

# **IV Liceum Ogólnokształcące im. Marii Skłodowskiej-Curie w Chorzowie**

## **Wymagania edukacyjne**

**Szczegółowe warunki i tryb uzyskiwania wyższej niż przewidywana  
rocznej oceny klasyfikacyjnej z zajęć edukacyjnych**

## **Fizyka**

### **Zakres podstawowy**

**Wymagania na ocenę dopuszczającą.**

**Wymagania na ocenę dostateczną zawierają wymagania na ocenę dopuszczającą**

**Wymagania na ocenę dobrą zawierają wymagania na ocenę dostateczną i dopuszczającą**

**Wymagania na ocenę bardzo dobrą zawierają wymagania na ocenę dobrą, dostateczną i dopuszczającą**

**Wymagania na ocenę celującą zawierają wymagania na ocenę bardzo dobrą, dobrą, dostateczną i dopuszczającą**

## KINEMATYKA

### Uczeń:

wykonuje pomiary czasu oraz długości	oblicza średni wynik z wielu pomiarów
wskazuje cyfry znaczące w wyniku obliczeń	zapisuje wynik obliczeń z odpowiednią liczbą cyfr znaczących,
wskazuje na rysunkach tor oraz przebytą drogę	określa rozdzielczość przyrządu pomiarowego
stosuje pojęcie prędkości do opisu ruchu	podaje przykłady ruchu jednostajnego
odróżnia przemieszczenie od drogi	oblicza prędkość dla ruchu jednostajnego
stosuje pojęcie przyspieszenia do opisu ruchu,	odróżnia prędkość średnią od chwilowej.
podaje przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego	oblicza przyspieszenie, mając dane prędkości i czas
opisuje słownie ruch zmienny, używając pojęcia prędkości.	definiuje słownie ruch jednostajnie przyspieszony i opóźniony
odróżnia ruch jednostajny od jednostajnie zmiennego	analizuje jakościowo wykresy prędkości od czasu.
oblicza drogę w ruchu jednostajnym	zapisuje równania poszczególnych ruchów
	na podstawie opisu sytuacji potrafi nazwać poszczególne rodzaje ruchu ciał
	oblicza drogę, podstawiając dane do podstawowych wzorów
szacuje niepewność pomiarową	dobiera przyrządy stosownie do przeprowadzanych pomiarów
oblicza niepewność względną	odróżnia błędy grube od przypadkowych
porównuje precyzję poszczególnych pomiarów	zauważa błędy systematyczne serii pomiarów
odróżnia wykresy $s(t)$ od wykresów $x(t)$	opisuje ruch ciała w różnych układach odniesienia
oblicza prędkość z nachylenia wykresu położenia od czasu	wyznacza prędkość względną dwóch obiektów
rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności	rozwiązuje zadania wymagające ułożenia równania i wyznaczenia niewiadomej
oblicza prędkość końcową przy zadanym przyspieszeniu	rysuje wykresy prędkości i położenia od czasu przy zadanym parametrach ruchu
analizuje ilościowe wykresy zależności prędkości od czasu	interpretuje nachylenie wykresu $v(t)$ i $x(t)$
oblicza przyspieszenie z wykresu $v(t)$	ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń
z opisu sytuacji wyodrębnia potrzebne wielkości fizyczne do obliczeń	
poprawnie dobiera równanie do określonych rodzajów ruchu	
poprawnie interpretuje uzyskane wyniki obliczeń	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## DYNAMIKA

### Uczeń:

nazywa siły w najbliższym otoczeniu, wskazuje kierunki ich działania	poprawnie rysuje wektory sił
podaje treść III zasady dynamiki	wybiera ciało, na które działa siła
składa siły równoległe	graficznie składa siły nierównoległe
wyznacza wartość wypadkowej sił równoległych	oblicza wartość wypadkowej sił działających w kierunkach prostopadłych do siebie
podaje treść I zasady dynamiki	analizuje siły działające na ciało w spoczynku i poruszające się ruchem jednostajnym
formułuje treść II zasady dynamiki	analizuje rodzaj ruchu ciała przy zadanym siłach
oblicza przyspieszenie ciała, znając siłę i masę	oblicza przyspieszenie, korzystając z II zasady dynamiki
podaje przykłady ruchu ciał pod działaniem siły	określa kierunek siły wypadkowej na podstawie opisu ruchu
wskazuje siłę będącą przyczyną ruchu	omawia warunki powstawania siły tarcia
odróżnia siłę tarcia od oporu ośrodka	wyjaśnia mechanizm powstawania tarcia w oparciu o obraz mikroskopowy

