|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nr** | **Zagadnienie** | **Uczeń:** |
| **7. Termodynamika (14 godzin)** | | |
| **1**–**2** | **1. Cząsteczki i energia** | wyjaśnia, 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 |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: ilustruje model zjawiska dyfuzji, bada szybkość topnienia lodu; opisuje i wyjaśnia wyniki obserwacji; formułuje wnioski |
| opisuje zjawisko dyfuzji jako skutek chaotycznego ruchu cząsteczek; wskazuje przykłady dyfuzji w otaczającej rzeczywistości |
| informuje, że energię układu można zmienić, wykonując nad nim pracę lub przekazując energię w postaci ciepła; 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; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące energii wewnętrznej i zjawiska dyfuzji |
| **3**–**4** | **2. Rozszerzalność cieplna** | opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy; wskazuje przykłady tych zjawisk w otaczającej rzeczywistości |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: **demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych**, bada rozszerzalność cieplną cieczy i powietrza; opisuje wyniki obserwacji; formułuje wnioski |
| omawia znaczenie rozszerzalności cieplnej ciał stałych; wskazuje przykłady wykorzystania rozszerzalności objętościowej gazów i cieczy |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych dotyczących rozszerzalności cieplnej |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące rozszerzalności cieplnej; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **5** | **3. Ciepło właściwe** | posługuje się pojęciem ciepła właściwego wraz z jego jednostką; porównuje ciepła właściwe różnych substancji |
| wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego do obliczania energii potrzebnej do ogrzania ciała lub do obliczania energii oddanej przez stygnące ciało; uzasadnia równość tych energii, korzystając z zasady zachowania energii |
| przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – wyznacza sprawność czajnika elektrycznego o znanej mocy; analizuje wyniki pomiarów, oblicza sprawność czajnika |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących historii poglądów na naturę ciepła |
| rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem pojęcia ciepła właściwego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; posługuje się skalami temperatur (Celsjusza i Kelvina) i pojęciem mocy; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **6** | **4. Przemiany fazowe** | rozróżnia i nazywa zmiany stanów skupienia substancji; 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 i opisuje przykłady wymienionych zjawisk w otaczającej rzeczywistości |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: bada topnienie lodu, szybkość wydzielania gazu, wykazuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia zewnętrznego; opisuje, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji; formułuje wnioski |
| ilustruje na schematycznych rysunkach zależność temperatury od dostarczanego ciepła dla ciał krystalicznych i bezpostaciowych |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z przemianami fazowymi; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |
| **7**–**8** | **5. Ciepło topnienia i ciepło parowania** | posługuje się pojęciem ciepła przemiany fazowej wraz z jego jednostką; wykorzystuje to pojęcie do obliczeń |
| opisuje i wyjaśnia zmiany energii wewnętrznej podczas przemian fazowych na podstawie mikroskopowej budowy ciał;  przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – bada wpływ soli na topnienie lodu; opisuje i wyjaśnia wyniki obserwacji |
| posługuje się informacjami z analizy materiałów źródłowych; wskazuje i opisuje przykłady wykorzystania przemian fazowych; Dopisuje działanie lodówki |
| rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |
| **9** | **6. Bilans cieplny** | analizuje i wyznacza energię przekazaną podczas zmiany temperatury i przemiany fazowej |
| wyjaśnia, na czym polega bilans cieplny; analizuje go jako zasadę zachowania energii oraz stosuje do obliczeń i wyjaśniania zjawisk |
| wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego |
| rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem bilansu cieplnego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **10** | **7. Wyznaczanie ciepła właściwego** | **doświadczalnie wyznacza ciepło właściwe metalu, posługując się bilansem cieplnym**; zapisuje wyniki pomiarów wraz z ich jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności; analizuje i opracowuje wyniki pomiarów; ocenia wynik doświadczenia z uwzględnieniem niepewności pomiarowych i wskazuje ich przyczyny |
| rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem bilansu cieplnego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **11** | **8. Wartość energetyczna** | posługuje się pojęciem wartości energetycznej paliw; podaje jej jednostkę dla paliw stałych, gazowych i płynnych; posługuje się pojęciem wartości energetycznej żywności wraz z jej jednostką; stosuje to pojęcie do obliczeń; porównuje wartości energetyczne wybranych pokarmów |
