

# XXII. Egzamin maturalny z fizyki z astronomią

## Opis zestawu egzaminacyjnego

Egzamin maturalny z fizyki z astronomią składał się z dwóch części. W każdej części zdający rozwiązywali zadania zamieszczone w odrębnych arkuszach. Czas rozwiązywania arkusza pierwszego wynosił 90 minut a arkusza drugiego - 120 minut. Ogółem zestaw egzaminacyjny składał się z 41 zadań, w tym 10 zadań zamkniętych i 31 zadań otwartych. Za poprawne rozwiązanie zadań otwartych można było otrzymać 90% maksymalnej liczby punktów, a za zamknięte - pozostałe 10 %. Zdający mogli korzystać z dołączonej do arkuszy karty stałych i wzorów.

Arkusz I zawierał 22 zadania, w tym 10 zadań zamkniętych i 12 zadań otwartych krótkiej odpowiedzi. Zadania w arkuszach były tak dobrane, by mogły sprawdzić wiadomości i umiejętności zdającego z fizyki z astronomią zgodnie z czterema standardami:

- ❖ standard 1.a - posługiwanie się pojęciami fizycznymi do opisywania zjawisk (2 zadania),
- ❖ standard 1.b - wyjaśniania i przewidywania przebiegu zjawisk na podstawie znanych praw (6 zadań),
- ❖ standard 2.a - szacowanie i obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych zapisanych w postaci formuł matematycznych (6 zadań),
- ❖ standard 2.b - stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych (5 zadań),
- ❖ standard 4 - samodzielnie formułowanie i uzasadnianie opinii i sądów na podstawie posiadanych i podanych informacji (2 zadania).

Za rozwiązanie zadań zawartych w arkuszu I można było uzyskać 40 punktów.

Arkusz II zawierał 5 wiązek zadań zawierających po 3, 4 zadania otwarte (w sumie 19 zadań otwartych). Zadania sprawdzały umiejętności przypisane standardom:

- ❖ standard 1.b - 2 zadania,
- ❖ standard 2.a – 4 zadania,
- ❖ standard 2.b – 3 zadania,
- ❖ standard 3 - stosowanie metod badawczych do rozwiązywania problemów – 6 zadań,
- ❖ standard 4.a - interpretowanie i przetwarzanie danych zapisanych w postaci tabel, wykresów i diagramów – 2 zadania,
- ❖ standard 4.b - dokonywanie krytycznej selekcji informacji oraz prezentowanie i uzasadnianie własnych poglądów – 2 zadania.

Za rozwiązanie zadań zawartych w arkuszu II można było otrzymać 60 punktów.

Zakres tematyczny zadań obejmował wszystkie punkty *Podstawy programowej z fizyki z astronomią*.

