość odbieranej fali elektromagnetycznej i przekształcić go do wzoru przybliżonego,
* objaśnić wpływ termicznego ruchu cząsteczek na szerokość linii widmowych
 |
| Maksymalna szybkość przekazu informacji | * przytoczyć opis doświadczenia, którego wynik stanowi dowód na to, że szybkość przekazu energii i informacji nie może przekroczyć c,
* wyjaśnić, dlaczego fakt, że szybkość nie może przekroczyć *c*, dowodzi ograniczonej stosowalności mechaniki Newtona,
* wyjaśnić, dlaczego nie każde zjawisko wcześniejsze może być przyczyną zjawiska późniejszego
 | * opisać znaczenie skończonej wartości prędkości światła w badaniach kosmologicznych
 | * przytoczyć rozumowanie prowadzące do uzyskania warunku wystąpienia związku przyczynowego między zjawiskami,
* wypowiedzieć zasadę przyczynowości i podać jej ograniczenie
 | * podać przykład opisu ruchu dwóch obiektów, w którym konieczne jest zastosowanie relatywistycznego prawa składania prędkości
 |
| Pęd relatywistyczny |  | * podać i objaśnić definicję pędu relatywistycznego
 | * sporządzić i objaśnić wykres zależności pędu relatywistycznego od szybkości ciała,
* opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym
 | * wyprowadzić i objaśnić związek siły działającej na ciało z szybkością zmiany jego pędu,
* wyjaśnić, dlaczego zwrot siły nie jest na ogół zgodny ze zwrotem przyspieszenia
 |
| Masa i energia w fizyce relatywistycznej | * podać i objaśnić wzór relatywistyczny na energię kinetyczną,
* podać, że w układzie, w którym ciało spoczywa, ma ono energię *E* = *mc*2, zwaną energią spoczynkową,
* wyrazić pogląd, że masa ciała jest jego wielkością charakterystyczną, jednakową w każdym układzie odniesienia
 | * interpretować wykres zależności relatywistycznej energii kinetycznej od szybkości obiektu,
* zapisać i skomentować wyrażenie na całkowitą energię ciała swobodnego,
* wyrazić pogląd, że w zjawis-kach mikroskopowych całkowita energia jest zachowana
 | * wyprowadzić wzór na całkowitą relatywistyczną energię ciała,
* wyjaśnić równoważność masy i energii spoczynkowej cząstki, czyli zinterpretować wzór *E*s = *mc*2,
* wyjaśnić, dlaczego w zjawiskach zachodzących w świecie ciał makroskopowych nie bierzemy pod uwagę składnika *mc*2
 | * przeprowadzić rozumowanie i obliczenia dowodzące, że dla małych szybkości relatywistyczny wzór na energię kinetyczną przechodzi we wzór klasyczny,
* podać relację między energią kinetyczną i całkowitą cząstki a jej energią spoczynkową
 |
| Związek między energią i pędem cząstki. Energia i masa układu cząstek |  | * zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą a wartościami pędu i prędkości cząstki,
* zapisać i objaśnić związek między energią całkowitą cząstki a wartością jej pędu i masą,
* wyrazić i zinterpretować pogląd, że masa układu cząstek wzajemnie oddziałujących jest mniejsza od sumy mas tych cząstek
 | * wykazać, że masa pojedynczego fotonu jest równa zeru,
* wykazać, że układ fotonów może mieć masę różną od zera,
* opisać ruch relatywistycznej cząstki naładowanej,
* wykazać, że pęd fotonu ma wartość $p=\frac{h}{λ}$
 | * wyprowadzić związek między energią całkowitą cząstki a wartościami jej pędu i prędkości,
* wyprowadzić związek między energią całkowitą, a wartością pędu i masą cząstki
 |
| Dział 20. Fizyka jądrowa |
| Odkrycie promie-niotwórczości. Promieniowanie jądrowe i jego właściwości  | * opisać samorzutną emisję promieniowania przez niektóre pierwiastki,
* wymienić rodzaje promieniowania jądrowego i podać ich główne właściwości
 | * opisać szczegółowo właściwości każdego rodzaju promieniowania jądrowego
 | * przygotować prezentację na temat historii odkrycia promieniotwórczości i roli Marii Skłodowskiej-Curie
 | * opisać niektóre metody badania właściwości promieniowania jądrowego
 |
| 2. Jądro atomowe i jego budowa | * podać i scharakteryzować składniki jądra atomowego
 | * zdefiniować liczbę masową i liczbę atomową (porządkową) pierwiastka,
* opisać właściwości sił jądrowych
