

FIZYKA1

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Kinematyka					
1.	Niepewności pomiarowe, cyfry znaczące	<ul style="list-style-type: none"> wykonuje pomiary czasu oraz długości, wskazuje cyfry znaczące w wyniku obliczeń. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza średni wynik z wielu pomiarów, zapisuje wynik obliczeń z odpowiednią liczbą cyfr znaczących, określa rozdzielczość przyrządu pomiarowego. 	<ul style="list-style-type: none"> szacuje niepewność pomiarową, oblicza niepewność względną, porównuje precyzję poszczególnych pomiarów. 	<ul style="list-style-type: none"> dobiera przyrządy stosownie do przeprowadzanych pomiarów, odróżnia błędy grube od przypadkowych, zauważa błędy systematyczne serii pomiarów.
2.	Opis ruchu	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje na rysunkach tor oraz przebytą drogę, stosuje pojęcie prędkości do opisu ruchu, odróżnia przemieszczenie od drogi. 	<ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady ruchu jednostajnego, oblicza prędkość dla ruchu jednostajnego, odróżnia prędkość średnią od chwilowej. 	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia wykresy $s(t)$ od wykresów $x(t)$, rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje ruch ciała w różnych układach odniesienia, wyznacza prędkość względną dwóch obiektów, rozwiązuje zadania wymagające ułożenia równania i wyznaczenia niewiadomej.
3.	Ruch zmienny	<ul style="list-style-type: none"> stosuje pojęcie przyspieszenia do opisu ruchu, podaje przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego, opisuje słownie ruch zmienny, używając pojęcia prędkości. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza przyspieszenie, mając dane prędkości i czas, definiuje słownie ruch jednostajnie przyspieszony i opóźniony, analizuje jakościowo wykresy prędkości od czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza prędkość końcową przy zadanym przyspieszeniu, analizuje ilościowe wykresy zależności prędkości od czasu, oblicza przyspieszenie z wykresu $v(t)$. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności, rysuje wykresy prędkości i położenia od czasu przy zadanych parametrach ruchu.

4.	Droga w ruchu jednostajnym i zmiennym	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia ruch jednostajny od jednostajnie zmiennego, • oblicza drogę w ruchu jednostajnym. 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisuje równania poszczególnych ruchów, • na podstawie opisu sytuacji potrafi nazwać poszczególne rodzaje ruchu ciał, • oblicza drogę, podstawiając dane do podstawowych wzorów. 	<ul style="list-style-type: none"> • z opisu sytuacji wyodrębnia potrzebne wielkości fizyczne do obliczeń, • poprawnie dobiera równanie do określonych rodzajów ruchu, • poprawnie interpretuje uzyskane wyniki obliczeń. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności, • ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń.
----	---------------------------------------	---	---	--	--

Dynamika

5.	Siły wokół nas. III zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> • nazywa siły w najbliższym otoczeniu, wskazuje kierunki ich działania, • podaje treść III zasady dynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> • poprawnie rysuje wektory sił, • wybiera ciało, na które działa siła, 	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia siły wewnętrzne od zewnętrznych, • przedstawia pary sił wynikające z III zasady dynamiki, • na podstawie analizy opisu sytuacji, wskazuje środek masy ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje siły działające w bardziej złożonych układach ciał, • wyjaśnia mechanizm poruszania się ludzi, pojazdów itp.
6.	Siła wypadkowa. I zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> • składa siły równoległe, • wyznacza wartość wypadkowej sił równoległych, • podaje treść I zasady dynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> • graficznie składa siły nierównoległe, • oblicza wartość wypadkowej sił działających w kierunkach prostopadłych do siebie, • analizuje siły działające na ciało w spoczynku i poruszające się ruchem jednostajnym. 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady inercjalnych układów odniesienia, • wnioskuje o wartościach sił na bazie I i III zasady dynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> • zaznacza na rysunkach działające siły, • wyznacza wartości sił działających w układzie co najmniej dwóch ciał.
7.	II zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> • formułuje treść II zasady dynamiki, • oblicza przyspieszenie ciała, znając siłę i masę, • podaje przykłady ruchu ciał pod działaniem siły, • wskazuje siłę będącą przyczyną ruchu. 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje rodzaj ruchu ciała przy zadanych siłach, • oblicza przyspieszenie, korzystając z II zasady dynamiki, • określa kierunek siły wypadkowej na podstawie opisu ruchu. 	<ul style="list-style-type: none"> • korzysta z równań ruchu, aby obliczyć siłę wypadkową, • mając daną siłę wypadkową, wnioskuje o siłach działających na ciało. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje bardziej złożone zadania z dynamiki.