# Podstawowe wskaźniki opisujące osiągnięcia zdających

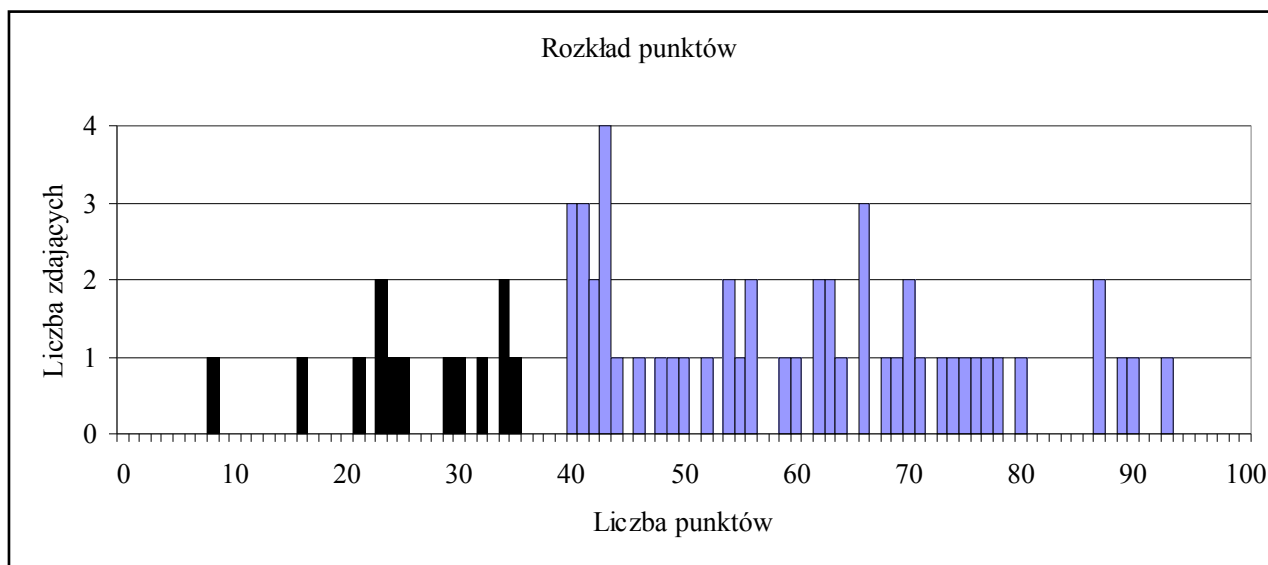
Tabela nr 1. **Charakterystyka wyników osiągniętych przez zdających**

Wskaźniki	Wyjaśnienie	Wartość wskaźnika	Komentarz
Liczba zdających	-	63	100% zdających rozwiązywało zadania zestawu standardowego.
Łatwość zestawu zadań	Jest stosunkiem liczby punktów uzyskanych za rozwiązanie zadań przez wszystkich zdających do maksymalnej liczby punktów możliwych do uzyskania za zadania.	0,53	Egzamin maturalny z fizyki okazał się dla zdających woj. śląskiego umiarkowanie trudny.
Średnia arytmetyczna (M)	Jest sumą wszystkich uzyskanych wyników podzieloną przez ich liczbę.	53,3	Statystyczny zdający uzyskał 53,3 punkty na 100 możliwych. Oznacza to, że statystyczny zdający opanował 53,3% czynności mierzonych na maturze z fizyki.
Mediana (Me)	Jest to wynik środkowy spośród wyników zdających uporządkowanych rosnąco lub malejąco.	54	Środkowy zdający w uporządkowanym rosnąco lub malejąco rozkładzie wyników uzyskał 54 punktów. Stanowi to 54% całości.
Modalna (Mo)	Jest to wynik, który w danej grupie powtarza się najczęściej.	43	Najczęściej osiągniany przez zdających wynik to 43 punkty. Jest on raczej niezbyt wysoki – stanowi 43 % maksymalnej liczby punktów.
Najwyższy wynik	-	93	Najwyższy wynik uzyskał 1 zdający; stanowi to 1,59 %.
Najniższy wynik	-	8	Najniższy wynik uzyskał 1 zdający.
Rozstęp wyników	Jest różnicą między wynikiem najwyższym a najniższym uzyskanym przez zdających.	85	Zdający uzyskiwali wyniki w zakresie od 8 do 93 punktów.
Odchylenie standardowe	Jest miarą rozproszenia wyników zdających w odniesieniu do wyniku średniego.	20,09	Okolo 68,3 % zdających uzyskało wynik zawierający się w przedziale między 33 a 74 punktów.

