

# Fizyka i astronomia

05 CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA  
Artykuł zawartości chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu

PISUJE ZDAJĄCY

PESEL

Miejsce na naklejkę z kodem

Miejsce na naklejkę z kodem

MINI MATURALNY  
KI I ASTRONOMII  
ROZSZERZONY

MAJ 2014

Czas pracy:  
150 minut

Liczba punktów  
do uzyskania: 60

MFA-R1\_1P-142

**Opracowanie**

dr Jerzy Brojan (Centralna Komisja Egzaminacyjna)  
Jan Sawicki (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Krakowie)  
Sławomir Sapanowski (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łodzi)

**Opieka merytoryczna**

dr Marcin Smolik (Centralna Komisja Egzaminacyjna)  
dr Wioletta Kozak (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

**Opracowanie techniczne**

Bartosz Kowalewski (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

**Współpraca**

Beata Dobrosielska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)  
Agata Wiśniewska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)  
Wydziały Badań i Analiz okręgowych komisji egzaminacyjnych

**Opracowanie dla województwa śląskiego**

Krzysztof Słomczyński (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Jaworznie)  
dr Romana Patyk (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Jaworznie)

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Jaworznie**

ul. Mickiewicza 4, 43-600 Jaworzno  
tel. 32 616 33 99, 32 616 28 14  
e-mail: oke@oke.jaworzno.pl  
www.oke.jaworzno.pl

## Spis treści

POZIOM PODSTAWOWY .....	4
1. Opis arkusza .....	4
2. Dane dotyczące populacji zdających w województwie śląskim .....	4
3. Przebieg egzaminu w województwie śląskim .....	5
4. Podstawowe dane statystyczne dla wyników w województwie śląskim .....	6
Wyniki zdających .....	6
Poziom wykonania zadań .....	7
POZIOM ROZSZERZONY .....	9
1. Opis arkusza .....	9
2. Dane dotyczące populacji zdających w województwie śląskim .....	9
3. Przebieg egzaminu w województwie śląskim .....	10
4. Podstawowe dane statystyczne dla wyników w województwie śląskim .....	11
Wyniki zdających .....	11
Poziom wykonania zadań .....	12
KOMENTARZ DO WYNIKÓW OGÓLNOPOLSKICH .....	14
1. Analiza jakościowa zadań .....	14
Poziom podstawowy .....	14
Poziom rozszerzony .....	15
2. Przykład opisu zjawiska przez zdających .....	16
3. Podsumowanie .....	18

## Poziom podstawowy

### 1. Opis arkusza

Arkusz egzaminacyjny z fizyki i astronomii na poziomie podstawowym składał się z 10 zadań zamkniętych wielokrotnego wyboru oraz 11 zadań otwartych. Zadania sprawdzały wiadomości oraz umiejętności określone w standardach wymagań dla poziomu podstawowego, m.in. rozumienie podstawowych pojęć i zależności fizycznych, opisywanie i analizowanie zjawisk fizycznych, obliczanie wielkości fizycznych, odczytywanie i analizowanie informacji zawartej w tekście lub na wykresie, rysowanie wykresów, budowanie prostych modeli fizycznych, planowanie doświadczeń oraz analizowanie przedstawionych wyników doświadczenia.

Podczas rozwiązywania zadań zdający mogli korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych.

Za rozwiązanie wszystkich zadań zdający mógł otrzymać 50 punktów (10 punktów za zadania zamknięte oraz 40 punktów za zadania otwarte).

### 2. Dane dotyczące populacji zdających w województwie śląskim

Tabela 1. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym\*

Liczba zdających		1035
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu w wersji standardowej	z liceów ogólnokształcących	572
	z liceów profilowanych	3
	z techników	459
	z liceów uzupełniających	0
	z techników uzupełniających	1
	ze szkół publicznych	1006
	ze szkół niepublicznych	29
	ze szkół na wsi	8
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	56
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	366
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	605
	kobiety	203
	mężczyźni	832

\* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono x osób – laureatów i finalistów Olimpiady Fizycznej.

Tabela 2. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych

Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach w wersji dostosowanej	z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera	1
	słabowidzący	0
	niewidomi	1
	słabosłyszący	0
	niesłyszący	0
	<b>Ogółem</b>	<b>2</b>

Do egzaminu przystąpili również absolwenci z lat ubiegłych, którzy dotychczas nie uzyskali świadectwa dojrzałości, oraz tacy, którzy uzyskali świadectwo dojrzałości we wcześniejszych latach, a w maju 2014 r. przystąpili ponownie do egzaminu maturalnego w celu podwyższenia wyniku egzaminacyjnego albo uzyskania wyniku z fizyki i astronomii jako nowego przedmiotu dodatkowego.

### 3. Przebieg egzaminu w województwie śląskim

Tabela 3. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu

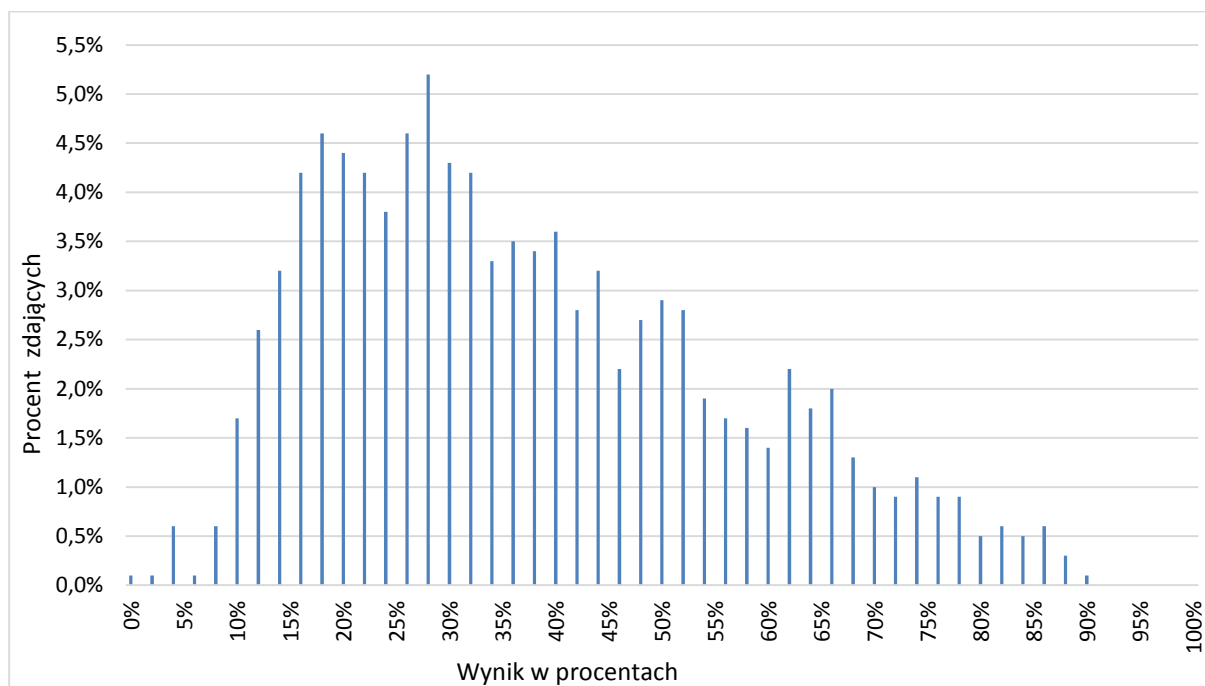
Termin egzaminu			8 maja 2014 r.
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego			120 minut
Liczba szkół			228
Liczba zespołów egzaminatorów*			3
Liczba egzaminatorów*			54
Liczba obserwatorów <sup>1</sup> (§ 143)			0
Liczba unieważnień <sup>1</sup>	w przypadku:		
	§ 99 ust. 1	stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
		wniesienia lub korzystania przez zdającego w sali egzaminacyjnej z urządzenia telekomunikacyjnego	0
		zakłócenia przez zdającego prawidłowego przebiegu części egzaminu w sposób utrudniający pracę pozostałym zdającym	0
	§ 99 ust. 2	stwierdzenia podczas sprawdzania pracy niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
	§ 146 ust. 3	stwierdzenia naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu	0
Liczba wglądów <sup>1</sup> (§107)			4

\* Dane dotyczą obu poziomów egzaminu (podstawowego i rozszerzonego) łącznie.

<sup>1</sup> Na podstawie rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków i sposobu oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy oraz przeprowadzania sprawdzianów i egzaminów w szkołach publicznych (Dz.U. nr 83, poz. 562, ze zm.)

#### 4. Podstawowe dane statystyczne dla wyników w województwie śląskim

##### Wyniki zdających



Wykres 1. Rozkład wyników zdających

Tabela 4. Wyniki zdających – parametry statystyczne\*

Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
1035	0	90	34	28	37	19

\* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

**Poziom wykonania zadań**

Tabela 5. Poziom wykonania zadań

Nr zad.	Obszar standardów	Sprawdzana umiejętność	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
1.	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie prędkości względnej	64	65
2.	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	80	81
3.	Korzystanie z informacji	Analizowanie informacji przedstawionych w formie tekstu	56	55
4.	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie transportu energii w ruchu falowym	76	78
5.	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie równania Clapeyrona	55	59
6.	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie wpływu pól na ruch ciał	31	32
7.	Wiadomości i rozumienie	Analizowanie zjawiska odbicia światła Zastosowanie równania zwierciadła	32	34
8.	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie sposobów uzyskiwania światła spolaryzowanego	53	59
9.	Wiadomości i rozumienie	Analizowanie zjawiska załamania światła	23	25
10.	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie prawa rozpadu promieniotwórczego	48	50
11.1	Wiadomości i rozumienie Korzystanie z informacji	Obliczanie prędkości w ruchu jednostajnie zmiennym Rysowanie wykresu zależności dwóch wielkości	76	78
11.2	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał Analizowanie ruchu ciał w układzie nieinercyjnym	22	22
12.1	Wiadomości i rozumienie	Posługiwanie się pojęciem energii potencjalnej	50	50
12.2	Wiadomości i rozumienie	Posługiwanie się pojęciami energii kinetycznej i potencjalnej	40	41
13	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie zjawiska przewodnictwa metali	21	22
14.1	Tworzenie informacji	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych	19	20
14.2	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	14	12
14.3	Korzystanie z informacji	Zastosowanie III prawa Keplera	30	30
15.1	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie ruchu drgającego	47	51
15.2	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasady zachowania energii mechanicznej do ruchu prostoliniowego	40	41

Nr zad.	Obszar standardów	Sprawdzana umiejętność	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
15.3	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	25	27
16	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	33	36
17.1	Tworzenie informacji	Analizowanie opisanych wyników doświadczeń	22	15
17.2	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie równania stanu gazu doskonałego do wyznaczania parametrów gazu	20	19
18.1	Wiadomości i rozumienie	Posługiwanie się pojęciami pozwalającymi na zrozumienie narzędzi pracy współczesnego fizyka	56	58
18.2	Tworzenie informacji	Planowanie prostych doświadczeń	25	26
19	Tworzenie informacji	Budowanie prostych modeli fizycznych do opisu zjawisk	31	35
20.1	Korzystanie z informacji	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresu Selekcjonowanie i ocena informacji	16	16
20.2	Korzystanie z informacji Wiadomości i rozumienie	Analizowanie informacji podanych w formie wykresu i tekstu Posługiwanie się pojęciem zdolności skupiającej	10	11
21.1	Wiadomości i rozumienie	Analizowanie reakcji rozszczepienia jąder	36	40
21.2	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych	40	41



## Poziom rozszerzony

### 1. Opis arkusza

Arkusz egzaminacyjny z fizyki i astronomii na poziomie rozszerzonym składał się z 7 zadań tematycznych złożonych z części sprawdzających różne umiejętności. Zadania te obejmowały szerszy zakres zagadnień, niż na poziomie podstawowym, oraz wymagały pogłębionych umiejętności, zgodnie ze standardami wymagań dla poziomu rozszerzonego. Wyższe były zwłaszcza wymagania dotyczące interpretowania informacji czerpanej z wykresów, tekstów, schematów i tabel, budowania modeli oraz formułowania i uzasadniania opinii i wniosków.

Podczas rozwiązywania zadań zdający mogli korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych. Za rozwiązanie wszystkich zadań zdający mógł otrzymać 60 punktów.

### 2. Dane dotyczące populacji zdających w województwie śląskim

Tabela 1. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym

Liczba zdających		630
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu w wersji standardowej	z liceów ogólnokształcących	594
	z liceów profilowanych	0
	z techników	36
	z liceów uzupełniających	0
	z techników uzupełniających	0
	ze szkół publicznych	600
	ze szkół niepublicznych	30
	ze szkół na wsi	7
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	7
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	209
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	407
	kobiety	153
	mężczyźni	477

Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 3 osoby – laureatów i finalistów Olimpiady Fizycznej.

Tabela 2. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych

Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach w wersji dostosowanej	z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera	0
	słabowidzący	2
	niewidomi	0
	słabosłyszący	0
	niesłyszący	0
	<b>Ogółem</b>	<b>2</b>

Do egzaminu przystąpili również absolwenci z lat ubiegłych, którzy dotychczas nie uzyskali świadectwa dojrzałości, oraz tacy, którzy uzyskali świadectwo dojrzałości we wcześniejszych latach, a w maju 2014 r. przystąpili ponownie do egzaminu maturalnego w celu podwyższenia wyniku egzaminacyjnego albo uzyskania wyniku z fizyki i astronomii jako nowego przedmiotu dodatkowego.

### 3. Przebieg egzaminu w województwie śląskim

Tabela 3. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu

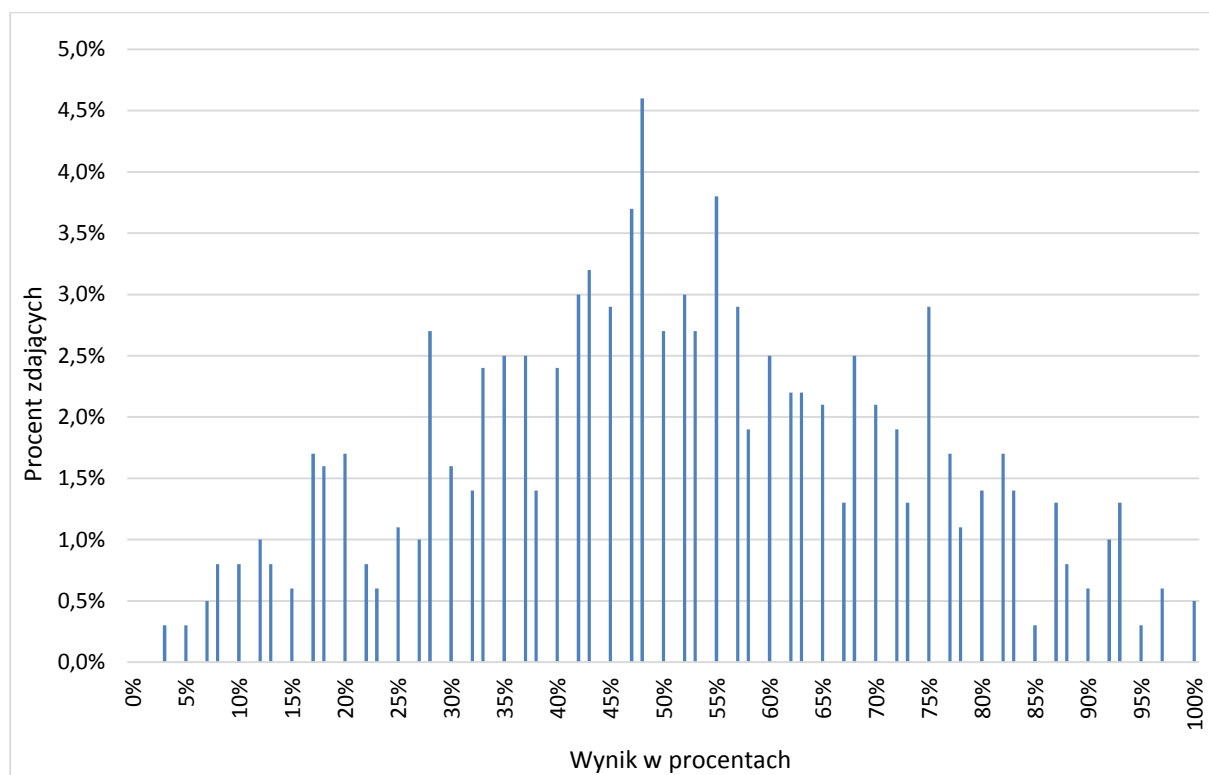
Termin egzaminu			8 maja 2014 r.
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego			150 minut
Liczba szkół			105
Liczba zespołów egzaminatorów*			3
Liczba egzaminatorów*			54
Liczba obserwatorów <sup>1</sup> (§ 143)			0
Liczba unieważnień <sup>1</sup>	w przypadku:		
	§ 99 ust. 1	stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
		wniesienia lub korzystania przez zdającego w sali egzaminacyjnej z urządzenia telekomunikacyjnego	0
		zakłócenia przez zdającego prawidłowego przebiegu części egzaminu w sposób utrudniający pracę pozostałym zdającym	0
	§ 99 ust. 2	stwierdzenia podczas sprawdzania pracy niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
	§ 146 ust. 3	stwierdzenia naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu	0
Liczba wglądów <sup>1</sup> (§107)			8

\* Dane dotyczą obu poziomów egzaminu (podstawowego i rozszerzonego) łącznie.

<sup>1</sup> Na podstawie rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków i sposobu oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy oraz przeprowadzania sprawdzianów i egzaminów w szkołach publicznych (Dz.U. nr 83, poz. 562, ze zm.)

#### 4. Podstawowe dane statystyczne dla wyników w województwie śląskim

##### Wyniki zdających



Wykres 2. Rozkład wyników zdających

Tabela 4. Wyniki zdających – parametry statystyczne\*

Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
630	3	100	50	48	51	21

\* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

**Poziom wykonania zadań**

Tabela 5. Poziom wykonania zadań

Nr zad.	Obszar standardów	Sprawdzana umiejętność	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
1.1	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	76	79
1.2	Korzystanie z informacji Tworzenie informacji	Rysowanie wykresu Interpretowanie informacji zapisanej w postaci wykresu	65	67
2.1	Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku	92	93
2.2	Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku	43	48
2.3	Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji zapisanej w postaci tekstu i schematu	33	35
2.4	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie oporu przewodnika na podstawie danego oporu właściwego i wymiarów geometrycznych Zastosowanie prawa Ohma	45	51
2.5	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie wartości siły elektrodynamicznej	56	58
2.6	Tworzenie informacji	Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków	54	53
3.1	Korzystanie z informacji Wiadomości i rozumienie	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku Opisywanie przejścia światła przez siatkę dyfrakcyjną	23	30
3.2	Korzystanie z informacji Tworzenie informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku Analizowanie opisanych wyników doświadczeń	51	58
3.3	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie zjawiska polaryzacji	19	25
4.1	Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji zapisanych w postaci tabeli	63	67
4.2	Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku	85	88
4.3	Korzystanie z informacji Tworzenie informacji	Zastosowanie prawa Ohma Interpretowanie informacji zapisanych w postaci tabeli	76	77
4.4	Tworzenie informacji	Budowanie modeli matematycznych	33	32
4.5	Korzystanie z informacji	Analizowanie informacji podanych w formie wykresu	71	76
4.6	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie mocy prądu stałego i sprawności przetwarzania energii w obwodach prądu stałego	40	43

Nr zad.	Obszar standardów	Sprawdzana umiejętność	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
5.1	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	58	64
5.2	Wiadomości i rozumienie Tworzenie informacji	Zastosowanie zasad zachowania pędu i energii Budowanie modeli matematycznych	14	16
5.3	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych	55	62
5.4	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie energii w polu elektrostatycznym	17	24
6.1	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	76	81
6.2	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie okresu drgań wahadła matematycznego	78	85
6.3	Tworzenie informacji	Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk	20	24
6.4	Wiadomości i rozumienie	Analizowanie II prędkości kosmicznej	62	65
7.1	Wiadomości i rozumienie Tworzenie informacji	Opisywanie zjawiska Dopplera dla fali akustycznej Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków	48	52
7.2	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	71	73
7.3	Tworzenie informacji	Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków	36	37

## Komentarz do wyników ogólnopolskich

Wyniki egzaminu, zarówno na poziomie podstawowym, jak i rozszerzonym, wskazują, że tegoroczny egzamin maturalny z fizyki i astronomii był egzaminem trudnym. Do egzaminu z fizyki i astronomii przystąpiło 8% tegorocznych maturzystów. Wyniki na obu poziomach, a także udział zdających w różnych typach szkół są bardzo zbliżone do danych z 2013 roku.

Wśród zdających egzamin z fizyki i astronomii na poziomie podstawowym absolwenci techników stanowią 36%, co jest wartością nieco wyższą od udziału absolwentów techników w ogólnej liczbie maturzystów (30%). Bardzo mała jest natomiast liczba absolwentów techników przystępujących do egzaminu na poziomie rozszerzonym (tylko 4% liczby wszystkich zdających na tym poziomie). Średnie wyniki w technikach są znacznie niższe niż w liceach ogólnokształcących, np. na poziomie podstawowym absolwenci techników uzyskali 27% maksymalnej liczby punktów, podczas gdy w liceach ten wynik wyniósł 43%. Wszystkie te dane nie zmieniały się znacząco w ciągu ostatnich lat.

### 1. Analiza jakościowa zadań

#### Poziom podstawowy

Na poziomie podstawowym najłatwiejszymi zadaniami (poziom wykonania powyżej 70%) były zadania zamknięte 2. i 4. oraz zadanie otwarte 11.1. Wymagały one odpowiednio zastosowania II zasady dynamiki, elementarnej wiedzy o rozchodzeniu się dźwięku oraz sporządzenia wykresu prędkości ciała w zależności od czasu. Pozytywnie należy też ocenić wynik 56% osiągnięty w zadaniu 18.1, które wymagało wiedzy przekrojowej – dobrania metod doświadczalnych do celów doświadczeń.

Bardzo trudne (poziom wykonania niższy niż 20%) okazały się zadania 14.1, 14.2, 20.1 oraz 20.2. Spośród nich tylko zadanie 14.1 wymagało pogłębionej (choć typowej) analizy fizycznej i zostało zakwalifikowane do obszaru standardów „Tworzenie informacji”. Należało tu zauważyć tożsamość siły grawitacji oraz siły dośrodkowej, dokonać wyboru wzorów opisujących wartości tych sił, a następnie wyprowadzić wskazaną zależność. Niestety, zdający najczęściej wypisywali wszelkie możliwe wzory związane z grawitacją i ruchem planet, po czym w dość przypadkowy sposób przekształcali je, próbując otrzymać właściwą relację.

W zadaniu 14.2 należało obliczyć iloraz dwóch wielkości opisanych podanym wzorem. Zasadniczą trudnością, którą zdający musiał pokonać w zadaniu 20.1, było odczytanie z wykresu dwóch wartości współczynnika załamania, porównanie ich oraz powiązanie z ogniskową soczewki.

Najtrudniejszym zadaniem w arkuszu okazało się zadanie 20.2, które wymagało tylko elementarnej wiedzy na temat zdolności skupiającej soczewki. Zdający nie uwzględniali podanej wcześniej informacji (*ogniskowa dwuwypukłej soczewki wykonanej z danego gatunku szkła ma dla światła czerwonego większą wartość niż dla światła niebieskiego*), a przy obliczaniu zdolności skupiającej stosowali niewłaściwe jednostki lub zupełnie je pomijali.

Niewiele wyższe wyniki (poziom wykonania 20–23%) uzyskano w zadaniach 9., 11.2, 13., 17.1 oraz 17.2. Zauważmy, że zadanie 9. wymagało wyboru jednej spośród 4 możliwych odpowiedzi, zatem losowanie powinno dać poziom wykonania 25%. Przyczyną jeszcze słabszego wyniku było zapewne to, że mając dwie dane liczby zdający koniecznie pragnęli wykorzystać obie (np. obliczyć iloraz), podczas gdy w rzeczywistości tylko jedna była istotna. Najpierw trzeba zrozumieć sens zadania, a dopiero potem wykonywać obliczenia!

Z pozostałych wyżej wymienionych zadań tylko 17.1 – podobnie, jak 14.1 – wymagało głębszej analizy i zostało zakwalifikowane do wyższego obszaru standardów. Wszystkie jednak są typowe, wielokrotnie spotykane na stronach podręczników i na lekcjach fizyki.

**Poziom rozszerzony**

Na poziomie rozszerzonym najłatwiejszymi okazały się zadania 2.1, 4.2 oraz 6.2, których poziom wykonania zawierał się w przedziale 78–92%. Dwa pierwsze z nich polegały na uzupełnieniu rysunku i mieściły się w zakresie wymagań dla poziomu podstawowego (co do 4.2 – nawet w zakresie gimnazjum), a zadanie 6.2 było prostym sprawdzeniem danego wyniku obliczenia okresu wahadła.

Do łatwych (poziom wykonania powyżej 70%) zaliczają się także zadania 1.1 (przekształcenie podanego wzoru na siłę oporu powietrza i obliczenie prędkości), 4.3 (zastosowanie prawa Ohma i interpretacja liczb przedstawionych w postaci tabeli), 4.5 (uzasadnienie tezy na podstawie danych wykresów), 6.1 (obliczenie przyspieszenia grawitacyjnego) i 7.2 (obliczenie prędkości źródła dźwięku na podstawie odbieranej częstotliwości). Szczególnie godny odnotowania jest dobry wynik w zadaniu 4.3, częściowo należącym do obszaru standardów „Tworzenie informacji” i z tego względu – jak można by się spodziewać – stosunkowo trudnym.

Szczególnie trudne okazały się zadania 3.3, 5.2 i 5.4, których poziom wykonania zawierał się w przedziale 14–19%. Trudnymi dla zdających były również zadania 3.1, 4.4, 6.3 i 7.3, o poziomie wykonania od 20% do 33%.

Szczegółowa analiza wyników egzaminu i sprawdzanych obszarów materiału nie pozwala jednoznacznie stwierdzić, które punkty podstawy programowej zostały słabiej, a które lepiej opanowane przez zdających. Główna trudność napotykana podczas rozwiązywania zadań polegała raczej na słabym opanowaniu niektórych sprawdzanych umiejętności. Najtrudniejszymi dla zdających okazały się zadania wymagające złożonych obliczeń (zadania 5.4 i 6.3), a zwłaszcza rozwiązywania układów równań (zadania 4.4 i 5.2). Ponadto – tak jak w roku 2013 – wśród trudnych znalazło się zadanie wymagające znajomości jednostek natężenia dźwięku i umiejętności posługiwania się logarytmami (zadanie 7.3). Zaskoczeniem jest natomiast niski poziom wykonania zadania 3.3, w którym należało jedynie wykazać się elementarną wiedzą na temat polaryzacji fal.

Zadanie 3.1 zawiera opis doświadczenia z siatką dyfrakcyjną. To zagadnienie występuje prawie co roku w arkuszach egzaminacyjnych, a mimo to zdający bardzo często nie potrafili narysować we właściwym położeniu przesłony oraz poprawnego biegu promieni czerwonych i niebieskich. Dużą trudność sprawiło także zaznaczenie na rysunku wielkości niezbędnych do wyznaczenia długości fali, zapisanie wzorów wiążących kąty z zaznaczonymi wielkościami, czy też zapisanie wzorów na najmniejszą i największą długość fali. Wskazuje to na niedostateczne opanowanie tego zakresu materiału i słabe rozumienie zjawisk dyfrakcji i interferencji światła, a przede wszystkim na brak wykonywania doświadczeń podczas lekcji lub co najmniej szczegółowego omówienia tych zjawisk. Odnotujmy, że całe zadanie 3 mieści się w zakresie wymagań dla poziomu podstawowego.

Innym powtarzającym się od wielu lat typem zadania jest zad. 1.2, zawierające polecenie wykonania wykresu. Choć tutaj wynik był znacznie lepszy od wyników zadań wymienionych powyżej, można dostrzec szereg typowych błędów. Nierzadko zdający zamieniali osie, nie zwracając uwagi na polecenie i na związki przyczynowo-skutkowe w opisanej sytuacji (wykazywali, że kwadrat prędkości ciała zależy od siły oporu, a nie odwrotnie) lub błędnie opisywali i skalowali wykresy. Mimo będącej do dyspozycji linijki, wykresy wykonywane były często niestarannie, a ich rozmiary były zbyt małe, chociaż w arkuszu przygotowano dostatecznie dużo miejsca.

W wielu zadaniach należało sprawdzić lub uzasadnić postawioną tezę (m.in. zad. 4.1, 4.3 i 4.5). Tu metody sprawdzenia lub obliczenia prowadzące do wniosku zdającego były często poprawne, ale brakowało uzasadnienia, komentarza do obliczeń lub wniosku końcowego. Wykonując obliczenia (np. w zad. 5.1 i 5.4), niektórzy zdający nie dokonywali oceny otrzymanego wyniku i bezkrytycznie przyjmowali wynik różniący się nawet o 10 rzędów wielkości od wartości prawidłowej.



## 2. Przykład opisu zjawiska przez zdających

Przyjrzyjmy się rozwiązaniom zadania 13. z poziomu podstawowego. Absolwent szkoły ponadgimnazjalnej powinien tu przeprowadzić analizę mikroskopową elektryzowania przez dotyk, polegającą na stwierdzeniu przepływu elektronów z listka i pręta na łaskę szklaną, oraz wyciągnąć wniosek o dodatnim naładowaniu elektroskopu i pałeczki.

Mimo tego, że zadanie odwoływało się do umiejętności i wiedzy z poziomu gimnazjum, okazało się trudne (poziom wykonania 21%). Niewielka część zdających udzieliła w pełni poprawnej odpowiedzi. Pomijamy pewną niedbałość językową i czasami znaczne odbieganie od treści polecenia, a zwracamy uwagę przede wszystkim na poprawność merytoryczną wypowiedzi. Przykłady takich rozwiązań zamieszczono poniżej.

ładunki ujemne przeszły na pałeczkę naładowaną dodatnio. Listek i ~~pręt~~ naładowały się dodatnio przez co się zaczęły odpychać ich ładunki to +

Podczas dotknięcia elektroskopu przez szklaną łaskę następuje przepływ ujemnego ładunku z elektroskopu na łaskę. Ładunki na elektroskopie ~~z łaski wyodrębniają się, pozostaje jedynie dodatni (+)~~ i łaska jest dodatni (+).

Listek i pręt naładowały się dodatnio, ponieważ ~~przez~~ szklana łaska przyjęła od nich elektrony, co zwiększyło ich ujemny ładunek. Po odłączeniu łaski ładunki dodatnie nadal przetrwały co powoduje przestanie w stanie odchylenia.

Do dotknięcia szklana łaska naładowana dodatnio. Ładunki naładowane ujemnie ~~przez~~ skłamały się z prątem i przy odłączeniu łaski dodatnio. Ładunki na łasce naładowane są jednoimienne, więc się odpychają.

Dodatnio naładowana szklana łaska odciąga z pręta elektrony, przez co sam pręt ładunek, a pręt zostaje naładowany dodatnio z powodu niedoboru elektronów. Listek także zostaje naładowany dodatnio, ~~przez co~~ co powoduje jego odchylenie się od pręta.

Znaczna część uczniów traciła punkt z powodu niedokładnej analizy przedstawionego procesu. Zauważali oni właściwy przepływ elektronów, ale niepoprawnie określali stan naładowania łaski lub listka elektroskopu po dotknięciu.



Łuska ma niedobór elektronów. Po dotknięciu elektryczny z elektroskopu przeskakuje na łuskę by ją zubożyć. Łuska staje się obciążona, natomiast listek elektroskopu naelektryzował się dodatnio.

po dotknięciu ~~do~~ łuski elektroskopu elektrony przeniosły się do łuski ładując przez elektroskop dodatnio. Listek nie zmienił swojego ładunku i pozostał neutralny.

Listek odchyłił się ponieważ ~~elektron~~ elektrony z prądu przesyły do łuski. W pobliżu łuski elektrony nie wzięły więc listek nadal był odchylony od prądu do niego naelektryzowany <sup>prętem</sup> ~~prętem~~. Ładunek listka ~~to~~ jest ujemny, a pręta dodatni.

Równie często zdarzały się poprawne odpowiedzi dotyczące znaku ładunku zgromadzonego na listku i pręcie, ale bez poprawnej analizy mikroskopowej.

Gdy dotknęliśmy górny węzeł elektroskopu dodatnio naładowaną szklaną łuską z obserwujemy odchYLENIE listka, ponieważ ~~prąd~~ <sup>prętem</sup> ~~prąd~~ <sup>prętem</sup> naładowuje się od dodatnio i odchyla.

Pojawiały się (na szczęście nieliczne) prace, w których błędnej analizie towarzyszyły błędne wnioski.

~~po dotknięciu do naładowanej patyczka dodatnio przez elektryczny~~  
~~zaczyna płynąć prąd (elektryczny). Następnie naelektryzowanie~~  
~~elektroskopu przez dotyk naładowanej dodatnio patyczka, listek~~  
~~elektryzuje się ujemnie, co prowadzi do jego odchYLENIA.~~  
~~Wzrost listek płynnie ładunek ujemny, a prąd przez dodatni.~~

Gdy zbliżymy łuskę szklaną do elektroskopu to zauważymy, że ona uginie się skutkiem przepływu elektronów z łuski do elektroskopu. Po dotknięciu łuski ~~to~~ listek jest już naładowany dodatnio i pozostał odchylony, a łuska otrzymała ładunek ujemny.

Należy wreszcie wspomnieć o grupie uczniów, którzy chyba nigdy (!) nie mieli do czynienia z tym doświadczeniem, ale – mimo braku wiedzy – próbowali odgadnąć odpowiedź. Warianty takich prac zamieszczono poniżej.

listek i ~~prost~~ prost uzyskany ładunek objęty

listek ujemny ładunek  
prost - dodatni. ładunek

listek <sup>wyskazy</sup> + ładunek ~~+~~ dodatni  
prost - ładunek ujemny

prost dostaje ładunek  $-e$   
elektronowy dostaje ładunek  $+e$

### 3. Podsumowanie

Dobre i skuteczne przygotowanie do egzaminu maturalnego z fizyki jest związane z nabyciem umiejętności dostrzegania związków przyczynowo-skutkowych, dokonywania analizy zjawisk i procesów fizycznych, a także krytycznej oceny danych i otrzymanych wyników. Jest to szczególnie ważne wobec zmian, jakie niesie nowa podstawa programowa kształcenia ogólnego. Również czytanie ze zrozumieniem tekstów popularnonaukowych lub opisu przebiegu zjawiska, a także znajomość metod doświadczalnych i praktycznych warunków przeprowadzania doświadczeń stają się umiejętnościami kluczowymi dla absolwentów szkół ponadgimnazjalnych przystępujących do egzaminu maturalnego z fizyki.

Jest rzeczą ważną, aby w nauczaniu fizyki nie polegać tylko na rozwiązywaniu zadań standardowych i powtarzających się na kolejnych egzaminach, ale wdrożyć umiejętności ogólne, pozwalające pokonać trudności nietypowe. Zdający nie powinien zaczynać od prób dopasowania zadania do zapamiętanego wzorca, ale wnikliwie przeczytać zadanie i – zwłaszcza przy rozwiązywaniu zadań złożonych – zaplanować kolejne etapy rozwiązania. Zgodnie z tym należy dokonać wyboru spośród danych wielkości, elementów rysunku lub innych informacji. Napisanie wzorów i wykonanie obliczeń powinno następować dopiero po wykonaniu tych kroków wstępnych. Oczywiście w procesie dydaktycznym nie można zapomnieć o kształtowaniu umiejętności podstawowych, takich jak sprawność rachunkowa, znajomość jednostek oraz wykorzystanie informacji podanej w różnych formach.

Ważną umiejętnością, którą należy kształtować, jest umiejętność formułowania merytorycznie poprawnych, spójnych i logicznych wypowiedzi. Błędy popełniane przez zdających często nie wynikają z braku wiadomości, ale są konsekwencją udzielania odpowiedzi niepełnych lub zbyt ogólnych, nieodpowiadających poleceniom zawartym w zadaniu.