WYMAGANIA EDUKACYJNE Z FIZYKI

Branżowa Szkoła I Stopnia w Zespole Szkół Spożywczych i Hotelarskich w Radomiu

§ 1. Podstawa prawna

1. Ustawa z dnia 14 grudnia 2016 r. – Prawo oświatowe.
2. Ustawa z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty.
3. Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej w sprawie oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy w szkołach publicznych.
4. Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla Branżowej Szkoły I Stopnia.
5. Statut Zespołu Szkół Spożywczych i Hotelarskich w Radomiu.
6. Program nauczania fizyki dla Branżowej Szkoły I Stopnia wydawnictwa OPERON realizowany w Zespole Szkół Spożywczych i Hotelarskich w Radomiu.

§ 2. Cele oceniania

1. Ocenianie osiągnięć edukacyjnych ucznia ma na celu:
    1) informowanie ucznia o poziomie jego osiągnięć edukacyjnych i postępach w nauce;
    2) udzielanie uczniowi pomocy w nauce poprzez przekazanie informacji o tym, co zrobił dobrze i jak powinien się dalej uczyć;
    3) motywowanie ucznia do dalszej pracy;
    4) dostarczanie rodzicom (opiekunom prawnym) informacji o postępach, trudnościach i uzdolnieniach ucznia;
    5) umożliwienie nauczycielowi doskonalenia organizacji i metod pracy dydaktyczno-wychowawczej.

§ 3. Program nauczania i wymagania edukacyjne

1. Nauczanie fizyki odbywa się na podstawie programu nauczania fizyki dla Branżowej Szkoły I Stopnia wydawnictwa OPERON.
2. Wymagania edukacyjne wynikają z podstawy programowej oraz realizowanego programu nauczania.
3. Nauczyciel na początku roku szkolnego zapoznaje uczniów z wymaganiami edukacyjnymi, sposobami sprawdzania osiągnięć edukacyjnych oraz warunkami uzyskania poszczególnych ocen.

§ 4. Obszary podlegające ocenianiu

1. Ocenie podlegają:
    1) wiadomości i umiejętności określone podstawą programową;
    2) rozwiązywanie zadań rachunkowych i problemowych;
    3) stosowanie wiedzy fizycznej w praktyce;
    4) wykonywanie doświadczeń i obserwacji;
    5) analiza wyników doświadczeń;
    6) posługiwanie się terminologią fizyczną;
    7) aktywność na lekcji;
    8) systematyczność pracy;
    9) umiejętność pracy indywidualnej i zespołowej.

§ 5. Formy sprawdzania osiągnięć edukacyjnych

1. Osiągnięcia edukacyjne ucznia sprawdzane są poprzez:
    1) sprawdziany pisemne;
    2) kartkówki;
    3) odpowiedzi ustne;
    4) zadania wykonywane podczas lekcji;
    5) doświadczenia i ćwiczenia praktyczne;
    6) karty pracy;
    7) projekty edukacyjne;
    8) prezentacje;
    9) prace domowe;
    10) aktywność na lekcji.
2. Sprawdziany obejmują materiał z działu programowego i są zapowiadane co najmniej tydzień wcześniej.
3. Kartkówki mogą obejmować materiał z trzech ostatnich tematów i nie muszą być zapowiadane.

§ 6. Zasady oceniania

1. Oceny są jawne dla ucznia i jego rodziców (opiekunów prawnych).
2. Uczeń ma prawo do uzyskania uzasadnienia każdej otrzymanej oceny.
3. Uczeń nieobecny na sprawdzianie jest zobowiązany do jego napisania w terminie ustalonym z nauczycielem.
4. Uczeń ma prawo poprawić ocenę niedostateczną ze sprawdzianu w terminie i na zasadach określonych w Statucie szkoły.
5. Szczegółowe zasady poprawiania ocen oraz zgłaszania nieprzygotowania do zajęć określa Statut szkoły.

§ 7. Kryteria oceniania prac pisemnych

1. Przy ocenianiu prac pisemnych stosuje się następującą skalę procentową:
    - 0% – 39% – ocena niedostateczna;
    - 40% – 50% – ocena dopuszczająca;
    - 51% – 74% – ocena dostateczna;
    - 75% – 90% – ocena dobra;
    - 90% – 99% – ocena bardzo dobra;
    - 100% – ocena celująca.
2. Jeżeli Statut szkoły przewiduje inną skalę procentową, stosuje się zapisy Statutu.

§ 8. Wymagania na poszczególne oceny

Ocena dopuszczająca

Uczeń: 1. Zna podstawowe pojęcia i wielkości fizyczne. 2. Rozwiązuje najprostsze zadania z pomocą nauczyciela. 3. Potrafi odczytywać podstawowe informacje z wykresów, tabel i schematów. 4. Wykazuje minimalny zakres wiadomości niezbędny do dalszego kształcenia.

Ocena dostateczna

Uczeń: 1. Opanował podstawowe wiadomości przewidziane programem nauczania. 2. Samodzielnie rozwiązuje proste zadania rachunkowe i problemowe. 3. Potrafi wykonywać proste doświadczenia według instrukcji. 4. Stosuje podstawowe wzory i zależności fizyczne.

Ocena dobra

Uczeń: 1. Poprawnie stosuje prawa i zasady fizyki. 2. Rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności. 3. Wyciąga wnioski z przeprowadzonych doświadczeń. 4. Prawidłowo posługuje się terminologią fizyczną.

Ocena bardzo dobra

Uczeń: 1. Opanował pełny zakres wiadomości i umiejętności określonych programem nauczania. 2. Samodzielnie rozwiązuje zadania problemowe. 3. Łączy wiedzę z różnych działów fizyki. 4. Potrafi wykorzystać wiedzę fizyczną do wyjaśniania zjawisk zachodzących w życiu codziennym i pracy zawodowej.

Ocena celująca

Uczeń: 1. Spełnia wymagania na ocenę bardzo dobrą. 2. Samodzielnie rozwija zainteresowania fizyką. 3. Rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności. 4. Wykazuje się wiedzą i umiejętnościami wykraczającymi poza wymagania programowe. 5. Osiąga sukcesy w konkursach lub projektach związanych z fizyką.

§ 9. Dostosowanie wymagań edukacyjnych

1. Nauczyciel dostosowuje wymagania edukacyjne do indywidualnych potrzeb psychofizycznych i edukacyjnych ucznia posiadającego opinię lub orzeczenie poradni psychologiczno-pedagogicznej albo inny dokument uprawniający do dostosowania wymagań.
2. Formy i metody pracy dostosowuje się zgodnie z zaleceniami zawartymi w dokumentacji ucznia.

§ 10. Ustalanie ocen śródrocznych i rocznych

1. Ocena śródroczna i roczna jest ustalana na podstawie wszystkich ocen cząstkowych uzyskanych przez ucznia.
2. Ocena śródroczna i roczna nie jest średnią arytmetyczną ocen.
3. Przy ustalaniu oceny nauczyciel uwzględnia:
    1) stopień opanowania wiadomości i umiejętności;
    2) postępy ucznia;
    3) systematyczność pracy;
    4) aktywność podczas zajęć.

§ 11. Postanowienia końcowe

1. W sprawach nieuregulowanych niniejszym Przedmiotowym Systemem Oceniania obowiązują przepisy prawa oświatowego oraz Statut Zespołu Szkół Spożywczych i Hotelarskich w Radomiu.
2. Przedmiotowy System Oceniania podlega okresowej ewaluacji i może być aktualizowany zgodnie ze zmianami przepisów prawa oświatowego oraz zapisami Statutu szkoły.

Szczegółowe wymagania edukacyjne

Klasa 1 szkoła branżowa

Temat (rozumiany jako lekcja)	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca)	Wymagania podstawowe (ocena dostateczne)	Wymagania rozszerzające (ocena dobra)	Wymagania dopełniające (ocena bardzo dobra)	Wymagania wykraczające (ocena celująca)
Dział 1. Wiadomości wstępne					
1.1. O fizyce	Uczeń: • definiuje pojęcia: *ciało*, *substancja*, *wielkość fizyczna*, *zjawisko fizyczne* • definiuje pojęcie *pomiar*, *obserwacja* i *doświadczenie* • definiuje pojęcie *hipoteza*, *model fizyczny* • dostrzega zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym	Uczeń: • wyjaśnia, czym jest prawo fizyczne • opisuje zjawiska fizyczne w otaczającym świecie i życiu codziennym	Uczeń: • opisuje obserwowane zjawiska i wielkości fizyczne własnymi słowami • przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego	Uczeń: • opisuje obserwowane zjawiska i wielkości fizyczne, wykorzystując terminologię naukową • formułuje wnioski z treści tekstu popularnonaukowego	Uczeń: • formułuje proste prawa fizyczne na podstawie obserwacji
1.2. Wielkości fizyczne i ich jednostki	Uczeń: • definiuje wielkość fizyczną • wymienia jednostki podstawowe układu SI • wyjaśnia, czym są jednostki pochodne • podaje przykłady	Uczeń: • wyjaśnia różnicę między wielkością podstawową a wielkością pochodną • zamienia jednostki wielokrotne i podwielokrotne na jednostki	Uczeń: • zapisuje jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych • posługuje się notacja wykładniczą do zapisu jednostek wielo- i	Uczeń: • przedstawia jednostki pochodne za pomocą jednostek podstawowych na podstawie wzoru opisującego wielkość pochodną	Uczeń: • sprawdza poprawność wzorów za pomocą rachunku jednostek • zamienia jednostki historyczne na jednostki układu SI

	jednostek pochodnych • posługuje się kartą wybranych wzorów i stałych fizycznych oraz tablicami	główne	podwielkrotnych		• podaje przykłady jednostek historycznych
1.3. Prawa fizyczne i wykresy	Uczeń: • definiuje prawo fizyczne • odczytuje z wykresu bezpośrednio wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach • rozpoznaje wielkości rosnące i malejące	Uczeń: • wyjaśnia, czym jest prawo fizyczne • sporządza wykresy zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi na podstawie wzoru • odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych przy danych założeniach – jako pole pod wykresem • rozpoznaje wielkości wprost proporcjonalne	Uczeń: • oznacza odpowiednio osie układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie • na podstawie wykresu określa wzajemne relacje wielkości fizycznych	Uczeń: • dobiera skalę osi układu współrzędnych w celu przedstawienia zadanej zależności na wykresie • dopasowuje prostą do danych przedstawionych na wykresie	Uczeń: • podaje i wyjaśnia znaczenie parametrów prostej dopasowanej do danych przedstawionych na wykresie • ocenia poprawność podanej zależności na podstawie wykresu i odwrotnie
1.4. Wektory	Uczeń: • wyjaśnia różnicę miedzy wielkością wektorową i wielkością skalarną • podaje przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych	Uczeń: • wymienia cechy wektora: wartość, kierunek, zwrot i punkt przyłożenia • dodaje wektory o tym samym kierunku	Uczeń: • oblicza długość wektora będącego sumą wektorów o tych samych kierunkach • dodaje wektory o różnych kierunkach metodą równoległoboku i metoda trójkąta	Uczeń: • oblicza wartość wektora będącego sumą zadanych wektorów prostopadłych	Uczeń: • mnoży wektor przez liczbę • rozkłada wektor na składowe o wskazanych kierunkach • oblicza kąt pomiędzy wektorem będącym sumą dwóch

	• stosuje odpowiednie oznaczenia graficzne do opisu wielkości wektorowych				zadanych wektorów prostopadłych, a jego składowymi
~~1.5. Niepewności pomiarowe~~	~~Uczeń:~~ ~~• definiuje niepewność pomiarową i dokładność pomiaru~~ ~~• definiuje pomiary pośrednie i bezpośrednie~~ ~~• przeprowadza proste pomiary i doświadczenia według instrukcji~~ ~~• korzysta z prostych przyrządów pomiarowych~~ ~~• definiuje niepewność bezwzględną i względną pomiaru~~ ~~• przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania doświadczeń~~	~~Uczeń:~~ ~~• rozróżnia pomiary bezpośrednie i pośrednie w zadanych sytuacjach~~ ~~• korzysta z przyrządów pomiarowych~~ ~~• odczytuje parametry przyrządów pomiarowych~~ ~~• określa niepewności systematyczne dla różnych przyrządów pomiarowych~~ ~~• oblicza niepewność względną pomiaru~~ ~~• zapisuje wyniki pomiarów z uwzględnieniem niepewności pomiarowej~~ ~~• wymienia źródła niepewności pomiarowych~~	~~Uczeń:~~ ~~• planuje pomiary w zadanych sytuacjach~~ ~~• podaje sposoby redukcji niepewności pomiarowej~~ ~~• oblicza niepewność przeciętną i maksymalną pomiaru wielokrotnego~~ ~~• ocenia jakość pomiaru na podstawie błędu względnego~~ ~~• szacuje wynik pomiaru i obliczeń~~	~~Uczeń:~~ ~~• ocenia pomiar na podstawie zgodności z wielkościami szacunkowymi~~ ~~• zaokrągla wyniki pomiarów i obliczeń~~	~~Uczeń:~~ ~~• potrafi ocenić przydatność dokonanego pomiaru~~ ~~• formułuje wnioski dokonanych pomiarów~~
Dział 2. Kinematyka					
2.1. Ruch i	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:

wielkości go opisujące	• definiuje pojęcie *układ odniesienia* • rozumie, że ruch jest względny • definiuje punkt materialny • definiuje ruch i jego parametry: czas ruchu, tor, drogę, przemieszczenie • rozpoznaje drogę, tor i przemieszczenie w przykładowych sytuacjach • definiuje prędkość • definiuje przyrost prędkości oraz przyspieszenie • podaje przykłady ruchu i spoczynku • odróżnia ruch prostoliniowy od krzywoliniowego i jednostajny od niejednostajnego • podaje jednostki prędkości i przyspieszenia	• wyjaśnia, na czym polega względność ruchu • wyjaśnia sens fizyczny prędkości i przyspieszenia • oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach typowych • oblicza wartość prędkości szybkości w sytuacjach typowych • oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach typowych	• przekształca wzory, aby obliczyć wartości przebytej drogi i czasu ruchu • oznacza wektor prędkości jako styczny do toru ruchu • oblicza drogę i przemieszczenie w sytuacjach problemowych • oblicza wartość prędkości w sytuacjach problemowych • oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym w sytuacjach problemowych	• wyjaśnia konieczność istnienia układu odniesienia w opisie ruchu • podaje przykłady uzasadniające względność ruchu • oblicza wartość prędkości w ruchu przyspieszonym w zadanej chwili	• podaje przykłady ruchu, w których ciała nie można traktować jako punktu materialnego
2.2. Ruch prostoliniowy jednostajny	Uczeń: • definiuje ruch prostoliniowy jednostajny • przedstawia na wykresie zależności drogi od czasu oraz	Uczeń: • oblicza prędkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach typowych • oblicza drogę	Uczeń: • odczytuje wartość drogi z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym	Uczeń: • przedstawia graficznie ruch prostoliniowy jednostajny za pomocą współrzędnych położenia i czasu	Uczeń: • oblicza przemieszczenie na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu

	prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym	przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale czasu w sytuacjach typowych • odczytuje wartość szybkości z wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym • określa na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym, które ciało porusza się z większą prędkością • oblicza prędkość na podstawie graficznego przedstawienia ruchu prostoliniowego jednostajnego	• oblicza prędkość w ruchu prostoliniowym jednostajnym w sytuacjach problemowych • oblicza drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnym w dowolnym przedziale czasu w sytuacjach problemowych • oblicza prędkość wypadkową w ruchu będącym złożeniem ruchów prostoliniowych jednostajnych w sytuacjach typowych	• na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnym kreśli zależność położenia od czasu • oblicza prędkość wypadkową w ruchu będącym złożeniem ruchów prostoliniowych jednostajnych w sytuacjach problemowych	prostoliniowym jednostajnym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.3. Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspiesz	Uczeń: • definiuje ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony • podaje przykłady	Uczeń: • oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach	Uczeń: • oblicza wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach	Uczeń: • na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi	Uczeń: • wyznacza prędkość w dowolnej chwili czasu jako tangens

ony	ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego • kreśli zależność drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • wyjaśnia pojęcie spadku swobodnego • podaje przykłady spadku swobodnego • wie, że czas spadku swobodnego nie zależy od masy ciała	typowych • oblicza prędkość chwilową w danej chwili w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanej chwili na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • oblicza całkowitą drogę przebytą w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • wyjaśnia znaczenie	problemowych • oblicza prędkość średnią w zadanym przedziale czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • odczytuje wartość drogi przebytej w zadanym przedziale czasu na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym przebytą w zadanym przedziale czasu • oblicza przyrost prędkości na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym	od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie przyspieszony • określa, które ciało porusza się z większym przyspieszeniem na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym • oblicza prędkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie przyspieszonym w sytuacjach problemowych • oblicza wysokość, na jakiej znajdzie się spadające swobodnie ciało w danej chwili czasu • oblicza wartości prędkości, czasu i wysokości w spadku swobodnym w sytuacjach problemowych	nachylenia stycznej do wykresu na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym • wyprowadza wzory na prędkość, czas i wysokość w spadku swobodnym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		przyspieszenia ziemskiego i podaje jego przybliżoną wartość • opisuje spadek swobodny jako ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony z zerową szybkością początkową	• wyjaśnia niezależność czasu spadku swobodnego od masy spadającego ciała • oblicza prędkość końcową i czas spadku swobodnego z danej wysokości • oblicza wysokość, z jakiej spadało swobodnie ciało na podstawie danego czasu ruchu lub prędkości końcowej		
2.4. Ruch prostoliniowy jednostajnie opóźniony	uczeń: • definiuje pojęcie opóźnienia, jako przyspieszenia o ujemnej wartości • podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnie opóźnionego • wyjaśnia pojęcie rzutu pionowego w górę	Uczeń: • definiuje pojęcie opóźnienia jako przyspieszenia o zwrocie przeciwnym do zwrotu prędkości • oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach typowych • oblicza prędkość chwilową w danej chwili w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym	Uczeń: • oblicza wartość opóźnienia w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych • oblicza prędkość średnią w zadanym przedziale czas w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym • odczytuje wartość drogi przebytej w zadanym przedziale czasu	Uczeń: • na podstawie wykresów zależności prędkości od czasu oraz drogi od czasu rozpoznaje ruch jednostajnie opóźniony • określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem na podstawie wykresów zależności drogi od czasu w ruchu prostoliniowym	Uczeń: • wyznacza prędkość w dowolnej chwili jako tangens nachylenia stycznej do wykresu na podstawie zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		• odczytuje wartość prędkości chwilowej w zadanej chwili czasu na podstawie wykresu zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym • na podstawie wykresów zależności szybkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym określa, które ciało porusza się z większym opóźnieniem • oblicza całkowitą drogę przebyta w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym • opisuje rzut pionowy w górę jako następujące po sobie ruchy prostoliniowy jednostajnie opóźniony oraz jednostajnie	na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym • oblicza drogę w ruchu prostoliniowym jednostajnie opóźnionym przebytą w zadanym przedziale czasu • na podstawie wykresu zależności przyspieszenia od czasu w ruchu jednostajnie opóźnionym, oblicza przyrost prędkości • opisuje ruch będący następującymi po sobie ruchami jednostajnymi, jednostajnie przyspieszonymi i jednostajnie opóźnionymi • oblicza prędkość na różnych etapach ruchu w rzucie pionowym	jednostajnie opóźnionym • oblicza prędkość początkową, końcową, drogę i czas ruchu w ruchu jednostajnie opóźnionym w sytuacjach problemowych • opisuje złożony ruch ciała na podstawie zależności szybkości od czasu i drogi od czasu • oblicza wysokość, na jakiej znajdzie się ciało w danej chwili w rzucie pionowym w górę • oblicza prędkość początkową, końcową, czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach problemowych	

		przyspieszony	w górę • oblicza czas ruchu i maksymalną wysokość w rzucie pionowym w górę w sytuacjach typowych • oblicza szybkość początkową, z jaką rzucono ciało pionowo w górę na podstawie danego czasu ruchu i maksymalnej wysokości		
2.5. Ruch jednostajny po okręgu	Uczeń: • definiuje ruch okresowy • definiuje ruch jednostajny po okręgu • opisuje ruch po okręgu jako ruch krzywoliniowy i ruch okresowy • definiuje pojęcie *częstotliwość*, *okres*, *prędkość liniowa* i *droga* w ruchu okresowym, podaje ich jednostki • oblicza drogę w ruchu jednostajnym po	Uczeń: • oblicza drogę w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych • podaje zależności pomiędzy częstotliwością i okresem w ruchu jednostajnym po okręgu • wykorzystuje radian jako miarę kąta • definiuje prędkość kątową • wyjaśnia znaczenie	Uczeń: • oblicza wartości prędkości liniowej okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach typowych • podaje zależność między prędkością liniowa i kątową w ruchu po okręgu • oblicza wartość prędkości kątowej na podstawie danej prędkości liniowej i odwrotnie w ruchu	Uczeń: • oblicza wartości prędkości liniowej, kątowej, okresu i częstotliwości w ruchu jednostajnym po okręgu w sytuacjach problemowych • oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu w sytuacjach problemowych	Uczeń: • wyprowadza zależności pomiędzy prędkością liniową a prędkością kątową oraz zależności pomiędzy prędkością liniową i kątową a okresem • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	okręgu w sytuacjach prostych • definiuje prędkość liniową w ruchu po okręgu • definiuje przyspieszenie dośrodkowe w ruchu po okręgu	przyspieszenia dośrodkowego w ruchu jednostajnym po okręgu	jednostajnym po zadanym okręgu • oblicza przyspieszenie dośrodkowe w ruchu jednostajnym po zadanym okręgu w sytuacjach typowych		
Dział 3. Dynamika					
3.1. Podstawowe pojęcia dynamiki. I zasada dynamiki	Uczeń: • definiuje pojęcie *masa* i *siła* • podaje jednostki masy i siły • definiuje siłę ciężkości i ciężar • definiuje równowagę sił • podaje przykłady równowagi sił • ~~definiuje pojęcie *bezwładność*~~ • formułuje pierwszą zasadę dynamiki • podaje przykłady obowiązywania pierwszej zasady dynamiki w życiu	Uczeń: • określa siłę jako wielkość wektorową • wyznacza siłę wypadkową dla danych dwóch sił składowych • opisuje siłę ciężkości i ciężar ciała przy powierzchni Ziemi • opisuje zjawisko równowagi sił, przedstawia równowagę sił za pomocą wektorów • ~~wskazuje masę jako miarę bezwładności~~	Uczeń: • wyznacza siłę wypadkową dla trzech i więcej sił składowych • oblicza siłę ciężkości i ciężar ciała przy powierzchni Ziemi w sytuacjach typowych • wyznacza wektor siły tak, aby w zadanym układzie zaszła równowaga sił • stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach	Uczeń: • wyznacza siłę będąca wypadkową sił danych w sytuacjach problemowych • oblicza siłę ciężkości i ciężar ciała przy powierzchni ziemi w sytuacjach problemowych • stosuje pierwszą zasadę dynamiki do analizy ruchu ciała w sytuacjach problemowych	Uczeń: • stosuje twierdzenie sinusów i cosinusów do obliczania wartości sił • definiuje pęd • wyprowadza zależność pomiędzy siłą a pędem • definiuje środek masy • wyznacza środek masy • formułuje pierwszą zasadę dynamiki dla środka masy • rozwiązuje

	codziennym • definiuje inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia • podaje przykłady inercjalnych i nieinercjalnych układów odniesienia • ~~podaje przykłady działania bezwładności w życiu codziennym~~	• wyjaśnia znaczenie pierwszej zasady dynamiki • przedstawia graficznie siły działające na ciało z zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki	typowych		zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.2. Druga i trzecia zasada dynamiki	Uczeń: • formułuje słownie oraz zapisuje za pomocą wzoru drugą zasadę dynamiki • definiuje jednostkę siły • formułuje trzecią zasadę dynamiki • podaje przykłady obowiązywania trzeciej zasady dynamiki w życiu codziennym	Uczeń: • zapisuje za pomocą wzoru i wyjaśnia drugą zasadę dynamiki • opisuje jednostkę siły za pomocą jednostek podstawowych układu SI; $1\,\mathrm{N} = 1\,\frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ • wyjaśnia znaczenie trzeciej zasady dynamiki • formułuje wnioski płynące z trzeciej zasady dynamiki	Uczeń: • wykorzystuje drugą zasadę dynamiki do obliczania wartości siły działającej na ciało poruszające się z danym przyspieszeniem oraz do obliczania przyspieszenia ciała poruszającego się pod wpływem danej siły • oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało w sytuacjach typowych • wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił	Uczeń: • stosuje zasady dynamiki w sytuacjach problemowych • oblicza parametry ruchu oraz wartości sił działających na ciało w sytuacjach problemowych • wykorzystuje zasady dynamiki do graficznego przedstawiania sił działających na ciało w sytuacjach problemowych	Uczeń: • przedstawia graficznie rozkład sił działających na ciało umieszczone na równi pochyłej i oblicza parametry • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

			działających na ciało w sytuacjach typowych		
3.3. Siły oporu i siły tarcia	Uczeń: • definiuje siłę tarcia • definiuje tarcie statyczne i kinetyczne • podaje przykłady działania sił tarcia w życiu codziennym • definiuje tarcie poślizgowe • definiuje siły oporu ośrodka • definiuje prędkość graniczną	Uczeń: • oblicza wartość siły tarcia w sytuacjach typowych • wyjaśnia zależność siły tarcia od siły wywołującej ruch i przedstawia tę zależność na wykresie • wyjaśnia znaczenie współczynnika tarcia statycznego i tarcia kinetycznego oraz zależność miedzy nimi • wymienia czynniki mające wpływ na wartości sił tarcia i oporu ośrodka • wymienia sposoby redukcji oraz zwiększania tarcia • podaje przykłady sytuacji, w których tarcie i opór ośrodka jest zjawiskiem pożądanym i przeciwnie	Uczeń: • oblicza wartość współczynnika tarcia w sytuacjach typowych • uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach typowych • wyjaśnia znaczenie wartości prędkości granicznej • dostrzega działanie praw fizyki w życiu codziennym	Uczeń: • oblicza wartość siły tarcia oraz współczynnika tarcia w sytuacjach problemowych • uwzględnia siłę tarcia w równaniach sił w sytuacjach problemowych • wyjaśnia znaczenie praw fizyki w życiu codziennym	Uczeń: • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie badające współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
~~**3.4. Siły**~~	~~Uczeń:~~	~~Uczeń:~~	~~Uczeń:~~	~~Uczeń:~~	~~Uczeń:~~

~~bezwładności~~	• ~~podaje przykłady inercjalnego i nieinercjalnego układu odniesienia~~ • ~~definiuje siłę bezwładności~~ • ~~definiuje siłę nacisku i siłę sprężystości podłoża~~ • ~~definiuje siły rzeczywiste i pozorne~~ • ~~podaje przykłady działania siły bezwładności w życiu codziennym~~	• ~~wskazuje na siły działające na to samo ciało w różnych układach odniesienia~~ • ~~wskazuje siłę nacisku i siłę sprężystości podłoża w sytuacjach typowych~~ • ~~podaje przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości w życiu codziennym~~	• ~~oblicza wartość siły bezwładności w sytuacjach typowych~~ • ~~demonstruje działanie siły bezwładności~~ • ~~wskazuje siłę nacisku i siłę sprężystości podłoża w sytuacjach problemowych~~	• ~~oblicza wartości siły bezwładności oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych~~	• ~~planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące działanie siły bezwładności~~ • ~~rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające~~
3.5. Siły w ruchu po okręgu	Uczeń: • definiuje siłę dośrodkową • ~~definiuje siłę bezwładności odśrodkowej~~ • ~~podaje przykłady działania siły bezwładności odśrodkowej w życiu codziennym~~	Uczeń: • wyjaśnia znaczenie siły dośrodkowej • zapisuje zależności pomiędzy siłą dośrodkową a prędkością liniową, częstotliwością i okresem • oblicza wartość siły dośrodkowej dla zadanego ruchu po okręgu • ~~wyjaśnia różnice pomiędzy siłą dośrodkową i siłą bezwładności~~	Uczeń: • oblicza wartości parametrów ruchu po okręgu przy znanej wielkości siły dośrodkowej	Uczeń: • oblicza wartości sił działających oraz w sytuacjach problemowych	Uczeń: • wyprowadza zależności pomiędzy siłą dośrodkową a szybkością liniową i kątową, częstotliwością i okresem • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		~~odśrodkowej~~ • ~~określa wartość siły bezwładności odśrodkowej~~			
Dział 4. Praca, moc i energia					
4.1. Praca i moc	Uczeń: • definiuje pracę • zna jednostkę pracy • definiuje moc • zna jednostkę mocy • podaje przykłady wykonywania pracy w sensie fizycznym	Uczeń: • opisuje jednostkę pracy za pomocą jednostek podstawowych układu SI $1\,\mathrm{J} = 1\,\mathrm{N}\cdot\mathrm{m} = 1\,\frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$ • rozumie znaczenie pojęcia pracy jako sposobu przekazywania energii • oblicza wartość wykonanej pracy przez siłę działającą równolegle do przesunięcia • oblicza wartość mocy w sytuacjach typowych • definiuje 1 wat • opisuje jednostkę mocy za pomocą jednostek podstawowych układu SI $1\,\mathrm{W} = 1\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}} = 1\,\frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}}{\mathrm{s}^3}$	Uczeń: • podaje warunki, w których wykonana praca jest równa zero oraz w których jest ujemna • oblicza siłę średnią przy liniowej zmianie wartości siły • wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych • wykorzystuje pojęcie mocy do obliczania wartości siły działającej, pracy i parametry ruchu w sytuacjach typowych	Uczeń: • oblicza wartość wykonanej pracy przy różnych kierunkach działającej siły • wyznacza wartości pracy, siły działającej i przesunięcia w sytuacjach problemowych • oblicza wartość mocy, siły działającej, pracy i parametry ruchu w sytuacjach problemowych	Uczeń: • wyprowadza zależność pomiędzy pracą i pędem • wyprowadza zależności pomiędzy mocą a siłą, prędkością i pędem • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.2. Energia potencjaln	Uczeń: • wyjaśnia pojęcie	Uczeń: • definiuje 1 dżul	Uczeń: • wyjaśnia	Uczeń: • oblicza wartości	Uczeń: rozwiązuje zadania

a	*energia mechaniczna*, podaje jej jednostkę • definiuje pojęcie *energia potencjalna* • definiuje pojęcie *energia potencjalna ciężkości* • definiuje pojęcie *energia potencjalna sprężystości* • podaje przykłady ciał obdarzonych energią potencjalną	• wyjaśnia związek miedzy zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą • opisuje energię potencjalną ciężkości w pobliżu powierzchni Ziemi • zapisuje wzór na energię potencjalną ciężkości w pobliżu powierzchni Ziemi • zapisuje wzór na energię potencjalną sprężystości • oblicza wartość energii ciała potencjalnej w sytuacjach typowych	zależność wielkości energii potencjalnej od układu odniesienia • oblicza wartości energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach typowych • oblicza wartość zmiany energii potencjalnej jako wielkości wykonanej pracy z uwzględnieniem pracy o wartości dodatniej i ujemnej	energii potencjalnej, pracy, sił działających oraz parametrów ruchu w sytuacjach problemowych	problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.3. Energia kinetyczna. Zasada zachowania energii	Uczeń: • definiuje pojęcie *energia kinetyczna* • podaje przykłady ciał obdarzonych energią kinetyczną • podaje wzór na energię kinetyczną • definiuje całkowitą	Uczeń: • oblicza wartość energii kinetycznej w sytuacjach prostych • oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach typowych	Uczeń: • oblicza energię kinetyczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach typowych • wyznacza wielkość pracy wykonanej przez siłę zewnętrzną nad ciałem o	Uczeń: • oblicza energię kinetyczną, masę oraz parametry ruchu ciała w sytuacjach problemowych • wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach	Uczeń: • wyprowadza wzór na energię kinetyczna ciała o zadanej masie, poruszającego się z dana szybkością • wyprowadza zależność pomiędzy energią kinetyczną a

	energię mechaniczną ciała • formułuje zasadę zachowania energii • podaje przykłady zmiany energii mechanicznej poprzez wykonanie pracy • podaje przykłady obowiązywania zasady zachowania energii w życiu codziennym		danej masie poruszającym się z dana szybkością • oblicza całkowitą energię mechaniczną ciała w sytuacjach problemowych • opisuje zmianę energii mechanicznej układu w zależności od wartości pracy wykonanej przez siły zewnętrzne • wykorzystuje zasadę zachowania energii w sytuacjach typowych	problemowych	pędem • planuje i samodzielnie wykonuje doświadczenie obrazujące związek miedzy zmianą energii mechanicznej a wykonaną pracą • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.4. Maszyny proste	Uczeń: • definiuje pojęcie *maszyna prosta* • definiuje pojęcia *dźwignia jednostronna* i *dźwignia dwustronna* • definiuje pojęcia: *krążki*, *kołowrót*, *klin* oraz *przekładnia* • podaje przykłady zastosowań maszyn prostych	Uczeń: • opisuje dźwignię jednostronną i dwustronną • opisuje krążki, kołowrót, klin oraz przekładnie • formułuje i wyjaśniać zasadę niezmienności pracy	Uczeń: • wykorzystuje pojęcia *siła*, p*raca*, *moc* i *energia* oraz zasady dynamiki do opisu działania maszyn prostych	Uczeń: • wyznacza siły działające w maszyn prostych • oblicza wartości sił działających w maszynach prostych	Uczeń: • wyprowadza zależności opisujące siły działające w maszynach prostych • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.5. Badanie	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:	Uczeń:

warunków równowagi dźwigni	• formułuje warunki równowagi dźwigni • organizuje stanowisko pomiarowe zgodnie z instrukcją • zapisuje wyniki pomiarów	• wykonuje doświadczenie zgodnie z instrukcją • dokonuje niezbędnych pomiarów • ~~oblicza podstawowe niepewności pomiarowe~~	• planuje doświadczenie, prawidłowo przeprowadza pomiary • opracowuje wyniki pomiarów, dokonuje niezbędnych obliczeń	• formułuje proste teorie fizyczne na podstawie wniosków z przeprowadzonych badań • porównuje wyniki przeprowadzonych pomiarów z przewidywaniami	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Dział 5. Grawitacja i elementy astronomii					
5.1. Prawo powszechnego ciążenia	Uczeń: • zna historyczne poglądy na temat budowy Układu Słonecznego • definiuje siłę grawitacji • formułuje prawo powszechnego ciążenia • podaje działania siły grawitacji • definiuje pojęcia: *przyspieszenie grawitacyjne* i *stała grawitacji*	Uczeń: • zapisuje wzór na siłę grawitacji • wyjaśnia powszechność działania siły grawitacji • podaje wartość Ziemskiego przywieszenia grawitacyjnego i stałej grawitacji • oblicza siłę grawitacji w sytuacjach typowych • opisuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową podczas ruchu ciał niebieskich po orbitach	Uczeń: • wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia w sytuacjach typowych • oznacza graficznie siły działające na ciało w polu grawitacyjnym	Uczeń: • wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia w sytuacjach problemowych	Uczeń: • omawia rys historyczny teorii budowy wszechświata i porównuje nieścisłości historycznych teorii budowy wszechświata • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.2. Stan nieważkości	Uczeń: • definiuje pojęcie *satelita* (sztuczny i naturalny)	Uczeń: • oblicza szybkość orbitalną satelitów, promień	Uczeń: • oznacza graficznie siły działające na ciało	Uczeń: • wykorzystuje zjawiska nieważkości w	Uczeń: • opisuje siły działające oraz stany nieważkości

	• podaje przykłady satelitów Ziemi • opisuje zjawiska nieważkości • podaje przykłady występowania stanu nieważkości	orbity oraz okres obiegu w sytuacjach typowych • oznacza siły działające na ciało zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki • wykorzystuje zjawiska nieważkości w sytuacjach typowych	zgodnie z pierwszą zasadą dynamiki • oznacza graficznie siły działające na ciało w układzie odniesienia poruszający się ze stałym przyspieszeniem • wyjaśnia zjawiska nieważkości na podstawie zasad dynamiki • opisuje wpływ zjawiska nieważkości na organizm ludzki	sytuacjach problemowych	w statku kosmicznym podczas startu, lądowania i ruchu po orbicie • planuje i wykonuje doświadczenie ukazujące stan nieważkości • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
5.3. Układ Słoneczny	Uczeń: • omawia geocentryczne i heliocentryczne teorie budowy Układu Słonecznego • opisuje osiągnięcia Galileusza i Keplera • wymienia we właściwej kolejności planety Układu Słonecznego • opisuje położenie Ziemi w Układzie Słonecznym • wymienia i	Uczeń: • porównuje geocentryczne i heliocentryczne teorie budowy Układu Słonecznego • opisuje wpływ badan Galileusza i Keplera na poglądy na temat budowy Układu Słonecznego • opisuje budowę Układu Słonecznego • opisuje Słońce jako gwiazdę • podaje	Uczeń: • wymienia błędy i niezgodności historycznych teorii budowy Układu Słonecznego • opisuje obrazowo wielkości obiektów w Układzie Słonecznym i odległości miedzy nimi • posługuje się jednostkami długości używanymi w astronomii:	Uczeń: • opisuje pasy planetoid oraz planety karłowate jako obiekty Układu Słonecznego • definiuje pojęcie *kometa*, *meteorolita*, *asteroida*	Uczeń: • wyjaśnia pojęcie *ekliptyka* • wskazuje położenie planet Układu Słonecznego na mapie nieba • planuje i wykonuje obserwacje nieba, wskazuje widoczne obiekty astronomiczne

	definiuje jednostki długości używane w astronomii: jednostkę astronomiczną, rok świetlny	najważniejsze cechy planet Układu Słonecznego • podaje zależność pomiędzy jednostkami długości używanymi w astronomii (jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym) a metrem	jednostką astronomiczną, rokiem świetlnym • zamienia jednostki długości używane w astronomii na kilometry		
5.4. Gwiazdy i galaktyki	Uczeń: • definiuje pojęcie *galaktyka* • definiuje pojęcie *gwiazdozbiór* • wymienia główne rodzaje galaktyk • jest świadomy zjawiska rozszerzania się Wszechświata	Uczeń: • opisuje cechy głównych typów galaktyk • opisuje budowę Drogi Mlecznej	Uczeń: • opisuje obrazowo wielkości obiektów w Galaktyce i odległości między nimi • opisuje położenie Układu Słonecznego w Galaktyce	Uczeń: • opisuje rozmiary Galaktyki • wymienia obiekty w Galaktyce • opisuje model Wielkiego Wybuchu	• wyjaśnia pojęcia: *gromada gwiazd*, *gromada galaktyk* • wskazuje położenie Drogi Mlecznej na mapie nieba • wymienia przykłady innych galaktyk • podaje szacunkową prędkość, z jaką Układ Słoneczny obiega centrum Galaktyki

Klasa 2 szkoła branżowa

Temat (rozumiany jako lekcja)	**Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń:**	**Wymagania podstawowe (ocena dostateczne) Uczeń:**	**Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń:**	**Wymagania dopełniające (ocena bardzo dobra) Uczeń:**	**Wymagania wykraczające (ocena celująca) Uczeń:**
1. Prąd stały					

1.6. Prąd elektryczny. Natężenie prądu	• definiuje prąd elektryczny • definiuje natężenie prądu elektrycznego oraz podaje jego jednostkę • wie, że do pomiaru natężenia prądu wykorzystuje się amperomierz	• definiuje jednostkę ładunku elektrycznego na podstawie jednostki natężenia prądu • korzysta z amperomierza do pomiaru natężenia prądu, prawidłowo odczytuje wynik pomiaru • definiuje prędkość dryfu i prędkość unoszenia	• wyjaśnia mechanizm przepływu prądu • wykorzystuje pojęcie natężenia prądu w sytuacjach typowych • prawidłowo włącza amperomierz w obwód elektryczny	• wykorzystuje pojęcie natężenia prądu w sytuacjach problemowych	• zna rząd wielkości prędkości przepływu prądu • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
1.7. Napięcie elektryczne. Źródła napięcia	• definiuje pojęcie obwodu elektrycznego • definiuje napięcie w obwodzie elektrycznym i podaje jego jednostkę • wie, że do pomiaru natężenia prądu wykorzystuje się woltomierz • definiuje ogniwo	• zapisuje jednostkę napięcia za pomocą jednostek podstawowych układu SI • korzysta z woltomierza do pomiaru napięcia elektrycznego, prawidłowo odczytuje wynik pomiaru • podaje przykłady ogniw	• posługuje się wartością napięcia w obwodzie elektrycznym w sytuacjach typowych • prawidłowo włącza woltomierz w obwód elektryczny • wyjaśnia zasady łączenia ogniw	• posługuje się wartością napięcia w obwodzie elektrycznym w sytuacjach problemowych • opisuje różne rodzaje ogniw i ich działanie • stosuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo	• opisuje równoległe połączenie ogniw • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
1.8. Obwody elektryczne	• definiuje obwód elektryczny • wymienia podstawowe elementy obwodów elektrycznych • prawidłowo włącza mierniki w obwód elektryczny • stosuje zasady bezpieczeństwa przy pracy z obwodem elektrycznym • definiuje pojęcie pracy i mocy prądu elektrycznego, podaje ich jednostki w	• wymienia zasady projektowania obwodów elektrycznych • zna symbole podstawowych elementów obwodów elektrycznych • wykorzystuje kilowatogodzinę jako jednostkę pracy prądu	• rozpoznaje podstawowe elementy obwodów elektrycznych • prawidłowo odczytuje proste schematy elektryczne • wykorzystuje zależności pomiędzy napięciem, natężeniem, pracą i mocą prądu w sytuacjach typowych	• stosuje zasady projektowania obwodów elektrycznych w prostych sytuacjach • rysuje proste schematy elektryczne • wykorzystuje zależności pomiędzy napięciem, natężeniem, pracą i mocą prądu w sytuacjach problemowych	• opisuje działanie ogniwa włączonego w obwód elektryczny • opisuje przepływ prądu w elektrolitach • wykorzystuje pojęcie mocy znamionowej odbiorników w obwodzie elektrycznym • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	układzie SI				
1.9. Prawo Ohma. Opór elektryczny	• definiuje opór elektryczny i podaje jego jednostkę • formułuje prawo Ohma	• wyjaśnia znaczenie oporu elektrycznego • opisuje opornik jako element obwodu elektrycznego • definiuje charakterystykę prądowo-napięciową	• zapisuje jednostkę oporu elektrycznego za pomocą jednostek podstawowych układu SI • wykorzystuje prawo Ohma do obliczania oporu, napięcia, natężenia, pracy i mocy prądu elektrycznego w sytuacjach typowych	• wykorzystuje prawo Ohma do obliczania oporu, napięcia, natężenia, pracy i mocy prądu elektrycznego w sytuacjach problemowych • opisuje techniczną metodę pomiaru oporu	• opisuje opór elektryczny, korzystając z pojęć elektrycznej teorii budowy materii • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
1.10. Pierwsze prawo Kirchhoffa	• formułuje pierwsze prawo Kirchhoffa	• rozpoznaje i opisuje szeregowe i równoległe łączenie oporników	• wykorzystuje I prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach typowych	• wykorzystuje I prawo Kirchhoffa do opisu obwodu prądu stałego w sytuacjach problemowych • ilustruje doświadczalnie I prawo Kirchhoffa	• oblicza opór zastępczy szeregowego i równoległego połączenia oporników
1.11. Domowa sieć elektryczna	• opisuje sieć domową jako przykład obwodu elektrycznego • zna i stosuje zasady bezpieczeństwa przy pracy z obwodem elektrycznym	• opisuje rolę bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego • podaje przykłady różnych rodzaje bezpieczników	• opisuje różne rodzaje bezpieczników	• opisuje działanie bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2. Magnetyzm					
2.6. Magnesy. Pole magnetyczne	• definiuje magnes • definiuje bieguny magnesu • definiuje pole magnetyczne	• podaje przykłady magnesów i ich zastosowania • kreśli linie pola magnetycznego wokół i wewnątrz magnesu trwałego • opisuje pole	• opisuje właściwości magnesów • opisuje właściwości pola magnetycznego • wyjaśnia znaczenie pola magnetycznego Ziemi	• wyjaśnia działanie igły magnetycznej i kompasu • demonstruje doświadczalnie linie pola magnetycznego magnesu trwałego	• definiuje dipol magnetyczny i wyjaśnia jego znaczenie • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		magnetyczne Ziemi, kreśli linie pola, oznacza bieguny magnetyczne			
2.7. Pole magnetyczne przewodników z prądem	• definiuje zwojnicę • jest świadomy istnienia pola magnetycznego w otoczeniu przewodnika z prądem	• opisuje pole magnetyczne wokół prostoliniowego przewodnika z prądem i przewodnika kołowego • opisuje pole magnetyczne zwojnicy	• stosuje regułę prawej ręki do wyznaczania zwrotu linii pola magnetycznego prostoliniowego przewodnika z prądem, przewodnika kołowego oraz zwojnicy	• rysuje linie pola magnetycznego wokół prostoliniowego i kołowego przewodnika oraz zwojnicy z prądem • opisuje zasadę działania elektromagnesu	• wyjaśnia istnienie pola magnetycznego Ziemi • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.8. Siła elektrodynamiczna	• definiuje siłę elektrodynamiczną	• opisuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem • opisuje czynniki mające wpływ na wartość siły elektrodynamicznej	• stosuje regułę lewej dłoni do wyznaczania kierunku i zwrotu siły elektrodynamicznej	• wyjaśnia znaczenie siły elektrodynamicznej • wyznacza kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej w sytuacjach problemowych	• definiuje indukcję magnetyczną i podaje jej jednostkę • oblicza wartość siły elektrodynamicznej
3. Indukcja elektromagnetyczna, prąd przemienny					
3.6. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	• definiuje prąd indukcyjny • podaje przykłady wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej	• opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej • formułuje warunek powstania prądu indukcyjnego	• wyjaśnia znaczenie zjawiska indukcji elektromagnetycznej • opisuje zjawiska zachodzące podczas ruchu magnesu wewnątrz zwojnicy, przez którą płynie prąd elektryczny w sytuacjach typowych	• opisuje zjawiska zachodzące podczas ruchu magnesu wewnątrz zwojnicy, przez którą płynie prąd elektryczny w sytuacjach problemowych	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.7. Prąd przemienny	• definiuje prąd przemienny • wymienia wielkości charakteryzujące prąd przemienny: okres, częstotliwość,	• opisuje wielkości charakteryzujące prąd przemienny: okres, częstotliwość, amplitudę • zapisuje prawo Ohma	• wyjaśnia znaczenie wartości napięcia i natężenia skutecznego • wykorzystuje pojęcia napięcia, natężenia i mocy skutecznej w	• wyjaśnia sposób opisu urządzeń prądu przemiennego zamieszczony na tabliczkach znamionowych	• wykorzystuje zależności między wartościami maksymalnymi i skutecznymi natężenia i napięcia dla prądu przemiennego

	amplitudę • definiuje napięcie i natężenie skuteczne	dla obwodu prądu przemiennego	sytuacjach typowych • rysuje wykres zależności natężenia prądu od czasu dla prądu przemiennego	• wykorzystuje pojęcia napięcia, natężenia i mocy skutecznej w sytuacjach problemowych	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.8. Transformator	• opisuje budowę transformatora • wymienia przykłady zastosowania transformatora	• opisuje zasadę działania transformatora • wskazuje uzwojenie pierwotne i wtórne transformatora • opisuje zastosowania transformatora w technice	• oblicza natężenia prądu i napięcia na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładnię transformatora w sytuacjach typowych	• oblicza natężenia prądu i napięcia na uzwojeniu wtórnym i pierwotnym oraz przekładnię transformatora w sytuacjach problemowych • opisuje inne zastosowanie zjawiska indukcji magnetycznej	• formułuje prawo Joule'a-Lenza • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4. Energia w zjawiskach cieplnych					
4.2. Cząsteczkowa budowa materii	• wymienia podstawowe elementy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii (atomy, pierwiastki, związki chemiczne) • wymienia trzy stany skupienia • definiuje gęstość • definiuje ciśnienie i siłę parcia	• opisuje podstawowe elementy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii (atomy, pierwiastki, związki chemiczne) • wymienia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii	• wyjaśnia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii • opisuje główne cechy trzech stanów skupienia • posługuje się układem okresowym pierwiastków • oblicza gęstość w sytuacjach typowych • posługuje się pojęciem ciśnienia w sytuacjach typowych	• opisuje budowę molekularną ciał stałych, cieczy i gazów • oblicza gęstość w sytuacjach problemowych • posługuje się pojęciem ciśnienia w sytuacjach problemowych	• opisuje i wyjaśnia zjawisko dyfuzji • opisuje ciała krystaliczne i bezpostaciowe • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.6. Zjawisko rozszerzalności cieplnej	• definiuje rozszerzalność cieplną	• opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej gazów	• wyjaśnia znaczenie rozszerzalności cielnej w technice i życiu codziennym	• wyjaśnia zjawisko rozszerzalności cieplnej gazów, korzystając z pojęć kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii • demonstruje	• opisuje rozszerzalność cieplną cieczy oraz rozszerzalność cieplną wody • opisuje rozszerzalność cieplną ciał stałych

				doświadczalnie zjawisko rozszerzalności cieplnej gazów	
4.7. Temperatura, energia wewnętrzna i ciepo	• definiuje pojęcie temperatury • definiuje temperaturę bezwzględną • definiuje energię wewnętrzną • definiuje ciepło • formułuje i wyjaśniać zasadę równoważności ciepła i pracy • formułuje I zasadę termodynamiki	• stosuje skalę Kelwina, zamienia stopnie Celsjusza na kelwiny i odwrotnie • podaje wartość temperatury zera bezwzględnego w skali Kelwina i w skali Celsjusza • jest świadomy zależności między ciepłem dostarczonym a zmianą temperatury • podaje przykłady przekazywania energii w formie ciepła i w formie pracy	• wyjaśnia znaczenia temperatury zera bezwzględnego • wyjaśnia zależność pomiędzy temperaturą a energią wewnętrzną • opisuje zależność między ciepłem dostarczonym a zmianą temperatury • wyjaśnia różnice pomiędzy pojęciami energii, ciepła i pracy • opisuje zjawiska życia codziennego za pomocą pojęć *energia*, *ciepło* i *praca* w sytuacjach typowych	• wyjaśnia zależność między energią wewnętrzną i wykonaną pracą • odróżnia energię, ciepło i pracę w określonych sytuacjach • opisuje zjawiska życia codziennego za pomocą pojęć *energia*, *ciepło* i *praca* w sytuacjach problemowych	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.8. Przekazywanie ciepła przy ogrzewaniu i oziębianiu	• definiuje przewodnictwo cieplne, konwekcję i promieniowanie cieplne • definiuje ciepło właściwe i podaje jego jednostkę	• podaje przykłady występowania i wykorzystania przewodnictwa cieplnego, konwekcji i promieniowania cieplnego w życiu codziennym • zapisuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą	• opisuje ciepło właściwe jako zdolność ciała do zmiany temperatury • wykorzystuje ciepło właściwe do opisu zjawisk w sytuacjach typowych • wykorzystuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą w sytuacjach typowych	• wykorzystuje ciepło właściwe do opisu zjawisk w sytuacjach problemowych • wykorzystuje zależność pomiędzy ciepłem dostarczonym lub pobranym z substancji a jej temperaturą w sytuacjach problemowych	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.9. Przekazywanie ciepła przy parowaniu i	• definiuje topnienie i krzepniecie • definiuje parowanie i	• opisuje zjawiska topnienia i krzepnięcia • opisuje zjawiska	• opisuje topnienie i krzepniecie za pomocą pojęć *temperatura*	• przedstawia na wykresie zależności temperatury od ciepła	• rozumie zależność temperatury wrzenia i krzepnięcia od

topnieniu	skraplanie	parowania i skraplania • opisuje zjawisko wrzenia, odróżniania wrzenie od parowania • definiuje temperaturę wrzenia	*topnienia* i *ciepło topnienia* • opisuje parowanie i skraplanie za pomocą pojęcia *ciepło parowania* • opisuje wrzenie za pomocą temperatury wrzenia • korzysta z ciepła przemiany fazowej w sytuacjach typowych	pobranego oraz proces zmiany stanów skupienia wody • korzysta z ciepła przemiany fazowej w sytuacjach problemowych • wyjaśnia zasadę działania chłodziarki	ciśnienia • formułuje i wykorzystuje zasadę bilansu cieplnego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.10. Przemiana energii wewnętrznej w energię mechaniczną	• definiuje silnik cieplny • definiuje pojęcie *wartość energetyczna* i wymienia jej jednostki • definiuje pojęcie *ciepło spalania* • definiuje wartość energetyczną żywności	• opisuje działanie silnika cieplnego • podaje wartości energetyczne wybranych paliw i żywności • wyjaśnia znaczenie wartości energetycznej	• wykorzystuje I zasadę termodynamiki do opisu zjawisk w sytuacjach typowych • wyjaśnia działanie silnika cieplnego • korzysta z wartości energetycznej paliw i żywności w sytuacjach życia codziennego	• wykorzystuje I zasadę termodynamiki do opisu zjawisk w sytuacjach problemowych	• definiuje i oblicza sprawność silnika cieplnego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Moduł fakultatywny B					
B.3. Silniki cieplne	• formułuje I zasadę termodynamiki • definiuje silnik cieplny	• korzysta z podstawowych pojęć termodynamiki do opisu zjawisk w sytuacjach typowych • wymienia przykłady silników cieplnych	• wyjaśnia zasadę działania silnika cieplnego • wyjaśnia zasadę zdziałania silników spalinowych	• korzysta z podstawowych pojęć termodynamiki do opisu zjawisk w sytuacjach problemowych • opisuje zasadę działania silników turbinowych i odrzutowych	• opisuje wpływ wynalezienia silnika spalinowego na rozwój techniki • zna rzędy wielkości sprawności współczesnych silników cieplnych • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Moduł fakultatywny C					
C.1. Fizyka w sporcie	• opisuje wpływ wiedzy z dziedziny fizyki na wyniki w sporcie	• wymienia wielkości fizyczne opisujące skoki narciarskie i	• opisuje skoki narciarskie i skoki o tyczce, korzystając z	• uwzględnia siłę tarcia i siły oporu ruchu do opisu zjawisk w sporcie	• opisuje wpływ warunków atmosferycznych na wyniki sportowe,

	• opisuje znaczenie wiedzy z zakresu fizyki w wyposażeniu sportowym	skoki o tyczce oraz zna rzędy ich wielkości • wymienia wielkości i pojęcia fizyczne opisujące ruch piłki • wymienia zjawiska i wielkości fizyczne opisujące pływanie	podstawowych pojęć mechaniki • opisuje ruch piłki, korzystając z podstawowych pojęć mechaniki • opisuje pływanie, korzystając z prawa Archimedesa oraz podstawowych pojęć mechaniki i termodynamiki	• opisuje ruch piłki i skok jako rzut ukośny • wyjaśnia znaczenie wilgotności powietrza w sporcie	korzystając z pojęć fizyki • opisuje działanie siły nośnej • opisuje znaczenie zasolenia wody dla pływalności • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
C.2. Fizyka w domu	• wymienia instalacje i urządzenia gospodarstwa domowego, których działanie opiera się na prawach fizycznych • dostrzega zjawiska fizyczne w życiu codziennym	• opisuje domową instalację elektryczną, instalację grzewczą, instalację wentylacyjną oraz instalację odgromową za pomocą pojęć fizycznych	• opisuje zjawiska fizyczne w życiu codziennym • opisuje działanie kuchenki mikrofalowej i płyty indukcyjnej	• wykorzystuje wiedzę i terminologię naukową do opisu zjawisk życia codziennego • wyjaśnia działanie kuchenki mikrofalowej i płyty indukcyjnej	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Moduł fakultatywny D					
D.1. Elementy elektroniki	• wymienia założenia pasmowej teorii przewodnictwa • wymienia nośniki prądu w półprzewodnikach • definiuje bramkę logiczną • opisuje znaczenie układów scalonych i procesorów	• opisuje założenia pasmowej teorii przewodnictwa • opisuje zjawisko półprzewodnictwa • opisuje przepływ nośników prądu w półprzewodnikach • wymienia podstawowe bramki logiczne • wymienia zastosowania układów scalonych i tranzystorów	• opisuje zjawisko półprzewodnictwa domieszkowego • opisuje złącza p-n, p-n-p i n-p-n • opisuje budowę diody półprzewodnikowej i tranzystora • zapisuje tablice prawdy podstawowych bramek logicznych	• wyjaśnia zjawisko półprzewodnictwa i półprzewodnictwa domieszkowego za pomocą pojęć pasmowej teorii przewodnictwa • opisuje zasadę działania diody półprzewodnikowej i tranzystora • wykonuje proste działania logiczne	• wyjaśnia zasadę działania diody półprzewodnikowej • korzysta podstawowych pojęć algebry Boole'a • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
D.2. Właściwości magnetyczne	• definiuje ferromagnetyki,	• podaje przykłady ferromagnetyków,	• wyjaśnia znaczenie własności	• wyjaśnia wpływ materiału na pole	• rysuje i omawia pętlę histerezy dla

materiałów	diamagnetyki i paramagnetyki • wymienia przykłady magnetycznych nośników danych	diamagnetyków i paramagnetyków • opisuje własności magnetyczne ferromagnetyków • wymienia wady i zalety magnetycznych nośników danych	magnetycznych substancji • wyjaśnia własności magnetyczne ferromagnetyków • opisuje wpływ materiału na pole magnetyczne • opisuje metody zapisu danych na nośniku magnetycznym	magnetyczne • wyjaśnia metody zapisu danych na nośniku magnetycznym • wyjaśnia metodę zapisu danych na płycie CD	ferromagnetyków oraz wyjaśnia znaczenie punktu Curie • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
D.3. Fale radiowe	• rozumie, że fale radiowe są falami elektromagnetycznymi • definiuje zjawisko rezonansu elektromagnetycznego • zna wartość prędkości światła, rozumie, że jest to prędkość wszystkich fal elektromagnetycznych	• opisuje fale radiowe jako fale elektromagnetyczne • zapisuje zależność długości fali elektromagnetycznej od jej częstotliwości • opisuje widmo fal elektromagnetycznych • wyjaśnia pojęcie modulacji fal radiowych • opisuje znaczenie fal radiowych w technice i życiu codziennym • opisuje wpływ fal radiowych na zdrowie	• opisuje zasadę działania układu drgającego LC • wyjaśnia zjawisko rezonansu elektromagnetycznego • korzysta z zależności długości fali elektromagnetycznej od jej częstotliwości w sytuacjach typowych	• opisuje pole elektromagnetyczne jako złożenie pól elektrycznego i magnetycznego • korzysta z zależności długości fali elektromagnetycznej od jej częstotliwości w sytuacjach problemowych • wyjaśnia znaczenie modulacji fal radiowych	• posługuje się pojęciem indukcyjności • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Moduł fakultatywny E					
E.1. Własności materii	• wymienia stany skupienia • definiuje pojęcia sprężystości i plastyczności • formułuje prawo Hooke'a • definiuje naprężenie wewnętrzne	• opisuje stany skupienia • wyjaśnia pojęcia sprężystości i plastyczności • opisuje podział ciał stałych ze względu na własności sprężyste • formułuje prawo	• opisuje mechanizm rozszerzalności cieplnej materiałów • wyjaśnia znaczenie modułu Younga • korzysta z prawa Hooke'a w sytuacjach typowych • opisuje podział	• korzysta z prawa Hooke'a w sytuacjach problemowych • wyjaśnia znaczenie granicy wytrzymałości • korzysta z prawa przewodnictwa cieplnego w sytuacjach	• definiuje wytrzymałość na rozciąganie, ściskanie, zginanie, ścinanie, skręcanie oraz docisk • opisuje metody badania wytrzymałości materiałów • rozwiązuje zadania problemowe

	• definiuje moduł Younga • definiuje granicę wytrzymałości • definiuje współczynnik przewodnictwa cieplnego i opisuje jego znaczenie	przewodnictwa cieplnego • opisuje podział materiałów ze względu na przewodnictwo elektryczne • opisuje podział materiałów ze względu na własności magnetyczne	materiałów ze względu na przewodnictwo cieplne • korzysta z prawa przewodnictwa cieplnego w sytuacjach typowych	problemowych	wykraczające poza wymagania dopełniające
E.2. Budowa materii	• wymienia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii • definiuje plazmę • wymienia odmiany węgla • opisuje wpływ temperatury na stan skupienia i właściwości materii • definiuje zjawisko nadprzewodnictwa	• opisuje główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii • wymienia warunki powstania plazmy • opisuje zastosowania różnych odmian węgla • opisuje zastosowania zjawiska nadprzewodnictwa	• opisuje budowę ciał stałych krystalicznych i bezpostaciowych • opisuje wpływ temperatury na sieć krystaliczną • opisuje budowę i właściwości różnych odmian węgla • opisuje znaczenie zjawiska nadprzewodnictwa	• wyjaśnia pojęcie anizotropii • wyjaśnia znaczenie sieci krystalicznej • opisuje zjawisko nadprzewodnictwa	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

Klasa 3 szkoła branżowa

Temat (rozumiany jako lekcja)	**Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń:**	**Wymagania podstawowe (ocena dostateczne) Uczeń:**	**Wymagania rozszerzające (ocena dobra) Uczeń:**	**Wymagania dopełniające (ocena bardzo dobra) Uczeń:**	**Wymagania wykraczające (ocena celująca) Uczeń:**
1. Fale mechaniczne					
1.12. Rozchodzenie się fal mechanicznych	• definiuje fale mechaniczne • definiuje ośrodek sprężysty • definiuje prędkość i kierunek rozchodzenia się fali	• wyjaśnia pojęcia sprężystości objętości i kształtu • wyjaśnia znaczenie ośrodka rozchodzenia się fali • zna podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe,	• opisuje falę sinusoidalną: wskazuje dolinę i grzbiet fali • opisuje podział fal na poprzeczne i podłużne oraz na jednowymiarowe, powierzchniowe	• wyjaśnia znaczenie impulsu falowego • podaje przykłady różnych rodzajów fal w życiu codziennym	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		powierzchniowe (płaskie i koliste) i przestrzenne	(płaskie i koliste) i przestrzenne		
1.13. Opis fal mechanicznych	• definiuje powierzchnię falową • definiuje i wskazuje czoło fali oraz promienie fali • definiuje pojęcia wychylenia, amplitudy, okresu i częstotliwości fali • definiuje długość fali • definiuje natężenie fali	• wskazuje czoło fali oraz promienie fali • oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach prostych	• wyjaśnia pojęcia wychylenia, amplitudy, okresu i częstotliwości fali • wyjaśnia różnice między prędkością rozchodzenia się fali a prędkością ruchu punktów ośrodka	• oblicza prędkość rozchodzenia się oraz długość fali w sytuacjach problemowych	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
1.14. Zjawiska falowe	• opisuje odbicie fali: oznacza kąt padania i odbicia • formułuje prawo odbicia fali • opisuje załamanie fali: oznacza kąt padania i załamania	• wyjaśnia znaczenie prawa odbicia fali	• opisuje ugięcie fali • podaje przykłady występowania zjawisk falowych	• stosuje prawo odbicia fali do wyznaczenia kąta odbicia lub padania	• opisuje zjawisko interferencji fal • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
1.15. Fale dźwiękowe	• rozumie, że dźwięk jest falą mechaniczną trójwymiarową • podaje wartość prędkości rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu • definiuje ultra- i infradźwięki • definiuje wysokość, barwę i natężenie dźwięku	• wyjaśnia, czym się zajmuje akustyka • opisuje dźwięk jako falę mechaniczną trójwymiarową • podaje przykłady zastosowań infra- i ultradźwięków	• podaje zakres częstotliwości fal dźwiękowych słyszalnych dla człowieka • korzysta z wartości prędkości dźwięku w sytuacjach prostych	• wyjaśnia znaczenie wysokości, barwy i natężenia dźwięku • wyjaśnia, czym jest hałas • korzysta z wartości prędkości dźwięku w sytuacjach problemowych	• wyjaśnia zależność między częstotliwością i natężeniem dźwięku a słyszalnością • wyjaśnia pojęcia progu słyszalności i progu bólu • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
1.16. Zjawiska	• opisuje zjawisko	• opisuje zjawisko	• wyjaśnia mechanizm	• wykorzystuje	• oblicza częstotliwość

towarzyszące rozchodzeniu się fal dźwiękowych	odbicia i załamania dźwięku jako fali mechanicznej • definiuje rezonans akustyczny	dyfrakcji dźwięku • opisuje zjawiska echa i pogłosu • opisuje zjawisko dudnienia • opisuje jakościowo zjawisko Dopplera	powstania echa i pogłosu • podaje warunki występowania echa i pogłosu • podaje przykłady zastosowań rezonansu akustycznego	zjawisko Dopplera do opisu fali docierającej do obserwatora, gdy źródło fali i obserwator poruszają się wzajemnie • podaje przykłady występowania zjawiska Dopplera	źródła lub dźwięku docierającego do obserwatora w zjawisku Dopplera • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2. Fale świetlne					
2.9. Rozchodzenie się światła	• rozumie, że światło białe jest falą elektromagnetyczną • wymienia historyczne poglądu na naturę światła • definiuje promień światła	• opisuje istotę światła białego jako fali elektromagnetycznej • opisuje historyczne poglądu na naturę światła • wskazuje dyfrakcję światła jako dowód na jego falową naturę • rozumie, iż światło białe jest sumą fal świetlnych o różnych długościach	• wskazuje zakres długości fal elektromagnetycznych odpowiadający światłu widzialnemu • opisuje światło białe jako sumę fal świetlnych o różnych długościach	• wyjaśnia, dlaczego dyfrakcja światła stanowi dowód na jego falową naturę • formułuje podstawowe założenia optyki geometrycznej	• opisuje zjawisko interferencji światła • opisuje mechanizm widzenia kolorów • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.10. Odbicie światła	• opisuje zjawisko odbicia światła • zaznacza kąt padania i kąt odbicia • opisuje zjawisko rozproszenia światła • podaje przykłady występowania zjawiska odbicia światła	• formułuje prawo odbicia dla fal świetlnych • kreśli odbicie obiektu w zwierciadle płaskim • wyjaśnia znaczenie zjawiska odbicia światła	• wykorzystuje prawo odbicia dla fal świetlnych w sytuacjach prostych • podaje przykłady wykorzystania zjawiska odbicia światła w technice	• wykorzystuje prawo odbicia dla fal świetlnych w sytuacjach problemowych • wyjaśnia zasadę działania peryskopu	• wyjaśnia zasadę działania lustra weneckiego i światełka odblaskowego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.11. Załamanie światła	• opisuje zjawisko załamania światła na granicy ośrodków	• wyjaśnia znaczenie zjawiska załamania światła • prawidłowo zaznacza	• podaje przykłady wykorzystania zjawiska załamania światła w technice	• definiuje soczewkę sferyczną i podaje przykłady jej zastosowania	• zapisuje i stosuje prawo załamania światła • wyjaśnia znaczenie bezwzględnego

		kąt padania i kąt załamania	• wyjaśnia wpływ prędkości światła w danym ośrodku na załamanie		współczynnika załamania • definiuje zdolność skupiającą soczewki • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.12. Całkowite wewnętrzne odbicie	• opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia • definiuje kąt graniczny	• podaje przykłady występowania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia • wyjaśnia znaczenie kąta granicznego	• wyjaśnia znaczenie zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia • podaje przykłady wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia w technice	• wyjaśnia zasadę działania światłowodu	• wyjaśnia warunek zajścia całkowitego wewnętrznego odbicia i znaczenie bezwzględnego współczynnika załamania • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.13. Rozszczepienie światła	• definiuje pryzmat • opisuje mechanizm powstawania zjawiska rozszczepiania światła w pryzmacie • definiuje kąt łamiący • definiuje światło jednobarwne	• opisuje zjawisko rozszczepienia światła białego, wykorzystując zjawisko załamania światła • definiuje widmo światła białego	• opisuje widmo światła białego, korzystając z pojęcia długości fali świetlnej	• opisuje rozszczepienie światła, korzystając z pojęcia prędkości światła o danej długości fali w danym ośrodku • opisuje zastosowania pryzmatu i zjawiska rozszczepienia światła	• wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła wykorzystując prawo załamania • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
2.14. Zjawiska optyczne w przyrodzie	• opisuje zjawisko rozproszenia światła • rozumie znaczenie światła słonecznego w występowaniu faz Księżyca • zauważa zjawiska optyczne w przyrodzie	• opisuje zjawisko Tyndalla • wyjaśnia wpływu barwy światła (długości fali) na rozproszenie • opisuje mechanizm powstawania faz Księżyca • wyjaśnia mechanizm powstawania zjawisk	• wyjaśnia kolor nieba oraz zjawisko czerwono zachodzącego Słońca • opisuje mechanizm powstawania tęczy • przedstawia graficznie mechanizm powstawania zjawisk	• wyjaśnia mechanizm powstawania widma absorpcyjnego i jego zastosowania • opisuje zjawisko przesunięcia ku czerwieni • opisuje zjawiska optyczne w przyrodzie, wykorzystując	• wyjaśnia mechanizm powstawania widma emisyjnego i jego zastosowania • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

		zaćmienia Słońca i Księżyca	zaćmienia Słońca i Księżyca	pojęcia fizyczne	
3. Fizyka atomowa					
3.9. Promieniowanie termiczne ciał	• definiuje widmo promieniowania • definiuje promieniowanie podczerwone i nadfioletowe • podaje przykłady działania promieniowania podczerwonego i nadfioletowego • definiuje promieniowanie termiczne • definiuje ciało doskonale czarne • definiuje kwant energii	• opisuje widmo ciągłe światła białego • opisuje widmo fal elektromagnetycznych • opisuje promieniowanie termiczne • rozumie powszechność i znaczenie promieniowania termicznego • zapisuje zależność między energią i długością fali promieniowania	• opisuje promieniowanie podczerwone i nadfioletowe • podaje przykłady modeli ciała doskonale czarnego • rozumie istnienie zależności promieniowania termicznego od temperatury • opisuje promieniowanie reliktowe • wykorzystuje zależność między energią i długością fali promieniowania w sytuacjach prostych	• opisuje krzywą rozkładu termicznego • wyjaśnia zależność promieniowania termicznego od temperatury • wyjaśnia znaczenie istnienia promieniowania reliktowego • zapisuje zależność między energią i długością fali promieniowania w sytuacjach problemowych • wyjaśnia znaczenie kwantu energii	• formułuje prawo przesunięć Wiena • formułuje prawo Stefana-Boltzmana • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.10. Widma promieniowania gazów	• definiuje widmo liniowe i linie widmowe	• opisuje zjawisko linii widmowych oraz widma liniowego • podaje przykłady gazów jako źródeł widma liniowego	• opisuje zjawisko widma emisyjnego • podaje przykłady zastosowania widma liniowego	• opisuje mechanizm powstawania linii emisyjnych • opisuje mechanizm powstawania linii emisyjnych gazów	• zapisuje wzór i opisuje serię Balmera oraz Balmera–Rydberga • korzysta ze wzorów Balmera i Balmera–Rydberga • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
3.11. Modele budowy atomu	• definiuje pojęcia cząsteczki (molekuły), atomu, pierwiastka, związku chemicznego • opisuje historyczne poglądy na budowę	• opisuje układ okresowy pierwiastków • opisuje modele Thomsona i Rutherforda budowy materii • wyjaśnia znaczenie	• wyjaśnia ograniczenia modeli Thomsona i Rutherforda budowy materii • opisuje doświadczenie Rutherforda • wykorzystuje pierwszy	• formułuje wnioski płynące z pierwszego postulatu Bohra • podaje ograniczenia modelu Bohra atomu wodoru • wykorzystuje pierwszy postulat	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	materii • formułuje pierwszy postulat Bohra	pierwszego postulatu Bohra	postulat Bohra w sytuacjach prostych	Bohra w sytuacjach problemowych	
3.12. Emisja promieniowania przez atomy	• definiuje stan podstawowy oraz stany wzbudzone atomu • definiuje zjawisko jonizacji atomu • formułuje drugi postulat Bohra	• wyjaśnia pojęcie poziomów energetycznych elektronu w atomie wodoru • wykorzystuje elektronowolt jako jednostkę energii • wyjaśnia znaczenie drugiego postulatu Bohra • podaje wartość energii elektronu wodoru w stanie podstawowym	• przelicza elektronowolty na dżule • opisuje zjawisko jonizacji atomu • wykorzystuje drugi postulat Bohra w sytuacjach prostych	• formułuje wnioski płynące z drugiego postulatu Bohra • wykorzystuje drugi postulat Bohra w sytuacjach problemowych	• wyprowadza zależność między długością fali emitowanego fotonu a numerami orbit, między którymi przeskakuje elektron • oblicza stałą Rydberga • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4. Fizyka jądrowa					
4.3. Budowa jądra atomowego	• definiuje jądro atomowe • definiuje nukleon, wymienia nukleony • definiuje izotop	• opisuje strukturę układu okresowego pierwiastków • korzysta z układu okresowego pierwiastków do odczytywania informacji • opisuje własności protonu i neutronu • wykorzystuje z jednostkę masy atomowej	• opisuje budowę jadra atomowego • wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych w sytuacjach prostych • zamienia jednostkę masy atomowej na kilogramy • wskazuje izotopy danego pierwiastka	• wykorzystuje liczbę atomową i masową do oznaczania składu jąder atomowych w sytuacjach problemowych • posługuje się pojęciami jąder stabilnych i niestabilnych	• rozumie, że protony i neutrony nie są podstawowymi składnikami materii; zna pojęcie kwarku • oblicza promień jadra atomowego • korzysta z pojęcia jądrowego niedoboru masy • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.11. Rozpady promieniotwórcze	• definiuje rozpad promieniotwórczy • definiuje izotop promieniotwórczy • definiuje aktywność	• opisuje mechanizm powstawania promieniowania γ • wyjaśnia znaczenie aktywności źródła	• zapisuje reakcje rozpadu α i rozpadu β w sytuacjach prostych • oblicza aktywność	• zapisuje reakcje rozpadu α i rozpadu β w sytuacjach problemowych • oblicza aktywność	• formułuje i wykorzystuje prawo rozpadu promieniotwórczego • rozwiązuje zadania problemowe

	źródła promieniotwórczego	promieniowania • posługuje się bekerelem jako jednostką aktywności źródła promieniotwórczego	źródła promieniotwórczego w sytuacjach prostych	źródła promieniotwórczego w sytuacjach problemowych	wykraczające poza wymagania dopełniające
4.12. Promieniowanie jądrowe	• definiuje promieniotwórczość naturalną • definiuje promieniowanie jądrowe • definiuje promieniowanie α, β i γ	• podaje przykłady pierwiastków promieniotwórczych	• opisuje promieniowanie α, β i γ • opisuje podstawowe własności promieniowania jądrowego	• opisuje przenikalność promieniowania α, β i γ	• opisuje działanie licznika Geigera-Müllera • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.13. Wpływ promieniowania jądrowego na materię i organizmy żywe	• definiuje zasięg promieniowania • wymienia zjawiska wywoływane w materii przez promieniowanie γ • definiuje dawkę pochłoniętą, dawkę równoważną i dawkę skuteczną • wymienia zadania dozymetrii • wymienia metody ochrony przed promieniowaniem	• wyjaśnia znaczenie zasięgu promieniowania • opisuje zasięg promieniowania α, β i γ • opisuje skutki napromieniowania dla organizmów żywych • wymienia źródła promieniowania naturalnego • opisuje źródła promieniowania, na które człowiek jest narażony w życiu codziennym	• wyjaśnia mechanizm zjawiska jonizacji wywołanej przez promieniowanie α i β • wyjaśnia znaczenie dawki pochłoniętej, dawki równoważnej i dawki skutecznej • oblicza dawkę pochłoniętą w sytuacjach prostych • opisuje wielkości promieniowania naturalnego • opisuje metody ochrony przed promieniowaniem	• opisuje zjawisko promieniowania hamowania • opisuje zjawisko Comptona • opisuje zjawisko tworzenia par elektron – pozyton • oblicza dawkę pochłoniętą w sytuacjach problemowych	• definiuje grubość połowicznego zaniku • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.14. Zastosowania promieniowania jądrowego	• wymienia medyczne zastosowania prądotwórczości • wymienia techniczne zastosowania prądotwórczości	• wymienia i opisuje korzyści i zagrożenia płynące ze stosowania promieniotwórczości w medycynie	• opisuje zastosowania promieniotwórczości w diagnostyce medycznej • opisuje metody radioterapii • opisuje metody	• opisuje ogniwo izotopowe jako niezawodne źródła zasilania • wyjaśnia znaczenie promieniowania jądrowego dla	• opisuje metodę datowania radiowęglowego • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

			defektoskopii za pomocą promieniowania jądrowego	współczesnego świata	
4.15. Reakcje jądrowe	• definiuje reakcję jądrową • wymienia zasady zachowania podczas reakcji jądrowych	• podaje przykłady technik wywoływania reakcji jądrowych • opisuje zasady zachowania podczas reakcji jądrowych • podaje przykłady sztucznych izotopów promieniotwórczych	• wyjaśnia znaczenie zasad zachowania podczas reakcji jądrowych • zapisuje prawidłowo reakcje jądrowe, z stosując zasady zachowania ładunku i zachowania liczby nukleonów • opisuje reakcję rozszczepienia	• wyjaśnia mechanizm wydzielania i pobierania energii podczas reakcji jądrowych • wyjaśnia mechanizm tworzenia sztucznych izotopów promieniotwórczych	• opisuje reakcję syntezy jądrowej • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
4.16. Energetyka jądrowa	• definiuje reakcję łańcuchową • definiuje masę krytyczną • podaje przykłady zastosowań reaktorów jądrowych	• wyjaśnia znaczenie neutronów wtórnych w reakcji rozszczepienia • opisuje przebieg reakcji łańcuchowej • opisuje budowę reaktora jądrowego • opisuje budowę elektrowni jądrowej	• wyjaśnia mechanizm powstawania neutronów wtórnych w reakcji rozszczepienia • wyjaśnia znaczenie masy krytycznej • opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej • wyjaśnia znaczenie energetyki jądrowej we współczesnym świecie	• wyjaśnia pojęcie współczynnika powielania neutronów • opisuje zasadę działania reaktora jądrowego • opisuje korzyści i zagrożenia energetyki jądrowej	• opisuje budowę i zasadę działania bomby jądrowej i bomby wodorowej • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Moduł fakultatywny C					
C.3. Fizyka w medycynie	• wymienia zastosowania promieniowania rentgenowskiego w diagnostyce medycznej • wymienia zastosowania ultradźwięków w	• opisuje zastosowania promieniowania rentgenowskiego w diagnostyce medycznej • opisuje zastosowania akceleratorów medycznych • opisuje zastosowania	• opisuje i wyjaśnia zasady wykonywania zdjęć rentgenowskich • opisuje zasadę działania ultrasonografii medycznej • opisuje urządzenia medyczne służące w	• opisuje zasadę działania tomografu komputerowego • opisuje działanie akceleratorów medycznych • wyjaśnia zasadę działań rezonansu magnetycznego	• opisuje zasadę działania lampy rentgenowskiej • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające

	terapii i diagnostyce medycznej • wymienia zastosowania promieniowania jądrowego w terapii • wymienia zastosowania leserów w medycynie	promieniowania jądrowego w terapii • wymienia urządzenia medyczne służące w radioterapii • opisuje zastosowania leserów w medycynie	radioterapii	• opisuje zasadę działania ultrasonografii dopplerowskiej	
Moduł fakultatywny E					
E.3. Elementarne składniki materii	• definiuje pojęcie cząstek elementarnych • definiuje cząstkę i antycząstkę • definiuje kwarki	• wymienia antycząstki protonów, neutronów i elektronów • definiuje i wymienia kwarki oraz podaje ich cechy • wymienia podstawowe oddziaływania	• podaje cechy kwarków • wymienia podstawowe założenia modelu standardowego • wymienia podstawowe rodzaje cząstek modelu standardowego	• opisuje reakcję anihilacji cząstki i antycząstki • opisuje podstawowe rodzaje cząstek modelu standardowego i podaje ich cechy	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania dopełniające
Moduł fakultatywny F					
F.1. Mechanizm widzenia światła	• wskazuje podstawowe elementy oka ludzkiego • definiuje odległość dobrego widzenia	• opisuje budowę oka ludzkiego • opisuje mechanizm powstawania wad wzroku • stosuje dioptrię jako jednostkę zdolności skupiającej korekcyjnych • opisuje mechanizm widzenia barw	• wyjaśnia znaczenie odległości dobrego widzenia • opisuje mechanizm widzenia przestrzennego	• wyjaśnia zasadę powstawania obrazu w oku ludzkim • wyjaśnia zasadę działania okularów korekcyjnych • opisuje mechanizm projekcji 3D	• wyjaśnia, na czym polega astygmatyzm • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
F.2. Polaryzacja światła	• definiuje światło spolaryzowane • definiuje polaryzator	• opisuje zjawisko polaryzacji światła • podaje przykłady polaryzatorów • opisuje znaczenie polaryzacji światła w	• opisuje mechanizm powstawania światła spolaryzowanego za pomocą kryształu dwójłomnego • definiuje kąt Brewstera	• wyjaśnia mechanizm powstawania światła spolaryzowanego za pomocą kryształu dwójłomnego • wyjaśnia znaczenie	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania

		technice	• opisuje różne metody uzyskiwania światła spolaryzowanego	kąta Brewstera • prezentuje działanie polaryzatora i układu polaryzatorów	
F.3. Przyrządy optyczne	• wymienia przyrządy optyczne • definiuje ognisko soczewki i powiększenie • podaje przykłady zastosowań przyrządów optycznych	• opisuje budowę lupy, aparatu fotograficznego, mikroskopu, lunety, lornetki pryzmatycznej, teleskopu zwierciadlanego i endoskopu	• wyjaśnia zasady działania przyrządów optycznych • wyjaśnia znaczenie ogniska i powiększenia soczewki • definiuje powiększenie kątowe	• przedstawia graficznie zasady powstawania obrazu w przyrządach optycznych • oblicza powiększenie lupy i mikroskopu • oblicza powiększenie kątowe lunety	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
Moduł fakultatywny G					
G.1. Odnawialne źródła energii	• definiuje odnawialne źródło energii • opisuje budowę i zasadę działania elektrowni słonecznych • wymienia korzyści związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii	• wyjaśnia zagrożenia związane z wykorzystaniem złóż kopalnianych • opisuje budowę elektrowni wiatrowej • opisuje budowę elektrowni wodnych • opisuje budowę elektrowni geotermicznych • opisuje metody pozyskiwania energii z biomasy	• wyjaśnia znaczenie sposobów wytwarzania i gromadzenia energii we współczesnym świecie • opisuje zasadę działania elektrowni wiatrowej • opisuje zasadę działania elektrowni wodnych • opisuje zasadę działania elektrowni geotermicznych	• opisuje ograniczenia zastosowania różnych odnawialnych źródeł energii • wymienia zagrożenia związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
G.2. Fizyka ziemi i atmosfery	• opisuje budowę geologiczną Ziemi • wymienia podstawowe składniki atmosfery ziemskiej	• wyjaśnia teorię tektoniki płyt • opisuje skład atmosfery ziemskiej	• opisuje mechanizmy powstawania trzęsień ziemi i fal tsunami • wyjaśnia mechanizm powstawania pływów i prądów morskich • opisuje mechanizm powstawiania efektu cieplarnianego	• opisuje zjawiska fizyczne zachodzące we wnętrzu Ziemi i wyjaśnia ich znaczenie • wyjaśnia znaczenie pływów i prądów morskich • wyjaśnia mechanizm	• opisuje wpływ siły Coriolisa na atmosferę ziemską • rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania

				powstawania wyładowań atmosferycznych	
G.3. Elementy akustyki	• wymienia cechy dźwięku • definiuje falę stojącą • wymienia metody ochrony przed hałasem	• opisuje zjawisko rezonansu akustycznego • opisuje budowę podstawowych instrumentów muzycznych • wykorzystuje podstawowe pojęcia związane z akustyką pomieszczeń • opisuje wpływ dźwięku na organizm ludzki • opisuje znaczenie akustyki i ochrony przed hałasem	• opisuje cechy dźwięku, wykorzystując pojęcia związane z rozchodzeniem się fal mechanicznych • opisuje falę stojącą jako falę mechaniczną, posługując się pojęciami węzłów i strzałek oraz okresu, długości fali i częstotliwości • opisuje metody ochrony przed hałasem	• wyjaśnia mechanizm powstawania dźwięku na strunie i w piszczałce • opisuje zasadę działania podstawowych instrumentów muzycznych • wyjaśnia znaczenie progu słyszalności i progu bólu	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
Moduł fakultatywny H					
H.1. Polscy badacze przyrody i ich odkrycia	• wymienia najbardziej znanych polskich badaczy przyrody	• opisuje dokonania Mikołaja Kopernika i Marii Skłodowskiej-Curie • wymienia wyjaśnia wpływ dokonań polskich naukowców na stan nauki światowej	• opisuje dokonania Jana Heweliusza, Ignacego Łukasiewicza, Zygmunta Wróblewskiego • wymienia innych polskich badaczy przyrody	• opisuje dokonania Henryka Arctowskiego, Ludwika Hirszfelda, Jana Czochralskiego • wymienia najważniejsze osiągnięcia innych polskich badaczy przyrody	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania
H.2. Wynalazki, które zmieniły świat	• wymienia najważniejsze odkrycia techniczne	• opisuje wpływ odkryć i wynalazków na sytuację społeczno-ekonomiczną	• opisuje najważniejsze odkrycia techniczne • opisuje zastosowania najważniejszych wynalazków	• opisuje ogólnie budowę i zasadę działania najważniejszych wynalazków	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania

H.3. Laboratoria i metody badawcze współczesnej fizyki	• wymienia najważniejsze instrumenty badawcze we współczesnych laboratoriach fizycznych	• wymienia zastosowania spektroskopu i spektrometru w laboratorium • wymienia zastosowania laserów w laboratorium • wymienia zastosowania akceleratorów w laboratorium • wymienia zastosowania reaktorów jądrowych w laboratorium	• wyjaśnia zasadę działania spektroskopu i spektrometru • wymienia zastosowania reaktorów jądrowych	• opisuje najważniejsze metody badawcze współczesnej fizyki • wyjaśnia zasadę działania laserów • wyjaśnia zasadę działania akceleratorów • opisuje znaczenie fizyki teoretycznej	• rozwiązuje zadania problemowe wykraczające poza wymagania