Tabela nr 2. Rozkład punktów uzyskanych przez zdających

Przedziały punktowe	0 - 39	40 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 100
Liczba zdających	13	17	8	12	8	5
% zdających	20,6	27	12,7	19,1	12,7	7,9
% maturzystów, którzy zdali egzamin	79,4					

Wykres nr 1. Rozkład punktów uzyskanych przez zdających



Wykres nr 2. Łatwość zadań

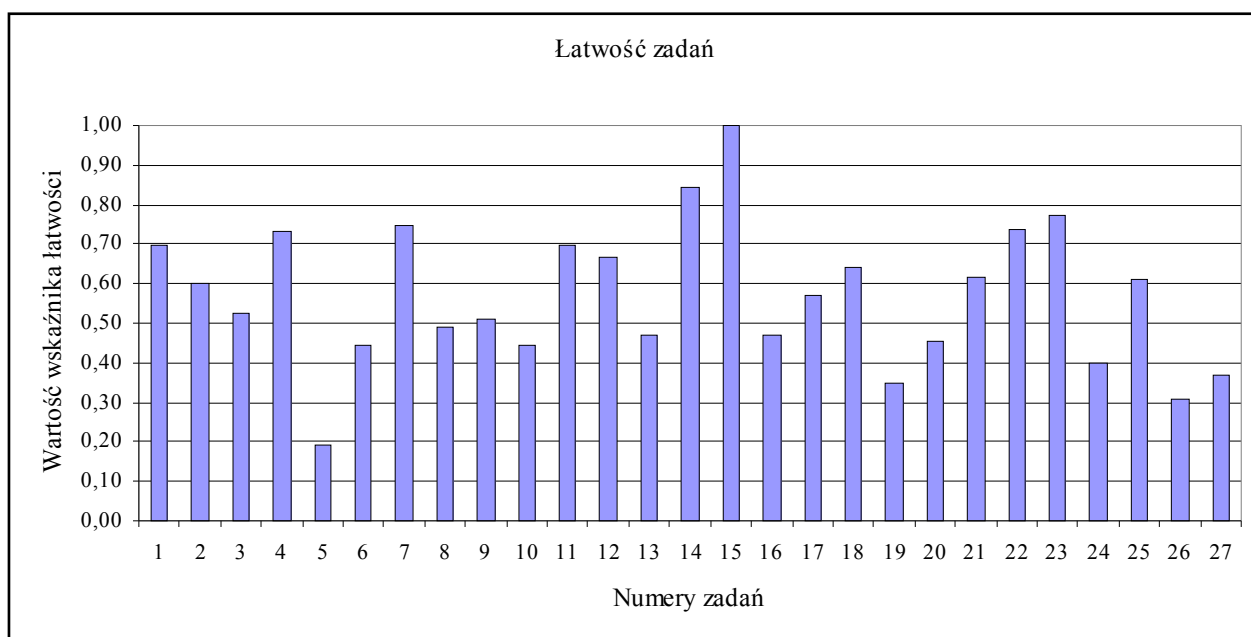


Tabela nr 3. **Łatwość badanych zadaniami czynności**

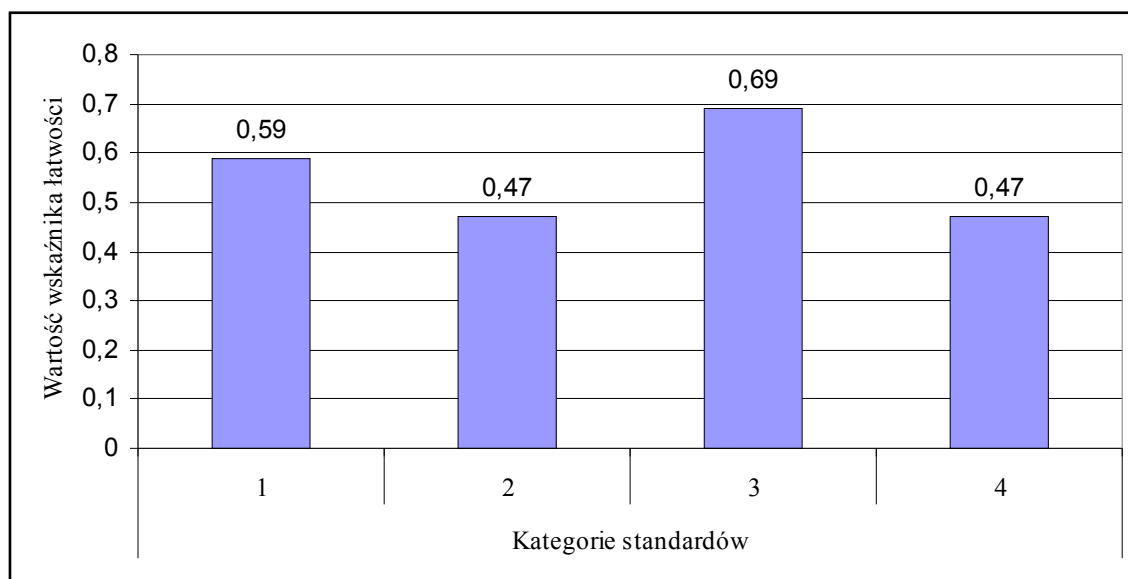
Interpretacja	Bardzo trudne	Trudne	Umiarkowanie trudne	Łatwe	Bardzo łatwe
Wartość wskaźnika łatwości	0,00 – 0,19	0,20 – 0,49	0,50 – 0,69	0,70 – 0,89	0,90 – 1,00
Numery zadań	5, 26.1	6, 8, 10, 13, 16, 19, 20, 24.3, 24.4, 25.4, 26.2, 26.3, 26.4, 27.2, 27.3, 27.4	2, 3, 9, 12, 17, 18, 21, 24.2, 25.1, 25.2, 27.1	1, 4, 7, 11, 14, 22, 23.1, 23.2, 23.3, 24.1, 25.3	15

