

**WYMAGANIA EDUKACYJNE. FIZYKA. ZAKRES PODSTAWOWY**

Lp.	Temat	Wymagania KLASA 1			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
<b>Kinematyka</b>					
1.	Niepewności pomiarowe, cyfry znaczące	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykonuje pomiary czasu oraz długości,</li> <li>wskazuje cyfry znaczące w wyniku obliczeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza średni wynik z wielu pomiarów,</li> <li>zapisuje wynik obliczeń z odpowiednią liczbą cyfr znaczących,</li> <li>określa rozdzielczość przyrządu pomiarowego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>szacuje niepewność pomiarową,</li> <li>oblicza niepewność względną,</li> <li>porównuje precyzję poszczególnych pomiarów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dobiera przyrządy stosownie do przeprowadzanych pomiarów,</li> <li>odróżnia błędy grube od przypadkowych,</li> <li>zauważa błędy systematyczne serii pomiarów.</li> </ul>
2.	Opis ruchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje na rysunkach tor oraz przebytą drogę,</li> <li>stosuje pojęcie prędkości do opisu ruchu,</li> <li>odróżnia przemieszczenie od drogi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady ruchu jednostajnego,</li> <li>oblicza prędkość dla ruchu jednostajnego,</li> <li>odróżnia prędkość średnią od chwilowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia wykresy <math>s(t)</math> od wykresów <math>x(t)</math>,</li> <li>oblicza prędkość z nachylenia wykresu położenia od czasu,</li> <li>rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje ruch ciała w różnych układach odniesienia,</li> <li>wyznacza prędkość względną dwóch obiektów,</li> <li>rozwiązuje zadania wymagające ułożenia równania i wyznaczenia niewiadomej.</li> </ul>
3.	Ruch zmienny	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje pojęcie przyspieszenia do opisu ruchu,</li> <li>podaje przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego,</li> <li>opisuje słownie ruch zmienny, używając pojęcia prędkości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza przyspieszenie, mając dane prędkości i czas,</li> <li>definiuje słownie ruch jednostajnie przyspieszony i opóźniony,</li> <li>analizuje jakościowo wykresy prędkości od czasu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza prędkość końcową przy zadanym przyspieszeniu,</li> <li>analizuje ilościowe wykresy zależności prędkości od czasu,</li> <li>oblicza przyspieszenie z wykresu <math>v(t)</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności,</li> <li>rysuje wykresy prędkości i położenia od czasu przy zadanych parametrach ruchu,</li> <li>interpretuje nachylenie wykresu <math>v(t)</math> i <math>x(t)</math>.</li> </ul>
4.	Droga w ruchu jednostajnym i zmiennym	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia ruch jednostajny od jednostajnie zmiennego,</li> <li>oblicza drogę w ruchu jednostajnym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisuje równania poszczególnych ruchów,</li> <li>na podstawie opisu sytuacji potrafi nazwać poszczególne rodzaje ruchu ciał,</li> <li>oblicza drogę, podstawiając dane do podstawowych wzorów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>z opisu sytuacji wyodrębnia potrzebne wielkości fizyczne do obliczeń,</li> <li>poprawnie dobiera równanie do określonych rodzajów ruchu,</li> <li>poprawnie interpretuje uzyskane wyniki obliczeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności,</li> <li>ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń.</li> </ul>

## Dynamika

5.	<i>Siły wokół nas. III zasada dynamiki</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nazywa siły w najbliższym otoczeniu, wskazuje kierunki ich działania,</li> <li>• podaje treść III zasady dynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• poprawnie rysuje wektory sił,</li> <li>• wybiera ciało, na które działa siła,</li> <li>• na podstawie analizy opisu sytuacji, wskazuje środek masy ciała.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odróżnia siły wewnętrzne od zewnętrznych,</li> <li>• przedstawia pary sił wynikające z III zasady dynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje siły działające w bardziej złożonych układach ciał,</li> <li>• wyjaśnia mechanizm poruszania się ludzi, pojazdów itp.</li> </ul>
6.	<i>Siła wypadkowa. I zasada dynamiki</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• składa siły równoległe,</li> <li>• wyznacza wartość wypadkowej sił równoległych,</li> <li>• podaje treść I zasady dynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• graficznie składa siły nierównoległe,</li> <li>• oblicza wartość wypadkowej sił działających w kierunkach prostopadłych do siebie,</li> <li>• analizuje siły działające na ciało w spoczynku i poruszające się ruchem jednostajnym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady inercjalnych układów odniesienia,</li> <li>• wnioskuje o wartościach sił na bazie I i III zasady dynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zaznacza na rysunkach działające siły,</li> <li>• wyznacza wartości sił działających w układzie co najmniej dwóch ciał.</li> </ul>
7.	<i>II zasada dynamiki</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formułuje treść II zasady dynamiki,</li> <li>• oblicza przyspieszenie ciała, znając siłę i masę,</li> <li>• podaje przykłady ruchu ciał pod działaniem siły,</li> <li>• wskazuje siłę będącą przyczyną ruchu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje rodzaj ruchu ciała przy zadanych siłach,</li> <li>• oblicza przyspieszenie, korzystając z II zasady dynamiki,</li> <li>• określa kierunek siły wypadkowej na podstawie opisu ruchu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• korzysta z równań ruchu, aby obliczyć siłę wypadkową,</li> <li>• mając daną siłę wypadkową, wnioskuje o siłach działających na ciało.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje bardziej złożone zadania z dynamiki.</li> </ul>
8.	<i>Opory ruchu</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odróżnia siłę tarcia od oporu ośrodka,</li> <li>• wyznacza kierunek działania siły tarcia i oporu ośrodka w opisanych sytuacjach,</li> <li>• omawia wpływ siły tarcia i oporu ośrodka na ruch ciała.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia warunki powstawania siły tarcia,</li> <li>• wyjaśnia mechanizm powstawania tarcia w oparciu o obraz mikroskopowy,</li> <li>• określa, od czego zależą siła tarcia i siła oporu ośrodka.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje sposoby zmniejszenia lub zwiększenia siły tarcia i oporu ośrodka,</li> <li>• oblicza wartość siły tarcia,</li> <li>• wskazuje różnice między tarciem statycznym a kinetycznym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wnioskuje o wartości tarcia statycznego w opisanej sytuacji,</li> <li>• rozwiązuje zadania związane z ruchem pod działaniem siły tarcia.</li> </ul>
9.	<i>Spadanie ciał</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa rodzaj ruchu ciała spadającego swobodnie (bez oporów ruchu),</li> <li>• zapisuje wartość przyspieszenia ziemskiego,</li> <li>• wskazuje sytuacje, w których można pominąć opór powietrza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa, w jakiej sytuacji ruch spadającego ciała staje się jednostajny,</li> <li>• zapisuje warunek, przy którym ciała spadają ruchem jednostajnym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia ruch ciała z uwzględnieniem oporu powietrza, odwołując się do II zasady dynamiki,</li> <li>• szacuje prędkości graniczne dla różnych ciał.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• szacuje siłę oporu powietrza z wykresu zależności prędkości od czasu dla ciała spadającego w powietrzu,</li> <li>• szacuje drogę przebytą ruchem przyspieszonym podczas spadania.</li> </ul>

