

Plan wynikowy z wymaganiami edukacyjnymi przedmiotu fizyka dla III klasy szkoły branżowej I stopnia

| Temat (rozumiany jako lekcja) | Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń: | Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń: | Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń: | Wymagania dopełniające (ocena bardzo dobra) Uczeń: | Wymagania wykraczające (ocena celująca) Uczeń: |
|--|---|--|---|---|--|
| 1. Fale mechaniczne | | | | | |
| 1.1. Rozchodzenie się fal mechanicznych | <ul style="list-style-type: none"> definiuje fale mechaniczne definiuje ośrodek sprężysty definiuje prędkość i kierunek rozchodzenia się fali | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia sprężystości objętości i kształtu wyjaśnia znaczenie ośrodka rozchodzenia się fali zna podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe, powierzchniowe (płaskie i koliste) i przestrzenne | <ul style="list-style-type: none"> opisuje falę sinusoidalną: wskazuje dolinę i grzbiet fali opisuje podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe, powierzchniowe (płaskie i koliste) i przestrzenne | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie impulsu falowego podaje przykłady różnych rodzajów fal w życiu codziennym | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.2. Opis fal mechanicznych | <ul style="list-style-type: none"> definiuje powierzchnię falową definiuje i wskazuje czoło fali oraz promienie fali definiuje pojęcia wychylenia, amplitudy, okresu i częstotliwości fali definiuje długość fali definiuje natężenie fali | <ul style="list-style-type: none"> wskazuje czoło fali oraz promienie fali oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach prostych | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcia wychylenia, amplitudy, okresu i częstotliwości fali wyjaśnia różnice między prędkością rozchodzenia się fali a prędkością ruchu punktów ośrodka | <ul style="list-style-type: none"> oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach problemowych | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.3. Zjawiska | <ul style="list-style-type: none"> opisuje odbicie fali: | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie | <ul style="list-style-type: none"> opisuje ugięcie | <ul style="list-style-type: none"> stosuje prawo odbicia | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|
| falowe | <p>oznacza kąt padania i odbicia</p> <ul style="list-style-type: none"> • formułuje prawo odbicia fali • opisuje załamanie fali: oznacza kąt padania i załamania | prawa odbicia fali | <p>fali</p> <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady występowania zjawisk falowych | fali do wyznaczenia kąta odbicia lub padania | interferencji fal <ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.4. Fale dźwiękowe | <ul style="list-style-type: none"> • rozumie, że dźwięk jest falą mechaniczną trójwymiarową • podaje wartość prędkości rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu • definiuje ultra- i infradźwięki • definiuje wysokość, barwę i natężenie dźwięku | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, czym się zajmuje akustyka • opisuje dźwięk jako falę mechaniczną trójwymiarową • podaje przykłady zastosowań infra- i ultradźwięków | <ul style="list-style-type: none"> • podaje zakres częstotliwości fal dźwiękowych słyszalnych dla człowieka • korzysta z wartości prędkości dźwięku w sytuacjach prostych | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie wysokości, barwy i natężenia dźwięku • wyjaśnia, czym jest hałas • korzysta z wartości prędkości dźwięku w sytuacjach problemowych | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zależność między częstotliwością i natężeniem dźwięku a słyszalnością • wyjaśnia pojęcia progu słyszalności i progu bólu • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 1.5. Zjawiska towarzyszące rozchodzeniu się fal dźwiękowych | <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko odbicia i załamania dźwięku jako fali mechanicznej • definiuje rezonans akustyczny | <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko dyfrakcji dźwięku • opisuje zjawiska echa i pogłosu • opisuje zjawisko dudnienia • opisuje jakościowo zjawisko Dopplera | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia mechanizm powstania echa i pogłosu • podaje warunki występowania echa i pogłosu • podaje przykłady zastosowań rezonansu akustycznego | <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje zjawisko Dopplera do opisu fali docierającej do obserwatora, gdy źródło fali i obserwator poruszają się wzajemnie • podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera | <ul style="list-style-type: none"> • oblicza częstotliwość źródła lub dźwięku docierającego do obserwatora w zjawisku Dopplera • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2. Fale świetlne | | | | | |

| | | | | | |
|--------------------------------------|---|--|---|---|---|
| 2.1. Rozchodzenie się światła | <ul style="list-style-type: none"> • rozumie, że światło białe jest falą elektromagnetyczną • wymienia historyczne poglądy na naturę światła • definiuje promień światła | <ul style="list-style-type: none"> • opisuje istotę światła białego jako fali elektromagnetycznej • opisuje historyczne poglądy na naturę światła • wskazuje dyfrakcję światła jako dowód na jego falową naturę • rozumie, iż światło białe jest sumą fal świetlnych o różnych długościach | <ul style="list-style-type: none"> • wskazuje zakres długości fal elektromagnetycznych odpowiadający światłu widzialnemu • opisuje światło białe jako sumę fal świetlnych o różnych długościach | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego dyfrakcja światła stanowi dowód na jego falową naturę • formułuje podstawowe założenia optyki geometrycznej | <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko interferencji światła • opisuje mechanizm widzenia kolorów • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.2. Odbicie światła | <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko odbicia światła • zaznacza kąt padania i kąt odbicia • opisuje zjawisko rozproszenia światła • podaje przykłady występowania zjawiska odbicia światła | <ul style="list-style-type: none"> • formułuje prawo odbicia dla fal świetlnych • kreśli odbicie obiektu w zwierciadle płaskim • wyjaśnia znaczenie zjawiska odbicia światła | <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo odbicia dla fal świetlnych w sytuacjach prostych • podaje przykłady wykorzystania zjawiska odbicia światła w technice | <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje prawo odbicia dla fal świetlnych w sytuacjach problemowych • wyjaśnia zasadę działania peryskopu | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia zasadę działania lustra weneckiego i światelka odbłaskowego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.3. Załamanie światła | <ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie zjawiska załamania światła • prawidłowo zaznacza kąt padania i kąt załamania | <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w technice • wyjaśnia wpływ prędkości światła w danym ośrodku na załamanie | <ul style="list-style-type: none"> • definiuje soczewkę sferyczną i podaje przykłady jej zastosowania | <ul style="list-style-type: none"> • zapisuje i stosuje prawo załamania światła • wyjaśnia znaczenie bezwzględnego współczynnika załamania • definiuje zdolność skupiającą soczewki • rozwiązuje zadania problemowe |

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|---|
| | | | | | wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.4. Całkowite wewnętrzne odbicie | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia definiuje kąt graniczny | <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady występowania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia wyjaśnia znaczenie kąta granicznego | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia podaje przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia w technice | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasadę działania światłowodu | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia warunek zajścia całkowitego wewnętrznego odbicia i znaczenie bezwzględnego współczynnika załamania rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.5. Rozszczepienie światła | <ul style="list-style-type: none"> definiuje pryzmat opisuje mechanizm powstawania zjawiska rozszczepiania światła w pryzmacie definiuje kąt łamiący definiuje światło jednobarwne | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko rozszczepienia światła białego, wykorzystując zjawisko załamania światła definiuje widmo światła białego | <ul style="list-style-type: none"> opisuje widmo światła białego, korzystając z pojęcia długości fali świetlnej | <ul style="list-style-type: none"> opisuje rozszczepienie światła, korzystając z pojęcia prędkości światła o danej długości fali w danym ośrodku opisuje zastosowania pryzmatu i zjawiska rozszczepienia światła | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła wykorzystując prawo załamania rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 2.6. Zjawiska optyczne w przyrodzie | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko rozproszenia światła rozumie znaczenie światła słonecznego w występowaniu faz Księżyca zauważa zjawiska optyczne w przyrodzie | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko Tyndalla wyjaśnia wpływ barwy światła (długości fali) na rozproszenie opisuje mechanizm powstawania faz Księżyca wyjaśnia mechanizm powstawania zjawisk | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia kolor nieba oraz zjawisko czerwono zachodzącego Słońca opisuje mechanizm powstawania tęczy przedstawia graficznie mechanizm powstawania zjawisk zaćmienia Słońca i Księżyca | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania widma absorpcyjnego i jego zastosowania opisuje zjawisko przesunięcia ku czerwieni opisuje zjawiska optyczne w przyrodzie, wykorzystując pojęcia | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania widma emisyjnego i jego zastosowania rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |

| | | zaćmienia Słońca i Księżycy | | fizyczne | |
|---|--|--|--|--|--|
| 3. Fizyka atomowa | | | | | |
| 3.1. Promieniowanie termiczne ciał | <ul style="list-style-type: none"> definiuje widmo promieniowania definiuje promieniowanie podczerwone i nadfioletowe podaje przykłady działania promieniowania podczerwonego i nadfioletowego definiuje promieniowanie termiczne definiuje ciało doskonale czarne definiuje kwant energii | <ul style="list-style-type: none"> opisuje widmo ciągłe światła białego opisuje widmo fal elektromagnetycznych opisuje promieniowanie termiczne rozumie powszechność i znaczenie promieniowania termicznego zapisuje zależność między energią i długością fali promieniowania | <ul style="list-style-type: none"> opisuje promieniowanie podczerwone i nadfioletowe podaje przykłady modeli ciała doskonale czarnego rozumie istnienie zależności promieniowania termicznego od temperatury opisuje promieniowanie reliktowe wykorzystuje zależność między energią i długością fali promieniowania w sytuacjach prostych | <ul style="list-style-type: none"> opisuje krzywą rozkładu termicznego wyjaśnia zależność promieniowania termicznego od temperatury wyjaśnia znaczenie istnienia promieniowania relikтового zapisuje zależność między energią i długością fali promieniowania w sytuacjach problemowych wyjaśnia znaczenie kwantu energii | <ul style="list-style-type: none"> formułuje prawo przesunięć Wiena formułuje prawo Stefana-Boltzmana rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 3.2. Widma promieniowania gazów | <ul style="list-style-type: none"> definiuje widmo liniowe i linie widmowe | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko linii widmowych oraz widma liniowego podaje przykłady gazów jako źródeł widma liniowego | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko widma emisyjnego podaje przykłady zastosowania widma liniowego | <ul style="list-style-type: none"> opisuje mechanizm powstawania linii emisyjnych opisuje mechanizm powstawania linii emisyjnych gazów | <ul style="list-style-type: none"> zapisuje wzór i opisuje serię Balmera oraz Balmera–Rydberga korzysta ze wzorów Balmera i Balmera–Rydberga rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 3.3. Modele | <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia | <ul style="list-style-type: none"> opisuje układ okresowy | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia ograniczenia | <ul style="list-style-type: none"> formułuje wnioski | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania |

| | | | | | |
|---|--|--|---|---|---|
| budowy atomu | <p>cząsteczki (molekuły), atomu, pierwiastka, związku chemicznego</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje historyczne poglądy na budowę materii formułuje pierwszy postulat Bohra | <p>pierwiastków</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje modele Thomsona i Rutherforda budowy materii wyjaśnia znaczenie pierwszego postulatu Bohra | <p>modeli Thomsona i Rutherforda budowy materii</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje doświadczenie Rutherforda wykorzystuje pierwszy postulat Bohra w sytuacjach prostych | <p>płynące z pierwszego postulatu Bohra</p> <ul style="list-style-type: none"> podaje ograniczenia modelu Bohra atomu wodoru wykorzystuje pierwszy postulat Bohra w sytuacjach problemowych | <p>problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające</p> |