wyznacza kierunek działania siły tarcia i oporu ośrodka w opisanych sytuacjach	określa, od czego zależą siła tarcia i siła oporu ośrodka
omawia wpływ siły tarcia i oporu ośrodka na ruch ciała.	określa, w jakiej sytuacji ruch spadającego ciała staje się jednostajny
określa rodzaj ruchu ciała spadającego swobodnie (bez oporów ruchu),	zapisuje warunek, przy którym ciała spadają ruchem jednostajnym
zapisuje wartość przyspieszenia ziemskiego	określa siłę będącą siłą dośrodkową we wskazanych sytuacjach, oblicza prędkość ruchu, mając dany promień i okres obiegu
wskazuje sytuacje, w których można pominąć opór powietrza	określa jakościowo zależność siły dośrodkowej od prędkości ciała, jego masy oraz promienia okręgu
podaje przykłady ruchu po okręgu	oblicza wartość siły bezwładności w podanych sytuacjach
określa kierunek działania siły wypadkowej w ruchu po okręgu	analizuje siły działające na ciało znajdujące się w spoczynku w układzie nieinercyjnym
definiuje pojęcia prędkości, okresu i promienia okręgu	
wskazuje w otoczeniu układy nieinercjalne	
podaje kierunek działania siły bezwładności w opisywanych sytuacjach	
zapisuje, od czego zależy siła bezwładności.	
odróżnia siły wewnętrzne od zewnętrznych	analizuje siły działające w bardziej złożonych układach ciał
przedstawia pary sił wynikające z III zasady dynamiki	wyjaśnia mechanizm poruszania się ludzi, pojazdów itp.
na podstawie analizy opisu sytuacji, wskazuje środek masy ciała	zaznacza na rysunkach działające siły
podaje przykłady inercjalnych układów odniesienia	wyznacza wartości sił działających w układzie co najmniej dwóch ciał
wnioskuje o wartościach sił na bazie I i III zasady dynamiki	rozwiązuje bardziej złożone zadania z dynamiki
korzysta z równań ruchu, aby obliczyć siłę wypadkową	wnioskuje o wartości tarcia statycznego w opisanej sytuacji
mając daną siłę wypadkową, wnioskuje o siłach działających na ciało.	rozwiązuje zadania związane z ruchem pod działaniem siły tarcia
opisuje sposoby zmniejszenia lub zwiększenia siły tarcia i oporu ośrodka	szacuje siłę oporu powietrza z wykresu zależności prędkości od czasu dla ciała spadającego w powietrzu
oblicza wartość siły tarcia	szacuje drogę przebytą ruchem przyspieszonym podczas spadania
wskazuje różnice między tarciem statycznym a kinetycznym	analizuje ruch po okręgu w sytuacjach, gdy siłą dośrodkową jest wypadkowa kilku sił
omawia ruch ciała z uwzględnieniem oporu powietrza, odwołując się do II zasady dynamiki	analizuje dane zjawisko w układzie inercyjnym i nieinercyjnym
szacuje prędkości graniczne dla różnych ciał	rozwiązuje trudniejsze zadania obliczeniowe
oblicza wartość siły dośrodkowej	rozwiązuje zadania z równią pochyłą, wykorzystując równania ruchu i zasady dynamiki
wskazuje przykłady ruchu po okręgu pod działaniem różnych sił	
opisuje związki między prędkością, promieniem, okresem i częstotliwością.	
odróżnia układ inercjalny od nieinercyjnego	
rozwiązuje proste zadania w układzie nieinercyjnym	
tłumaczy w oparciu o zasady dynamiki, dlaczego trudniej jest ruszyć ciało, niż je przesunąć	
omawia warunek spoczynku ciała na równi, analizując siły	
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	

opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności

## ENERGIA I JEJ PRZEMIANY

### Uczeń:

formułuje treść zasady zachowania energii	omawia przemiany energetyczne procesów w przyrodzie,
wskazuje przykłady przemian energii w procesach zachodzących w otoczeniu	odróżnia układ izolowany energetycznie od nieizolowanego
określa, kiedy wykonywana jest praca w sensie fizycznym	oblicza pracę, gdy znane są siła i przemieszczenie
definiuje pojęcie mocy	oblicza pracę, gdy znane są czas pracy i moc urządzenia
wskazuje przykłady, w których ciała mają energię kinetyczną i energię potencjalną grawitacji	określa, w jakich warunkach praca
podaje, od czego zależy energia kinetyczna i energia potencjalna grawitacji	wykonana przez siłę wynosi zero
formułuje zasadę zachowania energii mechanicznej	oblicza energię kinetyczną i energię potencjalną grawitacji w prostych przykładach
opisuje, w jakich warunkach energia mechaniczna jest zachowana	omawia rzuty z punktu widzenia energii mechanicznej
podaje przykłady zjawisk, w których zachowana jest energia mechaniczna	oblicza energię mechaniczną ciała w zadanej sytuacji
klasyfikuje ciała ze względu na własności sprężyste	określa zależność siły sprężystości od odkształcenia
podaje przykłady ciał mających energię potencjalną sprężystości	podaje przykłady przemian energetycznych z udziałem energii potencjalnej sprężystości
wskazuje dyscypliny sportowe, w których osiągi notowane są jako pomiar fizyczny	podaje zastosowania energii potencjalnej sprężystości
	omawia przemiany energetyczne w wybranych dyscyplinach sportowych
	wskazuje rodzaje aktywności wymagającej dużej mocy oraz dużej energii
wyjaśnia przebieg zjawisk, odwołując się do zasady zachowania energii	rozwiązuje zadania obliczeniowe
wiąże pracę siły zewnętrznej ze zmianą energii układu	wyklucza hipotetyczny przebieg zjawiska, odwołując się do zasady zachowania energii.
zauważa wpływ sił oporu ruchu na zmianę energii ciała	rozwiązuje zadania rachunkowe
oblicza pracę siły wykonaną przez siłę jako zmianę energii układu	wyznacza siłę działającą na ciało na podstawie analizy przemian energetycznych
stosuje zasadę zachowania energii do rozwiązania prostych zadań obliczeniowych	rozwiązuje zadania, korzystając z zasady zachowania energii mechanicznej
oblicza siłę sprężystości i energię potencjalną sprężystości	wyjaśnia rolę rozbiegu w różnych dyscyplinach sportowych
podaje przykłady obiektów mających energię sprężystości mimo braku widocznego odkształcenia	
szacuje osiągi sportowców w oparciu o zasadę zachowania energii	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## GRAWITACJA I ASTRONOMIA

### Uczeń:

opisuje budowę Układu Słonecznego	podaje kolejność planet od Słońca
określa następstwa ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi.	określa, co to są komety i meteoryty
formułuje prawo grawitacji (prawo powszechnego ciążenia)	opisuje cechy planet karłowatych
określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia planet wokół Słońca oraz księżyców wokół planet	oblicza siłę grawitacji dla danych mas znajdujących się w podanej odległości od siebie

podaje definicję satelity	wiąże siłę grawitacji z siłą ciężkości
określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia satelitów wokół planet	oblicza prędkość orbitalną satelitów
odróżnia satelity naturalne i sztuczne	opisuje warunki krążenia satelitów geostacjonarnych
opisuje niektóre zastosowania sztucznych satelitów.	wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia, odwołując się do siły bezwładności
wskazuje sytuacje, w których występuje stan nieważkości i przeciążenia	wymienia skutki zdrowotne przebywania w stanie nieważkości i przeciążenia
opisuje różnice między stanem normalnym a nieważkością i przeciążeniem	określa miarę przeciążenia
odróżnia astronomię od astrologii	opisuje, czym są gwiazdozbiory
określa, czym są gwiazdy	opisuje, czym jest galaktyka
podaje definicję roku świetlnego jako jednostki odległości	opisuje różnicę między galaktyką a mgławicą
wyjaśnia, że sfera niebieska wykonuje obrót w ciągu 1 doby i zna tego przyczynę	podaje treść prawa Hubble'a
opisuje podstawowe fakty dotyczące powstania i ewolucji Wszechświata (moment powstania – Wielki Wybuch, ciągłe rozszerzanie się)	podaje dowody obserwacyjne rozszerzania się przestrzeni.
opisuje mechanizm powstawania warkocza komety i jego kierunku	opisuje miejsca, w których na niebie należy szukać planet
opisuje znaczenie badania meteorytów dla astronomii	wyjaśnia ruch planet na tle gwiazd
oblicza przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni ciał niebieskich,	rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności
oblicza masę Ziemi	oblicza wysokość satelitów geostacjonarnych
wyprowadza wzór na prędkość orbitalną satelity	wyprowadza związek między okresem obiegu a promieniem orbity satelitów
porównuje prędkości i okresy obiegu satelitów na różnych orbitach	oblicza masy składników układów podwójnych krążących wokół środka masy
oblicza masę ciała centralnego, korzystając ze wzoru na prędkość orbitalną	wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia z punktu widzenia układu nieinercyjnego oraz układu inercyjnego
wyjaśnia, dlaczego Ziemia krąży wokół Słońca, a nie odwrotnie, odwołując się do mas obu ciał	wyjaśnia ruch Słońca i planet na tle gwiazd
wyprowadza wzór na obliczenie mas ciał niebieskich z prawa grawitacji	opisuje fakty obserwacyjne potwierdzające istnienie ciemnej materii
oblicza masę planety mającej satelitę	wiąże stałą Hubble'a z wiekiem Wszechświata
oblicza masę, korzystając z wartości przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni planety	
oblicza przeciążenie w określonych sytuacjach	
wie, czym jest zodiak	
przelicza lata świetlne na kilometry i jednostki astronomiczne	
oblicza odległości do galaktyk i prędkości ucieczki, korzystając z prawa Hubble'a	
opisuje fakt istnienia ciemnej materii i ciemnej energii	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## DRGANIA