8.	Opory ruchu	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia siłę tarcia od oporu ośrodka, • wyznacza kierunek działania siły tarcia i oporu ośrodka w opisanych sytuacjach, • omawia wpływ siły tarcia i oporu ośrodka na ruch ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia warunki powstawania siły tarcia, • wyjaśnia mechanizm powstawania tarcia w oparciu o obraz mikroskopowy, • określa, od czego zależą siła tarcia i siła oporu ośrodka. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje sposoby zmniejszenia lub zwiększenia siły tarcia i oporu ośrodka, • oblicza wartość siły tarcia, • wskazuje różnice między tarciem statycznym a kinetycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> • wnioskuje o wartości tarcia statycznego w opisanej sytuacji, • rozwiązuje zadania związane z ruchem pod działaniem siły tarcia.
9.	Spadanie ciał	<ul style="list-style-type: none"> • określa rodzaj ruchu ciała spadającego swobodnie (bez oporów ruchu), • zapisuje wartość przyspieszenia ziemskiego, • wskazuje sytuacje, w których można pominąć opór powietrza. 	<ul style="list-style-type: none"> • określa, w jakiej sytuacji ruch spadającego ciała staje się jednostajny, • zapisuje warunek, przy którym ciała spadają ruchem jednostajnym. 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia ruch ciała z uwzględnieniem oporu powietrza, odwołując się do II zasady dynamiki, • szacuje prędkości graniczne dla różnych ciał. 	<ul style="list-style-type: none"> • szacuje siłę oporu powietrza z wykresu zależności prędkości od czasu dla ciała spadającego w powietrzu, • szacuje drogę przebytą ruchem przyspieszonym podczas spadania.
10.	Ruch po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady ruchu po okręgu, • określa kierunek działania siły wypadkowej w ruchu po okręgu, • definiuje pojęcia prędkości, okresu i promienia okręgu. 	<ul style="list-style-type: none"> • określa siłę będącą siłą dośrodkową we wskazanych sytuacjach, oblicza prędkość ruchu, mając dany promień i okres obiegu, • określa jakościowo zależność siły dośrodkowej od prędkości ciała, jego masy oraz promienia okręgu. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza wartość siły dośrodkowej, • wskazuje przykłady ruchu po okręgu pod działaniem różnych sił, • opisuje związki między prędkością, promieniem, okresem i częstotliwością. 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje ruch po okręgu w sytuacjach, gdy siłą dośrodkową jest wypadkowa kilku sił.
11.	Siły bezwładności	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje w otoczeniu układy nieinercjalne, • podaje kierunek działania siły bezwładności w opisywanych sytuacjach, • zapisuje, od czego zależy siła bezwładności. 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje siły działające na ciało znajdujące się w spoczynku w układzie nieinercyjnym. 	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia układ inercjalny od nieinercyjnego, • rozwiązuje proste zadania w układzie nieinercyjnym. 	<ul style="list-style-type: none"> • analizuje dane zjawisko w układzie inercyjnym i nieinercyjnym, • rozwiązuje trudniejsze zadania obliczeniowe.

12.	*Zasady dynamiki – przykłady			<ul style="list-style-type: none"> • tłumaczy w oparciu o zasady dynamiki, dlaczego trudniej jest ruszyć ciało, niż je przesunąć, • omawia warunek spoczynku ciała na równi, analizując siły, • analizuje siły działające na ciało poruszające się ruchem jednostajnym, • wie, że nacisk na podłoże na równi jest mniejszy od ciężaru, • opisuje związek między kątem nachylenia a przyspieszeniem ciała na równi, • znajduje graficznie siłę wypadkową działającą na ciało znajdujące się na równi, • oblicza przyspieszenie ciała na równi, • wyjaśnia, dlaczego tarcie na stromych stokach jest małe. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania z równią pochyłą, • wykorzystując równania ruchu i zasady dynamiki.
-----	------------------------------	--	--	--	---

Energia i jej przemiany

13.	Zasada zachowania energii	<ul style="list-style-type: none"> • formułuje treść zasady zachowania energii, • wskazuje przykłady przemian energii w procesach zachodzących w otoczeniu. 	<ul style="list-style-type: none"> • omawia przemiany energetyczne procesów w przyrodzie, • odróżnia układ izolowany energetycznie od nieizolowanego. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia przebieg zjawisk, odwołując się do zasady zachowania energii. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania obliczeniowe, • wyklucza hipotetyczny przebieg zjawiska, odwołując się do zasady zachowania energii.
14.	Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> • określa, kiedy wykonywana jest praca w sensie fizycznym, • definiuje pojęcie mocy. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza pracę, gdy znane są siła i przemieszczenie, • oblicza pracę, gdy znane są czas pracy i moc urządzenia, • określa, w jakich warunkach praca wykonana przez siłę wynosi zero. 	<ul style="list-style-type: none"> • wiąże pracę siły zewnętrznej ze zmianą energii układu, • zauważa wpływ sił oporu ruchu na zmianę energii ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania rachunkowe, • wyznacza siłę działającą na ciało na podstawie analizy przemian energetycznych.

15.	Energia grawitacji i energia kinetyczna	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje przykłady, w których ciała mają energię kinetyczną i energię potencjalną grawitacji, podaje, od czego zależy energia kinetyczna i energia potencjalna grawitacji. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza energię kinetyczną i energię potencjalną grawitacji w prostych przykładach. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza pracę siły wykonaną przez siłę jako zmianę energii układu. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje bardziej złożone zadania obliczeniowe.
16.	Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> formułuje zasadę zachowania energii mechanicznej, opisuje, w jakich warunkach energia mechaniczna jest zachowana, podaje przykłady zjawisk, w których zachowana jest energia mechaniczna. 	<ul style="list-style-type: none"> omawia rzuty z punktu widzenia energii mechanicznej, oblicza energię mechaniczną ciała w zadanej sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje zasadę zachowania energii do rozwiązania prostych zadań obliczeniowych. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje bardziej złożone zadania obliczeniowe.
17.	Energia sprężystości	<ul style="list-style-type: none"> klasyfikuje ciała ze względu na własności sprężyste, podaje przykłady ciał mających energię potencjalną sprężystości. 	<ul style="list-style-type: none"> określa zależność siły sprężystości od odkształcenia, podaje przykłady przemian energetycznych z udziałem energii potencjalnej sprężystości, podaje zastosowania energii potencjalnej sprężystości. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza siłę sprężystości i energię potencjalną sprężystości, podaje przykłady obiektów mających energię sprężystości mimo braku widocznego odkształcenia. 	<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania, korzystając z zasady zachowania energii mechanicznej.
18.	Energia mechaniczna w sporcie	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje dyscypliny sportowe, w których osiągi notowane są jako pomiar fizyczny. 	<ul style="list-style-type: none"> omawia przemiany energetyczne w wybranych dyscyplinach sportowych, wskazuje rodzaje aktywności wymagającej dużej mocy oraz dużej energii. 	<ul style="list-style-type: none"> szacuje osiągi sportowców w oparciu o zasadę zachowania energii. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia rolę rozbiegu w różnych dyscyplinach sportowych.