10.	Ruch po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady ruchu po okręgu,</li> <li>• określa kierunek działania siły wypadkowej w ruchu po okręgu,</li> <li>• definiuje pojęcia prędkości, okresu i promienia okręgu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa siłę będącą siłą dośrodkową we wskazanych sytuacjach, oblicza prędkość ruchu, mając dany promień i okres obiegu,</li> <li>• określa jakościowo zależność siły dośrodkowej od prędkości ciała, jego masy oraz promienia okręgu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza wartość siły dośrodkowej,</li> <li>• wskazuje przykłady ruchu po okręgu pod działaniem różnych sił,</li> <li>• opisuje związki między prędkością, promieniem, okresem i częstotliwością.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje ruch po okręgu w sytuacjach, gdy siłą dośrodkową jest wypadkowa kilku sił.</li> </ul>
11.	Siły bezwładności	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje w otoczeniu układy nieinercjalne,</li> <li>• podaje kierunek działania siły bezwładności w opisywanych sytuacjach,</li> <li>• zapisuje, od czego zależy siła bezwładności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza wartość siły bezwładności w podanych sytuacjach,</li> <li>• analizuje siły działające na ciało znajdujące się w spoczynku w układzie nieinercjalnym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odróżnia układ inercjalny od nieinercjalnego,</li> <li>• rozwiązuje proste zadania w układzie nieinercjalnym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje dane zjawisko w układzie inercjalnym i nieinercjalnym,</li> <li>• rozwiązuje trudniejsze zadania obliczeniowe.</li> </ul>
12.	Zasady dynamiki – przykłady	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje siły działające na ciało poruszające się ruchem jednostajnym,</li> <li>• wie, że nacisk na podłoże na równi jest mniejszy od ciężaru,</li> <li>• opisuje związek między kątem nachylenia a przyspieszeniem ciała na równi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tłumaczy w oparciu o zasady dynamiki, dlaczego trudniej jest ruszyć ciało, niż je przesunąć,</li> <li>• omawia warunek spoczynku ciała na równi, analizując siły.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• znajduje graficznie siłę wypadkową działającą na ciało znajdujące się na równi,</li> <li>• oblicza przyspieszenie ciała na równi,</li> <li>• wyjaśnia, dlaczego tarcie na stromych stokach jest małe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje zadania z równią pochyłą,</li> <li>• wykorzystując równania ruchu i zasady dynamiki.</li> </ul>

### Energia i jej przemiany

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

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

### **Grawitacja i astronomia**

19.	<i>Układ Słoneczny</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje budowę Układu Słonecznego,</li> <li>określa następstwa ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje kolejność planet od Słońca,</li> <li>określa, co to są komety i meteoryty,</li> <li>opisuje cechy planet karłowatych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje mechanizm powstawania warkocza komety i jego kierunku,</li> <li>opisuje znaczenie badania meteorytów</li> <li>dla astronomii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje miejsca, w których na niebie</li> <li>należy szukać planet,</li> <li>wyjaśnia ruch planet na tle gwiazd.</li> </ul>
-----	------------------------	---	--	---	--

20.	Prawo grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formułuje prawo grawitacji (prawo powszechnego ciężenia),</li> <li>• określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia planet wokół Słońca oraz księżyców wokół planet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza siłę grawitacji dla danych mas znajdujących się w podanej odległości od siebie,</li> <li>• wiąże siłę grawitacji z siłą ciężkości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni ciał niebieskich,</li> <li>• oblicza masę Ziemi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności.</li> </ul>
21.	Satelity. Prędkość orbitalna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje definicję satelity,</li> <li>• określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia satelitów wokół planet,</li> <li>• odróżnia satelity naturalne i sztuczne,</li> <li>• opisuje niektóre zastosowania sztucznych satelitów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza prędkość orbitalną satelitów,</li> <li>• opisuje warunki krążenia satelitów geostacjonarnych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadza wzór na prędkość orbitalną satelity,</li> <li>• porównuje prędkości i okresy obiegu satelitów na różnych orbitach.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza wysokość satelitów geostacjonarnych,</li> <li>• wyprowadza związek między okresem obiegu a promieniem orbity satelitów.</li> </ul>
22.	Wyznaczanie mas planet i gwiazd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego Ziemia krąży wokół Słońca, a nie odwrotnie, odwołując się do mas obu ciał.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza masę ciała centralnego, korzystając ze wzoru na prędkość orbitalną.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadza wzór na obliczenie mas ciał niebieskich z prawa grawitacji,</li> <li>• oblicza masę planety mającej satelitę,</li> <li>• oblicza masę, korzystając z wartości przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni planety.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza masy składników układów podwójnych krążących wokół środka masy.</li> </ul>
23.	Nieważkość i przeciążenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje sytuacje, w których występuje stan nieważkości i przeciążenia,</li> <li>• opisuje różnice między stanem normalnym a nieważkością i przeciążeniem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia, odwołując się do siły bezwładności,</li> <li>• wymienia skutki zdrowotne przebywania w stanie nieważkości i przeciążenia,</li> <li>• określa miarę przeciążenia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza przeciążenie w określonych sytuacjach.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia z punktu widzenia układu nieinercjalnego oraz układu inercjalnego.</li> </ul>
24.	Budowa Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odróżnia astronomię od astrologii,</li> <li>• określa, czym są gwiazdy,</li> <li>• podaje definicję roku świetlnego jako jednostki odległości.</li> <li>• wyjaśnia, że sfera niebieska wykonuje obrót w ciągu 1 doby i zna tego przyczynę.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje, czym są gwiazdozbiory,</li> <li>• opisuje, czym jest galaktyka,</li> <li>• opisuje różnicę między galaktyką a mgławicą.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wie, czym jest zodiak,</li> <li>• przelicza lata świetlne na kilometry i jednostki astronomiczne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia ruch Słońca i planet na tle gwiazd.</li> </ul>

25.	Ewolucja Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje podstawowe fakty dotyczące powstania i ewolucji Wszechświata (moment powstania – Wielki Wybuch, ciągłe rozszerzanie się).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje treść prawa Hubble’a,</li> <li>• podaje dowody obserwacyjne rozszerzania się przestrzeni.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza odległości do galaktyk i prędkości ucieczki, korzystając z prawa Hubble’a,</li> <li>• opisuje fakt istnienia ciemnej materii i ciemnej energii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje fakty obserwacyjne potwierdzające istnienie ciemnej materii,</li> <li>• wiąże stałą Hubble’a z wiekiem Wszechświata.</li> </ul>
-----	-----------------------	---	--	---	--

Lp.	Temat	Wymagania KLASA 2			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
<b>Drgania</b>					
1.	Drgania mechaniczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa drgania jako cykliczny ruch wokół położenia równowagi,</li> <li>podaje definicje okresu, amplitudy oraz częstotliwości drgań.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odczytuje z wykresu wychylenia od czasu amplitudę oraz okres drgań,</li> <li>wyznacza częstotliwość drgań na podstawie okresu,</li> <li>doświadczalnie udowadnia, że okres drgań ciała zawieszonoego na sprężynie nie zależy od amplitudy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyznacza prędkość ciała w momencie mijania położenia równowagi na podstawie wykresu położenia od czasu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
2.	Siły w ruchu drgającym	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisuje zależność między wartością siły sprężystości a odkształceniem,</li> <li>określa kierunek i zwrot wypadkowej siły w ruchu drgającym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje proporcjonalność siły wypadkowej do wychylenia w ruchu harmonicznym,</li> <li>doświadczalnie sprawdza zależność okresu drgań ciała zawieszonoego na sprężynie od jego masy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyznacza współczynnik sprężystości z wykresu zależności siły rozciągającej od wydłużenia sprężyny,</li> <li>korzysta z II zasady dynamiki Newtona w zadaniach dotyczących ruchu drgającego do wyznaczania maksymalnego przyspieszenia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje do obliczeń wzór na okres drgań ciała zawieszonoego na sprężynie.</li> </ul>
3.	Energia w ruchu drgającym	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa rodzaje energii w ruchu drgającym,</li> <li>opisuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje zasadę zachowania energii do obliczania energii w ruchu drgającym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zależność między energią całkowitą w ruchu drgającym a amplitudą drgań.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
4.	Wahadło	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje wahadło jako przykład układu wykonującego ruch drgający,</li> <li>opisuje jakościowo przemiany energii podczas ruchu wahadła.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy,</li> <li>opisuje niezależność okresu drgań wahadła od masy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jakościowo opisuje siły występujące podczas ruchu wahadła,</li> <li>określa zależność okresu drgań wahadła od jego długości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje do obliczeń wzór na okres drgań wahadła,</li> <li>stosuje zasadę zachowania energii w zadaniach obliczeniowych dotyczących wahadła.</li> </ul>
5.	Drgania tłumione i drgania wymuszone	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia drgania tłumione od wymuszonych,</li> <li>podaje definicję rezonansu mechanicznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się pojęciem częstotliwości własnej,</li> <li>demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>demonstruje drgania tłumione oraz wymuszone.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
<b>Fale i optyka</b>					
6.	Rodzaje fal	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje mechanizm rozchodzenia się fali mechanicznej,</li> <li>rozdzieli fale płaskie i kołowe,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zależność między częstotliwością drgań źródła fali a częstotliwością fali w ośrodku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje sposób rozchodzenia się fali podłużnej w ośrodku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje fale rozchodzące się w wodzie.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>rozróżnia fale poprzeczne i podłużne.</li> </ul>			
7.	Wielkości opisujące fale	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje definicję okresu oraz amplitudy drgań,</li> <li>podaje definicję długości oraz prędkości fali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza częstotliwość fali na podstawie znajomości jej okresu,</li> <li>odczytuje amplitudę oraz długość fali z obrazu fali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje do obliczeń zależność między długością, częstotliwością oraz prędkością fali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
8.	Fale dźwiękowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje źródła dźwięków, podaje ich przykłady,</li> <li>opisuje dźwięk jako falę podłużną.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje cechy dźwięku,</li> <li>przedstawia obraz oscyloskopowy fali akustycznej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia wielkości opisujące dźwięki,</li> <li>określa poziom natężenia dźwięku w wybranych sytuacjach.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, czym różni się głośność od poziomu natężenia dźwięku.</li> </ul>
9.	Zjawisko Dopplera	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem źródła dźwięku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem odbiornika.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera do obliczeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera w sytuacjach złożonych.</li> </ul>
10.	Dyfrakcja i nakładanie się fal	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje definicję dyfrakcji fal,</li> <li>opisuje wynik nakładania się fal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady dyfrakcji fal,</li> <li>stosuje zasadę superpozycji do wyjaśnienia mechanizmu nakładania się fal,</li> <li>opisuje zjawisko rozpraszania fal mechanicznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko dyfrakcji fal mechanicznych na szczelinie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko nakładania się fal mechanicznych.</li> </ul>
11.	Interferencja fal	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje definicję interferencji fal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia mechanizm powstawania interferencji fal z dwóch źródeł,</li> <li>opisuje falę stojącą.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
12.	Światło jako fala	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa światło jako falę elektromagnetyczną,</li> <li>wymienia różne rodzaje fal elektromagnetycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje doświadczenie Younga jako potwierdzenie falowej natury światła,</li> <li>podaje zakres długości fali dla światła oraz wartość prędkości światła w próżni,</li> <li>demonstruje polaryzację światła w wyniku przejścia przez polaryzatory.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje do obliczeń zależność między prędkością światła, długością oraz częstotliwością fali,</li> <li>wyjaśnia mechanizm rozpraszania światła.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>planuje doświadczenie ilustrujące zjawisko rozpraszania światła,</li> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
13.	Odbicie światła	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zjawisko odbicia,</li> <li>formułuje prawo odbicia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>konstruuje obraz w zwierciadle płaskim,</li> <li>podaje cechy obrazu w zwierciadle płaskim.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zjawisko polaryzacji przez odbicie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wiąże zjawisko odbicia z interferencją.</li> </ul>
14.	Załamanie światła	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zjawisko załamania,</li> <li>definiuje współczynnik załamania ośrodka,</li> <li>formułuje prawo załamania.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zmianę długości fali po przejściu do innego ośrodka.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje prawo załamania do opisu zjawisk optycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje bieg światła w ośrodku niejednorodnym.</li> </ul>
15.	Całkowite wewnętrzne odbicie	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje definicję kąta granicznego,</li> <li>opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zasadę działania światłowodu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznane zjawiska do rozwiązywania typowych zadań i problemów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>



16.	Zjawiska optyczne w atmosferze	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje jakościowo rozproszenie światła w atmosferze prowadzące do powstania niebieskiego koloru nieba i czerwonego koloru zachodzącego słońca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje, w jaki sposób powstaje tęcza,</li> <li>wyjaśnia różnice między tęczą a halo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia mechanizm powstawania miraży.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>samodzielnie wyszukuje przykłady zjawisk optycznych w atmosferze i je wyjaśnia.</li> </ul>
<b>Termodynamika</b>					
17.	Cząsteczkowa budowa materii	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje cząsteczkową budowę materii,</li> <li>podaje definicję energii wewnętrznej,</li> <li>podaje definicję dyfuzji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa związek temperatury z energią kinetyczną cząsteczek,</li> <li>omawia różnice w budowie cząsteczkowej gazów, cieczy i ciał stałych,</li> <li>opisuje charakter sił międzycząsteczkowych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>korzysta z definicji energii wewnętrznej do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje ilościowo rozmiary atomów i cząsteczek.</li> </ul>
18.	Rozszerzalność cieplna	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje rozszerzalność objętościową cieczy i gazów,</li> <li>opisuje rozszerzalność liniową ciał stałych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia różnice między rozszerzalnością liniową a objętościową.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje pojęcie rozszerzalności do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata,</li> <li>oblicza przyrost długości ciała dla danego przyrostu temperatury,</li> <li>projektuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące rozszerzalność cieplną.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
19.	Przekaz energii w postaci ciepła	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia trzy rodzaje przekazu ciepła między ciałami,</li> <li>opisuje zastosowanie materiałów izolacyjnych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje różnice między trzema rodzajami przekazu ciepła między ciałami,</li> <li>stosuje pojęcie stanu równowagi termodynamicznej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>projektuje i wykonuje doświadczenie ilustrujące przewodność cieplną.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zjawiska atmosferyczne będące ilustracją trzech sposobów przekazu ciepła.</li> </ul>
20.	I zasada termodynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>formułuje I zasadę termodynamiki,</li> <li>odróżnia przekaz energii w postaci ciepła od przekazu energii w postaci pracy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje, czym jest wartość energetyczna paliwa,</li> <li>stosuje I zasadę termodynamiki do rozwiązywania typowych problemów i zjawisk z otaczającego świata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje jakościowo procesy bez wymiany ciepła z otoczeniem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje praktyczne przykłady zastosowania przemian adiabatycznych gazów.</li> </ul>
21.	Ciepło właściwe i bilans cieplny	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje definicję ciepła właściwego,</li> <li>zapisuje zasady bilansu cieplnego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje bilans cieplny w typowych przypadkach.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje bilans cieplny do obliczeń,</li> <li>odróżnia pojemność cieplną od ciepła właściwego,</li> <li>ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje bilans cieplny do opisu zjawisk z otaczającego świata,</li> <li>rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.</li> </ul>
22.	Topnienie i krzepnięcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zjawiska topnienia i krzepnięcia,</li> <li>definiuje ciepło topnienia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykorzystuje ciepło topnienia w prostych obliczeniach,</li> <li>rozdziela ciała krystaliczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane (oddane) w procesie topnienia (krzepnięcia) ,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia szadź od szronu,</li> <li>rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.</li> </ul>

			i bezpostaciowe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• projektuje doświadczenie ilustrujące stałość temperatury podczas topnienia (krzepnięcia).</li> </ul>	
23.	Parowanie i skraplanie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zjawiska parowania i skraplania,</li> <li>• definiuje ciepło parowania,</li> <li>• odróżnia parowanie od wrzenia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystuje ciepło parowania w prostych obliczeniach,</li> <li>• opisuje parowanie jako jeden ze sposobów termoregulacji organizmów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane w procesie parowania,</li> <li>• projektuje doświadczenie ilustrujące stałość temperatury podczas wrzenia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.</li> </ul>
24.	Bilans cieplny – przykłady	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisuje zasady bilansu cieplnego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje bilans cieplny z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej w typowych przypadkach,</li> <li>• wyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń,</li> <li>• opisuje efekt cieplarniany Ziemi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje bilans energetyczny Ziemi.</li> </ul>
25.	Własności fizyczne wody	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje rozszerzalność cieplną wody.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• korzysta z definicji pary nasyconej i nienasyconej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje definicję wilgotności powietrza,</li> <li>• wyjaśnia zmiany temperatury wrzenia związane ze zmianami ciśnienia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje do obliczeń wilgotność względną i bezwzględną,</li> <li>• korzysta z diagramu fazowego wody w zadaniach obliczeniowych.</li> </ul>

Lp.	Temat	Wymagania KLASA 3			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
<b>Elektrostatyka</b>					
1.	ładunek elektryczny, przewodniki	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje definicję ładunku elementarnego,</li> <li>• stwierdza, że dwa ładunki tego samego znaku odpychają się, a przeciwnych znaków przyciągają się,</li> <li>• wymienia przykłady ciał, które są przewodnikami,</li> <li>• stwierdza, że za przepływ ładunków w metalach odpowiadają elektrony,</li> <li>• formułuje zasadę zachowania ładunku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• demonstruje elektryzowanie ciał,</li> <li>• stosuje zasadę zachowania ładunku do opisu elektryzowania ciał,</li> <li>• stwierdza, że im dalej od siebie znajdują się naelektryzowane ciała, tym mniejszymi siłami działają na siebie,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego naelektryzowane ciała przyciągają obojętne elektryczne przewodniki,</li> <li>• podaje przykłady elektryzowania ciał w swoim otoczeniu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia rolę uziemienia,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
2.	Izolatory	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady ciał, które są izolatorami,</li> <li>• odróżnia izolatory od przewodników.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcie dipola elektrycznego,</li> <li>• podaje przykłady oddziaływań między naelektryzowanymi ciałami,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje pojęcie dipola elektrycznego do wyjaśnienia przyciągania izolatorów przez naelektryzowane ciała.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje szereg tryboelektryczny do wyjaśnienia elektryzowania izolatorów,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
3.	Siły elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jakościowo formułuje prawo Coulomba,</li> <li>• wykorzystuje III zasadę dynamiki do opisu oddziaływań elektrycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formułuje treść prawa Coulomba,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystuje wiedzę na temat sił elektrycznych do opisu oddziaływań między ciałami.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje jakościowo oddziaływanie między dwoma dipolami,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
4.	Pole elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem pola elektrycznego,</li> <li>• rysuje linie pola elektrycznego wokół pojedynczych ładunków,</li> <li>• opisuje pole jednorodne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ilustruje doświadczalnie linie pola elektrycznego,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa kierunek i zwrot siły działającej na ładunek elektryczny w oparciu o bieg linii pola elektrycznego,</li> <li>• opisuje zachowanie się swobodnego dipola w polu elektrycznym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
5.	Napięcie elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje, czym jest napięcie elektryczne,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego jako różnicy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretuje napięcie elektryczne jako różnicę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• używa jednostki napięcia.</li> </ul>	<p>potencjałów,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza pracę pola, jeśli ma dane napięcie i ładunek,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.</li> </ul>	<p>energii ładunku jednostkowego w polu elektrycznym,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia pracę pola wykonaną podczas przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwałcej ładunek w polu elektrycznym.</li> </ul>	
6.	Przewodnik w polu elektrycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje jakościowo rozkład ładunku w przewodnikach,</li> <li>• wie, że wewnątrz przewodnika nie ma pola elektrycznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje przemieszczenie ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ze strony ładunku zewnętrznego,</li> <li>• podaje przykłady zastosowania klatki Faradaya,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pola elektrycznego wewnątrz przewodnika,</li> <li>• wyjaśnia, czym jest napięcie między przewodnikami.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
7.	Kondensator	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa kondensator jako urządzenie gromadzące energię elektryczną.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje mechanizm ładowania kondensatorów,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje kondensator poprzez jego pojemność,</li> <li>• demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje praktyczne przykłady zastosowania kondensatorów o bardzo dużej pojemności,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
8.	Zjawiska elektryczne w atmosferze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia zagrożenia wynikające z wyładowań atmosferycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje sposoby zabezpieczeń przed skutkami wyładowań.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje pole elektryczne wokół Ziemi,</li> <li>• wyjaśnia mechanizm powstawania chmury burzowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jakościowo opisuje mechanizm powstawania wyładowania atmosferycznego.</li> </ul>
<b>Prąd elektryczny</b>					
9.	Obwód prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach,</li> <li>• wymienia niezbędne elementy obwodu elektrycznego,</li> <li>• podaje definicję natężenia prądu wraz z jednostką,</li> <li>• posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego wraz z jednostką.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje amperomierz jako urządzenie do mierzenia natężenia prądu,</li> <li>• używa symboli elektrycznych do rysowania schematów obwodów,</li> <li>• demonstruje podłączenie amperomierza w obwodzie prądu stałego,</li> <li>• opisuje zasadę dodawania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia rolę ogniwa (baterii) w obwodzie,</li> <li>• bada doświadczalnie dodawanie napięć w układzie ogniwo połączonych szeregowo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje związek dodawania napięć ogniwo z zasadą zachowania energii,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>