### Uczeń:

określa drgania jako cykliczny ruch wokół położenia równowagi	odczytuje z wykresu wychylenia od czasu amplitudę oraz okres drgań
podaje definicje okresu, amplitudy oraz częstotliwości drgań	wyznacza częstotliwość drgań na podstawie okresu
zapisuje zależność między wartością siły sprężystości a odkształceniem	doświadczalnie udowadnia, że okres drgań ciała zawieszonoego na sprężynie nie zależy od amplitudy

określa kierunek i zwrot wypadkowej siły w ruchu drgającym	opisuje proporcjonalność siły wypadkowej do wychylenia w ruchu harmonicznym
określa rodzaje energii w ruchu drgającym	doświadczalnie sprawdza zależność okresu drgań ciała zawieszzonego na sprężynie od jego masy
opisuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym	stosuje zasadę zachowania energii do obliczania energii w ruchu drgającym
opisuje wahadło jako przykład układu wykonującego ruch drgający	określa niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy
opisuje jakościowo przemiany energii podczas ruchu wahadła	opisuje niezależność okresu drgań wahadła od masy
odróżnia drgania tłumione od wymuszonych	posługuje się pojęciem częstotliwości własnej
podaje definicję rezonansu mechanicznego	demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego
wyznacza prędkość ciała w momencie mijania położenia równowagi na podstawie wykresu położenia od czasu	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
wyznacza współczynnik sprężystości z wykresu zależności siły rozciągającej od wydłużenia sprężyny	stosuje do obliczeń wzór na okres drgań ciała zawieszzonego na sprężynie
korzysta z II zasady dynamiki Newtona w zadaniach dotyczących ruchu drgającego do wyznaczenia maksymalnego przyspieszenia	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
opisuje zależność między energią całkowitą w ruchu drgającym a amplitudą drgań	stosuje do obliczeń wzór na okres drgań wahadła
jakościowo opisuje siły występujące podczas ruchu wahadła	stosuje zasadę zachowania energii w zadaniach obliczeniowych dotyczących wahadła
określa zależność okresu drgań wahadła od jego długości	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
demonstruje drgania tłumione oraz wymuszone	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## FALE I OPTYKA

### Uczeń:

opisuje mechanizm rozchodzenia się fali mechanicznej	opisuje zależność między częstotliwością drgań źródła fali a częstotliwością fali w ośrodku
rozdziela fale płaskie i kołowe	oblicza częstotliwość fali na podstawie znajomości jej okresu
rozdziela fale poprzeczne i podłużne	odczytuje amplitudę oraz długość fali z obrazu fali
podaje definicje okresu oraz amplitudy drgań	opisuje cechy dźwięku
podaje definicje długości oraz prędkości fali	przedstawia obraz oscyloskopowy fali akustycznej
opisuje źródła dźwięków, podaje ich przykłady	opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem odbiornika
opisuje dźwięk jako falę podłużną	podaje przykłady dyfrakcji fal
opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem źródła dźwięku	stosuje zasadę superpozycji do wyjaśnienia mechanizmu nakładania się fal
podaje definicję dyfrakcji fal	opisuje zjawisko rozpraszania fal mechanicznych
opisuje wynik nakładania się fal	wyjaśnia mechanizm powstawania interferencji fal z dwóch źródeł
podaje definicję interferencji fal	opisuje falę stojącą
określa światło jako falę elektromagnetyczną	opisuje doświadczenie Younga jako potwierdzenie falowej natury światła
wymienia różne rodzaje fal elektromagnetycznych	podaje zakres długości fali dla światła oraz wartość prędkości światła w próżni
opisuje zjawisko odbicia	demonstruje polaryzację światła w wyniku przejścia przez polaryzatory
formułuje prawo odbicia	konstruuje obraz w zwierciadle płaskim
opisuje zjawisko załamania	podaje cechy obrazu w zwierciadle płaskim
definiuje współczynnik załamania ośrodka,	opisuje zmianę długości fali po przejściu do innego ośrodka

