

Małgorzata Klisowska

Pomiar dydaktyczny z fizyki
Podstawy diagnostyki edukacyjnej

*Materiały dla nauczycieli fizyki
i studentów kierunków nauczycielskich*

Rzeszów 1999

Małgorzata Klisowska, dr

Pomiar dydaktyczny z fizyki. Podstawy diagnostyki edukacyjnej

Materiały dla nauczycieli fizyki i studentów kierunków nauczycielskich

Opiniował: Czesław Kizowski, dr

Aleksander Marszałek, dr

Materiały pomocnicze dla czynnych nauczycieli fizyki
oraz studentów fizyki w WSP

© *Copyright by Małgorzata Klisowska, Rzeszów 1999*

e-mail : goskli @ univ.rzeszow.pl

Publikację przygotowano w ramach własnego programu
badawczego prowadzonego w Zakładzie Dydaktyki Fizyki
Instytutu Fizyki WSP w Rzeszowie

Druk i oprawa: Poligrafia WSD, Rzeszów 1999

Spis treści

Wprowadzenie 5

1. Proces kontroli osiągnięć dydaktycznych 7

2. Analiza treści nauczania 15

3. Analiza celów nauczania 19

4. Analiza wymagań programowych 28

5. Ocena osiągnięć uczniów 31

6. Sprawdzanie osiągnięć uczniów 35

7. Dobór zadań - uwagi ogólne 42

Zakończenie 45

Bibliografia 46

Od nieuków lepszy ten,
co księgi czyta.

Od wyczytujących,
kto pamięcią chwyta.

Od pamiętających,
kto ich treść rozumie.

Od rozumiejących ten,
kto działać umie.

Manu Swajambhuwa

Człowieku !

Gdybyś wiedział, jaka twoja władza!

Kiedy myśl w twojej głowie, jako iskra w chmurze...

A ty jak obłok górny, ale błędny, pałasz

I sam nie wiesz, gdzie lecisz,

sam nie wiesz, co działasz.

Adam Mickiewicz, Dziady, cz.III

Wstęp

Planowana w Polsce reforma systemu oświatowego wymaga od nauczycieli posiadania nowych kompetencji w zakresie diagnozy edukacyjnej. Dotychczasowy system kontroli i oceny osiągnięć uczniów oparty głównie na intuicji i doświadczeniu zawodowym nauczyciela musi ulec przeobrażeniom. Istnieje w tej dziedzinie pilna potrzeba wprowadzenia efektywnych metod opartych na ścisłych regułach i zasadach. Metody te, jako komplementarne z metodami tradycyjnymi, w znacznym stopniu powinny zobiektywizować wynik kontroli oraz umożliwić porównywanie ocen szkolnych. Jednym ze sposobów realizacji powyższych celów jest zastosowanie pomiaru dydaktycznego.

Niniejsze materiały wydano na prośbę nauczycieli fizyki uczestniczących w kursie *Nowe trendy w nauczaniu fizyki* (CDP, Rzeszów 1998/99). Adresowane są również do studentów WSP, przygotowujących się do zawodu nauczyciela fizyki lub chemii oraz wszystkich doskonalących swoje kompetencje w zakresie diagnozy edukacyjnej.

Pod względem treści *Materiały* stanowią wprowadzenie do zagadnień organizacji systemu sprawdzania i oceniania, które podano na podstawowym stopniu ogólności. Założono bowiem, że powinny one spełniać trzy podstawowe funkcje :

- informacyjną,
- wspomagającą (wykład i indywidualną pracę nauczyciela),
- motywacyjno - stymulującą (do dalszego samokształcenia).

Układ i zakres treści dostosowano do potrzeb praktycznych nauczyciela fizyki. Podano ogólną charakterystykę procesów:

- kontroli osiągnięć dydaktycznych;
- nauczania fizyki wraz z modelem treści kształcenia;
- pomiaru dydaktycznego i jego konstrukcji.

W rozdziale 1. zawarto zagadnienia dotyczące przedmiotu, formy i funkcji kontroli. Ponieważ zagadnienia te pozostają w ścisłej zależności od celów nauczania w rozdziale 2. dokonano przeglądu ogólnych i etapowych celów nauczania fizyki.

Omówiono taksonomię ABC wg B. Niemierki sprawdzalną empirycznie w nauczaniu oraz procedury uszczegóławiania celów w zakresie określonych treści nauczania. W dalszej kolejności omówiono pomiar dydaktyczny wraz z czynnościami, związanymi z konstrukcją pomiaru sprawdzającego osiągnięcia dydaktyczne z zakresu fizyki.

Uproszczony sposób prezentacji, krótkie komentarze oraz graficzno - tabelaryczny układ treści jest w pełni zamierzony. Dokonany wybór materiału i sposobu prezentacji ma na celu przybliżenie standardów umiejętności nauczycieli w zakresie diagnozy edukacyjnej oraz budowy pomiarów sprawdzających.

Nauczycielom, zainteresowanym doskonaleniem własnych umiejętności w zakresie trudnej sztuki kontroli i oceny osiągnięć szkolnych uczniów z fizyki zaproponowano literaturę, w której można znaleźć rozwinięcie syntetycznych tez, zawartych w tych *Materialach*.

Małgorzata Klisowska

1. Proces kontroli osiągnięć dydaktycznych

Pojęcie kontroli (sprawdzania) w procesie nauczania-uczenia się rozumiane jest dwojako, jako:

- kontrolowanie wiadomości i umiejętności (*znaczenie węższe*),

- kontrolowanie całości pracy dydaktycznej (*znaczenie szersze*).

Walor kształcący kontroli rozumianej w znaczeniu węższym coraz częściej poddawany jest krytyce i budzi wiele wątpliwości. Kontrola powinna być całościowa i obejmować wszystkie dziedziny działalności pedagogicznej (nie tylko merytoryczną). Stwierdzenie to wynika bezpośrednio z funkcji metodycznej kontroli. Szczegółowa analiza błędów, poprawnych wyników oraz czynników wpływających na wyniki kontroli stanowić powinna źródło szeregu usprawnień i zmian zarówno w procesie nauczania - uczenia się, jak też w zakresie samej diagnozy edukacyjnej.

Proces kontroli

To złożony ciąg operacji polegających na :

- uzyskiwanie informacji o stanie procesu nauczania w chwili t_i ;
- porównywaniu uzyskanej informacji z założonymi kryteriami;
- wnioskowaniu o rzeczywistym stanie procesu nauczania w chwili t_i na podstawie stopnia zgodności danych z operacji

poprzedniej.

Przedmiot kontroli

Jest nim proces nauczania, obejmujący następujące ogniwa :

- uświadamianie celów i zadań nauki,
- zaznajamianie z nowym materiałem,
- doprowadzenie do zrozumienia i uogólnienia tego materiału,
- kształtowanie umiejętności i nawyków,
- przekształcanie wiedzy potocznej w wiedzę przedmiotową,
- łączenie wiedzy teoretycznej z praktyką
(*operacjonalizacja wiedzy*),
- przyswajanie i utrwalanie materiału,
- podsumowanie całości procesu poznania w danym zakresie.

Dziedziny kontroli

To system komplementarnych zakresów i form kontroli:

- kontrola przebiegu procesu nauczania - uczenia się
formy: kontrola wstępna, bieżąca, końcowa, dystansowa;
- analiza rozwoju zdolności poznawczych
kontrola stopnia umiejętności samodzielnej pracy, logicznego myślenia, rozumienia, pamiętania, analizowania i syntezy;
- kontrola oddziaływań wychowawczych
rozwój zainteresowań, postaw, nawyków; rozwój i doskonalenie cech osobowych;
- kontrola organizacyjna
wyposażenie w materiały i pomoce naukowe, sprzęt laboratoryjny.

Właściwości kontroli

Kontrola, jako zabieg dydaktyczny, który obejmuje czynności gromadzenia i scalania informacji o danym poziomie osiągnięć uczniów, skuteczności metod i form pracy oraz przyczynach napotkanych trudności i niepowodzeń, powinna być:

- obiektywna,
- regularna,
- planowo realizowana,
- efektywna (motywująca).

Ocenianie

To proces dochodzenia do wydania sądu, opinii w oparciu o ustalone kryteria lub przypisywanie tej opinii wartości liczbowej zgodnej z przyjętą skalą ocen.

Ocenianie, dokonywane w następstwie sprawdzania osiągnięć uczniów oraz w oparciu o ustalone wymagania programowe nazywane jest *ocenianiem dydaktycznym*.

Właściwości oceniania dydaktycznego

- obiektywność,
- efektywność,
- rzetelność,
- systematyczność.

Kontrola (sprawdzanie dydaktyczne) i ocenianie osiągnięć szkolnych uczniów to dwa różne zespoły czynności !

**Podstawowe strategie wiążące czynności
sprawdzania (S) i oceniania (O)**

B. Niemierko (1990)

1a. Strategia S-O

- opisuje typowe, tradycyjne działania nauczyciela, który nie posługuje się pomiarem dydaktycznym.

Sprawdzanie (S)		Blok łączący		Ocenianie (O)	
$S^0 \rightarrow$	$S^1 \rightarrow$	$O^1 \rightarrow$	$S^2 \rightarrow$	$O^2 \rightarrow$	$O^3 \rightarrow$
dobór treści kontroli	tworzenie sytuacji (kontrola)	ustalenie wymagań	ustalenie wyniku kontroli	budowa skali ocen	ustalenie oceny osiągnięć

2a. Strategia O-S

- opisuje działania nauczyciela, który posługuje się pomiarem dydaktycznym;
- wymaga od nauczycieli specjalnych kompetencji.

Ocenianie (O)		Sprawdzanie (S)		Blok łączący	
$O^1 \rightarrow$	$O^2 \rightarrow$	$S^0 \rightarrow$	$S^1 \rightarrow$	$S^2 \rightarrow$	$O^3 \rightarrow$
ustalenie wymagań	budowa skali ocen	dobór treści kontroli	tworzenie sytuacji (kontrola)	ustalenie wyniku kontroli	ustalenie oceny osiągnięć

1b. Typowe działania nauczyciela w strategii S-O

Sprawdzanie (S)		Blok łączący		Ocenianie (O)	
$S^0 \rightarrow$	$S^1 \rightarrow$	$O^1 \rightarrow$	$S^2 \rightarrow$	$O^2 \rightarrow$	$O^3 \rightarrow$
dobór treści kontroli tworzenie sytuacji (kontrola)		ustalenie wymagań ustalenie wyniku kontroli		budowa skali ocen ustalenie oceny osiągnięć	
obserwacja, rejestracja czynności ucznia; brak odniesienia co do poziomu osiągnięć; brak jednoznacznych wymagań		rozpoznawanie wykonywanych przez ucznia czynności; formułowanie hipotez o wyniku w czasie lub po czynnościach ucznia		synteza wyniku uzyskanego przez ucznia na tle wzorców wyobrażeniowych; tworzenie skali osiągnięć; ocenie intuicyjne, subiektywizm	

2b. Typowe działania nauczyciela w strategii O-S

Ocenianie (O)		Sprawdzanie (S)		Blok łączący	
$O^1 \rightarrow$	$O^2 \rightarrow$	$S^0 \rightarrow$	$S^1 \rightarrow$	$S^2 \rightarrow$	$O^3 \rightarrow$
ustalenie wymagań budowa skali ocen		dobór treści kontroli tworzenie sytuacji (kontrola)		ustalenie wyniku i oceny osiągnięć	
analiza treści : - celów, - materiału nauczania, - wymagań; ustalenie operacyjnej definicji ocen (stopni) z danego zakresu materiału nauczania		planowanie czynności ucznia na tle wzorca wymagań; obserwacja, rejestracja czynności ucznia		usprawnione przechodzenie od szczegółowych wyników kontroli do oceny $S^2 \rightarrow O^3$; obiektywizacja, ocenianie dydaktyczne	

Metody kontroli osiągnięć uczniów

Metoda kontroli

To sposób, w jaki realizowane są cele i funkcje przypisane kontroli osiągnięć dydaktycznych ucznia w procesie kształcenia przez władze oświatowe lub nauczyciela.

Najczęściej stosowanym kryterium podziału metod kontroli jest określenie sposobu komunikowania się ucznia z otoczeniem w czasie czynności sprawdzających (*W. Okoń, B. Niemierko*).

Wyróżniane są wtedy 3 podstawowe metody kontroli: ustne (**U**), pisemne (**P**), praktyczne (**Pr**) lub laboratoryjne (**L**).

Ze względu na sposób doboru sprawdzanych czynności ucznia metody te mogą być: intuicyjne lub analityczne.

Pomiar dydaktyczny jest jedną z efektywniejszych metod sprawdzania osiągnięć uczniów poprzez analitycznie dobierane czynności. Dominuje w formie pisemnej, umożliwia bowiem jednocześnie sprawdzanie grupy uczniów. Coraz częściej w nauczaniu fizyki i chemii spotyka się pomiar dydaktyczny praktyczny w formie testów laboratoryjnych, ale ta forma kontroli zależy od wyposażenia szkół.

W praktyce szkolnej pamiętać należy, że zarówno kontrola, jak i ocena dydaktycznych osiągnięć uczniów pełniejsze oraz wielostronniejsze, im z różnorodniejszych metod sprawdzania postępów w nauce będzie się korzystać. Zasada ta znajdzie odzwierciedlenie w doborze typów pytań i zadań stosowanych przy budowie pomiaru dydaktycznego.

Metody kontroli wg kryterium podziału B. Niemierki

Kryteria podziału	Metody kontroli					
Podmiot regulujący przebieg kontroli	nauczyciel			uczeń <i>samokontrola</i>		
Podmiot poddawany kontroli	uczeń	grupa uczniów <i>zbiorowa pogadanka sprawdzająca</i>				
Intencjonalność wywoływanych czynności	tak			nie <i>obserwacja uczenia się</i>		
Sposób doboru sprawdzanych czynności	intuicyjny			analityczny <i>analiza treści nauczania</i>		
Sposób prezentacji sprawdzanych czynności	U	P	Pr / L	U	P	Pr / L
Komunikowanie się nauczyciela z uczniami	odpytyw- -anie	wypraco- -wanie	ów. uc. projekty	pomiar dydaktyczny		

Przy zastosowaniu różnorodnych metod kontroli w procesie nauczania - uczenia się osiągane są różne cele nauczania oraz wychowania. Niektóre z nich przedstawia poniższa tabela.

Metoda kontroli	Cel nauczania	Cel wychowawczy
<i>Samokontrola</i>	utrwalenie wiadomości i umiejętności	wdrażanie do samokształcenia
<i>Zbiorowa pogadanka sprawdzająca</i>	powtórzenie i uogólnienie wiadomości	aktywizacja umysłowa uczniów
<i>Obserwacja uczenia się</i>	nauczanie medialne za pomocą środków dyd.	współdziałanie; komunikacja wzajemna;

	praca w grupie	podział ról
--	----------------	-------------

Analiza wyników kontroli

Na podstawie uzyskanych wyników kontroli nauczyciel zdobywa informacje o postępach pojedynczego ucznia, całej grupie uczniów oraz procesie nauczania - uczenia się, jako całości.

Do zbioru uzyskanych informacji należą:

- orientacja o stanie opanowania zagadnień przez ucznia (ustalonych wg kategorii taksonomicznych);
- opisowa ocena indywidualna ucznia (wg kategorii taksonomicznych, zgodnie z fazami rozwoju);
- ustalenie pozycji ucznia na tle grupy (zgodnie z funkcją różnicującą oceny);
- postępy ucznia w stosunku do poprzedniego sprawdzianu;
- stopień opanowania poszczególnych zagadnień przez całą grupę uczniów;
- rozkład statystyczny wyników w grupie;
- całościowa ocena procesu nauczania.

2. Analiza treści nauczania

Treści nauczania

To system nauczanych czynności (procedur) intelektualnych (teoretycznych) i praktycznych, objętych przyjętym programem nauczania (w oparciu o podstawę programową), zdefiniowanych pod względem:

- typu operacji (czynności) wykonywanych przez ucznia;
- materiału nauczania, na którym operacja ma być wykonana;
- poziomu wymagań, z którym związane jest opanowanie danej czynności.

Elementy treści nauczania

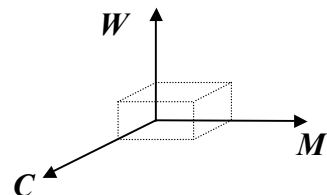
To pojedyncze czynności (operacje) ucznia, które mają być opanowane w trakcie procesu nauczania - uczenia się, określone ze względu na :

- cel nauczania, któremu służy dana czynność (*C*);
- materiał nauczania, którego dotyczy (*M*);
- wymagania programowe, które reprezentuje (*W*).

Pojedyncza wiadomość w czynnościowym ujęciu programu nauczania nie jest elementem treści nauczania!

Analizę treści nauczania graficznie przedstawia się w postaci trójwymiarowego modelu. Na osiach układu współrzędnych zaznacza się trzy wymiary treści nauczania:

- cele nauczania C ,
- materiał nauczania M ,
- wymagania programowe W .



Prostopadłościan wyraża element treści nauczania, czyli pojedynczą czynność (operację), którą uczeń ma opanować.

W praktyce szkolnej trójka mierzalnych cech: cele C , materiał M i wymagania W są wielkościami zmieniającymi się w czasie t . Z tego względu powyższy model treści nauczania nazywa się *modelem dynamicznym*.

Ze względu na zależność $T = T (C, M, W, t)$ treści nauczania w fazie *planowania P*, *realizacji R* i *opanowywania O* również przedstawia się w postaci dynamicznej. Zadaniem nauczyciela jest stała kontrola, czy treść planowana płynnie przechodzi w treść poznawaną (\rightarrow w procesie nauczania) a treść poznawana staje się treścią opanowaną (\rightarrow w procesie uczenia się).

Treść planowana	Treść poznawana	Treść opanowana
określa to, co uczeń powinien poznać i umieć zastosować	określa to, co uczeń poznaje i uczy się zastosować - występuje w czasie lekcji	określa to, co uczeń realnie opanował i umie stosować (zna i stosuje)

Zadania nauczyciela w poszczególnych fazach:

<i>Faza P</i>	<i>Faza R</i>	<i>Faza O</i>
Treść planowana	Treść realizowana (poznawana przez ucznia)	Treść opanowana
<ul style="list-style-type: none"> - przygotowanie procesu dydaktycznego; - analiza podstawy programowej; - budowanie lub wybór programu nauczania; - pisanie lub wybór podręcznika i ćwiczeń; - projektowanie procesu nauczania; - przygotowanie lekcji wraz z obudową dydaktyczną; - zaznajamianie z celami nauczania uczniów oraz rodziców; - wstępna organizacja sytuacji dydaktycznej. 	<ul style="list-style-type: none"> - realizacja procesu nauczania; - przeprowadzenie lekcji wykonywanie pokazów i doświadczeń; - obserwacja pracy uczniów, którzy ćwiczą określone czynności, wykonują zadane operacje. 	<ul style="list-style-type: none"> - zakończenie procesu dydaktycznego; - kontrola stopnia i zakresu opanowania elementów treści nauczania; - wybór metody kontroli osiągnięć uczniów; - budowa pomiaru dydaktycznego.

Treści nauczania dzieli się na treści ustalone jako system czynności, czyli programowe oraz ponadprogramowe. Zakres treści programowych określa *podstawa programowa*.

Treści nauczania podlegają *warstwowaniu* ze względu na przyjęte poziomy wymagań. Treści programowej przypisano 4 warstwy: konieczną, podstawową, rozszerzającą, dopełniającą. Treści ponadprogramowej - warstwę pogłębiającą.

Model warstwowania treści nauczania na poziomy wymagań

Treść nauczania	Warstwa treści	Wymagania
programowa	konieczna <i>K</i> →	konieczne (2)
	podstawowa <i>P</i> →	podstawowe (3)
	rozszerzająca <i>R</i> →	rozszerzone (4)
	dopełniająca <i>D</i> →	pełne (5)
ponadprogramowa	pogłębiająca <i>PP</i> →	pogłębione (6)

Zasady warstwowania treści nauczania z fizyki

Przedmiotowe kryterium podziału	Cecha elementu treści nauczania fizyki	Warstwa treści			
		<i>K</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>D</i>
NAUKOWOŚĆ <i>N</i>	Empiryczność				
	Istotność				
	Niezawodność				
	Uniwersalność				
PRZYSTĘPNOŚĆ <i>p</i>	Prostota				
	Łatwość				
	Powtarzalność				
	Skuteczność				
UŻYTECZNOŚĆ <i>U</i>	Niezbędność				
	Nieoddzowność				
	Przydatność				
	Praktyczność				

3. Analiza celów nauczania

Cel nauczania

To świadomie założony efekt procesu nauczania - uczenia się (*n-u*), postulujący stan wiadomości, umiejętności i postaw, jakie w realizowanym procesie *n-u* uczniowie powinni osiągnąć.

Formułowanie celów nauczania polega na:

- wyrażaniu ich w formie opisów czynności uczniów;
- analizie ich wzajemnych relacji na wyróżnionych poziomach.

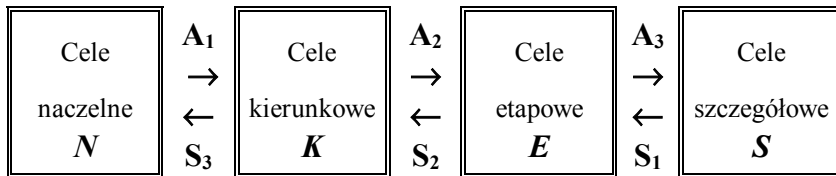
Klasyfikacja celów nauczania

Cele nauczania		Charakterystyka
- naczelne	<i>N</i>	określają politykę oświatową państwa; wskazują kierunki dążeń pedagogicznych.
- kierunkowe	<i>K</i>	określają cele nauczania i wychowania danego przedmiotu; wskazują kierunki działań przedmiotowych w roku szk. na danym poziomie kształcenia.
- etapowe	<i>E</i>	postulują wiadomości, umiejętności, nawyki i postawy przewidziane do osiągnięcia przez ucznia na danym etapie procesu <i>n-u</i> ; określają efekty założone po realizacji działu lub dużej jednostki tematycznej.
- szczegółowe	<i>S</i>	postulują wiadomości, umiejętności, nawyki i postawy przewidziane do osiągnięcia przez ucznia na poszczególnych zajęciach dyd.

Dokonując analizy celów należy :

- wyodrębnić cele ze względu na podmiot nauczania (ucznia);
- wyrazić cele w postaci obserwowalnych zachowań uczniów;
- ustalić klasyfikację kategorii celów i ich hierarchizację (przyjąć taksonomię celów nauczania);
- dokonać kategoryzacji celów wg przyjętej taksonomii;
- określić związki pomiędzy celami.

Kierunkowość analizy celów nauczania



$A_{j=1,2,3}$ - etapy analizy (\rightarrow).

$S_{j=1,2,3}$ - etapy syntezy (\leftarrow).

Taksonomia celów

Służy do precyzyjnego (gr. *nomos* - prawo) określania celów, klasyfikując je hierarchicznie (gr. *taksis* - porządek) w ramach wyróżnionych kategorii (od najniższych do najwyższych).

Taksonomia celów nauczania ABC

wg B. Niemierki (1975)

Taksonomia ABC (z 1975 r.) jest uproszczoną i spolszczoną wersją taksonomii B. Blooma (z 1956 r.). Jest taksonomią, która empirycznie sprawdza się w praktyce szkolnej, jako ponad przedmiotowa - stosowana terminologia pozostaje neutralna wobec poszczególnych przedmiotów oraz bloków nauczania.

Pełna wersja taksonomii ABC obejmuje dziedzinę poznawczą i motywacyjną. Są one podstawą wyróżnienia dwóch poziomów *teleologicznych* (gr. *teleos* - cel). W każdym z nich wyróżniono cztery *kategorie taksonomiczne*.

DZIEDZINA	
Poznawcza	Motywacyjna
POZIOMY	
Wiadomości i umiejętności	Zainteresowania i postawy
KATEGORIE	
A. Zapamiętanie wiadomości	A. Uczestnictwo w działaniu
B. Zrozumienie wiadomości	B. Podejmowanie działania
C. Stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych	C. Nastawienie na działanie
D. Stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych	D. System działań

Zgodnie z zasadą upodobnienia struktury danego przedmiotu nauczania do struktury nauczanej dyscypliny, w oparciu o taksonomię ABC Bolesława Niemierki, tworzone są *podkategorie dla taksonomii przedmiotowych*. Do ich opisu stosuje się język i kluczowe terminy właściwe dla odpowiednich dyscyplin naukowych.

W przypadku fizyki jako przedmiotu szkolnego terminami kluczowymi dla taksonomii *ABC* celów nauczania będą elementy struktury logicznej fizyki:

- informacje o faktach, empiria,
- pojęcia,
- prawa,
- zasady,
- hipotezy,
- teorie,
- język przedmiotowy.

