

**Stopień opanowania umiejętności sprawdzanych na egzaminie maturalnym
z fizyki i astronomii
w województwie kujawsko-pomorskim
w sesji wiosennej 2006 roku**

Zadania egzaminacyjne zawarte w arkuszu I sprawdzały wiedzę i umiejętności zastosowania tej wiedzy w praktyce. Obejmowały zakres treści opisanych w standardach wymagań egzaminacyjnych dla poziomu podstawowego.

Zadania egzaminacyjne w arkuszu II sprawdzały umiejętność zastosowania wiedzy i poznanych metod badawczych do rozwiązywania problemów dotyczących treści obejmujących zakres wymagań egzaminacyjnych dla poziomu podstawowego i poziomu rozszerzonego.

Standardy wymagań egzaminacyjnych z fizyki i astronomii na poziomie podstawowym i poziomie rozszerzonym obejmują **trzy obszary**:

I. Wiadomości i rozumienie**II. Korzystanie z informacji****III. Tworzenie informacji.**

W celu porównania wyników zdających z województwa kujawsko-pomorskiego na tle wszystkich zdających w kraju zastosowano dziewięciostopniową skalę staninową, w której kolejne przedziały zawierają około 4%, 7%, 12%, 17%, 20%, 17%, 12%, 7%, 4% wyników. Skala ta umożliwia najwygodniejszą interpretację wyników egzaminu. Kolejne staniny, uwzględniające stopień trudności arkusza egzaminacyjnego, odpowiadają grupom wyników od najniższych do najwyższych, czyli grupują zdających, którzy coraz lepiej opanowali wiadomości i umiejętności określone w standardach wymagań egzaminacyjnych.

W Tabeli 1. przedstawiono przedziały wyników (wyrażonych w skali procentowej) odpowiadające poszczególnym staninom dla arkuszy I i II w sesji wiosennej 2006 roku [1, 2].

Tabela 1. Wyniki zdających na skali staninowej

Stanin	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nazwa stanina	najniższy	bardzo niski	niski	niżej średni	średni	wyżej średni	wysoki	bardzo wysoki	najwyższy
Przedział dla arkusza I (w %)	0–18	20–30	32–42	44–56	58–68	70–78	80–86	88–92	94–100
Przedział dla arkusza II (w %)	0–8	10–14	16–22	24–32	34–42	44–56	58–68	70–82	84–100

W jakim stopniu zdający, których wyniki znajdują się w poszczególnych staninach opanowali sprawdzane wiadomości i umiejętności?

Miarą stopnia opanowania przez zdających umiejętności sprawdzanych poszczególnymi zadaniami są wartości wskaźnika ich łatwości.

Dla każdej z dziewięciu wyróżnionych grup zdających z województwa kujawsko-pomorskiego o wynikach w tych samych staninach, oddzielnie obliczono wskaźnik łatwości sprawdzanych umiejętności opisanych w kartotekach arkuszy egzaminacyjnych [1]. Wartości te zawiera Tabela 2., w której dla każdego zadania podano również liczbę punktów możliwych do uzyskania, numer treści ze standardu I.1 i numer standardu wymagań egzaminacyjnych oraz pogrubiono wartości wskaźnika łatwości dla stanina 5.

Tabela 2. Łatwość zadań dla zdających o wynikach mieszczących się w poszczególnych staninach

a) arkusz I (MFA-P1A1P-062)

Nr zad.	L. pkt.	Sprawdzana umiejętność ¹⁾ (z numerem treści ze standardu I.1 dla poziomu podstawowego) – zdający:	Nr standardu ²⁾	Nr stanina i przedział wyników (w %)									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
				0-18	20-30	32-42	44-56	58-68	70-78	80-86	88-92	94-100	
1	1	oblicza wartość przemieszczenia (1)	I.1	0,06	0,71	0,68	0,81	0,89	0,91	0,96	0,96	0,96	
2	1	analizuje wykres dla spadającego ciała (2)	I.1	0,06	0,23	0,31	0,42	0,51	0,60	0,76	0,97	1,00	
3	1	ustala prawidłowy przebieg linii pola elektrycznego (2)	I.1	0,24	0,60	0,63	0,70	0,70	0,73	0,81	0,94	0,91	
4	1	ustala liczbę neutronów w jądrze atomowym (6)	I.1	0,24	0,62	0,71	0,82	0,89	0,93	0,99	0,99	0,96	
5	1	oblicza zdolność skupiającą zwierciadła wklęsłego (5)	I.1	0,03	0,27	0,22	0,31	0,37	0,45	0,65	0,87	0,91	
6	1	oblicza wartość energii jaką utraciła piłka w wyniku zderzenia z podłogą (6)	I.1	0,35	0,63	0,82	0,85	0,93	0,95	0,99	1,00	1,00	
7	1	określa sposób wytwarzania energii wewnątrz Słońca (7)	I.1	0,06	0,21	0,24	0,44	0,53	0,71	0,78	0,92	0,98	
8	1	ustala rodzaj metody badawczej w opisanej sytuacji (8)	I.1	0,29	0,54	0,58	0,64	0,61	0,59	0,65	0,76	0,85	
9	1	wyjaśnia powody umieszczenia teleskopu Hubble'a na orbicie okołozemskiej (9)	I.1	0,18	0,40	0,32	0,46	0,50	0,56	0,65	0,85	0,96	
10	1	wyjaśnia zasadę działania czynnika CD (5)	I.2	0,21	0,54	0,36	0,42	0,43	0,52	0,49	0,66	0,81	
11.1	3	oblicza wartość siły w sytuacji opisanej w zadaniu (2)	II.1	0,04	0,12	0,21	0,41	0,69	0,84	0,95	0,96	0,99	
11.2	2	oblicza wartość przyspieszenia korzystając z zasad dynamiki (2)	III.2	0,09	0,43	0,64	0,80	0,90	0,96	0,97	0,99	1,00	
12.1	2	oblicza czas spadania i wartość prędkości kropli (1)	I.1	0,01	0,40	0,61	0,79	0,89	0,91	0,96	0,96	0,97	
12.2	2	rysuje wykres ilustrujący sytuację w zadaniu (1)	II.4	0,12	0,50	0,56	0,61	0,70	0,81	0,89	0,93	0,97	
13.1	1	uzasadnia zmianę masy podnoszonej części rolety (6)	III.2	0,12	0,33	0,33	0,35	0,48	0,57	0,65	0,75	0,91	
13.2	2	oblicza wartość pracy wykonanej przy podnoszeniu rolety (6)	II.4	0,00	0,04	0,02	0,01	0,06	0,10	0,21	0,42	0,88	
14.1	2	analizuje czy w sytuacji opisanej w zadaniu okres wahań wahadła ulegnie zmianie i uzasadnia odpowiedź (2)	I.1	0,10	0,31	0,58	0,75	0,91	0,96	0,98	0,98	1,00	
14.2	2	oblicza okres i ustala liczbę pełnych drgań wahadła (3)	II.1	0,06	0,20	0,40	0,64	0,85	0,94	0,98	0,99	0,99	
15	2	ocenia czy podane stwierdzenie jest prawdziwe oraz uzasadnia odpowiedź (2)	I.1	0,09	0,21	0,31	0,22	0,34	0,44	0,70	0,86	0,94	
16.1	3	oblicza przyrost temperatury pocisku (4)	III.2	0,01	0,06	0,24	0,41	0,73	0,91	0,96	0,99	1,00	
16.2	1	analizuje i wyjaśnia dlaczego rzeczywisty przyrost temperatury pocisku jest mniejszy od obliczonego (4)	III.3	0,21	0,58	0,59	0,69	0,80	0,85	0,94	0,99	1,00	
17.1	2	zaznacza na rysunku wektor prędkości protonu (2)	II.2	0,03	0,21	0,34	0,43	0,51	0,59	0,73	0,82	0,90	
17.2	3	wykazuje zależność prędkości protonu od promienia okręgu (2)	I.2	0,00	0,05	0,12	0,24	0,45	0,80	0,92	0,97	0,99	
18.1	1	wykonuje rysunek ilustrujący bieg promieni świetlnych w opisanej sytuacji (5)	II.4	0,03	0,17	0,25	0,31	0,43	0,50	0,65	0,68	0,91	
18.2	2	oblicza ogniskową układu soczewek (5)	I.1	0,04	0,20	0,41	0,55	0,71	0,84	0,89	0,94	1,00	
19	3	określa warunki powstania echa (1)	III.2	0,11	0,22	0,32	0,53	0,66	0,86	0,93	0,98	0,96	
20	3	ocenia czy w opisanej w zadaniu sytuacji nastąpi otwarcie zaworu (4)	II.3	0,03	0,33	0,48	0,73	0,86	0,93	0,97	1,00	0,99	

21.1	2	analizuje wykres i oblicza energię wiązania jądra atomowego (6)	II.1	0,04	0,17	0,27	0,45	0,55	0,63	0,76	0,84	0,95
21.2	2	wyjaśnia pojęcie jądrowego niedoboru masy i podaje sposób obliczenia energii wiązania jądra (6).	I.2	0,00	0,02	0,04	0,12	0,23	0,36	0,56	0,68	0,93

b) arkusz II (MFA-R1A1P-062)

Nr zad.	L. pkt.	Badana umiejętność ¹⁾ (z numerem treści ze standardu I.1 ³⁾) – zdający:	Nr standardu ²⁾	Nr stanina i przedział wyników (w %)								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
				0-4	6-8	10-14	16-22	24-34	36-48	50-62	64-72	74-92
22.1	3	analizuje wykres i oblicza masę pocisku (P6)	III.2	0,01	0,11	0,26	0,38	0,49	0,61	0,77	0,95	0,99
22.2	3	oblicza wartość prędkości tarczy w opisanej sytuacji (R1)	I.2	0,00	0,05	0,15	0,30	0,53	0,74	0,82	0,90	0,97
22.3	4	oblicza masę tarczy wahadła w opisanej sytuacji (R1)	III.1	0,00	0,01	0,01	0,03	0,07	0,18	0,33	0,56	0,78
23.1	3	oblicza moc elementu grzejnego (R3)	II.4	0,01	0,11	0,20	0,38	0,52	0,57	0,73	0,76	0,90
23.2	2	wykazuje, że wartość oporu właściwego jest zgodna z podaną w zadaniu (R3)	II.3	0,00	0,05	0,07	0,19	0,53	0,65	0,87	0,86	1,00
23.3	3	szacuje o ile wydłuży się czas w opisanej sytuacji (R3)	I.2	0,00	0,01	0,06	0,11	0,21	0,37	0,54	0,75	0,88
23.4	2	uzupełnia brakujące elementy schematu (R3)	II.2	0,05	0,12	0,22	0,25	0,29	0,33	0,43	0,47	0,79
24.1	3	oblicza promień krzywizny soczewki (P5)	III.4	0,07	0,17	0,32	0,52	0,62	0,71	0,80	0,91	0,93
24.2	4	wykonuje wykres zgodnie z opisaną sytuacją (P5)	II.4	0,10	0,59	0,66	0,75	0,81	0,86	0,90	0,93	0,99
24.3	3	podaje nazwę parametru i wyznacza jego wartość (P5)	III.3	0,01	0,06	0,11	0,19	0,26	0,45	0,61	0,74	0,92
25.1	1	korzystając z wykresu, odczytuje wartość częstotliwości granicznej (P5, 8)	II.1	0,09	0,48	0,68	0,80	0,91	0,92	0,96	0,98	1,00
25.2	2	korzystając z wykresu, oblicza pracę wyjścia elektronów z metalu (P5, 8)	I.2	0,02	0,04	0,18	0,27	0,40	0,59	0,76	0,78	0,96
25.3	3	korzystając z wykresu, oblicza doświadczalną wartość stałej Plancka (P5, 8)	II.1	0,02	0,06	0,14	0,24	0,39	0,62	0,78	0,91	0,98
25.4	4	rysuje schemat układu doświadczalnego (R3)	II.4	0,07	0,25	0,34	0,45	0,49	0,59	0,61	0,65	0,84
26.1	5	szacuje liczbę fotonów w sytuacji opisanej w zadaniu (P5)	I.1	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,22	0,47	0,82	0,96
26.2	3	oblicza wartość siły, jaką wywiera wiązka światła laserowego w sytuacji opisanej w zadaniu (R1, P5)	I.2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,05	0,16	0,32	0,80
26.3	2	ustala najwyższy rząd widma dla siatki dyfrakcyjnej (P5).	III.5	0,00	0,01	0,06	0,17	0,27	0,36	0,46	0,61	0,91

¹⁾ na podstawie kartoteki arkusza egzaminacyjnego [1]

²⁾ numer standardu wymagań będących podstawą przeprowadzania egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii z załącznika do rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z 10 kwietnia 2003 r. (DzU z 2003 r. Nr 90, poz. 846)

³⁾ P - poziom podstawowy, R - poziom rozszerzony

Warto porównać dane z Tabeli 2. z łatwością poszczególnych zadań dla ogółu zdających z kraju i województwa kujawsko-pomorskiego [3].

Do interpretacji wartości wskaźnika łatwości przyjmuje się normę 70% punktów możliwych do uzyskania jako umowny próg wymagań, po którego osiągnięciu można uznać, że umiejętność jest opanowana w stopniu **zadowalającym** [4]. W Tabeli 2. zaznaczono zielonym kolorem komórki zawierające wartości wskaźnika łatwości spełniające tę normę.

W Centralnej Komisji Egzaminacyjnej w 2006 roku do wnioskowania na podstawie wyników sprawdzianu i egzaminu gimnazjalnego o osiągnięciach zdających przyjęto dodatkowy poziom odniesienia – **konieczny** – co najmniej 50% punktów możliwych do

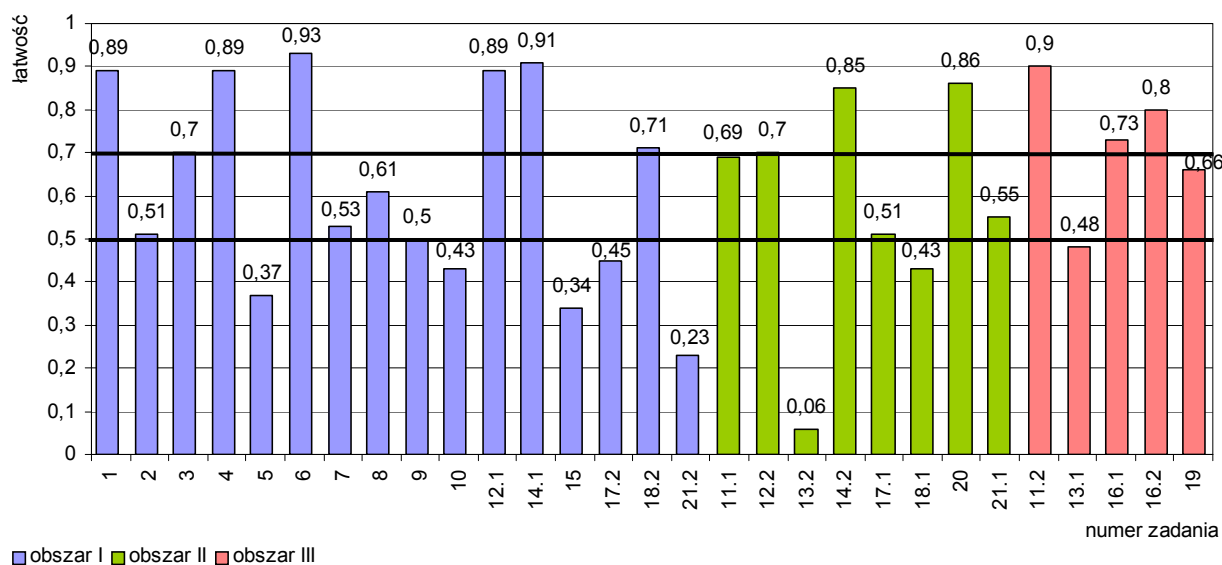
uzyskania. Ustalenie to można również wykorzystać do interpretowania wyników egzaminu maturalnego. (Komórki zawierające wartości wskaźnika łatwości spełniające tę normę zaznaczono żółtym kolorem.)

Analizując dane z Tabeli 2., można zauważyć, że zdający o wynikach znajdujących się w stanie 1. nie opanowali w stopniu koniecznym żadnej umiejętności sprawdzanej na poziomie podstawowym i poziomie rozszerzonym. Wraz z przesuwaniem się wyników zdających do wyższych staninów prawie zawsze (wyraźne odstępstwo widać dla zadania 10.) wzrasta stopień opanowania przez nich badanych umiejętności. W stanie 9. wskaźniki łatwości większości zadań przyjmują wartości bliskie jedności, czyli zdający z tego stanina osiągnęli stan biegłości.

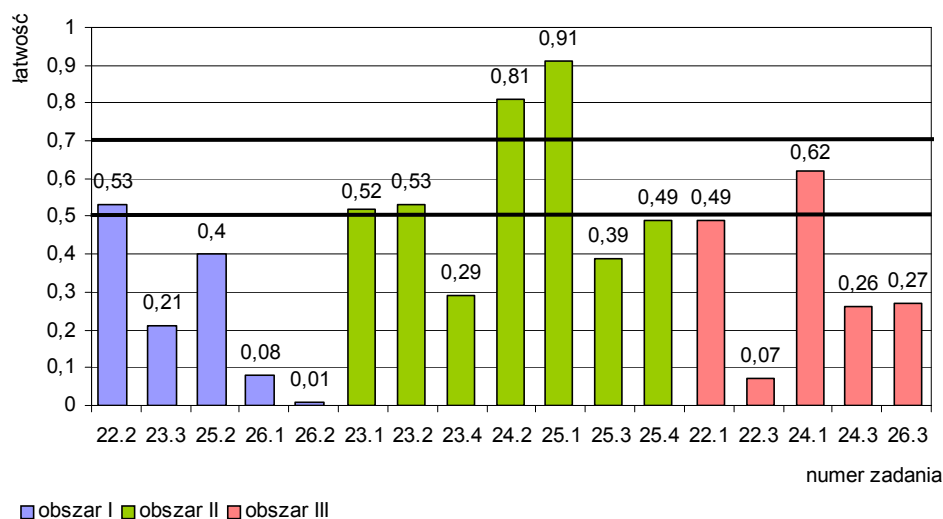
Wartości wskaźnika łatwości zadań dla około 20% zdających o wynikach znajdujących się w stanie 5. przedstawiono na Rysunku 1. (zadania pogrupowano według obszarów standardów wymagań i pogrubiono linie dla progowych wartości 0,50 i 0,70).

Rysunek 1. Osiągnięcia zdających o wynikach w stanie 5.

a) arkusz I – poziom podstawowy



b) arkusz II – poziom rozszerzony



Na podstawie Tabeli 2. i Rysunku 1. można stwierdzić, że statystyczny zdający, którego wynik mieści się w staninie 5. wykazał się biegłością (wartość wskaźnika łatwości co najmniej równa 0,90) w następujących umiejętnościach:

- na poziomie podstawowym
 - obliczenia wartości energii jaką utraciła piłka w wyniku zderzenia z podłogą
 - ustalenia, czy okres drgań wahadła matematycznego ulegnie zmianie wskutek zwiększenia jego masy i uzasadnienia odpowiedzi z wykorzystaniem wzoru na okres wahań takiego wahadła
 - obliczenia wartości przyspieszenia z wykorzystaniem drugiej zasady dynamiki
- na poziomie rozszerzonym
 - odczytania wartości częstotliwości granicznej z wykresu zależności maksymalnej energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości światła padającego na fotokatodę.

Zdający z tej grupy najslabiej opanowali (wartość wskaźnika łatwości poniżej 0,20) następujące umiejętności:

- na poziomie podstawowym
 - obliczenia wartości pracy wykonanej przy podnoszeniu rolety
- na poziomie rozszerzonym
 - obliczenia masy klocka wahadła z wykorzystaniem zasad zachowania energii mechanicznej i pędu w zderzeniu niesprężystym
 - oszacowania liczby fotonów w elemencie wiązki światła z wykorzystaniem pojęcia mocy i wiedzy dotyczącej kwantowych własności światła
 - obliczenia wartości siły, jaką wywiera wiązka światła laserowego w sytuacji opisanej w zadaniu z wykorzystaniem zależności między siłą a szybkością zmiany pędu przy odbiciu i zależności pędu fotonu od długości fali.

W podobny sposób można opisać osiągnięcia zdających z pozostałych grup.

W jakim stopniu zdający z poszczególnych staninów opanowali wiadomości i umiejętności w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych?

Dla każdej grupy zdających o wynikach mieszczących się w tych samych staninach obliczono (dla obu arkuszy) wartości wskaźnika łatwości zadań w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych. Przedstawiono je w Tabeli 3.

Tabela 3. Łatwość zadań w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych dla zdających o wynikach mieszczących się w poszczególnych staninach

a) arkusz I – poziom podstawowy

	Nr stanina								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Wiadomości i rozumienie	0,05	0,31	0,40	0,50	0,60	0,71	0,81	0,90	0,96
II. Korzystanie z informacji	0,02	0,22	0,33	0,48	0,61	0,70	0,80	0,86	0,95
III. Tworzenie informacji	0,04	0,26	0,38	0,54	0,73	0,86	0,92	0,96	0,98
Arkusz I	0,04	0,27	0,37	0,50	0,63	0,74	0,83	0,90	0,96

b) arkusz II – poziom rozszerzony

	Nr stanina								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Wiadomości i rozumienie	0,00	0,02	0,06	0,12	0,22	0,36	0,52	0,72	0,92
II. Korzystanie z informacji	0,03	0,25	0,33	0,44	0,55	0,65	0,75	0,79	0,92
III. Tworzenie informacji	0,01	0,07	0,15	0,25	0,33	0,45	0,58	0,75	0,90
Arkusz II	0,01	0,12	0,19	0,28	0,38	0,50	0,63	0,75	0,91

Tabelę 3. można wykorzystać do opisanego stopnia opanowania umiejętności w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych przez grupy zdających o wynikach w kolejnych staninach. Z przedstawionych danych wynika między innymi:

- stopień opanowania przez zdających sprawdzanych wiadomości i umiejętności na poziomie podstawowym i poziomie rozszerzonym we wszystkich obszarach standardów wymagań rośnie wraz ze wzrostem numeru stanina
- zdający, których wyniki mieszczą się w staninach 8. i 9. opanowali w stopniu zadowalającym badane umiejętności ze wszystkich obszarów standardów wymagań egzaminacyjnych zarówno na poziomie podstawowym jak i poziomie rozszerzonym
- statystyczny zdający ze stanina 5. opanował na poziomie podstawowym badane umiejętności z obszaru III w stopniu zadowalającym, z obszarów I i II w stopniu koniecznym, natomiast na poziomie rozszerzonym tylko umiejętności z obszaru II w stopniu koniecznym
- zdającym o wynikach od stanina 1. do stanina 3. na obu poziomach sprawiło trudność rozwiązanie zadań ze wszystkich obszarów standardów wymagań egzaminacyjnych. Na poziomie rozszerzonym do tej grupy należą również zdający ze stanina 4.

Przeгляд umiejętności zdających, którzy uzyskali wyniki w określonych staninach nadaje znaczenie treściowe staninom. Prześledzenie znaczenia treściowego tych staninów, które grupują absolwentów szkoły lub studentów na pierwszym roku studiów, może być użyteczne do zaplanowania pracy dydaktycznej.

Źródła danych i literatura

- [1] *Matura 2006. Przedmioty matematyczno-przyrodnicze*, CKE, Warszawa 2006, www.cke.edu.pl
- [2] *Sprawozdanie z egzaminu maturalnego przeprowadzonego w sesji wiosennej 2006 roku na terenie województwa kujawsko-pomorskiego. Zeszyt ogólny*, OKE w Gdańsku
- [3] *Sprawozdanie z egzaminu maturalnego przeprowadzonego w sesji wiosennej 2006 roku na terenie województw kujawsko-pomorskiego. Zeszyt 4*, OKE w Gdańsku
- [4] B. Niemierko: *Pomiar sprawdzający w dydaktyce*, PWN, Warszawa 1990 r.