| omawia zapotrzebowanie energetyczne człowieka; odróżnia wartość energetyczną od wartości odżywczej |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące wartości energetycznej paliw i żywności; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **12** | **9. Niezwykłe właściwości wody** | wymienia i omawia szczególne własności wody oraz ich znaczenie dla życia na Ziemi; wskazuje odpowiednie przykłady w otaczającej rzeczywistości |
| opisuje i wyjaśnia nietypową rozszerzalność cieplną wody; uzasadnia, że woda łagodzi klimat |
| posługuje się informacjami z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z internetu dotyczących szczególnych własności wody |
| rozwiązuje zadania dotyczące własności wody; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi i/lub stwierdzenia; ilustruje zależności |
| **13–14** | **Powtórzenie** **i sprawdzian**  (Powtórzenie wiedzy z działu *Termodynamika*; Sprawdzian) | realizuje i prezentuje projekt *Ruchy Browna* (opisany w podręczniku) lub inny związany z tematyką tego działu |
| dokonuje syntezy wiedzy z działu *Termodynamika*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych |
| stosuje poznaną wiedzę i nabyte umiejętności do rozwiązywania zadań lub problemów dotyczących działu *Termodynamika*; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi i/lub stwierdzenia; przedstawia oraz ilustruje i/lub uzasadnia zależności i rozwiązania |
| sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących działu *Termodynamika* – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski oraz (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć wymaganych w tym zakresie |
| **15** | **10. Prawo Hooke’a** | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – bada rozciąganie sprężyny, analizuje i opracowuje wyniki pomiarów, sporządza wykres zależności Δ*l*(*F*) z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, formułuje wniosek; interpretuje nachylenie prostej; wyznacza współczynnik sprężystości |
| opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką; interpretuje ten współczynnik |
| podaje, omawia i stosuje do obliczeń prawo Hooke’a |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących osiągnięć Roberta Hooke’a |
| rozwiązuje zadania lub problemy z wykorzystaniem prawa Hooke’a; wykonuje obliczenia; ustala i uzasadnia odpowiedzi |
| **16** | **11. Opis ruchu drgającego** | opisuje ruch drgający jako ruch okresowy; podaje przykłady takiego ruchu; wskazuje położenie równowagi |
| analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości, posługując się pojęciami wychylenia, amplitudy oraz okresu drgań; wyznacza amplitudę i okres drgań na podstawie wykresu zależności położenia od czasu (*x*(*t*)) |
| przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – tworzy wykres zależności *x*(*t*) w ruchu drgającym ciężarka (lub innego ciała) za pomocą programu Tracker; wyznacza okres drgań |
| Dopisuje i analizuje ruch wahadła matematycznego |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych dotyczących ruchu drgającego |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z opisem ruchu drgającego; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; szkicuje wykres *x*(*t*); ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **17** | **12. Wahadło sprężynowe** | analizuje, opisuje i rysuje siły działające na ciężarek zawieszony na sprężynie (wahadło sprężynowe), który wykonuje ruch drgający; wyznacza i rysuje siłę wypadkową w różnych jego położeniach |
| posługuje się pojęciami energii kinetycznej, potencjalnej grawitacji i potencjalnej; wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu przemian energii w ruchu drgającym |
| analizuje przemiany energii w ruchu drgającym; opisuje, jak zmienia się prędkość i przyspieszenie drgającego ciężarka w wahadle sprężynowym |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z analizą ruchu oraz przemian energii w ruchu drgającym; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i uzasadnia odpowiedzi |
| **18–19** | 13. Badanie wahadła sprężynowego | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: **demonstruje niezależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od amplitudy**, **bada zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy** i od współczynnika sprężystości (jakościowo), Dbada zależność okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości; przedstawia, analizuje i wyjaśnia wyniki doświadczeń z uwzględnieniem informacji o niepewności pomiarowej; formułuje wnioski |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczącymi ruchu wahadeł |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z okresem drgań wahadła (sprężynowego, matematycznego); wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **20** | **14. Drgania wymuszone i tłumione. Rezonans** | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: **demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego**; bada drgania tłumione; opisuje, analizuje i wyjaśnia wyniki obserwacji formułuje wnioski |
| opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach; porównuje zależność *x*(*t*) dla drgań tłumionych i nietłumionych oraz w przypadku rezonansu |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą zjawiska rezonansu |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące drgań wymuszonych i tłumionych; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **21** | **15. Fale mechaniczne** | opisuje rozchodzenie się fali mechanicznej jako proces przekazywania energii bez przenoszenia materii; posługuje się pojęciem prędkości rozchodzenia się fali; opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody na podstawie obrazu powierzchni falowych; wyjaśnia, co to jest impuls falowy |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: obserwuje fale na wodzie oraz fale w układzie sprężyn; opisuje, ilustruje i wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski |
| posługuje się pojęciami amplitudy, okresu, częstotliwości i długości fali do opisu fal oraz stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami wraz z ich jednostkami |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące fal mechanicznych; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **22** | **16. Fale dźwiękowe** | opisuje mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu; podaje przykłady źródeł dźwięków; opisuje rozchodzenie się dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych; wyjaśnia, co to jest ton |
| rozróżnia fale poprzeczne i podłużne; wskazuje ich przykłady, |
| opisuje jakościowo związek między wysokością dźwięku a częstotliwością fali oraz związek między głośnością dźwięku a amplitudą fali; omawia zależność prędkości dźwięku od rodzaju ośrodka i temperatury; informuje, że podczas przejścia fali do innego ośrodka nie zmienia się jej częstotliwość |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: obserwuje rozchodzenie się fali podłużnej w układzie sprężyn oraz oscylogramy dźwięków, opisuje obserwacje, formułuje wnioski |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące dźwięków; analizuje oscylogramy, wykonuje obliczenia liczbowe; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |
| **23** | **Temat dodatkowy. Dźwięki muzyki** | Dinformuje, że w muzyce jednakowy interwał oznacza jednakowy stosunek częstotliwości dźwięków |
| Dprzeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: bada współbrzmienie dźwięków, demonstruje na modelu drgania struny; opisuje odczucia i obserwacje, formułuje wnioski |
| Dpodaje warunek harmonijnego współbrzmienia dźwięków |
| Domawia strój równomiernie temperowany; informuje, co to są składowe harmoniczne |
| Drozwiązuje zadania lub problemy dotyczące dźwięków instrumentów muzycznych; wykonuje obliczenia |
| **24** | **17. Fale elektromagnetyczne** | opisuje światło jako falę elektromagnetyczną |
| wyjaśnia, czym jest fala elektromagnetyczna; wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych; Domawianadawanie i odbiór fal radiowych |
| wymienia rodzaje fal elektromagnetycznych i przykłady ich zastosowania; omawia widmo fal elektromagnetycznych; Dpodaje naukowe znaczenie słowa *teoria*; posługuje się informacjami nt. roli Maxwella w badaniach nad elektrycznością i magnetyzmem |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące fal elektromagnetycznych; wykonuje obliczenia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub podane stwierdzenia |
| **25–26** | **Powtórzenie**\*\*  (Powtórzenie wiedzy z działu *Drgania i fale*;  Sprawdzian) | realizuje i prezentuje projekt *Ten zegar stary...* (opisany w podręczniku) lub inny związany z tematyką tego działu |
| dokonuje syntezy wiedzy z działu *Drgania i fale*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych |
| stosuje poznaną wiedzę i nabyte umiejętności do rozwiązywania zadań lub problemów dotyczących działu *Drgania i fale*; wykonuje obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi i/lub stwierdzenia; ilustruje i/lub uzasadnia zależności |
| sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących działu *Drgania i fale* – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski oraz (gdy zaistnieje taka potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć w tym zakresie |
| **27** | **18. Powierzchnie falowe. Odbicie fali** | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – demonstruje fale koliste i płaskie; opisuje i ilustruje (na schematycznych rysunkach) wyniki obserwacji |
| posługuje się pojęciami: powierzchnia falowa, promień fali;  rozróżnia fale płaskie, koliste i kuliste; opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych |
| opisuje zjawisko odbicia od powierzchni płaskiej i od powierzchni sferycznej; stosuje prawo odbicia do wyjaśniania zjawisk i do wykonywania obliczeń |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczącymi zjawiska odbicia fal (np. barwy ciał); rozwiązuje zadania lub problemy związane z opisem fal i zjawiskiem odbicia; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **28** | **19. Rozpraszanie fal** | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: demonstruje rozproszenie fal przy odbiciu od powierzchni nieregularnej, **demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku**; opisuje i wyjaśnia obserwacje, formułuje wnioski, |
| opisuje zjawisko rozproszenia, któremu ulega światło podczas jego odbicia od powierzchni chropowatej oraz od niejednorodnościach ośrodka, przez które biegnie; wskazuje przykłady zjawiska w otaczającej rzeczywistości |
| opisuje i wyjaśnia przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie: jasny, niebieski kolor nieba, czerwony kolor zachodzącego słońca |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z rozpraszaniem światła; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |
| **29** | **20. Załamanie fal** | opisuje (jakościowo) zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; wskazuje kierunek załamania; Dopisuje zależność między kątami podania i załamania (prawo Snelliusa) |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – demonstruje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków; opisuje, ilustruje i wyjaśnia wyniki obserwacji, formułuje wnioski |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczącymi zjawiska załamania fal; wskazuje i opisuje przykłady zjawisk związanych z załamaniem światła (np. fatamorgana); wymienia przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w praktyce |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące załamania fal; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |
| **30** | **21. Całkowite wewnętrzne odbicie** | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – demonstruje odbicie i załamanie światła; opisuje i ilustruje (na schematycznych rysunkach) wyniki obserwacji, formułuje wnioski |
| opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; posługuje się pojęciem kąta granicznego |
| opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia, wskazuje jego zastosowania; omawia inne przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (np. dla fal dźwiękowych) |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące odbicia i załamania światła; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; przedstawia je w różnych postaciach |
| **31** | **22. Tęcza i halo** | opisuje światło białe jako mieszaninę barw, fakt ten ilustruje za pomocą rozszczepienia światła w pryzmacie i kropli 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) |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczącymi tęczy i halo |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z opisem takich zjawisk jak tęcza i halo; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **32** | **23. Dyfrakcja** | ilustruje prostoliniowe rozchodzenie się światła w ośrodku jednorodnym; opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – obserwuje zjawiska dyfrakcji fal na wodzie i dyfrakcji światła; opisuje i przedstawia (na schematycznych rysunkach) wyniki obserwacji, formułuje wnioski |
| podaje warunki, w których może zachodzić dyfrakcja fal,  wskazuje jej przykłady w otaczającej rzeczywistości; omawia praktyczne znaczenie dyfrakcji światła i dyfrakcji dźwięku |
| rozwiązuje zadania i problemy związane z dyfrakcją fal, wykonuje obliczenia; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **33** | **24. Interferencja fal** | stosuje zasadę superpozycji fal; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal; opisuje zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – obserwuje interferencję fal dźwiękowych i interferencję światła; opisuje i analizuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski |
| posługuje się informacjami dotyczącymi historii falowej teorii fal elektromagnetycznych; Drozróżnia światło spójne i niespójne |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z interferencją fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **34** | **25. Dyfrakcja i interferencja światła w przyrodzie** | przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu – obserwuje interferencję światła na siatce dyfrakcyjnej; opisuje i analizuje wyniki obserwacji, formułuje wnioski |
| Dopisuje obraz powstający po przejściu światła przez siatkę dyfrakcyjną i zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali; analizuje 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) |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z interferencją fal; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych |
| **35** | **26. Polaryzacja światła** | opisuje polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali i działanie polaryzatora |
| przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisu: **obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle**, obserwuje polaryzację przy odbiciu; opisuje i analizuje obserwacje, formułuje wnioski |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczącymi polaryzacji światła; wskazuje przykłady wykorzystania polaryzacji światła (np. ekrany LCD, niektóre gatunki zwierząt, okulary polaryzacyjne) |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące polaryzacji światła; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |
| **36** | **27. Efekt Dopplera** | analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy źródło porusza się znacznie wolniej niż fala (gdy zbliża się do obserwatora i gdy oddala się od obserwatora) |
| podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera |
| interpretuje wzór opisujący efekt Dopplera; stosuje go do wyjaśniania zjawisk i obliczeń |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia; wykonuje obliczenia posługując się kalkulatorem; |
| **37** | **28. Więcej o efekcie Dopplera** | analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy obserwator porusza się znacznie wolniej niż fala (gdy zbliża się do źródła i gdy się od niego oddala ); podaje przykłady występowania tego zjawiska; omawia efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych |
| podaje przykłady wykorzystania efektu Dopplera; Domawia powstawanie fali uderzeniowej |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, dotyczącymi historii badań efektu Dopplera |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z efektem Dopplera; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem |
| **38**–**40** | **Powtórzenie**  (Powtórzenie wiedzy o zjawiskach falowych;  Sprawdzian) | dokonuje syntezy wiedzy z działu *Zjawiska falowe*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z internetu, które dotyczą treści tego działu |
| stosuje poznaną wiedzę i nabyte umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących treści działu *Zjawiska falowe*; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia; prezentuje efekty pracy własnej |
| sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących treści działu *Zjawiska falowe* – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski i (gdy zaistnieje potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć w tym zakresie |
| **41**–**42** | **29. Podwójna natura światła** | opisuje zjawiska fotoelektryczne i fotochemiczne jako zjawiska wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości |
| opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie fotonu oraz znaczenie jego energii; interpretuje wzór na energię fotonu, stosuje go do wyjaśniania zjawisk i obliczeń |
| posługuje się pojęciami: elektronowolt, praca wyjścia; wykorzystuje pojęcie energii fotonu oraz pracy wyjścia w analizie bilansu energetycznego zjawiska fotoelektrycznego |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, dotyczących zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego oraz natury światła |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące zjawisk fotoelektrycznego i fotochemicznego; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem |
| **43** | **30. Fale czy cząstki? Cząstki czy fale?** | Dopisuje zjawiska dyfrakcji oraz interferencji elektronów i innych cząstek, wskazuje przykłady ich wykorzystania |
| Dposługuje się pojęciem fal de Broglie’a; Doblicza długość fali de Broglie’a poruszających się cząstek, interpretuje wzór na długość fali materii. |
| Drozwiązuje zadania lub problemy związane z falami materii, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem i analizuje otrzymany wynik |
| **44** | **31. Promieniowanie termiczne** | analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury, wskazuje przykłady wykorzystania tej zależności; Danalizuje zależność mocy promieniowania od jego częstotliwości |
| przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – obserwuje promieniowanie termiczne; opisuje wynik obserwacji |
| przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju kwantowej teorii promieniowania |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące promieniowania termicznego ciał; analizuje przedstawione teksty oraz ilustracje i wyodrębnia z nich informacje kluczowe, wykonuje obliczenia, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **45** | **32. Mechanizm efektu cieplarnianego** | Dwyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany i jak powstaje |
| Domawia skutki efektu cieplarnianego dla przyrody i ludzi |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące efektu cieplarnianego; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością, wykonuje obliczenia |
| **46** | **33. Ograniczanie efektu cieplarnianego** | Dwymienia główne źródła emisji gazów cieplarnianych, porównuje, w jakim stopniu przyczyniają się one do efektu cieplarnianego |
| Domawia sposoby ograniczania efektu cieplarnianego |
| Drozwiązuje zadania lub problemy dotyczące efektu cieplarnianego i jego ograniczania; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe, przedstawia je w różnych postaciach |
