Okręgowa Komisja Egzaminacyjna we Wrocławiu

FIZYKA I ASTRONOMIA

EGZAMIN MATURALNY 2009
na Dolnym Śląsku i Opolszczyźnie

SPRAWOZDANIE OKRĘGOWE

Wrocław 2009

Opracowanie:
Ryszard Nych

© Copyright by Okręgowa Komisja Egzaminacyjna we Wrocławiu 2009

SPIS TREŚCI

I. Część informacyjna 4
1. Wyniki egzaminu 4
2. Komentarz 7
2.1. Opis arkusza standardowego 7
2.2. Wyniki egzaminu 9
2.3. Łatwości zadań 10
II. Część problemowa – co uczniowie wiedzą na temat półprzewodników? 16
1. Wstęp 16
2. Prawdziwe wyniki zadania 4.3 – analiza efektów w poszczególnych kryteriach 16

I. Część informacyjna

1. Wyniki egzaminu

Maturę z fizyki i astronomii w dniu 14 maja 2009 r. zdawało po raz pierwszy 3276 osób, z tego tylko 341 absolwentów wybrało ten przedmiot jako obowiązkowy (tabela 1).

Tabela 1. Liczby uczniów na egzaminie maturalnym z fizyki i astronomii – zestaw standardowy[1]

Wyszczególnienie	Liczba zdających				
	obowiązkowo			dodatkowo	RAZEM
	poziom podstawowy	poziom rozszerzony	RAZEM	poziom rozszerzony	
OKE Wrocław					
LO	157	133	290	2745	3035
LP	9	1	10	50	60
LU					
T	40	1	41	140	181
TU					
RAZEM	206	135	341	2935	3276
dolnośląskie					
LO	126	125	251	2262	2513
LP	9	1	10	48	58
LU					
T	27	1	28	100	128
TU					
RAZEM	162	127	289	2410	2699
opolskie					
LO	31	8	39	483	522
LP				2	2
LU					
T	13		13	40	53
TU					
RAZEM	44	8	52	525	577

W całym okręgu 78,9% absolwentów szkół ponadgimnazjalnych zdało egzamin maturalny z fizyki i astronomii uzyskując co najmniej 30% punktów. Są to wyniki niższe o 12,1 punktów procentowych od ubiegłorocznych. Zdawalność egzaminu na poziomie podstawowym (66,0%) była niższa niż na poziomie rozszerzonym (98,5%). (tabela 2).

[1] Wszystkie statystyki w opracowaniu podano według stanu na dzień 30 06 2009 r.

Tabela 2. Wskaźniki dotyczące zdawalności egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii

Wyszczególnienie	Uzyskali co najmniej 30% pkt na egzaminie obowiązkowym					
	poziom podstawowy		poziom rozszerzony		razem	
	liczba	%	liczba	%	liczba	%
OKE Wrocław						
LO	114	72,6	131	98,5	245	84,5
LP	1	11,1	1	100,0	2	20,0
LU						
T	21	52,5	1	100,0	22	53,7
TU						
RAZEM	136	66,0	133	98,5	269	78,9
dolnośląskie						
LO	89	70,6	123	98,4	212	84,5
LP	1	11,1	1	100,0	2	20,0
LU						
T	16	59,3	1	100,0	17	60,7
TU						
RAZEM	106	65,4	125	98,4	231	79,9
opolskie						
LO	25	80,6	8	100,0	33	84,6
LP						
LU						
T	5	38,5			5	38,5
TU						
RAZEM	30	68,2	8	100,0	38	73,1

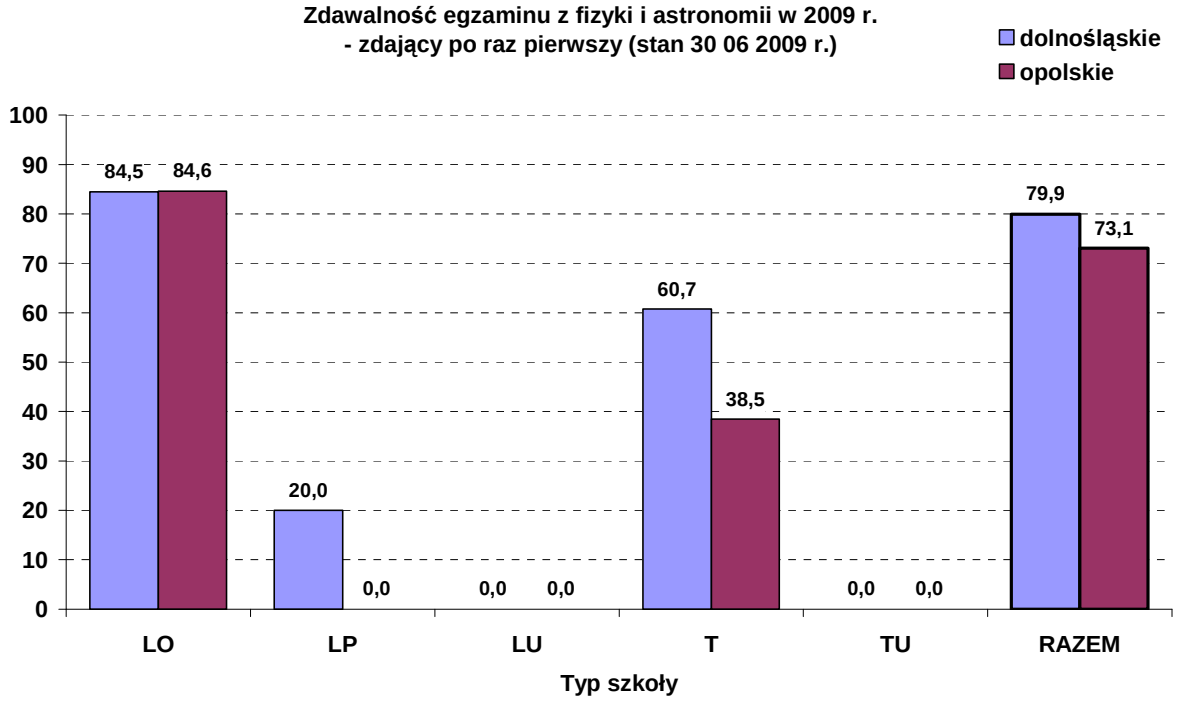


Diagram 1. Zdawalność egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii

Średni wynik procentowy z fizyki i astronomii zdawanego jako przedmiot obowiązkowy wyniósł 36,5% dla poziomu podstawowego (niższy od ubiegłorocznego o 12,4 punktów procentowych), a dla poziomu rozszerzonego 57,0% – wyższy od ubiegłorocznego o 7,0 punktów procentowych (tabela 3).

Tabela 3. Średni wynik procentowy zdających egzamin maturalny z fizyki i astronomii

Wyszczególnienie	Średni wynik procentowy			
	obowiązkowy		dodatkowy PR	PR razem
	PP	PR		
OKE Wrocław				
LO	38,7	73,8	57,8	58,5
LP	17,6		28,5	28,9
LU				
T	32,1		37,7	37,9
TU				
RAZEM	36,5	72,7	56,3	57,0
dolnośląskie				
LO	38,0	73,5	57,7	58,5
LP	17,6		28,1	28,6
LU				
T	33,0		35,5	35,8
TU				
RAZEM	36,0	72,3	56,2	57,0

opolskie				
LO	41,5	77,9	58,0	58,4
LP			37,5	37,5
LU				
T	30,2		43,3	43,3
TU				
RAZEM	38,2	77,9	56,8	57,2

2. Komentarz

2.1. Opis arkusza standardowego

Poziom podstawowy

Arkusz na poziomie wymagań podstawowym zawierał 20 zadań, w tym 10 zadań zamkniętych i 10 otwartych typu krótkiej odpowiedzi. Zadania otwarte zawierały w sumie 20 poleceń. Za rozwiązanie wszystkich zadań można było otrzymać 50 punktów.

Rozkład sprawdzanych umiejętności przedstawia się następująco:

STANDARD	OPIS	ZADANIA	PUNKTY
I	Wiadomości i rozumienie	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 11.1, 11.2, 17.1	16
II	Korzystanie z informacji	11.3, 12.1, 13.1, 17.2, 18.2, 18.3, 20.1, 20.2, 12.3, 13.2, 14.2, 15, 18.1	25
III	Tworzenie informacji	12.2, 14.1, 16, 19.	9

Jak widać najwięcej punktów można było otrzymać za umiejętność korzystania z informacji – 50% wszystkich punktów, następnie za wiadomości i rozumienie – 32% możliwych punktów.

Zakres treści podstawy programowej wygląda następująco:

Obszar podstawy programowej	Zadania	Punkty
Ruch, jego powszechność i względność	1, 9, 11.1,	4
Oddziaływania w przyrodzie	2, 3, 11.2, 11.3, 12.1, 19	10
Makroskopowe właściwości materii a jej budowa mikroskopowa.	5, 13.1, 13.2	4
Porządek i chaos w przyrodzie.	4, 14.1, 14.2,	6
Światło i jego rola w przyrodzie	6, 7, 15, 16, 18.1, 18.2, 18.3	13
Energia, jej przemiany i transport	8, 12.2, 12.3, 17.1, 17.2,	8
Budowa i ewolucja Wszechświata	20.1, 20.2	4
Jedność mikro- i makroświata	10,	1

Jak wynika z powyższej tabeli arkusz na poziomie podstawowym obejmował w zasadzie cały obszar podstawy programowej. Dominowały zadania z zakresu oddziaływań w przyrodzie, dotyczące światła, jego własności falowych i korpuskularnych oraz budowy atomu a także różnych rodzajów energii i ich przemian. Jest to zgodne z zakresem wiedzy realizowanym w szkołach.

Poziom rozszerzony

Arkusz na poziomie rozszerzonym zawierał 5 zadań za które zdający mógł otrzymać po 12 punktów, czyli razem 60 punktów. Były to zadania o złożonej strukturze, sprawdzające zarówno różne standardy wymagań, jak i różne obszary podstawy programowej. Zadania podzielone były na podpunkty i w sumie należało wykonać 31 poleceń. Za rozwiązanie całego arkusza można było otrzymać 60 punktów.

Rozkład sprawdzanych umiejętności przedstawia się następująco:

STANDARD	OPIS	ZADANIA	PUNKTY
I	Wiadomości i rozumienie	2.3, 3.1, 3.6, 5.1, 5.7	9
II	Korzystanie z informacji	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.6, 1.7, 2.2, 2.4, 2.6, 3.2, 3.3, 3.5, 4.5, 5.2, 5.3, 5.5,	33
III	Tworzenie informacji	1.5, 2.1, 2.5, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 5.4, 5.6	18

Z powyższego zestawienia wynika, że dominowało sprawdzanie umiejętności ze standardu II – korzystanie z informacji – za rozwiązanie zadań sprawdzających osiąganie tej umiejętności można było otrzymać 55% możliwych punktów. Za rozwiązanie zadań z obszaru III - tworzenie informacji - można było otrzymać 30% punktów.

Zakres treści podstawy programowej:

Obszar podstawy programowej	Zadania	Punkty
Ruch, jego powszechność i względność	1.1–1.6, 3.3, 3.4, 5.7	15
Makroskopowe właściwości materii a jej budowa mikroskopowa.	4.1, 4.2, 4,3	6
Obwody prądu stałego	2.5, 4.4, 4.5	8
Porządek i chaos w przyrodzie.	1.7, 2.1–2.4, 2.6	12
Światło i jego rola w przyrodzie	3.1, 3.2, 3.5, 3.6	9
Energia, jej przemiany i transport	5.2, 5.6	4
Budowa i ewolucja Wszechświata	5.1, 5.3, 5.4, 5.5	6

Jak widać, mimo iż arkusz zawiera tylko 5 zadań, to sprawdzają one dużą część zakresu podstawy programowej. Brakuje tylko zagadnień związanych z polem elektromagnetycznym i zagadnieniami hydrostatyki.

2.2. Wyniki egzaminu

Poziom podstawowy

Maturę na poziomie podstawowym wybrała bardzo mała liczba zdających – 206 osób - co oznacza spadek w stosunku do roku ubiegłego o ponad 15%. W stosunku do ogółu przystępujących do egzaminu z fizyki i astronomii, zdający egzamin na poziomie podstawowym (po raz pierwszy) stanowili tylko nieco ponad 6%. Sytuacja ta jest nietypowa – w całej Polsce udział zdających na poziomie podstawowym jest wyraźnie wyższy. Wynika to przypuszczalnie z faktu, że uczelnie w naszym regionie preferują egzamin na poziomie rozszerzonym. W innych regionach jest inaczej – na terenie warszawskiej OKE zdawało egzamin na poziomie podstawowym około 27% wszystkich zdających fizykę w tamtym regionie.

Przy wyraźnym spadku liczby zdających na poziomie podstawowym, wzrosła liczba zdających z techników. Było takich zdających 40, czyli dwa razy więcej niż w ubiegłym roku i stanowili prawie 20% ogółu zdających egzamin na tym poziomie.