| 3.4. Emisja promieniowania przez atomy | <ul style="list-style-type: none"> definiuje stan podstawowy oraz stany wzbudzone atomu definiuje zjawisko jonizacji atomu formułuje drugi postulat Bohra | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie poziomów energetycznych elektronu w atomie wodoru wykorzystuje elektronowolt jako jednostkę energii wyjaśnia znaczenie drugiego postulatu Bohra podaje wartość energii elektronu wodoru w stanie podstawowym | <ul style="list-style-type: none"> przelicza elektronowolty na dżule opisuje zjawisko jonizacji atomu wykorzystuje drugi postulat Bohra w sytuacjach prostych | <ul style="list-style-type: none"> formułuje wnioski płynące z drugiego postulatu Bohra wykorzystuje drugi postulat Bohra w sytuacjach problemowych | <ul style="list-style-type: none"> wyprowadza zależność między długością fali emitowanego fotonu a numerami orbit, między którymi przeskakuje elektron oblicza stałą Rydberga rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 4. Fizyka jądrowa | | | | | |
| 4.1. Budowa jądra atomowego | <ul style="list-style-type: none"> definiuje jądro atomowe definiuje nukleon, wymienia nukleony definiuje izotop | <ul style="list-style-type: none"> opisuje strukturę układu okresowego pierwiastków korzysta z układu okresowego pierwiastków do odczytywania | <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę jądra atomowego wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych w sytuacjach prostych | <ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych w sytuacjach problemowych postępuje się | <ul style="list-style-type: none"> rozumie, że protony i neutrony nie są podstawowymi składnikami materii; zna pojęcie kwarku oblicza promień jądra atomowego korzysta z pojęcia |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | | <p>informacji</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje własności protonu i neutronu wykorzystuje z jednostkę masy atomowej | <ul style="list-style-type: none"> zamienia jednostkę masy atomowej na kilogramy wskazuje izotopy danego pierwiastka | <p>pojęciami jąder stabilnych i niestabilnych</p> | <p>jądrowego niedoboru masy</p> <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 4.2. Rozpady promieniotwórcze | <ul style="list-style-type: none"> definiuje rozpad promieniotwórczy definiuje izotop promieniotwórczy definiuje aktywność źródła promieniotwórczego | <ul style="list-style-type: none"> opisuje mechanizm powstawania promieniowania γ wyjaśnia znaczenie aktywności źródła promieniowania posługuje się bekerelem jako jednostką aktywności źródła promieniotwórczego | <ul style="list-style-type: none"> zapisuje reakcje rozpadu α i rozpadu β w sytuacjach prostych oblicza aktywność źródła promieniotwórczego w sytuacjach prostych | <ul style="list-style-type: none"> zapisuje reakcje rozpadu α i rozpadu β w sytuacjach problemowych oblicza aktywność źródła promieniotwórczego w sytuacjach problemowych | <ul style="list-style-type: none"> formułuje i wykorzystuje prawo rozpadu promieniotwórczego rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 4.3. Promieniowanie jądrowe | <ul style="list-style-type: none"> definiuje promieniotwórczość naturalną definiuje promieniowanie jądrowe definiuje promieniowanie α, β i γ | <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady pierwiastków promieniotwórczych | <ul style="list-style-type: none"> opisuje promieniowanie α, β i γ opisuje podstawowe własności promieniowania jądrowego | <ul style="list-style-type: none"> opisuje przenikalność promieniowania α, β i γ | <ul style="list-style-type: none"> opisuje działanie licznika Geigera-Müllera rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 4.4. Wpływ promieniowania jądrowego na materię i organizmy żywe | <ul style="list-style-type: none"> definiuje zasięg promieniowania wymienia zjawiska wywołane w materii przez promieniowanie γ definiuje dawkę | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie zasięgu promieniowania opisuje zasięg promieniowania α, β i γ opisuje skutki | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm zjawiska jonizacji wywołanej przez promieniowanie α i β wyjaśnia znaczenie dawki pochłoniętej, | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko promieniowania hamowania opisuje zjawisko Comptona opisuje zjawisko | <ul style="list-style-type: none"> definiuje grubość połowicznego zaniku rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |

| | | | | | |
|---|---|--|--|--|---|
| | <p>pochłoniętą, dawkę równoważną i dawkę skuteczną</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia zadania dozymetrii wymienia metody ochrony przed promieniowaniem | <p>napromieniowania dla organizmów żywych</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia źródła promieniowania naturalnego opisuje źródła promieniowania, na które człowiek jest narażony w życiu codziennym | <p>dawki równoważnej i dawki skutecznej</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza dawkę pochłoniętą w sytuacjach prostych opisuje wielkości promieniowania naturalnego opisuje metody ochrony przed promieniowaniem | <p>tworzenia par elektron – pozyton</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza dawkę pochłoniętą w sytuacjach problemowych | |
| 4.5. Zastosowania promieniowania jądrowego | <ul style="list-style-type: none"> wymienia medyczne zastosowania prądotwórczości wymienia techniczne zastosowania prądotwórczości | <ul style="list-style-type: none"> wymienia i opisuje korzyści i zagrożenia płynące ze stosowania promieniotwórczości w medycynie | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zastosowania promieniotwórczości w diagnostyce medycznej opisuje metody radioterapii opisuje metody defektoskopii za pomocą promieniowania jądrowego | <ul style="list-style-type: none"> opisuje ogniwo izotopowe jako niezawodne źródła zasilania wyjaśnia znaczenie promieniowania jądrowego dla współczesnego świata | <ul style="list-style-type: none"> opisuje metodę datowania radiowęglowego rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| 4.6. Reakcje jądrowe | <ul style="list-style-type: none"> definiuje reakcję jądrową wymienia zasady zachowania podczas reakcji jądrowych | <ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady technik wywoływania reakcji jądrowych opisuje zasady zachowania podczas reakcji jądrowych podaje przykłady sztucznych izotopów promieniotwórczych | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie zasad zachowania podczas reakcji jądrowych zapisuje prawidłowo reakcje jądrowe, z stosując zasady zachowania ładunku i zachowania liczby nukleonów opisuje reakcję rozszczepienia | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm wydzielania i pobierania energii podczas reakcji jądrowych wyjaśnia mechanizm tworzenia sztucznych izotopów promieniotwórczych | <ul style="list-style-type: none"> opisuje reakcję syntezy jądrowej rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |

| | | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|--|--|
| 4.7. Energetyka jądrowa | <ul style="list-style-type: none"> definiuje reakcję łańcuchową definiuje masę krytyczną podaje przykłady zastosowań reaktorów jądrowych | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie neutronów wtórnych w reakcji rozszczepienia opisuje przebieg reakcji łańcuchowej opisuje budowę reaktora jądrowego opisuje budowę elektrowni jądrowej | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania neutronów wtórnych w reakcji rozszczepienia wyjaśnia znaczenie masy krytycznej opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej wyjaśnia znaczenie energetyki jądrowej we współczesnym świecie | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia pojęcie współczynnika powielania neutronów opisuje zasadę działania reaktora jądrowego opisuje korzyści i zagrożenia energetyki jądrowej | <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę i zasadę działania bomby jądrowej i bomby wodorowej rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| Moduł fakultatywny C | | | | | |
| C.3. Fizyka w medycynie | <ul style="list-style-type: none"> wymienia zastosowania promieniowania rentgenowskiego w diagnostyce medycznej wymienia zastosowania ultradźwięków w terapii i diagnostyce medycznej wymienia zastosowania promieniowania jądrowego w terapii wymienia zastosowania laserów | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zastosowania promieniowania rentgenowskiego w diagnostyce medycznej opisuje zastosowania akceleratorów medycznych opisuje zastosowania promieniowania jądrowego w terapii wymienia urządzenia medyczne służące w radioterapii opisuje zastosowania laserów w medycynie | <ul style="list-style-type: none"> opisuje i wyjaśnia zasady wykonywania zdjęć rentgenowskich opisuje zasadę działania ultrasonografii medycznej opisuje urządzenia medyczne służące w radioterapii | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania tomografu komputerowego opisuje działanie akceleratorów medycznych wyjaśnia zasadę działań rezonansu magnetycznego opisuje zasadę działania ultrasonografii dopplerowskiej | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania lampy rentgenowskiej rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |

| | w medycynie | | | | |
|---|--|---|--|---|---|
| Moduł fakultatywny E | | | | | |
| E.3. Elementarne składniki materii | <ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcie cząstek elementarnych definiuje cząstkę i antycząstkę definiuje kwarki | <ul style="list-style-type: none"> wymienia antycząstki protonów, neutronów i elektronów definiuje i wymienia kwarki oraz podaje ich cechy wymienia podstawowe oddziaływania | <ul style="list-style-type: none"> podaje cechy kwarków wymienia podstawowe założenia modelu standardowego wymienia podstawowe rodzaje cząstek modelu standardowego | <ul style="list-style-type: none"> opisuje reakcję anihilacji cząstki i antycząstki opisuje podstawowe rodzaje cząstek modelu standardowego i podaje ich cechy | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające |
| Moduł fakultatywny F | | | | | |
| F.1. Mechanizm widzenia światła | <ul style="list-style-type: none"> wskazuje podstawowe elementy oka ludzkiego definiuje odległość dobrego widzenia | <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę oka ludzkiego opisuje mechanizm powstawania wad wzroku stosuje dioptrię jako jednostkę zdolności skupiającej korekcyjnych opisuje mechanizm widzenia barw | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie odległości dobrego widzenia opisuje mechanizm widzenia przestrzennego | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasadę powstawania obrazu w oku ludzkim wyjaśnia zasadę działania okularów korekcyjnych opisuje mechanizm projekcji 3D | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polega astygmatyzm rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania |
| F.2. Polaryzacja światła | <ul style="list-style-type: none"> definiuje światło spolaryzowane definiuje polaryzator | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko polaryzacji światła podaje przykłady polaryzatorów opisuje znaczenie polaryzacji światła w technice | <ul style="list-style-type: none"> opisuje mechanizm powstawania światła spolaryzowanego za pomocą kryształu dwójłomnego definiuje kąt Brewstera opisuje różne metody uzyskiwania światła | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania światła spolaryzowanego za pomocą kryształu dwójłomnego wyjaśnia znaczenie kąta Brewstera prezentuje działanie | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania |

| | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|---|---|--|
| | | | spolaryzowanego | polaryzatora i układu polaryzatorów | |
| F.3. Przyrządy optyczne | <ul style="list-style-type: none"> wymienia przyrządy optyczne definiuje ognisko soczewki i powiększenie podaje przykłady zastosowań przyrządów optycznych | <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę lupy, aparatu fotograficznego, mikroskopu, lunety, lornetki pryzmatycznej, teleskopu zwierciadlanego i endoskopu | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasady działania przyrządów optycznych wyjaśnia znaczenie ogniska i powiększenia soczewki definiuje powiększenie kątowe | <ul style="list-style-type: none"> przedstawia graficznie zasady powstawania obrazu w przyrządach optycznych oblicza powiększenie lupy i mikroskopu oblicza powiększenie kątowe lunety | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania |
| Moduł fakultatywny G | | | | | |
| G.1. Odnawialne źródła energii | <ul style="list-style-type: none"> definiuje odnawialne źródło energii opisuje budowę i zasadę działania elektrowni słonecznych wymienia korzyści związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zagrożenia związane z wykorzystaniem złóż kopalnianych opisuje budowę elektrowni wiatrowej opisuje budowę elektrowni wodnych opisuje budowę elektrowni geotermicznych opisuje metody pozyskiwania energii z biomasy | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie sposobów wytwarzania i gromadzenia energii we współczesnym świecie opisuje zasadę działania elektrowni wiatrowej opisuje zasadę działania elektrowni wodnych opisuje zasadę działania elektrowni geotermicznych | <ul style="list-style-type: none"> opisuje ograniczenia zastosowania różnych odnawialnych źródeł energii wymienia zagrożenia związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania |
| G.2. Fizyka ziemi i atmosfery | <ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę geologiczną Ziemi wymienia podstawowe składniki atmosfery | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia teorię tektoniki płyt opisuje skład atmosfery ziemskiej | <ul style="list-style-type: none"> opisuje mechanizmy powstawania trzęsień ziemi i fal tsunami wyjaśnia mechanizm powstawania pływów i | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawiska fizyczne zachodzące we wnętrzu Ziemi i wyjaśnia ich znaczenie | <ul style="list-style-type: none"> opisuje wpływ siły Coriolisa na atmosferę ziemską rozwiązuje zadania problemowe |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| | ziemskiej | | <p>prądów morskich</p> <ul style="list-style-type: none"> opisuje mechanizm powstawania efektu cieplarnianego | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie pływów i prądów morskich wyjaśnia mechanizm powstawania wyładowań atmosferycznych | wykraczające poza wymagania |
| G.3. Elementy akustyki | <ul style="list-style-type: none"> wymienia cechy dźwięku definiuje falę stojącą wymienia metody ochrony przed hałasem | <ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko rezonansu akustycznego opisuje budowę podstawowych instrumentów muzycznych wykorzystuje podstawowe pojęcia związane z akustyką pomieszczeń opisuje wpływ dźwięku na organizm ludzki opisuje znaczenie akustyki i ochrony przed hałasem | <ul style="list-style-type: none"> opisuje cechy dźwięku, wykorzystując pojęcia związane z rozchodzeniem się fal mechanicznych opisuje falę stojącą jako falę mechaniczną, posługując się pojęciami węzłów i strzałek oraz okresu, długości fali i częstotliwości opisuje metody ochrony przed hałasem | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania dźwięku na strunie i w piszczałce opisuje zasadę działania podstawowych instrumentów muzycznych wyjaśnia znaczenie progu słyszalności i progu bólu | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania |
| Moduł fakultatywny H | | | | | |
| H.1. Polscy badacze przyrody i ich odkrycia | <ul style="list-style-type: none"> wymienia najbardziej znanych polskich badaczy przyrody | <ul style="list-style-type: none"> opisuje dokonania Mikołaja Kopernika i Marii Skłodowskiej-Curie wymienia wyjaśnia wpływ dokonań | <ul style="list-style-type: none"> opisuje dokonania Jana Heweliusza, Ignacego Łukasiewicza, Zygmunta Wróblewskiego wymienia innych polskich badaczy | <ul style="list-style-type: none"> opisuje dokonania Henryka Arctowskiego, Ludwika Hirszfelda, Jana Czochralskiego wymienia | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania |

| | | polskich naukowców na stan nauki światowej | przyrody | najważniejsze osiągnięcia innych polskich badaczy przyrody | |
|---|---|--|--|--|---|
| H.2. Wynalazki, które zmieniły świat | <ul style="list-style-type: none"> wymienia najważniejsze odkrycia techniczne | <ul style="list-style-type: none"> opisuje wpływ odkryć i wynalazków na sytuację społeczno-ekonomiczną | <ul style="list-style-type: none"> opisuje najważniejsze odkrycia techniczne opisuje zastosowania najważniejszych wynalazków | <ul style="list-style-type: none"> opisuje ogólnie budowę i zasadę działania najważniejszych wynalazków | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania |
| H.3. Laboratoria i metody badawcze współczesnej fizyki | <ul style="list-style-type: none"> wymienia najważniejsze instrumenty badawcze we współczesnych laboratoriach fizycznych | <ul style="list-style-type: none"> wymienia zastosowania spektroskopu i spektrometru w laboratorium wymienia zastosowania laserów w laboratorium wymienia zastosowania akceleratorów w laboratorium wymienia zastosowania reaktorów jądrowych w laboratorium | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasadę działania spektroskopu i spektrometru wymienia zastosowania reaktorów jądrowych | <ul style="list-style-type: none"> opisuje najważniejsze metody badawcze współczesnej fizyki wyjaśnia zasadę działania laserów wyjaśnia zasadę działania akceleratorów opisuje znaczenie fizyki teoretycznej | <ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania |