

Analiza wyników egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii

1. Opis zestawu egzaminacyjnego

Zestaw składał się z dwu arkuszy. W pierwszym znajdowało się 10 zadań zamkniętych i 17 zadań krótkich, sprawdzających umiejętności opisane głównie w standardach I i II. Na drugi arkusz składało się 5 zadań o złożonej strukturze, sprawdzających umiejętności ze wszystkich standardów.

Szczegółowy wykaz sprawdzanych umiejętności przedstawiają umieszczone poniżej kartoteki.

Kartoteka zadań zamieszczonych w Arkuszu I z fizyki i astronomii

Numer zadania	Sprawdzana umiejętność Zdający:	Standard	Zakres treści z podstawy programowej	Typ zadania	Liczba punktów
1.	Wskazuje siłę, analizując ruch jednostajny po okręgu.	I.1.1)a)	1	Z	1
2.	Wskazuje typowe cechy Galaktyki.	I.1.7)b)	7	Z	1
3.	Dobiera długość wahadła sekundowego w zależności od przyspieszenia grawitacyjnego.	II.1)b)	3	Z	1
4.	Analizuje zamieszczony wykres zależności $E(t)$ i zasadę zachowania energii.	II.3)	6	Z	1
5.	Posługuje się pojęciem pędu relatywistycznego.	I.1.1)c)	1	Z	1
6.	Posługuje się elementami teorii korpuskularno-falowej do wyjaśnienia wyników doświadczeń.	I.1.8)b)	8	Z	1
7.	Stosuje zasadę zachowania ładunku i liczby nukleonów w przemianach jądrowych.	I.1.6)c)	6	Z	1
8.	Identyfikuje wykres zależności $p(T)$ dla przemiany izobarycznej.	I.1.4)a)	4	Z	1
9.	Określa charakter zmian długości fali i prędkości podczas przejścia fali z jednego ośrodka do drugiego.	I.1.5)c)	5	Z	1
10.	Odczytuje i analizuje informacje przedstawione w tekście.	II.1)a)	10	Z	1
11.	Stosuje zasadę względności ruchu, oblicza wartość wypadkowej prędkości motorówki i czasu ruchu.	II.4)c)	1	O	2
12.	Oblicza (szacuje) wartość prędkości liniowej satelity analizując informacje zawarte w teście zadania.	II.4)c)	2	O	2
13.	Stosuje zasadę zachowania pędu do analizy zjawiska rozpadu jądra atomowego.	I.1.6)b)	6	O	2
14.	Buduje model matematyczny opisujący pola sił i ich wpływ na charakter ruchu.	III.3)	2	O	3
15.	Rysuje wykres zależności dwóch wielkości fizycznych. Oblicza współczynnik sprężystości.	II.4.b) i c)	3	O	3
16.	Określa wpływ pola na charakter ruchu.	I.1.2)b)	2	O	3
17.	Opisuje zmiany parametrów gazu w urządzeniu technicznym.	I.2.	4	O	2
18.	Wyjaśnia przebieg zjawisk magnetycznych opisanych w tekście.	I.2.	3	O	1
19.	Wykorzystując wykres zależności $p(V)$, oblicza pracę i sprawność silnika.	III.1)	4	O	3
20.	Wymienia zastosowania lasera.	I.1.5)g)	5	O	2
21.	Wyjaśnia przebieg zjawisk opisanych w treści zadania.	I.2.	6	O	2
22.	Oblicza wartość indukcji magnetycznej z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych.	II.4)c)	8	O	4
23.	Wyjaśnia zmianę wartości prędkości Ziemi w ruchu wokół Słońca.	I.1.7)a)	7	O	2
24.	Wymienia rodzaj nośników oraz określa zależność oporu od temperatury dla metali i półprzewodników.	I.1.3)b)	3	O	3
25.	Opisuje i stosuje zasady analizy widmowej.	III.2)	5	O	2
26.	Planuje przebieg doświadczenia sprawdzającego przewodnictwo cieplne dla różnych metali.	III.4)	6	O	2
27.	Rysuje obraz przedmiotu dla soczewki skupiającej i wymienia cechy powstałego obrazu.	III.2)	5	O	2

Kartoteka zadań zamieszczonych w Arkuszu II z fizyki i astronomii

Numer zadania		Sprawdzana umiejętność Zdający:	Standard	Zakres treści z podstawy programowej	Liczba punktów
Zadanie 28. Kołowrót	28.1	Rysuje siły działające na układ i oblicza wartość przyspieszenia wiadra.	III.2)	1 R	6
	28.2	Wykonuje wykres dokonując niezbędnych obliczeń.	II.4)b)	7 R	3
	28.3	Wyjaśnia przyczynę wzrostu parcia na dno wiadra.	I.2.	2 P	2
Zadanie 29. Obwód elektryczny	29.1	Interpretuje informacje zawarte w teście zadania, zapisuje zależność napięcia od czasu oraz oblicza wartości napięcia i częstotliwości.	III.1)	4 R	3
	29.2	Opisuje przemiany energii w obwodzie LC.	I.1.4)b)	4 R	2
	29.3	Wyjaśnia wpływ wprowadzenia dielektryka do kondensatora na okres drgań obwodu i długość fali elektromagnetycznej.	I.1.4)c)	4 R	2
	29.4	Stwierdza, że układ będzie w rezonansie na podstawie analizy parametrów układu.	II.4)a)	4 R	2
Zadanie 30. Ogrzewanie	30.1	Analizuje dane przedstawione na wykresie i formułuje wniosek związany z budową ciał.	III.4)	6.R	2
	30.2	Formułuje i uzasadnia wniosek dotyczący zmian energii wewnętrznej ogrzewanych ciał.	III.5)	6 R	2
	30.3	Wskazuje, który z uczniów ma rację porównując szybkość wzrostu temperatury obu substancji.	I.2.	6 R	2
Zadanie 31. Syriusz	31.1	Wymienia cechy charakterystyczne białych karłów.	P I.1.7)c)	7 P	2
	31.2	Oblicza wartość przyspieszenia grawitacyjnego.	II.4)c)	2 P	3
	31.3	Podaje różnice pomiędzy transportem energii przez konwekcję i promieniowanie.	P I.1.6)	6 P	2
	31.4a	Uzupełnia zapis reakcji jądrowej.	II.2)	6 P	3
	31.4b	Nazywa przedstawione reakcje jądrowe.	P I.1.6)		
	31.5	Oblicza liczbę jąder węgla biorących udział w opisanej w zadaniu sytuacji, wykorzystując niedobór masy jądra atomowego i ciepło potrzebne do stopienia lodu.	II.4)c)	6 P	4
Zadanie 32. Fotokomórka	32.1	Odczytuje z wykresu napięcie hamowania i oblicza pracę wyjścia elektronów.	II.1)b)	5 P	4
	32.2	Zapisuje warunek zajścia zjawiska fotoelektrycznego.	P I.1.5)e)	5 P	1
	32.3	Opisuje ruch cząstek naładowanych w polu elektrycznym.	I.1.2)b)	2 P	2
	32.4	Stosuje II prawo Kirchhoffa do obwodu z elementem nieliniowym (nie spełniającym prawa Ohma).	II.1)b)	3.R	3

2. Statystyczne opracowanie wyników egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii

Maturę z fizyki i astronomii na terenie województwa dolnośląskiego i opolskiego zdawało 2199 absolwentów. Byli to absolwenci zarówno liceów ogólnokształcących (LO), jak i liceów profilowanych (LP). Poniższa tabela przedstawia rozkład liczebności zdających w poszczególnych województwach i rodzajach szkół.

Poziom egzaminu	Suma zdających	Dolny Śląsk	Opolskie	Absolwenci LO	Absolwenci LP
Arkusz I – podstawowy	2199	1781	418	2097	102
Arkusz II – rozszerzony	2122	1718	404	2051	71

Jak wynika z powyższego zestawienia, prawie wszyscy zdający (ponad 96%) rozwiązywali zadania z obu arkuszy. Zdecydowana większość to absolwenci liceów ogólnokształcących (98% wszystkich zdających).

Analiza statystyczna wyników została przeprowadzona dla każdego zadania i arkusza z osobna (tabele 1a i 1b dla Arkusza I oraz tabela 2. dla Arkusza II). Tabele zawierają także informacje na temat liczebności punktów uzyskanych przez zdających w zadaniach wielopunktowych. Wyniki tej analizy zostały przedstawione na wykresach 1a i 1b oraz 2. Analizowano również rozkład wyników uzyskanych przez zdających w poszczególnych arkuszach (tabele 3a i 3b). W tabelach tych oraz w następnych (tabele 4a i 4b) zaprezentowano wyniki uzyskane w całym okręgu oraz osobno dla Dolnego Śląska i Opolszczyzny. Graficzna prezentacja danych z tych tabel znajduje się na wykresach 3a i 3b.

Wykresy 4a i 4b przedstawiają porównanie wyników egzaminu w warstwach: miasta powyżej 100 tys. mieszkańców, miasta od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców i miejscowościach poniżej 20 tys. mieszkańców.

Podczas analizy porównano wyniki uczniów, którzy ukończyli licea ogólnokształcące i profilowane. Wyniki takiej analizy przedstawiają tabele 5a i 5b oraz wykresy 5 (wyniki Arkusza I), 6 (łatwość standardów) i 7 (łatwość obszarów podstawy programowej). Wykresy przedstawiają porównanie tylko dla arkusza podstawowego, ponieważ ze względu na siatkę godzin uznano porównywanie wyników Arkusza II za bezcelowe (siatka godzin dla liceów profilowanych nie przewiduje godzin na realizację programu rozszerzonego).

Tabela 1a. Zadania zamknięte arkusza I

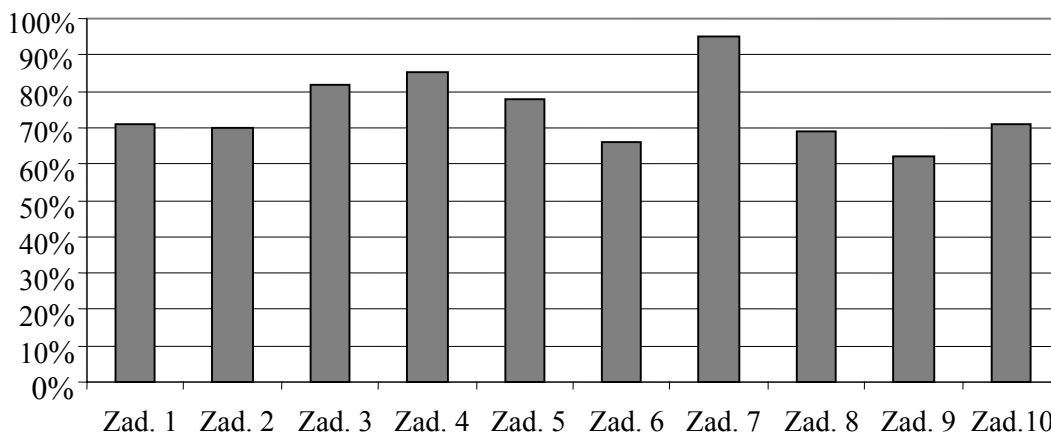
Numer zadania	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Liczba punktów	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1558	1544	1794	1864	1711	1454	2088	1523	1356	1557
0	641	655	405	335	488	745	111	676	843	642
Łatwość zadania	0,71	0,70	0,82	0,85	0,78	0,66	0,95	0,69	0,62	0,71

Tabela 1b. Zadania otwarte arkusza I

Numer zadania	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Max. punktów	2	2	2	3	3	3	2	1	3	2	2	4	2	3	2	2	2
liczba wyników 4 p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	591	0	0	0	0	0
liczba wyników 3 p.	0	0	0	1729	676	469	0	0	677	0	0	323	0	234	0	0	0
liczba wyników 2 p.	1722	859	506	85	1305	145	988	0	285	1359	197	184	996	449	1139	1515	891
liczba wyników 1 p.	276	485	345	152	186	502	489	781	524	491	1151	295	463	528	759	393	263
liczba wyników 0 p.	201	855	1348	233	32	1083	722	1418	713	349	851	806	740	988	301	291	1045
Średni wynik zadania	1,69	1,00	0,62	2,51	2,19	1,00	1,12	0,36	1,42	1,46	0,70	1,82	1,12	0,97	1,38	1,56	0,93
Łatwość	0,85	0,50	0,31	0,84	0,73	0,33	0,56	0,36	0,47	0,73	0,35	0,45	0,56	0,32	0,69	0,78	0,46

Przykładowo dla zadania 14: 1729 zdających otrzymało 3 punkty za zadanie, 85 po 2 punkty, 152 po 1 punkcie, 233 – 0 punktów.

Wykres 1a. Łatwość zadań zamkniętych arkusza I



Wykres 1b. Łatwość zadań otwartych arkusza I

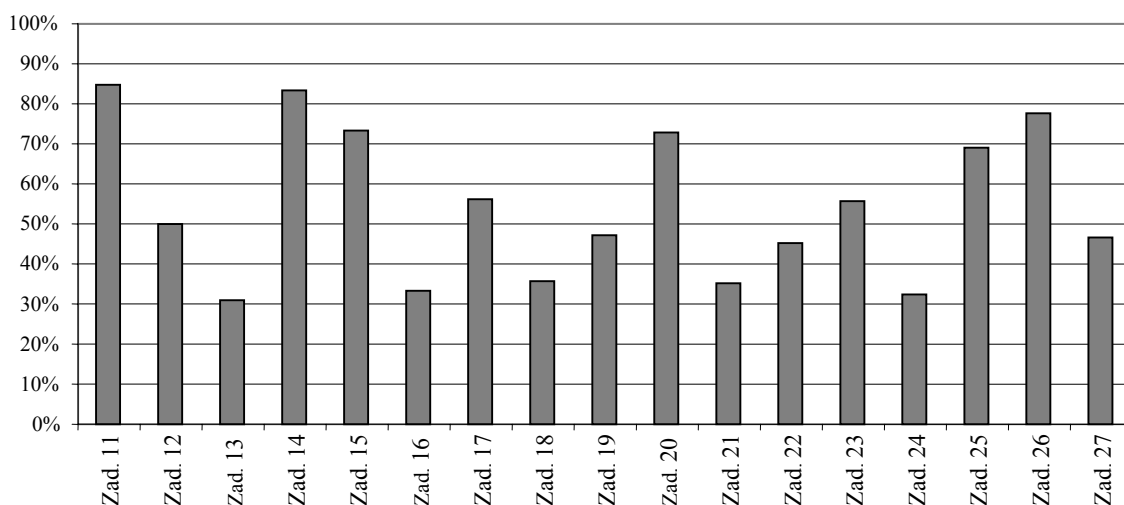
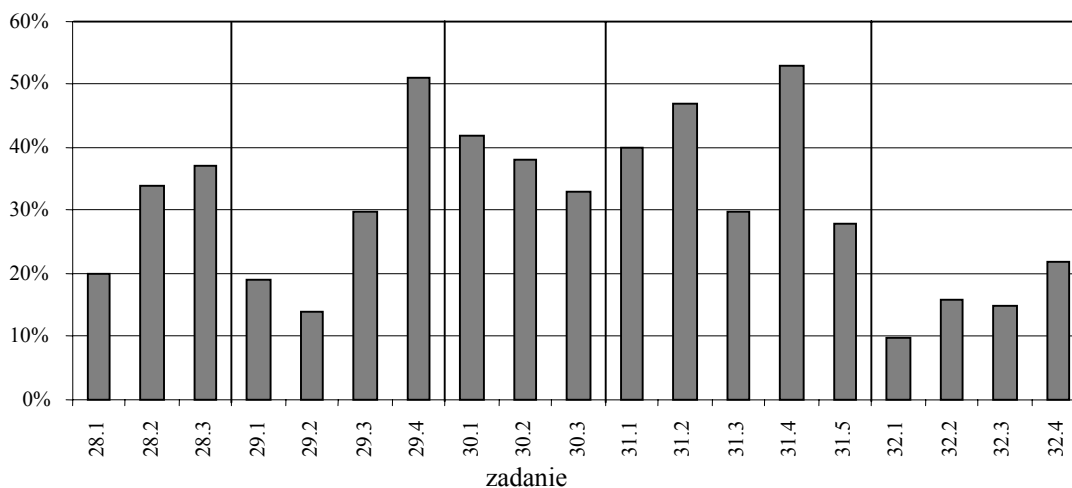


Tabela 2. Zadania arkusza II

Numer zadania	28.1	28.2	28.3	29.1	29.2	29.3	29.4	30.1	30.2	30.3	31.1	31.2	31.3	31.4	31.5	32.1	32.2	32.3	32.4
Max. punktów	6	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	4	4	1	2	3
liczba wyników 6 p.	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
liczba wyników 5 p.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
liczba wyników 4 p.	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	279	73	0	0	0
liczba wyników 3 p.	79	161	0	115	0	0	0	0	0	0	0	603	0	456	212	57	0	0	55
liczba wyników 2 p.	285	606	583	244	209	429	903	301	408	526	468	378	371	579	167	95	0	167	193
liczba wyników 1 p.	536	451	417	370	166	415	346	1177	787	367	757	411	547	843	324	215	349	298	852
liczba wyników 0 p.	1006	904	1122	1393	1747	1278	873	644	927	1229	897	730	1204	244	1140	1682	1773	1657	1022
Średni wynik zadania	1,19	1,01	0,75	0,57	0,28	0,60	1,01	0,84	0,76	0,67	0,80	1,40	0,61	1,59	1,14	0,41	0,16	0,30	0,66
Łatwość	0,20	0,34	0,37	0,19	0,14	0,30	0,51	0,42	0,38	0,33	0,40	0,47	0,30	0,53	0,28	0,10	0,16	0,15	0,22

Wykres 2. Łatwość zadań arkusza II



Rozkład statystyczny wyników poszczególnych arkuszy

Tabela 3a. Arkusz I

Wyniki w okręgu		Dolny Śląsk		Opolskie	
minimum	5	minimum	5	minimum	10
maksimum	50	maksimum	50	maksimum	49
średni wynik	29,3	średni wynik	29,5	średni wynik	28,4
łatwość	0,59	łatwość	0,59	łatwość	0,60
mediana	29	mediana	29	mediana	27
modalna	25	modalna	25	modalna	25
odchylenie standardowe	8,7	odchylenie standardowe	8,6	odchylenie standardowe	8,9

Tabela 3b. Arkusz II

Wyniki w okręgu		Dolny Śląsk		Opolskie	
minimum	0	minimum	0	minimum	0
maksimum	49	maksimum	47	maksimum	49
średni wynik	14,7	średni wynik	15,1	średni wynik	13,3
łatwość	0,29	łatwość	0,30	łatwość	0,27
mediana	12	mediana	13	mediana	11
modalna	9	modalna	9	modalna	6
odchylenie standardowe	9,7	odchylenie standardowe	10	odchylenie standardowe	9

Rozkład wyników w arkuszach

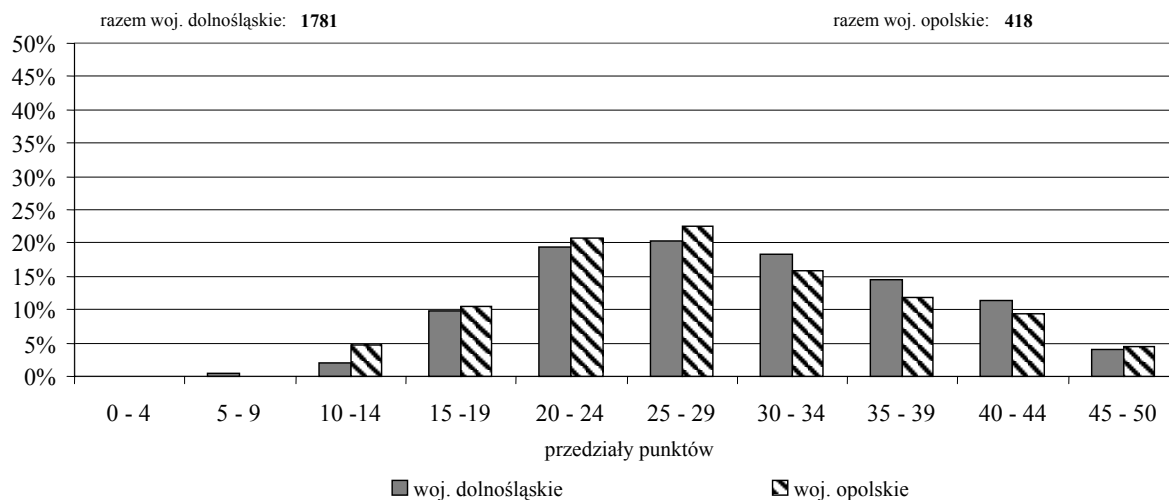
Tabela 4a. I Arkusz

Okręg			Woj. dolnośląskie			Woj. opolskie		
przedziały pkt.	liczba	procent	przedziały pkt.	liczba	procent	przedziały pkt.	liczba	procent
0–4	0	0,00	0–4	0	0,00	0–4	0	0,00
5–9	7	0,32	5–9	7	0,39	5–9	0	0,00
10–14	55	2,50	10–14	35	1,97	10–14	20	4,78
15–19	219	9,96	15–19	175	9,83	15–19	44	10,53
20–24	431	19,60	20–24	344	19,31	20–24	87	20,81
25–29	456	20,74	25–29	362	20,33	25–29	94	22,49
30–34	392	17,83	30–34	326	18,30	30–34	66	15,79
35–39	306	13,92	35–39	257	14,43	35–39	49	11,72
40–44	243	11,05	40–44	204	11,45	40–44	39	9,33
45–50	90	4,09	45–50	71	3,99	45–50	19	4,55

Tabela 4b. II Arkusz

Okręg			Woj. dolnośląskie			Woj. opolskie		
przedziały pkt.	liczba	procent	przedziały pkt.	liczba	procent	przedziały pkt.	liczba	procent
0–4	243	11,45	0–4	183	10,65	0–4	60	14,85
5–9	539	25,40	5–9	425	24,74	5–9	114	28,22
10–14	451	21,25	10–14	365	21,25	10–14	86	21,29
15–19	307	14,47	15–19	252	14,67	15–19	55	13,61
20–24	211	9,94	20–24	175	10,19	20–24	36	8,91
25–29	172	8,11	25–29	148	8,61	25–29	24	5,94
30–34	102	4,81	30–34	84	4,89	30–34	18	4,46
35–39	68	3,20	35–39	61	3,55	35–39	7	1,73
40–44	22	1,04	40–44	20	1,16	40–44	2	0,50
45–50	7	0,33	45–50	5	0,29	45–50	2	0,50

Wykres 3a. Rozkład wyników Arkusza I
– porównanie województw



Wykres 3b. Rozkład wyników Arkusza II
– porównanie województw

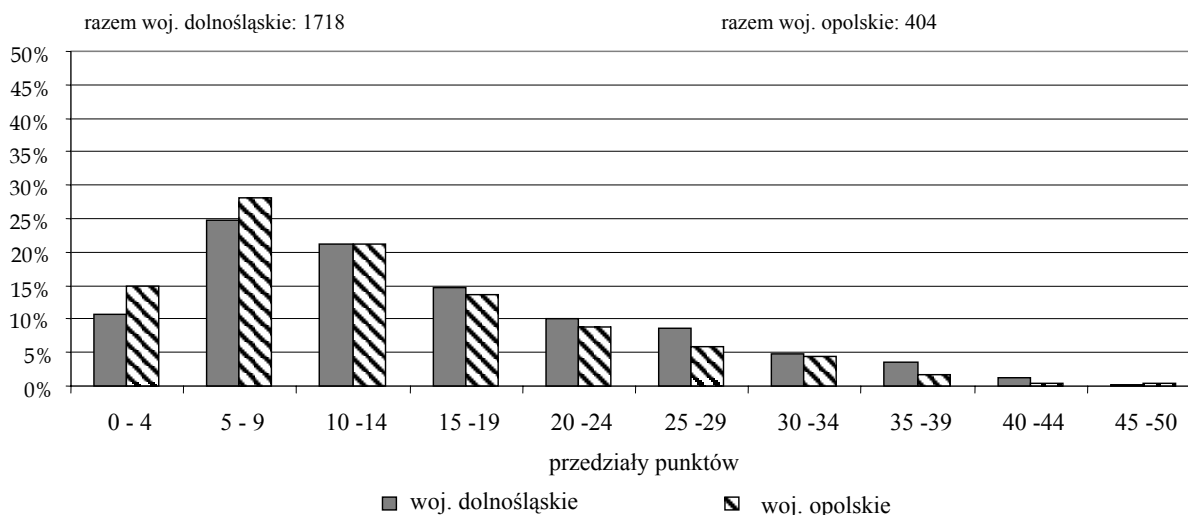


Tabela 5. Rozkład wyników w skali staninowej

Poziom osiągnięć	Arkusz I	Liczba wyników	%	Arkusz II	Liczba wyników	%
I stanin – najniższy	0–30%	98	4,44	0–4%	95	4,46
II stanin – bardzo niski	32–38%	185	8,39	6–10%	255	11,98
III stanin – niski	40–46%	343	15,55	12–14%	218	10,24
IV stanin – niżej średni	48–54%	364	16,50	16–22%	399	18,74
V stanin – średni	56–64%	421	19,08	24–34%	463	21,75
VII stanin – wyżej średni	66–74%	333	15,10	36–46%	284	13,34
VII stanin – wysoki	76–84%	282	12,78	48–58%	214	10,05
VIII stanin – bardzo wysoki	86–90%	122	5,53	60–72%	134	6,29
IX stanin – najwyższy	92–100%	58	2,63	74–100%	67	3,15

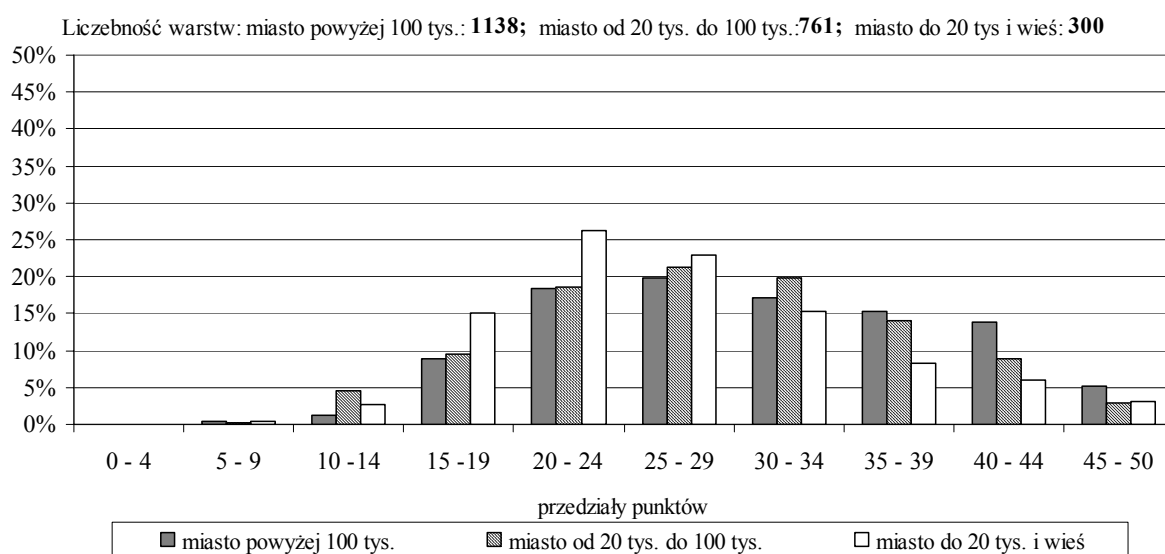
Jak widać z powyższej tabeli, zarówno w wynikach Arkusza I, jak i Arkusza II najczęściej wyników lokuje się w staninie V – średnim, a w obszarze wyników średnich (staniny od IV do VI) mamy w obu arkuszach ponad 50 % zdających.

Porównanie wyników w warstwach – wielkość miejscowości, w której znajduje się szkoła

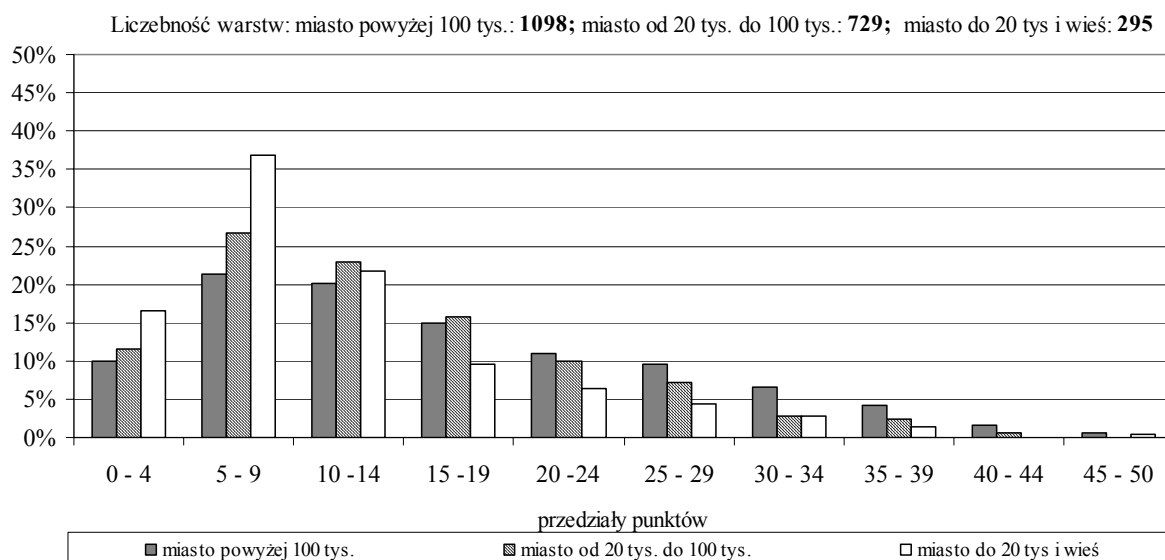
Tabela 6. Liczebność zdających według umiejscowienia szkoły

Miejscowość	I arkusz		II arkusz	
Powyżej 100 000 mieszkańców	1138	52%	1098	52%
20–100 tys. mieszkańców	761	35%	729	34%
Poniżej 20 tys. mieszkańców	300	14%	295	14%
Suma	2199	100%	2122	100%

Wykres 4a. Porównanie wyników zdających z różnych miejscowości
– Arkusz I



Wykres 4b. Porównanie wyników zdających z różnych miejscowości
– Arkusz II



3. Interpretacja wyników statystycznych matury z fizyki i astronomii

Rozkład wyników i zaliczenie egzaminu

Maturę z fizyki i astronomii zdawało 2199 absolwentów z Dolnego Śląska i Opolszczyzny. Większość z nich rozwiązywała zadania z obu arkuszy. Zdecydowaną większość stanowili absolwenci liceów ogólnokształcących – tylko około 2 % to absolwenci liceów profilowanych.

Większość zdających maturę z fizyki i astronomii wybrała ten przedmiot jako czwarty lub piąty, a więc jako nieobowiązkowy. Rozkład wyników wskazuje jednak, że przy przyjętym progu zaliczania matury, wynoszącym 30%, egzamin ten zdałoby ponad 97% zdających w województwie dolnośląskim i ponad 95% w województwie opolskim – są to zatem wyniki bardzo dobre. Co prawda średni wynik w Arkuszu I wynoszący niecałe 60% punktów nie jest zbyt wysoki, ale biorąc pod uwagę liczbę godzin przedmiotu w szkole, można uznać go za zupełnie przyzwoity. Rozkład wyników Arkusza I jest jednomodalnym rozkładem przesuniętym w stronę wyników dobrych (od 0 do 14 punktów otrzymało w okręgu 2,82% zdających, a od 35 do 50 punktów otrzymało aż 29% zdających). Mediana (średkowa) wyników wynosi 29 punktów (a więc połowa zdających ma wynik lepszy od tej liczby punktów). Porównanie wyników obu województw w okręgu wskazuje, że nie ma tu istotnych różnic – w niektórych grupach wyników więcej jest zdających z województwa dolnośląskiego, w innych województwa opolskiego. Średnie wyniki są minimalnie lepsze dla zdających z województwa dolnośląskiego

Inne są wyniki Arkusza II. Zgodnie z założeniami sprawdzane są nim umiejętności z poziomu rozszerzonego, tym niemniej jednak dość duża liczba zadań dotyczyła poziomu podstawowego. Zestawienia wyników Arkusza II znajdują się w tabeli 3b i 4b i prezentowane są na wykresie 3b. Jest to typowy rozkład prawoskośny z przewagą słabych wyników (maksimum występuje dla obszaru 5 do 9 punktów). Średnia łatwość zadań to 0,29, mediana ma wartość 12 (czyli ponad dwa razy mniej niż dla Arkusza I). Jak wynika z tych liczb, zadania Arkusza II okazały się znacznie trudniejsze dla zdających. Przyczyna wydaje się prosta. Prawie wszyscy maturzyści podjęli próbę rozwiązywania zadań Arkusza II, a tylko w niewielu szkołach prowadzone są klasy profilowane realizujące w pełni program rozszerzony. Zwiększona liczba godzin z 3 lub 4 w profilu podstawowym do 6 w cyklu nauczania nie daje możliwości przygotowania uczniów do zdawania egzaminu na poziomie rozszerzonym. Podobnie jak w Arkuszu I, wyniki Arkusza II są nieco lepsze dla zdających z terenu Dolnego Śląska niż Opolszczyzny.

Analizie poddano również wyniki zdających ze względu na umiejscowienie szkoły. Wybrano trzy warstwy: szkoły w miastach ponad 100 000 mieszkańców, szkoły w miastach od 20 000 mieszkańców do 100 000 mieszkańców oraz szkoły w miejscowościach liczących poniżej 20 000 mieszkańców. Wyniki prezentują wykresy 4a i 4b. Można z nich wyczytać, że wyniki Arkusza I nie są w sposób drastyczny zależne od wielkości miejscowości, w której znajduje się szkoła. W obszarze wyników najslabszych dominują jednak absolwenci szkół z małych miejscowości i miast do 100 000 mieszkańców. W obszarze wyników najlepszych dominują zdający z dużych miast, a najslabsze wyniki mają absolwenci szkół z małych miejscowości (poniżej 20 000 mieszkańców).

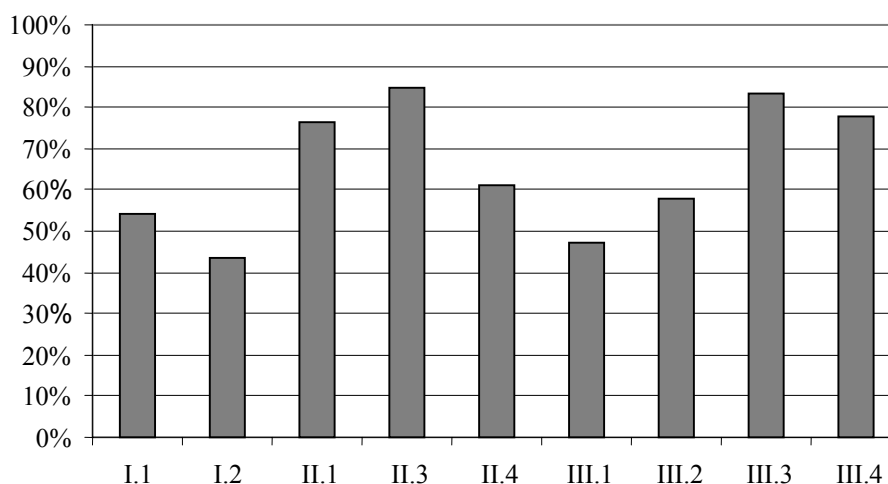
Wyniki Arkusza II są silniej zależne od umiejscowienia szkoły. Wyraźnie najlepsze wyniki uzyskują zdający w dużych miastach, najslabsze zdający z najmniejszych miejscowości. Wydaje się to być wynikiem łatwiejszego dostępu do profilowanych klas w dużych miejscowościach. W małych miastach szkoły prowadzą na ogół klasy ogólne, a liczba chętnych uczniów jest za mała, aby zorganizować profil matematyczno-fizyczny lub zajęcia fakultatywne z fizyki i astronomii. Przyczyna ta może być także istotna dla wyników w Arkuszu I.

Podczas analizy porównano także wyniki absolwentów liceów ogólnokształcących (LO) oraz liceów profilowanych (LP). Dane obejmują wyniki obu arkuszy, ale z powodów podanych wyżej zajmiemy się analizą tylko wyników Arkusza I. Średni wynik jest dla absolwentów z liceów profilowanych o 1/3 gorszy niż absolwentów LO. Wykres 5a pokazuje, że wśród nich jest zdecydowana przewaga wyników najniższych, a bardzo mało lub wcale nie ma wyników najwyższych. Jest to efektem typowej dla tych szkół siatki godzin, w której dominują 3 godziny w cyklu nauczania rozbite w dodatku po 1 godzinie tygodniowo w poszczególnych klasach. Wydaje się wręcz zaskakujące, że wyniki tych zdających nie są

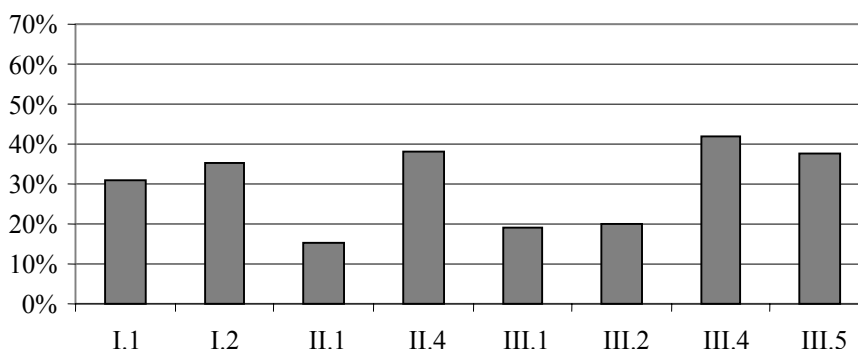
gorsze. Brak godzin na rozszerzenie fizyki i astronomii odbiera już szansę na przyzwoity wynik w części rozszerzonej (ale uczniowie tych szkół mają prawo przystępować do matury w części rozszerzonej). Omówienie łatwości standardów i obszarów podstawy programowej będzie dokonane w następnych rozdziałach raportu, ale wykres 6 jest dość jednoznaczny.

Osiągnięcia zdających opisane standardami

Wykres 7. Łatwości poszczególnych standardów w części podstawowej



Wykres 8. Łatwości poszczególnych standardów w części rozszerzonej



Analiza danych na wykresie 7 prowadzi do wniosku, że w poziomie wymagań podstawowych największą łatwość osiągnęły umiejętności opisane standardami: II.3 i III.3 oraz II.1 i III.4. Są to następujące umiejętności:

- II.3 – zdający dokonuje krytycznej selekcji i oceny informacji;
- III.3 – zdający buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk;
- II.1 – zdający odczytuje i analizuje informacje podane w formie tekstu o tematyce fizycznej lub astronomicznej, tabel, wykresów, schematów i rysunków;
- III.4 – zdający planuje proste doświadczenia i analizuje opisane wyniki doświadczeń.

Wydaje się jednak, że wyniki w standardach II.3 i III.4 są tylko przypadkowo dobre – w zestawie zadań w arkuszu można było zdobyć za te umiejętności tylko pojedyncze punkty. Typowy dla nauczania fizyki w Polsce jest standard II.4 – czyli zdający: przetwarza informacje według podanych zasad:

- a) na podstawie podanych i posiadanych informacji, 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.

Łatwość tych umiejętności wynosi około 60%, co można uznać za wynik zadowalający.

Najslabiej wypadły umiejętności opisane standardami I.1 i I.2 oraz III.1:

- I.1 – zdający posługuje się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk;
- I.2 – zdający na podstawie znanych zależności i praw wyjaśnia przebieg zjawisk oraz wyjaśnia zasadę działania urządzeń technicznych;
- III.1 – zdający interpretuje informacje zapisane w postaci: tekstu, tabel, wykresów i schematów.

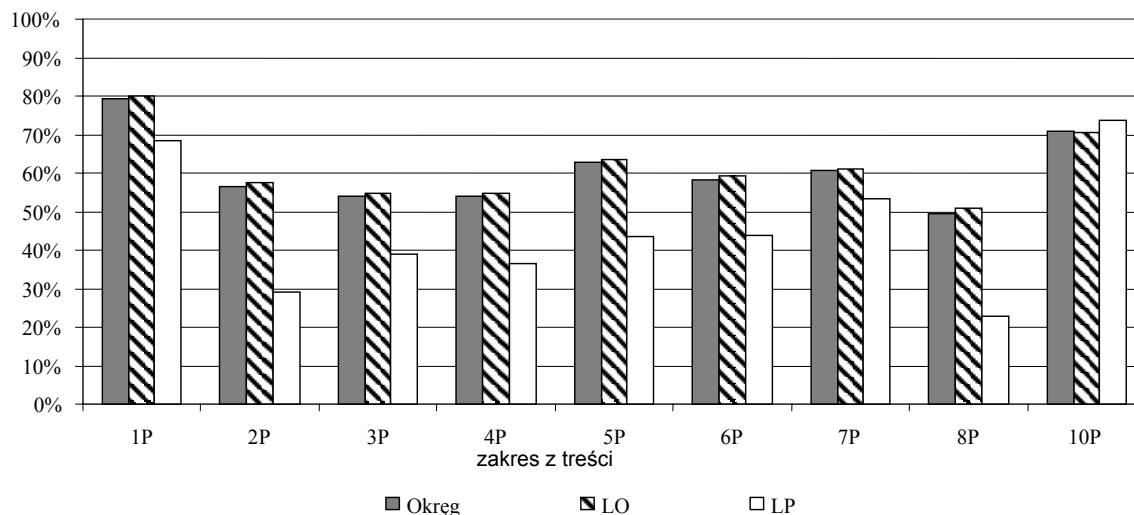
Porównanie wyników liceów ogólnokształcących i liceów profilowanych pokazuje, że w każdym ze standardów wyniki tych ostatnich są niższe.

Jeżeli przyjrzymy się wynikom części rozszerzonej, to zauważamy, że wszystkie wskaźniki są wyraźnie niższe. Najwięcej punktów można było otrzymać za umiejętności opisane standardem I., czyli posługiwanie się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania i wyjaśniania zjawisk oraz standardem II.4 (cytowany wyżej). Różnice pomiędzy łatwościami standardów nie są jednak drastyczne.

Analiza osiągnięć zdających w zakresie poszczególnych umiejętności

Poziom podstawowy

Wykres 9. Porównanie łatwości obszarów podstawy programowej
w poziomie podstawowym



Analiza wykresu pokazuje, że różnice w opanowaniu poszczególnych obszarów podstawy programowej nie są duże. Najłatwiejsze dla zdających to:

Ruch, jego powszechność i względność. Pojęcie ruchu w historii filozofii i w naukach przyrodniczych. Ruch w różnych układach odniesienia. Maksymalna szybkość przekazu informacji w przyrodzie. Efekty relatywistyczne.

oraz:

Narzędzia współczesnej fizyki i ich rola w badaniu mikro- i makroświata. Laboratoria i metody badawcze współczesnych fizyków. Współczesne obserwatoria astronomiczne. Osiągnięcia naukowe minionego wieku i ich znaczenie.

W tym drugim przypadku wynik może zaskakiwać – ale był tu do zdobycia tylko 1 punkt.

Najwięcej punktów mogli otrzymać zdający za:

2. Oddziaływania w przyrodzie. Rodzaje oddziaływań w mikro- i makroświecie. Pola sił i ich wpływ na charakter ruchu.

3. Makroskopowe własności materii a jej budowa mikroskopowa. Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody, ruch drgający (amplituda, okres, częstotliwość, przemiany energii). Mikroskopowe modele ciał makroskopowych o różnorodnych własnościach mechanicznych, elektrycznych, magnetycznych i optycznych oraz ich zastosowanie w urządzeniach codziennego użytku.

6. Energia i jej przemiany, transport energii. Przegląd poznanych form energii. Równoważność masy i energii. Elementy fizyki jądrowej. Energetyka jądrowa, reaktor a broń jądrowa. Promieniotwórczość, jej zastosowania i zagrożenia. Transport energii w ruchu falowym. Konwekcja, przewodnictwo cieplne. Przewodnictwo elektryczne.

Dokładna analiza wyników poszczególnych zadań w arkuszu I prowadzi do wniosku, że najlepiej opanowane umiejętności z poziomu podstawowego to:

- wskazywanie sił w ruchu po okręgu;
- interpretacja relacji pomiędzy przyspieszeniem grawitacyjnym a długością wahadła;
- korzystanie z zasady zachowania energii;
- korzystanie z zasady zachowania ładunku w reakcjach jądrowych;
- stosowania zasady względności ruchu i obliczania prędkości względnej;
- rysowania wykresów 2 zależności fizycznych i obliczania na ich podstawie parametrów zależności;
- podania zastosowań laserów;
- opisywania i stosowania zasad analizy widmowej;
- planowania prostego doświadczenia (przewodnictwo cieplne).

Umiejętności słabo opanowane przez zdających na poziomie podstawowym to:

- stosowanie zasady zachowania pędu;
- określanie i wyjaśnianie wpływu pola na charakter ruchu;
- wyjaśnianie przebiegu zjawisk magnetycznych;
- obliczanie pracy i sprawności silnika na podstawie wykresu $p(V)$;
- podawanie rodzajów nośników ładunku w półprzewodnikach oraz wpływu temperatury na opór przewodników i półprzewodników;
- rysowanie obrazów powstających przy użyciu soczewki i podawanie cech tych obrazów.

Obecność ostatniego punktu jest trochę zaskakująca – tego typu umiejętności zazwyczaj są dobrze opanowane przez uczniów.

W Arkuszu II zdający mógł otrzymać 23 punkty za treści zawarte w wymaganiach podstawowych i 27 punktów za treści z zakresu wymagań rozszerzonych.

Z zakresu podstawowego były to:

2. Oddziaływania w przyrodzie. Rodzaje oddziaływań w mikro- i makroświecie. Pola sił i ich wpływ na charakter ruchu.

5. Światło i jego rola w przyrodzie. Światło jako fala, długość fali, szybkość rozchodzenia się fali, interferencja i dyfrakcja, widmo fal elektromagnetycznych, barwa, odbicie i załamanie światła, rozszczepienie światła białego, polaryzacja światła. Kwantowy model światła, zjawisko fotoelektryczne i jego zastosowania. Budowa atomu, analiza spektralna, laser i jego zastosowania.

6. Energia i jej przemiany, transport energii. Przegląd poznanych form energii. Równoważność masy i energii. Elementy fizyki jądrowej. Energetyka jądrowa, reaktor a broń jądrowa. Promieniotwórczość, jej zastosowania i zagrożenia. Transport energii w ruchu falowym. Konwekcja, przewodnictwo cieplne. Przewodnictwo elektryczne.

7. Budowa i ewolucja Wszechświata. Czas – przestrzeń – materia – energia. Cząstki elementarne a historia Wszechświata. Obserwacyjne podstawy kosmologiczne. Galaktyki i ich układy. Ewolucja gwiazd.

Z treści rozszerzonych były to:

1. Ruch i siły. Matematyczny opis ruchu w jednym i dwóch wymiarach. Przyczyny zmian ruchu. Opory ruchu. Ruch postępowy i obrotowy. Energia mechaniczna. Zasady zachowania w mechanice.

3. Obwody prądu stałego. Przemiany energii w obwodach prądu stałego.

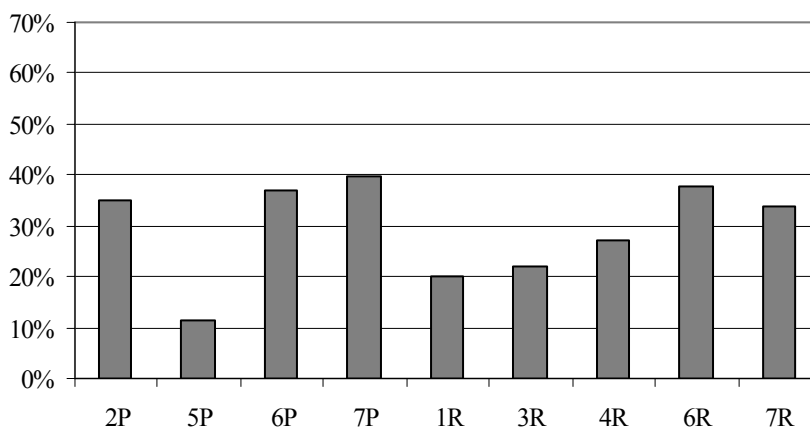
4. Pole elektromagnetyczne. Indukcja elektromagnetyczna. Obwody prądu przemiennego z pojemnością i indukcją. Źródła napięcia. Elektryczne obwody drgające. Fale elektromagnetyczne i ich własności.

6. Zjawiska termodynamiczne. Zasady termodynamiki, ich statystyczna interpretacja oraz zastosowania. Opis przemian gazowych. Przejścia fazowe.

7. Zjawiska hydrostatyczne i aerostatyczne. Opis zjawisk hydrostatycznych oraz przykłady ich wykorzystania.

Poniższy wykres przedstawia łatwości poszczególnych punktów podstawy programowej:

Wykres 10. Łatwości obszarów podstawy programowej części rozszerzonej egzaminu.



Jak należało oczekiwać, punkty z zakresu podstawowego mają wyższą łatwość niż cały arkusz. Zaskakiwać może tylko słaby wynik punktu 5, który ma łatwość 11%, gdy tymczasem ten sam punkt w wynikach Arkusza I ma łatwość 64%. Są to jednak inne zagadnienia: w Arkuszu I zadania dotyczyły optyki geometrycznej i falowej, a w Arkuszu II były to zagadnienia związane z korpuskularną naturą światła i zjawiskiem fotoelektrycznym. W poprzedniej podstawie programowej zagadnienia te nie występowały i przypuszczalnie nie weszły jeszcze do praktyki szkolnej (mimo, iż są obowiązujące).

Po analizie wyników poszczególnych zadań w Arkuszu II (wykres 2) można stwierdzić, że najlepiej (nie oznacza to, że dobrze) opanowane umiejętności z poziomu rozszerzonego to:

- opisywanie przedstawionych reakcji jądrowych;
- obliczanie wartości przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni ciała niebieskiego (to jest wymaganie podstawowe);
- analizy i porównywania danych przedstawionych na wykresach.

Lista umiejętności słabo opanowanych z poziomu rozszerzonego jest niestety dłuższa:

- rysowanie sił działających na układ ciał zawierający obracającą się bryłę;
- obliczanie przyspieszeń i sił w ruchu obrotowym ciał;
- zapisywanie zależności dla prądów zmiennych i obliczanie wielkości charakterystycznych dla prądów zmiennych;
- opisywanie przemian energii w elektrycznym układzie drgającym LC;
- analiza wykresów natężenia prądu fotoelektrycznego i odczytywanie parametrów tego prądu;
- stosowanie i interpretacja równania Einsteina–Millikana;
- opisywanie ruchu cząstek w niejednorodnym polu elektrycznym;
- stosowanie prawa Kirchhoffa do obwodów z elementami nieliniowymi (nie spełniającymi prawa Ohma).

4. Wnioski końcowe

Tegoroczna matura z fizyki i astronomii była dla uczniów, szkół, nauczycieli (występujących również w roli egzaminatorów zewnętrznych) poważną próbą. Wyniki są dobre (wysoka zdawalność), choć średnie wyniki, zwłaszcza w poziomie rozszerzonym, mogłyby być lepsze. O przyczynach tego stanu rzeczy można przeczytać wyżej. Trzeba chyba uświadamiać osoby i instytucje odpowiedzialne za wyniki szkół i uczniów, że wybór arkusza rozszerzonego w sytuacji, gdy nie ma przewidzianych godzin na prawidłową realizację zagadnień znajdujących się w podstawie programowej nie może prowadzić do

dobrych wyników, podobnie jak stosowanie dla nauczania fizyki i astronomii siatek minimalnych (w rozbiciu w dodatku na pojedyncze godziny w tygodniowym planie lekcji) prowadzi do bardzo słabych wyników również w poziomie podstawowym. Potrzebna jest mobilizacja wszystkich stron procesu dydaktycznego (i nauczycieli i uczniów), aby tę skromną siatkę godzin wykorzystać maksymalnie. Szanse na to, że wyniki z roku na rok będą lepsze, są duże.