19.	Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje budowę Układu Słonecznego, • określa następstwa ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi. 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje kolejność planet od Słońca, • określa, co to są komety i meteoryty, • opisuje cechy planet karłowatych. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm powstawania warkocza komety i jego kierunku, • opisuje znaczenie badania meteoroidów • dla astronomii. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje miejsca, w których na niebie • należy szukać planet, • wyjaśnia ruch planet na tle gwiazd.
20.	Prawo grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> • formułuje prawo grawitacji (prawo powszechnego ciężenia), • określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia planet wokół Słońca oraz księżyców wokół planet. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza siłę grawitacji dla danych mas znajdujących się w podanej odległości od siebie, • wiąże siłę grawitacji z siłą ciężkości. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni ciał niebieskich, • oblicza masę Ziemi. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności.
21.	Satelity. Prędkość orbitalna	<ul style="list-style-type: none"> • podaje definicję satelity, • określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia satelitów wokół planet, • odróżnia satelity naturalne i sztuczne, • opisuje niektóre zastosowania sztucznych satelitów. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza prędkość orbitalną satelitów, • opisuje warunki krążenia satelitów geostacjonarnych. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadza wzór na prędkość orbitalną satelity, • porównuje prędkości i okresy obiegu satelitów na różnych orbitach. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza wysokość satelitów geostacjonarnych, • wyprowadza związek między okresem obiegu a promieniem orbity satelitów.
22.	*Wyznaczanie mas planet i gwiazd			<ul style="list-style-type: none"> • oblicza masę ciała centralnego, korzystając ze wzoru na prędkość orbitalną, • wyjaśnia, dlaczego Ziemia krąży wokół Słońca, a nie odwrotnie, odwołując się do mas obu ciał, • wyprowadza wzór na obliczenie mas ciał niebieskich z prawa grawitacji, • oblicza masę planety mającej satelitę, • oblicza masę, korzystając z wartości 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza masy składników układów podwójnych krążących wokół środka masy.

				<ul style="list-style-type: none"> • przyspieszenia grawitacyjnego • na powierzchni planety. 	
23.	Nieważkość i przeciążenie	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje sytuacje, w których występuje stan nieważkości i przeciążenia, • opisuje różnice między stanem normalnym a nieważkością i przeciążeniem. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia, odwołując się do siły bezwładności, • wymienia skutki zdrowotne przebywania w stanie nieważkości i przeciążenia, • określa miarę przeciążenia. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza przeciążenie w określonych sytuacjach. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia z punktu widzenia układu nieinercyjnego oraz układu inercyjnego.
24.	Budowa Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia astronomię od astrologii, • określa, czym są gwiazdy, • podaje definicję roku świetlnego jako jednostki odległości. • wyjaśnia, że sfera niebieska wykonuje obrót w ciągu 1 doby i zna tego przyczynę. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje, czym są gwiazdozbiory, • opisuje, czym jest galaktyka, • opisuje różnicę między galaktyką a mgławicą. 	<ul style="list-style-type: none"> • wie, czym jest zodiak, • przelicza lata świetlne na kilometry i jednostki astronomiczne. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia ruch Słońca i planet na tle gwiazd.
25.	*Ewolucja Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje podstawowe fakty dotyczące powstania i ewolucji Wszechświata (moment powstania – Wielki Wybuch, ciągłe rozszerzanie się). 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje treść prawa Hubble’a, • podaje dowody obserwacyjne rozszerzania się przestrzeni. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza odległości do galaktyk i prędkości ucieczki, korzystając z prawa Hubble’a, • opisuje fakt istnienia ciemnej materii i ciemnej energii. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje fakty obserwacyjne potwierdzające istnienie ciemnej materii, • wiąże stałą Hubble’a z wiekiem Wszechświata.

FIZYKA2

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Drgania					
1.	Drgania mechaniczne	<ul style="list-style-type: none"> określa drgania jako cykliczny ruch wokół położenia równowagi, podaje definicje okresu, amplitudy oraz częstotliwości drgań. 	<ul style="list-style-type: none"> odczytuje z wykresu wychylenia od czasu amplitudę oraz okres drgań, wyznacza częstotliwość drgań na podstawie okresu, doświadczalnie udowadnia, że okres drgań ciała zawieszonoego na sprężynie nie zależy od amplitudy. 	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza prędkość ciała w momencie mijania położenia równowagi na podstawie wykresu położenia od czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
2.	Siły w ruchu drgającym	<ul style="list-style-type: none"> zapisuje zależność między wartością siły sprężystości a odkształceniem, określa kierunek i zwrot wypadkowej siły w ruchu drgającym. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje proporcjonalność siły wypadkowej do wychylenia w ruchu harmonicznym, doświadczalnie sprawdza zależność okresu drgań ciała zawieszonoego na sprężynie od jego masy. 	<ul style="list-style-type: none"> korzysta z II zasady dynamiki Newtona w zadaniach dotyczących ruchu drgającego do wyznaczania maksymalnego przyspieszenia. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje do obliczeń wzór na okres drgań ciała zawieszonoego na sprężynie.
3.	Energia w ruchu drgającym	<ul style="list-style-type: none"> określa rodzaje energii w ruchu drgającym, opisuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje zasadę zachowania energii do obliczania energii w ruchu drgającym. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zależność między energią całkowitą w ruchu drgającym a amplitudą drgań. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
4.	Wahadło	<ul style="list-style-type: none"> opisuje wahadło jako przykład układu wykonującego ruch drgający, opisuje jakościowo przemiany energii podczas ruchu wahadła. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje niezależność okresu drgań wahadła od masy. 	<ul style="list-style-type: none"> jakościowo opisuje siły występujące podczas ruchu wahadła, określa zależność okresu drgań wahadła od jego długości. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje do obliczeń wzór na okres drgań wahadła, stosuje zasadę zachowania energii w zadaniach obliczeniowych dotyczących wahadła.
5.	Drgania tłumione i	<ul style="list-style-type: none"> podaje definicję rezonansu mechanicznego. 	<ul style="list-style-type: none"> demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego. 		<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