Z punktu widzenia fizyki, jako przedmiotu nauczania, za podstawę klasyfikacji celów nauczania należy przyjąć czynności uczniów upodobnione do zdobywania wiedzy w procesie badawczym. Stosując tą zasadę można dla nauczania fizyki wyróżnić główne cele poznawcze, a następnie rozpisać poziom *Wiadomości i umiejętności* taksonomii *ABC* na odpowiednio uszczegółowione podkategorie.

Główne cele poznawcze w nauczaniu fizyki

1. Poznanie najważniejszych faktów naukowych.
2. Poznanie i zrozumienie pojęć fizycznych.
3. Poznanie praw przyrody opisywanych przez fizykę.
4. Poznanie hipotez i teorii fizycznych.
5. Poznanie elementów historii fizyki.
6. Poznanie głównych idei rozwoju fizyki.
7. Poznanie języka, symboliki, konwencji, zasad klasyfikacji, algorytmów i procedur myślenia w fizyce.

Taksonomia celów nauczania fizyki

Poziom : WIADOMOŚCI

<i>Kategoria</i>	<i>Podkategorie</i>
Zapamiętanie wiadomości (A)	1. Rozpoznawanie i nazywanie faktów, zjawisk, procesów, przyrządów
	2. Formułowanie definicji pojęć, treści praw i zasad, hipotez, założeń teorii
	3. Znajomość klasyfikacji, kategorii i kryteriów oceny
	4. Znajomość reguł, procedur, algorytmów działania oraz innego rodzaju uogólnień
	5. Posługiwanie się terminologią, językiem, symboliką i konwencją fizyczną
Rozumienie wiadomości (B)	1. Przekształcanie informacji dotyczących faktów, pojęć, praw, zasad i teorii fizycznych
	2. Dokonywanie rozróżnień, porównań, klasyfikacji, porządkowania
	3. Wyjaśnianie, opisywanie i interpretowanie faktów, zjawisk i procesów fizycznych
	4. Rozumienie języka fizyki, symboli i wzorów
	5. Transformacja faktów, praw, zasad i procedur z jednej formy przekazu na inną
	6. Ukazywanie roli fizyki w technice, innych naukach przyrodniczych, przemianach kulturowych i społ.

Poziom :

UMIEJĘTNOŚCI

<i>Kategoria</i>	<i>Podkategorie</i>
Stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych (C)	1. Obserwowanie zjawisk i dokonywanie prostych pomiarów
	2. Stosowanie pojęć, praw, zasad i prostych procedur do rozwiązywania typowych zadań obliczeniowych i nie obliczeniowych (jakościowych, graficznych)
	3. Posługiwanie się przyrządami fizycznymi oraz prostym sprzętem laboratoryjnym
	4. Wykonywanie pomiarów, stosowanie prostych metod pomiarowych i technik laboratoryjnych
	5. Korzystanie z instrukcji słownych, rysunkowych, pisemnych; posługiwanie się tabelami, wykresami, i symboliką matematyczną
Stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych (D)	1. Dostrzeganie i formułowanie problemów, umiejętność stawiania pytań i odpowiedzi na nie
	2. Planowanie algorytmów i procedur postępowania w celu rozwiązania problemów
	3. Formułowanie hipotez i planowanie sposobów ich teoretycznej lub empirycznej weryfikacji
	4. Interpretowanie danych eksperymentalnych, formułowanie roboczych hipotez i wniosków
	5. Planowanie odpowiednich procedur dla przeprowadzenia eksperymentu fizycznego
	6. Budowanie i weryfikowanie modeli teoretycznych
	7. Stosowanie analizy, syntezy, analogii, oceny

Formułowanie celów szczegółowych

Polega na wyrażaniu tych celów w postaci obserwowalnych tj. *mierzalnych* i *sprawdzalnych* zachowań ucznia, co umożliwia kontrolę stopnia uzyskania przez niego zamierzonych osiągnięć.

Sposób formułowania celów poprzez ich uszczegółowienie nazywamy **operacjonalizacją celów**.

Uszczegółowione cele nauczania sformułowane jako zamierzone osiągnięcia ucznia nazywamy **celami operacyjnymi** (uszczegółowionymi czynnościowo).

Zmiany zachodzące w toku operacjonalizacji celu nauczania

Zmiana w celu ogólnym	Charakterystyka zachodzącej zmiany
- sprecyzowanie celu operacyjnego	operacjonalizacja celów, wyrażanie celów w języku przedmiotowym, pozbawienie celu formy i wyrażen ozdobnych;
- uszczegółowienie	zamiana pojedynczego, o wysokim stopniu ogólności hasła przedmiotowego w kilka zdań oznajmujących lub równoważników zdań o bogatej treści przedmiotowej;
- konkretyzacja	jednoznaczne i dokładne określenie warunków, w jakich następuje działanie oraz stanu końcowego, do którego działanie zmierza;
- upodmiotowienie osiągającego cel	uwzględnienie w formułowaniu celów osobistego zaangażowania, zainteresowań, inwencji i odpowiedzialności ucznia.

Cel operacyjny

Określa oczekiwane zachowanie końcowe uczniów i składa się z czterech elementów, które podał Davis w 1983 r.:

- określenie działania (zachowania się uczniów);
- treści nauczania (poziom i zakres);
- warunki dotyczące realizacji (treści i działania);
- kryterium mierzalności i oceny realizacji celu (określenie minimalnych umiejętności).

Nie należy utożsamiać celów operacyjnych z dydaktycznymi!

Cele dydaktyczne często są formułowane w praktyce szkolnej jako zbiór wiadomości, które uczeń ma opanować, jednak nie zawierają opisu warunków, w jakich podejmowane jest działanie i nie precyzują kryteriów, których spełnienie pozwoli uznać sprawdzaną czynność za opanowaną. W rezultacie dydaktyczne cele nieoperacyjne prowadzą do intuicyjnego oceniania ucznia.

Czasowniki operacyjne

Pomagają wyrazić operacyjne cele nauczania w formie zdań oznajmujących, określających rodzaj czynności oraz zaliczyć je do odpowiedniej kategorii taksonomicznej.

W tabeli zebrano standardowe czasowniki operacyjne stosowane do formułowania celów operacyjnych w nauczaniu fizyki.

**Czasowniki operacyjne
dla poziomu *wiadomości i umiejętności***

A. Zapamiętanie wiadomości	nazwać, zdefiniować, wymienić wiedzieć, rozpoznać, wyliczyć, zidentyfikować, znać, zapisać, wskazać, uzupełnić, odczytać;
B. Zrozumienie wiadomości	streścić, wyjaśnić, rozróżnić, rozumieć, odczytać, tłumaczyć, przekształcić, zilustrować; odróżnić, sklasyfikować, zinterpretować, posługiwać się;
C. Stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych	rozwiązać, skonstruować, wybrać, zastosować, opisać, scharakteryzować, porównać, sklasyfikować, narysować, wykreślić, ustalić, zaplanować, zmierzyć, zbudować, wykonać, uruchomić, skonstruować, zaprojektować, posługiwać się, wyznaczyć, obliczyć, zbadać;
D. Stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych	określić, dowieść, przewidzieć, ustalić, wykryć, przeliczyć, przekształcić, zapisać, ocenić, zaproponować, zaplanować, wykonać, zademonstrować, uzasadnić, sprawdzić, pytać, zanalizować, uogólnić, wnioskować przez analogię.

4. Analiza wymagań programowych

Czynności nauczania charakteryzują się intencją, jakiej mają służyć. Nauczyciel pragnie, by uczniowie się *czegoś* nauczyli (*ustala materiał nauczania*) i stara się określić, *czego* mają się nauczyć (*formuluje cele operacyjne*). Zamierzone osiągnięcia uczniów łączą **cele nauczania C** z realizowanym **materiałem nauczania M**, tworząc trzeci z kolei wymiar treści kształcenia - **wymagania programowe (W)**.

Hierarchiczność wymagań programowych

W nauczaniu fizyki przyjęto ścisłe kryteria, które umożliwiły ustopniowanie wymagań w taki sposób, że osiągnięcie wymagań niższych jest warunkiem koniecznym do uzyskania wymagań określonych na wyższym poziomie.

Kryteria określające sukces (powodzenie) ucznia w zakresie fizyki, jako przedmiotu nauczania wyprowadzone zostały z cech charakterystycznych dla danej dziedziny, czyli fizyki jako nauki. Przedmiotowe kryteria podziału treści i wymagań na stopnie szkolne podane zostały przy omawianiu *warstwowania treści nauczania*.

**Nauczyciel nie określa kryteriów osiągnięć ucznia !
Kryteria te są zawarte wewnątrz danej dziedziny wiedzy.**

Wyróżnione kryteria ogólne: przystępności **P**, naukowości **N**, użyteczności **U**, wymagają od nauczyciela wysokiego stopnia wiedzy przedmiotowej oraz określonego rodzaju aktywności, która ułatwi modyfikację czynności podejmowanych w trakcie ustalania treści wymagań programowych dla uczniów.

Projektowanie wymagań przedmiotowych

Formułowanie wymagań

Polega na wskazaniu dla programowo przyjętych poziomów wymagań (poziomu wymagań koniecznych, podstawowych, pogłębionych i pełnych) następujących elementów:

- **celów operacyjnych** danego poziomu wymagań,
- **materiału nauczania** na danym poziomie wymagań,
- **elementów treści**, które w najwyższym stopniu spełniają kryteria ustalone dla danego poziomu warstwowania treści.

Dla wymagań koniecznych na ocenę mierną (2) i wymagań na ocenę celującą (6) ustalone zostały dodatkowe kryteria przez MEN (Zarządzenie nr 29 z dn. 24.09.1992 w sprawie oceniania...).

Kryterium dla oceny miernej	opanowanie przez ucznia 75 % zakresu czynności z poziomu wymagań podstawowych
Kryterium dla oceny celującej	opanowanie poziomu wymagań na ocenę bardzo dobrą (5) działania znacznie wykraczające poza program, twórcze naukowo, z zakresu systemu działań.

Charakterystyka wymagań programowych

Wymagania programowe (i ich nazwy zamienne stosowane w dokumentach MEN)		
podstawowe	pogłębione (rozszerzające)	pełne (dopełniające)
Stopień szkolny		
dostateczny - 3	dobry - 4	bardzo dobry - 5
Obejmowane elementy treści		
<ul style="list-style-type: none"> - najbardziej przystępne, - najprostsze, - uniwersalne, - pewne naukowo, - na poziomie faktów, - niezawodne, - absolutnie konieczne, - bezpośrednio użyteczne w życiu, - niezbędne w dalszym kształceniu. 	<ul style="list-style-type: none"> - przystępne (średnio trudne), - bardziej złożone, - mniej typowe, - o pewnym stopniu abstrakcji, - w pewnym stopniu hipotetyczne, - przydatne, ale nie niezbędne, - użyteczne. 	<ul style="list-style-type: none"> - trudne do opanowania, - złożone, - oryginalne, - twórcze naukowo, - nowe w nauce, - o wysokim stopniu abstrakcji, - bez użyteczności bezpośredniej, - o użyteczności przedmiotowej.

Jeśli w czasie kontroli uczniowie U^* nie spełnili wymagań niższych a spełniają wymagania z poziomu wyższego, należy niezwłocznie dokonać modyfikacji ustalonej hierarchii wymagań i kontrolę powtórzyć.

Wyniki uzyskane przez uczniów U^* nie są stopniowalne

ze względu na zakłócenie hierarchii wymagań!

5. Ocena osiągnięć uczniów

Nauczanie i uczenie się stale pozostają we wzajemnej relacji: w charakterystykach nauczania znajdujemy odnośniki do uczenia się, mówimy o procesie nauczania - uczenia się. Jednak istota tej relacji nie jest przychylna działaniom podejmowanym przez nauczyciela. Najprościej wyraża ją stwierdzenie:

nauczanie i uczenie się nie są powiązane logicznie !

Przez powiązania logiczne rozumiemy relacje wynikania, czyli *bycie koniecznym* lub *bycie wystarczającym*. Stwierdzenie to pozwala wyprowadzić dwa niezwykle ważne wnioski ogólne dotyczące praktyki nauczania.

1. Nauczanie nie jest ani koniecznym, ani wystarczającym warunkiem uczenia się.

2. Nauczanie nie jest warunkiem niezbędnym do uczenia się, uczenie się może odbywać się bez nauczania (np. uczenie się z własnej inicjatywy, samouczenie się).

Nauczanie nie implikuje uczenia się (nie może więc zakładać uczenia się), zakłada jednak intencje wywołania uczenia się. Jeśli intencje te zostaną zrealizowane będzie to spełnienie działań podjętych przez nauczyciela i będziemy mówić o sukcesie, jeśli nie - o niepowodzeniach w nauczaniu.

Efektom braku relacji logicznej - najsilniejszej z relacji, jaka może istnieć pomiędzy pojęciami jest *dychotomiczny podział* w opisie czynności i osiągnięć - zarówno ucznia, jak i nauczyciela.

Dychotomiczny model oceny osiągnięć ucznia

Jeśli uczeń	
- uczy się	- nie uczy się
- opanował wymagania z danego poziomu	- nie opanował wymagań na najniższym poziomie
- otrzymał ocenę pozytywną z danego poziomu wymagań	- otrzymał ocenę negatywną (jest nią tylko ocena ndst-1)
to nauczyciel może stwierdzić, że	
intencje wywołania uczenia się zostały zrealizowane	intencje wywołania uczenia się nie zostały spełnione
efektem procesu nauczania - uczenia się jest	
sukces	niepowodzenie

Stosując dychotomiczną procedurę *opanował - nie opanował* dla każdego poziomu wymagań przypisuje się stopnie (oceny). W Polsce obowiązuje sześciostopniowa skala ocen, pomimo tego że inne liczby są ocenami szkolnymi, inne - akademickim.

Wymagania :	nie opanowane	ndst (1)
- konieczne	opanowane	mrn
- podstawowe	nie opanowane	(2)
	opanowane	dst
- rozszerzające	nie opanowane	(3)
	opanowane	db
- dopełniające	nie opanowane	(4)
	opanowany	bdb (5)
- ponadprogramowe	stwierdzone	cel (6)

Kumulatywność wymagań określa charakter skali ustalonych stopni szkolnych oraz sposób planowania sprawdzania osiągnięć uczniów. Dla każdego poziomu wymagań planuje się niezbędną liczbę czynności (zadań), które go reprezentują. Dopuszcza się pewną *granice błędów*, którą określa liczba dopuszczalnych niepowodzeń (błędów, braku rozwiązania zadania, rozwiązanie etapowe, niedokończenie czynności), które nie powodują utraty zaliczenia danego poziomu.

Dopuszczalną granicę błędów określa konstruktor pomiaru (nauczyciel) w oparciu o ogólne normy ustalone w ramach badań dydaktycznych. Przykład takich norm (z uwzględnieniem zaleceń MEN, co do oceny miernej i osiągnięć na poziomie koniecznym) przedstawia tabela.

Poziom	Procent wagi* ważności (w) danego poziomu	Ocena
- konieczny **	nie zaliczony < 50 % w_p	ndst
	zaliczony min. 50 % w_p	mrn
- podstawowy	nie zaliczony < 75 % w_p	(2)
	zaliczony min. 75 % w_p	dst
- rozszerzający	nie zaliczony < 60 % w_r	(3)
	zaliczony min. 60 % w_r	db
- dopełniający	nie zaliczony < 70 % w_d	(4)
	opanowany min. 70 % w_d	bdb (5)
- ponadprogramowy	stwierdzony min 100 % w_d + treści ponadprogramowe	cel (6)

* Znaczenie i sposób określania współczynnika w omówiono w rozdziale następnym.

** Zgodnie z zaleceniem MEN dla poziomu koniecznego nie wyróżnia się własnej wagi wymagań lecz stosuje się wagę wymagań podstawowych w_p .

Określanie liczby zadań z granicą niepowodzeń

Poziom wymagań	Liczba zadań dla danego poziomu	Max. liczba niepowodzeń	Wymagana na danym poziomie liczba poprawnych czynności (zadań)
K	N_K	k	$n_k = N_K - k = 75\% n_p$
P	N_P	p	$n_p = N_P - p$
R	N_R	r	$n_r = N_R - r$
D	N_D	d	$n_d = N_D - d$

Kumulatywność norm zaliczających

Treść nauczania	Norma zaliczająca	Ocena
K	$75\% n_p$	mierny
P	n_p	dostateczny
R	$n_p + n_r$	dobry
D	$n_p + n_r + n_d$	bardzo dobry
PP	$N_K + N_P + N_R + N_D$ + Treści ponadprogramowe	celujący

Zbiorcza kartoteka ustalania oceny dydaktycznej

Uczeń	Osiągnięty poziom wymagań					Ocena
	K	P	R	D	PP	
..... np. X	+	+	-	-	-	dst
..... np. Y	+	+	+	-	-	db
..... np. Z	+	-	-	-	-	mrn

Znak + oznacza osiągnięcie określonej wcześniej normy zaliczającej.

6. Sprawdzanie osiągnięć uczniów

Pomiar dydaktyczny

dotyczy sprawdzania i oceniania osiągnięć uczniów według ściśle określonych procedur postępowania oraz reguł, dających potwierdzić się doświadczalnie;

jest pomiarem *różnicującym*, jeśli wyniki pomiaru odnoszone są do grupy wyników uzyskanych przez innych uczniów danej populacji;

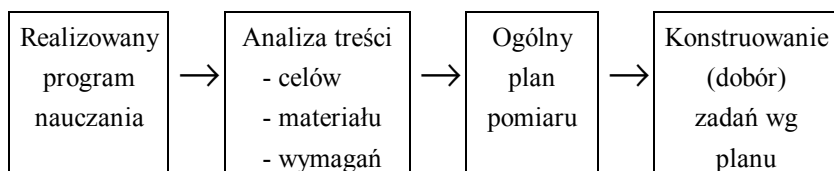
jest pomiarem *sprawdzającym* wtedy, gdy wyniki pomiaru są odnoszone do przyjętych wymagań programowych;

jest pomiarem *sprawdzającym wielostopniowym*, jeśli zakłada się hierarchiczność wymagań programowych, których liczba jest równa ilości pozytywnych ocen w obowiązującej skali stopni szkolnych.

Cechy pomiaru dydaktycznego

Obiektywizm	<ul style="list-style-type: none">- zgodność pomiaru z wymaganiami programowymi;- bezstronność w tworzeniu sytuacji kontrolnej;- ścisłość klucza punktowania i normatywność skali;
Trafność	<ul style="list-style-type: none">- zgodność treści sprawdzanych z nauczaniem;- wewnętrzna zgodność celów operacyjnych;
Rzetelność	<ul style="list-style-type: none">- dokładność i spójność treści pomiaru;- powtarzalność wyników w tych samych warunkach.

Schemat przygotowania pomiaru sprawdzającego



Ogólny plan pomiaru obejmuje

- określenie ogólnej liczby zadań **N**, stosownie do planowanego czasu trwania kontroli i poziomu rozwoju uczniów;
- ustalenie rangi (wagi) i liczby zadań dla grup czynności poszczególnych elementów treści nauczania;
- określenie rodzaju zadań na podstawie skonstruowanego planu.

Diagramy do ustalania wag i liczby zadań

Lp.	Materiał nauczania	Waga	Liczba zadań
	Razem	100 %	N

Podobne diagramy są dla określenia rang i przypisaniu liczby zadań odpowiednim kategoriom celów nauczania i poziomom wymagań programowych.

Przykłady diagramów

Fizyka, kl.7 SP, czas kontroli - 45 min., N = 20 zadań.

Lp.	Materiał Nauczania	Waga	N
1.	Praca [pojęcie, jednostki, obliczanie]	10	2
2.	Moc [pojęcie, jednostki, obliczanie]	10	2
3.	Energia potencjalna [przyciągania ziemsk., sprężystości, grawit.*]	30	6
4.	Energia kinetyczna	20	4
5.	Zasada zachowania energii mech. [przemiany energii dla ciał swob. spadających, sprężyny płaskiej i kołowej, wahadła*]	30	6
Razem		100 %	20

Lp.	Kategorie celów	Waga	N
A	Zapamiętanie wiadomości	20	4
B	Zrozumienie wiadomości	30	6
C	Stosowanie wiad. w sytuacjach typowych	40	8
D	Stosowanie wiad. w stył. problemowych	10	2
Razem		100 %	20

Lp.	Poziomy wymagań	Waga	N
P	Podstawowy (3), (70% - 2)	50	10
R	Rozszerzony (4)	30	6
D	Dopełniający (5)	20	4
Razem		100 %	20

Fizyka, kl.8 SP, czas kontroli - 45 min., N = 20 zadań.

Lp.	Materiał nauczania	Waga	N
1.	Uporządkowany ruch elektronów w przewodniku	20	4
2.	Natężenie prądu elektrycznego [pojęcie, jednostki, pomiar, prawo Kirchhoffa]	20	4
3.	Obwody elektryczne [schematy, przyrządy, rodzaje połączeń]	10	2
4.	Prawo Ohma dla odcinka obwodu [prawo jakościowe, ilościowe, wzory]	20	4
5.	Opór właściwy, pomiary oporu R	30	6
Razem		100 %	20

Lp.	Kategorie celów	Waga	N
A	Zapamiętanie wiadomości	20	4
B	Zrozumienie wiadomości	30	6
C	Stosowanie wiad. w sytuacjach typowych	40	8
D	Stosowanie wiad. w stył. problemowych	10	2
Razem		100 %	20

Lp.	Poziomy wymagań	Waga	N
P	Podstawowy (3), (70% - 2)	50	10
R	Rozszerzony (4)	30	6
D	Dopełniający (5)	20	4
Razem		100 %	20

Diagram planu pomiaru sprawdzającego wielostopniowego

Na wspólnym diagramie, nazywanym *planem pomiaru* umieszczamy szczegółowe dane z trzech diagramów ustalania rang („ważenia”). Planujemy rozkład zadań szczegółowych, zaznaczając je początkowo dowolnym znakiem (np. x).

Sprawdzamy, czy liczba zadań zgodna jest z ustaleniami dokonanymi w czasie ustalania rang. Przypisujemy znakom (x) kolejne numery zadań, uwzględniając zasadę stopniowania trudności.

Poziomy wymagań programowych



Podstawowy	Rozszerzający	Dopełniający
------------	---------------	--------------

Cele	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1												
2												
3												
4												
5												
...									x			
									x			



Wyróżniony materiał nauczania



Pola do ustalania zadań



Pozycja i liczba zadań (np. 2)

Plan pomiaru dla przykładu z kl. 7

	Podstawowy				Rozszerzający				Dopełniający			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	×	×										
2	×	×										
3	×	×	×		×		×	×				
4			×			×		×				×
5		×	×				×			×	×	×

N	10	6	4
----------	----	---	---

Plan pomiaru dla przykładu z kl. 8

	Podstawowy				Rozszerzający				Dopełniający			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	×	×	×				×					
2	×	×	×			×						
3			×				×					
4		×	×					×	×			
5	×					×					×	×

N	10	6	4
----------	----	---	---

Diagram analizy osiągnięć uczniów

* →		Nr przypisany ocenianej czynności						
Nr zadania **→	1	N	Uzyskana			
Kategoria celów					Σ pkt.			
Wymagania →					P	R	D	
Uczeń								Ocena
↓								↓
.....							
.....							
.....							
Σ - zliczanie odpowiedzi								
- poprawnych								
- błędnych								
- brakujących								

* → dla zadań złożonych (etapowych), otwartych i laboratoryjnych.

**→ dla zadań zamkniętych i prostych (nieetapowych).

↓, → - kierunek wpisywania danych, Σ - sumowanie.

Tworzenie diagramu osiągnięć ucznia, choć pracochłonne, pozwala nauczycielowi na obiektywną i rzetelną analizę i ocenę uzyskanych wyników nauczania - uczenia się.

Jeśli niewielu uczniów opanowało podstawowe czynności (osiągnęło tylko poziom wymagań P) nauczyciel powinien starać się zmodyfikować formy i metody pracy z daną grupą (klasą). Niezbędny jest pomiar kontrolny (po 2-3 tygodniach).

7. Dobór zadań - uwagi ogólne

Zadanie z fizyki to:

- polecenie samodzielnego wykonania ściśle określonych czynności według poznanych przez ucznia procedur w celu udzielenia odpowiedzi;
- polecenie, którego elementem są czynności udowadniania jednej (*zadanie proste*) lub więcej tez (*zadanie złożone*) o wybranych pojęciach fizycznych;
- środek do realizacji różnorodnych celów procesu nauczania (*wielofunkcyjność zadań*);
- najmniejsza niezależna częśćka pomiaru (sprawdzianu, testu).

Dobór zadań powinien umożliwić:

- różnorodność sposobu komunikowania odpowiedzi przez ucznia (*zadania otwarte, półotwarte, zamknięte*);
- odzwierciedlenie realnych osiągnięć ucznia na określonych poziomach wymagań programowych;
- określenie *funkcjonalności zadań* i zbudowanego pomiaru (zbadanie przydatności pomiaru do mierzenia tego, co ma mierzyć).