			<p>napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika.</li> </ul>		
10.	Opór elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako właściwością przewodnika,</li> <li>• podaje jednostkę oporu elektrycznego,</li> <li>• określa, czym jest opornik i jaką funkcję pełni w obwodzie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje woltomierz jako urządzenie do mierzenia napięcia,</li> <li>• rysuje schemat obwodu do wyznaczenia oporu elektrycznego przewodnika,</li> <li>• zapisuje prawo Ohma,</li> <li>• stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, na czym polegają ograniczenia w stosowalności prawa Ohma,</li> <li>• opisuje różnice w zależności oporu elektrycznego od temperatury dla metali i półprzewodników.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego można pominąć napięcia na przewodach zasilających odbiorniki,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
11.	Prąd jako nośnik energii elektrycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje kierunek transportu energii za pomocą prądu (od źródła do odbiornika),</li> <li>• posługuje się pojęciem mocy prądu elektrycznego wraz z jednostką,</li> <li>• odczytuje z licznika zużyta energię elektryczną,</li> <li>• przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna,</li> <li>• wskazuje źródła energii elektrycznej i jej odbiorniki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadza wzór na energię elektryczną,</li> <li>• stosuje do obliczeń przemiany energii w obwodach prądu stałego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
12.	Obwody elektryczne rozgałęzione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykład obwodu rozgałęzionego,</li> <li>• podaje treść I prawa Kirchhoffa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku,</li> <li>• rysuje schemat obwodu rozgałęzionego,</li> <li>• oblicza natężenia prądów w obwodach rozgałęzionych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące I prawo Kirchhoffa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
13.	Domowa sieć elektryczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego,</li> <li>• opisuje funkcję bezpiecznika przeciążeniowego oraz przewodu uziemiającego,</li> <li>• opisuje sposób postępowania w</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje funkcję bezpiecznika różnicowoprądowego,</li> <li>• wskazuje niebezpieczeństwa związane z używaniem prądu elektrycznego,</li> <li>• oblicza maksymalną moc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rysuje schematy domowej sieci elektrycznej,</li> <li>• wskazuje skutki przzerwania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika różnicowoprądowego,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>

		przypadku porażenia prądem.	urządzeń w obwodach zabezpieczonych danym bezpiecznikiem.		
<b>Elektromagnetyzm</b>					
14.	Pole magnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>nazywa bieguny magnesów stałych,</li> <li>opisuje oddziaływanie między magnesami,</li> <li>posługuje się pojęciem pola magnetycznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych,</li> <li>zna jednostkę indukcji magnetycznej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zachowanie ferromagnetyków w polu magnetycznym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dokonuje pomiaru indukcji magnetycznej za pomocą smartfona,</li> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
15.	Pole magnetyczne prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu zwojnicy z prądem,</li> <li>opisuje budowę i działanie elektromagnesu,</li> <li>opisuje wzajemne oddziaływanie elektromagnesów i magnesów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu prostoliniowego przewodu z prądem,</li> <li>opisuje jakościowo zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu,</li> <li>opisuje zachowanie się igły magnetycznej w otoczeniu prostoliniowego przewodu z prądem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>demonstruje linie pola magnetycznego wokół przewodów z prądem,</li> <li>przewiduje zachowanie się igły magnetycznej w obecności przewodów z prądem,</li> <li>opisuje zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje do obliczeń zależność indukcji magnetycznej od natężenia prądu oraz odległości od przewodu,</li> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
16.	Przewód z prądem w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewody z prądem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wie, że kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego,</li> <li>wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyznacza kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym,</li> <li>demonstruje działanie pola magnetycznego na przewód z prądem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
17.	Ładunek elektryczny w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wie, że kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego,</li> <li>wskazuje przykłady zastosowania działania pola magnetycznego na poruszające się ładunki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyznacza kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym,</li> <li>opisuje ruch ładunku w polu magnetycznym,</li> <li>stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania problemów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>projektuje kształt linii pola pułapki magnetycznej,</li> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>

18.	Pole magnetyczne Ziemi	<ul style="list-style-type: none"> <li>charakteryzuje pole magnetyczne wokół Ziemi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje oddziaływanie magnetosfery z wiatrem słonecznym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia wpływ wiatru słonecznego na kształt magnetosfery,</li> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
19.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>stwierdza, że w wyniku ruchu przewodu w polu magnetycznym powstaje w nim prąd elektryczny.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku jego ruchu w polu magnetycznym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wiąże powstawanie prądu elektrycznego z działaniem siły Lorentza na poruszający się ładunek elektryczny.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa kierunek prądu indukcyjnego.</li> </ul>
20.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>stwierdza, że prąd indukcyjny powstaje również w wyniku zmian pola magnetycznego elektromagnesu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku zmian pola magnetycznego wokół elektromagnesu,</li> <li>opisuje jakościowo mechanizm powstawania fal elektromagnetycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia przebieg doświadczenia 1 opisanego w rozdziale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje polaryzację fali elektromagnetycznej.</li> </ul>
21.	Prądnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>stwierdza, że do wytwarzania prądu elektrycznego w prądnicie wykorzystuje się zjawisko indukcji elektromagnetycznej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zależność napięcia powstającego na zaciskach prądnicy od czasu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje wykorzystanie prądnic do rekuperacji energii.</li> </ul>
22.	Prąd przemienny	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje prąd przemienny jako prąd zmieniający kierunek przepływu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje cechy prądu przemiennego,</li> <li>odczytuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia chwilową moc prądu przemiennego od średniej,</li> <li>odróżnia napięcie skuteczne od maksymalnego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
23.	Transformator, sieci energetyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje transformator jako urządzenie służące do zmiany wartości napięcia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zasadę działania transformatora,</li> <li>podaje przykłady zastosowania transformatorów,</li> <li>opisuje cel stosowania transformatorów w sieciach przesyłowych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zasadę działania transformatora przy użyciu pojęcia jego przekładni,</li> <li>opisuje przemiany energii w transformatorze.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
<b>Fizyka atomowa</b>					
24.	Promieniowanie elektromagnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa, czym są fale elektromagnetyczne,</li> <li>wymienia zakresy widma fal elektromagnetycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zastosowania poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych,</li> <li>zapisuje zależność między długością i częstotliwością fali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia podstawowe właściwości poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>

25.	Widmo promieniowania	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia termiczne i nietermiczne źródła promieniowania,</li> <li>analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jakościowo opisuje zależność promieniowania termicznego od temperatury źródła,</li> <li>odróżnia widmo absorpcyjne od emisyjnego,</li> <li>opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisuje zależność długości fali emitowanego promieniowania od temperatury.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
26.	Korpuskularna natura promieniowania	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługuje się pojęciem fotonu jako najmniejszej porcji energii fali elektromagnetycznej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła,</li> <li>wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii,</li> <li>oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje pojęcie fotonu do opisu rozpraszania światła.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
27.	Budowa i promieniowanie atomów	<ul style="list-style-type: none"> <li>zna części składowe atomów,</li> <li>posługuje się pojęciem poziomu energetycznego elektronu w atomie,</li> <li>odróżnia atomy od jonów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozdziela stan podstawowy i stany wzbudzone elektronu w atomie,</li> <li>oblicza energię wyemitowanego (pochłoniętego) fotonu, jeśli zna energie stanów atomu,</li> <li>wyjaśnia, na czym polega jonizacja atomów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza długość fali promieniowania emitowanego przez atom o danych poziomach energetycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
28.	*Przewodniki, izolatory i półprzewodniki			<ul style="list-style-type: none"> <li>na podstawie modelu pasmowego odróżnia półprzewodniki typu p oraz typu n,</li> <li>wiąże pasma energetyczne z poziomami energetycznymi w atomach,</li> <li>stosuje model pasmowy do rozróżnienia przewodników, półprzewodników oraz izolatorów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach.</li> </ul>
29.	Dioda	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje diodę półprzewodnikową jako element obwodu przewodzący prąd w jednym kierunku oraz jako źródło światła.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje diodę półprzewodnikową jako złącze dwóch rodzajów półprzewodników.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia świecenie diody z odwołaniem się do poziomów energetycznych atomów półprzewodnika.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostowników,</li> <li>wyjaśnia przewodzenie</li> </ul>



					<p>diody w jedną stronę w oparciu o poziomy energetyczne,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia powstawanie napięcie progowego złącza p-n,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
30.	Tranzystor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje tranzystor jako element wykonany z półprzewodników, służący do wzmacniania sygnałów elektrycznych oraz sterujący prądem elektrycznym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje na potrzebę zasilania tranzystora pracującego w układzie wzmacniacza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia działanie tranzystora na przykładzie tranzystora polowego,</li> <li>• opisuje podłączenie tranzystora umożliwiające sterowanie prądem płynącym przez odbiornik energii elektrycznej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystuje charakterystykę tranzystora do rozwiązywania zadań.</li> </ul>
31.	Fotoefekty	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej,</li> <li>• wyróżnia zjawiska fotoelektryczne zewnętrzne oraz wewnętrzne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje jakościowo zjawisko fotochemiczne, podaje przykłady tego zjawiska,</li> <li>• definiuje częstotliwość graniczną zjawiska fotoelektrycznego oraz fotochemicznego,</li> <li>• podaje przykłady fotoelementów,</li> <li>• opisuje przemiany energii w fotoogniwach.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne,</li> <li>• stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu diody jako źródła światła,</li> <li>• wskazuje podobieństwa i różnice w działaniu diody LED i fotoogniwa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu działania fotoogniwa.</li> </ul>
<b>Fizyka jądrowa</b>					
32.	Budowa jądra atomowego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia składniki jądra atomowego,</li> <li>• posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i liczby atomowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakteryzuje siły jądrowe jako najsilniejsze oddziaływanie w przyrodzie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• szacuje gęstość materii jądrowej,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
33.	Promieniowanie jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia rodzaje promieniowania jądrowego,</li> <li>• określa, czym jest promieniotwórczość,</li> <li>• określa promieniowanie jądrowe jako jonizujące.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisuje reakcje poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego,</li> <li>• stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością do jonizacji materii,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w</li> </ul>

