**Przedmiotowy system oceniania FIZYKA klasa IV**

**Przedmiotowy system oceniania uwzględnia zmiany z 2024 r. wynikające z uszczuplenia podstawy programowej.
Szarym kolorem oznaczono treści, o których realizacji decyduje nauczyciel.**

# Zasady ogólne

1. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonać zadania **obowiązkowe** (na stopień dopuszczający - łatwe; na stopień dostateczny - umiarkowanie trudne); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela,nastopieńdopuszczający-przypomocynauczycielalubinnychuczniów).
2. Czynnościwymaganenapoziomachwymagań**wyższych**niżpoziompodstawowyuczeńpowinienwykonać**samodzielnie**(nastopieńdobryniekiedymożejeszcze korzystać z niewielkiego wsparcianauczyciela).
3. W wypadku wymagań na stopnie**wyższe**niżdostatecznyuczeńwykonujezadania**dodatkowe**(nastopieńdobry-umiarkowanietrudne;nastopieńbardzodobry- trudne).
4. Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności.

# Wymagania ogólne –uczeń:

* wykorzystujepojęcia i wielkościfizycznedoopisuzjawisk i wskazujeichprzykłady w otoczeniu,
* rozwiązujeproblemy,wykorzystującprawa i zależnościfizyczne,
* planuje i przeprowadzaobserwacje i doświadczenia,wnioskujenapodstawieichwyników,
* posługujesięinformacjamipochodzącymi z analizymateriałówźródłowych, w tymtekstówpopularnonaukowych.

Ponadto:

* + sprawnie się komunikuje i stosuje terminologię właściwą dlafizyki,
	+ kreatywnierozwiązujeproblemy z dziedzinyfizyki,**świadomie**wykorzystującmetody i narzędziawywodzącesię z informatyki,
	+ posługujesięnowoczesnymitechnologiamiinformacyjno-komunikacyjnymi,
	+ samodzielniedocieradoinformacji,dokonujeichselekcji,syntezy i wartościowania;rzetelniekorzysta z różnychźródełinformacji, w tym z internetu,
	+ uczysięsystematycznie,budujeprawidłowezwiązkiprzyczynowo-skutkowe,porządkuje i pogłębiazdobytąwiedzę,
	+ współpracuje w grupie i realizuje projekty edukacyjne z dziedziny fizyk i lub astronomii.

Szczegółowe warunki i sposób oceniania określa statut szkoły

Symbolem R oznaczono treści spoza podstawy programowej; doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką

\*Doświadczenia obowiązkowe zapisano pogrubioną czcionką.

Symbolem D oznaczono treści spoza podstawy programowej*.*

| Ocena |
| --- |
| **Stopień dopuszczający** | Stopień dostateczny | Stopień dobry | Stopień bardzo dobry | Stopień celujący |

|  |
| --- |
| **9. Zjawiska falowe** |
| **Uczeń:*** rozróżnia fale płaskie, koliste i kuliste; wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości
* opisuje zjawisko odbicia od powierzchni płaskiej i od powierzchni sferycznej
* opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej; wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości
* opisuje jakościowo zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; wskazuje kierunek załamania; podaje przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w praktyce
* opisuje światło białe jako mieszaninę barw, ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie
* ilustruje prostoliniowe rozchodzenie się światła w ośrodku jednorodnym
* podaje zasadę superpozycji fal
* rozróżnia światło spolaryzowane i niespolaryzowane
* przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
* demonstruje fale koliste i płaskie
* **demonstruje rozpraszanie się światła w ośrodku**;

przedstawia (ilustruje na schematycznym rysunku) i opisuje obserwacje, formułuje wnioski* rozwiązuje proste zadania lub problemy:
	+ związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
	+ dotyczące załamania fal
	+ dotyczące odbicia i załamania światła
	+ związane z opisem tęczy i halo
	+ związane z dyfrakcją i interferencją fal
	+ dotyczące polaryzacji światła
	+ związane z efektem Dopplera,