 | * opisać doświadczenie Rutherforda i wyjaśnić znaczenie jego wyników
 | * przygotować prezentację na temat kwarków i leptonów – najmniejszych składników materii
 |
| Rozpady promieniotwórcze | * wyjaśnić, czym różnią się od siebie izotopy, i podać przykłady izotopów wybranego pierwiastka,
* wyjaśnić, na czym polega rozpad promieniotwórczy
 | * podać równania reakcji rozpadów alfa, beta plus i beta minus,
* podać ładunek i masę pozytonu,
* wyjaśnić pojęcia cząstki i antycząstki
 | * przeanalizować, jak zmieniają się jądra pierwiastków po rozpadach promieniotwórczych,
* wyjaśnić rolę neutrina lub antyneutrina w reakcjach rozpadów,
* sformułować regułę Soddiego i Fajansa,
* wyjaśnić pojęcia jądra stabilnego i jądra niestabilnego,
* podać przykład rozpadu z emisją promieniowania gamma
 | * wyjaśnić pojęcie szeregu promieniotwórczego i omówić jeden z nich
 |
| Prawo rozpadu promieniotwórcze-go. Metoda datowa-nia izotopowego | * zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego,
* zdefiniować pojęcie czasu połowicznego rozpadu,
* przytoczyć kilka przykładowych czasów połowicznego rozpadu,
* wyjaśnić zagrożenia wynikające z bardzo długiego czasu połowicznego rozpadu niektórych izotopów
 | * wyjaśnić pojęcie stałej rozpadu,
* zdefiniować pojęcie aktywności źródła i podać jej jednostkę,
* wyjaśnić, co to znaczy, że rozpad promieniotwórczy ma charakter statystyczny
 | * zinterpretować wykres *N*(*t*) zależności liczby jąder danego izotopu w próbce od czasu,
* korzystać ze związku między stałą rozpadu i czasem połowicznego rozpadu,
* objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu 14C
 | * wyprowadzić prawo rozpadu promieniotwórczego,
* obliczyć masę promieniotwórczego izotopu pierwiastka po określonym czasie,
* przygotować prezentację na temat wpływu działalności człowieka na wzrost poziomu promieniowania w środowisku
 |
| Energia wiązania | * wyjaśnić, dlaczego do rozdzielenia składników układu związanego konieczne jest dostarczenie energii,
* wyjaśnić, dlaczego masa jądra jest mniejsza od sumy mas jego składników,
* wyjaśnić pojęcie deficytu masy,
* podać wzór na energię wiązania jądra atomowego
 | * wyprowadzić wzór na deficyt masy,
* znaleźć związek pomiędzy energią wiązania i deficytem masy
 | * zdefiniować jednostkę masy atomowej i wykorzystywać ją do wykonywania obliczeń,
* zinterpretować wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze od liczby nukleonów w nim zawartych
 | * obliczyć energię wiązania jądra wybranego atomu,
* porównać energie wiązania jąder z energią wiązania atomów i cząsteczek
 |
| Reakcje jądrowe. Kreacja i anihilacja | * wyjaśnić, na czym polegają procesy, które nazywamy reakcjami jądrowymi,
* wymienić zasady zachowania obowiązujące w reakcjach jądrowych,
* opisać zjawisko kreacji par elektron–pozyton,
* opisać zjawisko anihilacji
 | * poprawnie zapisywać równania reakcji jądrowych, uwzględniając konieczność zachowania całkowitego ładunku i całkowitej liczby nukleonów,
* wyjaśnić zasadę zachowania ładunku w zjawisku kreacji,
* zapisać zasadę zachowania energii w zjawisku kreacji,
* zapisać równanie anihilacji pozytonu i elektronu
 | * wyjaśnić i opisać za pomocą równania kreację pary elektron–pozyton,
* przedstawić zasadę zachowania pędu w zjawisku kreacji,
* obliczyć minimalną energię fotonu konieczną do zajścia zjawiska kreacji,
* opisać proces anihilacji pozytonu i elektronu
 | * podać warunki konieczne do zajścia reakcji jądrowej i zastosować je do obliczenia najmniejszej energii kinetycznej, jaką należy dostarczyć cząstce *α*, zderzającej się z jądrem złota, aby mogła nastąpić reakcja jądrowa,
* obliczyć minimalną energię fotonu powstającego w zjawisku anihilacji
 |
|  Reakcje rozszczepienia | * wyjaśnić pojęcie reakcji egzoenergetycznej i wymienić reakcję rozszczepienia jako przykład takiej reakcji,
* opisać energię jądrową jako nadwyżkę energii kinetycznej powstającej w procesie rozszczepienia,
* wyjaśnić, na czym polega reakcja łańcuchowa, i podać warunki jej zachodzenia