formułuje prawo załamania	opisuje zasadę działania światłowodu
podaje definicję kąta granicznego	opisuje, w jaki sposób powstaje tęcza
opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia	wyjaśnia różnice między tęczą a halo
opisuje jakościowo rozproszenie światła w atmosferze prowadzące do powstania niebieskiego koloru nieba i czerwonego koloru zachodzącego słońca	
opisuje sposób rozchodzenia się fali podłużnej w ośrodku	opisuje fale rozchodzące się w wodzie
stosuje do obliczeń zależność między długością, częstotliwością oraz prędkością fali	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
omawia wielkości opisujące dźwięki	wyjaśnia, czym różni się głośność od poziomu natężenia dźwięku
określa poziom natężenia dźwięku w wybranych sytuacjach	stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera w sytuacjach złożonych
stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera do obliczeń	projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko nakładania się fal mechanicznych
projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko dyfrakcji fal mechanicznych na szczelinie	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej	projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko rozpraszania światła
stosuje do obliczeń zależność między prędkością światła, długością oraz częstotliwością fali	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
wyjaśnia mechanizm rozpraszania światła	wiąże zjawisko odbicia z interferencją
opisuje zjawisko polaryzacji przez odbicie	opisuje bieg światła w ośrodku niejednorodnym
stosuje prawo załamania do opisu zjawisk optycznych	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
stosuje poznane zjawiska do rozwiązywania typowych zadań i problemów	samodzielnie wyszukuje przykłady zjawisk optycznych w atmosferze i je wyjaśnia
wyjaśnia mechanizm powstawania mirażu	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## TERMODYNAMIKA

### Uczeń:

opisuje cząsteczkową budowę materii	określa związek temperatury z energią kinetyczną cząsteczek
podaje definicję energii wewnętrznej	omawia różnice w budowie cząsteczkowej gazów, cieczy i ciał stałych
podaje definicję dyfuzji	opisuje charakter sił międzycząsteczkowych
opisuje rozszerzalność objętościową cieczy i gazów	wyjaśnia różnice między rozszerzalnością liniową a objętościową
opisuje rozszerzalność liniową ciał stałych	opisuje różnice między trzema rodzajami przekazu ciepła między ciałami
wymienia trzy rodzaje przekazu ciepła między ciałami	stosuje pojęcie stanu równowagi termodynamicznej
opisuje zastosowanie materiałów izolacyjnych	podaje, czym jest wartość energetyczna paliwa
formułuje I zasadę termodynamiki	stosuje I zasadę termodynamiki do rozwiązywania typowych problemów i zjawisk z otaczającego świata
odróżnia przekaz energii w postaci ciepła od przekazu energii w postaci pracy	stosuje bilans cieplny w typowych przypadkach
podaje definicję ciepła właściwego	wykorzystuje ciepło topnienia w prostych obliczeniach
zapisuje zasady bilansu cieplnego	rozdziela ciała krystaliczne i bezpostaciowe
opisuje zjawiska topnienia i krzepnięcia	wykorzystuje ciepło parowania w prostych obliczeniach
definiuje ciepło topnienia	opisuje parowanie jako jeden ze sposobów termoregulacji organizmów
opisuje zjawiska parowania i skraplania	stosuje bilans cieplny z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej w typowych przypadkach

definiuje ciepło parowania	wyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany
odróżnia parowanie od wrzenia	korzysta z definicji pary nasyconej i nienasyconej
zapisuje zasady bilansu cieplnego	
charakteryzuje rozszerzalność cieplną wody	
korzysta z definicji energii wewnętrznej do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata	charakteryzuje ilościowo rozmiary atomów i cząsteczek
stosuje pojęcie rozszerzalności do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
oblicza przyrost długości ciała dla zadanego przyrostu temperatury	opisuje zjawiska atmosferyczne będące ilustracją trzech sposobów przekazu ciepła
projektuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące rozszerzalność cieplną	opisuje praktyczne przykłady zastosowania przemian adiabatycznych gazów.
projektuje i wykonuje doświadczenie ilustrujące przewodność cieplną	stosuje bilans cieplny do opisu zjawisk z otaczającego świata
opisuje jakościowo procesy bez wymiany ciepła z otoczeniem	rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności
stosuje bilans cieplny do obliczeń	odróżnia szadź od szronu
odróżnia pojemność cieplną od ciepła właściwego	rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności
ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń	analizuje bilans energetyczny Ziemi
stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane (oddane) w procesie topnienia (krzepnięcia)	stosuje do obliczeń wilgotność względną i bezwzględną
projektuje doświadczenie ilustrujące stałość temperatury podczas topnienia (krzepnięcia)	korzysta z diagramu fazowego wody w zadaniach obliczeniowych
stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane w procesie parowania	
projektuje doświadczenie ilustrujące stałość temperatury podczas wrzenia	
ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń	
opisuje efekt cieplarniany Ziemi	
podaje definicję wilgotności powietrza	
wyjaśnia zmiany temperatury wrzenia związane ze zmianami ciśnienia	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## ELEKTROSTATYKA