	drżania wymuszone				
Fale i optyka					
6.	Rodzaje fal	<ul style="list-style-type: none"> opisuje mechanizm rozchodzenia się fali mechanicznej, rozdziela fale płaskie i kołowe, rozdziela fale poprzeczne i podłużne. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zależność między częstotliwością drgań źródła fali a częstotliwością fali w ośrodku. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje sposób rozchodzenia się fali podłużnej w ośrodku. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje fale rozchodzące się w wodzie.
7.	Wielkości opisujące fale	<ul style="list-style-type: none"> podaje definicje okresu oraz amplitudy drgań, podaje definicje długości oraz prędkości fali. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza częstotliwość fali na podstawie znajomości jej okresu, odczytuje amplitudę oraz długość fali z obrazu fali. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje do obliczeń zależność między długością, częstotliwością oraz prędkością fali. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
8.	Fale dźwiękowe	<ul style="list-style-type: none"> opisuje źródła dźwięków, podaje ich przykłady, opisuje dźwięk jako falę podłużną. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje cechy dźwięku, przedstawia obraz oscyloskopowy fali akustycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> omawia wielkości opisujące dźwięki, określa poziom natężenia dźwięku w wybranych sytuacjach. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, czym różni się głośność od poziomu natężenia dźwięku.
9.	Zjawisko Dopplera	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem źródła dźwięku. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem odbiornika. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera do obliczeń. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera w sytuacjach złożonych.
10.	Dyfrakcja i nakładanie się fal	<ul style="list-style-type: none"> podaje definicję dyfrakcji fal, opisuje wynik nakładania się fal. 	<ul style="list-style-type: none"> podaje przykłady dyfrakcji fal, stosuje zasadę superpozycji do wyjaśnienia mechanizmu nakładania się fal, opisuje zjawisko rozpraszania fal mechanicznych. 	<ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko dyfrakcji fal mechanicznych na szczelinie. 	<ul style="list-style-type: none"> projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko nakładania się fal mechanicznych.
11.	Interferencja fal	<ul style="list-style-type: none"> podaje definicję interferencji fal. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania interferencji fal z dwóch źródeł, opisuje falę stojącą. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
12.	Światło jako fala	<ul style="list-style-type: none"> określa światło jako falę elektromagnetyczną, wymienia różne rodzaje fal elektromagnetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje doświadczenie Younga jako potwierdzenie falowej natury światła, podaje zakres długości fali dla światła oraz wartość prędkości światła w próżni, demonstruje polaryzację światła 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje do obliczeń zależność między prędkością światła, długością oraz częstotliwością fali, wyjaśnia mechanizm rozpraszania światła. 	<ul style="list-style-type: none"> planuje doświadczenie ilustrujące zjawisko rozpraszania światła, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

			w wyniku przejścia przez polaryzatory.		
13.	Odbicie światła	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko odbicia, • formułuje prawo odbicia. 	<ul style="list-style-type: none"> • konstruuje obraz w zwierciadle płaskim, • podaje cechy obrazu w zwierciadle płaskim. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko polaryzacji przez odbicie. 	<ul style="list-style-type: none"> • wiąże zjawisko odbicia z interferencją.
14.	Załamanie światła	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawisko załamania, • definiuje współczynnik załamania ośrodka, • formułuje prawo załamania. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zmianę długości fali po przejściu do innego ośrodka. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje prawo załamania do opisu zjawisk optycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje bieg światła w ośrodku niejednorodnym.
15.	Całkowite wewnętrzne odbicie	<ul style="list-style-type: none"> • podaje definicję kąta granicznego, • opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zasadę działania światłowodu. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznane zjawiska do rozwiązywania typowych zadań i problemów. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
16.		•	•	•	•
Termodynamika					
17.	Cząsteczkowa budowa materii	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje cząsteczkową budowę materii, • podaje definicję energii wewnętrznej, • podaje definicję dyfuzji. 	<ul style="list-style-type: none"> • określa związek temperatury z energią kinetyczną cząsteczek, • omawia różnice w budowie cząsteczkowej gazów, cieczy i ciał stałych, • opisuje charakter sił międzycząsteczkowych. 	<ul style="list-style-type: none"> • korzysta z definicji energii wewnętrznej do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata. 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje ilościowo rozmiary atomów i cząsteczek.
18.	Rozszerzalność cieplna	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje rozszerzalność objętościową cieczy i gazów, • opisuje rozszerzalność liniową ciał stałych. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia różnice między rozszerzalnością liniową a objętościową. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje pojęcie rozszerzalności do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata, • oblicza przyrost długości ciała dla danego przyrostu temperatury, • projektuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące rozszerzalność cieplną. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
19.	Przekaz energii w postaci ciepła	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia trzy rodzaje przekazu ciepła między ciałami, • opisuje zastosowanie materiałów izolacyjnych. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje różnice między trzema rodzajami przekazu ciepła między ciałami, • stosuje pojęcie stanu równowagi termodynamicznej. 	<ul style="list-style-type: none"> • projektuje i wykonuje doświadczenie ilustrujące przewodność cieplną. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawiska atmosferyczne będące ilustracją trzech sposobów przekazu ciepła.