| **47** | **34. Promieniowanie rozgrzanego gazu** | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu – obserwuje i porównuje widma żarówki i świetlówki |
| posługuje się pojęciem widma; 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 |
| posługuje się informacjami dotyczącymi wykorzystania analizy promieniowania – widm (poznawanie budowy gwiazd, metody współczesnej kryminalistyki) |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z opisem widm emisyjnych i absorpcyjnych; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **48** | **35. Jak powstaje widmo linowe** | informuje, że energia elektronu w atomie nie może być dowolna, rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła |
| opisuje zjawisko jonizacji jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej |
| przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju mechaniki kwantowej |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące powstawania widm liniowych i zjawiska jonizacji, wykonuje obliczenia; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **49** | **Temat dodatkowy. Model atomu Bohra** | Dzna postulaty Bohra; opisuje model atomu Bohra, wskazuje jego ograniczenia; Dwyznacza i oblicza promień *n*-tej orbity elektronu w atomie wodoru |
| opisuje widmo wodoru na podstawie zdjęcia; Danalizuje seryjny układ linii widmowych na przykładzie widm atomowych wodoru; posługuje się wzorem Rydberga |
| Dposługuje się wzorem na energię elektronu w atomie wodoru, wykazuje, że model Bohra wyjaśnia wzór Rydberga |
| Drozwiązuje zadania lub problemy dotyczące widm atomowych wodoru; wykonuje obliczenia; ilustruje na schematycznych rysunkach, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **50**–**51** | **Powtórzenie**\*\*  (Powtórzenie wiedzy z działu *Fizyka atomowa*;  Sprawdzian) | dokonuje syntezy wiedzy z działu *Fizyka atomowa*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z internetu, które dotyczą treści tego działu |
| stosuje poznaną wiedzę i nabyte umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących treści działu *Fizyka atomowa*; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia; prezentuje efekty pracy własnej, np. analizy tekstu, doświadczeń domowych, obserwacji |
| sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących treści działu *Fizyka atomowa* – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski i (gdy zaistnieje potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć w tym zakresie |
| **52** | **36. Budowa jądra atomowego** | posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron do opisu budowy materii; opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej |
| informuje, że w niezjonizowanym atomie liczba elektronów poruszających się wokół jądra jest równa liczbie protonów w jądrze; posługuje się pojęciem sił przyciągania jądrowego |
| przedstawia wybrane informacje wywodzące się z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki jądrowej (doświadczenie Rutherforda) |
| rozwiązuje zadania związane z opisem składu jądra atomowego; przedstawia na schematycznych rysunkach jądra wybranych izotopów, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **53** | **37. Promieniowanie jądrowe** | przeprowadza doświadczenie, korzystając z jego opisu: bada promieniotwórczość różnych substancji; opisuje obserwacje, formułuje wniosek; wskazuje przykłady substancji emitujących promieniowanie jądrowe w otaczającej rzeczywistości |
| wyjaśnia, na czym polega promieniotwórczość naturalna; wymienia właściwości promieniowania jądrowego; rozróżnia promieniowanie alfa (α), beta (β) i gamma (γ) |
| wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie; przedstawia wybrane informacje z historii badań promieniotwórczości naturalnej |
| rozwiązuje zadania związane z właściwości promieniowania jądrowego; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi |
| **54** | **38. Wpływ promieniowania na materię i organizmy** | odróżnia promieniowanie jonizujące od promieniowania niejonizującego; wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe; wskazuje przykłady wykorzystania promieniowania jądrowego |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z internetu, które dotyczą skutków i zastosowań promieniowania jądrowego |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące wpływu promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |
| **55** | **39. Reakcje jądrowe** | posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego, odróżnia reakcje chemiczne od reakcji jądrowych; opisuje powstawanie promieniowania gamma (γ) |
| opisuje rozpady alfa (α) i beta (β); zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku |
| posługuje się informacjami dotyczącymi występowania oraz wykorzystania izotopów promieniotwórczych (np. występowanie radonu, pozyskiwanie helu) |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące reakcji jądrowych; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia l |
