



**Zespół Szkół Mechanicznych nr 1
im. Szczepana Humberta w Krakowie
Brązowa Szkoła I stopnia nr 14**

Zespół przedmiotowy nauczycieli fizyki

**Wymagania z wiedzy i umiejętności
na poszczególne stopnie szkolne
z fizyki dla klas trzyletniej Szkoły Branżowej I stopnia po szkole podstawowej.**

**Uczeń, aby otrzymać daną ocenę powinien opanować umiejętności wymagane na daną ocenę oraz
wymagania na oceny niższe**

Klasa 3 Msc
Branżowej Szkoły I stopnia

mgr Justyna Tokarz

Wymagania edukacyjne z przedmiotu fizyka dla klasy III Es 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 grzbiety 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 promień 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 promień 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 falowe	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje odbicie fali: oznacza kąt padania i odbicia • formułuje prawo odbicia fali • opisuje załamanie fali: oznacza kąt padania i załamania 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie prawa odbicia fali 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje ugięcie fali • podaje przykłady występowania zjawisk falowych 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo odbicia fali do wyznaczenia kąta odbicia lub padania 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko interferencji fal • 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 lustera weneckiego i świetlaka odblaskowego • 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 zaćmienia Słońca i Księżyca 	<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 fizyczne 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania widma emisyjnego i jego zastosowania rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

3. Fizyka atomowa					
3.1. Promieniowania 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 reliktywne 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 reliktywego 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 budowy atomu	<ul style="list-style-type: none"> definiuje pojęcia cząsteczki (molekuły), atomu, pierwiastka, związku chemicznego 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje układ okresowy pierwiastków opisuje modele Thomsona i Rutherforda budowy materii 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia ograniczenia modeli Thomsona i Rutherforda budowy materii 	<ul style="list-style-type: none"> formułuje wnioski płynące z pierwszego postulatu Bohra 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje historyczne poglądy na budowę materii • formułuje pierwszy postulat Bohra 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia znaczenie pierwszego postulatu Bohra 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje doświadczenie Rutherforda • wykorzystuje pierwszy postulat Bohra w sytuacjach prostych 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje ograniczenia modelu Bohra atomu wodoru • wykorzystuje pierwszy postulat Bohra w sytuacjach problemowych 	
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 informacji • opisuje własności protonu i neutronu 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje budowę jądra atomowego • wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych w sytuacjach prostych • zamienia jednostkę masy atomowej na kilogramy 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych w sytuacjach problemowych • posługuje się pojęciami jąder stabilnych i niestabilnych 	<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 jądrowego niedoboru masy

		<ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje z jednostkę masy atomowej 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje izotopy danego pierwiastka 		<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 postępuje 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 pochłoniętą, dawkę 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie zasięgu promieniowania opisuje zasięg promieniowania α, β i γ opisuje skutki napromieniowania dla organizmów żywych 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm zjawiska jonizacji wywołanej przez promieniowanie α i β wyjaśnia znaczenie dawki pochłoniętej, dawki 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko promieniowania hamowania opisuje zjawisko Comptona 	<ul style="list-style-type: none"> definiuje grubość połowicznego zaniku rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	<p>równoważną i dawkę skuteczną</p> <ul style="list-style-type: none"> wymienia zadania dozymetrii wymienia metody ochrony przed promieniowaniem 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia źródła promieniowania naturalnego opisuje źródła promieniowania, na które człowiek jest narażony w życiu codziennym 	<p>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 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko tworzenia par elektron – pozyton 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 w medycynie 	<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
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 spolaryzowanego 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania światła spolaryzowanego za pomocą kryształu dwójłomnego wyjaśnia znaczenie kąta Brewstera prezentuje działanie polaryzatora i układu polaryzatorów 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
F.3. Przyrządy optyczne	<ul style="list-style-type: none"> wymienia przyrządy optyczne 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje budowę lupy, aparatu fotograficznego, 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasady działania przyrządów optycznych 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawia graficznie zasady powstawania 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe

	<ul style="list-style-type: none"> definiuje ognisko soczewki i powiększenie podaje przykłady zastosowań przyrządów optycznych 	<p>mikroskopu, lunety, lornetki pryzmatycznej, teleskopu zwierciadlanego i endoskopu</p>	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia znaczenie ogniska i powiększenia soczewki definiuje powiększenie kątowe 	<p>obrazu w przyrządach optycznych</p> <ul style="list-style-type: none"> oblicza powiększenie lupy i mikroskopu oblicza powiększenie kątowe lunety 	<p>wykraczające poza wymagania</p>
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 ziemskiej 	<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 prądów morskich opisuje mechanizm powstawania efektu cieplarnianego 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawiska fizyczne zachodzące we wnętrzu Ziemi i wyjaśnia ich znaczenie wyjaśnia znaczenie pływów i prądów morskich wyjaśnia mechanizm powstawania wyładowań atmosferycznych 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje wpływ siły Coriolisa na atmosferę ziemską rozwiązuje zadania problemowe 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 polskich naukowców na stan nauki światowej 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje dokonania Jana Heweliusza, Ignacego Łukasiewicza, Zygmunta Wróblewskiego wymienia innych polskich badaczy przyrody 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje dokonania Henryka Arctowskiego, Ludwika Hirszfelda, Jana Czochralskiego wymienia najważniejsze osiągnięcia innych polskich badaczy przyrody 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
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
---	---	--	--	--	---