Większość zadań była dla maturzystów trudna i umiarkowanie trudna. Niektóre okazały się łatwe. Jedno zadanie było bardzo łatwe i dwa zadania bardzo trudne.

Tabela nr 4. **Średnie wyniki dla poszczególnych kategorii standardów**

Kategorie standardów	Rozumienie zjawisk otaczającego świata (1)	Stosowanie posiadanej wiedzy do rozwiązywania problemów teoretycznych i doświadczalnych (2)	Stosowanie metod badawczych do rozwiązywania problemów (3)	Samodzielne formułowanie i uzasadnianie opinii i sądów na podstawie posiadanych i podanych informacji (4)
Liczba punktów możliwa do uzyskania	17	46	20	17
Średni wynik dla zdających	10,03	21,6	13,8	7,99

Wykres nr 3. Łatwość poszczególnych kategorii standardów



#### Wyniki zdających na znormalizowanej skali staninowej

Do porównywania osiągnięć między przedmiotami, zdającymi, szkołami, zastosowano dziewięciopunktową skalę znormalizowaną zwaną staninową.

Np. o zdającym, który uzyskał wynik 6 na skali staninowej, mówimy że uzyskał „sześć staninów” lub że jego wynik plasuje się w 6. staninie. Jest to wynik wyżej średni.

#### Jak można interpretować wynik zdającego na skali staninowej?

Jeśli wynik zdającego znajduje się w szóstym staninie, to znaczy, że mieści się on w przedziale 60 - 69 punktów. Oprócz jego wyniku, w tym przedziale mieszczą się jeszcze wyniki punktowe 10 innych zdających.

Tabela nr 5. Wyniki zdających na znormalizowanej skali staninowej

Nazwy staninów	Najniższy	Bardzo niski	Niski	Niżej średni	Średni	Wyżej średni	Wysoki	Bardzo wysoki	Najwyższy
Staniny	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Przedziały punktowe	0 - 20	21 - 24	25 - 39	40 - 43	44 - 59	60 - 69	70 - 77	78 - 88	89 - 100
Liczba zdających	2	4	7	12	12	11	8	4	3

Wynik zdającego wyrażony na skali staninowej można zinterpretować również jakościowo. W tabeli nr 6 zestawiono kategorie standardów oraz ich łatwości dla wyników z poszczególnych przedziałów staninowych.

