

## Wymagania edukacyjne z fizyki zakres podstawowy klasa 3

### 1. Termodynamika

#### Na ocenę dopuszczającą

##### Uczeń:

- informuje, czym zajmuje się termodynamika; porównuje właściwości substancji w różnych stanach skupienia wynikające z ich budowy mikroskopowej; analizuje jakościowo związek między temperaturą a średnią energią kinetyczną cząsteczek
- informuje, że energię układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując mu energię w postaci ciepła
- posługuje się pojęciem *ciepła właściwego* wraz z jego jednostką; porównuje ciepła właściwe różnych substancji
- posługuje się skalami temperatur Celsjusza i Kelvina oraz pojęciem *mocy*
- rozróżnia i nazywa zmiany stanów skupienia; analizuje i opisuje zjawiska: topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury; wskazuje przykłady przemian fazowych w otaczającej rzeczywistości
- informuje, że topnienie i parowanie wymagają dostarczenia energii, natomiast podczas krzepnięcia i skraplania wydzielana jest energia
- wymienia szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi, wskazuje odpowiednie przykłady w otaczającej rzeczywistości
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - bada jakościowo szybkość topnienia lodu
  - bada proces topnienia lodu, obserwuje szybkość wydzielania gazu, wykazuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego;przedstawia, opisuje i analizuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
  - dotyczące energii wewnętrznej
  - dotyczące rozszerzalności cieplnej
  - z wykorzystaniem pojęcia *ciepła właściwego*
  - związane z przemianami fazowymi
  - związane z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej
  - dotyczące szczególnych własności wody;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

#### Na ocenę dostateczną

##### Uczeń:

- odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy
- posługuje się pojęciem *energii wewnętrznej*; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii
- opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy; wskazuje przykłady tego zjawiska w otaczającej rzeczywistości
- omawia znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych; wskazuje przykłady wykorzystania rozszerzalności objętościowej gazów i cieczy oraz jej skutków
- interpretuje pojęcie *ciepła właściwego* i stosuje je do obliczeń oraz do wyjaśniania zjawisk
- wykorzystuje pojęcie *ciepła właściwego* do obliczania energii potrzebnej do ogrzania ciała lub do obliczania energii oddanej przez stygnące ciało; uzasadnia równość tych energii na podstawie zasady zachowania energii
- opisuje przykłady przemian fazowych w otaczającej rzeczywistości
- odróżnia ciała o budowie krystalicznej od ciał bezpostaciowych; ilustruje na schematach zależność temperatury od dostarczanego ciepła dla obu rodzajów
- posługuje się pojęciem *ciepła przemiany fazowej* (ciepła topnienia i ciepła parowania) wraz z jego jednostką, interpretuje to pojęcie oraz stosuje je do obliczeń; wskazuje przykłady wykorzystania przemian fazowych
- analizuje i wyznacza energię przekazaną podczas zmiany temperatury i zmiany stanu skupienia
- wykorzystuje pojęcia *ciepła właściwego* oraz *ciepła przemiany fazowej* do obliczeń
- omawia szczególne własności wody oraz ich konsekwencje dla życia na Ziemi; uzasadnia, że woda łagodzi klimat
- opisuje nietypową rozszerzalność cieplną wody
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - demonstruje rozszerzalność cieplną ciał stałych
  - wyznacza sprawność czajnika elektrycznego o znanej mocy
  - bada wpływ soli na topnienie lodu
  - doświadczalnie wyznacza ciepło właściwe substancji; opracowuje wyniki pomiarów; przedstawia, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, wskazuje przyczyny niepewności pomiarowych; formułuje wnioski
- wyjaśnia wyniki przeprowadzonego doświadczenia jakościowego badania szybkości topnienia lodu
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
  - energii wewnętrznej
  - rozszerzalności cieplnej
  - pojęcia *ciepła właściwego*
  - przemian fazowych

- szczególnych własności wody;

