

# **Województwo lubuskie**

## **Fizyka**

**Sprawozdanie z egzaminu maturalnego  
w roku 2014**

**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 lubuskiego****Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu**

Lidia Skibińska  
Jerzy Kraczkowski  
Michał Pawlak  
Jacek Pietrzak

**Centralna Komisja Egzaminacyjna**  
ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa  
tel. 022 536 65 00, fax 022 536 65 04  
e-mail: ckesekr@cke.edu.pl  
www.cke.edu.pl

## 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

Tabela 1. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym\*

Liczba zdających		435
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu w wersji standardowej	z liceów ogólnokształcących	260
	z liceów profilowanych	0
	z techników	175
	z liceów uzupełniających	0
	z techników uzupełniających	0
	ze szkół publicznych	423
	ze szkół niepublicznych	12
	ze szkół na wsi	0
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	121
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	142
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	172
	kobiety	109
	mężczyźni	326

\* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

Żaden uczeń nie miał uprawnień jako laureat i finalista olimpiady przedmiotowej, aby mógł być zwolniony z egzaminu.

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	0
	niewidomi	0
	słabosłyszący	0
	niesłyszący	0
<b>Ogółem</b>		<b>0</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

Tabela 3. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu

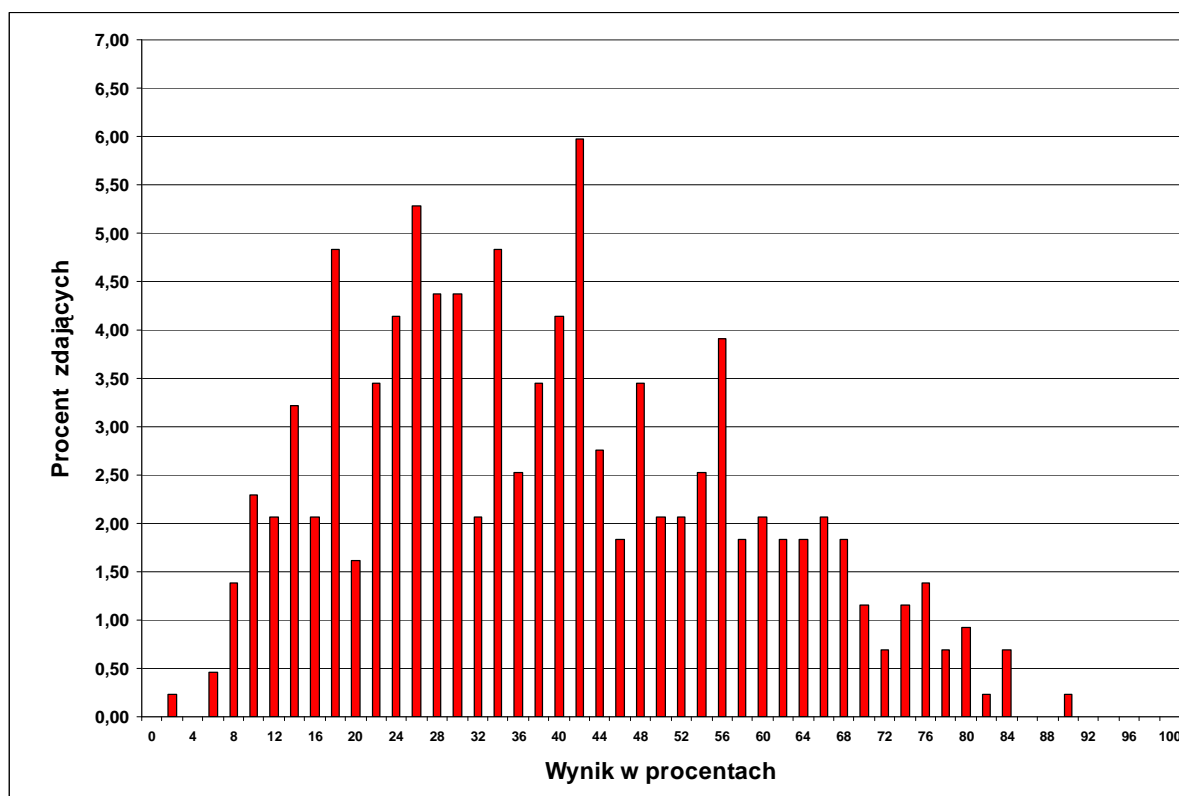
Termin egzaminu		8 maja 2014 r.	
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego		120 minut	
Liczba szkół		70	
Liczba zespołów egzaminatorów*		2	
Liczba egzaminatorów*		41	
Liczba obserwatorów <sup>1</sup> (§ 143)		1	
Liczba unieważnień <sup>1</sup>	w przypadku:		
	§ 99 ust. 1	stwierdzenia niesamodzielnego 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)		0	

\* 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

### Wyniki zdających



Wykres 1. Rozkład wyników zdających

Tabela 4. Wyniki zdających – parametry statystyczne\*

Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
435	2	90	38	42	39,01	18,75

\* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

### Poziom wykonania zadań

Tabela 5. Poziom wykonania zadań

Nr zad.	Obszar standardów	Sprawdzana umiejętność	Poziom wykonania zadania (%)
1.	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie prędkości względnej	68
2.	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	85
3.	Korzystanie z informacji	Analizowanie informacji przedstawionych w formie tekstu	62
4.	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie transportu energii w ruchu falowym	78

5.	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie równania Clapeyrona	52
6.	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie wpływu pól na ruch ciał	36
7.	Wiadomości i rozumienie	Analizowanie zjawiska odbicia światła Zastosowanie równania zwierciadła	30
8.	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie sposobów uzyskiwania światła spolaryzowanego	52
9.	Wiadomości i rozumienie	Analizowanie zjawiska załamania światła	23
10.	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie prawa rozpadu promieniotwórczego	54
11.1	Wiadomości i rozumienie Korzystanie z informacji	Obliczanie prędkości w ruchu jednostajnie zmiennym Rysowanie wykresu zależności dwóch wielkości	76
11.2	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał Analizowanie ruchu ciał w układzie nieinercyjnym	26
12.1	Wiadomości i rozumienie	Posługiwanie się pojęciem energii potencjalnej	53
12.2	Wiadomości i rozumienie	Posługiwanie się pojęciami energii kinetycznej i potencjalnej	35
13	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie zjawiska przewodnictwa metali	20
14.1	Tworzenie informacji	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych	26
14.2	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	19
14.3	Korzystanie z informacji	Zastosowanie III prawa Keplera	38
15.1	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie ruchu drgającego	51
15.2	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasady zachowania energii mechanicznej do ruchu prostoliniowego	45
15.3	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	31
16	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	36
17.1	Tworzenie informacji	Analizowanie opisanych wyników doświadczeń	18
17.2	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie równania stanu gazu doskonałego do wyznaczenia parametrów gazu	26
18.1	Wiadomości i rozumienie	Posługiwanie się pojęciami pozwalającymi na zrozumienie narzędzi pracy współczesnego fizyka	63
18.2	Tworzenie informacji	Planowanie prostych doświadczeń	24
19	Tworzenie informacji	Budowanie prostych modeli fizycznych do opisu zjawisk	26
20.1	Korzystanie z informacji	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresu Selekcjonowanie i ocena informacji	18

20.2	Korzystanie z informacji Wiadomości i rozumienie	Analizowanie informacji podanych w formie wykresu i tekstu Posługiwanie się pojęciem zdolności skupiającej	12
21.1	Wiadomości i rozumienie	Analizowanie reakcji rozszczepienia jąder	31
21.2	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych	50

## 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

Liczba zdających		325
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu w wersji standardowej	z liceów ogólnokształcących	320
	z liceów profilowanych	0
	z techników	5
	z liceów uzupełniających	0
	z techników uzupełniających	0
	ze szkół publicznych	297
	ze szkół niepublicznych	28
	ze szkół na wsi	0
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	18
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	83
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	224
	kobiety	70
	mężczyźni	255

Tabela 1. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym

Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 1 osobę – laureata 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	0
	niewidomi	0
	słabosłyszący	0
	niełyszący	0
<b>Ogółem</b>		<b>0</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

Tabela 3. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu

Termin egzaminu		8 maja 2014 r.	
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego		150 minut	
Liczba szkół		30	
Liczba zespołów egzaminatorów*		2	
Liczba egzaminatorów*		41	
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)		1	

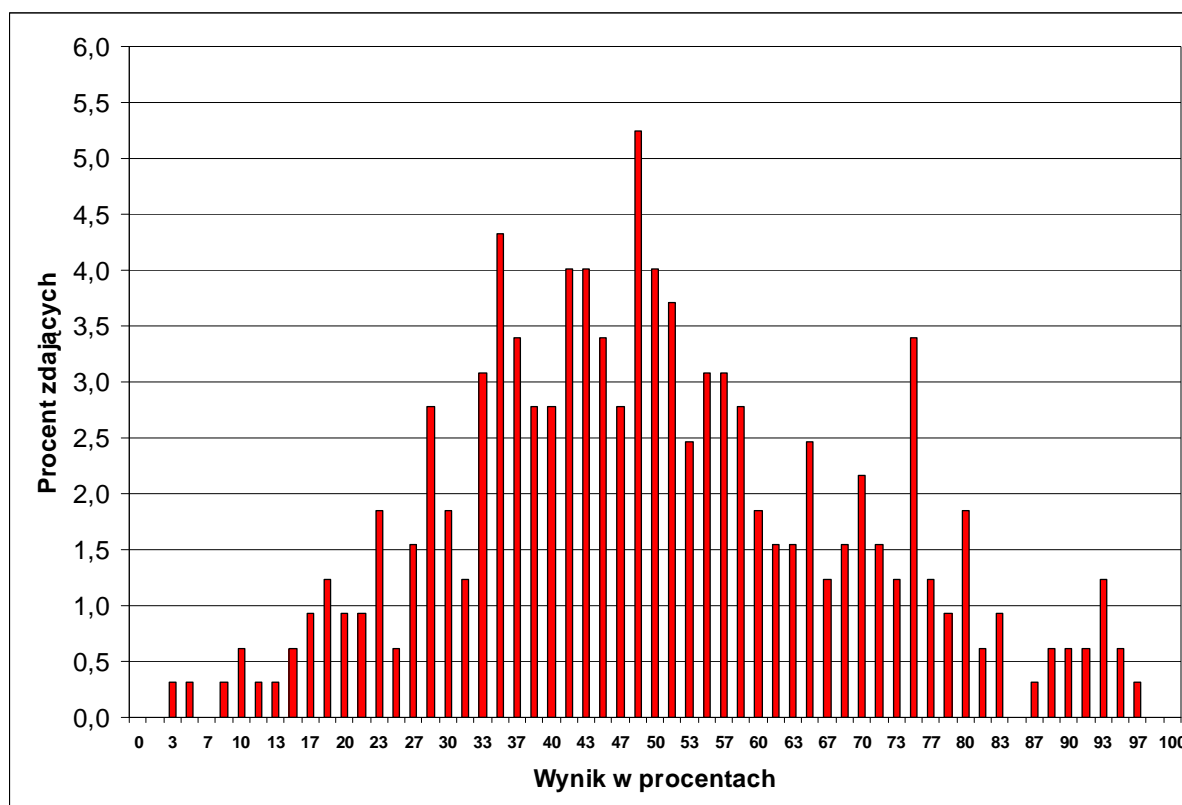
\* Dane dotyczą obu poziomów egzaminu (podstawowego i rozszerzonego) łącznie.

<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

### Wyniki zdających



Wykres 2. Rozkład wyników zdających

Tabela 4. Wyniki zdających – parametry statystyczne\*

Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
325	3	100	48	48	49,94	19,30

\* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 1 osobę – laureata Olimpiady Fizycznej.

### Poziom wykonania zadań

Tabela 5. Poziom wykonania zadań

Nr zad.	Obszar standardów	Sprawdzana umiejętność	Poziom wykonania zadania (%)
1.1	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	82
1.2	Korzystanie z informacji Tworzenie informacji	Rysowanie wykresu Interpretowanie informacji zapisanej w postaci wykresu	68

2.1	Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku	93
2.2	Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku	43
2.3	Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji zapisanej w postaci tekstu i schematu	31
2.4	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie oporu przewodnika na podstawie danego oporu właściwego i wymiarów geometrycznych Zastosowanie prawa Ohma	51
2.5	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie wartości siły elektrodynamicznej	59
2.6	Tworzenie informacji	Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków	47
3.1	Korzystanie z informacji Wiadomości i rozumienie	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku Opisywanie przejścia światła przez siatkę dyfrakcyjną	26
3.2	Korzystanie z informacji Tworzenie informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku Analizowanie opisanych wyników doświadczeń	56
3.3	Wiadomości i rozumienie	Opisywanie zjawiska polaryzacji	18
4.1	Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji zapisanych w postaci tabeli	62
4.2	Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku	89
4.3	Korzystanie z informacji Tworzenie informacji	Zastosowanie prawa Ohma Interpretowanie informacji zapisanych w postaci tabeli	79
4.4	Tworzenie informacji	Budowanie modeli matematycznych	38
4.5	Korzystanie z informacji	Analizowanie informacji podanych w formie wykresu	71
4.6	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie mocy prądu stałego i sprawności przetwarzania energii w obwodach prądu stałego	41
5.1	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	53
5.2	Wiadomości i rozumienie Tworzenie informacji	Zastosowanie zasad zachowania pędu i energii Budowanie modeli matematycznych	11
5.3	Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych	60
5.4	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie energii w polu elektrostatycznym	16
6.1	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	80
6.2	Wiadomości i rozumienie	Obliczanie okresu drgań wahadła matematycznego	81
6.3	Tworzenie informacji	Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk	22

6.4	Wiadomości i rozumienie	Analizowanie II prędkości kosmicznej	68
7.1	Wiadomości i rozumienie Tworzenie informacji	Opisywanie zjawiska Dopplera dla fali akustycznej Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków	47
7.2	Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności	72
7.3	Tworzenie informacji	Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków	39

## Komentarz

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 11% tegorocznych maturzystów (w kraju 8% 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 40% (w kraju 36%), co jest wartością wyższą od udziału absolwentów techników w ogólnej liczbie maturzystów w kraju (30%). Bardzo mała jest natomiast liczba absolwentów techników przystępujących do egzaminu na poziomie rozszerzonym (tylko 1,5% liczby wszystkich zdających na tym poziomie w województwie). Średnie wyniki w technikach są znacznie niższe niż w liceach ogólnokształcących, np. na poziomie podstawowym absolwenci techników uzyskali 29% (w kraju 27%) maksymalnej liczby punktów, podczas gdy w liceach ten wynik wyniósł 46% (w kraju 43%).

### 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 63% 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 14.2, 17.1, 20.1 oraz 20.2. Jednym z trudniejszych zadań okazało się dla zdających w całym kraju zadanie 14.1. dla maturzystów z województwa lubuskiego poziom wykonania wyniósł 22%). 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.

Jednym z trudniejszych zadań okazało się zadanie 17.1 wymagające zastosowania wiedzy z termodynamiki do wyjaśnienia procesu wzrostu temperatury powietrza podczas sprężania tego gazu w pompce rowerowej.

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 20–26%) uzyskano w zadaniach 9., 11.2, 13. 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 podczas lekcji fizyki. Zadanie 13. sprawdzało umiejętność opisanego zjawiska elektryzowania elektroskopu, a zadanie 17.2 to zadanie obliczeniowe, wymagające zastosowania równania stanu gazu doskonałego do wyznaczenia obliczenia objętości końcowej gazu w opisanym procesie.

### Poziom rozszerzony

Na poziomie rozszerzonym najłatwiejszymi okazały się zadania 2.1 oraz 4.2, których poziom wykonania zawierał się w przedziale 89–93%. Rozwiązania obu zadań polegały na uzupełnieniu rysunku i mieściły się w zakresie wymagań dla poziomu podstawowego (co do 4.2 – nawet w zakresie gimnazjum).

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), 6.2 (proste sprawdzenie danego wyniku obliczenia okresu wahadła) 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 11–19%. Trudnymi dla zdających były również zadania 3.1, 4.4, 6.3 i 7.3, o poziomie wykonania od 22% do 38%.

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. w 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 20%). 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 przesyły na pałeczkę naładowany dodatnio. listek i ~~pałeczka~~ <sup>pręt</sup> naładowały się dodatnio przez co się zwały odpychali ich ładunki to +

Podczas dotknięcia elektroskopu przez szklaną łaskę następuje przepływ ujemnego ładunku z elektroskopu na łaskę. Ładunek na elektroskopie z łaski wy równuje się, pozostaje jednak dodatni (+) i łaska jest dodatni (+).

Listek i pręt naładowały się dodatnio, ponieważ ~~ładunki~~ szklana łaska przyjęła od nich elektrony, co zwiększyło ujemnego ładunku. Po cofnięciu łaski ładunki dodatnie nadal przesyły co powoduje przostanie w stanie odchylenia.

Po dotknięciu szklana laska naładowana dodatnio  $\ominus$  ładunki naładowane ujemnie ~~przez~~ skłony się jej i przy braku zostaje dodatnio ładunki, a w ten listki naładowane są jednoimiennie i przeto się odpychają.

Dodatnio naładowana szklana laska odciąga z pręta elektryczny, przez co same traci ładunek, a pręt zostaje naładowany dodatnio z powodu niedoboru elektronów. Listek także zostaje naładowany dodatnio, ~~przez~~ 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 laski lub listka elektroskopu po dotknięciu.

Laska ma niedobór elektronów. Po dotknięciu elektryczny z elektroskopu przeskakuje na laskę by ją zbalansować. Laska staje się obciążona, natomiast listek elektroskopu naelektryzowany się dodatnio.

po dotknięciu ~~z~~ laską elektroskopu elektryczny przenosi cięty się do laski ładując pręt elektroskopu dodatnio. Listek nie zmienia swojego ładunku i pozostaje neutralny.

Listek odchylił się ponieważ ~~złazła~~ elektryczny z pręta przeszedł do laski. W zabroniu laski elektryczny nie mógł, więc listek nadal był odchyłony od pręta do niego naelektryzowany ~~prętem~~. Ładunek listka  $\ominus$  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 dotknemy górny węzeł elektroskopu dodatnio naładowaną szklaną laską z obserwujemy odchylenie listka, ponieważ ładunki ujemne uciekają od dodatnio i odchyli.

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

Do dotknięcia ~~do~~ metalowanej patyczka dodatnio przez elektrostat  
 zaczyna płynąć prąd (elektryczny) Natomiast naelektryzowane  
 elektrostatycznie przez dotyk metalowanej dodatnio patyczka, listek  
 elektryczny się ujemny, co prowadzi do jego odchylenia.  
 Wzrost listek płynnie ładunek ujemny, a przez prąd dodatni.

Gdy zbliżymy ładunek szklany do elektrostatu to zauważymy  
 się one odganiają na skutek przepływu elektronów z listki  
 i w konsekwencji do listki do elektrostatu. Po cofnięciu listki listek jest już  
 metalowany dodatnio i porażenie ujemny, a listki odganiają  
 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 przez prąd uzyskany ładunek objęty

listek ujemny ładunek  
 prąd - dodatni. ładunek

listek <sup>wyskazy</sup> ładunek dodatni  
 prąd - ładunek ujemny

prąd dodatni ładunek -  
 elektrostat dodatni ładunek +

### 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.