w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ilustruje i ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania | **Uczeń:*** opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych
* stosuje prawo odbicia do wyjaśniania zjawisk i wykonywana obliczeń
* opisuje zjawisko rozproszenia światła na niejednorodnościach ośrodka; wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości
* opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego słońca
* wskazuje i opisuje przykłady zjawisk związanych z załamaniem światła, np.: złudzenia optyczne, fatamorgana
* opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia; posługuje się pojęciem *kąta granicznego*
* opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, wskazuje jego zastosowania
* opisuje rozszczepienie światła przez kroplę wody; opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal o różnych częstotliwościach
* opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie i atmosferze, powstających dzięki rozszczepieniu światła (tęcza, halo)
* opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie – związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali
* podaje warunki, w jakich może zachodzić dyfrakcja fal, wskazuje jej przykłady w otaczającej rzeczywistości
* opisuje zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal
* wskazuje przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła w przyrodzie (barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych) i Dw atmosferze (wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria)
* opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną oraz polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali i działanie polaryzatora
* wskazuje przykłady wykorzystania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne
* analizuje jakościowo efekt Dopplera; podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera
* omawia efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych
* podaje przykłady wykorzystania efektu Dopplera
* przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
* demonstrujerozproszenie fal przy odbiciu od powierzchni nieregularnej
* demonstruje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków
* demonstruje odbicie i załamanie światła
* obserwuje zjawisko dyfrakcji fal na wodzie
* obserwuje interferencję fal dźwiękowych i interferencję światła
* obserwuje interferencję światła na siatce dyfrakcyjnej
* **obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle**, opisuje, ilustruje na schematycznym rysunku, analizuje i wyjaśnia obserwacje; formułuje wnioski
* rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
* związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
* dotyczące załamania fal
* dotyczące odbicia i załamania światła
* związane z opisem tęczy i halo
* związane z dyfrakcją i interferencją fal
* dotyczące polaryzacji światła
* związane z efektem Dopplera;

posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi* dokonuje syntezy wiedzy o zjawiskach falowych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; prezentuje efekty własnej pracy, np. wyniki doświadczeń domowych
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: zjawiska załamania fal, historii falowej teorii fal elektromagnetycznych, polaryzacji światła, zjawisk optycznych, historii badań efektu Dopplera
 | **Uczeń:*** wyjaśnia przyczyny zjawisk optycznych w przyrodzie wynikających z rozpraszania światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego Słońca
* Dopisuje zależność między kątami podania i załamania – prawo Snelliusa
* wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska załamania światła na granicy ośrodków
* wyjaśnia przyczyny zjawisk związanych z załamaniem światła, np.: złudzenia optyczne, fatamorgana (miraże)
* Dzapisuje prawo Snelliusa dla kąta granicznego
* omawia inne niż światłowód przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia(np. fal dźwiękowych)
* opisuje drugą tęczę jako przykład zjawiska optycznego powstającego dzięki rozszczepieniu światła
* doświadczalnie obserwuje zjawisko dyfrakcji światła
* omawia praktyczne znaczenie dyfrakcji światła i dyfrakcji dźwięku
* stosuje zasadę superpozycji fal do wyjaśniania zjawisk
* wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji fal dźwiękowych i interferencji światła
* wyjaśnia) zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji; opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami fal
* Drozróżnia światło spójne i światło niespójne
* wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji światła na siatce dyfrakcyjnej
* Dopisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną; Danalizuje jakościowo zjawisko interferencji wiązek światła odbitych od dwóch powierzchni cienkiej warstwy
* opisuje przykłady zjawisk optycznych obserwowanych dzięki dyfrakcji i interferencji światła: w przyrodzie (barwy niektórych organizmów żywych, baniek mydlanych) i Dw atmosferze (wieniec, iryzacja chmury, widmo Brockenu, gloria)
* wyjaśnia obserwacjęwygaszania światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawioneprostopadle oraz Dobserwację polaryzacji przy odbiciu
* opisuje przykłady występowania polaryzacji światła, np.: ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, które widzą światło spolaryzowane, okulary polaryzacyjne
* interpretuje wzór opisujący efekt Dopplera; stosuje go do wyjaśniania zjawisk
* Domawia na wybranych przykładach powstawanie fali uderzeniowej
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności:
* związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
* dotyczące załamania fal
* dotyczące odbicia i załamania światła
* związane z dyfrakcją i interferencją fal
* dotyczące polaryzacji światła
* związane z efektem Dopplera;

ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności zjawiska odbicia fal (np. lustra weneckie, barwy ciał),
* prezentuje efekty własnej pracy, np. projekty dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*; planuje i modyfikuje przebieg wybranych doświadczeń domowych, formułuje i weryfikuje hipotezy
 | **Uczeń:*** rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Zjawiska falowe*, w szczególności:
* związane z opisem fal i zjawiskiem ich odbicia oraz rozpraszaniem światła
* dotyczące załamania fal
* dotyczące odbicia i załamania światła
* związane z opisem tęczy i halo
* związane z dyfrakcją i interferencją fal
* dotyczące polaryzacji światła
* związane z efektem Dopplera;

ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia* realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych, formułujei weryfikuje hipotezy; projektuje okulary polaryzacyjne
 | * Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności.
 |
| **10. Fizyka atomowa** |
| **Uczeń:*** informuje, na czym polega zjawisko fotoelektryczne; posługuje się pojęciem *fotonu*
* Dwskazuje przyczyny efektu cieplarnianego
* posługuje się pojęciem *widma*
* opisuje jakościowo uproszczony model budowy atomu
* przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
* obserwuje promieniowanie termiczne
* obserwuje widma żarówki i świetlówki;

przedstawia wyniki obserwacji, formułuje wnioski* rozwiązuje proste zadanialub problemy dotyczące:
	+ zjawisk fotoelektrycznego
	+ promieniowania termicznego ciał
	+ powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji,

w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, wykonuje obliczeniai zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania | **Uczeń:*** opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; wskazuje i opisuje przykłady tego zjawiska
* opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie *fotonu* oraz jego energii; interpretuje wzór na energię fotonu, stosuje go do obliczeń
* posługuje się pojęciami *elektronowoltu* i *pracy wyjścia*
* Dinterpetuje podany wzór na długość fali de Broglie’a, stosuje go do obliczeń
* opisuje wynik obserwacji promieniowania termicznego, formułuje wniosek
* analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury, wskazuje przykłady wykorzystania tej zależności
* Dposługuje się pojęciem *ciała doskonale czarnego*; wskazuje ciała, które w przybliżeniu są jego przykładami i omawia ich promieniowanie
* Domawia skutki efektu cieplarnianego w przypadku przyrody i ludzi
* Dwymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych; porównuje je pod względem stopnia przyczyniania się do efektu cieplarnianego
* Domawia sposoby ograniczania efektu cieplarnianego
* porównuje widma żarówki i świetlówki
* rozróżnia widma ciągłe i liniowe oraz widma emisyjne i absorpcyjne; opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów
* analizuje i porównuje widma emisyjne i absorpcyjne tej samej substancji, opisuje je jakościowo
* posługuje się pojęciem *orbit dozwolonych*; informuje, że energia elektronu w atomie nie może być dowolna, opisuje jakościowo jej zależność od odległości elektronu od jądra
* rozróżnia stan podstawowy atomu i jego stany wzbudzone; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach w związku z emisją lub absorpcją kwantu światła
* opisuje zjawisko jonizacji jako wywoływane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; posługuje się pojęciem *energii jonizacji*
* Dpodaje postulaty Bohra; opisuje model atomu Bohra, wskazuje jego ograniczenia; wykazuje, że promień *n*-tej orbity elektronu w atomie wodoru jest proporcjonalny do kwadratu numeru tej orbity
* opisuje widmo wodoru na podstawie zdjęcia
* rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
* dotyczące zjawisk fotoelektrycznegoi promieniowania termicznego ciał
* Dzwiązane z falami materii
* Ddotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
* związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
* dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji
* Ddotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru;

wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi* dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka atomowa*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: Defektu cieplarnianego, historii odkryć kluczowych dla rozwoju mechaniki kwantowej
* prezentuje efekty własnej pracy, np.: doświadczeń domowych i obserwacji
 | **Uczeń:*** wyjaśnia na przykładach mechanizm zjawiska fotoelektrycznego
* stosuje do wyjaśniania zjawisk wzór na energię fotonu
* wykorzystuje pojęcia *energiifotonu* oraz *pracy wyjścia* w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznacza energię kinetyczną wybitego elektronu
* Dopisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek, podaje przykłady ich wykorzystania
* Dposługuje się pojęciem *fal materii* (fal de Broglie’a); stosuje podany wzór na długość fali de Broglie’a do wyjaśniania zjawisk
* Duzasadnia, że pomiędzy mikroświatem a makroświatem nie ma wyraźnej granicy; uzasadnia, dlaczego w życiu codziennym nie obserwujemy falowej natury ciał
* Danalizuje zależność mocy ich promieniowania od jego częstotliwości w przypadku Słońca i włókna żarówki
* Dwyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany; opisuje jego powstawanie
* wyjaśnia, dlaczego prążki w widmach emisyjnych i absorpcyjnych dla danego gazu przy tych samych częstotliwościach znajdują się w tych samych miejscach
* Dwyznacza promień *n*-tej orbity elektronu w atomie wodoru
* Danalizuje i opisuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widma atomu wodoru; Dposługuje się wzorami Balmera i Rydberga, stosuje je do obliczeń
* Dposługuje się wzorem na energię elektronu w atomie wodoru na *n*-tej orbicie, interpretuje ten wzór
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
* dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i  promieniowania termicznego ciał
* Dzwiązane z falami materii
* Ddotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
* związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
* dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji
* Ddotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru;

ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, które dotyczą treści tego rozdziału, w szczególności: zjawisk fotoelektrycznego i  natury światła, historii odkryć kluczowych dla rozwoju kwantowej teorii promieniowania (założenie Plancka),wykorzystania analizy promieniowania (widm) podczas poznawania budowy gwiazd i jako metody współczesnej kryminalistyki
* planuje przebieg wybranych doświadczeń domowych i obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy; prezentuje przedstawiony projekt związany z tematyką tego rozdziału
 | **Uczeń:*** Dwykazuje, że model Bohra wyjaśnia wzór Rydberga; Danalizuje różne modele wybranego zjawiska
* rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*, w szczególności:
* dotyczące zjawisk fotoelektrycznego
* Dzwiązane z falami materii
* dotyczące promieniowania termicznego ciał
* dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji oraz Dwidm atomu wodoru;

ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia* realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń domowych oraz obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy
 | * Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności.
 |
| **11. Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat** |
| **Uczeń:*** posługuje się pojęciami: *pierwiastek*, *jądro atomowe*, *izotop*, *proton*, *neutron* i *elektron* do opisu składu materii
* informuje, że w niezjonizowanym atomie liczba elektronów poruszających się wokół jądra jest równa liczbie protonów w jądrze
* obserwuje wykrywanie promieniotwórczości różnych substancji; przedstawia wyniki obserwacji
* odróżnia reakcje chemiczne od reakcji jądrowych
* podaje przykłady wykorzystania reakcji rozszczepienia
* podaje warunki, w jakich może zachodzić reakcja termojądrowa przemiany wodoru w hel
* podaje reakcje termojądrowe przemiany wodoru w hel jako źródło energii Słońca oraz podaje warunki ich zachodzenia
* podaje przybliżony wiek Słońca
* wskazuje początkową masę gwiazdy jako czynnik warunkujący jej ewolucję
* podaje przybliżony wiek Wszechświata
* rozwiązuje proste zadanialub problemy:
	+ związane z opisem składu jądra atomowego; ilustruje na schematycznych rysunkach jądra wybranych izotopów
	+ związane z właściwościami promieniowania jądrowego
	+ dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe
	+ dotyczące reakcji jądrowych
	+ związane z czasem połowicznego rozpadu
	+ związane z energią jądrową
	+ dotyczące równoważności energii i masy
	+ związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy,