Tabela nr 6. Łatwość kategorii standardów w poszczególnych przedziałach staninowych

Nazwy i numery staninów	Przedziały punktowe (w woj. śląskim)	Rozumienie zjawisk otaczającego świata (1)	Stosowanie posiadanej wiedzy do rozwiązywania problemów teoretycznych i doświadczalnych (2)	Stosowanie metod badawczych do rozwiązywania problemów (3)	Samodzielne formułowanie i uzasadnianie opinii i sądów na podstawie posiadanych i podanych informacji (4)
Najniższy (1)	0 – 20	0,32	0,07	0,18	0,03
Bardzo niski (2)	21 – 24	0,35	0,13	0,43	0,13
Niski (3)	25 – 39	0,37	0,21	0,54	0,28
Niżej średni (4)	40 – 43	0,51	0,30	0,59	0,42
Średni (5)	44 – 59	0,54	0,44	0,73	0,47
Wyżej średni (6)	60 – 69	0,68	0,61	0,80	0,51
Wysoki (7)	70 – 77	0,84	0,71	0,82	0,61
Bardzo wysoki (8)	78 – 88	0,81	0,83	0,90	0,76
Najwyższy (9)	89 – 100	0,90	0,91	0,92	0,90

## Analiza jakościowa

Arkusze egzaminacyjne z fizyki z astronomią zawierały w sumie 41 zadań, w tym 10 zadań zamkniętych. Zadania w arkuszach dla zdających okazały się umiarkowanie trudne (współczynnik łatwości arkuszy – 0,53). Spośród zadań zamieszczonych w arkuszach, a sprawdzających umiejętności zdających według czterech standardów, najwyższym współczynnikiem łatwości charakteryzują się zadania sprawdzające umiejętności zawarte w standardzie 3 – 0,69, następnie znalazły się zadania ze standardu 1 – 0,59; o jednakowym stopniu trudności były zadania sprawdzające umiejętności ze standardu 2 i 4 – 0,47. Wyniki analizy pokazują że jedno zadanie w arkuszach dla zdających okazało się bardzo łatwe, 11 zadań było łatwych, 11 - zadań umiarkowanie trudnych, 16 - trudnych i 2 - bardzo trudne.

# Analiza jakościowa według standardów

## Standard 1

Wiedzę zdających z zakresu standardu 1 sprawdzało 9 zadań.

Tabela nr 7. Czynności sprawdzane zadaniami z wartościami wskaźnika łatwości

Standard	Nr zad.	Sprawdzane czynności Zdający potrafi:	Wartość wskaźnika łatwości
1.a	2	wykazać się znajomością własności ruchu po okręgu	0,60
	3	wykazać się znajomością zasady superpozycji pól	0,52
1.b	9	wykorzystać warunek wzmocnienia interferencyjnego	0,51
	14	obliczyć odległość przeszkody od statku przy wykorzystaniu własności zjawiska odbicia	0,84
	15	wyjaśnić różnice czasowe między grzotem a błyskiem przy wykorzystaniu własności fal dźwiękowych i świetlnych	1,00
	19	wykorzystać własności sił elektrycznych i grawitacyjnych do wyjaśnienia zjawiska opadania naelektryzowanych cząstek	0,35
	20	wyjaśnić zachowanie się magnesu podczas jego ruchu wewnątrz zwojnicy przy wykorzystaniu reguły Lenza	0,46
	24.2	wyjaśnić zakres stosowalności prawa Ohma	0,62

Zadania sprawdzające umiejętności ze standardu 1 były dla zdających umiarkowanie trudne. Bardzo łatwym dla zdających okazało się zadanie 15, które poprawnie rozwiązali wszyscy. Łatwym zadaniem było zadanie 14 – związane ze zjawiskiem odbicia fal dźwiękowych, prawidłowo rozwiązało je 79% zdających. Najtrudniejszym zadaniem w tym standardzie okazało się zadanie 19. W zadaniu tym należało dostrzec jednoczesne istnienie dwóch sił - grawitacyjnej i elektrostatycznej - i wyjaśnić, dlaczego nie wszystkie ładunki ujemne będą unosić się nad powierzchnią Ziemi. W zadaniu 20 zdający mieli kłopoty z opisaniem zachowania się magnesu, gdy pojawia się w zwojnicy prąd indukcyjny. Egzamin maturalny pokazał, że zdający znają podstawowe pojęcia i prawa fizyczne oraz potrafią je zastosować do rozwiązywania prostych problemów.

## Standard 2

Umiejętności ze standardu 2 sprawdzało 16 zadań.

Tabela nr 8. Czynności sprawdzane zadaniami z wartościami wskaźnika łatwości

Standard	Nr zad.	Sprawdzane czynności Zdający potrafi:	Wartość wskaźnika łatwości
2.a	1.	prawidłowo wskazać wykresy opisujące zmiany prędkości składowych w czasie w rzucie poziomym	0,7
	6.	obliczać sprawność silnika cieplnego odczytując dane z zamieszczonego w zadaniu wykresu	0,44
	8.	obliczyć prędkość fali przy wykorzystaniu własności fali stojącej	0,49
	12.	obliczyć natężenie prądu elektrycznego płynącego przez zwojnicę	0,67
	16.	obliczyć liczbę cząstek bizmutu po czasie połowicznego zaniku przy wykorzystaniu wykresu	0,47
	21.	obliczyć skuteczną wartość natężenia prądu wykorzystując wykres zależności $U(t)$	0,61
	22.	wykorzystać prawo załamania światła do identyfikacji cieczy	0,74
	24.1	obliczyć moc żarówki z wykorzystaniem wykresu $I(U)$	0,84
	26.4	obliczyć pęd deuteronu przyspieszonego do energii 13 MeV	0,33
	27.3	zapisać równanie reakcji jądrowej i obliczyć energię wydzieloną podczas tej reakcji	0,37
2.b	5.	wykorzystać zasadę działania transformatora	0,19
	10.	ocenić zmiany parametrów w obwodzie prądu zmiennego, gdy odbiorniki energii elektrycznej włączone są równolegle	0,44
	13.	obliczyć całkowitą energię ruchu wahadła	0,47
	17.	obliczyć moc, z jaką zostaje pokonana siła oporu powietrza	0,57
	18.	obliczyć prędkość, z jaką może poruszać się ciężarówka po rondzie o określonym promieniu	0,64
	24.4	obliczyć ciepło wydzielone na oporniku w obwodzie prądu stałego	0,25
	26.1	obliczyć prędkość deuteronu z wykorzystaniem twierdzenia o pracy i energii	0,18
	26.3	obliczyć wartość indukcji magnetycznej wewnątrz cyklotronu	0,42

Łatwymi zadaniami w tym standardzie okazały się zadania 24.1 i 22. Zdający wykazali się umiejętnością wykorzystania rysunku oraz wykresu jako źródła informacji do rozwiązania problemu. Umiarkowanie trudnymi zadaniami okazały się zadania 18 i 21. Najtrudniejszym dla zdających okazało się zadanie 5, w którym zdający nieprawidłowo przeanalizowali rysunek i nie zauważyli, że transformator podłączony jest do źródła prądu stałego. Z tego powodu w jego obwodzie wtórnym nie mogło pojawić się napięcie. Błąd nie wynikał z braku umiejętności korzystania z rysunku jako źródła informacji, ale z braku znajomości zasady działania transformatora. W zadaniu 26.1 zdający nie potrafili obliczyć zmiany energii kinetycznej deuteronu podczas jego ruchu w polu elektrycznym. Sporą trudność w tym

zadaniu sprawiły przekształcenia algebraiczne. Zadanie to należało do zadań typowych rozwiązywanych w szkole. Kolejnym zadaniem o dużym stopniu trudności dla zdających okazało się zadanie 24.4. Zadanie wymagało umiejętnego zastosowania I prawa Kirchhoffa i prawa Ohma oraz wykorzystania definicji mocy prądu elektrycznego. Zdający nie potrafili prawidłowo obliczyć napięcia na żarówkach połączonych równolegle. W zadaniu 27.3 zdający nie wykorzystali rysunku zamieszczonego we wstępie zadania i nieprawidłowo zapisywali reakcję jądrową oraz wykazali się brakiem znajomości algorytmu obliczenia energii wydzielonej podczas reakcji jądrowej. W zadaniu 17 podczas obliczania mocy zdający zamiast pracy, do wzoru wstawiali energię kinetyczną lub pęd. Zadania ze standardu 2 dla zdających okazały się trudne - średnia łatwość zadań wynosiła 0,47. Świadczy to o stosunkowo małej sprawności zdających w rozwiązywaniu tego typu zadań. Oprócz braku znajomości i umiejętności zastosowania praw i pojęć fizycznych podczas rozwiązywania zadań najczęściej popełnianymi błędami były błędy algebraiczne lub zapisywanie wartości wielkości fizycznej bez jednostki.

### Standard 3

Zadanie z standardu 3 okazało się umiarkowanie łatwe.

Tabela nr 9. Czynności sprawdzane zadaniami z wartościami wskaźnika łatwości

Standard	Nr zad.	Sprawdzane czynności Zdający potrafi:	Wartość wskaźnika łatwości
3.a	25.1	obliczyć masę Ziemi przy wykorzystaniu wzoru na okres wahadła matematycznego	0,60
3.b	25.2	zaplanować czynności związane z wyznaczeniem okresu drgań wahadła matematycznego	0,67
3.c	25.3	dokonać obliczenia niepewności pomiarowej	0,78
3.d	23.1	przedstawić wyniki pomiarowe na wykresie i zaznaczyć niepewności pomiarowe	0,86
3.e	23.2	wyznaczyć nachylenie prostej za pomocą wykresu	0,76
3.f	25.4	sformułować wnioski z przeprowadzonych badań	0,34

Najłatwiejszą czynnością dla zdających sprawdzaną podczas egzaminu maturalnego było przedstawienie wyników pomiarowych na wykresie (zadanie 23.1). Najczęstszym błędem, jaki popełniali zdający w tym zadaniu, było nieprawidłowe narysowanie prostej najlepszego dopasowania oraz niepoprawne zaznaczenie niepewności pomiarowych. Największą trudność sprawiło zdającym zadanie 25.4, w którym należało uzasadnić wpływ jakości przyrządów na otrzymane wyniki. Zdający nie zauważyli, że, aby można było stosować przybliżenie wahadła matematycznego, długość nici musi być dużo dłuższa od rozmiarów kulki, nie dostrzegli także wpływu masy kulki na siły oporu powietrza hamujące ruch wahadła. W zadaniu 25.2 zdający nie zaplanowali konieczności powtarzania pomiaru czasu drgań wahadła. Trudnym okazało się również zadanie 25.1. Jeżeli już zdający zapisali wzór na okres wahadła matematycznego, to jedynie niektórzy zauważyli, że masa Ziemi zawiera się w przyspieszeniu grawitacyjnym. Zdający wykazali się umiejętnością przedstawienia wyników doświadczenia na wykresie i wykorzystania otrzymanej prostej do obliczenia szybkości wznoszenia się cieczy w naczyniu.

## Standard 4

Zadania sprawdzające umiejętności ze standardu 4 nie są zadaniami przerabianymi podczas zajęć lekcyjnych w szkole. Brakuje ich w zbiorach zadań. Zdający wykazali się jednak dobrą umiejętnością rozwiązywania tego typu problemów.

Tabela nr 10. Czynności sprawdzane zadaniami z wartościami wskaźnika łatwości

Standard	Nr zad.	Sprawdzane czynności Zdający potrafi:	Wartość wskaźnika łatwości
4.a	11.	narysować wykres zależności siły wypadkowej od głębokości przy wykorzystaniu wykresu zamieszczonego w zadaniu	0,70
	23.3	wykorzystać wykres do obliczenia ciśnienia wywieranego przez wodę na dno naczynia	0,70
	24.3	wykorzystać wykres zależności I(U) do obliczenia oporu opornika	0,22
4.b	4.	selekcjonować informacje służące do opisu osi wykresu	0,73
	27.2	selekcjonować informacje zawarte w zadaniu do oszacowania temperatury	0,25

Trzy zadania sprawdzające umiejętności zdających ze standardu 4 okazały się dla zdających łatwe (zadania 11, 23.3, 4). Potwierdza to fakt, że zdający opanowali umiejętność przetwarzania informacji przedstawionych na wykresach. Najtrudniejszym zadaniem dla zdających sprawdzającym umiejętności określone standardem 4 okazało się zadanie 24.3. Zdający najczęściej pomijali wykres i starali się obliczyć opór opornika wykorzystując stosowne prawa związane z przepływem prądu elektrycznego. Tą drogą można było również dojść do prawidłowego wyniku, ale była to droga bardzo czasochłonna i zwykle podczas wykonywania przekształceń zdający popełniali błędy zarówno rachunkowe, jak i merytoryczne. Małym współczynnikiem łatwości charakteryzuje się zadanie 27.2. Zadanie sprawdzało umiejętność czytania tekstu ze zrozumieniem - wyselekcjonowania informacji koniecznej do oszacowania temperatury. Zdający nie uwzględniali zapisu w zadaniu, że energia każdego protonu wyrażona jest zapisanym w zadaniu wzorem i dlatego wynik był dwa razy większy od rozwiązania modelowego. Zdający wykazali się słabą umiejętnością selekcjonowania informacji zawartych w zadaniu, natomiast lepszą umiejętnością wykorzystania wykresu do przetwarzania informacji.

## Podsumowanie

Egzamin maturalny z fizyki z astronomią pisały 63 osoby. Byli to absolwenci liceów ogólnokształcących, z wyjątkiem jednej osoby, która była absolwentem liceum zawodowego.

- ❖ Zdający wykazali się zróżnicowaną znajomością praw i pojęć fizycznych.
- ❖ Największą łatwością charakteryzowały się zadania sprawdzające umiejętności opisane w standardzie 3 – zaplanowanie czynności pomiarowych, przedstawienie wyników badań na wykresie. Większą trudność sprawiały zdającym polecenia związane z zaznaczeniem niepewności pomiarowych i dokonaniem ich analizy.
- ❖ Zdający dobrze radzili sobie z uzyskiwaniem informacji przedstawionych na wykresach i z powodzeniem te informacje przekształcali.

- ❖ Trudne okazały się zadania sprawdzające umiejętności zgodnie ze standardem 2.b, w których zdający musieli zastosować wiedzę w sytuacji praktycznej.
- ❖ W rozwiązaniach zdarzały się błędy algebraiczne związane z nieumiejętnym przekształcaniem wzorów.
- ❖ Najslabiej zdający opanowali umiejętność czytania tekstu ze zrozumieniem.
- ❖ Odpowiedzi w zadaniach wymagających wyjaśnienia zjawisk fizycznych ich istoty czy praktycznego zastosowania danych zjawisk były niepełne, niektóre sformułowania odbiegały tematycznie od zadanego problemu, czasami zapisane zdania były ze sobą sprzeczne.

## Wnioski

Podczas przygotowania zdających do matury proponujemy zwrócić uwagę na:

- ❖ opanowanie podstawowych pojęć i praw fizycznych w celu posługiwania się nimi do opisywania zjawisk zachodzących w najbliższym otoczeniu;
- ❖ wyjaśnianie zjawisk fizycznych z wykorzystaniem właściwej terminologii fizycznej;
- ❖ kształcenie umiejętności uzyskiwania informacji zapisanych za pomocą rysunku, wykresu itp.;
- ❖ kształtowanie nawyku zapisywania wielkości fizycznych wraz z jednostką;
- ❖ kształtowanie sprawności czytania tekstu ze zrozumieniem (często brak tej umiejętności prowadzi do udzielania błędnych odpowiedzi).