



# Z FIZYKĄ PRZEZ WSZECHŚWIAT

DR FRANCISZEK BIAŁAS  
(„APIK” AGNIESZKA  
KRAWIŃSKA)

## Program nauczania fizyki w czteroletnim liceum ogólnokształcącym i pięcioletnim technikum Zakres podstawowy

opracowany w ramach projektu

**„Tworzenie programów nauczania oraz scenariuszy lekcji i zajęć wchodzących w skład zestawów narzędzi edukacyjnych wspierających proces kształcenia ogólnego w zakresie kompetencji kluczowych uczniów niezbędnych do poruszania się na rynku pracy”**

dofinansowanego ze środków Funduszy Europejskich w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój, 2.10 Wysoka jakość systemu oświaty

Warszawa 2019

Redakcja merytoryczna – dr inż. Agnieszka Jaworska

Recenzja merytoryczna – dr Anna Rybak  
dr inż. Wiesław Półjanowicz  
Katarzyna Szczepkowska-Szczęśniak  
Agnieszka Ratajczak-Mucharska

Redakcja językowa i korekta – Altix

Projekt graficzny i projekt okładki – Altix

Skład i redakcja techniczna – Altix

Warszawa 2019

Ośrodek Rozwoju Edukacji  
Aleje Ujazdowskie 28  
00-478 Warszawa  
[www.ore.edu.pl](http://www.ore.edu.pl)

Publikacja jest rozpowszechniana na zasadach wolnej licencji Creative Commons –  
Użycie niekomercyjne 4.0 Polska (CC-BY-NC).  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.pl>

## SPIS TREŚCI

<b>1. Wstęp.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Ogólna charakterystyka programu nauczania .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Cele kształcenia i kompetencje kluczowe .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Metody, techniki i formy pracy.....</b>	<b>9</b>
<b>5. Cele kształcenia – wymagania ogólne.....</b>	<b>11</b>
<b>6. Układ Treści Kształcenia .....</b>	<b>11</b>
<b>7. Treści nauczania – wymagania szczegółowe .....</b>	<b>12</b>
<b>8. Warunki i sposób realizacji kształcenia z uwzględnieniem specjalnych potrzeb edukacyjnych uczniów oraz wskazań dotyczących edukacji włączającej .....</b>	<b>24</b>
<b>9. Elementy interdyscyplinarne w programie i narzędzia IT.....</b>	<b>27</b>
<b>10. Ocenianie osiągnięć uczniów, w tym uczniów z SPE.....</b>	<b>28</b>
<b>11. Ewaluacja lekcji i programu nauczania.....</b>	<b>30</b>
<b>12. Bibliografia .....</b>	<b>31</b>

## 1 WSTĘP

Fizyka jest wiodącym przykładem nauk przyrodniczych. Dzięki niej uczeń poznaje zjawiska i prawa obowiązujące w otaczającym go świecie. Obserwacja zjawisk, z którymi uczeń styka się na co dzień, może stanowić wielką motywację do poznania reguł rządzących otaczającą przyrodą i być bodźcem do uczenia się. Rolą fizyki i innych nauk przyrodniczych powinno być rozbudzanie i stopniowe zaspokajanie tej ciekawości świata, tak naturalnej dla młodego człowieka. Stawiany młodzieży przez starsze pokolenie zarzut, że swoje życie przenosi w znacznej mierze w wymiar wirtualny może być dzięki fizyce przekształcony w pozytywny i motywujący czynnik. U podstaw technologii zawsze stoi fizyka i to właśnie dzięki jej wykorzystaniu staje się możliwy rozwój technologiczny. Powiązanie praw fizyki z nowymi technologiami, z którymi młodzież styka się i posługuje niemal na każdym kroku, może bardziej przemawiać do młodego pokolenia niż zjawiska występujące w przyrodzie. Ważnym jest, aby tę naturalną ciekawość podtrzymać i ukierunkować na właściwe tory. Taka rola fizyki wyłania się z nowej podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego oraz technikum, szczególnie dla nauczania w zakresie podstawowym, gdzie główny nacisk położony został na przeprowadzanie doświadczeń, pokazów, demonstracji oraz samodzielnego korzystania ze źródeł. Rozwiązywanie tradycyjnych zadań z wykorzystaniem podręcznika wskazano jako działania uzupełniające. Takie podejście zostało przyjęte przy opracowaniu niniejszej koncepcji programu nauczania.

## 2 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PROGRAMU NAUCZANIA

Proponowany program nauczania fizyki w zakresie podstawowym w liceum ogólnokształcącym i technikum opracowany został w oparciu o podstawę programową zapisaną w Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. (Dz.U. z 2017 r. poz. 356) i uwzględnia wszystkie sugestie w niej zawarte.

U podstaw niniejszej propozycji stoją następujące założenia:

### 1. Oparcie programu nauczania na konstruktywistycznej teorii nauczania.

Zgodnie ze zmianami zawartymi w nowej podstawie programowej z 2017 roku, sposób nauczania fizyki w szkole ponadpodstawowej powinien iść w kierunku badania, analizowania i rozumienia podstawowych zjawisk i praw fizyki, odchodząc w znacznej mierze od rozbudowanego opisu matematycznego i wymagań sprawności obliczeniowej. Do tak przyjętej strategii nauczania najlepiej nadaje się podejście

konstruktywistyczne. Zgodnie z tym podejściem zmienia się też rola nauczyciela w procesie nauczania/uczenia się. Nauczyciel z funkcji podającej w podejściu tradycyjnym przyjmuje bardziej rolę mentora, którego głównym zadaniem staje się pobudzanie do działań, nakierowywanie uczniów, wyjaśnianie w razie potrzeby oraz ocena poprawności podejmowanych działań i wyników prac. Nauczyciel musi też podejmować czynności mające na celu usystematyzowanie wiedzy uczniów. Kluczową rolę w tym podejściu pełnią eksperymenty, stąd w proponowanym programie nauczania znajdzie się wiele propozycji doświadczeń odwołujących się do otaczającego świata. Sporo eksperymentów wymaga jednak użycia przyrządów, stąd istotne jest również wykorzystanie pracowni fizycznej. Formalizm matematyczny wykorzystany zostanie w zakresie potrzebnym do zapisu praw i zasad, przeliczania jednostek, przekształcania zależności oraz rozwiązywania prostych i typowych problemów fizycznych.

## **2. Skorelowanie bieżących zagadnień z treściami zwyczajowo związanymi z innymi przedmiotami jak: matematyka, informatyka, geografia, historia, wychowanie muzyczne, wychowanie fizyczne.**

Najbardziej naturalne wydaje się połączenie treści fizyki z matematyką. Potocznie określa się, że „matematyka jest językiem fizyki”. Z trafnością tego sformułowania uczniowie spotykają się prawie na każdym kroku zapisując wzorami prawa fizyki, zależności między wielkościami fizycznymi czy dokonując pomiarów. W proponowanym programie nauczania aparat matematyczny nie jest tak intensywnie wykorzystywany, niemniej jednak jest on wciąż niezbędny praktycznie na każdej lekcji. Podobnie wygląda wykorzystanie narzędzi IT i arkusza kalkulacyjnego. Zastosowane podejście konstruktywistyczne wymaga od uczniów samodzielnego wyszukiwania informacji i oceny ich wiarygodności, a Internet jest do tego praktycznie nieodzowny. Wykonywane w dużej liczbie doświadczenia i pomiary najlepiej będzie opracowywać z użyciem arkusza kalkulacyjnego. Zapis danych uzyskanych z pomiarów, zaokrąglenie do pożądanej liczby miejsc po przecinku czy wykonanie obliczeń są w środowisku arkusza proste i wygodne. Również możliwości tworzenia wykresów w arkuszu kalkulacyjnym powinny być wykorzystywane możliwie często. Nie wszystkie zjawiska możliwe są do zbadania doświadczalnie. Często w zrozumieniu takich zjawisk pomagają symulacje komputerowe, których sporo dostępnych jest w Internecie. Nauczyciel może wskazać niektóre z nich lub zachęcić uczniów do samodzielnego poszukiwania i przedstawienia na forum klasy. Ciekawym zadaniem będzie opracowanie porównania historii rozwoju fizyki z historią powszechną. Zadanie to może zostać podzielone według działów fizyki i zlecone uczniom do przygotowania w formie prezentacji. Pozwoli to uczniom spojrzeć na fizykę i jej rozwój z innej perspektywy. Inną ciekawą propozycją stanowią lekcje wspólne dla fizyki i biologii oraz fizyki, informatyki i muzyki. Przeprowadzenie zajęć łączących własności światła, optykę i widzenie 3D z budową i zasadą działania

narządu wzroku pozwoli kompleksowo spojrzeć na złożoność tego procesu i lepiej zrozumieć ten mechanizm. Z kolei analiza utworów muzycznych z wykorzystaniem programu do edycji dźwięku (np. Audacity) pozwoli zrozumieć wpływ parametrów dźwięku i ograniczenia wynikające z kompresji i formatów plików dźwiękowych na odbieraną jakość dźwięku.

### **3. Przyjęcie spiralnego układu programu kształcenia**

Stopniowe poszerzanie nauczanych treści służy lepszej asymilacji wiedzy, głębszemu rozumieniu oraz lepszemu dostrzeganiu powiązań pomiędzy zjawiskami różnego typu oraz innymi dziedzinami życia i nauki. Spiralny układ występuje na kilku poziomach. Pierwszy z nich ujęty jest w podstawach programowych w cyklu kształcenia w zakresie fizyki. Większość treści nauczania dla szkoły podstawowej powtórnie występuje w rozszerzonej formie w szkole średniej. Kolejny poziom spiralny związany jest z wyborem kolejności omawianych treści. Na początku nauczania fizyki na każdym poziomie kształcenia omawiane są podstawowe zagadnienia (wielkości fizyczne, pomiary, jednostki itp.), które pojawiają się i są używane praktycznie we wszystkich kolejnych działach. Podobny układ występuje w większości działów. W kolejno omawianych zagadnieniach, jak często jest to tylko możliwe, powinny następować odniesienia do wcześniejszych treści (np. omawiając zagadnienie prądu elektrycznego następują odwołania do ładunku elektrycznego i elektryzowania ciał, a tam z kolei do budowy materii). Trzeci z kolei poziom układu spiralnego to powtórzenia po każdym dziale oraz powtórzenie na koniec kształcenia w liceum ogólnokształcącym i technikum.

### **4. Wyrabianie u uczniów podstaw naukowego podejścia do rozwiązywania problemów.**

Jest to prosta konsekwencja przyjęcia teorii konstruktywistycznej. Nauczanie fizyki poprzez samodzielne odkrywanie praw fizyki i ich tłumaczenie wymaga wyrobienia i używania schematu działania, który zapewnia najlepszą efektywność. Taki schemat został wypracowany w trakcie rozwoju nauki i określany jest jako „podejście naukowe” lub „metodologia naukowa”. Schemat: analiza problemu – stawianie hipotezy – weryfikacja hipotezy – formułowanie wniosków sprawdza się nie tylko przy rozwiązywaniu fundamentalnych naukowych problemów, lecz powinien być stosowany w szkole w szczególności na przedmiotach przyrodniczych i ścisłych. W zasadzie wszystkie eksperymenty przeprowadzane na zajęciach z fizyki powinny być realizowane według tego schematu, wyrabiając w uczniach nawyk takiego sposobu rozwiązywania problemów.

## 5. Rozwijanie u uczniów „ciekawości świata” w sensie analizowania i rozumienia zjawisk zachodzących w codziennym otoczeniu.

Młody człowiek z natury jest ciekawy i chętnie poznaje funkcjonowanie otaczającego go świata. Nader często systemowi edukacji zarzuca się „zabijanie ciekawości” dzieci poprzez przestarzały system uczenia, w którym zbyt koncentruje się na zapamiętywaniu wiedzy i formalizmie matematycznym. Podejście konstruktywistyczne i proponowane metody pracy zdecydowanie podążają w kierunku bardziej ciekawych zajęć, opartych na doświadczeniu, analizowaniu i rozumieniu w formie zdecydowanie preferowanej przez młodych ludzi. Formalizm matematyczny wprowadzony w zakresie potrzebnym do zapisu praw i zależności między wielkościami fizycznymi oraz do rozwiązywania prostych problemów fizycznych wynika wprost z potrzeby analizy ilościowej zjawisk i jest dobrym przykładem praktycznego zastosowania matematyki. Nieocenioną rolę pełnić tu jednak będzie nauczyciel, który powinien być moderatorem całego procesu nauczania/uczenia się.

Program stanowi propozycję nauczania fizyki w zakresie podstawowym w szkole średniej. Zawiera wszystkie treści wymagane w podstawie programowej, a ponadto wprowadza kilka dodatkowych treści istotnych z punktu widzenia zastosowania w życiu codziennym i w technice. Niektóre z proponowanych treści mogą być opisywane na kilku poziomach złożoności. W kształceniu fizyki na poziomie ogólnym zaleca się podejście do opisu tego typu zjawisk z minimalnym wykorzystaniem aparatu matematycznego, koncentrując się na wyjaśnieniu istoty, znaczenia oraz zastosowania zjawiska. Przykładem może być analogowy i cyfrowy zapis dźwięku. Zrozumienie istoty tych zjawisk nie wymaga złożonego aparatu matematycznego i nie powinno sprawiać uczniom problemów. Bardziej dogłębna analiza może zostać zaproponowana uczniom zdolnym, przejawiającym zainteresowania w tym kierunku.

Proponowany program nauczania nadaje się do zastosowania we wszystkich klasach w nauczaniu fizyki na poziomie ogólnym. Jednak w zależności od profilu klasy może zostać do niego odpowiednio dostosowany. W zależności od profilu klasy większy nacisk można położyć na aspekt matematyczny lub powiązanie fizyki z biologią, muzyką, wychowaniem fizycznym czy innymi dziedzinami nauki, ograniczając formalizm matematyczny do minimum. Podczas realizacji programu wskazane jest, by nauczyciel fizyki był w stałym kontakcie z nauczycielem matematyki aby upewnić się, że uczniowie posługują się wymaganym aparatem matematycznym, a w razie potrzeby ustalić z nim najlepszy czas realizacji treści i odpowiedni poziom formalizmu matematycznego.

### 3 CELE KSZTAŁCENIA I KOMPETENCJE KLUCZOWE

Celem ogólnym nauczania fizyki w szkole średniej jest kształtowanie i rozwijanie u uczniów nawyków poznawania świata poprzez samodzielne zdobywanie wiedzy i umiejętności oraz bezpieczne eksperymentowanie. Jako podstawowy sposób realizacji tego celu wskazać należy podejście naukowe rozwijające umiejętność logicznego myślenia, które powinno być stosowane przy omawianiu większości zagadnień fizycznych. Łańcuch działań- dostrzeganie problemów i analogii między nimi, formułowanie pytań, stawianie hipotez, planowanie działań prowadzących do testowania hipotezy, znajdowanie rozwiązań, wnioskowanie i rozumienie potrzeby weryfikacji informacji, uogólnianie – daje największą szansę na skuteczność samodzielnego poznawania świata. Połączenie podejścia naukowego z powszechnym stosowaniem technologii informacyjnych i narzędzi komputerowych oraz dominujących metod pracy grupowej, prowadzi wprost do efektywnego rozwijania kompetencji kluczowych wskazanych w „Zaleceniach Rady Europejskiej w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie z dnia 22 maja 2018 roku”.

W osiągnięciu tak określonego celu ogólnego podczas kształcenia w zakresie fizyki konieczne jest stopniowe osiąganie celów szczegółowych, takich jak: wykształcenie umiejętności identyfikacji i opisu zjawisk fizycznych, znajomości i umiejętności posługiwania się wielkościami fizycznymi i ich jednostkami, wykształcenie umiejętności planowania i dbałości o bezpieczeństwo przy przeprowadzaniu eksperymentów, wykształcenie umiejętności przeprowadzania pomiarów wielkości fizycznych i określania dokładności pomiaru, wykształcenie umiejętności interpretacji danych, przedstawiania danych na wykresie i odczytywania danych z wykresów, wykształcenie umiejętności zapisu zależności między wielkościami przy pomocy wyrażeń algebraicznych oraz ich interpretacji, wykształcenie umiejętności przekształcania zależności między wielkościami, wykształcenie umiejętności opisu i objaśniania obserwowanych zjawisk, wykształcenie umiejętności dostrzegania związków pomiędzy różnymi obszarami wiedzy.

W procesie nauczania fizyki opartej na teorii konstruktywistycznej istotne jest również realizowanie celów społecznych i wychowawczych sprzyjających rozwojowi postaw młodzieży. Do celów tych zaliczyć można kształtowanie umiejętności planowania oraz starannego i samodzielnego wykonywania zadań, kształtowanie umiejętności współpracy w zespole, kształtowanie umiejętności organizacji pracy, kształtowanie postawy odpowiedzialności za własny rozwój, kształtowanie umiejętności krytycznego korzystania z różnych źródeł informacji, budzenie zainteresowania otaczającym światem.



## 4 METODY, TECHNIKI I FORMY PRACY

Przyjęcie konstruktywistycznej teorii uczenia implikuje zastosowanie metod aktywizujących i twórczych. W powiązaniu z częstym przeprowadzaniem doświadczeń najważniejsze na lekcjach fizyki będą takie metody pracy jak praca w grupach, projekt, metoda laboratoryjna, pomiar, ale również praca samodzielna związana z wyszukiwaniem informacji. W części realizowanych zagadnień wykorzystywane będą programy i symulacje komputerowe, które pozwolą lepiej zrozumieć analizowane zjawiska. Symulacje komputerowe pozwalają przetestować zjawisko fizyczne i jego zależność od różnych parametrów, co często jest trudne do uzyskania i przetestowania doświadczalnego. Animacji i symulacji komputerowych różnych zjawisk fizycznych sporo jest dostępnych w sieci, w większości w formie ogólnodostępnej, np. „[http://home.agh.edu.pl/~kakol/programy\\_pl.html](http://home.agh.edu.pl/~kakol/programy_pl.html)”. Używając symulacji komputerowych w nauczaniu fizyki ważne jest, by od początku uczyć uczniów na ograniczoną wiarygodność takich symulacji. W większości przypadków symulacje skupiają się na jednym zjawisku. W sytuacjach rzeczywistych zwykle wiele zjawisk występuje jednocześnie, dlatego zachowania obiektów w rzeczywistości mogą odbiegać od tych symulowanych (np. symulacja rzutu ciała może nie uwzględniać wiatru, oporów ruchu itp.). Drugim czynnikiem wpływającym na wiarygodność symulacji jest stosowany formalizm matematyczny. Niewiele zjawisk da się prosto zasymulować z dużą dokładnością. Stąd często stosuje się obliczenia przybliżone. Stosowanie przybliżeń w symulacjach powoduje nakładanie się błędów w kolejnych krokach czasowych, co może prowadzić do znacznych odstępstw od zachowań rzeczywistych. Na te zagrożenia należy zwracać uczniom uwagę, ale pomimo to symulacje mogą spełniać ważną rolę w nauczaniu fizyki, pozwalając w prosty i bezpieczny sposób badać i testować zjawiska i wpływ różnych czynników.

Oparcie programu na konstruktywistycznej teorii nauczania wymaga odejścia od metod podających w kierunku metod aktywizujących i samodzielnego zdobywania wiedzy. Idealna do takiego podejścia wydaje się być metoda lekcji odwróconej. W metodzie tej uczniowie przed lekcją zapoznają się z materiałami przygotowanymi wcześniej lub wskazanymi przez nauczyciela. Pozwala to na wcześniejszy pierwszy kontakt uczniów z zagadnieniami, pojęciami, przykładami, które będą omawiane na lekcji. Uczniowie mogą poznawać i analizować udostępnione treści w tempie dostosowanym do swoich możliwości. Oczywiście samodzielne zapoznanie się z materiałami nie przyniesie zwykle pełnego ich zrozumienia, jednak zapewni pierwszy kontakt i rozpocznie proces budowania pojęć i wiedzy z danego zagadnienia. W metodzie tej lekcja zaczyna się od dyskusji i prób wyjaśniania pojęć i zjawisk przez samych uczniów, i pozwala na głębsze rozumienie. W tej metodzie zmienia się zasadniczo rola nauczyciela. Jego zadanie nie polega już na podawaniu nowych treści, lecz na moderowaniu dyskusji z dużym zaangażowaniem samych uczniów.

Nauczyciel inicjuje dyskusje i proponuje problemy do rozwiązania i wyjaśnienia, a uczniowie mają już podstawy do tego, by te problemy próbować rozwiązywać. Rolą nauczyciela jest także dopilnowanie, by wnioski wynikające z dyskusji były poprawne i by nie doszło do błędnego zapamiętania i rozumienia omawianych treści. Metoda lekcji odwróconej wydaje się idealnie pasować do proponowanego podejścia naukowego i rozwijania u uczniów kompetencji kluczowych, szczególnie w zakresie rozwijania umiejętności uczenia się i podnoszenia kompetencji informatycznych. Istotnym argumentem za stosowaniem tej metody jest też zarzut stawiany edukacji opartej na klasycznych metodach podających, że uczeń dużo czasu poświęca na wykonywanie zadań domowych, które często przekraczają jego możliwości. W klasycznym podejściu omówienie na lekcji nowych zagadnień zajmuje z reguły tyle czasu, że nie ma go już na przeanalizowanie bardziej złożonych problemów i pozostają one często zlecane w formie zadania domowego. W lekcji odwróconej uczeń poświęca czas na wcześniejsze zapoznanie się z materiałami i pojęciami. Zatem na lekcji jest więcej czasu na trudniejsze zagadnienia, a uczniowie operują już podstawowymi pojęciami i są lepiej przygotowani do dyskusji. Zatem całkowity czas poświęcany przez ucznia na dany materiał jest bardziej wydajnie wykorzystywany. Biorąc pod uwagę poruszone powyżej cechy metody lekcji odwróconej, zakłada się częste wykorzystywanie jej w realizacji zajęć opartych na proponowanym programie nauczania.

Przedstawione metody aktywne, aczkolwiek dominujące, zwykle nie wystarczają w całym procesie nauczania. Konieczne będzie zastosowanie również takich metod jak dyskusja czy pogadanka w głównej mierze jako element wprowadzający w kolejne zagadnienia oraz przy uzupełnieniu, podsumowaniu i usystematyzowaniu analizowanych zagadnień. Zgodnie z zaleceniami MEN odnośnie edukacji włączającej stosowanie wszystkich metod powinno uwzględniać w równym stopniu uczniów o specjalnych potrzebach edukacyjnych. Przyczyni się to do lepszej ich integracji z rówieśnikami. Rolą nauczyciela jest motywowanie uczniów do włączania takich osób do pracy w grupach z uwzględnieniem ich ograniczeń. Aktywne, pełnoprawne uczestnictwo takich uczniów we wszystkich działaniach klasy czy grupy przyczyni się do podniesienia samooceny tych osób, rozwinięcia umiejętności współpracy, rozwiązywania problemów oraz pozwoli im szybciej osiągnąć samodzielność.

Oddzielnym aspektem jest stosowanie zasad uniwersalnego nauczania. Oznacza to, że wszystkie zadania wykonywane w trakcie zajęć, zarówno indywidualnie, jak i w grupach, powinny być możliwe do osiągnięcia przez wszystkich uczniów. Wymaga to użycia różnych metod, środków dydaktycznych, odpowiedniej aranżacji pracowni, dostosowania materiałów dla różnych grup uczniów, także tych ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi.

## 5 CELE KSZTAŁCENIA – WYMAGANIA OGÓLNE

Uczeń:

1. Wykorzystuje pojęcia i wielkości fizyczne do opisu zjawisk oraz wskazuje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości.
2. Rozwiązuje problemy z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.
3. Planuje i przeprowadza obserwacje lub doświadczenia oraz wnioskuje na podstawie ich wyników.
4. Posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, krytycznie ocenia ich wiarygodność.
5. Korzysta z narzędzi informatycznych i zna ich możliwości.
6. Dostrzega związki pomiędzy fizyką a innymi naukami przyrodniczymi.
7. Rozwija dociekliwość badawczą.

Uwagi:

W wymaganiach ogólnych dotyczących celów kształcenia w stosunku do podstawy programowej zaproponowane zostały trzy dodatkowe cele związane z przyjętym podejściem konstruktywistycznym i ukierunkowaniem na kształtowanie kompetencji kluczowych uczniów – nr 5, 6, 7. Ich realizacja będzie dokonywana w głównej mierze poprzez przygotowanie i poprowadzenie większości zajęć w oparciu o podejście naukowe i metodę lekcji odwróconej.

## 6 UKŁAD TREŚCI KSZTAŁCENIA

Klasa I

- |     |                                  |       |
|-----|----------------------------------|-------|
| I.  | Mechanika                        | 20 g. |
| II. | Grawitacja i elementy astronomii | 10 g. |

Klasa II

- |      |                |      |
|------|----------------|------|
| III. | Drgania        | 8 g. |
| IV.  | Termodynamika  | 8 g. |
| V.   | Elektrostatyka | 9 g. |

Klasa III

- |       |                  |       |
|-------|------------------|-------|
| VI.   | Prąd elektryczny | 14 g. |
| VII.  | Magnetyzm        | 10 g. |
| VIII. | Fale i optyka    | 15 g. |
| IX.   | Fizyka atomowa   | 8 g.  |
| X.    | Fizyka jądrowa   | 8 g.  |

Powtórzenie

10 g.

Dział Mechanika łączy podstawy opisu ruchu, kinematykę, dynamikę oraz zagadnienia pracy i energii. Jest najobszerniejszym działem w całym programie i została mu poświęcona największa liczba godzin. Jednocześnie w stosunku do podstawy programowej zostało dodane zagadnienie maszyn prostych. Działy obejmujące mniejszy zakres zagadnień, które były omawiane w szkole podstawowej i zawierają tylko usystematyzowanie i rozszerzenie wiedzy z zakresu szkoły podstawowej, mają stosunkowo mniejszą liczbę godzin. Większa liczba godzin została przewidziana dla działu Prąd elektryczny, z powodu wprowadzenia w nim kilku nowych praw i potrzeby wykonania większej liczby doświadczeń. Z kolei dział Fale i optyka otrzymał większą liczbę godzin z uwagi na fakt dodania nowych treści związanych z dźwiękiem analogowym, cyfrowym, fizycznymi podstawami mechanizmu widzenia i słyszenia. Za zwiększeniem liczby godzin dla tego działu przemawia także wprowadzenie nowego sposobu opisu zjawisk optycznych, powiązania go ze zjawiskami falowymi oraz ważności tych zjawisk i powszechnego ich wykorzystywania w technice. Sporą liczbę godzin przewidziano na powtórzenie (10 g). Godziny te mogą zostać wykorzystane w zależności od osądu nauczyciela w większym stopniu na dział, który zgodnie uzyskaną ewaluacją sprawiał uczniom największy problem. Mogą też zostać przeznaczone na samodzielne przygotowanie dodatkowych prac/zadań/referatów, np. z tematyki najnowszych zastosowań techniki i wykorzystywanych w nich zjawisk fizycznych.

## 7 TREŚCI NAUCZANIA – WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

### I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

1. przedstawia jednostki wielkości fizycznych, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi; przelicza wielokrotności i podwielokrotności;
2. posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych;
3. prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;
4. przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;
5. rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne;
6. tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi;
7. wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;
8. rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu;

9. dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami;
10. przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość;
11. przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń;
12. wyznacza średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzanego;
13. posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności;
14. przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących, wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych;
15. wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;
16. przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii;
17. przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki;
18. wykorzystuje narzędzia informatyczne do wspomagania przygotowania i analizy doświadczeń i obserwacji, dostrzega pozytywne strony korzystania z symulacji komputerowych oraz jest świadom zagrożeń i ograniczonej wiarygodności gotowych symulacji fizycznych;
19. dostrzega i wyjaśnia powiązania zjawisk fizycznych z innymi dziedzinami nauk ścisłych;
20. dostrzega, wskazuje i wyjaśnia występowanie zjawisk fizycznych w otaczającej rzeczywistości;

**Uwagi:**

*W wymaganiach przekrojowych kształcenia uwzględnione zostały wszystkie elementy wymagane podstawą programową. Dodatkowo zaproponowane zostały trzy dodatkowe wymagania związane z przyjętym podejściem konstruktywistycznym i ukierunkowaniem na kształtowanie kompetencji kluczowych uczniów związane z wykorzystaniem narzędzi informatycznych, powiązania zjawisk fizycznych z innymi dziedzinami wiedzy oraz odniesienia poznawanych zagadnień fizycznych do otaczającej rzeczywistości.*

## II. Mechanika. Uczeń:

1. rozróżnia pojęcia: położenie, tor i droga;
2. posługuje się do opisu ruchów wielkościami wektorowymi: przemieszczenie, prędkość i przyspieszenie wraz z ich jednostkami;
3. opisuje ruchy prostoliniowe jednostajne i jednostajnie zmienne, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości oraz drogi od czasu;
4. opisuje ruch jednostajny po okręgu posługując się pojęciami okresu, częstotliwości i prędkości liniowej wraz z ich jednostkami;
5. wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie;
6. stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał;
7. rozróżnia opory ruchu (opory ośrodka i tarcie); omawia rolę tarcia na wybranych przykładach;
8. wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu;
9. rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne; posługuje się pojęciem siły bezwładności;
10. posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej wraz z ich jednostkami; stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń;
11. wyjaśnia zasadę działania maszyn prostych: dźwigni jednostronnej, dwustronnej, kołowrotu, bloku nieruchomego i ruchomego oraz podaje przykłady ich zastosowania.
12. doświadczalnie:
  - a. demonstruje działanie siły bezwładności, *m.in.* na przykładzie pojazdów gwałtownie hamujących,
  - b. bada związek między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu.

### *Uwagi do działu:*

*W dziale tym realizowane są zagadnienia związane z rodzajami ruchu i sposobem jego opisu (kinematyka), rolą sił w ruchu ciał (dynamika) oraz pracą i energią. Z zagadnieniami tymi każdy człowiek ma do czynienia praktycznie na każdym kroku, dlatego ważne jest, aby możliwie często odnosić się do przykładów z otoczenia oraz wyrobić u uczniów chęć rozumienia i analizy zjawisk, np. „Dlaczego odległości osiągnęte przez zawodników w pchnięciu kulą i rzucie młotem różnią się kilkukrotnie, pomimo że waga kuli i młota jest jednakowa?”. „Dlaczego skutki wypadków drogowych bardzo mocno zależą od prędkości pojazdów?”. Stawianie tego typu pytań i poszukiwanie na nie rzetelnych odpowiedzi zmusza do korzystania z posiadanej wiedzy i przyczynia się do jej dalszego budowania.*

W stosunku do podstawy programowej dodane zostało omówienie maszyn prostych i ich zastosowania jako przykładów prostego wykorzystania fizyki w życiu codziennym.

### III. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:

1. posługuje się prawem powszechnego ciężenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał;
2. wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej; oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu; omawia ruch satelitów wokół Ziemi;
3. opisuje stan nieważkości i stan przeciążenia oraz podaje warunki i przykłady jego występowania;
4. opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej i roku świetlnego;
5. opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; zna przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk).

#### *Uwagi do działu:*

*Dział ten poza prawem powszechnego ciężenia ma ograniczone możliwości przeprowadzania doświadczeń. Wyjątkiem są proste obserwacje nieba. Jest za to miejsce na samodzielne szukanie informacji i powiązanie rozwoju fizyki z historią. Jest to też dobra okazja na zobrazowanie podejścia naukowego do rozwiązywania problemów, np. teoria heliocentryczna Kopernika. Złożone, trudne do wyjaśnienia (w teorii geocentrycznej) ruchy planet po przyjęciu hipotezy heliocentrycznej stają się łatwe do przewidzenia i weryfikacji. Jest to też dobry przykład na odniesienie się do względności ruchu i jego opisu z różnych układów odniesienia. W dziale tym, w związku z bardzo ograniczonymi możliwościami przeprowadzania doświadczeń i obserwacji, jest miejsce do szerszego wykorzystania symulacji komputerowych i filmów edukacyjnych.*

#### IV. Drgania. Uczeń:

1. opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką;
2. analizuje ruch drgający pod wpływem siły sprężystości posługując się pojęciami wychylenia, amplitudy oraz okresu drgań; podaje przykłady takiego ruchu;
3. analizuje przemiany energii w ruchu drgającym;
4. opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach;
5. doświadcza:
6. demonstruje niezależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od amplitudy;
7. bada zależność okresu drgań ciężarka na sprężynie od jego masy;
8. demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego.

#### *Uwagi do działu:*

*Zagadnienia związane z drganiem omawiane są w szkole podstawowej.*

*W przypadku nauczania w szkole średniej w zakresie podstawowym zagadnienia te są usystematyzowane i rozszerzone o jakościową analizę drgań tłumionych oraz zjawisko rezonansu. Należy zwrócić szczególną uwagę na umiejętność wskazania przykładów ruchu drgającego i zjawiska rezonansu w przyrodzie, powiązanie go z siłą harmoniczną oraz poprawny opis ruchu harmonicznego z wykorzystaniem właściwych pojęć i wielkości. W zakresie przeprowadzonych doświadczeń poza analizą ruchu wahadła i wpływu różnych czynników na częstotliwość ruchu, wskazane jest przeprowadzenie prostych doświadczeń demonstrujących zjawisko rezonansu i warunków podtrzymywania drgań niegasnących. Propozycje takich doświadczeń zostały przedstawione w scenariuszu zajęć.*



#### V. Termodynamika. Uczeń:

1. opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy;
2. odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy;
3. posługuje się pojęciem energii wewnętrznej; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii;
4. wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego;
5. posługuje się pojęciem wartości energetycznej paliw i żywności;
6. wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi;
7. opisuje zjawisko dyfuzji jako skutek chaotycznego ruchu cząsteczek;
8. doświadczalnie:
  9. wyznacza ciepło właściwe metalu, posługując się bilansem cieplnym,
  10. demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych.

#### *Uwagi do działu:*

*Podobnie jak w przypadku drgań, zagadnienia związane z ciepłem omawiane są w szkole podstawowej. W przypadku nauczania w szkole średniej w zakresie podstawowym zagadnienia te są usystematyzowane i rozszerzone o bilans cieplny i jego zastosowanie. Umożliwia to przeprowadzenie prostej analizy ilościowej zjawisk związanych z przepływem ciepła. Proponowane doświadczenia obejmują analizę rozszerzalności cieplnej ciał, wyznaczenie temperatury końcowej zmieszanych dwóch partii wody, wyznaczenie ciepła właściwego ciała i ciepła topnienia z wykorzystaniem bilansu cieplnego.*

*Szczególną uwagę należy zwrócić na umiejętność wskazania i opisu zjawisk w przyrodzie związanych z termodynamiką i przepływem ciepła, np. kształtowanie się pogody, wpływ prądów morskich itp., jak również na ekologię, np. wyliczenie ile energii (i pieniędzy) jest „marnowane” w wyniku gotowania w czajniku większej ilości wody niż jest to potrzebne. Propozycje takich analiz zostały przedstawione w scenariuszu zajęć.*

VI. Elektrostatyka. Uczeń:

1. posługuje się zasadą zachowania ładunku;
2. oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków, stosując prawo Coulomba;
3. posługuje się pojęciem pola elektrycznego; ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola; opisuje pole jednorodne;
4. opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach i znikanie pola elektrycznego wewnątrz przewodnika (klatka Faradaya);
5. opisuje kondensator jako układ dwóch przeciwnie naładowanych przewodników, pomiędzy którymi istnieje napięcie elektryczne oraz jako urządzenie magazynujące energię;
6. doświadcza:
  - a. ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika,
  - b. demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskoc iskry).

*Uwagi do działu:*

*W dziale tym, poza powtórzeniem i usystematyzowaniem wiedzy z zakresu ładunku elektrycznego i elektryzowania ciał, wprowadza się pojęcie pola elektrycznego, prawo Coulomba oraz budowę i rolę kondensatora. Daje to możliwość bardziej precyzyjnego opisu zjawisk związanych z rozkładem ładunków. Szczególną uwagę należy zwrócić na wyjaśnianie i opis zjawisk związanych z rozkładem ładunku elektrycznego z wykorzystaniem właściwego słownictwa i wielkości fizycznych.*

*Dział ten ma ograniczone możliwości przeprowadzania doświadczeń. Jeżeli szkoła dysponuje odpowiednim wyposażeniem, można przeprowadzić doświadczalną analizę linii pola elektrycznego z wykorzystaniem opiłków metalu na powierzchni cieczy oraz zademonstrować rozładowanie kondensatora w obwodzie z miernikiem prądu lub żarówką.*

## VII. Prąd elektryczny. Uczeń:

1. posługuje się pojęciami natężenia prądu elektrycznego, napięcia elektrycznego oraz mocy wraz z ich jednostkami;
2. rozróżnia metale i półprzewodniki; omawia zależność oporu od temperatury dla metali i półprzewodników;
3. stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma);
4. stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku;
5. opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego; wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego;
6. wykorzystuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń;
7. opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo i jej związek z zasadą zachowania energii;
8. opisuje funkcję diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jednym kierunku oraz jako źródła światła;
9. opisuje tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne;
10. doświadcza:
  - a. demonstruje I prawo Kirchhoffa,
  - b. bada dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo,
  - c. demonstruje rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródła światła.

### *Uwagi do działu:*

*Dział ten umożliwi wykonywanie szerokiego zakresu doświadczeń i pomiarów pod warunkiem dysponowania przez szkołę pracownią fizyczną i podstawowymi przyrządami z dziedziny prądu elektrycznego. Doświadczenia powinny obejmować np. pomiar natężenia prądu i napięcia w prostym obwodzie, sprawdzenie zależności  $I(U)$  i obliczenie oporu  $R$  (prawa Ohma), sprawdzenie I prawa Kirchhoffa, rozkład napięć na opornikach połączonych szeregowo. Należy rozważyć (decyzja nauczyciela) czy wprowadzić treść II prawa Kirchhoffa, co może przyczynić się do łatwiejszej analizy obwodów.*

*W nauczaniu fizyki w zakresie podstawowym szczególnie istotne wydaje się położenie w tym dziale uwagi na domową sieć elektryczną, zasady bezpieczeństwa jej użycia oraz ekologiczne i ekonomiczne korzystanie z urządzeń. Ciekawym zagadnieniem będzie analiza miesięcznych kosztów energii elektrycznej. Poprzez oszacowanie dobowego czasu pracy urządzeń i uwzględnienie ich mocy znamionowej uczniowie wyliczają miesięczny koszt zużytej przez każde urządzenie energii oraz całkowity koszt miesięczny energii elektrycznej dla gospodarstwa*

*domowego. Warto również zwrócić uwagę na zużycie energii przez niektóre urządzenia w „trybie czuwania” i ew. zmierzyć pobór energii przez kilka takich urządzeń. W kontekście zużycia energii warto również omówić oznaczenie klas energetycznych urządzeń elektrycznych. Propozycje takich doświadczeń i analiz zostały przedstawione w scenariuszach zajęć.*

*Kolejnym poruszonym problemem będzie występowanie i znaczenie przepływu prądu w przyrodzie, np. w biologii – rola prądu elektrycznego w systemie nerwowym ludzi i zwierząt.*

#### VIII. Magnetyzm. Uczeń:

1. posługuje się pojęciem pola magnetycznego; rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych i przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica);
2. opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewodniki z prądem i poruszające się cząstki naładowane; omawia rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym;
3. opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy lub zmianą natężenia prądu w elektromagnesie; opisuje przemiany energii podczas działania prądnic;
4. opisuje cechy prądu przemiennego;
5. opisuje zasadę działania transformatora oraz podaje przykłady jego zastosowania;
6. doświadczalnie:
  - a. ilustruje układ linii pola magnetycznego,
  - b. demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie.

#### *Uwagi do działu:*

*W dziale tym, poza powtórzeniem i usystematyzowaniem wiedzy z zakresu magnetyzmu omawianych w szkole podstawowej, wprowadza się zagadnienie indukcji elektromagnetycznej, transformatora i ich związek z prądem przemiennym. Daje to możliwość bardziej precyzyjnego opisu zjawisk związanych z magnetyzmem. Szczególną uwagę należy zwrócić w tym dziale na wskazanie, wyjaśnianie i opis tego typu zjawisk występujących w przyrodzie i wykorzystywanych w nowych technologiach, np. działanie ładowarki indukcyjnej do smartfonu czy diagnostyka*

*medyczna oparta na analizie pola elektromagnetycznego mózgu człowieka, sterowanie urządzeniami przy pomocy fal mózgowych EEG, sygnałów EMG itp.*

*Doświadczenia w tym dziale powinny obejmować: obserwację linii pola magnetycznego magnesu stałego oraz przewodników z prądem o różnych kształtach, pomiar siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem, wzbudzanie prądu indukcyjnego.*

IX. Fale i optyka. Uczeń:

1. opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych;
2. opisuje cechy i parametry dźwięku, opisuje mechanizm słyszenia;
3. opisuje nakładanie się dźwięków, propagację dźwięku, mechanizm dudnienia;
4. opisuje proces kwantyzacji dźwięku, cechy i parametry dźwięku cyfrowego;
5. opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie;
6. stosuje zasadę superpozycji fal; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal; opisuje zjawisko interferencji fal i przestrzenny obraz interferencji;
7. analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy źródło lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala; podaje przykłady występowania tego zjawiska;
8. opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia;
9. rozróżnia fale poprzeczne i podłużne; opisuje światło jako falę elektromagnetyczną; opisuje polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali;
10. opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal o różnych częstotliwościach;
11. opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie;
12. doświadczalnie:
  - a. obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory ustawione prostopadle,
  - b. demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku,
  - c. dokonuje podstawowej edycji dźwięku z wykorzystaniem edytora dźwięku.

*Uwagi do działu:*

*Podstawowe zagadnienia związane z optyką geometryczną są realizowane w szkole podstawowej. W dziale tym, poza powtórzeniem i usystematyzowaniem*

wiedzy z tego zakresu, wprowadza się zagadnienia związane z optyką falową, np. interferencja i dyfrakcja. Daje to możliwość powiązania zagadnień z dziedziny optyki ze zjawiskami falowymi i falą elektromagnetyczną. Takie połączenie wydaje się tutaj zasadne i wpływa na lepsze, całościowe rozumienie poruszanych w tym dziale zagadnień. Tradycyjny zakres materiału dotyczący fal mechanicznych został rozszerzony o zagadnienia związane z mechanizmem słyszenia, dźwiękiem analogowym, cyfrowym, parametrami i formatami zapisu dźwięku. Muzyka zajmuje często ważne miejsce w życiu młodych ludzi, zatem rozszerzenie tego obszaru zastosowania fizyki może przyczynić się do większego zainteresowania i praktycznego wykorzystania wiedzy.

W dziale tym należy zwrócić szczególną uwagę na wyjaśnienie zjawisk oraz wskazanie ich występowania w przyrodzie i wykorzystania w technice, np. wykorzystanie polaryzacji światła do rozdzielania obrazów w kinach IMAX, wykorzystanie światłowodu w sieciach telekomunikacyjnych itp. W nauczaniu fizyki w zakresie podstawowym ciekawym może być powiązanie optyki i własności światła z budową i działaniem narządu wzroku oraz widzeniem przestrzennym. Zagadnienie to warto zrealizować wspólnie z nauczycielem biologii jako przykład kompleksowego opisu zjawiska złożonego, analizowanego przez różne nauki przyrodnicze.

Doświadczenia w tym dziale powinny obejmować: powstawanie obrazów w zwierciadłach i soczewkach (jako powtórzenie), rozszczepienie światła białego w pryzmacie, wyznaczanie współczynnika załamania światła, polaryzacja światła.

X. Fizyka atomowa. Uczeń:

1. analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał i jego zależność od temperatury;
2. opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii;
3. opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów;
4. interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła; rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu;
5. opisuje zjawiska jonizacji, fotoelektryczne i fotochemiczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej.

*Uwagi do działu:*

*Dział ten wprowadza ucznia w tematykę zagadnień fizyki, u podstaw których leży atomowa budowa ciał. Ponieważ w tym dziale trudno byłoby przeprowadzać doświadczenia w warunkach szkolnych, uwaga zostaje poświęcona na wyjaśnienie poruszanych tu zagadnień i pojęć, samodzielne wyszukiwanie informacji oraz wskazanie wyjaśniania zjawisk z tego zakresu występujących w przyrodzie i wykorzystywanych w technice.*

XI. Fizyka jądrowa. Uczeń:

1. posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron do opisu składu materii; opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej;
2. zapisuje reakcje jądrowe stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku;
3. wymienia właściwości promieniowania jądrowego; opisuje rozpady alfa, beta;
4. posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego; opisuje powstawanie promieniowania gamma;
5. opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu;
6. stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych; posługuje się pojęciami energii wiązania i deficytu masy; oblicza te wielkości dla dowolnego izotopu;
7. wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe;
8. wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie;
9. opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu  $^{235}\text{U}$  zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej;
10. opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej oraz wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej;
11. opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach;
12. opisuje elementy ewolucji gwiazd; omawia supernowe i czarne dziury.

*Uwagi do działu:*

*Dział ten wprowadza ucznia w tematykę zagadnień fizyki jądrowej, promieniowania i cząstek elementarnych. Ponieważ w tym dziale trudno byłoby przeprowadzać doświadczenia w warunkach szkolnych, uwaga zostaje poświęcona na wyjaśnienie poruszanych tu zagadnień i pojęć, samodzielne wyszukiwanie informacji oraz*

*wskazanie wyjaśniania zjawisk z tego zakresu występujących w przyrodzie i wykorzystywanych w technice. Szczególna uwaga powinna zostać zwrócona na analizę wpływu różnego rodzaju promieniowania na organizmy żywe. Omówić należy zarówno pozytywne aspekty, np. wykorzystanie w diagnostyce, medycynie itp., jak i negatywne. Istotnym zagadnieniem jest również analiza korzyści i zagrożeń wynikających z budowy elektrowni jądrowych.*

## **8 WARUNKI I SPOSÓB REALIZACJI KSZTAŁCENIA Z UWZGLĘDNIENIEM SPECJALNYCH POTRZEB EDUKACYJNYCH UCZNIÓW ORAZ WSKAZAŃ DOTYCZĄCYCH EDUKACJI WŁĄCZAJĄCEJ**

Zajęcia powinny być realizowane w laboratorium fizycznym wyposażonym w niezbędne środki dydaktyczne i pomoce naukowe. W przypadku niektórych działań przeprowadzanie doświadczeń wymaga użycia specjalistycznego sprzętu i pomocy naukowych. Jednak niektóre zjawiska fizyczne da się zademonstrować wykorzystując przedmioty spotykane i używane w życiu codziennym. Wykorzystanie codziennych przedmiotów w doświadczeniach fizycznych pozwala uczniom skoncentrować się na samej istocie zjawiska fizycznego wykorzystując dobrze znane „rekwizyty”. Jest to szczególnie istotne w przypadku uczniów z SPE, dla których przyswajanie nowej wiedzy powinno odbywać się stopniowo, małymi porcjami. Użycie w doświadczeniu nowych specjalistycznych przyrządów przy demonstrowaniu i badaniu nowych zjawisk może przysporzyć więcej trudności w ich dobrym rozumieniu. Dlatego wszędzie tam, gdzie to jest możliwe, wskazane jest takie planowanie i aranżowanie doświadczeń i demonstracji, w których wykorzystuje się w maksymalnym zakresie przedmioty z codziennego otoczenia oraz odwołuje się do znanych zjawisk, właściwości i zachowań obiektów. Szczególnie w nauczaniu fizyki w zakresie podstawowym, gdzie uczeń nie wybiera fizyki jako przedmiotu rozszerzonego, tego typu podejście powinno przynieść pozytywne efekty.

W przypadku uczniów z SPE przedstawione w powyższej części opracowania cele kształcenia i wychowania pozostają niezmiennione. Dostosowaniu muszą podlegać natomiast sposoby ich osiągnięcia przez tego typu uczniów. Działania dostosowujące powinny objąć następujące obszary:

- Organizacja przestrzeni edukacyjnej



W przypadku udziału w zajęciach uczniów z niepełnosprawnościami należy pamiętać o odpowiednim zaaranżowaniu przestrzeni, w której się uczą. W przypadku obecności uczniów niedosłyszających lub niedowidzących należy zadbać o dobre nagłośnienie i oświetlenie sali lub utworzenie stanowiska, na którym warunki pracy będą dostosowane do uczniów z tego typu dysfunkcją. Konieczne jest, aby osoby te mogły dobrze widzieć twarze i słyszeć osoby, z którymi się komunikują. W przypadku uczniów z niepełnosprawnością ruchową należy zadbać o odpowiednią aranżację pracowni, by zapewnić im swobodne przemieszczanie po sali, możliwość wykonywania doświadczeń i innych form aktywności podczas zajęć. W przypadku zajęć przeprowadzanych poza pracownią, konieczne jest zaplanowanie takich zajęć w miejscu i formie, która pozwoli uczniom z SPE na pełne uczestniczenie we wszystkich zadaniach wykonywanych przez uczniów na takich zajęciach. W scenariuszach założono wykorzystanie różnorodnych środków nauczania i metod dydaktycznych wymagających częstej zmiany aranżacji sali.

#### ■ Dostosowanie wymagań edukacyjnych

W przypadku obecności w klasie osób z SPE konieczne jest dostosowanie materiałów nauczania do możliwości percepcyjnych ucznia oraz możliwości psychofizycznych i ruchowych (np. odpowiednio przygotowane materiały pisemne, strony www ze standardem WCAG 2.0, książki hybrydowe, filmy z napisami). W niniejszym programie nauczania szczególnie intensywnie wykorzystywana jest metoda lekcji odwróconej, w której nauczyciel przygotowuje i udostępnia z wyprzedzeniem materiały dla uczniów. Istotne jest, by przygotowane przez nauczyciela materiały były dostosowane do uczniów z ograniczeniami. Materiały dla każdej tego typu lekcji powinny zostać podzielone na trzy części: informacje wstępne, część zasadnicza oraz dodatki.

Szczególnie starannie należy przygotować część pierwszą z informacjami wstępnymi. Powinny tutaj znaleźć się takie elementy jak:

- Możliwie prosty opis omawianego zjawiska/zagadnienia
- Odniesienia do przykładów występowania zjawiska
- Wyjaśnienie nowych pojęć i wielkości fizycznych
- Przykłady prostych symulacji, filmów itp. przedstawiających zjawisko.

Materiały te należy przygotować starannie, formatując je w czytelny sposób, unikając długich opisów. Wskazane jest, by materiały takie były dostępne zarówno w formie tekstowej, jak i dźwiękowej, aby zapewnić jak najlepsze efekty w wykorzystaniu ich przy pierwszym kontakcie uczniów z omawianym zagadnieniem, również uczniów z SPE.

Druga część materiałów powinna zawierać szersze omówienie zjawiska/zagadnienia. Wszystkie poruszane w tej części zagadnienia powinny być jasno powiązane z materiałami z pierwszej części i stanowić ich rozszerzenie.

Trzecia część materiałów powinna zawierać dodatkowe informacje i jest przeznaczona dla uczniów zainteresowanych poruszonym tematem i chcących samodzielnie go pogłębiać. Część ta powinna zawierać np. odnośniki do miejsc w sieci, gdzie można znaleźć bardziej szczegółowe informacje z komentarzem i wskazówkami nauczyciela w zakresie ich przydatności, atrakcyjności itp.

Fizyka uznawana jest za trudny przedmiot i może sprawiać uczniom, szczególnie tym z SPE, problemy, pomimo dobrze opracowanych materiałów i ciekawie prowadzonych lekcji. W takiej sytuacji konieczne będzie przygotowanie dodatkowych działań wspierających, np. w postaci pomocy koleżeńskiej czy dodatkowych godzin konsultacyjnych z nauczycielem. Pomoc koleżeńska przynosi korzyści obydwu stronom. Pomijając oczywisty aspekt wychowawczy, uczeń pomagający (np. uzdolniony) tłumacząc treści koledze powtarza i systematyzuje swoją wiedzę. Często dopiero taka sytuacja powoduje dogłębne zrozumienie tłumaczonego zagadnienia. Uczeń z SPE korzystający z pomocy koleżeńskiej ma szansę uzyskać wyjaśnienie od innej osoby niż nauczyciel, inaczej formułującego wypowiedzi. Fakt, że objaśnień dokonuje kolega, a nie nauczyciel może powodować mniejsze obawy o dopytywanie o rzeczy, których nie rozumie.

#### ■ Dostosowanie form aktywności

Proponowany program nauczania fizyki oparty jest głównie na metodach aktywnych. Metody te sprzyjają wzbudzaniu zainteresowania uczniów, także tych z SPE. Narzędzia dydaktyki cyfrowej dają możliwości dostosowania metod nauczania i wyboru najbardziej dogodnej dla ucznia w zależności od rodzaju ograniczeń. Nauczyciel do większości omawianych zagadnień poza metodami i formami pracy wybranymi do realizacji na lekcji, powinien przygotować i udostępnić dla uczniów dodatkowe materiały w innej formie (symulacje, animacje, filmy, gry edukacyjne, propozycje dodatkowych doświadczeń itp.). Mogą być one przydatne dla wszystkich uczniów, a szczególnie dla tych z SPE. Uczniowie tacy, w przypadku trudności z pełną realizacją zadań wykonywanych na lekcji, mogą zamierzone cele osiągnąć z wykorzystaniem innych metod. Rolą nauczyciela jest zaproponowanie odpowiednich metod, narzędzi i pomocy dydaktycznych w każdym przypadku, gdy ograniczenia ucznia z SPE nie pozwalają na pełne osiągnięcie celów edukacyjnych z użyciem metod i narzędzi wykorzystywanych na danej lekcji. Należy dołożyć starań, aby wszystkie wykonywane na lekcji zadania wykonywali również uczniowie z SPE. Może to wymagać oprócz

dostosowania aranżacji i ew. doposażenia stanowiska (słuchawki, dodatkowe oświetlenie itp.) również konieczności wydłużenia czasu pracy lub pomocy nauczyciela. Jedynie w sytuacji gdy uczeń z SPE ewidentnie nie jest w stanie wykonać danego zadania, nauczyciel powinien zaproponować mu alternatywne metody i narzędzia. W pozostałych przypadkach dodatkowe metody i narzędzia mogą być używane jako narzędzia wspomagające i wykorzystywane przez uczniów samodzielnie lub z pomocą nauczyciela.

## 9 ELEMENTY INTERDYSCYPLINARNE W PROGRAMIE I NARZĘDZIA IT

Proponowany program nauczania zawiera szczególnie dużo elementów wykorzystujących elementy informatyki i narzędzi komputerowych. W tym zakresie program obejmuje:

- Wykorzystanie komputerowych symulacji fizycznych, programów edukacyjnych i filmów edukacyjnych

Przyjęcie podejścia konstruktywistycznego i używanej często metody lekcji odwróconej wymaga od uczniów samodzielnego zapoznawania się z nowymi zagadnieniami w oparciu o przygotowane przez nauczyciela materiały i odniesienia w sieci Internet. Nauczyciel w proponowanych materiałach powinien uwzględniać symulacje fizyczne, programy edukacyjne i filmy edukacyjne, które ułatwią uczniom zapoznanie się i zrozumienie nowych treści. Przykładami stron z tego typu zawartością są:

<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pl>

[http://home.agh.edu.pl/~kakol/programy\\_pl.html](http://home.agh.edu.pl/~kakol/programy_pl.html)

- Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do opracowania danych pomiarowych oraz obliczeń wykonywanych w ramach doświadczeń i opracowywania wyników. Tworzenie wykresów
- Wykorzystanie edytora dźwięku do odczytu i zmiany parametrów dźwięku, edycji dźwięku, analizy jakości dźwięku
- Programy do tworzenia prezentacji multimedialnych i filmów wykorzystywane przy opracowywaniu referatów czy wykonywaniu projektów, np. podczas tworzenia projektu na temat historii fizyki

- Wykorzystanie komputera z dostępem do Internetu. Wyszukiwanie potrzebnych informacji w Internecie jest podstawą większości zajęć prowadzonych w oparciu o konstruktywistyczną teorię nauczania. Przeglądarka i wyszukiwarka internetowa są więc używane na większości zajęć.

Kolejnym proponowanym obszarem wiązania treści fizycznych z innymi dziedzinami wiedzy jest poruszane zagadnienie widzenia i widzenia 3D. Proponowana lekcja obejmuje wyjaśnienie działania oka ludzkiego w powiązaniu do występujących w nim zjawisk fizycznych. Lekcja ta może zostać poprowadzona wspólnie z nauczycielem biologii, który zadba o prawidłowe wyjaśnienie aspektów związanych z budową oka i działaniem narządu wzroku.

Kolejnym obszarem interdyscyplinarnym w proponowanym programie jest powiązanie zjawiska fali z dźwiękiem i mechanizmem słyszenia. Obszar tych zagadnień obejmuje trzy lekcje, w których poruszane są aspekty działania słuchu, parametrów i cech dźwięków analogowych, cyfrowych, poszerzone o praktyczne ćwiczenia z obróbki dźwięku. Połączone zostają więc zagadnienia fizyczne z biologicznymi i technologicznymi.

Praktycznie w całym zakresie programu zachęca się nauczycieli do podejmowania wyjaśniania przykładów i zagadnień ze świata rzeczywistego z pogranicza różnych dyscyplin niekoniecznie poświęcając całą lekcję na takie działania, np. w dziale mechanika zaproponowano w scenariuszu przeprowadzenie analizy rzutu młotem i pchnięcia kulą w celu wyjaśnienia dużych różnic w wynikach osiągniętych tymi metodami. Lekcja ta powinna zostać skoordynowana z zajęciami wychowania fizycznego, aby uczniowie w tym czasie mieli możliwość praktycznego przetestowania technik obydwu dyscyplin i porównania wyników analizy rzutów, wykonanej na lekcji fizyki.

## 10 OCENIANIE OSIĄGNIĘĆ UCZNIÓW, W TYM UCZNIÓW Z SPE

Ocena osiągnięć ucznia jest istotnym czynnikiem procesu nauczania, pełniącym też dużą funkcję motywującą. Aby zachować pozytywny wpływ oceny na motywację i postawę ucznia, kryteria oceniania muszą być dokładnie określone na początku roku szkolnego. Ponieważ w proponowanym podejściu do nauczania przedmiotu dominują metody grupowe, także system oceniania musi zostać do tego dostosowany.

Proponowane są następujące elementy ewaluacji ucznia:

- Karta pracy grupy
- Karta pracy indywidualnej
- Arkusz samooceny

- Test- sprawdzian tradycyjny (pisemny lub elektroniczny)
- Odpowiedź ustna
- Inne.

Karty pracy powinny być wypełniane na każdych zajęciach, gdy uczniowie wykonują jakieś zadania czy rozwiązują problemy. Karta pracy grupowej powinna zawierać informację o członkach grupy i ich roli w zadaniu. Ocena zadania będzie zwykle oceną wszystkich członków grupy w związku z trudnościami rzetelnego zróżnicowania wkładu pracy poszczególnych członków. Ma to też motywującą funkcję, zmusza bowiem do brania większej odpowiedzialności za wyniki pracy grupy. Przyczyni się też do większego motywowania wzajemnie członków grupy. Karty pracy również są formą dokumentacji działań uczniów. Nauczyciel powinien zadbać, by role poszczególnych osób w grupie zmieniały się na różnych zajęciach, aby nie dopuścić do „specjalizacji” niektórych osób. Sytuacja, gdy jedna osoba zawsze zajmuje się określoną czynnością (np. odczytuje pomiary i określa dokładność) powoduje, że osiągnie ona dużą biegłość w tej czynności, lecz inne osoby nie będą miały okazji wykonywać tej czynności.

Nauczyciel może przyjąć też inne formy oceny, np. referat, przeprowadzenie doświadczenia, przygotowanie symulacji zjawiska itp.

Należy zwrócić uwagę, aby każda forma oceniania zgodna była z zasadą uniwersalizmu i była dostępna w pełnym zakresie dla każdego ucznia, także tego ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. Uczniom z SPE należy każdorazowo dopasować zadania do ich możliwości, uwzględniając ich plan PPP. Nauczyciel powinien zadbać, by rola tych osób w grupie przy wykonywaniu tego typu zadań nie przekraczała ich możliwości. W razie potrzeby należy tym uczniom wydłużyć czas wykonania zadania lub w inny sposób dostosować zadanie do indywidualnych możliwości tak, by były w stanie wykonać w pełni zadanie.

W przypadku uczniów z SPE wybitnie uzdolnionych nauczyciel powinien zadbać o przygotowanie dla nich dodatkowych zadań. Częste wykorzystanie metody odwróconej lekcji daje też możliwość zaangażowania tych uczniów do wyjaśniania trudniejszych zagadnień i problemów poruszanych na lekcji. Pozwoli to im na wykazanie się swoją wiedzą i zadała motywująco w dalszym procesie uczenia się. Również zapewnienie takim uczniom dodatkowych, ciekawych i trudniejszych zadań oraz prezentacji wyników na forum klasy, jak również docenienie jej odpowiednią oceną, powinno działać motywująco. Zaleca się uzgodnienie tematu dodatkowych ambitniejszych zadań z uczniem, zgodnie z jego zainteresowaniem.

## 11 EWALUACJA LEKCJI I PROGRAMU NAUCZANIA

W celu dostosowania programu do potrzeb konkretnej klasy, na początku roku szkolnego nauczyciel powinien przeprowadzić diagnozę wiedzy i możliwości danej klasy. Diagnoza taka może być przeprowadzona w formie testu z różnymi rodzajami pytań, sprawdzającego znajomość wiedzy i umiejętności z zakresu fizyki oczekiwanego na danym poziomie kształcenia. Test ten nie powinien być oceniany, a będzie stanowił jedynie podstawę ustalenia poziomu, od którego rozpocznie się proces nauczania. Pozwoli to dopasować poziom trudności i tempo zadań na początku nauki i stanowić będzie punkt wyjścia dla oceny postępów uczniów.

Proces nauczania powinien zostać objęty systemem ciągłej ewaluacji. Zapewni to nauczycielowi informację zwrotną i da możliwość wczesnego dostrzeżenia pojawiających się problemów oraz wczesnej reakcji i dokonania ewentualnych modyfikacji programu. Uczniowie po każdej lekcji powinni mieć możliwość zamieszczenia krótkiej opinii o zajęciach w formie pozostawienia krótkiej informacji na kartce lub w formie elektronicznej. Do rozważenia nauczyciela pozostaje czy uwagi powinny być podpisane czy anonimowe, analizując wszystkie za i przeciw dla każdej wersji. Przynajmniej raz na zakończenie każdego działu powinna być przeprowadzona szersza ewaluacja wśród uczniów, w której podają co im się podobało w zajęciach z danego działu, a co nie. Nauczyciel powinien też prowadzić dokumentację przebiegu nauczania w każdej klasie oddzielnie i zapisywać w niej uwagi dotyczące każdej lekcji, w tym aktywności uczniów i występujących problemów. Skonfrontowanie tych uwag z opiniami uczniów pozwoli bardziej obiektywnie ocenić prowadzone zajęcia.

Szczególne uwagę należy zwrócić na opinie uczniów z SPE. Poza wyrażaniem opinii w formie dostępnej dla wszystkich uczniów, nauczyciel powinien przeprowadzać okresowe rozmowy indywidualnie z każdym uczniem z SPE, dopytując o występujące u nich specyficzne trudności występujące na zajęciach. Pozwoli to zidentyfikować nie zawsze oczywiste i uświadomione przez nauczyciela problemy tej grupy uczniów. W zależności od rodzaju zidentyfikowanych problemów nauczyciel powinien podjąć działania zmierzające do ich eliminacji lub ograniczenia, np. lepszego dostosowania materiałów, pomocy dydaktycznych, aranżacji stanowisk, przydziału ról w grupie itp. Odpowiednio wcześnie dostrzeżone problemy pozwolą dostosować na bieżąco działania w odniesieniu do tej grupy uczniów. Zidentyfikowane problemy i podjęte działania powinny być rozważane dwutorowo. Pierwszy aspekt powinien dotyczyć problemów i potrzeb danego ucznia i być nakierowany na indywidualną pomoc, z uwzględnieniem jego planu PPP. Drugi aspekt dotyczy możliwych problemów i działań nakierowanych na całą grupę uczniów z SPE. Kolejno zidentyfikowane problemy indywidualne powinny być uwzględniane w ciągłym procesie dopracowywania materiałów oraz narzędzi i form pomocy edukacyjnych

dla innych uczniów z ograniczeniami i przyczyniać się do osiągnięcia lepszych efektów w przyszłości.

## 12 BIBLIOGRAFIA

Bloom B.S., Krathwohl D. [w]: Dylak, S., (2000), Wprowadzenie do konstruowania szkolnych programów nauczania, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa

Niemierko B. Cele kształcenia [w]: Kruszewski, K. (red.) (2004), Sztuka nauczania – czynności nauczyciela, PWN, Warszawa

Okoń W. (1987), Podstawy wykształcenia ogólnego, WSiP, Warszawa

Ślusarczyk Cz. (2013) Projektowanie uniwersalne jako sposób na tworzenie warunków do edukacji włączającej w szkołach wyższych. [e-mentor.edu.pl](http://www.e-mentor.edu.pl), <http://www.e-mentor.edu.pl/artykul/index/numer/52/id/1063> [dostęp 20 czerwca 2019]

Zdanowicz-Kucharczyk K. (2015) Konstruktywizm jako teoria uczenia się. [encyklopediadziecinstwa.pl](http://encyklopediadziecinstwa.pl) [http://encyklopediadziecinstwa.pl/index.php?title=Konstruktywizm\\_jako\\_teoria\\_uczenia\\_si%C4%99](http://encyklopediadziecinstwa.pl/index.php?title=Konstruktywizm_jako_teoria_uczenia_si%C4%99) [dostęp 20 czerwca 2019]

Bołtuć P. (2011) Konstruktywizm w e-edukacji oraz jego krytyka. [e-mentor.edu.pl](http://www.e-mentor.edu.pl) <http://www.e-mentor.edu.pl/artykul/index/numer/41/id/863> [dostęp 20 czerwca 2019]

*Franciszek Białas*

*Doktor nauk fizycznych z ponad 25-letnim stażem pracy; pracował w szkole średniej jako nauczyciel fizyki i informatyki, na WSB-NLU w Nowym Sączu, obecnie pracuje jako adiunkt na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach. W swojej pracy zajmował się m.in. programowaniem zachowań obiektów opartych na algorytmach fizycznych, wykorzystaniem fizyki w grach komputerowych, tworzeniem symulacji fizycznych w środowisku flash, nowymi technologiami i multimediami w edukacji. Opracował autorskie materiały dla uczniów zdolnych (szkoła ponadgimnazjalna).*

*Jest autorem licznych publikacji z dziedziny fizyki.*