20.	I zasada termodynamiki	<ul style="list-style-type: none"> • formułuje I zasadę termodynamiki, • odróżnia przekaz energii w postaci ciepła od przekazu energii w postaci pracy. 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje, czym jest wartość energetyczna paliwa, • stosuje I zasadę termodynamiki do rozwiązywania typowych problemów i zjawisk z otaczającego świata. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje jakościowo procesy bez wymiany ciepła z otoczeniem. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje praktyczne przykłady zastosowania przemian adiabatycznych gazów.
21.	Ciepło właściwe	<ul style="list-style-type: none"> • podaje definicję ciepła właściwego. 		<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia pojemność cieplną od ciepła właściwego, • ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.
22.	Topnienie i krzepnięcie	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawiska topnienia i krzepnięcia, • definiuje ciepło topnienia. 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje ciepło topnienia w prostych obliczeniach, • rozróżnia ciała krystaliczne i bezpostaciowe. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane (oddane) w procesie topnienia (krzepnięcia) , • projektuje doświadczenie ilustrujące stałość temperatury podczas topnienia (krzepnięcia). 	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia szadź od szronu, • rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.
23.	Parowanie i skraplanie	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zjawiska parowania i skraplania, • definiuje ciepło parowania, • odróżnia parowanie od wrzenia. 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje ciepło parowania w prostych obliczeniach, • opisuje parowanie jako jeden ze sposobów termoregulacji organizmów. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane w procesie parowania, • projektuje doświadczenie ilustrujące stałość temperatury podczas wrzenia. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.
24.		•	•	•	•
25.	Własności fizyczne wody	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje rozszerzalność cieplną wody. 	<ul style="list-style-type: none"> • korzysta z definicji pary nasyconej i nienasyconej. 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje definicję wilgotności powietrza, • wyjaśnia zmiany temperatury wrzenia związane ze zmianami ciśnienia. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje do obliczeń wilgotność względną i bezwzględną, • korzysta z diagramu fazowego wody w zadaniach obliczeniowych.

FIZYKA3

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Elektrostatyka					
1.	Ładunek elektryczny, przewodniki	<ul style="list-style-type: none"> • podaje definicję ładunku elementarnego, • stwierdza, że dwa ładunki tego samego znaku odpychają się, a przeciwnych znaków przyciągają się, • wymienia przykłady ciał, które są przewodnikami, • stwierdza, że za przepływ ładunków w metalach odpowiadają elektrony, • formułuje zasadę zachowania ładunku. 	<ul style="list-style-type: none"> • demonstruje elektryzowanie ciał, • stosuje zasadę zachowania ładunku do opisu elektryzowania ciał, • stwierdza, że im dalej od siebie znajdują się naelektryzowane ciała, tym mniejszymi siłami działają na siebie, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, dlaczego naelektryzowane ciała przyciągają obojętne elektryczne przewodniki, • podaje przykłady elektryzowania ciał w swoim otoczeniu. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia rolę uziemienia, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
2.	Izolatory	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia przykłady ciał, które są izolatorami, • odróżnia izolatory od przewodników. 	<ul style="list-style-type: none"> • definiuje pojęcie dipola elektrycznego, • podaje przykłady oddziaływań między naelektryzowanymi ciałami, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje pojęcie dipola elektrycznego do wyjaśnienia przyciągania izolatorów przez naelektryzowane ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje szereg tryboelektryczny do wyjaśnienia elektryzowania izolatorów, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
3.	Siły elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> • jakościowo formułuje prawo Coulomba, • wykorzystuje III zasadę dynamiki do opisu oddziaływań elektrycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> • formułuje treść prawa Coulomba, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystuje wiedzę na temat sił elektrycznych do opisu oddziaływań między ciałami. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje jakościowo oddziaływanie między dwoma dipolami, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

4.	Pole elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem pola elektrycznego, • rysuje linie pola elektrycznego wokół pojedynczych ładunków, • opisuje pole jednorodne. 	<ul style="list-style-type: none"> • ilustruje doświadczalnie linie pola elektrycznego, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • określa kierunek i zwrot siły działającej na ładunek elektryczny w oparciu o bieg linii pola elektrycznego, • opisuje zachowanie się swobodnego dipola w polu elektrycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
5.	Napięcie elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> • podaje, czym jest napięcie elektryczne, • używa jednostki napięcia. 	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego jako różnicy potencjałów, • oblicza pracę pola, jeśli ma dane napięcie i ładunek, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • interpretuje napięcie elektryczne jako różnicę energii ładunku jednostkowego w polu elektrycznym, • rozróżnia pracę pola wykonaną podczas przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwałcej ładunek w polu elektrycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
6.	Przewodnik w polu elektrycznym	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje jakościowo rozkład ładunku w przewodnikach, • wie, że wewnątrz przewodnika nie ma pola elektrycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje przemieszczenie ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ze strony ładunku zewnętrznego, • podaje przykłady zastosowania klatki Faradaya, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pola elektrycznego wewnątrz przewodnika, • wyjaśnia, czym jest napięcie między przewodnikami. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
7.	Kondensator	<ul style="list-style-type: none"> • określa kondensator jako urządzenie gromadzące energię elektryczną. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje mechanizm ładowania kondensatorów, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji. 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje kondensator poprzez jego pojemność, • demonstrowuje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora. 	<ul style="list-style-type: none"> • podaje praktyczne przykłady zastosowania kondensatorów o bardzo dużej pojemności, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