| **56** | **40. Czas połowicznego rozpadu** | opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu, wskazuje jego zastosowanie |
| analizuje wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu |
| Dopisuje zasadę datowania substancji (skał, zabytków, szczątków organicznych) na podstawie zawartości izotopów promieniotwórczych i stosuje ją do obliczeń |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z czasem połowicznego rozpadu; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; prowadzi obliczenia szacunkowe |
| **57** | **41. Energia jądrowa** | opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu 235U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej; wyjaśnia, co to jest masa krytyczna |
| opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą energii jądrowej |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z energią jądrową; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia; uzupełnia zapisy reakcji jądrowych |
| **58** | **42. Energia syntezy termojądrowej** | opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel (reakcję syntezy termojądrowej) zachodzącą w gwiazdach; podaje warunki, w jakich może zachodzić ta reakcja; zapisuje i omawia reakcję termojądrową na przykładzie syntezy jąder trytu i deuteru, |
| omawia wykorzystanie energii termojądrowej |
| rozwiązuje zadania i problemy związane z energią syntezy termojądrowej; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi i stwierdzenia |
| **59** | **43. Masa i energia** | informuje, że ciało emitujące energię traci masę; interpretuje i stosuje do obliczeń wzór wyrażający równoważność energii i masy: |
| Dposługuje się pojęciem energii spoczynkowej |
| posługuje się informacjami dotyczącymi równoważności masy i energii; Dopisuje jakościowo anihilację par cząstka–antycząstka na przykładzie anihilacji pary elektron–pozyton |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące równoważności energii i masy; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, i poddaje analizie otrzymany wynik |
| **60** | **44. Deficyt masy** | posługuje się pojęciami energii wiązania i deficytu masy; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu |
| stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych; informuje, że energię wyzwoloną podczas reakcji jądrowych można obliczyć przez porównanie masy substratów i produktów reakcji |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z obliczaniem energii wiązania i deficytu masy; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, i analizuje otrzymany wynik |
| **61** | **45. Życie Słońca** | informuje, że Słońce świeci dzięki reakcjom termojądrowym syntezy jąder wodoru w jądra helu; podaje warunki zachodzenia tych reakcji; omawia zamianę helu w węgiel |
| podaje przybliżony wiek Słońca; opisuje elementy ewolucji Słońca (czerwony olbrzym, mgławica planetarna, biały karzeł) |
| rozwiązuje zadania lub problemy, posługując się informacji dotyczącymi życia Słońca; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia |
| **62** | **46. Życie gwiazd – kosmiczna menażeria** | opisuje elementy ewolucji gwiazd (najlżejszych, o masie podobnej do Słońca oraz gwiazd masywniejszych od Słońca); omawia supernowe i czarne dziury |
| posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub z internetu, które dotyczą ewolucji gwiazd |
| rozwiązuje zadania lub problemy związane z ewolucją gwiazd; ustala odpowiedzi; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, i analizuje otrzymany wynik |
| **63** | **47. Wszechświat** | opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; podaje przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk) |
| wymienia najważniejsze metody badania kosmosu; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych lub internetu, które dotyczą historii badań dziejów Wszechświata |
| rozwiązuje zadania lub problemy dotyczące Wszechświata; wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe; ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |
| **64**–**65** | **Powtórzenie**  (Powtórzenie wiedzy z działu *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*;  Sprawdzian) | dokonuje syntezy wiedzy z działu *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych lub z internetu, które dotyczą treści tego działu; prezentuje efekty pracy własnej, np. analizy tekstu, doświadczeń domowych, obserwacji, realizacji projektu |
| stosuje poznaną wiedzę i nabyte umiejętności do rozwiązywania zadań i problemów dotyczących treści działu *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat*; wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, analizuje otrzymany wynik; ilustruje, ustala i/lub uzasadnia odpowiedzi lub stwierdzenia |
| sprawdza i ocenia stopień opanowania wymagań dotyczących treści działu *Fizyka jądrowa. Gwiazdy i Wszechświat* – rozwiązuje zestaw zadań; formułuje wnioski i (gdy zaistnieje potrzeba) ustala sposoby uzupełnienia osiągnięć w tym zakresie |