

**Województwo  
zachodniopomorskie**

**Fizyka  
oraz  
Fizyka i Astronomia**

**Sprawozdanie z egzaminu maturalnego  
w roku 2015**

**Opracowanie**

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

**Redakcja**

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 zachodniopomorskiego**

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu**

Lidia Skibińska  
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

## Fizyka – formuła od roku 2015

### Poziom rozszerzony

#### 1. Opis arkusza

Arkusz egzaminacyjny z fizyki zawierał 13 zadań zamkniętych i 20 zadań otwartych krótkiej odpowiedzi. Zadania sprawdzały wiadomości oraz umiejętności w zakresie trzech wymagań ogólnych dla III etapu edukacyjnego:

- I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych (jedno zadanie zamknięte i jedno otwarte – łącznie 4 punkty).
- III. Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych (jedno zadanie otwarte – 2 punkty).
- IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów, w tym popularnonaukowych (jedno zadanie otwarte – 2 punkty).

oraz pięciu wymagań ogólnych IV etapu edukacyjnego z zakresu rozszerzonego:

- I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie (8 zadań zamkniętych i 4 zadania otwarte – łącznie 15 punktów).
- II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści (jedno zadanie zamknięte i jedno otwarte – łącznie 2 punkty).
- III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków (2 zadania zamknięte i 3 zadania otwarte – łącznie 10 punktów).
- IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (jedno zadanie zamknięte i 8 zadań otwartych – łącznie 21 punktów).
- V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników (jedno zadanie otwarte – 4 punkty).

Zdający mogli korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki* oraz linijki i kalkulatora prostego. Za rozwiązanie wszystkich zadań można było otrzymać 60 punktów.

#### 2. Dane dotyczące populacji zdających

Tabela 1. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym\*

Liczba zdających		
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym	<b>ogółem</b>	546
	ze szkół na wsi	0
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	75
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	198
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	273
	ze szkół publicznych	511
	ze szkół niepublicznych	35
	kobiety	151
	mężczyźni	395
	bez dysleksji rozwojowej	500
	z dysleksją rozwojową	46

\* Dane w tabeli dotyczą tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 8 osób – laureatów i finalistów Olimpiady Fizycznej.

Tabela 2. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych

Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych	z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera	0
	słabowidzący	1
	niewidomi	1
	słabosłyszący	1
	niesłyszący	0
	<b>ogółem</b>	<b>3</b>

### 3. Przebieg egzaminu

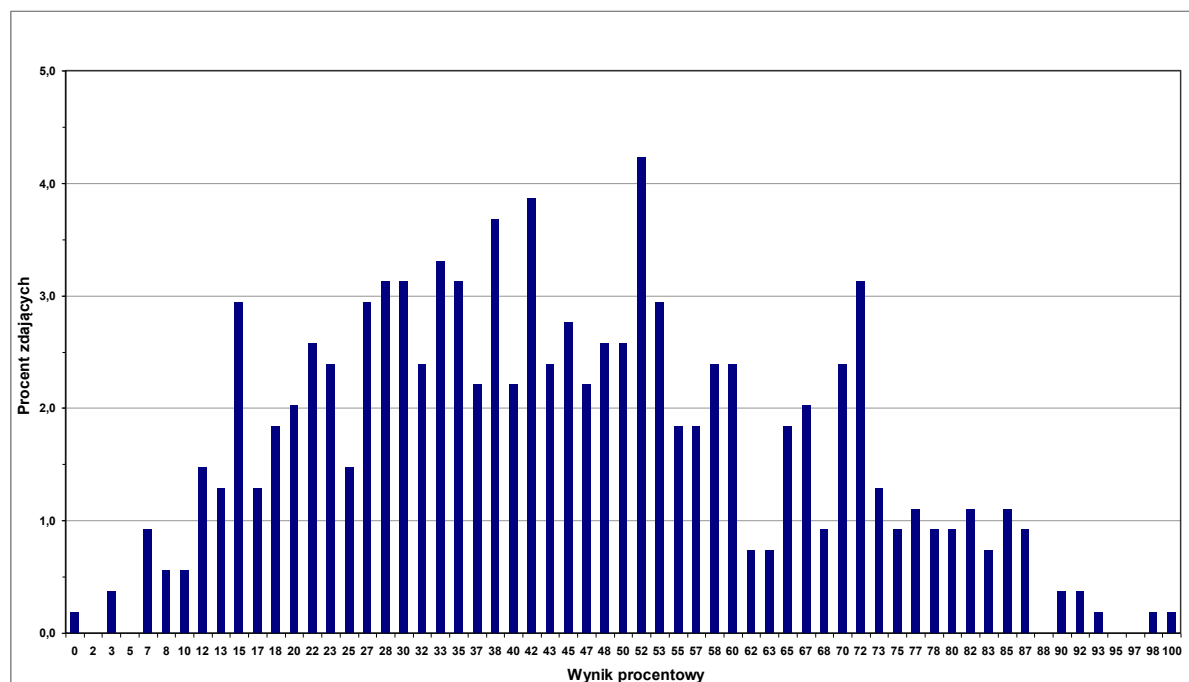
Tabela 3. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu

Termin egzaminu		11 maja 2015	
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego		180 minut	
Liczba szkół		63	
Liczba zespołów egzaminatorów		1	
Liczba egzaminatorów		20	
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)		1	
Liczba prac, w których nie podjęto rozwiązania zadań		0	