w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przelicza jednostki, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących, ustala odpowiedzi, czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania | **Uczeń:*** opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej
* posługuje się pojęciem *sił przyciągania jądrowego*
* wyjaśnia, na czym polega promieniotwórczość naturalna; wymienia wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego
* opisuje obserwacje związane z wykrywaniem promieniotwórczości różnych substancji; podaje przykłady substancji emitujących promieniowanie jądrowe w otaczającej rzeczywistości
* wymienia właściwości promieniowania jądrowego; rozróżnia promieniowanie: alfa (α), beta (β) i gamma (γ)
* podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
* odróżnia promieniowanie jonizujące od promieniowania niejonizującego; informuje, że promieniowanie jonizujące wpływa na materię oraz na organizmy żywe
* podaje przykłady wykorzystywania promieniowania jądrowego w medycynie
* opisuje powstawanie promieniowania gamma
* opisuje rozpady alfa (α) i beta (β); zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku
* opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem *czasu połowicznego rozpadu*, podaje przykłady zastosowania prawa połowicznego rozpadu
* opisuje zależność liczby jąder lub masy izotopu promieniotwórczego od czasu, szkicuje wykres tej zależności
* opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu 235U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu, uzupełnia zapis takiej reakcji; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej; informuje, co to jest masa krytyczna
* opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej
* opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel – reakcję syntezy termojądrowej – zachodzącą w gwiazdach; zapisuje i omawia reakcję termojądrową na przykładzie syntezy jąder trytu i deuteru
* wymienia ograniczenia i perspektywy wykorzystania energii termojądrowej
* stwierdza, że ciało emitujące energię traci masę; interpretuje i stosuje do obliczeń wzór wyrażający równoważność energii i masy$E=m∙c^{2}$
* posługuje się pojęciami *energii wiązania* i *deficytu masy*; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu
* stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych
* opisuje, jak Słońce będzie produkować energię, gdy wodór się skończy – reakcję przemiany helu w węgiel
* opisuje elementy ewolucji Słońca (czerwony olbrzym, mgławica planetarna, biały karzeł)
* opisuje elementy ewolucji gwiazd: najlżejszych, o masie podobnej do masy Słońca, oraz gwiazd masywniejszych od Słońca; omawia supernowe i czarne dziury
* opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; opisuje jakościowo rozszerzanie się Wszechświata – ucieczkę galaktyk
* wymienia najważniejsze metody badania kosmosu
* rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
* związane z opisem składu jądra atomowego i właściwościami promieniowania jądrowego
* dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe
* dotyczące reakcji jądrowych
* związane z czasem połowicznego rozpadu
* związane z energią jądrową i z reakcją oraz energią syntezy termojądrowej
* dotyczące równoważności energii i masy
* związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy
* dotyczące życia Słońca
* dotyczące Wszechświata;

wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych; uzupełnia zapisy reakcji jądrowych; wykonuje obliczenia szacunkowe, posługuje się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi* dokonuje syntezy wiedzy z rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności
* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki jądrowej, historii badań promieniotwórczości naturalnej, energii jądrowej, reakcji jądrowych, równoważności masy-energii, ewolucji gwiazd
* prezentuje efekty własnej pracy, np.: analizy wskazanego tekstu, wybranych obserwacji
 | **Uczeń:*** omawia doświadczenie Rutherforda
* opisuje wybrane metody wykrywania promieniowania jądrowego
* opisuje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
* opisuje wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe
* opisuje przykłady wykorzystania promieniowania jądrowego w medycynie
* wykorzystuje do obliczeń wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu
* Dopisuje zasadę datowania substancji – skał, zabytków, szczątków organicznych – na podstawie zawartości izotopów promieniotwórczych; stosuje ją do obliczeń
* omawia budowę reaktora jądrowego
* wyjaśnia, dlaczego żelazo jest pierwiastkiem granicznym w możliwościach pozyskiwania energii jądrowej
* Dposługuje się pojęciem *energii spoczynkowej*;
* oblicza energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych przez porównanie mas substratów i produktów reakcji
* opisuje powstawanie pierwiastków we Wszechświecie oraz ewolucję i dalsze losy Wszechświata
* rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy:
* dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe
* dotyczące reakcji jądrowych
* związane z czasem połowicznego rozpadu
* związane z energią jądrową
* związane z reakcją i energią syntezy termojądrowej
* dotyczące równoważności energii i masy
* związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy
* dotyczące życia Słońca
* dotyczące Wszechświata;

ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia* posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących treści tego rozdziału, w szczególności: skutków i zastosowań promieniowania jądrowego, występowania oraz wykorzystania izotopów promieniotwórczych (np. występowanie radonu, pozyskiwanie helu), reakcji jądrowych, równoważności masy-energii, ewolucji gwiazd, historii badań dziejów Wszechświata
* prezentuje efekty własnej pracy, np. analizy samodzielnie wyszukanego tekstu, wybranych obserwacji, realizacji przedstawionego projektu
 | **Uczeń:*** rozwiązuje złożone (nietypowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*, w szczególności:
* dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię i na organizmy żywe
* dotyczące reakcji jądrowych
* związane z czasem połowicznego rozpadu
* związane z energią jądrową i energią syntezy termojądrowej
* dotyczące równoważności energii i masy
* związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy;

ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia; formułuje hipotezy* realizuje i prezentuje własny projekt związany z tematyką tego rozdziału; planuje i modyfikuje przebieg wskazanych obserwacji, formułuje i weryfikuje hipotezy
 | * Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności.
 |

* Ocenę celującą otrzymuje uczeń, który opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności.