



Grzegorz F. Wojewoda

Program nauczania fizyki

w szkole ponadgimnazjalnej – zakres rozszerzony

→ Spis treści

1. Wstęp.....	2
2. Szczegółowe cele kształcenia i wychowania.....	3
3. Treści edukacyjne oraz sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania	4
4. Sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania	14
5. Opis założonych osiągnięć ucznia	25
6. Przykładowy rozkład godzin	35
7. Propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia	39



PROGRAM NAUCZANIA FIZYKI W SZKOLE PONADGIMNAZJALNEJ – ZAKRES ROZSZERZONY

→ 1. Wstęp

Rozszerzony zakres fizyki w szkole ponadgimnazjalnej przeznaczony jest dla uczniów, którzy podjęli decyzję o nauce tego przedmiotu. Jest przedmiotem wybranym przez uczniów.

Jednym z celów ogólnych nauczania fizyki w szkole jest przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników. W przypadku niektórych szkolnych pracowni fizycznych w szkołach ponadgimnazjalnych trudno jest prowadzić samodzielne doświadczenia uczniowskie. W nielicznych przypadkach będzie można skorzystać z filmów, które zostaną dołączone do obudowy programu nauczania. Filmy te będą zawierać wszystkie doświadczenia obowiązkowe zapisane w podstawie programowej. Istnieje jeszcze możliwość przywołania licznych i ciekawych przykładów zastosowania omawianych zjawisk w otaczającej uczniów rzeczywistości. Omawiane zagadnienia można ilustrować realnymi przykładami w postaci symulacji, animacji czy grafiki. W ten sposób komputer staje się niezbędnym narzędziem do nauczania fizyki.

W podstawie programowej przedmiotu informatyka zapisano, że celami ogólnymi kształcenia zarówno w zakresie podstawowym, jak i rozszerzonym są:

- Bezpieczne posługiwanie się komputerem i jego oprogramowaniem, wykorzystanie sieci komputerowej; komunikowanie się za pomocą komputera i technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- Wyszukiwanie, gromadzenie i przetwarzanie informacji z różnych źródeł; opracowywanie za pomocą komputera: rysunków, tekstów, danych liczbowych, motywów, animacji, prezentacji multimedialnych.
- Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.
- Ocena zagrożeń i ograniczeń, docenianie społecznych aspektów rozwoju i zastosowań informatyki.

Znaczną część tak zapisanych celów ogólnych można zrealizować, wykorzystując przykłady zastosowań technologii informacyjno-komunikacyjnych w fizyce i astronomii. Wymaga to ścisłej współpracy między nauczycielami fizyki i informatyki.

Podczas nauki informatyki w zakresie podstawowym w szkole ponadgimnazjalnej uczniowie powinni nauczyć się między innymi posługiwać się komputerem oraz programami i grami edukacyjnymi do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin. Fizyka jest jedną z dziedzin, do poznania których komputer jest przydatny. Można wykorzystać naturalne zainteresowanie młodzieży technologią informatyczną do lepszego poznania fizyki i astronomii. Również podczas nauki informatyki w zakresie rozszerzonym można wykorzystać zapisane w podstawie programowej tego przedmiotu i treści wymagań szczegółowych wypełnić przykładami z fizyki i astronomii. Przykłady haseł programowych z wymagań szczegółowych:

- Posługiwanie się komputerem i jego oprogramowaniem, korzystanie z sieci komputerowej.



- Wyszukiwanie, gromadzenie, selekcjonowanie, przetwarzanie i wykorzystywanie informacji, współtworzenie zasobów w sieci, korzystanie z różnych źródeł i sposobów zdobywania informacji.
- Komunikowanie się za pomocą komputera i technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- Opracowywanie informacji za pomocą komputera, w tym: rysunków, tekstów, danych liczbowych, animacji, prezentacji multimedialnych i filmów.
- Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, stosowanie podejścia algorytmicznego.
- Wykorzystywanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin.
- Posługiwanie się komputerem i technologiami informacyjno-komunikacyjnymi do rozwijania swoich zainteresowań, umiejętność zastosowania informatyki, właściwa ocena zagrożeń i ograniczeń, docenianie aspektów społecznych rozwoju i zastosowań informatyki.

Jak widać, ścisła współpraca między nauczycielami fizyki oraz informatyki może lepiej i pełniej rozwinąć umiejętności i zainteresowania uczniów.

Korzystając z naszego programu nauczania, można realizować treści zawarte w podręcznikach, które zostały dopuszczone przez Ministerstwo Edukacji Narodowej do użytku szkolnego. Sporadycznie należy tylko zmienić nieco kolejność realizowanych tematów.

→ 2. Szczegółowe cele kształcenia i wychowania

Podstawowym celem edukacji szkolnej jest wszechstronny rozwój młodego pokolenia, które w przyszłości będzie odpowiedzialne za rozwój naszego kraju. Należy dbać o to, żeby w Polsce rozwijały się nowoczesne technologie. Trudno jednak wyobrazić sobie ten proces bez fizyki oraz informatyki. Pamiętając o tym, należy w taki sposób prowadzić zajęcia w zakresie rozszerzonym, aby jak największa liczba uczniów podjęła trud dalszego kształcenia na kierunkach technicznych i przyrodniczych. Od stopnia przygotowania absolwentów szkół ponadgimnazjalnych w znacznym stopniu zależy przyszły rozwój nauki i techniki w naszym kraju.

Ogólne cele kształcenia w zakresie rozszerzonym zapisane w podstawie programowej są następujące:

- Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.
- Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.
- Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.
- Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.
- Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

Podczas nauki fizyki w zakresie rozszerzonym uczniowie powinni głębiej poznać treści, z którymi spotkali się już w gimnazjum. Możliwe jest zwiększenie poziomu stosowanej matematyki pod kątem zdolności i zainteresowań uczniów. Należy też zwrócić szczególną uwagę na przeprowadzane na zajęciach fizyki doświadczenia. Nie można ograniczyć się do pokazów przeprowadzanych przez nauczyciela. Podczas zajęć lekcyjnych, czasami też samodzielnie w domu, uczniowie powinni przeprowadzać jak największą liczbę doświadczeń. W proponowanym programie przewidziano co najmniej jedno doświadczenie uczniowskie na jeden moduł.

Treści szczegółowe są w znacznej części powtórzeniem materiału z gimnazjum, ale powinny zostać omówione na nieco wyższym poziomie trudności. Podczas lekcji fizyki w zakresie rozszerzonym należy pogłębić analizę zjawisk fizycznych, sprawdzić funkcjonowanie poznanych praw i zasad na jak najwięk-



szej liczbie przykładów. Pozwoli to na lepsze utrwalenie opanowanego materiału i przygotuje do nauki w całym przyszłym życiu naszych uczniów. Należy wykorzystać fakt, że czasu na opanowanie treści w zakresie rozszerzonym jest naprawdę dużo. Moim zdaniem lepiej jest przeznaczyć go na większą liczbę przykładów, niż rozszerzać materiał o treści wykraczające poza podstawę programową.

Oprócz tego, że nauczyciel fizyki jest dla swoich uczniów przewodnikiem po ciekawym świecie fizyki i astronomii – jest również wychowawcą. Bez względu na treści przekazywane uczniom, zajęcia fizyki powinny być okazją do opanowania przez uczniów kluczowych umiejętności oraz wzmacniania pozytywnych relacji ucznia z otoczeniem.

Należy dążyć do tego, aby podczas zajęć fizyki uczniowie:

- dostrzegali związki fizyki z pozostałymi naukami przyrodniczymi oraz techniką,
- rozwijali swoje zainteresowanie naukami przyrodniczymi, a w szczególności fizyką,
- rozwijali umiejętności korzystania z technologii informacyjnych,
- kształtowali postawę badawczą podczas poznawania praw fizyki,
- dostrzegali znaczenie odkryć w dziedzinie fizyki na rozwój cywilizacji,
- rozwijali przekonanie o istnieniu obiektywnych zasad i praw opisujących przebieg zjawisk w otaczającej nas przyrodzie i technice,
- mieli świadomość ograniczeń współczesnej nauki,
- rozwijali umiejętność krytycznej analizy treści naukowych zawartych w różnych źródłach,
- angażowali się w zdobywanie wiedzy oraz doskonalenie własnych sposobów uczenia się,
- nauczyli się pracować w zespołach,
- rozwijali poczucie odpowiedzialności za siebie oraz innych podczas wykonywania doświadczeń fizycznych,
- wyrabiali nawyk poszanowania własności intelektualnej.

→ 3. Treści edukacyjne oraz sposoby osiągnięcia celów kształcenia i wychowania

Treści podstawy programowej podzielono na 10 modułów. Razem z dwoma modułami z zakresu podstawowego otrzymamy 12 modułów:

3. Ruch punktu materialnego.
4. Mechanika bryły sztywnej.
5. Energia mechaniczna.
6. Grawitacja.
7. Termodynamika.
8. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne.
9. Pole elektryczne.
10. Prąd stały.
11. Magnetyzm, indukcja magnetyczna.
12. Optyka i kwanty promieniowania.

Poniższe tabele zawierają podział treści nauczania na moduły. W ich skład wchodzi hasła programowe z podstawy programowej. Czas przeznaczony na realizację danego hasła programowego zależy od pre-



dyspozycji uczniów oraz decyzji nauczyciela. Należy jednak przy tym pamiętać, że na pełną realizację treści podstawy programowej przeznaczono 240 godzin lekcyjnych. Przykładowy układ godzin lekcyjnych można znaleźć w punkcie 7. tego programu nauczania.

Przed każdą lekcją nauczyciel powinien zadać sobie pytania: jaki będzie cel danej lekcji, co chce przez kolejne 45 minut zajęć lekcyjnych osiągnąć, czego nauczą się jego uczniowie. W tabeli zapisano cele lekcji oraz zestawy pytań, które wpłyną na zwiększenie zainteresowania uczniów danym tematem.

RUCH PUNKTU MATERIALNEGO				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowa
1.	Względność ruchu	Uczeń: • wykonuje proste działania na wektorach • opisuje ruch względem różnych układów odniesienia	Czy dwa plus dwa zawsze daje w wyniku cztery? Czy suma dwóch wektorów może być mniejsza niż każdy z wektorów składowych? Czy możesz się poruszać, jak się nie poruszasz? Czy istnieje bezwzględny ruch lub bezwzględny spoczynek?	1.1)
2.	Kinematyka ruchów prostoliniowych	Uczeń: • opisuje ruch w różnych układach odniesienia • oblicza prędkości względne dla ruchów wzdluz prostej • oblicza parametry ruchu jednostajnego oraz jednostajnie zmiennego • interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu • wykonuje doświadczenia wyznaczające parametry ruchu	Z jaką prędkością porusza się najszybszy pojazd zbudowany przez człowieka? Jak zmierzyć prędkość pęcherzyka powietrza w rurce z wodą? Co trzeba zrobić, aby płynąć prostopadle do nurtu rzeki? Dlaczego samolotom łatwiej jest wystartować pod wiatr? Jak obliczyć minimalny bezpieczny odstęp między samochodami jadącymi z daną prędkością?	1.2) 1.3) 1.4) 1.5)
3.	Zasady dynamiki Newtona	Uczeń: • opisuje ruch jednostajny, korzystając z I zasady dynamiki • opisuje ruch jednostajnie zmienny, korzystając z II zasady dynamiki • opisuje zachowanie się ciał korzystając z III zasady dynamiki • opisuje ruch w inercjalnych oraz nieinercjalnych układach odniesienia • wyjaśnia pojęcie siły bezwładności • wykonuje doświadczenia ilustrujące zasady dynamiki Newtona	Jakim ruchem porusza się samochód, gdy siły działające na niego się równoważą? Czy można przekroczyć wartość prędkości dźwięku podczas skoku z dużej wysokości? Czy można wskazać drużynę, która z większą siłą ciągnie linę podczas jej przeciągania? Dlaczego koń może ciągnąć wóz do przodu, skoro wóz ciągnie konia siłą „do tyłu”?	1.7) 1.8) 1.9) 1.11) 1.13)
4.	Zasada zachowania pędu	Uczeń: • wyjaśnia zjawisko odrzutu • stosuje zasadę zachowania pędu do opisu ruchu ciał • doświadczalnie bada zderzenia ciał	Czy istnieją działa „bezodrzutowe”? Co się dzieje z pędem samochodów w czasie ich zderzenia?	1.10)
5.	Tarcie i opory ruchu	Uczeń: • opisuje wpływ oporów na ruch • doświadczalnie wyznacza współczynniki tarcia	Czy świat bez tarcia byłby lepszy? Czy tarcie zawsze przeszkadza ruchowi? Dlaczego wymieniamy opony przez zimą?	1.12)
6.	Ruch ciał w dwóch wymiarach	Uczeń: • oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego • analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego	Co spadnie szybciej: kulka spuszczone swobodnie z wysokości 1m, czy taka sama kulka rzucona poziomo z tej samej wysokości? W jaki sposób, analizując spadek kulki, wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego?	1.6) 1.15)
7.	Ruch jednostajny po okręgu	Uczeń: • oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu • opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego	Czy ruch jednostajny po okręgu jest ruchem zmiennym? Czy przyczyną ruchu po okręgu jest siła odśrodkowa? Odśrodkowa czy dośrodkowa – która z nich działa w ruchu po okręgu?	1.14)



MECHANIKA BRYŁY SZTYWNEJ				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowa
1.	Wielkości opisujące bryłę sztywną	Uczeń: • rozróżnia pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna • zna granice stosowalności punktu materialnego oraz bryły sztywnej • rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności	Czy człowiek może być traktowany jak „bryła sztywna”? Czym się różni masa od momentu bezwładności? Co ma większy moment bezwładności: pręt czy rura o tej samej masie?	2.1) 2.2)
2.	Równowaga brył sztywnych	Uczeń: • oblicza momenty sił • analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie • wyznacza położenie środka masy	Co huśtawka ma wspólnego z równowagą bryły sztywnej? Jak znaleźć środek masy miotły?	2.3) 2.4) 2.5)
3.	Ruch obrotowy bryły sztywnej	Uczeń: • opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy • analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił	Czym różni się przyspieszenie kątowe od liniowego? Co moment obrotowy ma wspólnego z ruchem karuzeli?	2.6) 2.7)
4.	Zasada zachowania momentu pędu	Uczeń: • definiuje pojęcie momentu pędu • stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu	Dlaczego łyżwiarka figurowa na lodzie kręci coraz szybsze piruety bez odpychania się od lodu? Dlaczego gwiazdy neutronowe wirują szybciej niż czerwone olbrzymy? Dlaczego planety Układu Słonecznego leżą w przybliżeniu w jednej płaszczyźnie?	2.8)
5.	Energia kinetyczna ruchu obrotowego	Uczeń: • definiuje pojęcie energii kinetycznej w ruchu obrotowym • uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii	Co się szybciej stoczy z równi: walec czy kula? Co to jest koło zamachowe?	2.9)

ENERGIA MECHANICZNA				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowa
1.	Praca	Uczeń: • definiuje pojęcie pracy • oblicza pracę siły na danej drodze	Czy stojący nieruchomo na warcie żołnierz wykonuje pracę? Czy wykonana praca może być ujemna?	3.1)
2.	Energia kinetyczna i potencjalna	Uczeń: • definiuje pojęcia energii kinetycznej oraz potencjalnej • oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym	Czy z faktu, że prędkość jest względna wynika, że wartość energii kinetycznej też jest względna? Co trzeba zrobić żeby zmienić energię mechaniczną ciała? Czy energia potencjalna jest względna?	3.2)
3.	Moc i sprawność	Uczeń: • definiuje pojęcie mocy • definiuje pojęcie sprawności • oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność	Jaki jest związek maksymalnej prędkości, jaką może osiągnąć samochód, z mocą jego silnika? Czy można zbudować perpetuum mobile? Dlaczego sprawność jest zawsze mniejsza od zera	3.4)
4.	Zasada zachowania energii mechanicznej	Uczeń: • wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu	Co to znaczy, że energia nie znika? Jaki jest fizyczny sens powiedzenia „W przyrodzie nic nie ginie”?	3.3)
5.	Zderzenia sprężyste i niesprężyste	Uczeń: • stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych	Co się dzieje z energią podczas zderzeń? Czy energia mechaniczna jest zawsze zachowana?	3.5)



GRAWITACJA				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowa
1.	Prawa Keplera	Uczeń: - charakteryzuje ewolucje poglądów na budowę Wszechświata - podaje prawa Keplera - oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych	Czy Kopernik mógł udowodnić, że jego teoria budowy Wszechświata jest prawdziwa? Dlaczego najlepszy obserwator nieba ery przedteleskopowej uważał, że Kopernik się myli? Czy satelity krążące wokół Ziemi spełniają III prawo Keplera?	4.8)
2.	Prawo powszechnego ciążenia	Uczeń: - formuluje prawo powszechnego ciążenia - wyjaśnia na czym polega „powszechność” prawa grawitacji - wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi - oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie danych na temat ruchu jego satelity	Czy w kosmosie działa grawitacja? Czy Księżyc „spada” na Ziemię? W jaki sposób wyznaczono masę Ziemi?	4.1) 4.9)
3.	Pole grawitacyjne (jednorodne i centralne)	Uczeń: - rysuje linie pola grawitacyjnego - rozdziela pole jednorodne od pola centralnego - oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego - wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem	Czy pojęcie „pole” w fizyce ma coś wspólnego z powierzchnią? Czy istnieje model, który zakłada, że Ziemia jest płaska? Co to znaczy, że pole grawitacyjne jest centralne? Co przyspieszenie ziemskie ma wspólnego z natężeniem pola grawitacyjnego?	4.2) 4.3) 4.4)
4.	Energia potencjalna grawitacji	Uczeń: - definiuje energię potencjalną w centralnym polu grawitacyjnym - oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej	Czy energia potencjalna może mieć wartość ujemną? W którym miejscu wartość energii potencjalnej pola grawitacyjnego Ziemi osiąga wartość maksymalną? Czy zero może być maksymalną wartością energii? Co to znaczy, że pole jest zachowawcze?	4.5)
5.	Prędkości kosmiczne	Uczeń: - wyjaśnia pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej - oblicza wartości prędkości kosmicznych dla różnych ciał niebieskich - oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi	Czy istnieje minimalna prędkość, jaką należy nadać pojazdowi, aby bez napędu okrążył Ziemię? Czy istnieje minimalna prędkość, z jaką można lecieć na Księżyc?	4.6) 4.7)



TERMODYNAMIKA				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowe
1.	Bilans cieplny	Uczeń: - opisuje przepływ ciepła między ciałami - wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego w analizie bilansu cieplnego - stosuje pierwszą zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła	Czy zasadę zachowania energii można stosować do bilansu cieplnego? Czym różni się przekazywanie energii w formie pracy od przekazywania energii w formie ciepła? Ile dżuli jest w jednej kcal?	5.12) 5.5) 5.7)
2.	Przemiany fazowe	Uczeń: - charakteryzuje zmiany stanu skupienia materii - odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy - wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego	Czy woda zawsze wrze w temperaturze 100°C? Czy można ochłodzić wodę do temperatury poniżej 0°C? Czy w trakcie krzepnięcia cieczy wydzielą się ciepło?	5.11)
3.	Model gazu doskonałego	Uczeń: - wyjaśnia założenia gazu doskonałego - stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu - opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek	Czy istnieje gaz doskonały? Skąd się „bierze” ciśnienie gazu? Jaki wpływ na ruchliwość cząsteczek gazu ma jego temperatura?	5.1) 5.4)
4.	Przemiany gazowe	Uczeń: - opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną - interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego - oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej - posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych	Kiedy gaz może wykonać pracę? Czy możliwe jest sprężenie gazu w taki sposób, aby nie wzrosła jego temperatura? Czy możliwe jest sprężenie gazu w taki sposób, aby nie wzrosło jego ciśnienie?	5.2) 5.3) 5.6) 5.7)
5.	I zasada termodynamiki	Uczeń: analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii	Jakie są dwa rodzaje sposobów ogrzania zimnych dłoni? Skoro podczas wykonywania pracy często wydzielą się ciepło, to czy również po ogrzaniu ciała można uzyskać pracę?	5.8)
6.	Cykle termodynamiczne	Uczeń: - analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, - oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę	Jak działa silnik cieplny? Dlaczego sprawność silników spalinowych jest z reguły niższa od 50%? W jakich warunkach ciepło przepływa od ciała o temperaturze niższej do ciała o temperaturze wyższej?	5.10)
7.	II zasada termodynamiki	Uczeń: interpretuje drugą zasadę termodynamiki	Co wspólnego z II zasadą termodynamiki mają trudności z utrzymaniem porządku w szufladzie ze skarpetkami? Dlaczego uczciwie tasując talię kart, nie można jej uporządkować kolorami? Dlaczego ciepło samoistnie nie przepływa od ciała o temperaturze niższej do ciała o temperaturze wyższej?	5.9)



RUCH HARMONICZNY I FALE MECHANICZNE				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowe
1.	Ruch drgający prosty	Uczeń: • analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych) • podaje przykłady harmonicznego ruchu • oblicza energię potencjalną sprężystości • oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie • interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym	Czy ruch drgający ze stałą amplitudą jest ruchem jednostajnym? Jakie są własności siły powodującej ruch drgający? Co w przyrodzie zmienia się zgodnie z funkcją sinus?	6.1) 6.2) 6.3) 6.4)
2.	Wahadło matematyczne	Uczeń: • oblicza okres drgań wahadła matematycznego	Czy istnieje ciało, które można nazwać wahadłem matematycznym? W jaki sposób za pomocą wahadła matematycznego stwierdzić ruch wirowy Ziemi? Kto pierwszy i w jakich okolicznościach odkrył, że okres wahadła matematycznego nie zależy od masy?	6.3)
3.	Przemiany energii w ruchu harmonicznym	Uczeń: • stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym • opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w ruchu drgającym	Co to znaczy, że energia się „przemienia”? Dla jakiej amplitudy wartości energii kinetycznej oraz potencjalnej są sobie równe?	6.7)
4.	Drgania wymuszone. Rezonans	Uczeń: • opisuje drgania wymuszone • opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach	Dlaczego zawalił się most Tacoma Narrows? Jak wielka siła jest potrzebna do rozbijania dzwonu Zygmunta? Dlaczego podczas postoju na przystanku w niektórych autobusach dzwonią szyby?	6.5) 6.6)
5.	Płaska fala harmoniczna	Uczeń: • charakteryzuje mechanizm rozchodzenia się fali mechanicznej • odróżnia fale poprzeczne od podłużnych • stosuje w obliczeniach związki między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością • opisuje załamanie fali na granicy ośrodków	Czym się różni fala poprzeczna od podłużnej? Czy w kosmosie może rozchodzić się dźwięk? Czy w ruchu falowym cząsteczki ośrodka przemieszczają się wraz z rozchodzeniem się fali?	6.8) 6.9)
6.	Dyfrakcja i interferencja fal	Uczeń: • opisuje zjawisko interferencji • wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego • wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa	Co musi się stać, aby z fali płaskiej powstała kołowa? Czy fale zawsze rozchodzą się po linii prostej?	6.10) 6.11)
7.	Fale stojące	Uczeń: • opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwnie • opisuje fizyczne podstawy wytwarzania dźwięków przez instrumenty muzyczne	Co to znaczy, że fala jest stojąca? W jaki sposób instrumenty muzyczne emitują dźwięki? Jaką rolę pełni pudło rezonansowe w gitarze klasycznej?	6.12)
8.	Dźwięki	Uczeń: • charakteryzuje wielkości opisujące dźwięk	Czym się różni infradźwięk od ultradźwięku? Czy wartość prędkości rozchodzenia się dźwięku w powietrzu zależy od jego częstotliwości? Czy można to sprawdzić bez skomplikowanej aparatury? Czy wrażenie słuchowe jest proporcjonalne do natężenia dźwięku?	
9.	Efekt Dopplera	Uczeń: • opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora	Co radary do pomiaru prędkości mają wspólnego z dźwiękiem? Czy efekt Dopplera można zarejestrować za pomocą narządu słuchu?	6.13)



POLE ELEKTRYCZNE				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowe
1.	Prawo Coulomba	Uczeń: - opisuje sposoby elektryzowania ciał - stosuje zasadę zachowania ładunku do opisu zjawisk elektryzowania ciał - podaje prawo Coulomba - wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi	Jak muszą przepływać ładunki, aby ciało zostało naładowane dodatnio? Czy podczas elektryzowania ciał powstają ładunki elektryczne? Co prawo Coulomba ma wspólnego z prawem grawitacji?	7.1)
2.	Pole elektryczne	Uczeń: - posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego - oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punkтового - analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków - wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego - przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola - opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya	Jak graficznie przedstawić pole elektryczne? Czym różni się pole jednorodne od centralnego? Jak porównać pola elektryczne pochodzące od różnych ładunków? Jak działa piorunochron? Jak sprawić, aby telefon komórkowy stracił zasięg?	7.2) 7.3) 7.4) 7.5) 7.6) 7.12)
3.	Energia potencjalna pola elektrycznego	Uczeń: - definiuje energię potencjalną w polu elektrycznym - oblicza zmiany energii potencjalnej pola elektrycznego i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej - porównuje pole grawitacyjne oraz elektryczne	Czy energia potencjalna może mieć wartość ujemną? W którym miejscu wartość energii potencjalnej pola elektrycznego osiąga wartość maksymalną? Czy zero może być maksymalną wartością energii potencjalnej? Co to znaczy, że pole jest zachowawcze?	
4.	Ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym	Uczeń: analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym	Jakie są podobieństwa między jednorodnymi polami elektrycznymi i grawitacyjnymi? Co rozpędza elektrony w kineskopach?	7.11)
5.	Pojemność elektryczna	Uczeń: - posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej - zapisuje jednostki pojemności	Czy można wlać 2 litry wody do butelki o pojemności 1 litra? I co to ma wspólnego z elektrycznością? Jak jest pojemność elektryczna Ziemi?	7.8)
6.	Kondensatory	Uczeń: - opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami - oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne - oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora	Jak zbudować urządzenie do gromadzenia ładunków? Dlaczego większość wyładowań atmosferycznych zachodzi wewnątrz chmury burzowej? Czy ładowanie kondensatora podlega zasadzie zachowania energii?	7.7) 7.9) 7.10)



PRĄD STAŁY				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowe
1.	Ogniwa jako źródła prądu stałego	Uczeń: • wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego	Jak zbudować źródła prądu? Skąd bierze się energia w baterii?	8.1)
2.	Opór przewodnika	Uczeń: • oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne • rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma	Jak zmierzyć opór przewodnika, dysponując woltomierzem i amperomierzem? Czy opór przewodnika zależy od napięcia na jego końcach?	8.2) 8.3)
3.	Obwody prądu stałego	Uczeń: • stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych • oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle	Jak uzyskać opór 100Ω, dysponując opornikami o oporach 20Ω? Jak uzyskać opór 10Ω, dysponując opornikami o oporach 40Ω? Co to jest oczko obwodu?	8.4) 8.5)
4.	Przemiany energii podczas przepływu prądu elektrycznego	Uczeń: • oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze	Czy w obwodach elektrycznych ma zastosowanie zasada zachowania energii? Czy prąd może wykonać pracę?	8.6)
5.	Wpływ temperatury na opór elektryczny	Uczeń: • opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników	Czy różni się przewodnik od półprzewodnika? Co się dzieje z elektronami swobodnymi w przewodniku wraz ze wzrostem temperatury?	8.7)

MAGNETYZM, INDUKCJA MAGNETYCZNA				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowe
1.	Pole magnetyczne i jego źródła	Uczeń: • szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem • oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem • opisuje wpływ materiałów na pole magnetyczne; • opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych	Czy wszystkie planety wytwarzają pole magnetyczne? Co jest źródłem pola magnetycznego? Czy pole magnetyczne jest podobne do pola elektrycznego?	9.1) 9.2) 9.4) 9.5)
2.	Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym	Uczeń: • charakteryzuje siłę Lorentza • analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym	Jak „zobaczyć” niewidzialne elektrony? W jaki sposób pole magnetyczne oddziałuje na elektrony?	9.2)
3.	Siła elektrodynamiczna. Silniki elektryczne	Uczeń: • analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym • opisuje zasadę działania silnika elektrycznego	Czy na elektrony poruszające się w przewodniku z prądem działa siła Lorentza? Jak zbudowany jest silnik elektryczny?	9.6) 9.7)



MAGNETYZM, INDUKCJA MAGNETYCZNA				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowe
4.	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	Uczeń: • oblicza strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię • analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym • oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej • stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego	Gdy w zwojnicy płynie prąd elektryczny, to wokół niej powstaje pole magnetyczne. Czy można polem magnetycznym sprawić, aby w zwojnicy popłynął prąd? Co jest warunkiem powstania prądów indukcyjnych? Skąd wiadomo, w którą stronę płynie prąd indukcyjny?	9.8) 9.9) 9.10) 9.11)
5.	Prądnica prądu przemiennego	Uczeń: • opisuje budowę i zasadę działania prądnicy	Skąd się bierze prąd elektryczny w prądnicy? Czy powstawanie prądu w prądnicy jest zgodne z zasadą zachowania energii? Dlaczego uruchomienie dynamy rowerowego powoduje konieczność dodatkowego wysiłku?	9.12)
6.	Prąd przemienny. Transformator	Uczeń: • opisuje prąd przemienny • opisuje zjawisko samoindukcji • opisuje fizyczne podstawy działania transformatora	Co to znaczy, że prąd jest przemienny? Dlaczego niektóre transformatory „buczą”? Czy istnieje transformator na prąd stały?	9.13) 9.14)
7.	Dioda jako prostownik	Uczeń: • charakteryzuje budowę diody • opisuje działanie diody jako prostownika	Z czego zbudowana jest dioda? Na czym polega „wyprostowanie” prądu przemiennego?	9.15)

OPTYKA I KWANTY PROMIENIOWANIA				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowe
1.	Widmo fal elektromagnetycznych	Uczeń: • opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowań • opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła	Jak zmierzyć wartość prędkości światła? Co promieniowanie ultrafioletowe ma wspólnego z fotoradarami?	10.1) 10.2)
2.	Odbicie i załamanie światła	Uczeń: • stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków • opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny	Kiedy światło się odbija, a kiedy załamuje? Dlaczego nie można zobaczyć dna płytkiego, czystego jeziora (w pewnej odległości od punktu obserwacji)? Czy ryba może zobaczyć człowieka stojącego nad wodą, gdy człowiek widzi tę rybę? Jak działa światłowód?	10.6) 10.7)
3.	Optyka geometryczna	Uczeń: • rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających • stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów	Co to znaczy, że obraz jest pozorny? Czy może być obraz rzeczywisty nieodwrócony? Jak to się dzieje, że widzimy świat „normalnie”, skoro na siatkówce oka powstaje obraz odwrócony?	10.8) 10.9)



OPTYKA I KWANTY PROMIENIOWANIA				
	Hasła programowe	Cele lekcji, czyli co uczeń będzie potrafił po lekcji	Pytania wprowadzające do lekcji, czyli jak zachęcić ucznia do aktywnego udziału w lekcji	Podst. programowe
4.	Optyka falowa (interferencja, dyfrakcja i polaryzacja)	Uczeń: - opisuje doświadczenie Younga - wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej - opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator	Dlaczego w niektórych okularach przeciwsłonecznych nie można odczytać wiadomości na ekranie telefonu komórkowego? Skąd się bierze tęcza na płycie CD? Jak zmierzyć długość fali światła, używając linijki?	10.3) 10.4) 10.5)
5.	Kwantowy model światła	Uczeń: - opisuje założenia kwantowego modelu światła - stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali	Światło to fale czy cząstki? Co to jest foton?	11.1) 11.2)
6.	Zjawisko fotoelektryczne	Uczeń: - Wyjaśnia, na czym polega zjawisko fotoelektryczne - stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego - wyjaśnia zasadę działania fotokomórki	Czy można naelektryzować elektroskop światłem? Jak działa fotokomórka? Jak działają panele słoneczne?	11.2)
7.	Promieniowanie rentgenowskie	Uczeń: - opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego - opisuje przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego	Jak działa lampa rentgenowska? Jak zobaczyć wnętrze ręki bez operacji chirurgicznej?	11.4)
8.	Fale materii	Uczeń: określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek	Czy elektron to cząstka, czy fala? Czy rozpędzona piłka tenisowa też ma własności falowe?	11.5)
9.	Emisja i absorpcja promieniowania przez atomy	Uczeń: - opisuje model budowy atomu - stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy	Czy można zbadać skład chemiczny powietrza bez odczynników chemicznych? Dlaczego atomy tego samego pierwiastka emitują i pochłaniają promieniowanie na tych samych długościach fal? Co się dzieje z elektronem podczas emisji promieniowania przez atom?	11.3)

4. Sposoby osiągania celów kształcenia i wychowania

Realizując program, można korzystać z dostępnych podręczników do nauczania fizyki. W momencie pisania programu dostępna były pierwsza część jednego podręcznika do fizyki dla szkół ponadgimnazjalnych – kształcenie w zakresie rozszerzonym:

A. Zrozumieć fizykę, M. Braun, K. Byczuk, A. Seweryn-Byczuk, E. Wójtowicz, Wydawnictwo Nowa Era

Gdy otrzymam inne podręczniki, to uzupełnię ostatnie kolumny w tabelach. – na razie ich nie ma. Żaden podręcznik w całości nie uzyskał akceptacji MEN do użytku szkolnego (są dostępne tylko pierwsze ich części).

RUCH PUNKTU MATERIALNEGO				
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK	Tematy w podręcznikach
1.	Względność ruchu	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Wypowiedzi własne uczniów	Animacja ilustrująca działania na wektorach	A. Temat 1.3, str. 13
2.	Kinematyka ruchów prostoliniowych	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Praca z komputerem - Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Badanie ruchu jednostajnego oraz jednostajnie zmiennego	- Wideopomiary – analiza parametrów ruchu na podstawie komputerowej obróbki obrazu - Użycie arkusza kalkulacyjnego do opracowywania wyników pomiarów - Symulacje komputerowe: zmiana wielkości fizycznych opisujących ruch jednostajny oraz jednostajnie zmienny	A. Tematy 1.4 – 1.10, str. 18-57
3.	Zasady dynamiki Newtona	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Praca z komputerem - Doświadczenia pokazowe - Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Wyznaczanie wartości przyspieszenia pod wpływem działającej siły	- Symulacje komputerowe: nieinercjalne układy odniesienia - Materiały ilustracyjne: zasady dynamiki - Użycie arkusza kalkulacyjnego do opracowywania wyników pomiarów	A. Tematy 2.1 – 2.4 str. 92-116, 2.7, str. 129
4.	Zasada zachowania pędu	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Praca z komputerem - Doświadczenia pokazowe	- Wykład multimedialny – Zastosowanie zasady zachowania pędu do napędu - Materiały ilustracyjne: animacja flash – zjawisko odrzutu - Użycie arkusza kalkulacyjnego do opracowywania wyników pomiarów	A. Temat 3.5, str. 171
5.	Tarcie i opory ruchu	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Praca z komputerem - Doświadczenia pokazowe - Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Wyznaczanie współczynnika tarcia	- Symulacje komputerowe: wpływ tarcia na ruch - Materiały ilustracyjne: filmy wideo na temat tarcia - Użycie arkusza kalkulacyjnego do opracowywania wyników pomiarów	A. Temat 2.5, str. 117



RUCH PUNKTU MATERIALNEGO				
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK	Tematy w podręcznikach
6.	Ruch ciał w dwóch wymiarach	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Praca z komputerem - Doświadczenia pokazowe - Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Badanie rzutu poziomego	- Materiały ilustracyjne: filmy wideo z zarejestrowanymi rzutami, rozkład prędkości w rzucie poziomym, - Program komputerowy typu wideopomiary - Użycie arkusza kalkulacyjnego do opracowywania wyników pomiarów	A. Tematy 1.11 – 1.14 str. 58-74
7.	Ruch jednostajny po okręgu	- Wykład wprowadzający - Praca w grupach oraz indywidualna - Praca z komputerem - Doświadczenia pokazowe	Materiały ilustracyjne: wielkości fizyczne w ruchu jednostajnym po okręgu	A. Tematy 1.15, 1.16 str. 75-82, temat 2.6, str. 124

Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Samodzielne opracowywanie symulacji ilustrujących zasady dynamiki,
- Korzystanie z oprogramowania typu wideopomiary do opracowywania sfilmowanych zjawisk ruchu (doświadczeń oraz obserwacji zjawisk w przyrodzie i technice).

MECHANIKA BRYŁY SZTYWNEJ				
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK	Tematy w podręcznikach
1.	Wielkości opisujące bryłę sztywną	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna	- Materiały ilustracyjne: masa a moment bezwładności - Materiały ilustracyjne: wielkości fizyczne w ruchu obrotowym	A. Temat 4.1, str. 190,
2.	Równowaga brył sztywnych	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Doświadczenia pokazowe	- Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: warunki równowagi bryły sztywnej - Materiały ilustracyjne: grafika – warunek równowagi bryły sztywnej - Materiały ilustracyjne: wyznaczania środka masy	A. Temat 4.1, str. 190, temat 4.2., str. 199
3.	Ruch obrotowy bryły sztywnej	- Wykład wprowadzający - Praca w grupach oraz indywidualna - Praca z komputerem - Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Doświadczalne wyznaczanie wartości momentu bezwładności	- Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: ruch obrotowy pod wpływem momentu sił - Materiały ilustracyjne: wykresy prędkości, przyspieszania w ruchu obrotowym - Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów	A. Temat 4.5, str. 216,
4.	Zasada zachowania momentu pędu	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Doświadczenia pokazowe	- Wykład multimedialny: Zasada zachowania momentu pędu w technice, sporcie i przyrodzie - Materiały ilustracyjne: animacja – zasada zachowania momentu pędu	A. Temat 4.5, str. 216,
5.	Energia kinetyczna ruchu obrotowego	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Doświadczenia pokazowe	- Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: energia w ruchu obrotowym - Filmy z doświadczeniami fizycznymi: Przemiany energii w ruchu obrotowym - Materiały ilustracyjne: animacja – przemiany energii podczas staczania się bryły z równi	A. Temat 4.4, str. 210,



Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Samodzielne opracowywanie symulacji ilustrujących zasady dynamiki ruchu obrotowego,
- Korzystanie z oprogramowania typu wideopomiary do opracowywania sfilmowanych zjawisk ruchu obrotowego (doświadczeń oraz obserwacji zjawisk w przyrodzie i technice).

ENERGIA MECHANICZNA				
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK	Tematy w podręcznikach
1.	Praca	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna	Materiały ilustracyjne: animacja – praca stałej siły	A. Temat 3.1, str. 148,
2.	Energia kinetyczna i potencjalna	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Doświadczenia pokazowe	- Materiały ilustracyjne: grafika – co to jest energia? - Materiały ilustracyjne: animacja – praca przyczyną zmiany energii	A. Temat 3.3, str. 159, temat 3.2, str. 153,
3.	Moc i sprawność	- Wykład wprowadzający - Praca w grupach oraz indywidualna - Praca z komputerem - Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Badanie sprawności kołowrotu	- Materiały ilustracyjne: film z doświadczenia – Wyznaczanie sprawności kołowrotu - Materiały ilustracyjne: grafika – sprawność urządzenia - Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów	A. Temat 3.1, str. 148,
4.	Zasada zachowania energii mechanicznej	- Wykład wprowadzający - Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi - Praca w grupach oraz indywidualna - Doświadczenia pokazowe	- Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Zasada zachowania energii w maszynach prostych - Materiały ilustracyjne: animacja – zasada zachowania energii - Wykład multimedialny: Maszyny proste	A. Temat 3.3, str. 159,
5.	Zderzenia sprężyste i niesprężyste	- Wykład wprowadzający - Praca w grupach oraz indywidualna - Praca z komputerem - Doświadczenia pokazowe	Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Zderzenia sprężyste i niesprężyste	A. Temat 3.6, str. 176,



Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Samodzielne opracowywanie symulacji ilustrujących przemiany energii mechanicznej,
- Korzystanie z oprogramowania typu wideopomiary do opracowywania sfilmowanych zderzeń sprężystych i niesprężystych (doświadczeń oraz obserwacji zjawisk w przyrodzie i technice).

GRAWITACJA			
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK
1.	Prawa Keplera	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Prawa Keplera • Materiały ilustracyjne: grafika – prawa Keplera • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczania parametrów orbit z III prawa Keplera
2.	Prawo powszechnego ciążenia	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: badanie ruchów ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym	• Materiały ilustracyjne: grafika – prawo powszechnego ciążenia • Materiały ilustracyjne: grafika – wyznaczanie masy ciała niebieskiego • Filmy z doświadczeniami: Analiza rzutów w jednorodnym polu grawitacyjnym • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
3.	Pole grawitacyjne (jednorodne i centralne)	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Materiały ilustracyjne: grafika – natężenie pola grawitacyjnego • Materiały ilustracyjne: animacja – linie pola grawitacyjnego
4.	Energia potencjalna grawitacji	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Energia potencjalna grawitacji • Materiały ilustracyjne: grafika – energia potencjalna w polu grawitacyjnym
5.	Prędkości kosmiczne	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Satelita stacjonarny • Materiały ilustracyjne: animacja – prędkości kosmiczne • Wykład multimedialny: Historia podboju kosmosu

Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Samodzielne opracowywanie symulacji ilustrujących ruch obiektów w polu grawitacyjnym,
- Śledzenie położenia satelitów za pomocą odpowiednich aplikacji,
- Wyszukiwanie i obróbka informacji na temat historii podboju kosmosu.

TERMODYNAMIKA			
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK
1.	Bilans cieplny	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenia pokazowe	• Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
2.	Przemiany fazowe	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: wyznaczanie ciepła topnienia lodu	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: przemiany fazowe • Materiały ilustracyjne: grafika • Materiały ilustracyjne: animacja – wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia • Filmy z doświadczeniami fizycznymi: Przemiany fazowe • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
3.	Model gazu doskonałego	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych • Materiały ilustracyjne: grafika • Materiały ilustracyjne: animacja – model gazu doskonałego
4.	Przemiany gazowe	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Badanie przemiany izotermicznej	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: przemiany gazowe • Materiały ilustracyjne: grafika – wykresy przemian gazowych • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
5.	I zasada termodynamiki	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: animacje i grafiki wyszukane w Internecie
6.	Cykle termodynamiczne	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: cykle termodynamiczne • Materiały ilustracyjne: grafika – wykresy przebiegu cykli termodynamicznych • Materiały ilustracyjne: grafika – schemat przepływu energii w silnikach cieplnych • Materiały ilustracyjne: grafika – schemat przepływu energii w pompach cieplnych • Wykład multimedialny: Zastosowanie cykli termodynamicznych (silniki i chłodziarki)
7.	II zasada termodynamiki	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: animacja – wzrost stopnia nieuporządkowania układu wielu elementów

Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Samodzielne opracowywanie symulacji ilustrujących przemiany gazowe,
- Wyszukiwanie i opracowywanie informacji na temat wpływu budowy silników cieplnych na rozwój cywilizacji,
- Samodzielne opracowywanie symulacji ilustrujących zachowanie układu bardzo wielu elementów.

RUCH HARMONICZNY I FALE MECHANICZNE			
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK
1.	Ruch drgający prosty	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Wyznaczanie wartości stałej sprężystości sprężyny	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: ruch ciężarka na sprężynie • Materiały ilustracyjne: grafika – rozkład sił działających na ciało poruszające się ruchem harmonicznym • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
2.	Wahadło matematyczne	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: ruch wahadła matematycznego • Materiały ilustracyjne: grafika – rozkład sił działających na wahadło matematyczne • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
3.	Przemiany energii w ruchu harmonicznym	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: animacja – przemiany energii w ruchu harmonicznym • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
4.	Drgania wymuszone. Rezonans	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: animacja – rezonans mechaniczny
5.	Płaska fala harmoniczna	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenia pokazowe	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: fala mechaniczna • Filmy z doświadczeniami fizycznymi: Zjawiska falowe (załamanie i odbicie fal na powierzchni wody) • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń oraz wykonywania wykresów fal
6.	Dyfrakcja i interferencja fal	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: grafika – dyfrakcja fal • Materiały ilustracyjne: grafika – interferencja fal • Materiały ilustracyjne: grafika – polaryzacja fal • Filmy z doświadczeniami fizycznymi: Zjawiska falowe (interferencja, dyfrakcja)
7.	Fale stojące	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: animacja – powstawanie fal stojących • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
8.	Dźwięki	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Wyznaczanie wartości prędkości dźwięku w powietrzu	• Materiały ilustracyjne: grafika – zakres słyszalności ludzkiego ucha • Wykład multimedialny: Fizyczne podstawy emisji dźwięków przez instrumenty muzyczne
9.	Efekt Dopplera	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: animacja – efekt Dopplera

Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Samodzielne opracowywanie symulacji ilustrujących zjawisko dudnienia,
- Wyszukiwanie i opracowywanie informacji na temat fizycznych podstaw działania instrumentów muzycznych.

POLE ELEKTRYCZNE			
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK
1.	Prawo Coulomba	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: grafika – zasada zachowania ładunku • Materiały ilustracyjne: animacja – zasada zachowania ładunku podczas elektryzowania ciał
2.	Pole elektryczne	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: pole elektryczne, rozkład ładunku • Materiały ilustracyjne: grafika – linie pola elektrycznego • Materiały ilustracyjne: animacja – wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków • Filmy z doświadczeniami fizycznym: Pole elektryczne • Wykład multimedialny: Zjawiska elektryczne w przyrodzie i technice (dlaczego nie udaje się wykorzystać energii zgromadzonej w chmurach burzowych)
3.	Energia potencjalna pola elektrycznego	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem	• Materiały ilustracyjne: grafika – siły w polu elektrycznym • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
4.	Ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym • Materiały ilustracyjne: grafika – siły w polu elektrycznym • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
5.	Pojemność elektryczna	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe,	• Materiały ilustracyjne: grafika – praca potrzebna do naładowania kondensatora • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
6.	Kondensatory	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Badanie rozładowania kondensatora	• Materiały ilustracyjne: animacja – model kondensatora płaskiego • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów

Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Samodzielne opracowywanie symulacji ilustrujących ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym,
- Matematyczny opis pola elektrycznego pochodzącego od układu ładunków,
- Porównanie własności pól grawitacyjnego oraz elektrycznego.

Prąd stały			
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK
1.	Ogniwa jako źródła prądu stałego	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: źródło prądu stałego • Materiały ilustracyjne: grafika – przemiany energii podczas przepływu prądu • Materiały ilustracyjne: animacja – mechanizm przepływu prądu
2.	Opór przewodnika	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej opornika	• Materiały ilustracyjne: grafika – opór elektryczny w zależności od rozmiarów przewodnika, wykresy charakterystyki prądowo-napięciowej • Materiały ilustracyjne: animacja – opory zastępcze • Filmy z doświadczeniami fizycznymi: Tworzenie charakterystyki prądowo-napięciowej • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
3.	Obwody prądu stałego	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: prawa Kirchhoffa, obwody prądu stałego • Materiały ilustracyjne: grafika – schematy obwodów prądu stałego, • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
4.	Przemiany energii podczas przepływu prądu elektrycznego	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Wykład multimedialny: Przemiany energii w obwodach prądu stałego • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
5.	Wpływ temperatury na opór elektryczny	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: animacja – wpływ temperatury na opór



Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Matematyczny opis obwodów prądu stałego.

Magnetyzm, indukcja magnetyczna			
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK
1.	Pole magnetyczne i jego źródła	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: animacja – pole magnetyczne wokół różnych źródeł • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
2.	Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenia pokazowe	• Materiały ilustracyjne: animacja – ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym • Filmy z doświadczeniami fizycznymi: Działanie pola magnetycznego na cząstkę, • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
3.	Siła elektrodynamiczna. Silniki elektryczne	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Badanie siły elektrodynamicznej	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Silnik elektryczny na prąd stały • Materiały ilustracyjne: animacja – działanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem • Filmy z doświadczeniami fizycznymi: Działanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
4.	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Kierunki prądów indukcyjnych • Materiały ilustracyjne: grafika – strumień indukcji magnetycznej • Wykład multimedialny: Od Faradaya do elektrowni jądrowych
5.	Prądnica prądu przemiennego	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Doświadczenia pokazowe	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Prądnica prądu przemiennego i stałego • Materiały ilustracyjne: grafika – prąd przemienny
6.	Prąd przemienny. Transformator	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Badanie przekładni transformatora	• Materiały ilustracyjne: grafika – zasada działania transformatora • Materiały ilustracyjne: animacja – powstawanie prądów indukcyjnych • Materiały ilustracyjne: grafika – zjawisko samoindukcji • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
7.	Dioda jako prostownik	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Materiały ilustracyjne: grafika – prostownicze działanie diody

Propozycje aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Samodzielne opracowywanie symulacji ilustrujących ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym,
- Matematyczny opis pola magnetycznego powstającego wokół różnych źródeł,
- Budowa modeli silników elektrycznych oraz modeli prądnic.

Optyka i kwanty promieniowania			
	Hasła programowe	Propozycje metod nauczania	Propozycje wykorzystania zasobów multimedialnych oraz TIK
1.	Widmo fal elektromagnetycznych	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Materiały ilustracyjne: grafika – widmo fal elektromagnetycznych • Materiały ilustracyjne: animacja – metoda pomiaru prędkości światła • Wykład multimedialny: Wykorzystanie fal elektromagnetycznych w diagnostyce oraz leczeniu,
2.	Odbicie i załamanie światła	• Wykład wprowadzający • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Wyznaczanie wartości współczynnika załamania	• Materiały ilustracyjne: grafika – zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, światłowód • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
3.	Optyka geometryczna	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Wyznaczanie ogniskowej soczewki skupiającej	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Ława optyczna • Materiały ilustracyjne: grafika – powstawanie obrazów w zwierciadłach i soczewkach • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
4.	Optyka falowa (interferencja, dyfrakcja i polaryzacja)	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi, • Praca w grupach oraz indywidualna • Praca z komputerem • Doświadczenie wykonywane przez uczniów: Wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Doświadczenia Younga • Materiały ilustracyjne: grafika – mechanizm zjawiska polaryzacji • Filmy z doświadczeniami fizycznymi: Dyfrakcja światła • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników pomiarów
5.	Kwantowy model światła	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Materiały ilustracyjne: animacja – kwantowy model światła,
6.	Zjawisko fotoelektryczne	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: zjawisko fotoelektryczne • Materiały ilustracyjne: animacja – zasada działania fotokomórki • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
7.	Promieniowanie rentgenowskie	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Komputerowe symulacje zjawisk fizycznych: Mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
8.	Fale materii	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Materiały ilustracyjne: animacja – fale de Broglie'a • Wykład multimedialny • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
9.	Emisja i absorpcja promieniowania przez atomy	• Wykład wprowadzający • Praca z tekstem oraz materiałami multimedialnymi • Praca w grupach oraz indywidualna	• Materiały ilustracyjne: animacja – mechanizm emisji promieniowania przez atomy • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do obliczeń



Proponujemy aktywności dla uczniów zdolnych oraz szczególnie zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności:

- Wyznaczenie wartości prędkości rozchodzenia się fali elektromagnetycznej za pomocą kuchenki mikrofalowej,
- Wykonanie symulacji doświadczeń wykonywanych za pomocą ławy optycznej,
- Wyznaczanie długości fal światła o różnych barwach,
- Fale czy cząstki – próba wyjaśnienia podstawowych efektów kwantowych (przykładowe formy realizacji: dyskusja, prezentacja multimedialna, symulacja),
- Rola fal elektromagnetycznych w diagnostyce oraz terapii (przykładowe formy realizacji: dyskusja, prezentacja multimedialna, symulacja).

5. Opis założonych osiągnięć ucznia

Opisane poniżej szczegółowe wymagania mają oczywiście przełożenie na stopnie szkolne. Można przyjąć, że uczeń który opanował około 50% wymagań podstawowych zasługuje na ocenę dopuszczającą. Ocenę dostateczną otrzyma uczeń, który przyswoił niemal w całości wymagania podstawowe. Gdy uczeń w pełni opanował wymagania podstawowe oraz około 50% wymagań ponadpodstawowych uzyska ocenę dobrą, natomiast uczeń, który w pełni opanował wymagania z poziomów podstawowego oraz ponadpodstawowego otrzyma ocenę bardzo dobrą.

Wymagania uzupełniające wskazują na umiejętności łączące fizykę oraz informatykę, pozwalające lepiej opanować materiał z obu przedmiotów.

Ruch punktu materialnego				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Względność ruchu	- wykonuje proste działania na wektorach - opisuje jakościowo ruch względem różnych układów odniesienia	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	analizuje animacje z działaniami na wektorach
2.	Kinematyka ruchów prostoliniowych	- oblicza prędkości względne dla ruchów względem siebie - sporządza wykresy zależności parametrów ruchu od czasu - odczytuje dane z wykresów zależności parametrów ruchu od czasu - doświadczalnie wyznacza wartość prędkości w ruchu jednostajnym - rozwiązuje proste zadania i problemy	- oblicza prędkości względne dla ruchów odbywających się prostopadle do siebie - oblicza parametry ruchu jednostajnego oraz jednostajnie zmiennego - doświadczalnie wyznacza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z oprogramowania typu wideopomiary do wyznaczania parametrów ruchu - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do sporządzania wykresów zależności parametrów ruchu od czasu - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
3.	Zasady dynamiki Newtona	- stosuje pojęcia: siła, siła wypadkowa, siła składowa, siła akcji, siła reakcji - formuluje zasady dynamiki Newtona - wyjaśnia pojęcie siły bezwładności - wykonuje doświadczenia ilustrujące zasady dynamiki Newtona - rozwiązuje proste zadania i problemy	- opisuje ruch jednostajny, korzystając z I zasady dynamiki - opisuje ruch jednostajnie zmienny, korzystając z II zasady dynamiki - opisuje zachowanie się ciał, korzystając z III zasady dynamiki - opisuje ruch w inercjalnym oraz nieinercjalnym układach odniesienia - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z oprogramowania typu wideopomiary do potwierdzenia słuszności zasad dynamiki - posługuje się animacjami do wyjaśniania zasad dynamiki - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do sporządzania wykresów zależności przyspieszenia od wartości siły wypadkowej
4.	Zasada zachowania pędu	- definiuje pęd ciała - formuluje zasadę zachowania pędu - opisuje zjawisko odrzutu - rozwiązuje proste zadania i problemy	- stosuje zasadę zachowania pędu do opisu ruchu ciał - doświadczalnie bada zderzenia ciał - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się animacjami do wyjaśniania zjawiska odrzutu - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
5.	Tarcie i opory ruchu	- zaznacza wektory sił tarcia na schematycznych rysunkach - definiuje współczynniki tarcia statycznego oraz kinetycznego - opisuje wpływ oporów na ruch - rozwiązuje proste zadania i problemy	- doświadczalnie wyznacza współczynniki tarcia - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z arkusza kalkulacyjnego do sporządzania wykresów zależności wartości siły tarcia od przyłożonej siły zewnętrznej - posługuje się symulacjami zjawiska tarcia



Ruch punktu materialnego				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
6.	Ruch ciał w dwóch wymiarach	- zaznacza wektory prędkości oraz sił na schematycznych rysunkach rzutu poziomego - opisuje siły działające podczas lotu swobodnego - rozwiązuje proste zadania i problemy	- oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego - analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego - doświadczalnie bada rzut poziomy oraz swobodny spadek ciała - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi opisującymi rzut poziomy - korzysta z oprogramowania typu wideopomiary do analizy rzutu poziomego
7.	Ruch jednostajny po okręgu	- zaznacza wektory prędkości, przyspieszenia oraz siły dośrodkowej na schematycznych rysunkach opisujących ruch po okręgu - opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego - charakteryzuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu po okręgu	- oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi opisującymi ruch po okręgu

Mechanika bryły sztywnej				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Wielkości opisujące bryłę sztywną	- rozdzieli pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna - zna granice stosowalności punktu materialnego oraz bryły sztywnej - rozdzieli pojęcia: masa i moment bezwładności	- stosuje twierdzenie Steinera do wyznaczania momentów bezwładności brył - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi opisującymi bryłę sztywną
2.	Równowaga brył sztywnych	- definiuje warunki równowagi bryły sztywnej - oblicza momenty sił - wyznacza położenie środka masy - rozwiązuje proste zadania i problemy	- analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi opisującymi równowagę bryły sztywnej - korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących równowagę bryły sztywnej,
3.	Ruch obrotowy bryły sztywnej	- opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy - zapisuje II zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego - rozwiązuje proste zadania i problemy	- analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących ruch obrotowy pod wpływem momentu sił
4.	Zasada zachowania momentu pędu	- definiuje pojęcie momentu pędu - rozwiązuje proste zadania i problemy	- stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi opisującymi zasadę zachowania momentu pędu
5.	Energia kinetyczna ruchu obrotowego	- definiuje pojęcie energii kinetycznej w ruchu obrotowym - rozwiązuje proste zadania i problemy	- uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących energię w ruchu obrotowym

Energia mechaniczna				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Praca	- definiuje pojęcie pracy - oblicza pracę siły na danej drodze - rozwiązuje proste zadania i problemy	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi opisującymi pracę stałej siły - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do sporządzania wykresów zależności siły od przesunięcia
2.	Energia kinetyczna i potencjalna	- definiuje pojęcia energii kinetycznej oraz potencjalnej - oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym - rozwiązuje proste zadania i problemy	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi opisującymi energie kinetyczną oraz potencjalną
3.	Moc i sprawność	- definiuje pojęcie mocy - definiuje pojęcie sprawności - oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z oprogramowania typu wideopomiary do opracowania doświadczenia ze sprawnością kołowrotu - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia
4.	Zasada zachowania energii mechanicznej	wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących zasadę zachowania energii
5.	Zderzenia sprężyste i niesprężyste	stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących zderzenia

Grawitacja				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Prawa Keplera	- charakteryzuje ewolucje poglądów na budowę Wszechświata - podaje prawa Keplera - rozwiązuje proste zadania i problemy	oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych	korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących prawa Keplera
2.	Prawo powszechnego ciążenia	- formułuje prawo powszechnego ciążenia, - wyjaśnia na czym polega „powszechność” prawa grawitacji - wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi	- oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie danych na temat ruchu jego satelity - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi opisującymi prawo powszechnego ciążenia - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
3.	Pole grawitacyjne (jednorodne i centralne)	- rysuje linie pola grawitacyjnego - rozdziela pole jednorodne od pola centralnego - oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego - wykonuje doświadczenie badające rzut w jednorodnym polu grawitacyjnym - rozwiązuje proste zadania i problemy	- wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia - posługuje się materiałami graficznymi opisującymi pole grawitacyjne



Grawitacja				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
4.	Energia potencjalna grawitacji	- definiuje energię potencjalną w centralnym polu grawitacyjnym - rozwiązuje proste zadania i problemy	- oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących energię potencjalną w polu grawitacyjnym - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
5.	Prędkości kosmiczne	- wyjaśnia pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej - oblicza wartości prędkości kosmicznych dla różnych ciał niebieskich	- oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- analizuje treść wykładu na temat historii podboju kosmosu - korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących ruch satelity stacjonarnego

Termodynamika				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Bilans cieplny	- charakteryzuje przepływ ciepła między ciałami - odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła - rozwiązuje proste zadania i problemy	- stosuje pierwszą zasadę termodynamiki - wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego w analizie bilansu cieplnego - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
2.	Przemiany fazowe	- charakteryzuje zmiany stanu skupienia materii - odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego - doświadczalnie wyznacza ciepło właściwe wody - rozwiązuje proste zadania i problemy	- wykorzystuje pojęcie ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego - analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy - doświadczalnie wyznacza ciepło topnienia lodu - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących przemiany fazowe - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia
3.	Model gazu doskonałego	- wyjaśnia założenia gazu doskonałego - zapisuje równanie Clapeyrona - opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek - rozwiązuje proste zadania i problemy	- stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu - wykorzystuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- analizuje animacje przedstawiające model gazu doskonałego - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
4.	Przemiany gazowe	- opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną - posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych - doświadczalnie bada przemianę izotermiczną - rozwiązuje proste zadania i problemy	- przedstawia wykresy przemian gazowych w układach współrzędnych p-V, p-T, V-T - interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego - oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących przemiany gazowe - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia

Termodynamika				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
5.	I zasada termodynamiki	• analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii • rozwiązuje proste zadania i problemy	• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
6.	Cykle termodynamiczne	• analizuje przedstawione cykle termodynamiczne • przedstawia schemat przepływu energii w silnikach cieplnych • oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę • rozwiązuje proste zadania i problemy	• analizuje fizyczne podstawy działania silników cieplnych • przedstawia cykl przemian gazowych w układzie współrzędnych p-V • przedstawia schemat przepływu energii w pompach cieplnych • stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących cykle termodynamiczne • posługuje się materiałami graficznymi opisującymi cykle termodynamiczne • korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
7.	II zasada termodynamiki	• podaje treść II zasady termodynamiki w odniesieniu do silników cieplnych	• posługuje się pojęciem entropii do formułowania II zasady termodynamiki • interpretuje drugą zasadę termodynamiki • stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących nieuporządkowanie układu wielu elementów

Ruch harmoniczny i fale mechaniczne				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Ruch drgający prosty	• podaje przykłady ruchu harmonicznego • posługuje się pojęciami okres, częstotliwość, amplituda • zapisuje wzory opisujące zmiany w czasie położenia, wartości prędkości oraz przyspieszenia w ruchu harmonicznym • podaje cechy siły powodującej ruch harmoniczny • rysuje na schematycznym rysunku siły działające na ciężarek zawieszony na sprężynie • wyznacza okres drgań ciała wykonującego ruch drgający prosty • doświadczalnie bada ruch drgający ciężarka zawieszonego na sprężynie • rozwiązuje proste zadania i problemy	• analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych) • interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym • stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących ruch ciężarka na sprężynie • korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia
2.	Wahadło matematyczne	• definiuje model wahadła matematycznego • zapisuje wyrażenia na okres drgań wahadła matematycznego • rysuje na schematycznym rysunku siły działające na wahadło matematyczne • doświadczalnie bada ruch wahadła matematycznego • rozwiązuje proste zadania i problemy	• wyprowadza wyrażenie na okres drgań wahadła matematycznego • stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących ruch wahadła matematycznego • korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia



Ruch harmoniczny i fale mechaniczne				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
3.	Przemiany energii w ruchu harmonicznym	- definiuje pojęcie energii potencjalnej sprężystości - stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym - opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w ruchu drgającym - rozwiązuje proste zadania i problemy	- sporządza wykres zmian energii potencjalnej i kinetycznej w ruchu drgającym - opisuje drgania gasnące i niegasnące - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi opisującymi przemiany energii w ruchu harmonicznym - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
4.	Drgania wymuszone. Rezonans	- opisuje drgania wymuszone - opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach - rozwiązuje proste zadania i problemy	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi opisującymi rezonans mechaniczny
5.	Płaska fala harmoniczna	- posługuje się pojęciami: długość fali, amplituda fali, częstotliwość fali, okres fali, prędkość fali - charakteryzuje mechanizm rozchodzenia się fali mechanicznej - odróżnia fale poprzeczne od podłużnych - opisuje załamanie fali na granicy ośrodków - rozwiązuje proste zadania i problemy	- zapisuje równanie płaskiej fali harmonicznej - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących mechanizm rozchodzenia się fali mechanicznej - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
6.	Dyfrakcja i interferencja fal	- opisuje jakościowo zjawisko interferencji - wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa	- wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi opisującymi dyfrakcję oraz interferencję
7.	Fale stojące	- opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwnie - rozwiązuje proste zadania i problemy	- opisuje fizyczne podstawy wytwarzania dźwięków przez instrumenty muzyczne - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	analizuje treść wykładu na temat fizycznych podstaw emisji dźwięków przez instrumenty muzyczne
8.	Dźwięki	- charakteryzuje wielkości opisujące dźwięk - rozwiązuje proste zadania i problemy	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
9.	Efekt Dopplera	- opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora - rozwiązuje proste zadania i problemy	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi opisującymi zjawisko Dopplera - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń

Pole elektryczne				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Prawo Coulomba	- opisuje sposoby elektryzowania ciał - stosuje zasadę zachowania ładunku do opisu zjawisk elektryzowania ciał, - podaje prawo Coulomba - rozwiązuje proste zadania i problemy	- wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi opisu oddziaływanie między ładunkami
2.	Pole elektryczne	- posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego - oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punkowego - przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola - wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego - rozwiązuje proste zadania i problemy	- analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków - opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, - wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących pole elektryczne - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń - analizuje treść wykładu na temat zjawisk elektrycznych w przyrodzie i technice (dlaczego nie udaje się wykorzystać energii zgromadzonej w chmurach burzowych?)
3.	Energia potencjalna pola elektrycznego	- definiuje energię potencjalną w polu elektrycznym - definiuje pojęcie zachowawczości pola - porównuje pole grawitacyjne oraz elektryczne - rozwiązuje proste zadania i problemy	- oblicza zmiany energii potencjalnej pola elektrycznego i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi opisującymi energię potencjalną w polu elektrycznym - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
4.	Ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym	- zaznacza na rysunku schematycznym wektory prędkości oraz siły działającej na naładowaną cząstkę w polu elektrycznym - porównuje rzut poziomy w jednorodnym polu grawitacyjnym z ruchem ładunku elektrycznego, którego prędkość początkowa była prostopadła do linii jednorodnego pola elektrycznego - rozwiązuje proste zadania i problemy	- analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
5.	Pojemność elektryczna	- posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej - zapisuje jednostki pojemności	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
6.	Kondensatory	- oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne - wyznacza pracę potrzebną do naładowania kondensatora - doświadczalnie bada krzywą rozładowania kondensatora - rozwiązuje proste zadania i problemy	- wyznacza pojemność zastępczą układu kondensatorów - opisuje matematycznie krzywą rozładowania kondensatora - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń



Prąd stały				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Ogniwa jako źródła prądu stałego	• wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa • wyjaśnia pojęcie oporu wewnętrznego • rozwiązuje proste zadania i problemy	• stosuje zasadę zachowania energii do opisu działania ogniwa • potrafi wykorzystać poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących źródło prądu stałego
2.	Opór przewodnika	• oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne • formułuje prawo Ohma • rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma • bada doświadczalnie charakterystykę prądowo-napięciową opornika, • rozwiązuje proste zadania i problemy	• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• posługuje się materiałami graficznymi opisującymi opór przewodnika • korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia
3.	Obwody prądu stałego	• formułuje prawo Kirchhoffa • oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle • rozwiązuje proste zadania i problemy	• stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych • stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących obwody prądu stałego • korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
4.	Przemiany energii podczas przepływu prądu elektrycznego	• formułuje prawo Joule'a – Lenza • oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu • rozwiązuje proste zadania i problemy	• oblicza moc rozproszoną na oporze, • oblicza sprawność ogniwa • stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących prawa Kirchhoffa • korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń • analizuje treść wykładu na temat przemian energii w obwodach prądu elektrycznego
5.	Wpływ temperatury na opór elektryczny	• opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników	• stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• posługuje się materiałami graficznymi opisującymi wpływ temperatury na opór

Magnetyzm, indukcja magnetyczna				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Pole magnetyczne i jego źródła	• szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem • oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem • opisuje wpływ materiałów na pole magnetyczne • rozwiązuje proste zadania i problemy	• opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych • stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• posługuje się materiałami graficznymi opisującymi pole magnetyczne wokół różnych źródeł • korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
2.	Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym	• charakteryzuje siłę Lorentza • zaznacza na schematycznym rysunku wektory prędkości oraz siły działającej na cząstkę naładowaną w polu magnetycznym • rozwiązuje proste zadania i problemy	• analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym • stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	• posługuje się materiałami graficznymi opisującymi ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym



Magnetyzm, indukcja magnetyczna				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
3.	Siła elektrodynamiczna. Silniki elektryczne	- zaznacza na schematycznym rysunku wektory prędkości oraz siły działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym - opisuje zasadę działania silnika elektrycznego - rozwiązuje proste zadania i problemy	- analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących fizyczne podstawy działania silnika elektrycznego - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
4.	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	- charakteryzuje strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię - formuluje prawo indukcji Faradaya, - stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego - rozwiązuje proste zadania i problemy	- analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym - tworzy oraz odczytuje dane z wykresów zależności od czasu siły elektromotorycznej i strumienia indukcji - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących kierunki prądów indukcyjnych - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń - analizuje treść wykładu na temat wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej
5.	Prądnicą prądu przemienowego	- opisuje budowę i zasadę działania prądnicy, - rozwiązuje proste zadania i problemy	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących fizyczne podstawy działania prądnicy - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
6.	Prąd przemienny. Transformator	- opisuje prąd przemienny - posługuje się pojęciami wartości skutecznych natężenia oraz napięcia - opisuje zjawisko samoindukcji - przedstawia fizyczne podstawy działania transformatora - przeprowadza doświadczenie, za pomocą którego wyznacza przekładnię transformatora - rozwiązuje proste zadania i problemy	- wyprowadza wartości skuteczne natężenia prądu, korzystając z wykresu mocy prądu przemiennego - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi ilustrującymi fizyczne podstawy działania transformatora - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia
7.	Dioda jako prostownik	- charakteryzuje budowę diody, - opisuje działanie diody jako prostownika	- rysuje schematy układów prostowniczych - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi ilustrującymi prostownicze działanie diody

Optyka i kwanty promieniowania				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
1.	Widmo fal elektromagnetycznych	- opisuje widmo fal elektromagnetycznych - podaje źródła fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowań	- opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi ilustrującymi widmo fal elektromagnetycznych - analizuje treść wykładu na temat wykorzystania fal elektromagnetycznych w diagnostyce oraz leczeniu
2.	Odbicie i załamanie światła	- stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków - opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny - doświadczalnie wyznacza współczynnik załamania ośrodka przezroczystego - rozwiązuje proste zadania i problemy	- wyjaśnia fizyczne podstawy światłowodu - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi ilustrującymi prawa odbicia i załamania - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia



Optyka i kwanty promieniowania				
	Hasła programowe	Wymagania podstawowe Uczeń:	Wymagania ponadpodstawowe Uczeń:	Wymagania uzupełniające Uczeń:
3.	Optyka geometryczna	- rysuje konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą zwierciadeł płaskich i sferycznych - rysuje konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających - stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów - rozwiązuje proste zadania i problemy	- wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających - rysuje schemat biegu promieni w przyrządach optycznych (lupa, mikroskop, teleskop) - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących ławę optyczną - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
4.	Optyka falowa (interferencja, dyfrakcja i polaryzacja)	- opisuje doświadczenie Younga, - opisuje przejście światła przez siatkę dyfrakcyjną - wyznacza doświadczalnie długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej - opisuje zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator - rozwiązuje proste zadania i problemy	- wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator - wyjaśnia mechanizm rozszczepiania światła białego przez pryzmat oraz siatkę dyfrakcyjną - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących doświadczenia Younga - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do opracowania wyników doświadczenia
5.	Kwantowy model światła	- opisuje założenia kwantowego modelu światła - rozwiązuje proste zadania i problemy	- stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi ilustrującymi kwantowy model światła - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
6.	Zjawisko fotoelektryczne	- wyjaśnia, na czym polega zjawisko fotoelektryczne - stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego - rozwiązuje proste zadania i problemy	- wyjaśnia zasadę działania fotokomórki oraz fotoogniwa - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	- posługuje się materiałami graficznymi ilustrującymi fizyczne podstawy działania fotokomórki - korzysta z arkusza kalkulacyjnego do obliczeń
7.	Promienowanie rentgenowskie	- opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego - opisuje przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego - rozwiązuje proste zadania i problemy	stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	korzysta z symulacji komputerowych ilustrujących mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego
8.	Fale materii	- określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek - rozwiązuje proste zadania i problemy	- opisuje doświadczenia potwierdzające teorię fal materii - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi ilustrującymi fale de Broglie'a
9.	Emisja i absorpcja promieniowania przez atomy	- opisuje model budowy atomu - stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy - rozwiązuje proste zadania i problemy	- charakteryzuje widma emisyjne i absorpcyjne atomu wodoru - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów	posługuje się materiałami graficznymi ilustrującymi mechanizm emisji promieniowania przez atomy



→ 6. Przykładowy rozkład godzin

Twórcy ramowych rozkładów godzin nauczania w szkole ponadgimnazjalnej przewidzieli 240 godzin na nauczanie fizyki w zakresie rozszerzonym. Analizując treści zawarte w podstawie programowej, można stwierdzić, że jest to wystarczająca ilość czasu nie tylko na ich omówienie, ale również na ćwiczenia, doświadczenia oraz rozwiązywanie zadań i problemów. Nie powinno też zabraknąć czasu na częste powtórki. Rozpisany poniżej rozkład godzin obejmuje tylko 122 tematy. Oznacza, to że tyle potrzebujemy czasu na wprowadzenie treści zawartych w podstawie programowej. Pozostały czas należy poświęcić na ćwiczenia sprawiające, że wprowadzone treści zostaną przez uczniów opanowane w jak najlepszym stopniu. Proponowany niżej rozkład godzin lekcyjnych nie obejmuje lekcji poświęconych rozwiązywaniu zadań i problemów, lekcji powtórzeniowych oraz testów podsumowujących dział programowe. Warto w tej materii pozostawić nauczycielowi pewną swobodę. Uczniowie reprezentują bowiem rozmaity poziom wiedzy i różne umiejętności, a pracujemy w niejednolicie wyposażonych pracowniach fizycznych.

Moduł trzeci – Ruch punktu materialnego

1. Elementy rachunku wektorowego.
2. Względność ruchu.
3. Ruch jednostajny po linii prostej.
4. Wykresy prędkości oraz położenia od czasu w ruchu jednostajnym.
5. Wyznaczanie wartości prędkości w ruchu jednostajnym – doświadczenie uczniowskie.
6. Ruch jednostajnie zmienny po linii prostej.
7. Wykresy przyspieszenia, prędkości oraz położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym.
8. Wyznaczanie wartości przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym – doświadczenie uczniowskie.
9. Kinematyka ruchu jednostajnego po okręgu.
10. I zasada dynamiki Newtona. Inercjalne układy odniesienia.
11. III zasada dynamiki Newtona.
12. Pęd. Zasada zachowania pędu.
13. II zasada dynamiki Newtona.
14. Ruch ciała pod wpływem stałej siły – doświadczenie uczniowskie.
15. Nieinercjalne układy odniesienia.
16. Tarcie i opory ruchu.
17. Dynamika ruchu jednostajnego po okręgu.
18. Swobodny spadek ciała w jednorodnym polu grawitacyjnym.
19. Rzut poziomy w jednorodnym polu grawitacyjnym.

Moduł czwarty – Mechanika bryły sztywnej

1. Wielkości opisujące bryłę sztywną.
2. Równowaga bryły sztywnej.
3. Kinematyka ruchu obrotowego bryły sztywnej.
4. II zasada dynamiki dla ruchu obrotowego.
5. Wyznaczanie momentu bezwładności bryły sztywnej – doświadczenie uczniowskie.
6. Zasada zachowania momentu pędu.
7. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym.



Moduł piąty – Energia mechaniczna

1. Praca.
2. Energia kinetyczna.
3. Energia potencjalna ciężkości.
4. Energia potencjalna sprężystości.
5. Moc.
6. Sprawność.
7. Wyznaczanie sprawności maszyny prostej – doświadczenie uczniowskie.
8. Zasada zachowania energii mechanicznej.
9. Zderzenia sprężyste i niesprężyste.

Moduł szósty – Grawitacja

1. Rozwój poglądów na budowę Wszechświata.
2. Prawa Keplera.
3. Prawo powszechnego ciążenia.
4. Pole grawitacyjne.
5. Praca w polu grawitacyjnym.
6. Energia potencjalna w polu grawitacyjnym.
7. Prędkości kosmiczne.
8. Loty kosmiczne.

Moduł siódmy – Termodynamika

1. Podstawowe pojęcia termodynamiki.
2. I zasada termodynamiki.
3. Przepływ ciepła między ciałami.
4. Bilans cieplny.
5. Przemiany fazowe.
6. Wyznaczanie ciepła właściwego wody (lub ciepła topnienia lodu) – doświadczenie uczniowskie.
7. Model gazu doskonałego.
8. Przemiany gazowe.
9. Przemiany energii podczas przemian gazowych.
10. Badanie przemiany izotermicznej – doświadczenie uczniowskie.
11. Cykle przemian termodynamicznych.
12. II zasada termodynamiki.

Moduł ósmy – Ruch harmoniczny i fale mechaniczne

1. Kinematyka ruchu drgającego.
2. Siły w ruchu drgającym prostym.
3. Badanie ruchu drgającego ciężarka zawieszonego na sprężynie – doświadczenie uczniowskie.
4. Wahadło matematyczne.
5. Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego – doświadczenie uczniowskie.
6. Przemiany energii w ruchu drgającym.
7. Drgania wymuszone.
8. Mechanizm rozchodzenia się fali mechanicznej.



9. Równanie płaskiej fali harmonicznej.
10. Odbicie i załamanie fali mechanicznej.
11. Dyfrakcja fal mechanicznych.
12. Interferencja fal mechanicznych. Fale stojące.
13. Instrumenty muzyczne.
14. Dźwięk.
15. Efekt Dopplera.

Moduł dziewiąty – Pole elektryczne

1. Elektryzowanie ciał.
2. Zasada zachowania ładunku.
3. Prawo Coulomba.
4. Pole elektryczne.
5. Rozkład ładunków elektrycznych.
6. Energia potencjalna w polu elektrycznym.
7. Ruch ładunku elektrycznego w polu elektrycznym.
8. Pojemność elektryczna.
9. Kondensatory.
10. Badanie rozładowania kondensatora – doświadczenie uczniowskie.
11. Energia naładowanego kondensatora.

Moduł dziesiąty – Prąd stały

1. Źródło prądu stałego.
2. Opór elektryczny.
3. Badanie charakterystyki prądowo napięciowej opornika – doświadczenie uczniowskie.
4. Układy oporników.
5. Obwody prądu stałego.
6. Przemiany energii w obwodach prądu stałego.
7. Wpływ temperatury na opór elektryczny.

Moduł jedenasty – Magnetyzm, indukcja magnetyczna

1. Źródła pola magnetycznego.
2. Pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem.
3. Materiały magnetyczne.
4. Siła Lorentza.
5. Działanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem.
6. Badanie siły elektrodynamicznej – doświadczenie uczniowskie.
7. Silniki elektryczne.
8. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej.
9. Kierunek przepływu prądu indukcyjnego.
10. Prądnica prądu przemiennego.
11. Prąd przemienny.
12. Transformator.
13. Badanie przekładni transformatora – doświadczenie uczniowskie.
14. Dioda jako prostownik.



Moduł dwunasty – Optyka i kwanty promieniowania

1. Widmo fal elektromagnetycznych.
2. Wyznaczanie wartości prędkości światła.
3. Odbicie światła.
4. Zwierciadła sferyczne.
5. Załamanie światła.
6. Pomiar współczynnika załamania ośrodka przezroczystego – doświadczenie uczniowskie.
7. Całkowite wewnętrzne odbicie. Światłowod.
8. Soczewki.
9. Pomiar ogniskowej soczewki – doświadczenie uczniowskie.
10. Układy optyczne.
11. Dyfrakcja światła.
12. Interferencja światła.
13. Siatka dyfrakcyjna.
14. Pomiar długości fali światła za pomocą siatki dyfrakcyjnej – doświadczenie uczniowskie.
15. Polaryzacja światła.
16. Kwantowy model światła.
17. Zjawisko fotoelektryczne.
18. Fotokomórka.
19. Promieniowanie rentgenowskie.
20. Fale materii.
21. Elementy budowy atomu.



7. Propozycje kryteriów oceny i metod sprawdzania osiągnięć ucznia

Zwieńczeniem pracy ucznia oraz nauczyciela jest ocena osiągnięć uczniów. Powinna spełniać dwie ważne role. Po pierwsze – motywować ucznia do pracy, po drugie – informować o dokonanych postępach oraz stanowić dla ucznia wskazówkę dotyczącą ewentualnych braków.

Warto starać się, aby ocena końcoworoczna nie była średnią z otrzymanych przez ucznia ocen częściowych. Wysiłek włożony w uzyskanie poszczególnych ocen może być przecież różny.

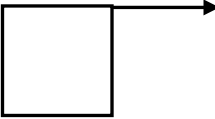
Dobór sposobów oraz metod oceniania powinien sprawić, że uczniowie będą motywowani do rozwijania własnych talentów.

Do sprawdzenia wyników nauczania mogą służyć:

- testy podsumowujące dział programowy
warto byłoby przeprowadzić dwa takie sprawdziany wiedzy w każdym semestrze
- praca ucznia na zajęciach, w tym słowne wypowiedzi na dowolny lub wybrany temat oraz krótkie formy pisemne
należy opracować obiektywne i czytelne kryteria oceny
- prace badawcze ucznia
np.: zadania projekt, opracowanie doświadczenia (lub obserwacji)

Przygotowując test podsumowujący dział programowy, pamiętajmy o tym, czego nauczyliśmy naszych podopiecznych. Warto stworzyć plan testu, gdyż ułatwi to przygotowanie zadań sprawdzających wiedzę i umiejętności. Jest to szczególnie ważne, gdy musimy przygotować więcej niż jeden zestaw takich narzędzi weryfikujących wiedzę. Poniżej przedstawiono przykładowy plan testu sprawdzającego wiadomości i umiejętności ucznia z danego działu programowego wraz z proponowanymi zadaniami i problemami.

Dział: Mechanika bryły sztywnej

Nr	Sprawdzana wiedza, umiejętność	Przykładowe zadanie
Poziom podstawowy		
1	Uczeń rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności.	Wpisz odpowiednie słowa w wolne miejsca w taki sposób, aby powstała poprawna definicja. Moment bezwładności to iloczynów oraz
2	Uczeń definiuje warunki równowagi bryły sztywnej.	Podaj poprawne zakończenie zdania: Bryła sztywna obraca się ruchem jednostajnym gdy: A. siły na nią działające się równoważą, B. równoważą się działające na bryłę momenty sił, C. wypadkowy moment sił ma stałą wartość, D. wypadkowa siła ma stałą wartość.
3	Uczeń oblicza momenty sił.	Na kwadratową płytę o boku 0,1 m działa siła o wartości 2N w sposób przedstawiony na rysunku. Wyznacz wartość momentu tej siły względem środka kwadratu. 
4	Uczeń wyznacza położenie środka masy.	Na końcu pręta o długości 1 m i masie 2 kg zamocowano obciążnik o masie 2 kg. Rozmiary tego obciążnika można zaniedbać. Wyznacz położenie środka masy układu składającego się z pręta oraz obciążnika.
5	Uczeń opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy	Bęben pralki automatycznej podczas procesu wirowania wykonuje 1200 obrotów w czasie minuty. Częstotliwość obrotów bębna tej pralki wynosi

6	Uczeń zapisuje II zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego	Podkreśl odpowiednie słowa zapisane kursywą, aby powstało prawdziwe zdanie. Warunkiem ruchu obrotowego bryły sztywnej ze stałym przyspieszeniem kątowym jest, aby <i>równoważyły się siły działające na bryłę</i> / <i>równoważyły się momenty sił działających na bryłę</i> / <i>działał na bryłę wypadkowy moment sił</i> .
7	Uczeń definiuje pojęcie momentu pędu.	Częstotliwość obrotów koła zamachowego podczas pewnego ruchu obrotowego wzrosła dwukrotnie. Moment pędu tego koła: A. <i>wzrósł dwukrotnie</i> , B. <i>wzrósł czterokrotnie</i> , C. <i>zmalował dwukrotnie</i> , D. <i>zmalował czterokrotnie</i> .
8	Uczeń definiuje pojęcie energii kinetycznej w ruchu obrotowym. Uczeń rozwiązuje proste zadania i problemy.	Moment bezwładności wału wynosi $10 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Wał ten został wprawiony w ruch wirowy wokół osi przechodzącej przez jego oś. Energia kinetyczna ruchu obrotowego wału wynosi 2 kJ. Oblicz częstotliwość obrotów wału.
Poziom ponadpodstawowy		
9	Uczeń stosuje twierdzenie Steinera do wyznaczania momentów bezwładności brył.	Po poziomej płaszczyźnie bez poślizgu toczy się jednorodna kula. Moment bezwładności kuli względem jej środka masy można obliczyć ze wzoru: $I = \frac{2}{5} m \cdot R^2$. Masa tej kuli wynosi 1 kg, a promień 10 cm. Wyznacz moment bezwładności tej kuli względem punktu styczności kuli i podłoża.
10	Uczeń analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił.	Na walcu o masie 2 kg zamocowano linkę. Do linki z dwóch stron przyczepiono ciężarki. Masa ciężarków wynosi odpowiednio 0,2 kg oraz 0,4 kg. Walec może się swobodnie obracać wokół poziomej osi przechodzącej przez jego środek. Oblicz przyspieszenie ruchu obrotowego walca po uwolnieniu ciężarków.
11	Uczeń uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii.	Z równi pochyłej o wysokości 1 m stacza się bez poślizgu walec, którego moment bezwładności wynosi $2 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Podczas toczenia się po równi rozprasza się 5% początkowej energii mechanicznej walca. Oblicz wartość prędkości walca po zjechaniu z równi.