 | * na podstawie doświadczenia myślowego opisanego w podręczniku wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwalana w reakcjach rozszczepienia jąder atomowych
 | * zapisywać równania reakcji rozszczepienia jąder z uwzględnieniem zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów,
* wykazać, że suma mas składników reakcji rozszczepienia jest większa od sumy mas produktów reakcji, czyli udowodnić, że reakcja jest egzoenergetycz-na, więc może stanowić źródło energii
 | * stosować zasadę zachowania energii do opisu reakcji rozszczepienia,
* obliczyć energię uwolnioną podczas rozszczepienia opisanego podanym równaniem reakcji,
* uzasadnić stwierdzenie, że energia dostarczana przez wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzi z energii spoczynkowej ciał
 |
| Energetyka jądrowa. Wykorzystanie energii jądrowej | * wyjaśnić różnicę między reaktorem jądrowym a bombą atomową,
* wymienić główne zalety wykorzystania energetyki jądrowej i zagrożenia z nią związane
 | * uzasadnić pogląd o koniecz-ności pokojowego wykorzystywania energii jądrowej
 | * opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej,
* opisać budowę i zasadę działania bomby atomowej
 | * przygotować się do dyskusji na temat: *Odpowiedzialność uczonych za konsekwencje ich badań i zastosowania odkryć naukowych*; brać czynny udział w dyskusji
 |
| Reakcje termojądrowe. Ewolucja gwiazd | * opisać reakcje fuzji lekkich jąder i skutki takich reakcji,
* podać, że źródłem energii Słońca są reakcje syntezy jąder wodoru w jądra helu,
* podać szacunkową wartość różnicy energii wydzielonej podczas syntezy określonej masy jąder i energii uzyskanej ze spalania takiej samej masy węgla
 | * na podstawie wykresu zależności energii wiązania na jeden nukleon od liczby nukleonów w jądrze atomu udowodnić, że procesy syntezy lekkich jąder mogą być źródłem energii,
* omówić schemat cyklu proton–proton,
* omówić perspektywy pokojowego wykorzystania energii termojądrowej,
* opisać reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach
 | * opisać gwiazdy jako obiekty, w których nieustannie zachodzą reakcje syntezy lekkich jąder, ponieważ panują tam bardzo wysokie ciśnienie i temperatura rzędu milionów stopni,
* omówić schemat cyklu CNO,
* opisać budowę i zasadę działania bomby termojądrowej
 | * obliczyć energię wydzieloną w reakcji syntezy oraz energię uzyskaną w wyniku spalania węgla i porównać te dwie wartości,
* wyjaśnić zjawisko wybuchu supernowej,
* wyjaśnić, czym jest czarna dziura i w jaki sposób powstaje,
* przygotować prezentację na temat możliwości obserwacyjnych teleskopu Webba
 |
| Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Działanie promieniowania na organizmy  | * opisać skutki działania promieniowania jonizującego na organizmy,
* porównywać dawki promieniowania pochodzącego ze źródeł naturalnych,
* wymienić sposoby ochrony przed promieniowaniem
 | * porównać odporność różnych gatunków organizmów na promieniowanie jonizujące,
* wymienić przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii medycznej
 | * podać definicję dawki pochłoniętej i jej jednostkę,
* podać sens fizyczny mocy dawki i dawki skutecznej oraz podać ich jednostki
 | * opisać schemat i zasadę działania licznika Geigera–Müllera,
* zaprezentować wybrane sposoby praktycznego wykorzystania promieniowania jonizującego
 |

## STOPIEŃ NIEDOSTATECZNY

Uczeń nie opanował podstawowej wiedzy z zakresu zajęć edukacyjnych a posiadane braki uniemożliwiają dalsze zdobywanie wiedzy z zakresu fizyki; nie jest w stanie nawet przy pomocy nauczyciela konsultanta rozwiązać zadań praktycznych lub teoretycznych o elementarnym stopniu trudności.

# Warunki i tryb uzyskiwania oceny wyższej niż przewidywana

Zgodne z zapisami w statucie szkoły.

Szczegółowe warunki i sposób oceniania określa statut szkoły

Zmodyfikowany na podstawie „ Przedmiotowego systemu oceniania – Fizyka 3 i 4 zakres rozszerzony – WSiP” autorstwa Marii, Fijałkowskiej, Barbary Sagnowskiej i Jadwigi Salach