### Uczeń:

podaje definicję ładunku elementarnego	demonstruje elektryzowanie ciał
stwierdza, że dwa ładunki tego samego znaku odpychają się, a przeciwnych znaków przyciągają się	stosuje zasadę zachowania ładunku do opisu elektryzowania ciał
wymienia przykłady ciał, które są przewodnikami	stwierdza, że im dalej od siebie znajdują się naelektryzowane ciała, tym mniejszymi siłami działają na siebie
stwierdza, że za przepływ ładunków w metalach odpowiadają elektrony	stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji
formułuje zasadę zachowania ładunku	definiuje pojęcie dipola elektrycznego
wymienia przykłady ciał, które są izolatorami	podaje przykłady oddziaływań między naelektryzowanymi ciałami
odróżnia izolatory od przewodników	stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji
jakościowo formułuje prawo Coulomba	formułuje treść prawa Coulomba
wykorzystuje III zasadę dynamiki do opisu oddziaływań elektrycznych	stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji
posługuje się pojęciem pola elektrycznego	ilustruje doświadczalnie linie pola elektrycznego
rysuje linie pola elektrycznego wokół pojedynczych ładunków	stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji



opisuje pole jednorodne	posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego jako różnicy potencjałów
podaje, czym jest napięcie elektryczne	oblicza pracę pola, jeśli ma dane napięcie i ładunek
używa jednostki napięcia	stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji
określa kondensator jako urządzenie gromadzące energię elektryczną	stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji
wymienia zagrożenia wynikające z wyładowań atmosferycznych	opisuje mechanizm ładowania kondensatorów
	stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji
	opisuje sposoby zabezpieczeń przed skutkami wyładowań
wyjaśnia, dlaczego naelektryzowane ciała przyciągają obojętne elektryczne przewodniki	wyjaśnia rolę uziemienia
podaje przykłady elektryzowania ciał w swoim otoczeniu	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
stosuje pojęcie dipola elektrycznego do wyjaśnienia przyciągania izolatorów przez naelektryzowane ciała	stosuje szereg tryboelektryczny do wyjaśnienia elektryzowania izolatorów
wykorzystuje wiedzę na temat sił elektrycznych do opisu oddziaływań między ciałami	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
określa kierunek i zwrot siły działającej na ładunek elektryczny w oparciu o bieg linii pola elektrycznego	opisuje jakościowo oddziaływanie między dwoma dipolami
opisuje zachowanie się swobodnego dipola w polu elektrycznym	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
interpretuje napięcie elektryczne jako różnicę energii ładunku jednostkowego w polu elektrycznym	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
rozdziela pracę pola wykonaną podczas przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwającej ładunek w polu elektrycznym	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pola elektrycznego wewnątrz przewodnika	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
wyjaśnia, czym jest napięcie między przewodnikami	podaje praktyczne przykłady zastosowania kondensatorów o bardzo dużej pojemności
charakteryzuje kondensator poprzez jego pojemność	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora	jakościowo opisuje mechanizm powstawania wyładowania atmosferycznego
charakteryzuje pole elektryczne wokół Ziemi	
wyjaśnia mechanizm powstawania chmury burzowej	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## PRĄD ELEKTRYCZNY

### Uczeń:

opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach	wskazuje amperomierz jako urządzenie do mierzenia natężenia prądu
wymienia niezbędne elementy obwodu elektrycznego	używa symboli elektrycznych do rysowania schematów obwodów
podaje definicję natężenia prądu wraz z jednostką	demonstruje podłączenie amperomierza w obwodzie prądu stałego
posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego wraz z jednostką	opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniwo połączonych szeregowo
posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako właściwością przewodnika	stosuje do obliczeń związki między natężeniem prądu a ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika
podaje jednostkę oporu elektrycznego	wskazuje woltomierz jako urządzenie do mierzenia napięcia
określa, czym jest opornik i jaką funkcję pełni w obwodzie	rysuje schemat obwodu do wyznaczenia oporu elektrycznego przewodnika

wskazuje kierunek transportu energii za pomocą prądu (od źródła do odbiornika)	zapisuje prawo Ohma
posługuje się pojęciem mocy prądu elektrycznego wraz z jednostką	stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników
odczytuje z licznika zużytą energię elektryczną	wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna
przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie	wskazuje źródła energii elektrycznej i jej odbiorniki
podaje przykład obwodu rozgałęzionego	stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku
podaje treść I prawa Kirchhoffa	rysuje schemat obwodu rozgałęzionego
	oblicza natężenia prądów w obwodach rozgałęzionych
wyjaśnia rolę ogniwa (baterii) w obwodzie	opisuje związek dodawania napięć ogniw z zasadą zachowania energii
bada doświadczalnie dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo	wyjaśnia, dlaczego można pominąć napięcia na przewodach zasilających odbiorniki
wyjaśnia, na czym polegają ograniczenia w stosowalności prawa Ohma	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
wyprowadza wzór na energię elektryczną	
stosuje do obliczeń przemiany energii w obwodach prądu stałego	
planuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące I prawo Kirchhoffa	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## ELEKTROMAGNETYZM

### Uczeń:

nazywa bieguny magnesów stałych	rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych
opisuje oddziaływanie między magnesami	zna jednostkę indukcji magnetycznej
posługuje się pojęciem pola magnetycznego	rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu prostoliniowego przewodu z prądem
rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu zwojnicy z prądem	opisuje jakościowo zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu
opisuje budowę i działanie elektromagnesu	opisuje zachowanie się igły magnetycznej w otoczeniu prostoliniowego przewodu z prądem
opisuje wzajemne oddziaływanie elektromagnesów i magnesów	wie, że kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego
opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewody z prądem	wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych
opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane	wie, że kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego
charakteryzuje pole magnetyczne wokół Ziemi	wskazuje przykłady zastosowania działania pola magnetycznego na poruszające się ładunki
stwierdza, że w wyniku ruchu przewodu w polu magnetycznym powstaje w nim prąd elektryczny	demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku jego ruchu w polu magnetycznym
stwierdza, że prąd indukcyjny powstaje również w wyniku zmian pola magnetycznego elektromagnesu	demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku zmian pola magnetycznego wokół elektromagnesu
stwierdza, że do wytwarzania prądu elektrycznego w prądnicy wykorzystuje się zjawisko indukcji elektromagnetycznej	opisuje jakościowo mechanizm powstawania fal elektromagnetycznych
opisuje prąd przemienny jako prąd zmieniający kierunek przepływu	opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy
	opisuje cechy prądu przemiennego
	odczytuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych

opisuje zachowanie ferromagnetyków w polu magnetycznym	dokonyuje pomiaru indukcji magnetycznej za pomocą smartfona
demonstruje linie pola magnetycznego wokół przewodów z prądem	stosuje do obliczeń zależność indukcji magnetycznej od natężenia prądu oraz odległości od przewodu
przewiduje zachowanie się igły magnetycznej w obecności przewodów z prądem	projektuje kształt linii pola pułapki magnetycznej
opisuje zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu	wyjaśnia wpływ wiatru słonecznego na kształt magnetosfery
wyznacza kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym	określa kierunek prądu indukcyjnego
demonstruje działanie pola magnetycznego na przewód z prądem	opisuje polaryzację fali elektromagnetycznej
wyznacza kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym	opisuje wykorzystanie prądnic do rekuperacji energii
opisuje ruch ładunku w polu magnetycznym	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania problemów	
opisuje oddziaływanie magnetosfery z wiatrem słonecznym	
wiąże powstawanie prądu elektrycznego z działaniem siły Lorentza na poruszający się ładunek elektryczny	
opisuje zależność napięcia powstającego na zaciskach prądnicy od czasu	
odróżnia chwilową moc prądu przemiennego od średniej	
odróżnia napięcie skuteczne od maksymalnego	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## FIZYKA ATOMOWA

### Uczeń:

określa, czym są fale elektromagnetyczne	opisuje zastosowania poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych
wymienia zakresy widma fal elektromagnetycznych	zapisuje zależność między długością i częstotliwością fali
analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał	odróżnia widmo absorpcyjne od emisyjnego
posługuje się pojęciem fotonu jako najmniejszej porcji energii fali elektromagnetycznej	opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów
zna części składowe atomów	opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła
posługuje się pojęciem poziomu energetycznego elektronu w atomie	wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii
odróżnia atomy od jonów	oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania
opisuje diodę półprzewodnikową jako element obwodu przewodzący prąd w jednym kierunku oraz jako źródło światła	rozdzieli stan podstawowy i stany wzbudzone elektronu w atomie
opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej	oblicza energię wyemitowanego (pochłoniętego) fotonu, jeśli zna energie stanów atomu
wyróżnia zjawiska fotoelektryczne zewnętrzne oraz wewnętrzne	wyjaśnia, na czym polega jonizacja atomów
	opisuje diodę półprzewodnikową jako złącze dwóch rodzajów półprzewodników
	opisuje jakościowo zjawisko fotochemiczne, podaje przykłady tego zjawiska
	definiuje częstotliwość graniczną zjawiska fotoelektrycznego
	podaje przykłady fotoelementów
	opisuje przemiany energii w fotoogniwach
wymienia podstawowe właściwości poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych

stosuje pojęcie fotonu do opisu rozpraszania światła	wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach
oblicza długość fali promieniowania emitowanego przez atom o danych poziomach energetycznych	demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostowników
na podstawie modelu pasmowego odróżnia półprzewodniki typu p oraz typu n	wyjaśnia przewodzenie diody w jedną stronę w oparciu o poziomy energetyczne
wiąże pasma energetyczne z poziomami energetycznymi w atomach	wyjaśnia powstawanie napięcie progowego złącza p-n
stosuje model pasmowy do rozróżnienia przewodników, półprzewodników oraz izolatorów	stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu działania fotoogniwa
wyjaśnia świecenie diody z odwołaniem się do poziomów energetycznych atomów półprzewodnika	
analizuje zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne	
stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu diody jako źródła światła	
wskazuje podobieństwa i różnice w działaniu diody LED i fotoogniwa	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## FIZYKA JĄDROWA

### Uczeń:

wymienia składniki jądra atomowego	opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i liczby atomowej
postępuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron	opisuje właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego
wymienia rodzaje promieniowania jądrowego	odczytuje czas połowicznego rozpadu na podstawie wykresu zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu
określa, czym jest promieniotwórczość	wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na organizmy
określa promieniowanie jądrowe jako jonizujące	opisuje skutki pochłonięcia zbyt dużych dawek promieniowania jonizującego
stwierdza, że liczba jąder izotopu promieniotwórczego w próbce maleje z upływem czasu	odczytuje energię wiązania z wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej
definiuje pojęcie czasu połowicznego rozpadu	stwierdza fakt, że jądro atomowe jest lżejsze od sumy mas jego składników
określa, czym jest promieniowanie tła	wiąże jakościowo deficyt masy z energią wiązania jądra
ma świadomość wszechobecności promieniowania jonizującego	odróżnia izotopy rozszczepialne od promieniotwórczych
postępuje się pojęciem energii wiązania	zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku
postępuje się pojęciem deficytu masy	opisuje zasadę działania reaktora jądrowego
opisuje reakcję rozszczepienia jądra atomowego	odróżnia role, jakie odgrywają w reaktorze moderatory oraz pręty kontrolne
stwierdza fakt, że podczas rozszczepienia jądra atomowego wydziela się energia	opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach
opisuje reaktor jądrowy jako miejsce, w którym zachodzą kontrolowane reakcje rozszczepienia jąder atomowych	omawia warunki zajścia reakcji syntezy
wie, że podczas łączenia lekkich jąder wydziela się energia	
wie, że Słońce jest typową gwiazdą	
wie, że źródłem energii Słońca są reakcje termojądrowe w jego jądrze	
charakteryzuje siły jądrowe jako najsilniejsze oddziaływanie w przyrodzie	szacuje gęstość materii jądrowej
zapisuje reakcje poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego	określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością do jonizacji materii

stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji	szacuje zawartość izotopu promieniotwórczego w próbce w oparciu o prawo rozpadu
sporządza wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu na podstawie informacji o czasie połowicznego rozpadu	porównuje energię wiązania jądra z energią jonizacji atomów
wiąże aktywność próbki preparatu promieniotwórczego z czasem połowicznego rozpadu	wyjaśnia zmniejszanie się energii wiązania na nukleon wraz ze wzrostem liczby masowej dla ciężkich izotopów
opisuje wpływ promieniowania na organizmy z uwzględnieniem przenikliwości danego promieniowania	wiąże masę ciała z jego energią spoczynkową
postępuje się pojęciem dawki równoważnej	wyjaśnia, dlaczego w złożach uranu nie zachodzi reakcja łańcuchowa
oblicza energię wiązania dla dowolnego izotopu	wyjaśnia znaczenie izotopu $^{238}\text{U}$ w paliwie do reaktorów
analizuje reakcje jądrowe pod względem energetycznym	opisuje sposób utrzymywania plazmy w reaktorach termojądrowych
oblicza deficyt masy dla dowolnego izotopu	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych
oblicza deficyt masy z energii wiązania jądra i odwrotnie	
podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej	
szacuje energię wydzieloną podczas rozszczepienia na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej	
opisuje proces przygotowania paliwa do reaktorów jądrowych	
opisuje sposób odbioru energii z reaktora	
szacuje energię wydzieloną podczas syntezy jądrowej na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej	
opanował wszystkie treści z podstawy programowej oraz rozwiązuje zadania o wysokim stopniu trudności	

## **Szczegółowe warunki i tryb uzyskiwania wyższej niż przewidywana rocznej oceny klasyfikacyjnej z zajęć edukacyjnych**

1. **Uczeń pisze sprawdzian wiadomości, z wymagań które nie osiągnął na ocenę, którą chce uzyskać.**
2. **Uczeń proponuje i przeprowadza projekt krótkoterminowy.**