### **Na ocenę dobrą**

#### **Uczeń:**

- analizuje na przykładach rozszerzalność cieplną gazu
- stosuje pojęcie *ciepła przemiany fazowej* (ciepła topnienia i ciepła parowania) do wyjaśniania zjawisk
- opisuje i wyjaśnia zmiany energii wewnętrznej podczas przemian fazowych na podstawie mikroskopowej budowy ciał
- szkicuje wykres zależności objętości i/lub gęstości danej masy wody od temperatury
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada rozszerzalność cieplną cieczy i powietrza; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski
- wyjaśnia wyniki przeprowadzonych doświadczeń lub obserwacji:
  - badania procesu topnienia lodu
  - obserwacji szybkości wydzielania gazu
  - wykazania zależności temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego
- ocenia wynik doświadczalnie wyznaczonego ciepła właściwego substancji; planuje i modyfikuje przebieg doświadczenia, formułuje hipotezę
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
  - energii wewnętrznej
  - rozszerzalności cieplnej
  - przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: *ciepła właściwego*, *ciepła przemiany fazowej*
  - szczególnych własności wody;ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia; analizuje otrzymany wynik

### **Na ocenę bardzo dobrą**

#### **Uczeń:**

- rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
  - energii wewnętrznej
  - rozszerzalności cieplnej
  - przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: *ciepła właściwego*, *ciepła przemiany fazowej*
  - szczególnych własności wody;ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia

## Na ocenę celującą

### Uczeń:

- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Termodynamika*, w szczególności:
  - energii wewnętrznej
  - rozszerzalności cieplnej
  - przemian fazowych z wykorzystaniem pojęć: *ciepła właściwego*, *ciepła przemiany fazowej*
  - szczególnych własności wody

## 2.Drgania i fale

### Na ocenę dopuszczającą

#### Uczeń:

- posługuje się pojęciem *siły ciężkości*, stosuje do obliczeń związek między tą siłą i masą; rozpoznaje i nazywa siłę sprężystości
- opisuje ruch drgający jako ruch okresowy; podaje przykłady takiego ruchu; wskazuje położenie równowagi i amplitudę drgań
- rysuje i opisuje siły działające na ciężarek na sprężynie; wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie przedstawionego wykresu zależności położenia ciężarka od czasu
- analizuje, opisuje i rysuje siły działające na ciężarek na sprężynie (wahadło sprężynowe) wykonujący ruch drgający w różnych jego położeniach
- posługuje się pojęciami *energii kinetycznej*, *energii potencjalnej grawitacji* i *energii potencjalnej sprężystości*; analizuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym
- opisuje jakościowo zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy
- opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciem *prędkości fali*; wskazuje impuls falowy
- posługuje się pojęciami: *amplitudy fali*, *okresu fali*, *częstotliwości fali* i *długości fali*, wraz z ich jednostkami, do opisu fal
- opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięków
- wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych i podaje przykłady ich zastosowania
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - obserwuje fale na wodzie
- rozwiązuje proste zadania lub problemy:
  - z wykorzystaniem prawa Hooke’a
  - związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w tym ruchu
  - związane z okresem drgań wahadła sprężynowego

- dotyczące zjawiska rezonansu
- dotyczące dźwięków
- dotyczące fal elektromagnetycznych,

## Na ocenę dostateczną

### Uczeń:

- podaje i omawia prawo Hooke’a, wskazuje jego ograniczenia; stosuje prawo Hooke’a do obliczeń
- opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia sprężyny;
- analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami: *wychylenia*, *amplitudy* oraz *okresu drgań*; szkicuje wykres  $x(t)$
- wyznacza i rysuje siłę wypadkową działającą na wahadło sprężynowe, które wykonuje ruch drgający w różnych położeniach ciężarka
- wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu przemian energii w ruchu drgającym;
- opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach; porównuje zależność  $x(t)$  w przypadku rezonansu; wskazuje przykłady wykorzystania rezonansu oraz jego negatywnych skutków
- opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych
- stosuje do obliczeń związki między prędkością, długością, okresem i częstotliwością fali
- opisuje jakościowo związki między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz między głośnością dźwięku a amplitudą fali; omawia zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury
- opisuje światło jako falę elektromagnetyczną
- omawia związek między elektrycznością i magnetyzmem; wyjaśnia, czym jest fala elektromagnetyczna
- omawia widmo fal elektromagnetycznych
- przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu:
  - bada rozciąganie sprężyny, sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości
  - tworzy wykres zależności  $x(t)$  w ruchu drgającym ciężarka, wyznacza okres drgań
  - bada jakościową zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy
  - demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego;
  - obserwuje fale w układzie ciężarków i sprężyn
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
  - z wykorzystaniem prawa Hooke’a
  - związane z opisem ruchu drgającego oraz analizą przemian energii w ruchu drgającym
  - związane z okresem drgań wahadła sprężynowego
  - dotyczące zjawiska rezonansu
  - dotyczące fal mechanicznych

- dotyczące dźwięków
- dotyczące fal elektromagnetycznych;

### **Na ocenę dobrą**

#### **Uczeń:**

- stosuje prawo Hooke’a do wyjaśniania zjawisk
- sporządza wykres zależności wydłużenia sprężyny od siły ciężkości z uwzględnieniem niepewności pomiaru; interpretuje nachylenie prostej; wyznacza współczynnik sprężystości
- opisuje, jak zmieniają się prędkość i przyspieszenie drgającego ciężarka w wahadle sprężynowym
- szkicuje wykresy zależności  $x(t)$  w przypadku rezonansu
- wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska rezonansu
- wyjaśnia zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury; uzasadnia, że podczas przejścia fali do innego ośrodka nie zmienia się jej częstotliwość; analizuje wykres zależności gęstości powietrza od czasu dla tonu
- planuje i przeprowadza doświadczenie w celu zbadania, czy gumka recepturka spełnia prawo Hooke’a
- matematycznego od jego długości; planuje i modyfikuje przebieg badania, formułuje i weryfikuje hipotezy
- rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące treści tego rozdziału, w szczególności:
  - z wykorzystaniem prawa Hooke’a
  - związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym
  - związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego)
  - dotyczące zjawiska rezonansu
  - dotyczące fal mechanicznych
  - dotyczące dźwięków
  - dotyczące fal elektromagnetycznych;
 ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia

### **Na ocenę bardzo dobrą**

#### **Uczeń:**

- rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Drgania i fale*, w szczególności:
  - z wykorzystaniem prawa Hooke’a
  - związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym
  - związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego )
  - dotyczące zjawiska rezonansu
  - dotyczące fal mechanicznych
  - dotyczące dźwięków

– dotyczące fal elektromagnetycznych;

**Na ocenę celującą**

**Uczeń:**

- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Drgania i fale*, w szczególności:
  - z wykorzystaniem prawa Hooke’a
  - związane z opisem ruchu drgającego i analizą przemian energii w ruchu drgającym
  - związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego)
  - dotyczące zjawiska rezonansu
  - dotyczące fal mechanicznych
  - dotyczące dźwięków
  - dotyczące fal elektromagnetycznych

### **3. Zjawiska falowe**

**Na ocenę dopuszczającą**

**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
- 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 dyfrakcją i interferencją fal

- dotyczące polaryzacji światła
- związane z efektem Dopplera, związane z zjawiskiem tęczy i halo

## Na ocenę dostateczną

### 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 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 mieszanie fal o różnych częstotliwościach
- opisuje zjawiska optyczne w przyrodzie w szczególności tęcza i 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
- 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:
  - demonstruje rozproszenie 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 obserwację; 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 zjawiskiem tęczy i halo
  - związane z dyfrakcją i interferencją fal
  - dotyczące polaryzacji światła
  - związane z efektem Dopplera;

## Na ocenę dobrą

### Uczeń:

- wyjaśnia wyniki obserwacji zjawiska załamania światła na granicy ośrodków
- wyjaśnia przyczyny zjawisk związanych z załamaniem światła np. złudzenia optyczne fatamorgana (miraże) oraz rozproszeniem światła: błękitny kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego Słońca
- omawia inne niż światłowód przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (np. fal dźwiękowych)
- Opisuje drugą tęczę
- 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
- wyjaśnia wyniki obserwacji interferencji światła na siatce dyfrakcyjnej
- wyjaśnia obserwację wygaszania światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle oraz <sup>D</sup>obserwację 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
- 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;

**Na ocenę bardzo dobrą**

**Uczeń:**

- rozwiązuje złożone 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

**Na ocenę celującą**

**Uczeń:**

- rozwiązuje 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

#### **4.Fizyka atomowa**

**Na ocenę dopuszczającą**

**Uczeń:**

- informuje, na czym polega zjawisko fotoelektryczne; posługuje się pojęciem *fotonu*
- wskazuje 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 świetlóвки;
- przedstawia wyniki obserwacji, formułuje wnioski

- rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące:
  - zjawisk fotoelektrycznego , promieniowania termicznego ciał
  - powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji,

## Na ocenę dostateczną

### 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*
- opisuje wynik obserwacji promieniowania termicznego, formułuje wniosek
- posługuje się pojęciem *ciała doskonale czarnego*; wskazuje ciała, które w przybliżeniu są jego przykładami i omawia ich promieniowanie
- omawia skutki efektu cieplarnianego w przypadku przyrody i ludzi
- wymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych; porównuje je pod względem stopnia przyczyniania się do efektu cieplarnianego
- omawia 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*
- opisuje widmo wodoru na podstawie zdjęcia
- rozwiązuje typowe zadania lub problemy:
  - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i termicznego promieniowania ciał
  - dotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
  - związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
  - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji
  - dotyczące modelu atomu Bohra oraz widm atomu wodoru;

## Na ocenę dobrą

### Uczeń:

- wyjaśnia na przykładach mechanizm zjawiska fotoelektrycznego
- stosuje do wyjaśniania zjawisk wzór na energię fotonu
- wykorzystuje pojęcia *energii fotonu* oraz *pracy wyjścia* w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego, wyznacza energię kinetyczną wybitego elektronu
- opisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek, podaje przykłady ich wykorzystania
- posługuje się pojęciem *fali materii* (fal de Broglie'a); stosuje podany wzór na długość fali de Broglie'a do wyjaśniania zjawisk
- uzasadnia, że pomiędzy mikroświatem a makroświatem nie ma wyraźnej granicy; uzasadnia, dlaczego w życiu codziennym nie obserwujemy falowej natury ciał
- analizuje zależność mocy ich promieniowania od jego częstotliwości w przypadku Słońca i włókna żarówki
- wyjaśnia, 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
- posługuje 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
  - związane z falami materii
  - dotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania
  - związane z analizą oraz opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych
  - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji

## Na ocenę bardzo dobrą

### Uczeń:

- rozwiązuje złożone zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*, w szczególności:
  - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego
  - związane z falami materii dotyczące promieniowania termicznego ciał
  - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji oraz widm atomu wodoru; ilustruje i/lub uzasadnia zależności, odpowiedzi lub stwierdzenia

## Na ocenę celującą

### Uczeń:

- wykazuje, że model Bohra wyjaśnia wzór Rydberga;
- rozwiązuje nietypowe zadania lub problemy dotyczące treści rozdziału *Fizyka atomowa*, w szczególności:
  - dotyczące zjawisk fotoelektrycznego
  - związane z falami materii, dotyczące promieniowania termicznego ciał
  - dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji oraz widm atomu wodoru

## 5. Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat

### Na ocenę dopuszczającą

#### 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
- rozwiązuje proste zadania lub 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,

### Na ocenę dostateczną

#### 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 ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) i gamma ( $\gamma$ )
- 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 wykorzystania promieniowania jądrowego w medycynie
- opisuje powstawanie promieniowania gamma
- opisuje rozpady alfa ( $\alpha$ ) i beta ( $\beta$ ); 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  $^{235}\text{U}$  zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu, uzupełnia zapis takiej reakcji; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej; informuje, co to jest masa krytyczna
- 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  $E = m \cdot c^2$
- posługuje się pojęciami *energii wiązania* i *deficytu masy*; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu
- stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych
- opisuje Wielki Wybuch elementy ewolucji
- 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

## Na ocenę dobrą

### 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
- opisuje 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
- posługuje się pojęciem *energii spoczynkowej*;
- oblicza energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych przez porównanie mas substratów i produktów reakcji
- 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

## Na ocenę bardzo dobrą

### Uczeń:

- rozwiązuje złożone 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;

**Na ocenę celującą**

**Uczeń:**

- rozwiązuje 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 równowagi energii i masy
  - związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy