

opracowanie Patryk Wolny

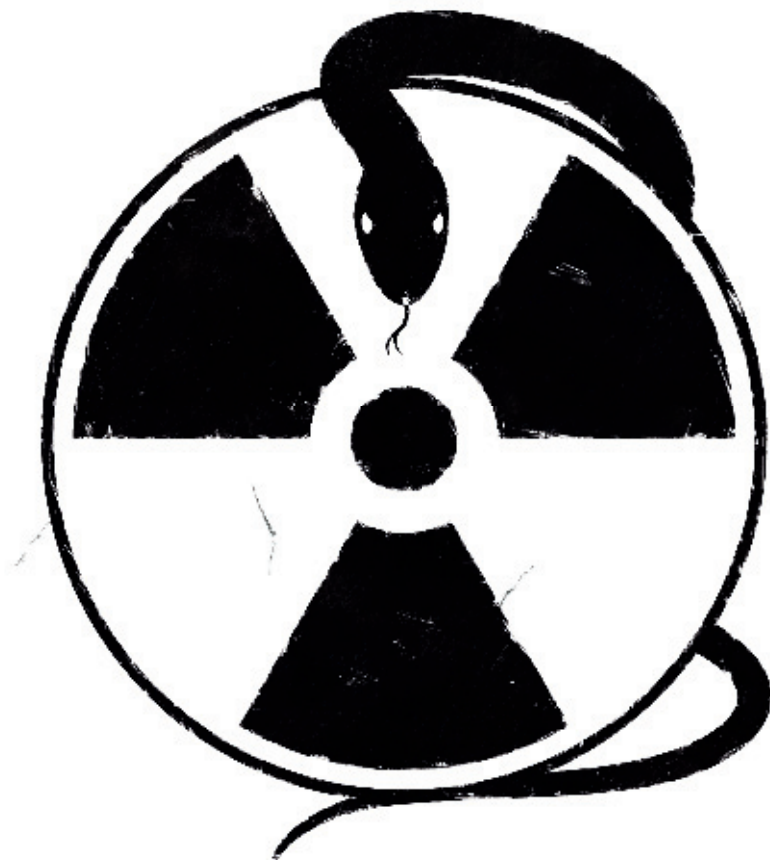


(nie)BEZPIECZNE **związki fizyki z medycyną**

**Fizyka z elementami medycyny dla kandydatów
na uczelnie medyczne, fizykę medyczną i biofizykę**

Program nauczania

opracowanie Patryk Wolny



(nie)BEZPIECZNE **związki fizyki z medycyną**

**Fizyka z elementami medycyny dla kandydatów
na uczelnie medyczne, fizykę medyczną i biofizykę**

Program nauczania

Opracowanie: Patryk Wolny

Redakcja językowa: Paulina Orłowska

Korekta językowa: Agnieszka Kochanowska-Sabljak

Projekt okładki i layoutu: Paweł Serwan

Redakcja techniczna: Barbara Wrzos-Koczwara



© Copyright by ZamKor P. Sagnowski i Wspólnicy sp. j.

ul. Tetmajera 19, 31-352 Kraków

tel. 12 623 25 20

faks 12 623 25 24

e-mail: zamkor@zamkor.pl

www.zamkor.pl

Kraków 2013

Spis treści

I. Ogólne założenia programu	5
II. Cele nauczania fizyki medycznej	6
III. Treści kształcenia	7
IV. Rozkład materiału	8
V. Założone osiągnięcia uczniów	9
VI. Procedury osiągania celów	12
VII. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów	16



Program nauczania przedmiotu uzupełniającego fizyka medyczna

I. Ogólne założenia programu

1. Na realizację prezentowanego programu przedmiotu fizyka medyczna przewidziano 60 godzin.
2. Program można realizować z uczniami liceum ogólnokształcącego, którzy ukończyli kurs fizyki w zakresie podstawowym na poziomie szkoły ponadgimnazjalnej.
3. Przy tworzeniu programu kierowano się zasadą, że wiedza powinna być operatywna i służyć do:
 - wyjaśniania podstawowych zjawisk medycznych związanych z fizyką,
 - wyjaśniania zasady działania omawianych urządzeń,
 - rozwiązywania problemów stymulujących ogólny rozwój ucznia.
4. Aby nauczanie fizyki medycznej mogło znacząco przyczynić się do wypełniania zadań przypisanych zreformowanej szkole, należy stosować takie metody pracy z uczniami, które będą wyzwalały ich aktywność, rozwijały zainteresowanie wiedzą przyrodniczą, kształtowały umiejętności uczenia się i samokontroli.
5. Zadaniem szkoły jest stworzenie uczniom odpowiednich warunków do samodzielnego zdobywania informacji z różnych źródeł poprzez zapewnienie możliwości korzystania z Internetu i dostępu do literatury popularnonaukowej oraz czasopism.



II. Cele nauczania fizyki medycznej

Cel strategiczny

Przygotowanie uczniów, którzy skończyli kształcenie w zakresie fizyki na poziomie podstawowym, do studiów medycznych i na innych kierunkach związanych z medycyną.

Cele ogólne programu

1. Zapewnienie uczniom trwałej, ogólnej wiedzy z zakresu zastosowania fizyki w medycynie.
2. Stymulowanie ogólnego rozwoju intelektualnego ucznia.
3. Kształtowanie charakteru i postawy.

Ogólne cele edukacyjne

1. Kształtowanie świadomości istnienia praw rządzących mikro- i makroświatem oraz wynikająca z niej refleksja filozoficzno-przyrodnicza.
2. Dostrzeganie struktury fizyki oraz jej związku z biologią i medycyną.
3. Przygotowanie do rozumnego odbioru i oceny informacji, a także odważnego podejmowania dyskusji i formułowania opinii.
4. Rozumienie znaczenia fizyki dla medycyny oraz jej związku z różnymi dziedzinami działalności ludzkiej, a także implikacji społecznych i możliwości kariery zawodowej.
5. Zainteresowanie fizyką i tajemnicami przyrody.

Cele poznawcze, kształtujące, społeczne i wychowawcze

1. Kształtowanie umiejętności obserwowania i opisywania zjawisk fizycznych.
2. Rozwijanie umiejętności planowania i wykonywania prostych doświadczeń, formułowania wynikających z nich wniosków oraz opisywania ze zrozumieniem metod badawczych stosowanych w fizyce.
3. Kształtowanie umiejętności opisywania zjawisk fizycznych i rozwiązywania problemów fizycznych z zastosowaniem prostych technik matematycznych.
4. Rozwijanie umiejętności posługiwania się technologią informacyjną do zbierania danych, ich przetwarzania oraz modelowania zjawisk fizycznych.
5. Budzenie szacunku do przyrody i podziwu dla jej piękna.



6. Rozwijanie zainteresowania otaczającym światem i motywacji do zdobywania wiedzy.
7. Kształtowanie aktywnej postawy wobec problemów społecznych wynikających z rozwoju techniki i nowych technologii.
8. Rozwijanie umiejętności współpracy w zespole, przestrzegania reguł, współodpowiedzialności za sukcesy i porażki, wzajemnej pomocy.
9. Ukształtowanie takich cech, jak: dociekliwość, rzetelność, wytrwałość i upór w dążeniu do celu, systematyczność, dyscyplina wewnętrzna i samokontrola.

III. Treści kształcenia

1. Wpływ ciśnienia zewnętrznego na organizm człowieka. Płuca
2. Układ krwionośny
3. Transport jonów przez błony biologiczne
4. Prąd elektryczny w diagnostyce i leczeniu
5. Zmysł słuchu. Ucho
6. Ultrasonografia
7. Ultrasonografia dopplerowska
8. Terapia falą uderzeniową
9. Endoskopia
10. Zmysł wzroku. Oko
11. Przyrządy optyczne
12. Budowa i zasada działania akceleratora medycznego
13. Światło jako fala elektromagnetyczna. Koloroterapia
14. Zastosowania medyczne promieniowania ultrafioletowego i podczerwieni
15. Rentgenografia
16. Obrazowanie i spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego
17. Znakowanie izotopowe narządów. Pozytonowa emisyjna tomografia komputerowa (PET)
18. Terapia hadronowa
19. Oddziaływania promieniowania gamma z materią
20. Elementy dozymetrii
21. Nanotechnologia w medycynie



IV. Rozkład materiału

Propozycja podziału godzin na poszczególne tematy

Nr	Temat	Liczba godzin	
		Nowe treści	Powtórzenie, sprawdzenie
1	Wpływ ciśnienia zewnętrznego na organizm człowieka. Płuca	2	1
2	Układ krwionośny	2	
3	Transport jonów przez błony biologiczne	2	1
4	Prąd elektryczny w diagnostyce i lecznictwie	3	
5	Zmysł słuchu. Ucho	2	1
6	Ultrasonografia	2	1
7	Ultrasonografia dopplerowska	3	
8	Terapia falą uderzeniową	2	1
9	Endoskopia	2	1
10	Zmysł wzroku. Oko	2	
11	Przyrządy optyczne	2	1
12	Budowa i zasada działania akceleratora medycznego	3	1
13	Światło jako fala elektromagnetyczna. Koloroterapia	2	1
14	Zastosowania medyczne promieniowania ultrafioletowego i podczerwieni	2	
15	Rentgenografia	2	
16	Obrazowanie i spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego	2	1
17	Znakowanie izotopowe narządów. Pozytonowa emisyjna tomografia komputerowa (PET)	3	
18	Terapia hadronowa	2	
19	Oddziaływania promieniowania gamma z materią	2	1
20	Elementy dozymetrii	2	
21	Nanotechnologia w medycynie	2	1
22	Podsumowanie	-	2
Całkowita liczba godzin		46	14



V. Założone osiągnięcia uczniów

Lp.	Temat	Uczeń:
1	Wpływ ciśnienia zewnętrznego na organizm człowieka. Płuca	– wyjaśnia przyczynę występowania ciśnienia na podstawie mikroskopowego modelu budowy materii; – omawia działanie płuc na modelu balonika w butelce; – analizuje wpływ ciśnienia zewnętrznego na organizm człowieka;
2	Układ krwionośny	– opisuje rozkład ciśnienia hydrostatycznego w naczyniach połączonych; – objaśnia równanie ciągłości i równanie (prawo) Bernoullego; – stosuje prawo naczyń połączonych, równanie ciągłości oraz równanie (prawo) Bernoullego do opisu funkcjonowania układu krwionośnego;
3	Transport jonów przez błony biologiczne	– posługuje się pojęciami natężenia i potencjału pola elektrycznego oraz stężenia jonów do opisu transportu jonów przez błonę komórkową; – opisuje rolę jonów sodu i potasu podczas zmiany potencjału błony komórkowej; – opisuje zjawisko polaryzacji i depolaryzacji komórki; – wskazuje elektrokardiografię jako metodę badawczą elektrycznej aktywności serca;
4	Prąd elektryczny w diagnostyce i lecznictwie	– wyjaśnia, czym jest prąd elektryczny, i stosuje do jego opisu pojęcia natężenia prądu i napięcia elektrycznego; – wymienia czynniki, od których zależy opór elektryczny przewodnika; – podaje i objaśnia prawo Ohma; – opisuje budowę kondensatora i wyjaśnia jego rolę w magazynowaniu energii; – wyjaśnia zastosowanie pomiaru oporu tkanki do określenia długości kanału zębowego i grubości tkanki tłuszczowej; – omawia zasadę działania defibrylatora i rozrusznika serca;
5	Zmysł słuchu. Ucho	– posługuje się pojęciami stosowanymi do opisu fal (mechanicznych); – wymienia źródła dźwięków; – wyjaśnia proces słyszenia dźwięków przez ucho i lokalizacji źródła dźwięków; – opisuje, czym jest audiogram i jakie informacje można z niego odczytać;
6	Ultrasonografia	– wymienia i charakteryzuje zjawiska falowe (dyfrakcja, interferencja, odbicie i załamanie fal na granicy ośrodków); – wymienia metody wytwarzania ultradźwięków i ich cechy; – wyjaśnia zasadę działania ultrasonografu;
7	Ultrasonografia dopplerowska	– wyjaśnia zjawisko Dopplera; – omawia zjawisko ultrasonografii dopplerowskiej i jej zastosowanie;
8	Terapia falą uderzeniową	– opisuje zmiany szybkości fal mechanicznych w różnych ośrodkach; – omawia terapię falą uderzeniową; – wymienia wpływ wibracji na organizm człowieka;
9	Endoskopia	– opisuje zjawisko odbicia i załamania światła oraz całkowitego wewnętrznego odbicia; – wyjaśnia zasadę działania światłowodu na podstawie znanych zjawisk fizycznych; – podaje zastosowanie światłowodów w endoskopach; – wymienia zastosowanie endoskopów;



Lp.	Temat	Uczeń:
10	Zmysł wzroku. Oko	– klasyfikuje rodzaje soczewek; – konstruuje obrazy powstające w soczewkach i układach optycznych złożonych z soczewek; – wyjaśnia powstawanie obrazu w oku; – opisuje zjawisko akomodacji oka; – wymienia wady wzroku i wyjaśnia, na czym te wady polegają; – wskazuje odpowiednie sposoby korygowania wad wzroku;
11	Przyrządy optyczne	– wymienia wady soczewek i wyjaśnia, na czym te wady polegają; – omawia zasadę działania lupy, oftalmoskopu i mikroskopu optycznego;
12	Budowa i zasada działania akceleratora medycznego	– omawia ruch cząstek naładowanych w polach elektrycznym i magnetycznym; – wyjaśnia zasadę działania akceleratora medycznego (sposób przyspieszania cząstek naładowanych);
13	Światło jako fala elektromagnetyczna. Koloroterapia	– posługuje się pojęciami stosowanymi do opisu fal elektromagnetycznych; – wymienia przykłady fal elektromagnetycznych; – opisuje związek barwy światła z częstotliwością fali; – omawia zjawiska pochłaniania, odbicia i polaryzacji światła; – wyjaśnia, na czym polega koloroterapia, oraz opisuje wpływ ilości światła na nastrój człowieka (depresja zimowa);
14	Zastosowanie medyczne promieniowania ultrafioletowego i podczerwieni	– wymienia właściwości promieniowania ultrafioletowego i podczerwieni; – omawia zastosowanie promieniowania ultrafioletowego w lampach bakteriobójczych; – omawia zastosowanie promieniowania podczerwonego (lampa sollux, termografia);
15	Rentgenografia	– opisuje źródła promieniowania rentgenowskiego i wymienia jego właściwości; – omawia sposób otrzymywania zdjęć rentgenowskich, wiedząc, że promieniowanie jest pochłaniane w różnym stopniu przez różne tkanki; – wyjaśnia, na czym polega tomografia komputerowa;
16	Obrazowanie i spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego	– posługuje się pojęciami: moment magnetyczny atomu i jądra atomowego, stan energetyczny atomu i jądra atomowego; – wyjaśnia zjawisko magnetycznego rezonansu jądrowego (wersja uproszczona); – opisuje metody obrazowania i spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego; – wymienia wskazania i przeciwwskazania do stosowania tej metody w diagnozowaniu pacjentów;
17	Znakowanie izotopowe narządów. Pozytonowa emisyjna tomografia komputerowa (PET)	– wyjaśnia, na czym polega znakowanie izotopowe narządów i w jakim celu się je stosuje; – podaje przykłady zastosowania izotopów do znakowania narządów; – omawia, na czym polega radioterapia tarczycy; – opisuje podstawy pozytonowej emisyjnej tomografii komputerowej; – wymienia zastosowanie pozytonowej emisyjnej tomografii komputerowej;



Lp.	Temat	Uczeń:
18	Terapia hadronowa	– opisuje oddziaływanie promieniowania α, β i ciężkich jonów z materią; – posługuje się pojęciami zasięgu i strat energii cząstki naładowanej na jonizację ośrodka; – uzasadnia zastosowanie ciężkich jonów w terapii hadronowej na podstawie sposobu oddziaływania tych cząstek z materią; – wymienia zastosowanie terapii hadronowej;
19	Oddziaływanie promieniowania gamma z materią	– opisuje sposoby oddziaływania promieniowania γ z materią; – wyjaśnia zjawiska: zjawisko fotoelektryczne, efekt Comptona, zjawisko tworzenia pary elektron – pozyton; – wyjaśnia pojęcie rozkładu procentowej dawki na głębokości (PDG) w napromieniowanej tkance; – wyjaśnia mechanizm narastania dawki (build-up) podczas naświetlania wiązką fotonów; – wymienia zastosowanie terapii promieniowaniem gamma;
20	Elementy dozymetrii	– porównuje różną wrażliwość narządów na różne rodzaje promieniowania; – wymienia różnice między promieniowaniem rentgenowskim a promieniowaniem jądrowym; – rozróżnia rodzaje badań (rentgenowskich, terapii nowotworowej itd.), w których organizm przyjmuje różne dawki promieniowania; – porównuje wartości dawek uzyskane podczas badań z limitami rocznymi, ewentualnie limitami rocznymi dla pracowników narażonych na promieniowanie jonizujące i promieniowanie tła; – wyjaśnia zjawisko hormezy radiacyjnej;
21	Nanotechnologia w medycynie	– podaje przykłady zastosowania nanotechnologii; – podaje przykłady badań lub kierunki, w jakich zmierzają badania z zakresu nanotechnologii wykonywane w celach medycznych;
22	Podsumowanie	– rozwiązują krótki quiz podsumowujący przedmiot (powtórka podstawowych zagadnień i zastosowań fizyki w medycynie); – wypełniają ankietę na temat przedmiotu (czego się dowiedzieli, czy tematyka była ciekawa, czy przedmiot spełnił swoje zadanie, czy uważają ten przedmiot za przydatny itp.); – wraz z nauczycielem podsumowują quiz i ankietę; ankieta może posłużyć nauczycielowi jako podsumowanie lekcji z fizyki medycznej dla dyrekcji oraz rodziców.



VI. Procedury osiągnięcia celów

Nauczanie fizyki medycznej według prezentowanego programu powinno się odbywać zgodnie z teorią kształcenia wielostronnego. Konieczne jest systematyczne aktywizowanie uczniów do przeprowadzania wszechstronnych operacji umysłowych.

Praca powinna przebiegać w różnych tokach nauczania, tj. w toku podającym, problemowym, praktycznym i eksponującym.

W ramach toku podającego szczególnie przydatne będą metody:

- praca z książką,
- pogadanka,
- pokaz,
- opis.

Tok problemowy powinien być realizowany głównie poprzez takie metody, jak:

- dyskusja,
- metody sytuacyjne,
- metoda seminaryjna,
- metoda projektów.

Tok praktyczny w nauczaniu fizyki medycznej jest reprezentowany przez metody obserwacji i doświadczeń.

Kluczowe jest, aby w zależności od nauczanych treści nauczyciel na każdej lekcji stosował różne metody. Pozwoli to aktywizować uczniów, uatrakcyjnić zajęcia oraz przyczynić się do zrozumienia i lepszego zapamiętania opracowanego materiału.

W szczególności pokaz może być punktem wyjścia do burzy mózgów prowadzącej do wskazania i nazwania zjawiska lub zjawisk występujących w pokazie. Z kolei praca z podręcznikiem może być wstępem do:

- dyskusji, podczas której uczniowie wykorzystają zdobytą samodzielnie wiedzę;
- formułowania, a następnie rozwiązywania problemów;
- ćwiczenia umiejętności selekcjonowania najważniejszych informacji.

Pracę z podręcznikiem można z powodzeniem wykorzystać w ramach lekcji powtórzeniowych. Uczniowie indywidualnie, w grupach lub w zespole klasowym starają się wyselekcjonować najważniejsze informacje z zakresu



powtarzanego materiału (mogą to robić w ramach lekcji powtórzeniowej, po zrealizowaniu każdego tematu lub po każdej lekcji). Na tej podstawie formułują pytania, zapisują je na karteczkach i wrzucają do pudełka. Po wylosowaniu karteczki uczeń lub uczniowie odpowiadają na znajdujące się na niej pytanie. Tę metodę można stosować w kilku postaciach:

- kolejni uczniowie losują pytania i udzielają odpowiedzi na forum klasy;
- klasa jest podzielona na grupy, które ze sobą rywalizują, a pytania i odpowiedzi padają na forum klasy;
- klasa jest podzielona na grupy, lecz pytania i odpowiedzi są omawiane między dwiema grupami;
- każdy uczeń w grupie losuje pytanie i udziela odpowiedzi na forum grupy.

Zebrane pytania z całego kursu fizyki medycznej mogą posłużyć do przeprowadzenia quizu podsumowującego przedmiot.

Tok eksponujący, związany z przeżywaniem i wyzwalaniem stanów emocjonalnych, może być połączony z użyciem metod problemowych, np. dyskusji nad zagrożeniami związanymi z zastosowaniem niektórych zjawisk fizycznych w diagnostyce.

Wśród szczególnie przydatnych metod opartych na toku podającym celowo pominięto wykład. Powinien być on stosowany rzadko. Niska skuteczność wykładu wynika z trudności uczniów w koncentracji, braku umiejętności wyselekcjonowania przez nich najistotniejszych elementów oraz braku umiejętności efektywnego notowania. W miejsce tradycyjnego wykładu można zastosować wykład realizowany w sposób problemowo-programowany. Wtedy temat wykładu zostaje zamieniony w problem główny, a tezy – w problemy szczegółowe. Po udzieleniu odpowiedzi na każde pytanie/problem nauczyciel odwołuje się do uczniów, którzy mogą stawiać pytania i prosić o powtórzenie niejasnych kwestii. Powstające sprzężenie zwrotne między nauczycielem i uczniami zapobiega powstawaniu luk i umożliwia natychmiastową weryfikację wiedzy.

Szczególne wartości w nauczaniu fizyki mają metody problemowe. Przykładem metody problemowej stosowanej



na lekcjach fizyki medycznej może być metoda sytuacyjna. Powinna ona obejmować, poza nielicznymi sytuacjami wymagającymi obliczeń, przede wszystkim sytuacje, które potrzebują wyjaśniania, oceniania, przewidywania, poszukiwania argumentów itp.

W polskim społeczeństwie wciąż ogromnym problemem jest brak rozumienia czytanego tekstu. Warto wykorzystać lekcje fizyki medycznej do rozwijania wśród uczniów umiejętności czytania ze zrozumieniem. Dobry materiał do tego rodzaju ćwiczeń stanowią teksty, w których zagadnienia medyczne są opisane w nawiązaniu do zagadnień fizycznych.

Metody toku praktycznego, tj. doświadczenia lub pokazy połączone z doświadczeniem, pozwolą rozwijać wśród uczniów umiejętności obserwacji i opisywania zjawisk fizycznych. Warto zwrócić uwagę na fakt, że używanie przedmiotów codziennego użytku zamiast skomplikowanej aparatury nie wpływa na wartość naukową dobrze zaplanowanych i przeprowadzonych doświadczeń. Ważne jest natomiast staranne przygotowanie doświadczeń zarówno od strony metodycznej (uświadomienie celu, przedyskutowanie koncepcji doświadczenia, sformułowanie problemu, przedyskutowanie hipotez, weryfikacja hipotez i wyprowadzenie wniosków), jak i organizacyjnej (przygotowanie koniecznych przedmiotów, ustalenie formy pracy indywidualnej lub zespołowej).

W niektórych przypadkach realne doświadczenia fizyczne są częściowo zastępowane przez symulacje komputerowe lub doświadczenia sfilmowane. Jakkolwiek doświadczenie symulowane nigdy nie odda doświadczenia realnego, dobrze przygotowany nauczyciel może je włączyć w problemowy tok nauczania z dużą korzyścią dla uczniów. Modelowanie i symulacje komputerowe są nieocenione w realizacji treści dotyczących mikroświata, czyli treści, które ze swej natury nie mogą być ilustrowane realnym doświadczeniem.

Wszechstronne walory metody projektów umożliwiają kształtowanie wśród uczniów ważnych umiejętności:

- efektywnego współdziałania w zespole i pracy w grupie;
- budowania więzi międzyludzkich;



- podejmowania indywidualnych i grupowych decyzji;
- skutecznego działania na gruncie zachowania obowiązujących norm;
- twórczego rozwiązywania problemów;
- poszukiwania, porządkowania i wykorzystywania informacji z różnych źródeł;
- odnoszenia zdobytej wiedzy do praktyki;
- tworzenia potrzebnych doświadczeń i nawyków;
- rozwoju osobistych zainteresowań.

W praktyce szkolnej projekty mogą być wykonywane indywidualnie i zespołowo. Ze względu na działania uczniów w ramach projektów można je podzielić na dwie grupy – projekty o charakterze:

- poznawczym (projekty typu: opisać, sprawdzić, odkryć),
- praktycznym (typu: usprawnić, wykonać, wynaleźć).

Projekty uczniowskie mogą również łączyć oba charakterystyki działania.

Praca metodą projektów wymaga sporo czasu i zaangażowania uczniów. Na zajęciach z fizyki medycznej można zmodyfikować tę metodę tak, by projekty uczniowskie były skromniejsze. W ramach projektów uczniowie mogą przygotować modele (np. płuc, serca), dodatkowe doświadczenia fizyczne itp.

Ponadto, w ramach lekcji z fizyki medycznej uczniowie, jako zainteresowani biologią i chemią, mogą przygotowywać krótkie wystąpienia, podczas których będą prezentować na forum klasy zagadnienia medyczne z wykorzystaniem wiedzy z fizyki (zdobytej na wcześniejszych lekcjach). W ten sposób uczniowie trenują umiejętności:

- samodzielnego wyszukiwania i gromadzenia materiałów, służących do opracowania wybranych zagadnień z fizyki lub tematów interdyscyplinarnych;
- korzystania z literatury popularnonaukowej;
- sporządzania konspektów, notatek i referatów na zadany temat.



VII. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów

Sprawdzanie i ocenianie uczniów jest nieodłącznym elementem procesu dydaktyczno-wychowawczego. Dzięki temu nauczyciel i uczniowie orientują się w postępach szkolnych. Dla uczniów sprawdzanie i ocenianie może być motywacją do pracy, a dla nauczyciela wskazówką co do efektów jego działalności dydaktycznej.

Tradycyjne odpytywanie przy tablicy powinno być zastąpione ocenianiem w trakcie dyskusji, gdyż nauczyciel nastawiony na sterowanie przebiegiem uczenia się uczniów nie może oddzielać sprawdzania i oceniania od nauczania.

Propozycje metod sprawdzania osiągnięć uczniów:

1. Samosprawdzanie, czyli samokontrola

- a) Uczeń rozwiązuje samodzielnie zadania i problemy, a następnie porównuje swoje rozwiązanie z podanymi odpowiedziami. Uczeń ocenia, jaki procent zadań potrafi rozwiązać.
- b) Uczeń rozwiązuje quiz w ramach lekcji powtórzeniowej. Porównuje swoje rozwiązania z odpowiedziami przedyskutowanymi na forum klasy. Uczeń ocenia stopień wyczerpania swoich odpowiedzi na zadane pytanie i przydziela sobie odpowiednią liczbę punktów.

2. Ocena koleżeńska

- a) Uczniowie przeprowadzają quiz w dwójkach – zadają sobie pytania i oceniają odpowiedzi udzielone przez koleżankę lub kolegę.
- b) Uczniowie przekazują swoje spostrzeżenia i oceniają wystąpienia (prezentacje, pokazy itp.) swoich koleżanek lub kolegów, zawsze argumentując swoje zdanie. Zwracają przy tym uwagę zarówno na formę, jak i treść wystąpienia.

3. Zbiorowa dyskusja

Podstawą do indywidualnych ocen uczniów może być dyskusja.

Inicjatorem dyskusji jest zwykle nauczyciel (np. podczas omawiania ankiet podsumowujących przedmiot), ale może być nim także uczeń, który przeczytał lub zauważył coś dla niego niezrozumiałego, a mającego związek



z opracowywanymi na lekcjach treściami. W tym drugim przypadku nauczyciel powinien dopuszczać do dyskusji tylko wówczas, gdy uczeń jest do prezentacji problemu dobrze przygotowany.

Nauczyciel kieruje dyskusją, równocześnie notuje uwagi o ważnych elementach w wystąpieniach poszczególnych uczniów.

4. Obserwacja uczniów w trakcie uczenia się

Nauczyciel obserwuje pracę uczniów w zespole podczas zajęć z tekstem i wykonywania doświadczeń, ich pomysły, umiejętność współpracy, zaangażowanie, talenty manualne. Ocenia uczniów w rolach lidera, sekretarza, prezentera.

5. Sprawdzanie i ocenianie prac pisemnych

- a) Nauczyciel sprawdza i ocenia wypracowania przygotowane na podstawie literatury popularnonaukowej, Internetu, telewizji.
- b) Nauczyciel sprawdza i ocenia wyniki testów oraz sprawdzianów.

6. Wszechstronna ocena prezentacji przygotowanych na podstawie jednego przeczytanego tekstu lub wielu różnych źródeł.

7. Sprawdzanie i ocenianie działalności praktycznej uczniów

Ocenie podlegają projekty, doświadczenia, modele wykonane samodzielnie przez uczniów.