8.	Zjawiska elektryczne w atmosferze	<ul style="list-style-type: none"> wymienia zagrożenia wynikające z wyładowań atmosferycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje sposoby zabezpieczeń przed skutkami wyładowań. 	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje pole elektryczne wokół Ziemi, wyjaśnia mechanizm powstawania chmury burzowej. 	<ul style="list-style-type: none"> jakościowo opisuje mechanizm powstawania wyładowania atmosferycznego.
----	-----------------------------------	---	--	---	---

Prąd elektryczny

9.	Obwód prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach, wymienia niezbędne elementy obwodu elektrycznego, podaje definicję natężenia prądu wraz z jednostką, posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego wraz z jednostką. 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje amperomierz jako urządzenie do mierzenia natężenia prądu, używa symboli elektrycznych do rysowania schematów obwodów, demonstruje podłączenie amperomierza w obwodzie prądu stałego, opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo, stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia rolę ogniwa (baterii) w obwodzie, bada doświadczalnie dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje związek dodawania napięć ogniw z zasadą zachowania energii, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
10.	Opór elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako właściwością przewodnika, podaje jednostkę oporu elektrycznego, określa, czym jest opornik i jaką funkcję pełni w obwodzie. 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje woltomierz jako urządzenie do mierzenia napięcia, rysuje schemat obwodu do wyznaczenia oporu elektrycznego przewodnika, zapisuje prawo Ohma, stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, na czym polegają ograniczenia w stosowalności prawa Ohma, opisuje różnice w zależności oporu elektrycznego od temperatury dla metali i półprzewodników. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego można pominąć napięcia na przewodach zasilających odbiorniki, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

11.	Prąd jako nośnik energii elektrycznej	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje kierunek transportu energii za pomocą prądu (od źródła do odbiornika), posługuje się pojęciem mocy prądu elektrycznego wraz z jednostką, odczytuje z licznika zużytą energię elektryczną, przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie. 	<ul style="list-style-type: none"> wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna, wskazuje źródła energii elektrycznej i jej odbiorniki. 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadza wzór na energię elektryczną, stosuje do obliczeń przemiany energii w obwodach prądu stałego. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
12.	Obwody elektryczne rozgałęzione	<ul style="list-style-type: none"> podaje przykład obwodu rozgałęzionego, podaje treść I prawa Kirchhoffa. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku, rysuje schemat obwodu rozgałęzionego, oblicza natężenia prądów w obwodach rozgałęzionych. 	<ul style="list-style-type: none"> planuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące I prawo Kirchhoffa. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
13.	Domowa sieć elektryczna	<ul style="list-style-type: none"> opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego, opisuje funkcję bezpiecznika przeciążeniowego oraz przewodu uziemiającego, opisuje sposób postępowania w przypadku porażenia prądem. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje funkcję bezpiecznika różnicowoprądowego, wskazuje niebezpieczeństwa związane z używaniem prądu elektrycznego, oblicza maksymalną moc urządzeń w obwodach zabezpieczonych danym bezpiecznikiem. 	<ul style="list-style-type: none"> rysuje schematy domowej sieci elektrycznej, wskazuje skutki przerwania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika różnicowoprądowego, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Elektromagnetyzm

14.	Pole magnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> nazywa bieguny magnesów stałych, opisuje oddziaływanie między magnesami, posługuje się pojęciem pola magnetycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych, zna jednostkę indukcji magnetycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zachowanie ferromagnetyków w polu magnetycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> dokonuje pomiaru indukcji magnetycznej za pomocą smartfona, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
-----	------------------	---	---	---	---

15.	Pole magnetyczne prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu zwojnicy z prądem, opisuje budowę i działanie elektromagnesu, opisuje wzajemne oddziaływanie elektromagnesów i magnesów. 	<ul style="list-style-type: none"> rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu prostoliniowego przewodu z prądem, opisuje jakościowo zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu, opisuje zachowanie się igły magnetycznej w otoczeniu prostoliniowego przewodu z prądem. 	<ul style="list-style-type: none"> demonstruje linie pola magnetycznego wokół przewodów z prądem, przewiduje zachowanie się igły magnetycznej w obecności przewodów z prądem, opisuje zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje do obliczeń zależność indukcji magnetycznej od natężenia prądu oraz odległości od przewodu, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
16.	Przewód z prądem w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewody z prądem. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego, wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym, demonstruje działanie pola magnetycznego na przewód z prądem. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
17.	Ładunek elektryczny w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane. 	<ul style="list-style-type: none"> wie, że kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego, wskazuje przykłady zastosowania działania pola magnetycznego na poruszające się ładunki. 	<ul style="list-style-type: none"> wyznacza kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym, opisuje ruch ładunku w polu magnetycznym, stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania problemów. 	<ul style="list-style-type: none"> projektuje kształt linii pola pułapki magnetycznej, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
18.	Pole magnetyczne Ziemi	<ul style="list-style-type: none"> charakteryzuje pole magnetyczne wokół Ziemi. 	<ul style="list-style-type: none"> omawia rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje oddziaływanie magnetosfery z wiatrem słonecznym. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia wpływ wiatru słonecznego na kształt magnetosfery, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

