

1. Struktura i forma egzaminu maturalnego z fizyki z astronomią.....	2
2. Opis arkuszy egzaminacyjnych z fizyki z astronomią przygotowanych przez CKE na sesję wiosenną 2013 roku.....	2
2.1. Arkusz podstawowy.....	2
2.2. Arkusz rozszerzony	2
3. Wyniki egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii	3
3.1. Wybrane wyniki arkusza podstawowego i rozszerzonego.....	3
3.2. Rozkłady wyników egzaminu	3
3.2.1. Rozkłady wyników w skali punktowej	4
3.2.2. Rozkłady wyników w skali staninowej.....	4
3.3. Analiza wyników arkusza podstawowego	5
3.3.1. Wskaźniki statystyczne arkusza podstawowego.....	5
3.3.2. Łatwość zadań w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych	6
3.3.3. Łatwość zadań i uzyskane wyniki	7
3.4. Analiza wyników arkusza rozszerzonego	8
3.4.1. Wskaźniki statystyczne arkusza rozszerzonego	8
3.4.2. Łatwość zadań w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych	9
3.4.3. Łatwość zadań i uzyskane wyniki	9
3.5. Analiza stopnia wykonania zadań na poziomie podstawowym i rozszerzonym w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych	11
3.5.1. Analiza łatwości sprawdzanych umiejętności	11
3.5.2. Analiza łatwości sprawdzanych treści	13
4. Analiza rozwiązań niektórych zadań egzaminacyjnych	15
5. Podsumowanie i wnioski.....	17

1. Struktura i forma egzaminu maturalnego z fizyki z astronomią

Egzamin maturalny z fizyki z astronomią na poziomie podstawowym i rozszerzonym przeprowadzono w formie pisemnej 20 maja 2013 roku. Fizyka z astronomią zdawana była tylko jako przedmiot dodatkowo wybrany, dlatego wynik z tego egzaminu nie decydował o zdaniu egzaminu maturalnego.

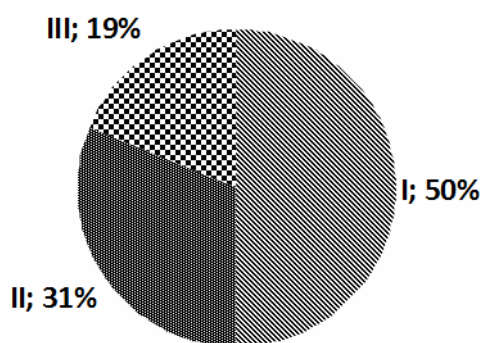
Egzamin na poziomie podstawowym trwał 120 minut i polegał na rozwiązaniu zadań egzaminacyjnych sprawdzających wiedzę i umiejętność zastosowania tej wiedzy w praktyce w zakresie wymagań dla poziomu podstawowego.

Egzamin na poziomie rozszerzonym trwał 150 minut i polegał na rozwiązaniu zadań egzaminacyjnych sprawdzających wiedzę i umiejętność rozwiązywania problemów, obejmujących treści z zakresu wymagań dla poziomu podstawowego i rozszerzonego. Zdający mogli korzystać z karty wzorów i stałych fizycznych (opracowanej przez CKE), linijki oraz prostego kalkulatora.

2. Opis arkuszy egzaminacyjnych z fizyki z astronomią przygotowanych przez CKE na sesję wiosenną 2013 roku

2.1. Arkusz podstawowy

W arkuszu egzaminacyjnym dla poziomu podstawowego zawarto 10 zadań zamkniętych wielokrotnego wyboru punktowanych w skali: 0 – 1 pkt oraz 10 zadań otwartych podzielonych na problemy o prostej konstrukcji, oceniane w skali od 0 do 2 lub 3 punktów. Za rozwiązanie zadań arkusza podstawowego można było uzyskać maksymalnie 50 punktów. Rysunek 1. przedstawia punktowy udział zadań w obszarach poszczególnych standardów.

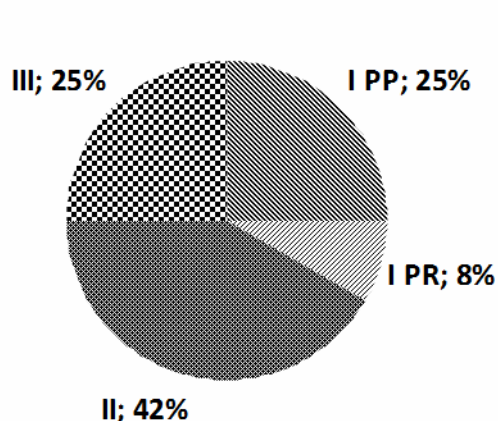


W zestawie podstawowym punktowo dominowały zadania sprawdzające wiadomości i umiejętności opisane w standardzie I: znajomość, rozumienie i stosowanie terminów, pojęć i praw oraz wyjaśnianie procesów i zjawisk fizycznych. Ich punktacja stanowiła 50% punktacji arkusza I. Standardy II i III (korzystanie z informacji oraz tworzenie informacji) były reprezentowane w punktacji odpowiednio w proporcjach 31% i 19%.

Rys. 1. Punktowy udział zadań arkusza podstawowego w obszarach standardów

2.2. Arkusz rozszerzony

W arkuszu egzaminacyjnym dla poziomu rozszerzonego umieszczono 6 zadań problemowych o złożonej konstrukcji punktowanych w skali od 0 do 9–12 punktów. Maksymalna liczba punktów za rozwiązanie zadań arkusza rozszerzonego to 60 pkt. Rysunek 2. przedstawia punktowy udział zadań w obszarach poszczególnych standardów.



Tematyka zadań egzaminacyjnych arkusza rozszerzonego obejmowała większość treści z podstawy programowej dla poziomu rozszerzonego, a także zagadnienia obejmujące treści podstawy programowej dla poziomu podstawowego.

Zadania odpowiadające standardom I (na poziomie podstawowym PP i rozszerzonym PR), II i III miały w punktacji arkusza rozszerzonego udział procentowy odpowiednio: 25%, 8% , 42% i 25%.

Rys. 2. Punkowy udział zadań arkusza rozszerzonego w obszarach standardów

3. Wyniki egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii

W województwie kujawsko-pomorskim do zdawania egzaminu maturalnego z fizyki (arkusz standardowy) przystąpiły 1094 osoby (około 6% tegorocznych absolwentów). Dane na temat liczby zdających egzamin po raz pierwszy przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Liczba uczniów na egzaminie maturalnym z fizyki i astronomii – zestaw standardowy

typ szkoły	liczba zdających		
	poziom podstawowy	poziom rozszerzony	razem
LO	404	411	815
LP	5	1	6
LU	0	0	0
T	258	14	272
TU	1	0	1
razem	668	426	1094

3.1. Wybrane wyniki arkusza podstawowego i rozszerzonego

W 2013 roku jedynymi przedmiotami zdawanymi jako obowiązkowe były: język polski, język obcy nowożytny oraz matematyka – wszystkie na poziomie podstawowym. Jedynie wyniki uzyskane z egzaminów z tych przedmiotów decydowały o zdaniu (lub nie) egzaminu maturalnego. Z tego względu nie poddano analizie wyników z egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii w odniesieniu do 30% prognozy punktowego.

3.2. Rozkłady wyników egzaminu

Poniżej przedstawiono wyniki egzaminów na obu poziomach: podstawowym i rozszerzonym, zdawanych przez absolwentów z 2013 roku.

3.2.1. Rozkłady wyników w skali punktowej

Maksymalna liczba punktów do uzyskania za arkusz podstawowy wynosi 50.

Tabela 2. Wybrane wskaźniki statystyczne wyników arkusza egzaminacyjnego dla poziomu podstawowego – woj. kujawsko-pomorskie

Wskaźnik	LO	LP	T	TU	ogółem
wynik maksymalny w pkt	50	12	47	7	50
wynik minimalny w pkt	2	9	1	7	1
wynik średni w pkt	20,91	11,00	15,67	7	18,79
wynik średni w %	41,81	22,00	31,35	14	37,58

Najniższy wynik z arkusza podstawowego (1 pkt) pojawił się wśród absolwentów techników, zaś najwyższy (50 pkt) pojawił się wśród absolwentów liceów ogólnokształcących. Średnie wyniki absolwentów liceów ogólnokształcących są lepsze niż absolwentów techników.

Maksymalna liczba punktów do uzyskania za arkusz rozszerzony wynosi 60.

Tabela 3. Wybrane wskaźniki statystyczne wyników arkusza egzaminacyjnego dla poziomu rozszerzonego

wskaźnik	LO	LP	T	ogółem
wynik maksymalny w pkt	60	5	46	60
wynik minimalny w pkt	3	5	5	3
wynik średni w pkt	31,60	5	22,93	31,25
wynik średni w %	52,66	8	38,21	52,08

Najwyższy wynik (60 pkt) uzyskali absolwenci liceum ogólnokształcącego, ich wyniki są lepsze niż absolwentów techników.

3.2.2. Rozkłady wyników w skali staninowej

Średnie wyniki punktowe egzaminów w kolejnych latach mogą znacznie różnić się między sobą, zależą bowiem od stopnia trudności egzaminu. Porównywanie bezwzględnych wyników (punktowych czy procentowych) jest niewiarygodne, dlatego tworzy się skale znormalizowane, których krańce wyznaczone są przez najniższy i najwyższy wynik osiągnięty przez zdających, a więc niekoniecznie przez najniższy (0%) i najwyższy (100%) wynik możliwy do uzyskania.

Znormalizowaną skalę staninową tworzy się, dzieląc uporządkowane wyniki wszystkich egzaminowanych uczniów na dziewięć przedziałów, zwanych staninami (klasami). 4% wyników najniższych jest w staninie pierwszym, 4% wyników najwyższych jest w staninie dziewiątym. Kolejne 7% najniższych jest w staninie drugim, a kolejne 7% najwyższych w staninie ósmym. Stanin trzeci i siódmy to kolejne 12%, czwarty i szósty to kolejne 17%. W środkowym staninie, czyli piątym, jest środkowe 20% wyników. Wynik ułożony np. w staninie szóstym jest lepszy niż grupa średnich wyników (te mieszczą się w środkowym, piątym staninie).

Tabela 4. Znormalizowana skala dziewięciostopniowa (staninowa)

	numer stanina								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
nazwa stanina	najniższy	bardzo niski	niski	niżej średni	średni	wyżej średni	wysoki	bardzo wysoki	najwyższy
procent wyników	4	7	12	17	20	17	12	7	4

Skala staninowa umiejscawia wynik ucznia w ogólnej puli wyników egzaminu, informuje, jaki procent populacji zdających uzyskało wynik znajdujący się na wyższych bądź niższych pozycjach skali staninowej. Jeżeli wynik procentowy maturzysty z danego egzaminu mieści się w staninie 8 (wynik bardzo wysoki) oznacza to, że około 7% zdających otrzymało porównywalne wyniki, 89% uzyskało wyniki od niego niższe, a jedynie 4% wyniki wyższe. Skala staninowa przedstawiona w Tabeli 5., utworzona na podstawie wyników wszystkich uczniów w kraju zdających fizykę w 2013 roku, pozwala na ustalenie pozycji wyniku ucznia na tle całej populacji zdających egzamin z tego przedmiotu.

Tabela 5. Wyniki zdających z fizyki i astronomii w skali staninowej dla całego kraju

poziom	numer stanina								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	przedział wyników (w %)								
podstawowy	0–8	9–12	13–18	19–28	29–38	39–50	51–64	65–78	79–100
rozszerzony	0–12	13–20	21–30	31–40	41–52	53–62	63–72	73–80	81–100

3.3. Analiza wyników arkusza podstawowego

Niektóre wskaźniki statystyczne arkusza podstawowego poddano pogłębionej analizie. Oparta ona została na wynikach uzyskanych przez zdających po raz pierwszy egzamin z fizyki z astronomią w województwie kujawsko-pomorskim na poziomie podstawowym.

3.3.1. Wskaźniki statystyczne arkusza podstawowego

Tabela 6. przedstawia podstawowe parametry statystyczne informujące o stopniu wykonania zadań arkusza podstawowego (standardowego).

Tabela 6. Podstawowe parametry statystyczne wykonania zadań z arkusza dla poziomu podstawowego

wskaźnik	wartość woj. kujawsko-pomorskie	wartość teren OKE
liczebność	668	1116
wynik minimalny w pkt	1	1
wynik maksymalny w pkt	50	50
wynik średni w pkt	18,79	18,75
modalna %	28,00	25,59
odchylenie standardowe %	19,06	19,20
łatwość	0,40	0,40

Statystyczny zdający w województwie kujawsko-pomorskim uzyskał wynik 18,79 punktów, co stanowi 37,6% liczby punktów możliwych do uzyskania za rozwiązanie zadań

arkusza podstawowego. Najczęściej występujący wynik 28% (modalna) jest niższy od wyniku średniego.

Rozstęp wyników wynosi 49 punktów i świadczy o dużym zróżnicowaniu wiadomości i umiejętności zdających. O odstępstwie wyników względem wyniku średniego informuje odchylenie standardowe. Na jego podstawie można stwierdzić, że wyniki około 68% liczby zdających mieszczą się w przedziale od 9 do 28 punktów. Wartość wskaźnika łatwości kwalifikuje zestaw zadań arkusza podstawowego jako trudny.

3.3.2. Łatwość zadań w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych

Standardy wymagań egzaminacyjnych stanowią podstawę przeprowadzania egzaminu maturalnego. Obejmują one trzy obszary (cyfry rzymskie) dodatkowo uszczegółowione zapisami oznaczonymi cyframi arabskimi.

Dla poziomu podstawowego opis obszarów wiadomości i umiejętności ma brzmienie:

standard I: wiadomości i rozumienie – zdający zna, rozumie i stosuje terminy, pojęcia i prawa oraz wyjaśnia procesy i zjawiska:

- 1) posługuje się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z pojęciami wymienionymi w podstawie programowej;
- 2) na podstawie znanych zależności i praw wyjaśnia przebieg zjawisk oraz wyjaśnia zasady działania urządzeń technicznych;

standard II: korzystanie z informacji – zdający wykorzystuje i przetwarza informacje:

- 1) odczytuje i analizuje informacje przedstawione w formie:
 - a) tekstu o tematyce fizycznej lub astronomicznej;
 - b) tabel, wykresów, schematów i rysunków;
- 2) uzupełnia brakujące elementy (schematu, rysunku, wykresu, tabeli), łącząc posiadane i podane informacje;
- 3) selekcjonuje i ocenia informacje;
- 4) przetwarza informacje według podanych zasad:
 - a) formułuje opis zjawiska lub procesu fizycznego, rysuje schemat układu doświadczalnego lub schemat modelujący zjawisko;
 - b) rysuje wykres zależności dwóch wielkości fizycznych (dobiera odpowiednio osie współrzędnych, skalę wielkości i jednostki, zaznacza punkty, wykreśla krzywą);
 - c) oblicza wielkości fizyczne z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych;

standard III: tworzenie informacji – zdający rozwiązuje problemy i tworzy informacje:

- 1) interpretuje informacje przedstawione w formie tekstu, tabeli, wykresu, schematu;
- 2) stosuje pojęcia i prawa fizyczne do rozwiązywania problemów praktycznych;
- 3) buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk;
- 4) planuje proste doświadczenia i analizuje opisane wyniki doświadczeń.

Na podstawie analizy wyników osiągniętych przez zdających w województwie kujawsko-pomorskim w zadaniach przyporządkowanych do poszczególnych standardów określono łatwość zadań w poszczególnych standardach. Wskaźniki łatwości przedstawiono w Tabeli 7.

Tabela 7. Łatwość zadań arkusza dla poziomu podstawowego w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych

obszar standardu	łatwość zadań
I. wiadomości i rozumienie	0,37
II. korzystanie z informacji	0,35
III. tworzenie informacji	0,43

Wskaźniki łatwości sugerują, że posłużenie się wiadomościami i umiejętnościami wymienionymi we wszystkich trzech standardach okazało się dla zdających w województwie kujawsko-pomorskim trudne, w tym najtrudniejsze – korzystanie z informacji.

3.3.3. Łatwość zadań i uzyskane wyniki

Stopień wykonania zadań z arkusza podstawowego w województwie kujawsko-pomorskim przedstawiono w Tabelach: 8. i 9.

Tabela 8. Łatwość zadań oraz procentowy rozkład wyników za poszczególne zadania arkusza egzaminacyjnego dla poziomu podstawowego

numery zadań	łatwość zadań		maksymalna punktacja za zadanie	% zdających, którzy uzyskali określoną punktację za zadanie			
	w woj. kujawsko-pomorskim	kraj		0	1	2	3
1	0,70	0,71	1	29,94	70,06	-	-
2	0,62	0,62	1	38,47	61,53	-	-
3	0,29	0,30	1	70,96	29,04	-	-
4	0,46	0,44	1	53,89	46,11	-	-
5	0,50	0,48	1	49,55	50,45	-	-
6	0,24	0,28	1	76,35	23,65	-	-
7	0,41	0,46	1	58,53	41,47	-	-
8	0,36	0,34	1	64,37	35,63	-	-
9	0,62	0,64	1	38,17	61,83	-	-
10	0,64	0,62	1	36,23	63,77	-	-
11	0,53	0,48	3	39,22	11,08	2,54	47,16
12	0,42	0,40	3	46,56	10,33	14,82	28,29
13.1	0,60	0,57	2	32,93	14,67	52,40	-
13.2	0,50	0,49	2	41,47	16,77	41,77	-
14.1	0,18	0,20	1	82,49	17,51	-	-
14.2	0,70	0,69	1	29,79	70,21	-	-
14.3	0,47	0,45	2	45,21	14,82	39,97	-
15.1	0,43	0,42	3	44,76	16,02	6,14	33,08
15.2	0,21	0,21	2	62,72	33,38	3,89	-
16.1	0,62	0,61	2	26,65	23,35	5	-
16.2	0,22	0,25	1	77,99	22,01	-	-

numery zadań	łatwość zadań		maksymalna punktacja za zadanie	% zdających, którzy uzyskali określoną punktację za zadanie			
	w woj. kujawsko-pomorskim	kraj		0	1	2	3
16.3	0,15	0,18	3	67,66	21,86	7,04	3,44
17.1	0,21	0,20	2	77,69	3,44	18,86	-
17.2	0,32	0,31	1	68,41	31,59	-	-
18	0,12	0,16	3	83,83	4,64	2,54	8,98
19.1	0,61	0,61	2	11,98	53,44	34,58	-
19.2	0,30	0,37	2	67,22	6,44	26,35	-
20.1	0,08	0,11	2	88,62	5,99	5,39	-
20.2	0,14	0,16	3	77,54	8,83	7,19	6,44

Tabela 9. Interpretacja wskaźnika łatwości zadań arkusza – poziom podstawowy

stopień trudności	wskaźnik łatwości	numery zadań	liczba zadań
bardzo trudne	- 0,19	14.1; 16.3; 18; 20.1; 20.2	5
trudne	0,20–0,49	3; 4; 6; 7; 8; 12; 14.3; 15.1; 15.2; 16.2; 17.1; 17.2; 19.2	13
umiarkowanie trudne	0,50–0,69	1; 2; 5; 9; 10; 11; 13.1; 13.2; 16.1; 19.1	9
łatwe	0,70–0,89	1; 14.2	2
bardzo łatwe	0,90–1,00	-	0

W arkuszu podstawowym nie było zadań bardzo łatwych, pojawiły się dwa zadania łatwe, a bardzo trudnych – pięć. Największy procent liczby zadań arkusza podstawowego stanowiły zadania trudne.

3.4. Analiza wyników arkusza rozszerzonego

Niektóre wskaźniki statystyczne arkusza podstawowego poddano pogłębionej analizie. Oparta ona została na wynikach uzyskanych przez zdających po raz pierwszy egzamin z fizyki i astronomii w województwie kujawsko-pomorskim na poziomie rozszerzonym.

3.4.1. Wskaźniki statystyczne arkusza rozszerzonego

Tabela 10. przedstawia podstawowe parametry statystyczne, informujące o stopniu wykonania zadań arkusza rozszerzonego.

Tabela 10. Podstawowe parametry statystyczne wykonania zadań z arkusza dla poziomu rozszerzonego

wskaźnik	wartość woj. kujawsko-pomorskie	wartość teren OKE
liczebność	426	845
wynik minimalny w pkt	3	0
wynik maksymalny w pkt	60	60
wynik średni w pkt	31,25	31,56
modalna %	48,00	44,03

odchylenie standardowe %	19,00	19,11
łatwość	0,52	0,53

Statystyczny zdający w woj. kujawsko-pomorskim uzyskał wynik 31 punktów, co stanowi około 52% punktów możliwych do zdobycia. Rozstęp wyników wynosi 57 punktów – obejmuje niemal całą skalę punktową i świadczy o bardzo dużym zróżnicowaniu wiadomości i umiejętności zdających. O odstępstwie wyników względem wyniku średniego informuje odchylenie standardowe. Na jego podstawie można stwierdzić, że wyniki około 68% liczby zdających w woj. kujawsko-pomorskim mieszczą się w przedziale od 20 do 43 punktów. Wartość wskaźnika łatwości (0,52) kwalifikuje zestaw zadań arkusza rozszerzonego jako umiarkowanie trudny.

3.4.2. Łatwość zadań w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych

Opis standardów II oraz III dla poziomu rozszerzonego jest uzupełniony w stosunku do podstawowego o następujące elementy:

standard II.2:

d) zaznacza niepewności pomiarowe;

e) oblicza i szacuje wielkości fizyczne z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych;

standard III:

5) formułuje i uzasadnia opinie i wnioski.

Na podstawie analizy wyników osiągniętych przez zdających w województwie kujawsko-pomorskim w zadaniach przyporządkowanych do poszczególnych standardów, w Tabeli 11. przedstawiono łatwość zadań w poszczególnych standardach.

Tabela 11. Łatwość zadań arkusza dla poziomu rozszerzonego w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych

obszar standardu	łatwość zadań
I wiadomości i rozumienie	0,55
II korzystanie z informacji	0,54
III tworzenie informacji	0,42

Wskaźniki łatwości w standardach I i II mają wartości kwalifikujące wiadomości i rozumienie oraz korzystanie z informacji jako umiarkowanie trudne, zaś tworzenie informacji (standard III) okazało się trudne.

3.4.3. Łatwość zadań i uzyskane wyniki

Stopień wykonania zadań z arkusza rozszerzonego w województwie kujawsko-pomorskim przedstawiono w Tabelach: 12. i 13.

Tabela 12. Łatwość zadań oraz procentowy rozkład wyników za poszczególne zadania arkusza egzaminacyjnego dla poziomu rozszerzonego

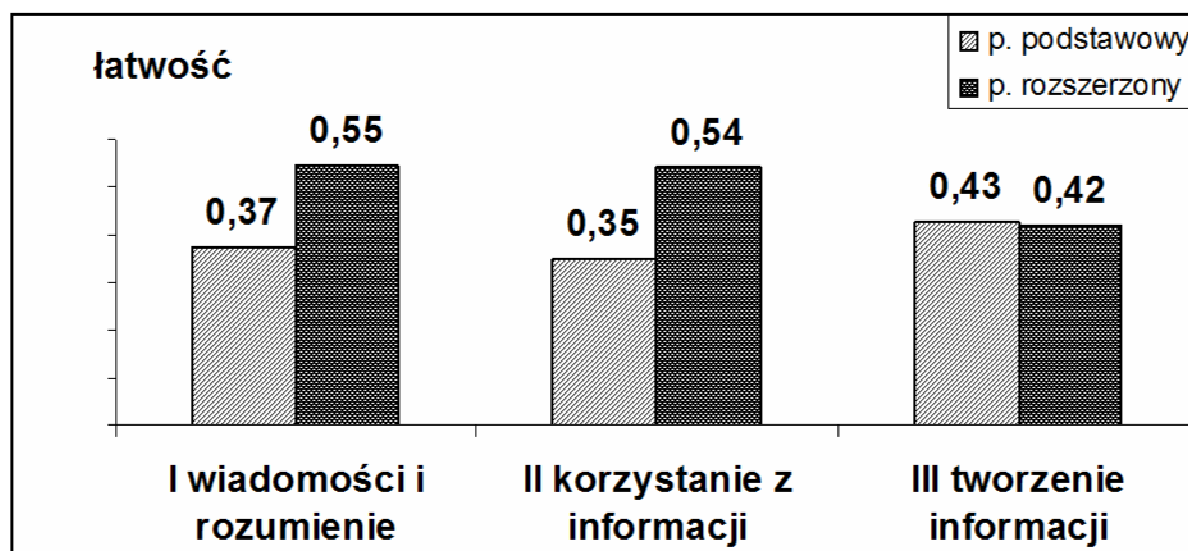
numery zadań	łatwość zadań		maksymalna punktacja za zadanie	% zdających, którzy uzyskali określoną punktację za zadanie			
	w woj. kujawsko-pomorskim	kraj		0	1	2	3
1.1	0,94	0,93	2	3,99	3,29	92,72	-
1.2	0,79	0,71	2	18,08	6,10	75,82	-
1.3	0,57	0,54	3	27,00	20,66	6,10	46,24
1.4	0,45	0,37	2	45,31	19,48	35,21	-
2.1	0,82	0,77	2	11,27	14,08	74,65	-
2.2	0,29	0,24	3	63,85	9,86	1,88	24,41
2.3	0,29	0,26	1	70,89	29,11	-	-
2.4	0,61	0,58	2	15,96	46,24	37,79	-
2.5	0,42	0,38	1	58,45	41,55	-	-
3.1	0,54	0,50	1	46,24	53,76	-	-
3.2	0,66	0,63	1	33,57	66,43	-	-
3.3	0,65	0,61	1	34,74	65,26	-	-
3.4	0,70	0,61	2	23,24	14,32	62,44	-
3.5	0,69	0,64	2	16,90	28,64	54,46	-
3.6	0,73	0,63	2	19,25	15,02	65,73	-
4.1	0,33	0,27	2	54,93	24,88	20,19	-
4.2	0,64	0,63	2	18,08	34,98	46,95	-
4.3	0,42	0,36	1	57,75	42,25	-	-
4.4	0,82	0,71	3	10,80	7,75	5,87	75,59
4.5	0,21	0,21	3	61,50	23,94	4,69	9,86
5.1	0,56	0,51	1	43,90	56,10	-	-
5.2	0,58	0,58	1	41,55	58,45	-	-
5.3	0,52	0,46	2	39,91	16,43	43,66	-
5.4	0,30	0,26	2	67,14	5,40	27,46	-
5.5	0,62	0,56	1	38,03	61,97	-	-
5.6	0,49	0,45	2	46,24	9,62	44,13	-
5.7	0,34	0,30	1	65,73	34,27	-	-
5.8	0,23	0,16	2	72,77	8,22	19,01	-
6.1	0,77	0,62	2	18,78	7,51	73,71	-
6.2	0,55	0,55	2	40,14	9,15	50,70	-
6.3	0,22	0,22	2	64,08	27,93	7,98	-
6.4	0,15	0,14	2	78,87	12,21	8,92	-
6.5	0,31	0,29	2	53,99	30,05	15,96	-

Tabela 13. Interpretacja wskaźnika łatwości zadań arkusza – poziom rozszerzony

stopień trudności	wskaźnik łatwości	numery zadań	liczba zadań
bardzo trudne	0,00–0,19	6.4	1
trudne	0,20–0,49	1.4; 2.2; 2.3; 2.5; 4.1; 4.3; 4.5; 5.4; 5.6; 5.7; 5.8; 6.3; 6.5	13
umiarkowanie trudne	0,50–0,69	1.3; 2.4; 3.1; 3.2; 3.3; 3.5; 4.2; 5.1; 5.2; 5.3; 5.5; 6.2	12
łatwe	0,70–0,89	1.2; 2.1; 3.4; 3.6; 4.4; 6.1	6
bardzo łatwe	0,90–1,00	1.1	1

W arkuszu rozszerzonym pojawiły się zarówno zadania bardzo trudne, jak i bardzo łatwe – po jednym. Największy procent liczby zadań tego arkusza stanowiły zadania trudne i umiarkowanie trudne.

Rysunek 3. przedstawia porównanie łatwości zadań arkusza podstawowego i rozszerzonego w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych.



Rys. 3. Porównanie łatwości zadań arkuszy egzaminacyjnych poziomu podstawowego i rozszerzonego

Większą (w obszarze tworzenia informacji – niemal taką samą) sprawnością w zakresie wszystkich standardów wykazali się ci zdający, którzy rozwiązywali zadania arkusza rozszerzonego.

3.5. Analiza stopnia wykonania zadań na poziomie podstawowym i rozszerzonym w obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych

3.5.1. Analiza łatwości sprawdzanych umiejętności

Tabele: 14. i 15. ukazują średnią łatwość i sumaryczną punktację zadań arkusza (odpowiednio podstawowego i rozszerzonego) przyporządkowanych do poszczególnych umiejętności.

Tabela 14. Łatwość zadań sprawdzających umiejętności opisane standardami wymagań egzaminacyjnych na poziomie podstawowym

I. Wiadomości i rozumienie: zdający zna, rozumie i stosuje terminy, pojęcia i prawa oraz wyjaśnia procesy i zjawiska		numery zadań	łatwość
I.1 posługuje się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z:			
I.1.1)	ruchem, jego powszechnością i względnością	2, 11, 12, 14.3	0,51
I.1.2)	oddziaływaniami w przyrodzie	8, 20.2	0,25
I.1.3)	makroskopowymi właściwościami materii a jej budową mikroskopową	14.1, 14.2	0,44
I.1.4)	porządkiem i chaosem w przyrodzie: procesami termodynamicznymi, ich przyczynami i skutkami oraz zastosowaniami	15.1, 15.2	0,32
I.1.5)	światłem i jego rolą w przyrodzie	17.1	0,21
I.1.6)	energiją, jej przemianami i transportem	13.1, 13.2, 19.2, 20.1	0,37
I.1.7)	budową i ewolucją Wszechświata	3	0,29
I.1.9)	narzędziami współczesnej fizyki	10	0,64
II. Korzystanie z informacji: zdający wykorzystuje i przetwarza informacje		numery zadań	łatwość
II.1	odczytuje i analizuje informacje przedstawione w różnej formie	1, 5, 9, 20.1	0,48
II.2	uzupełnia brakujące elementy (schematu, rysunku, wykresu, tabeli), łącząc posiadane i podane informacje	7	0,41
II.4	przetwarza informacje	16.3, 18, 20.2	0,14
III. Tworzenie informacji: zdający rozwiązuje problemy i tworzy informacje		numery zadań	łatwość
III.1	interpretuje informacje przedstawione w formie tekstu, tabeli, wykresu, schematu	4, 6, 11, 16.1, 19.1	0,49
III.3	buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk	17.2	0,32
III.4	planuje proste doświadczenia i analizuje opisane wyniki doświadczeń	16.2	0,22

W obszarze standardu I najsłabiej wykształcona została umiejętność posługiwania się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych ze światłem i jego rolą w przyrodzie, zaś najlepiej – narzędziami współczesnej fizyki.

W dziedzinie korzystania z informacji (standard II) najniższy wskaźnik łatwości ujawnił się w zagadnieniu wymagającym przetwarzania informacji.

W obszarze standardu III największą trudność sprawiło planowanie prostych doświadczeń i analiza opisanych wyników doświadczeń, zaś najmniejszą – interpretacja informacji przedstawionych w formie tekstu, tabeli, wykresu, schematu.

Tabela 15. Łatwość zadań sprawdzających umiejętności opisane standardami wymagań egzaminacyjnych na poziomie rozszerzonym

I. Wiadomości i rozumienie: zdający zna, rozumie i stosuje terminy, pojęcia i prawa oraz wyjaśnia procesy i zjawiska		numery zadań	łatwość
I.1 posługuje się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z:			
I.1.1) P	ruchem i siłami	1.1, 1.2	0,87
I.1.3) R	obwodami prądu stałego	5.7	0,34
I.1.4) P	procesami termodynamicznymi, ich przyczynami i skutkami oraz zastosowaniami	3.4	0,70

I.1.4) R	pojem elektromagnetycznym	5.1, 5.4	0,43
I.1.6) P	energia, jej przemianami i transportem	4.1, 4.3, 6.2, 6.3	0,38
I.1.6) R	zjawiskami termodynamicznymi	3.1, 3.2	0,60
I.1.7) P	budową i ewolucją Wszechświata	6.1	0,77
II. Korzystanie z informacji: zdający wykorzystuje i przetwarza informacje		numery zadań	łatwość
II.1	odczytuje i analizuje informacje przedstawione w formie tabel, wykresów, schematów i rysunków	4.2, 5.5, 6.5	0,52
II.2	uzupełnia brakujące elementy (schematu, rysunku, wykresu, tabeli), łącząc posiadane i podane informacje	2.1, 5.2	0,70
II.3	przetwarza informacje	2.5, 5.4	0,36
II.4	przetwarza informacje według podanych zasad	1.3, 2.4, 3.5, 4.4, 5.3, 5.6, 5.8	0,56
III. Tworzenie informacji: zdający rozwiązuje problemy i tworzy informacje		numery zadań	łatwość
III.1	interpretuje informacje zapisane w postaci tekstu, tabel, wykresów i schematów	3.3, 2.4	0,63
III.2	stosuje pojęcia i prawa fizyczne do rozwiązywania problemów praktycznych	1.4	0,45
III.3	buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk	2.2, 4.5	0,25
III.5	formułuje i uzasadnia opinie i wnioski	2.3, 3.6, 6.4	0,39

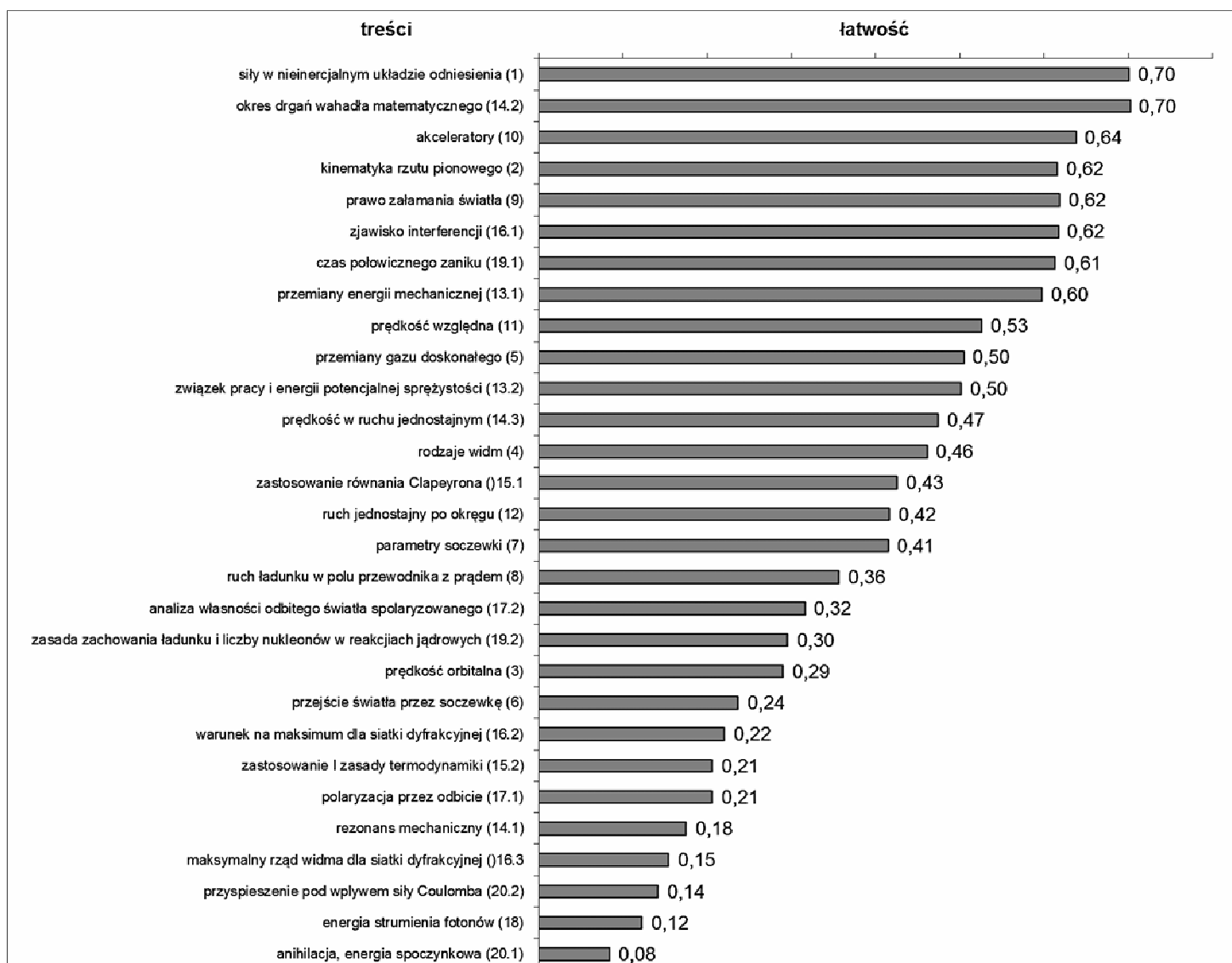
W obszarze standardu I najsłabiej wykształcona została umiejętność posługiwania się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z obwodami prądu stałego.

W dziedzinie korzystania z informacji (standard II) najniższy wskaźnik łatwości ujawnił się w zagadnieniu wymagającym przetwarzania informacji.

W obszarze standardu III największą trudność sprawiło budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk, zaś najmniejszą – interpretacja informacji przedstawionych w formie tekstu, tabeli, wykresu, schematu.

3.5.2. Analiza łatwości sprawdzanych treści

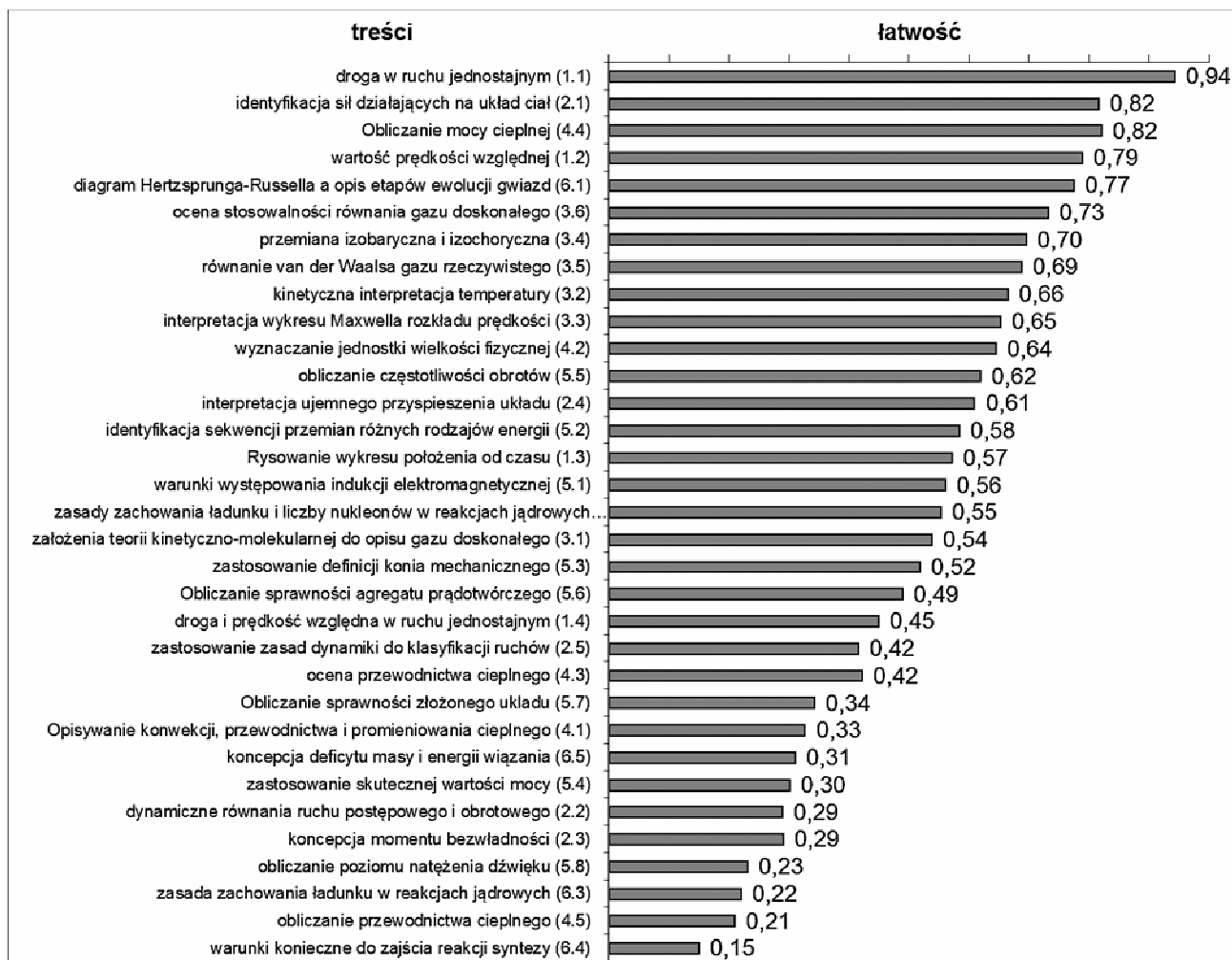
W celu przeanalizowania, jakie treści z zakresu wymagań dla poziomu podstawowego i rozszerzonego sprawiły zdającym trudność, na rysunkach odpowiednio 4. i 5. uszeregowano je w porządku malejącej łatwości (od najłatwiejszych do najtrudniejszych). W nawiasach podano numery zadań.



Rys. 4. Analiza stopnia opanowania sprawdzanych treści poziomu podstawowego

W arkuszu podstawowym najłatwiejsze okazały się zadania 1 i 14.2. W pierwszym z nich (zamkniętym) należało wybrać poprawną odpowiedź dotyczącą wskazań wagi w windzie, wiozącej człowieka na wyższe piętro. W drugim (zadaniu o takim samym współczynniku łatwości) oczekiwano wykazania na drodze obliczeń, że okres drgań wahadła matematycznego ma podaną wartość.

Najtrudniejsze okazało się zadanie 20.1, które polegało na obliczeniu łącznej energii kwantów promieniowania elektromagnetycznego powstających w wyniku anihilacji elektronu i pozytonu.



W arkuszu rozszerzonym najtrudniejsze okazało się zadanie 6.4, w którym oczekiwano wyjaśnienia, dlaczego reakcje syntezy mogą zachodzić tylko w wysokich temperaturach oraz dlaczego cykl CNO wymaga wyższych temperatur niż cykl $p-p$.

Najłatwiejsze było wyznaczenie (na podstawie wykresu prędkości od czasu) drogi przebytej przez motorówkę, poruszającą się ruchem jednostajnym z różnymi prędkościami w kolejnych etapach (zadanie 1.1).

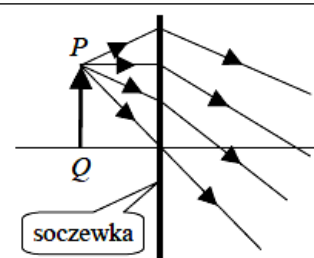
4. Analiza rozwiązań niektórych zadań egzaminacyjnych

Wśród zadań zamkniętych najtrudniejsze dla zdających z województwa kujawsko-pomorskiego okazało się zadanie 6.

Zadanie 6. (1 pkt), łatwość 0,25 – trudne

Soczewka przedstawiona na rysunku jest

- A. skupiająca, a obraz strzałki PQ jest powiększony.
- B. skupiająca, a obraz strzałki PQ jest pomniejszony.
- C. rozpraszająca, a obraz strzałki PQ jest powiększony.
- D. rozpraszająca, a obraz strzałki PQ jest pomniejszony.



Rozwiązanie zadania 6. wymagało wykazania się znajomością reguł, opisujących przejście przez soczewkę promieni kardynalnych, oraz sposobu konstrukcji obrazu. Jeden z promieni padający na soczewkę (równoległy do osi optycznej) po przejściu przez soczewkę wyznacza położenie rzeczywistego ogniska, co wskazuje, że soczewka jest skupiająca. Zauważenie, że promienie załamane są rozbieżne, powinno prowadzić do wniosku, że obraz urojony powstaje w odległości y od soczewki większej niż odległość przedmiotu x .

Korzystając z definicji powiększenia $p = \frac{\text{wysokość obrazu}}{\text{wysokość przedmiotu}}$ i zależności $\frac{\text{wysokość obrazu}}{\text{wysokość przedmiotu}} = \frac{|y|}{x}$, uzyskuje się $\frac{|y|}{x} > 1$, więc $p > 1$ – obraz jest powiększony. Poprawna odpowiedź: A.

Najtrudniejszym zadaniem otwartym arkusza podstawowego było zadanie 20.1.

Zadanie 20. Elektron i pozyton

Pozyton jest antycząstką elektronu, mającą masę równą masie elektronu, a ładunek równy ładunkowi elektronu co do wartości bezwzględnej i przeciwny co do znaku.

Zadanie 20.1 (2 pkt), łatwość 0,08 – bardzo trudne

W efekcie zderzenia elektronu z pozytonem następuje zjawisko anihilacji, w wyniku którego te cząstki ulegają przemianie w dwa kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Oblicz łączną energię tych kwantów. Przyjmij, że prędkości obu cząstek w chwili zderzenia były niewielkie.

Celem zadania było sprawdzenie umiejętności odczytywania i analizowania przedstawionej informacji oraz wykorzystania zależności $E = mc^2$.

86% zdających nie uzyskała za to zadanie żadnego z dwóch punktów, połowa pozostałej części rozwiązała je poprawnie lub przyjęła poprawną metodę rozwiązania ($E = 2 \cdot mc^2$, gdzie m – masa elektronu lub pozytonu), popełniając jednak błędy rachunkowe.

W arkuszu rozszerzonym najtrudniejszym zadaniem dla zdających z województwa kujawsko-pomorskiego okazało się zadanie 6.4, będące częścią zadania 6.

Zagadnienia przedstawione w zadaniu 6. dotyczyły ewolucji Słońca oraz źródeł

Zadanie 6.4 (2 pkt), łatwość 0,14 – bardzo trudne

Odwołując się do budowy jąder atomowych, wyjaśnij:

- dłaczego reakcje syntezy mogą zachodzić tylko w wysokich temperaturach?
- dłaczego cykl CNO wymaga wyższych temperatur niż cykl $p-p$?

promieniowanej przez nie energii: reakcji termojądrowych i warunków, w jakich zachodzą cykle protonowo – protonowy i węglowo – azotowy.

Zadanie 6.4 było poprzedzone zadaniem (6.2, łatwość 0,63 – umiarkowanie trudne) uzupełnienia liczb atomowych i masowych w reakcjach cyklu CNO, a także pytaniem 6.3 (łatwość 0,24 – trudne) dotyczącym zasady zachowania ładunku w reakcjach jądrowych. Rosnąca trudność kolejnych pytań wskazuje na to, że o ile zdający umieją uzupełniać schematy reakcji jądrowych, czyli prawdopodobnie znają interpretację liczby atomowej, to jednak nie potrafią zastosować wiedzy o związku między temperaturą a energią kinetyczną oraz o innych typach oddziaływań: kulombowskim i jądrowym silnym.

Wśród błędnych odpowiedzi na pytanie a) pojawiały się wyjaśnienia o „odrywaniu elektronów i protonów od atomu”, zaś na pytanie b) – „jądra C, N, O są większe i cięższe”.

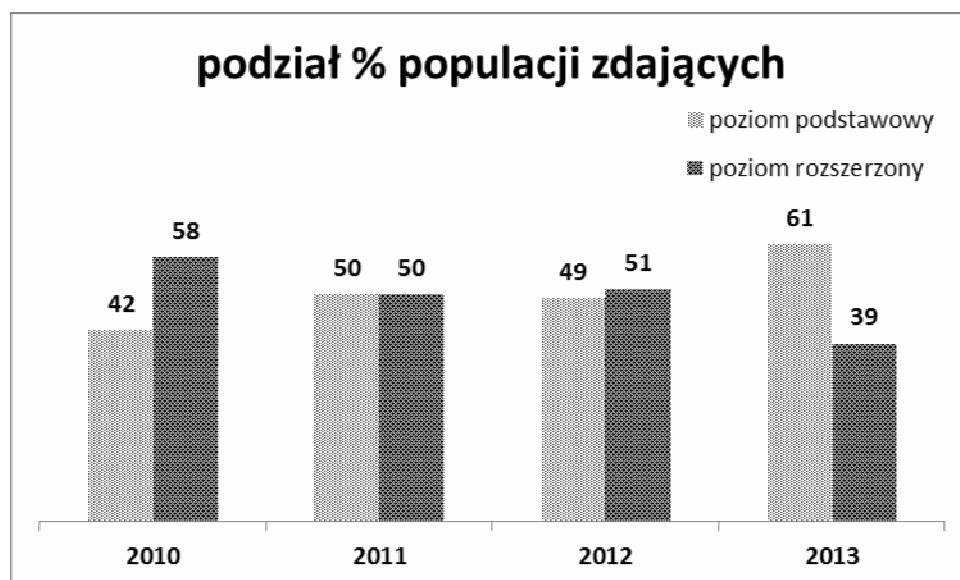
Schematy oceniania zadań arkusza podstawowego i rozszerzonego znajdują się na stronie CKE.

5. Podsumowanie i wnioski

Populacja osób zdających egzamin maturalny z fizyki i astronomii w województwie kujawsko-pomorskim podzieliła się na 61% zdających egzamin na poziomie podstawowym oraz 39% na poziomie rozszerzonym. W kraju udział zdających na poziomie podstawowym wyniósł 56%, zaś na rozszerzonym – 44%.

Już po raz czwarty fizyka na egzaminie maturalnym mogła być wybrana wyłącznie jako przedmiot dodatkowy (zarówno na poziomie podstawowym, jak i rozszerzonym), a wynik egzaminu nie przesądzał o zdaniu matury.

Porównanie rozkładu procentowego populacji absolwentów zdających w bieżącym roku egzaminu z fizyki i astronomii (na obu poziomach) z latami 2010, 2011 i 2012 pokazano na rysunku 6.



Rys. 6. Rozkład procentowy populacji absolwentów w latach 2010, 2011, 2012 i 2013

Porównanie powyższych danych nie pozwala na wyciągnięcie jednoznacznego wniosku co do ustalania się preferencji zdających egzamin z fizyki, decyzje zależą zapewne od regulaminów rekrutacji wyższych uczelni.

Z analizy zestawienia statystycznego wynika, że wskaźniki łatwości egzaminów na poziomie podstawowym i rozszerzonym lokują zadania odpowiednio w przedziałach zadań trudnych i umiarkowanie trudnych. Poziom trudności zadań był zróżnicowany: od zadań łatwych do bardzo trudnych. Dla zdających egzamin maturalny z fizyki i astronomii (zarówno na poziomie podstawowym, jak i rozszerzonym) największą trudność sprawiło korzystanie z informacji.

Średni wynik w województwie dla poziomu podstawowego (37%) jest nieznacznie niższy od uśrednionego wyniku dla całego kraju (38%).

Lepiej byli przygotowani uczniowie, którzy zdecydowali się zdawać egzamin maturalny z fizyki na poziomie rozszerzonym. W województwie kujawsko-pomorskim średni wynik arkusza rozszerzonego wyniósł 52% i był wyższy niż uzyskany w całym kraju (47%). Wyższe niż dla poziomu podstawowego średnie wyniki na poziomie rozszerzonym świadczą o świadomym wyborze poziomu egzaminu i prawidłowej ocenie poziomu wiedzy i umiejętności.

Na podstawie analizy odpowiedzi i rozwiązań można sformułować następujące obserwacje i wnioski dotyczące tegorocznego egzaminu:

- zdający często podstawiają do zależności wartości wielkości fizycznych bez ujednolicenia lub zamiany ich jednostek na podstawowe;
- błędy rachunkowe pojawiają się podczas potęgowania wielkości zapisanej w postaci wykładniczej, np. jeśli $c=3 \cdot 10^8$, to c^2 zostaje błędnie obliczone jako $3^2 \cdot 10^8$;
- w pracach zdających, którzy dla uniknięcia problemów z zapisem wykładniczym decydują się na zapisanie np. wielu zer po przecinku, zauważa się błędy rachunkowe związane z nieczytelnością tego zapisu w kolejnych przekształceniach – niepoprawne umieszczenie przecinka lub niepoprawna zamiana na zapis wykładniczy;
- należy zachęcić zdających, by korzystali z miejsca na obliczenia w brudnopisie, co poprawi czytelność zapisu i pomoże uniknąć pomyłek rachunkowych;
- ważna jest konsekwencja w stosowaniu symboli użytych na rysunku, a następnie w zapisie zależności fizycznych; jej brak może skutkować tym, że egzaminator nie przyzna punktów za metodę rozwiązania, ponieważ nie ma prawa na własną rękę interpretować zapisów zdającego;
- niezbyt rzetelne przygotowanie zdających jest prawdopodobnie skutkiem tego, że wynik egzaminu z fizyki nie decyduje o zdaniu egzaminu maturalnego.