<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 (%)
546	0	100	43	52	45	21

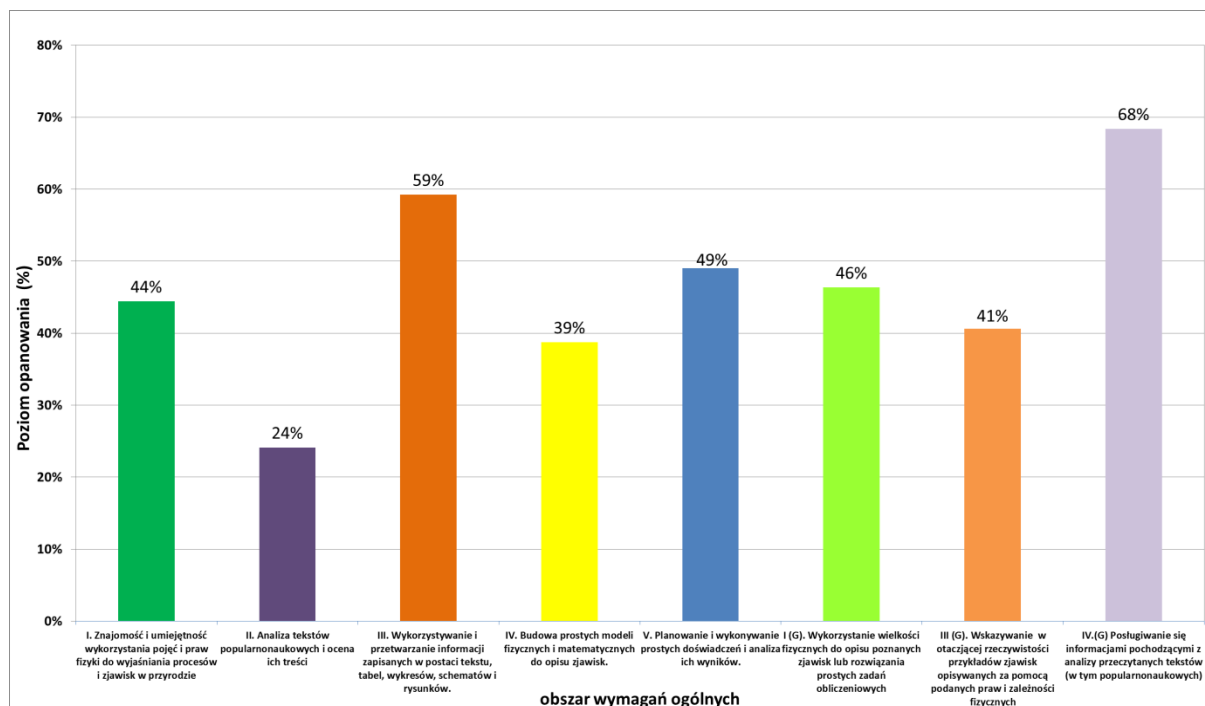
\* Dane dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

### Poziom wykonania zadań

Tabela 5. Poziom wykonania zadań

Nr zad.	Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe Gdy wymaganie dotyczy materiału III etapu edukacyjnego, dopisano (G), a gdy zakresu podstawowego IV etapu, dopisano (P). Zdający:	Poziom wykonania zadania (%)
1.1	IV	2.7. analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej [...].	95
1.2	I	2.7. analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentów sił.	66
1.3	I	2.8. stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu.	16
1.4	I (III etap)	1.3. (G) podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych.	54
2	I	1.11. [...] posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercyjnym.	19
3.1	III	1.13. składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych.	45
3.2	IV	2.4. analizuje równowagę brył sztywnych [...].	17
3.3	IV	2.9. uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii. 3.3. wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania	32

		parametrów ruchu.	
4.1	III	6.7. stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu.	82
4.2	I	6.7. stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu.	38
4.3	IV	6.7. stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu.	67
4.4	IV	6.7. stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym [...]. 6.3. oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie [...].	48
5.1	I	1.9. stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał. <i>lub</i> 2.5. wyznacza położenie środka masy.	34
5.2	IV	2.5. wyznacza położenie środka masy.	15
5.3	I	1.9. stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał. 1.14. opisuje wektory prędkości [w ruchu jednostajnym po okręgu].	47
6	I (III etap)	3.9. (G) wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa.	44
7	III (III etap)	2.8. (G) wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego [...]. 2.11. (G) opisuje ruch cieczy i gazów w zjawisku konwekcji.	41
8	III	7.2. posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego.	60
9	IV	7.9. oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne.	65
10.1	II	12.1. przedstawia jednostki wielkości fizycznych wymienionych w podstawie programowej, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi.	13
10.2	IV (III etap)	8.6. (G) odczytuje dane z tabeli [...].	68
10.3	II	8.1. wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego.	35
11.1	III	12.2. samodzielnie wykonuje poprawne wykresy [...]. 3.1. oblicza pracę siły na danej drodze. 12.7. szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń [...].	62
11.2	I	1.6. Zdający oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku [...]. 12.6. Zdający opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru [...].	58
11.3	I	9.11. stosuje regułę Lenza [...].	32
12	V	10.9. stosuje równanie soczewki [...].	49
13	I	10.4. wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej.	30
14.1	I	3.4. (P) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu [...]. 12.7. szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń [...].	73
14.2	I	5.9. interpretuje drugą zasadę termodynamiki.	27
15.1	III	11.2. stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego [...].	47
15.2	IV	11.2. [...] wyjaśnia zasadę działania fotokomórki.	15
15.3	IV	2.4. (P) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii. 4.5. (G) posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elementarnego. 4.7. (G) posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego.	33
16	I	1.11. (P) opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce. 1.12. (P) [...] opisuje rozszerzanie się Wszechświata. 3.11. (P) opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach [...].	61



Wykres 2. Poziom wykonania zadań w obszarze wymagań ogólnych

## Komentarz

W maju 2015 roku absolwenci liceów ogólnokształcących przystąpili po raz pierwszy do egzaminu maturalnego z fizyki na poziomie rozszerzonym w nowej formule. Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego został wydłużony do 180 minut (dotąd było 120 minut na poziomie podstawowym i 150 minut na poziomie rozszerzonym) i odpowiednio do tego objętość arkusza została nieco zwiększona. Zniesiona została możliwość zdawania egzaminu z fizyki na poziomie podstawowym.

Zadania obejmowały zakres zagadnień opisany w *podstawie programowej* dla IV etapu edukacyjnego na poziomie rozszerzonym, a ponadto, zgodnie z zasadą kumulatywności, treści zapisane w *podstawie programowej* dla III etapu edukacyjnego (gimnazjum) oraz IV etapu na poziomie podstawowym.

Jedną z głównych zmian wprowadzonych w *podstawie programowej* jest znacznie bardziej szczegółowy zestaw wymagań przekrojowych i doświadczalnych. Spośród umiejętności przekrojowych na tegorocznym egzaminie potrzebne były przede wszystkim:

- powiązanie jednostek fizycznych z jednostkami podstawowymi (punkt 12.1. *Podstawy programowej* w zakresie rozszerzonym),
- samodzielne wykonywanie wykresów (punkt 12.2.),
- opisywanie podstawowych zasad niepewności pomiaru (punkt 12.6.),
- szacowanie wartości spodziewanego wyniku obliczeń (punkt 12.7.),

a spośród umiejętności doświadczalnych:

- opis pomiarów dotyczących obrazów otrzymanywanych za pomocą soczewek (punkt 13.9).

Ponadto nowością było większe zróżnicowanie typów zadań w arkuszu. Zwiększona została liczba zadań zamkniętych, a wśród nich wystąpiły nie tylko zadania wielokrotnego wyboru, lecz także zadania prawda-falsz, zadania na dobieranie, na dokończenie lub uzupełnianie. Wymagają one od zdającego dokładnej analizy przedstawionego zagadnienia, oceny prawdziwości przedstawionych informacji oraz takiego połączenia treści i uzasadnienia, by zdania tworzyły logiczną i poprawną merytorycznie całość. Mniejszy nacisk położono natomiast na umiejętność rozwiązywania zadań rachunkowych.

Arkusz maturalny z fizyki w nowej formule okazał się trudny dla zdających. Poziomy wykonania zadań mieszczą się w przedziale od 13% do 95%. Sześć zadań było bardzo trudnych (poziom wykonania do 19%), a za ich rozwiązanie można było otrzymać 10 punktów. Zadań trudnych (poziom wykonania od 20% do 49%) w arkuszu było 15 i obejmowały one 29 punktów. Tak więc za rozwiązanie zadań bardzo trudnych i trudnych można było uzyskać łącznie 39 punktów, co stanowi prawie 2/3 wszystkich punktów możliwych do zdobycia.

W arkuszu znalazło się jedno zadanie bardzo łatwe (poziom wykonania – 95%) i dwa łatwe (poziom wykonania od 70% do 89%), za które można było uzyskać łącznie 3 punkty. Pozostałe 9 zadań to zadania umiarkowanie trudne (od 50% do 69%), łącznie 18 punktów.

## 1. Analiza jakościowa zadań

Bardzo łatwe było zadanie 1.1. (poziom wykonania 95%), w którym należało podać zwrot obrotu rzuconej obręczy, jeśli po upadku ma ona powrócić do osoby rzucającej. Do wyboru właściwego zwrotu nie była tu konieczna znajomość praw mechaniki, a jedynie odrobina wyobraźni. Łatwe były zadania 4.1. i 14.1. (poziomy wykonania 82% i 73%). Pierwsze z nich polegało na przypisaniu właściwym rodzajom energii podanych wykresów zależności energii od wychylenia w ruchu drgającym, a drugie dotyczyło prawa rozpadu promieniotwórczego. Wszystkie trzy powyższe zadania były zadaniami zamkniętymi, a dwa najłatwiejsze nie wymagały żadnych obliczeń.

Najtrudniejszymi były zadania 1.3., 2., 3.2., 5.2., 10.1. i 15.2. (poziomy wykonania odpowiednio 17%, 19%, 17%, 15%, 13% i 15%). Spośród nich w zadaniach 1.3. i 3.2. należało wykorzystać wiedzę i umiejętności z zakresu mechaniki bryły sztywnej. Spora grupa zdających próbowała rozwiązywać zadania 3.2. i 3.3. (poziom wykonania zadania 3.3. był również niski – 32%) korzystając z zasad dynamiki dla punktu materialnego zamiast bryły sztywnej, co wskazywało na braki w wiadomościach i umiejętnościach z tego obszaru (zasada zachowania momentu pędu, momenty sił, momenty bezwładności, energia kinetyczna ruchu obrotowego).

W zadaniu 5.2. trudność wynikała zapewne stąd, że pojęcie środka masy układu nie występowało w poprzedniej podstawie programowej ani w poprzednim informatorze maturalnym. Należy sądzić, że pewna część uczniów i nauczycieli zignorowała nowo wprowadzony zapis „uczeń wyznacza położenie środka masy” i nie przećwiczyła tej umiejętności. Podobne może być źródło trudności zadania 10.1., w którym należało wyrazić podaną jednostkę współczynnika Seebecka ( $V/K$ ) w jednostkach podstawowych układu SI. Duża grupa zdających pozostawiała w rozwiązaniu kulomb (który nie jest jednostką podstawową), nie uzyskując punktu za tę odpowiedź. Prawdopodobnie nie zwrócono uwagi na nowy punkt podstawy programowej „uczeń opisuje związki [jednostek] z jednostkami podstawowymi”.

Zadanie 15.2. wymagało od ucznia samodzielnego wyjaśnienia przyczyny zjawiska zilustrowanego wykresem (braku wzrostu natężenia prądu mimo wzrostu napięcia). Tegorocznym maturzyści nie poradziła sobie również z wymaganą w zadaniu interpretacją zależności natężenia fotoprądu przedstawionej na załączonym wykresie. Nie rozumieli i nie potrafili wyjaśnić przyczyny występowania w zjawisku fotoelektrycznym plateau wartości natężenia prądu.

Podobny problem z wykazaniem się elementarnej wiedzy mieli zdający podczas rozwiązania również innych zadań. Poprawne rozwiązanie zadania 5.1. (*Zaznacz [...] położenie gwiazdy o mniejszej masie*) było możliwe bez żadnej wiedzy podręcznikowej, wyłącznie na podstawie np. obserwacji rzutu młotem na zawodach sportowych lub par tanecznych. Biorąc to pod uwagę, poziom wykonania 34%, należy uznać za bardzo niski. Tak jak w poprzednio omawianym zadaniu 15.2., przyczyną może być werbalny i pamięciowy sposób przygotowania do egzaminu, przy niedostatecznym kształtowaniu wyobraźni przyrodniczej i naukowej m.in. poprzez wykonywanie i analizę doświadczeń.

Zadanie 6. dotyczyło zagadnienia omawianego w gimnazjum – pływania ciał. Spora grupa zdających poprawnie obliczyła objętość zanurzonej części góry lodowej, natomiast – przypuszczalnie wskutek nieuwagi – nie odpowiedziała na postawione pytanie o objętość *wynurzonej* części góry.



Dużą trudność sprawiło również zdającym zadanie 12. (doświadczalne). Mimo jasnych i jednoznacznych poleceń (opisz metodę wykonania doświadczenia, narysuj układ doświadczalny i przedstaw kolejne czynności wybrane spośród podanych) zdający często nie opisywali metody, zapisywali czynności w sposób fragmentaryczny, wykonywali niestaranne i często błędne rysunki (np. ukazujące powstawanie obrazu pozornego na ekranie). Zgodnie z zapisami w *Podstawie programowej* umiejętności doświadczalne są sprawdzane podczas każdego egzaminu i zdający powinno być do tego lepiej przygotowani.

Trudnym okazało się też zadanie 14.2. (poziom wykonania 27%), w którym zdający mieli podać nazwę prawa fizycznego, z którego wynika, że żadne urządzenie nie może przetwarzać ciepła w energię elektryczną ze sprawnością równą 100%. Dlaczego tak wiele odpowiedzi wskazywało – zamiast na II zasadę termodynamiki – na I lub II zasadę dynamiki Newtona, zasady zachowania energii lub pędu, albo I zasadę termodynamiki? Może dlatego, że standardowe sformułowanie II zasady termodynamiki odnosi się do przemiany ciepła w *pracę*, a wzmianka o energii elektrycznej zwiększyła trudność.

Zupełnie zaskakującymi były niektóre odpowiedzi do zadania 15.3., w którym należało m.in. oszacować, jaka część liczby padających fotonów spowoduje wybitcie elektronów. Mimo jasno sformułowanego polecenia, a więc i sugestii, że jest to wielkość mniejsza od 1, pewna część zdających napisała np.: *100%, ponieważ każdy foton zawsze może wybić tylko jeden elektron.*

## 2. Problem „pod lupą”

Analiza poprawnych i błędnych metod stosowanych przez zdających była szczególnie pouczająca w dwóch zadaniach, z których jedno polegało na ilościowej analizie wykresu, a drugie – na ustaleniu zgodności lub niezgodności wyniku obliczeń z podaną niepewnością.

### a) Szacowanie pola pod wykresem

Częstym tematem zadań egzaminacyjnych jest szacowanie wielkości fizycznych na podstawie danego wykresu. Szukana wielkość może być współczynnikiem nachylenia, współrzędną punktu przecięcia z osią albo współrzędną punktu interpolowanego. W tegorocznym arkuszu należało oszacować pole pod wykresem.

#### Zadanie 11.1. b)

Oszacuj, korzystając z wykresu, pracę wykonaną podczas zbliżania magnesów [...].

#### Przykład 1.

$$W = F_{\text{sr}} \cdot s = F_{\text{sr}} \cdot 2,5 \text{ cm}$$

$$F_{\text{sr}} = \sqrt{163 \text{ mN} \cdot 10 \text{ mN}} = \sqrt{163 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 40,37 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$W = 40,37 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot 0,025 \text{ m} \approx 10^{-3} \text{ J}$$

Średnia siła działająca na magnes została obliczona jako średnia geometryczna wartości najmniejszej i największej. Wynik jest liczbowo poprawny, choć wybór średniej geometrycznej może być dobry tylko dla szczególnego przebiegu funkcji  $F(r)$ .

**Przykład 2.**

$$W = W_1 + W_2$$

$$W_1 = F_{sv} \cdot s \cdot \cos \alpha = F_{sv} \cdot s \cdot 1$$

$$W_1 \text{ (pole pod krzywą)} \quad F_{sv} = \sqrt{163 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ N}} = 40,4 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

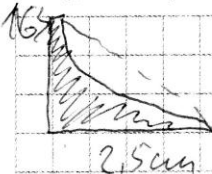
$$W_2 \text{ (pole prostokąta)} \quad W_2 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot 0,025 \text{ m} = 25 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$W = W_1 + W_2 = 40,4 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot 0,025 \text{ m} + 25 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$W = 1,01 + 0,25 \text{ mJ} = \boxed{1,26 \text{ mJ}}$$

W wyżej wymienionym przykładzie rozwiązania popełniono błąd polegającym na tym, że do pracy obliczonej - jak przykładzie 1 - zdający dodał jeszcze pole prostokąta, choć ono jest także częścią „pola pod krzywą”. W ten sposób pole prostokąta zostało uwzględnione podwójnie.

**Przykład 3.**



Pole figury to dokładnie połowa pola trójkąta

$$W = \frac{1}{4} F \cdot s = \frac{1}{4} \cdot 163 \text{ mN} \cdot 2,5 \text{ cm}$$

$$W = 1,01875 \text{ mJ}$$

$$W = 1,02 \text{ mJ}$$

Oszacowanie pola figury jako połowy pola trójkąta jest orientacyjne, ale wynik jest poprawny.

**Przykład 4.**

Przebieg powierzenia pod wpływem natężenia  
 przyspieszenia jest liniowy. Powierzenie jednostek  
 jest z bokiem nie jest odchyleniem zwrócić  
 1/2 przyspieszenie 1/3

$$W = \frac{1}{3} F \cdot s = \frac{1}{3} \cdot 165 \text{ mN} \cdot 0,025 \text{ m}$$

$$W = 1,35 \text{ mJ}$$

Przyjęcie wartości 1/3 daje wynik bardziej odległy od dokładnego, niż w przykładzie 3, ale mieszczący się w dopuszczalnych granicach. Ponadto zdający zastosował błędną jednostkę pracy.

**b) Analiza zgodności wyniku z podaną niepewnością**

Umiejętnością sprawdzaną podczas egzaminu maturalnego jest rozumienie sensu niepewności pomiarowych oraz ich obliczanie i prawidłowy zapis.

**Zadanie 11.2.**

Czas spadku magnesu w plastikowej rurce był równy  $0,30 \pm 0,03$  s.

Sprawdź, wykonując obliczenia, czy w granicach niepewności pomiaru można uznać spadek magnesu za swobodny. [...]

**Przykład 1.**

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,4}{10}} = \sqrt{0,08} = 0,2828 \text{ s}$$

można wrzucić, bo  $0,27 \text{ s} < 0,28 \text{ s} < 0,33 \text{ s}$

Rozwiązanie jest poprawne, a gdyby podstawiono dokładniejszą wartość g, byłoby wzorcowe.

**Przykład 2.**

$$v = g \cdot t$$

$$v_1 = 10 \cdot \cancel{0,27} \cdot 0,27 \text{ s} = 2,7 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 10 \cdot 0,30 \text{ s} = 3 \text{ m/s}$$

$$v_3 = 10 \cdot 0,33 \text{ s} = 3,3 \text{ m/s}$$

Motna musi spadać swobodnie powietrze

$$2,7 \text{ m/s} < v_2 = 3 \text{ m/s} < 3,3 \text{ m/s}$$

Wniosek w powyższym przykładzie został wyciągnięty bez przywołania niezbędnej wysokości spadku, co jest poważnym błędem.

**Przykład 3.**

$$h = \frac{g t^2}{2} \quad 2h = g t^2 \Rightarrow g = \frac{2h}{t^2}$$

$$g_1 = \frac{2 \cdot 0,4}{(0,27)^2} = \frac{0,8}{0,0729} \approx 10,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g_2 = \frac{2 \cdot 0,4}{(0,33)^2} = \frac{0,8}{0,1089} \approx 7,35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g = \frac{2 \cdot 0,6}{(0,3)^2} = \frac{0,8}{0,09} \approx 8,89 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

możne wartości porównać  $7,35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} < 8,89 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} < 10,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Błąd powyższego rozwiązania polega na braku konfrontacji między wynikami a znaną wartością  $g$ .

**Przykład 4.**

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = \cancel{0 + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 0,3^2} \quad 9,81 \cdot \frac{1}{2} \cdot (0,30 \pm 3)^2$$

$$4,905 \cdot (0,27)^2 = 0,357 \text{ [m]} \quad \text{ i } \quad 4,905 \cdot (0,33)^2 = 0,53 \text{ [m]}$$

Można gdyż  $\cancel{0,357} \text{ cm} < 40 \text{ cm} < \cancel{0,53} \text{ cm}$

Zastosowana powyżej metoda jest w pełni poprawna, choć nietypowa.

### 3. Podsumowanie

Szczegółowa analiza wyników egzaminu oraz sprawdzanych obszarów wiedzy i umiejętności zapisanych w *podstawie programowej* pozwala wyróżnić mechanikę bryły sztywnej jako dział słabiej opanowany przez zdających. Jednak główna trudność napotykana podczas rozwiązywania zadań polegała raczej na niskim opanowaniu niektórych wymagań przekrojowych oraz na braku umiejętności szczegółowej analizy tekstu, w którym można było znaleźć sporo wskazówek i dodatkowych informacji, ułatwiających rozwiązanie lub udzielenie odpowiedzi. Ponadto ważną umiejętnością jest formułowanie merytorycznie poprawnych, spójnych i logicznych wypowiedzi, wyjaśnień, sądów i opinii, opierających się na poznanych w szkole prawach i zasadach przyrody.

W arkuszu zawartych było 6 zadań (2., 3.1., 4.2., 5.3., 11.3. i 13.) o konstrukcji odmiennej od dotychczasowych (prawda-falsz, dobieranie, uzupełnianie). Średni poziom ich wykonania wyniósł 37%, czyli nieco mniej niż średnia dla całego arkusza.

Obok błędów popełnianych przez zdających często spowodowanych brakami w posiadanej wiedzy, popełniane są również te, które wynikają z niedokładnego przeczytania poleceń, formułowaniu odpowiedzi typowych lub udzielania odpowiedzi bez dokładnej analizy problemu. Uwaga ta dotyczy szczególnie tych zadań, w których zdający musi samodzielnie zbudować poprawne konstrukcje logiczne wraz z merytorycznie poprawnym uzasadnieniem.

Podczas wykonywania obliczeń zdarzają się błędy rachunkowe, co trudno jest całkowicie wyeliminować. Niedobrze jest jednak, gdy zdający bezkrytycznie prezentują wyniki różniące się o kilka rzędów wielkości od możliwych do przewidzenia realnych wartości. Należy więc wdrożyć uczniów do krytycyzmu i kontroli otrzymywanych wyników.

Tylko wielopłaszczyznowe podejście do nauczania fizyki może zaowocować dobrym wynikiem z egzaminu maturalnego i pozwolić przyszłym maturzystom na pomyślne dalsze studia na kierunkach przyrodniczych i technicznych.

## Fizyka i astronomia – formuła do roku 2014

### Poziom podstawowy

#### 1. Opis arkusza

Arkusz egzaminacyjny z fizyki i astronomii na poziomie podstawowym składał się z 12 zadań zamkniętych oraz 19 zadań otwartych krótkiej odpowiedzi. Zadania sprawdzały wiadomości i umiejętności określone w trzech obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych:

- I. Wiadomości i rozumienie (8 zadań zamkniętych i 11 zadań otwartych – łącznie 28 punktów),
- II. Korzystanie z informacji (3 zadania zamknięte i 7 zadań otwartych – łącznie 18 punktów),
- III. Tworzenie informacji (jedno zadanie zamknięte i jedno otwarte – łącznie 4 punkty).

W obszarach tych standardów sprawdzano następujące umiejętności:

1. Znajomość i rozumienie praw fizycznych, stosowania poprawnych terminów fizycznych, wyjaśniania i opisywania w sposób merytoryczny procesów i zjawisk fizycznych.
2. Wykorzystania i przetwarzania informacji pochodzących z różnych źródeł informacji takich jak tabele, diagramy, wykresy oraz teksty źródłowe;
3. Rozwiązywania problemów fizycznych i tworzenia informacji poprawnej merytorycznie bądź zgodnej z przedstawionym tokiem rozumowania.

Zdający mogli korzystać z *Karty wybranych wzorów i stałych fizycznych* oraz linijki i kalkulatora prostego. Za rozwiązanie wszystkich zadań można było otrzymać 50 punktów.

#### 2. Dane dotyczące populacji zdających

Tabela 6. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym\*

Liczba zdających		
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu w arkuszu standardowym	<b>ogółem</b>	<b>153</b>
	z liceów ogólnokształcących	1
	z liceów profilowanych	0
	z techników	152
	z liceów uzupełniających	0
	z techników uzupełniających	0
	ze szkół na wsi	0
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	13
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	53
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	87
	ze szkół publicznych	141
	ze szkół niepublicznych	12
	kobiety	11
	mężczyźni	142
bez dysleksji rozwojowej	139	
z dysleksją rozwojową	14	

\* Dane w tabeli dotyczą tegorocznych absolwentów.

Żaden maturzysta nie został zwolniony z egzaminu (brak laureatów i finalistów Olimpiady Fizycznej).

Tabela 7. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych

Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych	z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera	0
	słabowidzący	0
	niewidomi	0
	słabosłyszący	0
	niesłyszący	0
	<b>ogółem</b>	<b>0</b>

### 3. Przebieg egzaminu

Tabela 8. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu

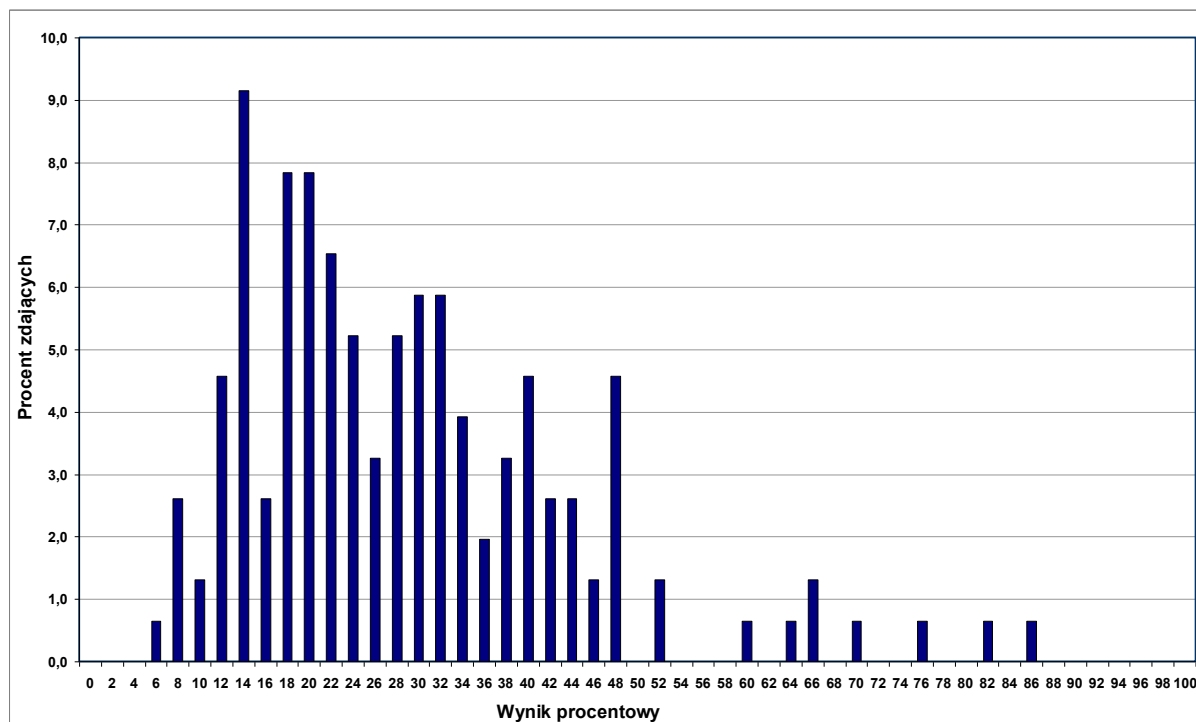
Termin egzaminu		11 maja 2015	
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego		120 minut	
Liczba szkół		39	
Liczba zespołów egzaminatorów*		0	
Liczba egzaminatorów*		0	
Liczba obserwatorów <sup>2</sup> (§ 143)**		3	
Liczba unieważnień <sup>2</sup>	w przypadku		
	§ 99 ust. 1	stwierdzenia niesamodzielnego 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	1	
Liczba wglądów <sup>2</sup> (§ 107)		0	

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

<sup>2</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 3. Rozkład wyników zdających

Tabela 9. Wyniki zdających – parametry statystyczne\*

Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
153	6	86	26	14	29	15

\* Dane w tabeli dotyczą tegorocznych absolwentów.

### Poziom wykonania zadań

Tabela 10. Poziom wykonania zadań

Nr zad.	Obszar standardów	Sprawdzana umiejętność	Poziom wykonania zadania (%)
1	II	II.1.b. Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresu [...].	61
2	II	II.1.b. Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresu [...].	82
3	I	I.1.1.6. Opisywanie ruchu jednostajnego po okręgu.	35
4	II	II.1.b. Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresu [...].	24
5	I	I.1.6.1. Posługiwanie się pojęciem pracy.	39



6	I	I.1.2.1. Wyznaczanie siły działającej na ciało w wyniku oddziaływania elektrostatycznego [...].	27
7	I	I.1.2.1. Wyznaczanie siły działającej na ciało w wyniku oddziaływania [...] magnetycznego.	25
8	I	I.1.5.3. Analizowanie zjawiska [...] załamania światła.	35
9	I	I.1.7.4. Analizowanie [...] etapów ewolucji gwiazd [...].	36
10	I	I.1.5.11. Przedstawianie zastosowania układu soczewek w budowie podstawowych przyrządów optycznych.	54
11.1	I	I.1.2.3. Analizowanie ruchu ciał z uwzględnieniem sił tarcia i oporu.	9
11.2	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	28
12	I	I.1.8.5. Określanie przyczyn powstawania niepewności pomiarowych	67
13.1	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	7
13.2	I	I.1.2.1. Wyznaczanie siły działającej na ciało w wyniku oddziaływania grawitacyjnego [...].	30
14.1	III	III.3. Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	52
14.2	I	I.1.4.1. Zastosowanie równania Clapeyrona [...] do wyznaczania parametrów gazu.	12
15.1	III	II.1.b. Odczytywanie informacji przedstawionych w formie wykresu. III.3. Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	29
15.2	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	8
16	II	II.2. Uzupełnianie brakujących elementów rysunku.	41
17.1	I	I.1.3.8. Porównywanie własności magnetycznych substancji [...].	52
17.2	I	I.1.3.9. Podawanie przykładów [...] urządzeń wykorzystujących własności magnetyczne [...] materii.	27
18.1	II	II.2. Uzupełnianie brakujących elementów rysunku.	46
18.2	II	II.1.b. Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie [...] rysunków.	25
19.1	I	I.1.5.10. Opisywanie sposobów korekcji dalekowzroczności i krótkowzroczności.	63
19.2	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	12
20.1	I	I.1.5.19. Podawanie podstawowych założeń modelu atomu wodoru wg Bohra.	9
20.2	I	I.1.5.20. Obliczanie częstotliwości fali emitowanej przez atom wodoru [...].	9
21.1	I	I.1.6.10. Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych [...].	16
21.2	I	I.1.6.10. Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu [...] przemian jądrowych.	22
21.3	I	I.1.9. Posługiwanie się pojęciami [...] pozwalającymi na zrozumienie [...] narzędzi pracy współczesnego fizyka.	65

## Poziom rozszerzony

### 1. Opis arkusza

Arkusz egzaminacyjny z fizyki i astronomii na poziomie rozszerzonym składał się z 4 zadań zamkniętych oraz 24 zadań otwartych krótkiej odpowiedzi. Zadania sprawdzały wiadomości i umiejętności określone w trzech obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych:

- I. Wiadomości i rozumienie (2 zadania zamknięte i 10 zadań otwartych – łącznie 24 punkty),
- II. Korzystanie z informacji (9 zadań otwartych – łącznie 23 punkty),
- III. Tworzenie informacji (2 zadania zamknięte i 5 zadań otwartych – łącznie 13 punktów).

W obszarach tych standardów sprawdzano następujące umiejętności:

1. Znajomość i rozumienie praw fizycznych, stosowania poprawnych terminów fizycznych, wyjaśniania i opisywania w sposób merytoryczny procesów i zjawisk fizycznych.
2. Wykorzystania i przetwarzania informacji pochodzących z różnych źródeł informacji takich jak tabele, diagramy, wykresy oraz teksty źródłowe;
3. Rozwiązywania problemów fizycznych i tworzenia informacji poprawnej merytorycznie bądź zgodnej z przedstawionym tokiem rozumowania.

Zdający mogli korzystać z *Karty wybranych wzorów i stałych fizycznych* oraz linijki i kalkulatora prostego. Za rozwiązanie wszystkich zadań można było otrzymać 60 punktów.

### 2. Dane dotyczące populacji zdających

Tabela 11. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym\*

Liczba zdających		
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym	<b>ogółem</b>	<b>25</b>
	z liceów ogólnokształcących	1
	z liceów profilowanych	0
	z techników	24
	z liceów uzupełniających	0
	z techników uzupełniających	0
	ze szkół na wsi	0
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	2
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	8
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	15
	ze szkół publicznych	24
	ze szkół niepublicznych	1
	kobiety	1
	mężczyźni	24
	bez dysleksji rozwojowej	22
z dysleksją rozwojową	3	

\* Dane w tabeli dotyczą tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 0 osób – laureatów i finalistów Olimpiady Fizycznej.

Tabela 12. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych

Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych	z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera	0
	słabowidzący	0
	niewidomi	0
	słabosłyszący	0
	niesłyszący	0
	<b>ogółem</b>	<b>0</b>

### 3. Przebieg egzaminu

Tabela 13. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu

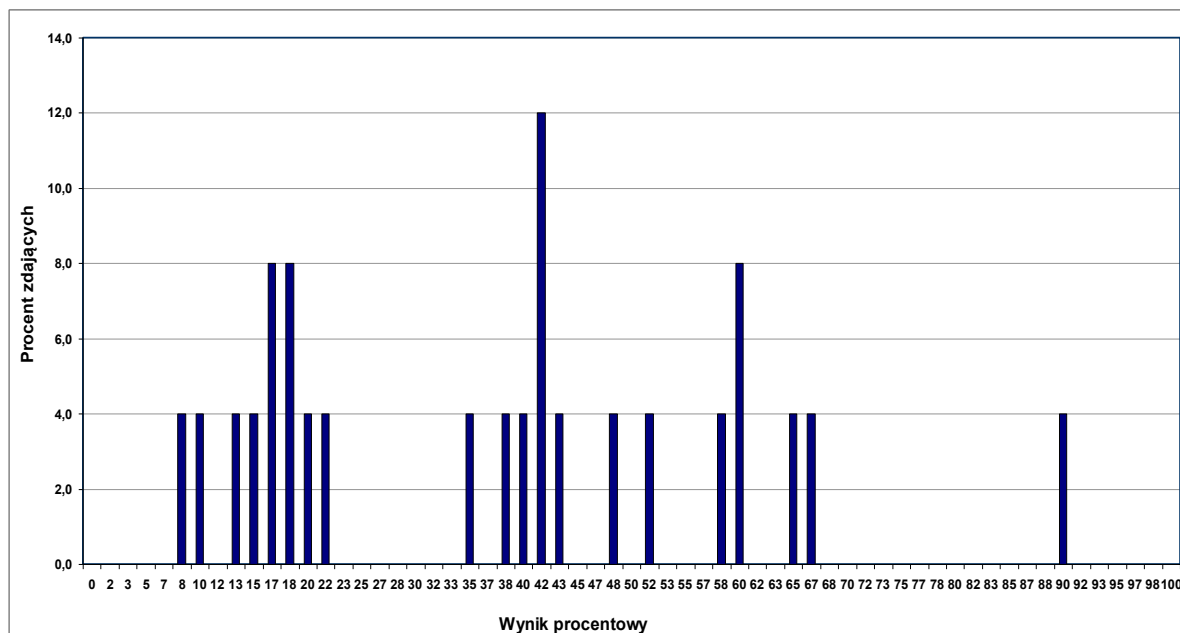
Termin egzaminu		11 maja 2015	
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego		150 minut	
Liczba szkół		9	
Liczba zespołów egzaminatorów*		0	
Liczba egzaminatorów*		0	
Liczba obserwatorów <sup>3</sup> (§ 143)		1	
Liczba unieważnień <sup>3</sup>	w przypadku:		
	§ 99 ust. 1	stwierdzenia niesamodzielnego 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>3</sup> (§ 107)		2	

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

<sup>3</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 4. Rozkład wyników zdających

Tabela 14. Wyniki zdających – parametry statystyczne\*

Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
25	8	90	40	42	38	21

\* Dane w tabeli dotyczą tegorocznych absolwentów.

### Poziom wykonania zadań

Tabela 15. Poziom wykonania zadań

Nr zad.	Obszar standardów	Sprawdzana umiejętność Gdy wymaganie dotyczy poziomu podstawowego, dopisano (P)	Poziom wykonania zadania (%)
1.1	I	I.1.7.4. Obliczanie siły wyporu w cieczach [...].	64
1.2	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	54
1.3	III	III.2. Stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych.	68
1.4	III	III.2. Stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych.	88
1.5	III	III.3. Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	34
2.1	I	I.1.5.2. (P) Zastosowanie związku między długością, prędkością rozchodzenia się [...] i częstotliwością fali.	68

2.2	III	III.1. Interpretowanie informacji zapisanej w postaci [...] wykresów i schematów.	52
2.3	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	24
2.4	I	I.1.1.6. (P) Opisywanie ruchu jednostajnego po okręgu.	60
2.5	III	III.3. Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	28
3.1	I	I.1.5.8. (P) Posługiwanie się pojęciem powiększenia [...].	28
3.2	II	II.2. Uzupełnianie brakujących elementów rysunku [...].	56
3.3	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	27
4.1	I	I.2. (P) Wyjaśnianie przebiegu zjawisk na podstawie znanych zależności [...].	76
4.2	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	29
4.3	I	I.1.9. (P) Posługiwanie się pojęciami i wielkościami [...] pozwalającymi na zrozumienie [...] narzędzi pracy współczesnego fizyka i astronoma.	40
4.4	III	III.1. Interpretowanie informacji zapisanej w postaci tabel [...].	44
4.5	I	I.2. Przewidywanie przebiegu zjawisk na podstawie znanych praw [...].	18
4.6	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	48
4.7	III	III.4. Planowanie prostych doświadczeń [...].	24
5.1	II	II.2. Uzupełnianie brakujących elementów rysunku [...].	20
5.2	I	I.1.4.6. Obliczanie wartości SEM indukcji [...].	23
5.3	I	I.1.1.3. (P) Obliczanie wartości czasu w ruchu jednostajnym [...].	54
5.4	II	II.4b. Rysowanie wykresu zależności dwóch wielkości fizycznych [...].	20
6.1	I	I.1.6.10 (P). Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych [...].	48
6.2	I	I.1.2.1. (P) Wyznaczanie siły działającej na ciało w wyniku oddziaływania elektrostatycznego [...].	18
6.3	II	II.4c. Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności.	19
6.4	I	I.1.9. (P) Posługiwanie się pojęciami pozwalającymi na zrozumienie narzędzi pracy współczesnego fizyka i astronoma. I.1.5.21. (P) Wyjaśnianie mechanizmu powstawania widma absorpcyjnego [...].	36