19.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 1.	<ul style="list-style-type: none"> • stwierdza, że w wyniku ruchu przewodu w polu magnetycznym powstaje w nim prąd elektryczny. 	<ul style="list-style-type: none"> • demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku jego ruchu w polu magnetycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> • wiąże powstawanie prądu elektrycznego z działaniem siły Lorentza na poruszający się ładunek elektryczny. 	<ul style="list-style-type: none"> • określa kierunek prądu indukcyjnego.
20.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 2.	<ul style="list-style-type: none"> • stwierdza, że prąd indukcyjny powstaje również w wyniku zmian pola magnetycznego elektromagnesu. 	<ul style="list-style-type: none"> • demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku zmian pola magnetycznego wokół elektromagnesu, • opisuje jakościowo mechanizm powstawania fal elektromagnetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia przebieg doświadczenia 1 opisanego w rozdziale. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje polaryzację fali elektromagnetycznej.
21.	Prądnica	<ul style="list-style-type: none"> • stwierdza, że do wytwarzania prądu elektrycznego w prądnicach wykorzystuje się zjawisko indukcji elektromagnetycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje przemianę energii podczas działania prądnicy. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zależność napięcia powstającego na zaciskach prądnicy od czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje wykorzystanie prądnic do rekuperacji energii.
22.	Prąd przemienny	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje prąd przemienny jako prąd zmieniający kierunek przepływu. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje cechy prądu przemiennego, • odczytuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia chwilową moc prądu przemiennego od średniej, • odróżnia napięcie skuteczne od maksymalnego. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
23.	Transformator, sieci energetyczne	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje transformator jako urządzenie służące do zmiany wartości napięcia. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zasadę działania transformatora, • podaje przykłady zastosowania transformatorów, • opisuje cel stosowania transformatorów w sieciach przesyłowych. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zasadę działania transformatora przy użyciu pojęcia jego przekładni, • opisuje przemianę energii w transformatorze. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

Fizyka atomowa

24.	Promieniowanie elektromagnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> • określa, czym są fale elektromagnetyczne, • wymienia zakresy widma fal elektromagnetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje zastosowania poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych, 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia podstawowe właściwości poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
-----	-----------------------------------	---	--	---	--

			<ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależność między długością i częstotliwością fali. 		
25.	Widmo promieniowania	<ul style="list-style-type: none"> • odróżnia termiczne i nietermiczne źródła promieniowania, • analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał. 	<ul style="list-style-type: none"> • jakościowo opisuje zależność promieniowania termicznego od temperatury źródła, • odróżnia widmo absorpcyjne od emisyjnego, • opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów. 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisuje zależność długości fali emitowanego promieniowania od temperatury. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
26.	Korpuskularna natura promieniowania	<ul style="list-style-type: none"> • posługuje się pojęciem fotonu jako najmniejszej porcji energii fali elektromagnetycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła, • wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii, • oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje pojęcie fotonu do opisu rozprzszania światła. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
27.	Budowa i promieniowanie atomów	<ul style="list-style-type: none"> • zna części składowe atomów, • posługuje się pojęciem poziomu energetycznego elektronu w atomie, • odróżnia atomy od jonów. 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone elektronu w atomie, • oblicza energię wyemitowanego (pochłoniętego) fotonu, jeśli zna energie stanów atomu, • wyjaśnia, na czym polega jonizacja atomów. 	<ul style="list-style-type: none"> • oblicza długość fali promieniowania emitowanego przez atom o danych poziomach energetycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
28.	*Przewodniki, izolatory i półprzewodniki			<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie modelu pasmowego odróżnia półprzewodniki typu p oraz typu n, • wiąże pasma energetyczne z poziomami energetycznymi w atomach, • stosuje model pasmowy do rozróżnienia 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach.

				przewodników, półprzewodników oraz izolatorów.	
29.	Dioda	<ul style="list-style-type: none"> opisuje diodę półprzewodnikową jako element obwodu przewodzący prąd w jednym kierunku oraz jako źródło światła. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje diodę półprzewodnikową jako złącze dwóch rodzajów półprzewodników. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia świecenie diody z odwołaniem się do poziomów energetycznych atomów półprzewodnika. 	<ul style="list-style-type: none"> demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostownika, wyjaśnia przewodzenie diody w jedną stronę w oparciu o poziomy energetyczne, wyjaśnia powstawanie napięcie progowego złącza p-n, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
30.	Tranzystor	<ul style="list-style-type: none"> opisuje tranzystor jako element wykonany z półprzewodników, służący do wzmacniania sygnałów elektrycznych oraz sterujący prądem elektrycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> wskazuje na potrzebę zasilania tranzystora pracującego w układzie wzmacniacza. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia działanie tranzystora na przykładzie tranzystora polowego, opisuje podłączenie tranzystora umożliwiające sterowanie prądem płynącym przez odbiornik energii elektrycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystuje charakterystykę tranzystora do rozwiązywania zadań.
31.	Fotoefekty	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, wyróżnia zjawiska fotoelektryczne zewnętrzne oraz wewnętrzne. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje jakościowo zjawisko fotochemiczne, podaje przykłady tego zjawiska, definiuje częstotliwość graniczną zjawiska fotoelektrycznego oraz fotochemicznego, podaje przykłady fotoelementów, 	<ul style="list-style-type: none"> analizuje zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu diody jako źródła światła, wskazuje podobieństwa i różnice w działaniu diody LED i fotoogniwa. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu działania fotoogniwa.

- opisuje przemiany energii w fotoogniwach.