					sytuacjach nietypowych.
34.	Prawo rozpadu promieniotwórczego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stwierdza, że liczba jąder izotopu promieniotwórczego w próbce maleje z upływem czasu,</li> <li>• definiuje pojęcie czasu połowicznego rozpadu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odczytuje czas połowicznego rozpadu na podstawie wykresu zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządza wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu na podstawie informacji o czasie połowicznego rozpadu,</li> <li>• wiąże aktywność próbki preparatu promieniotwórczego z czasem połowicznego rozpadu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• szacuje zawartość izotopu promieniotwórczego w próbce w oparciu o prawo rozpadu,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
35.	Wpływ promieniowania jądrowego na organizmy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• określa, czym jest promieniowanie tła,</li> <li>• ma świadomość wszechobecności promieniowania jonizującego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy,</li> <li>• opisuje skutki pochłonięcia zbyt dużych dawek promieniowania jonizującego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje wpływ promieniowania na organizmy z uwzględnieniem przenikliwości danego promieniowania,</li> <li>• posługuje się pojęciem dawki równoważnej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
36.	Zastosowanie izotopów promieniotwórczych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w medycynie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje metodę wyznaczania wieku znaleziska na podstawie zawartości izotopu <math>^{14}\text{C}</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje metodę wyznaczania wieku skał metodami izotopowymi.</li> </ul>
37.	Energia wiązania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem energii wiązania.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odczytuje energię wiązania z wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza energię wiązania dla dowolnego izotopu,</li> <li>• analizuje reakcje jądrowe pod względem energetycznym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje energię wiązania jądra z energią jonizacji atomów,</li> <li>• wyjaśnia zmniejszanie się energii wiązania na nukleon wraz ze wzrostem liczby masowej dla ciężkich izotopów.</li> </ul>
38.	Deficyt masy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciem deficytu masy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stwierdza fakt, że jądro atomowe jest lżejsze od sumy mas jego składników,</li> <li>• wiąże jakościowo deficyt masy z energią wiązania jądra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza deficyt masy dla dowolnego izotopu,</li> <li>• oblicza deficyt masy z energii wiązania jądra i odwrotnie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wiąże masę ciała z jego energią spoczynkową,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
39.	Rozszczepienie jąder ciężkich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje reakcję rozszczepienia jądra atomowego,</li> <li>• stwierdza fakt, że podczas rozszczepienia jądra atomowego wydziela się energia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odróżnia izotopy rozszczepialne od promieniotwórczych,</li> <li>• zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej,</li> <li>• szacuje energię wydzieloną podczas rozszczepienia na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia, dlaczego w złożach uranu nie zachodzi reakcja łańcuchowa,</li> <li>• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>

				nukleon od liczby masowej.	
40.	Reaktor jądrowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje reaktor jądrowy jako miejsce, w którym zachodzą kontrolowane reakcje rozszczepienia jąder atomowych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zasadę działania reaktora jądrowego,</li> <li>odróżnia role, jakie odgrywają w reaktorze moderatory oraz pręty kontrolne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje proces przygotowania paliwa do reaktorów jądrowych,</li> <li>opisuje sposób odbioru energii z reaktora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych,</li> <li>wyjaśnia znaczenie izotopu <math>^{238}\text{U}</math> w paliwie do reaktorów.</li> </ul>
41.	Energetyka jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej,</li> <li>wymienia korzyści płynące z energetyki jądrowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia niebezpieczeństwa związane z energetyką jądrową,</li> <li>podaje podobieństwa i różnice między elektrowniami tradycyjnymi a elektrowniami jądrowymi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje sposoby postępowania ze zużytymi prętami paliwowymi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje zastosowanie reaktorów jądrowych jako źródła napędu,</li> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.</li> </ul>
42.	Synteza jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>wie, że podczas łączenia lekkich jąder wydziela się energia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach,</li> <li>omawia warunki zajścia reakcji syntezy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>szacuje energię wydzieloną podczas syntezy jądrowej na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych,</li> <li>opisuje sposób utrzymywania plazmy w reaktorach termojądrowych.</li> </ul>
43.	Ewolucja gwiazd	<ul style="list-style-type: none"> <li>wie, że Słońce jest typową gwiazdą,</li> <li>wie, że źródłem energii Słońca są reakcje termojądrowe w jego jądrze.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje etapy ewolucji Słońca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje etapy ewolucji masywnych gwiazd,</li> <li>omawia proces prowadzący do powstawania gwiazd i planet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych,</li> <li>wyjaśnia zależność czasu życia gwiazdy od jej masy.</li> </ul>
44.	Supernowe i czarne dziury	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa supernową jako wybuch gwiazdy,</li> <li>podaje przykład wybuchu supernowej,</li> <li>określa czarną dziurę jako obiekt, z którego nie może wydostać się nawet światło.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje procesy prowadzące do wybuchu supernowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje procesy prowadzące do powstania czarnej dziury,</li> <li>opisuje mechanizm wybuchu supernowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje wpływ czarnych dziur na czasoprzestrzeń.</li> </ul>