Fizyka jądrowa

32.	Budowa jądra atomowego	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia składniki jądra atomowego, • posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i liczby atomowej. 	<ul style="list-style-type: none"> • charakteryzuje siły jądrowe jako najsilniejsze oddziaływanie w przyrodzie. 	<ul style="list-style-type: none"> • szacuje gęstość materii jądrowej, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
33.	Promieniowanie jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> • wymienia rodzaje promieniowania jądrowego, • określa, czym jest promieniotwórczość, • określa promieniowanie jądrowe jako jonizujące. 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego. 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisuje reakcje poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego, • stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji. 	<ul style="list-style-type: none"> • określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością do jonizacji materii, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
34.	Prawo rozpadu promieniotwórczego	<ul style="list-style-type: none"> • stwierdza, że liczba jąder izotopu promieniotwórczego w próbce maleje z upływem czasu, • definiuje pojęcie czasu połowicznego rozpadu. 	<ul style="list-style-type: none"> • odczytuje czas połowicznego rozpadu na podstawie wykresu zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu. 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządza wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu na podstawie informacji o czasie połowicznego rozpadu, • wiąże aktywność próbki preparatu promieniotwórczego z czasem połowicznego rozpadu. 	<ul style="list-style-type: none"> • szacuje zawartość izotopu promieniotwórczego w próbce w oparciu o prawo rozpadu, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
35.	Wpływ promieniowania jądrowego na organizmy	<ul style="list-style-type: none"> • określa, czym jest promieniowanie tła, • ma świadomość wszechobecności promieniowania jonizującego. 	<ul style="list-style-type: none"> • wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy, 	<ul style="list-style-type: none"> • opisuje wpływ promieniowania na organizmy z uwzględnieniem 	<ul style="list-style-type: none"> • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

			<ul style="list-style-type: none"> opisuje skutki pochłonięcia zbyt dużych dawek promieniowania jonizującego. 	<p>przenikliwości danego promieniowania,</p> <ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem dawki równoważnej. 	
36.	Zastosowanie izotopów promieniotwórczych	<ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w medycynie. 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje metodę wyznaczania wieku znaleziska na podstawie zawartości izotopu ^{14}C. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje metodę wyznaczania wieku skał metodami izotopowymi.
37.	Energia wiązania	<ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem energii wiązania. 	<ul style="list-style-type: none"> odczytuje energię wiązania z wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza energię wiązania dla dowolnego izotopu, analizuje reakcje jądrowe pod względem energetycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> porównuje energię wiązania jądra z energią jonizacji atomów, wyjaśnia zmniejszanie się energii wiązania na nukleon wraz ze wzrostem liczby masowej dla ciężkich izotopów.
38.	Deficyt masy	<ul style="list-style-type: none"> posługuje się pojęciem deficytu masy. 	<ul style="list-style-type: none"> stwierdza fakt, że jądro atomowe jest lżejsze od sumy mas jego składników, wiąże jakościowo deficyt masy z energią wiązania jądra. 	<ul style="list-style-type: none"> oblicza deficyt masy dla dowolnego izotopu, oblicza deficyt masy z energii wiązania jądra i odwrotnie. 	<ul style="list-style-type: none"> wiąże masę ciała z jego energią spoczynkową, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
39.	Rozszczepienie jąder ciężkich	<ul style="list-style-type: none"> opisuje reakcję rozszczepienia jądra atomowego, stwierdza fakt, że podczas rozszczepienia jądra atomowego wydzielą się energia. 	<ul style="list-style-type: none"> odróżnia izotopy rozszczepialne od promieniotwórczych, zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku. 	<ul style="list-style-type: none"> podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej, szacuje energię wydzieloną podczas rozszczepienia na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej. 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnia, dlaczego w złożach uranu nie zachodzi reakcja łańcuchowa, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
40.	Reaktor jądrowy	<ul style="list-style-type: none"> opisuje reaktor jądrowy jako miejsce, w którym zachodzą kontrolowane reakcje rozszczepienia jąder atomowych. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania reaktora jądrowego, odróżnia role, jakie odgrywają w reaktorze moderatory oraz pręty kontrolne. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje proces przygotowania paliwa do reaktorów jądrowych, opisuje sposób odbioru energii z reaktora. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, wyjaśnia znaczenie izotopu ^{238}U w paliwie do reaktorów.

41.	Energetyka jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej, wymienia korzyści płynące z energetyki jądrowej. 	<ul style="list-style-type: none"> wymienia niebezpieczeństwa związane z energetyką jądrową, podaje podobieństwa i różnice między elektrowniami tradycyjnymi a elektrowniami jądrowymi. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje sposoby postępowania ze zużytymi prętami paliwowymi. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje zastosowanie reaktorów jądrowych jako źródła napędu, stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
42.	Synteza jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> wie, że podczas łączenia lekkich jąder wydziela się energia. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach, omawia warunki zajścia reakcji syntezy. 	<ul style="list-style-type: none"> szacuje energię wydzieloną podczas syntezy jądrowej na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, opisuje sposób utrzymywania plazmy w reaktorach termojądrowych.
43.	Ewolucja gwiazd	<ul style="list-style-type: none"> wie, że Słońce jest typową gwiazdą, wie, że źródłem energii Słońca są reakcje termojądrowe w jego jądrze. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje etapy ewolucji Słońca. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje etapy ewolucji masywnych gwiazd, omawia proces prowadzący do powstawania gwiazd i planet. 	<ul style="list-style-type: none"> stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, wyjaśnia zależność czasu życia gwiazdy od jej masy.
44.	Supernowe i czarne dziury	<ul style="list-style-type: none"> określa supernową jako wybuch gwiazdy, podaje przykład wybuchu supernowej, określa czarną dziurę jako obiekt, z którego nie może wydostać się nawet światło. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje procesy prowadzące do wybuchu supernowej. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje procesy prowadzące do powstania czarnej dziury, opisuje mechanizm wybuchu supernowej. 	<ul style="list-style-type: none"> opisuje wpływ czarnych dziur na czasoprzestrzeń.