W ślad za zmniejszaniem się liczby zdających maturę na poziomie podstawowym obserwuje się obniżenie wskaźnika zdawalności: w ubiegłym roku było to 93%, a w bieżącym – 66%, czyli spadek wynosi 27 punktów procentowych. Spadek ten jest wyraźnie widoczny w każdym typie szkoły, ale szczególnie wśród absolwentów techników (odpowiednio 24 punkty dla LO i 32 punkty dla techników).

Wyniki wskazują również na obniżenie średniej łatwości arkusza. Jak napisano wyżej jest to spadek o 12,4 punktu. Co ciekawe, spadek ten jest mniejszy zarówno dla absolwentów techników jak i dla absolwentów liceów profilowanych (ale absolwenci obu rodzajów szkół mają wyniki słabsze niż absolwenci LO).

Dane powyższe wskazują, że tegoroczny arkusz okazał się dla zdających trudniejszy niż ubiegłoroczny. Można zastanawiać się nad słusznością oceny przez zdających swojego poziomu wiedzy i umiejętności.

Poziom rozszerzony

Egzamin na poziomie rozszerzonym pisała zdecydowana większość zdających – ponad 93% przystępujących do tego egzaminu po raz pierwszy. W sumie po raz pierwszy zdawało fizykę na poziomie rozszerzonym o 18% więcej osób niż w roku ubiegłym. Dominującą część tego przyrostu stanowili absolwenci szkół wrocławskich. Większa niż w ubiegłym roku liczba zdających wybrała ten poziom jako obowiązkowy. Zdający ci uzyskali bardzo dobre wyniki – zdało egzamin 98,5%, a średni wynik wyniósł 73,8%, czyli więcej niż w ubiegłym roku. Oznacza to, że w sposób prawidłowy ocenili swoje szanse oraz poziom wiedzy i umiejętności.

Wśród zdających egzamin na poziomie rozszerzonym dominowali jednak tacy, którzy wybrali fizykę i astronomię jako przedmiot dodatkowy. Średni wynik w tej grupie zdających wynosił 56,3% i był o ok. 7 punktów procentowych wyższy niż w ub. roku. Wynika z tego, że arkusz na poziomie rozszerzonym okazał się dla zdających łatwiejszy niż ubiegłoroczny.

Analizując oddzielnie wyniki województw w okręgu można zauważyć, że szczególnych różnic nie ma. Średnie wyniki zdających na poziomie podstawowym są trochę lepsze dla absolwentów LO z województwa opolskiego i słabsze dla absolwentów techników. Wśród zdających egzamin na poziomie rozszerzonym wyraźnie lepsze wyniki uzyskali absolwenci techników z województwa opolskiego w porównaniu do takich absolwentów z województwa wrocławskiego.

2.3. Łatwości zadań

Poziom podstawowy

Zadania zamknięte:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LO	0,76	0,21	0,36	0,49	0,55	0,56	0,76	0,26	0,22	0,31
LP	0,31	0,08	0,54	0,46	0,46	0,31	0,54	0,00	0,23	0,23
T	0,53	0,22	0,22	0,47	0,62	0,51	0,93	0,24	0,24	0,16
Razem	0,68	0,21	0,34	0,49	0,56	0,54	0,78	0,24	0,22	0,28

Zadania otwarte:

	11.1	11.2	11.3	12.1	12.2	12.3	13.1	13.2	14.1	14.2	15.	16.	17.1	17.2	18.1	18.2	18.3	19.	20.1	20.2	suma
LO	0,67	0,63	0,14	0,51	0,21	0,17	0,56	0,83	0,44	0,28	0,07	0,21	0,29	0,73	0,43	0,27	0,04	0,33	0,35	0,66	0,39
LP	0,27	0,21	0,00	0,23	0,00	0,00	0,38	0,54	0,27	0,05	0,00	0,10	0,00	0,31	0,23	0,08	0,00	0,12	0,12	0,23	0,18
T	0,52	0,53	0,11	0,40	0,12	0,08	0,51	0,67	0,34	0,15	0,07	0,20	0,16	0,59	0,42	0,14	0,00	0,30	0,34	0,47	0,31
Razem	0,61	0,59	0,12	0,47	0,18	0,14	0,54	0,78	0,41	0,24	0,07	0,20	0,24	0,67	0,41	0,23	0,03	0,31	0,33	0,60	0,36

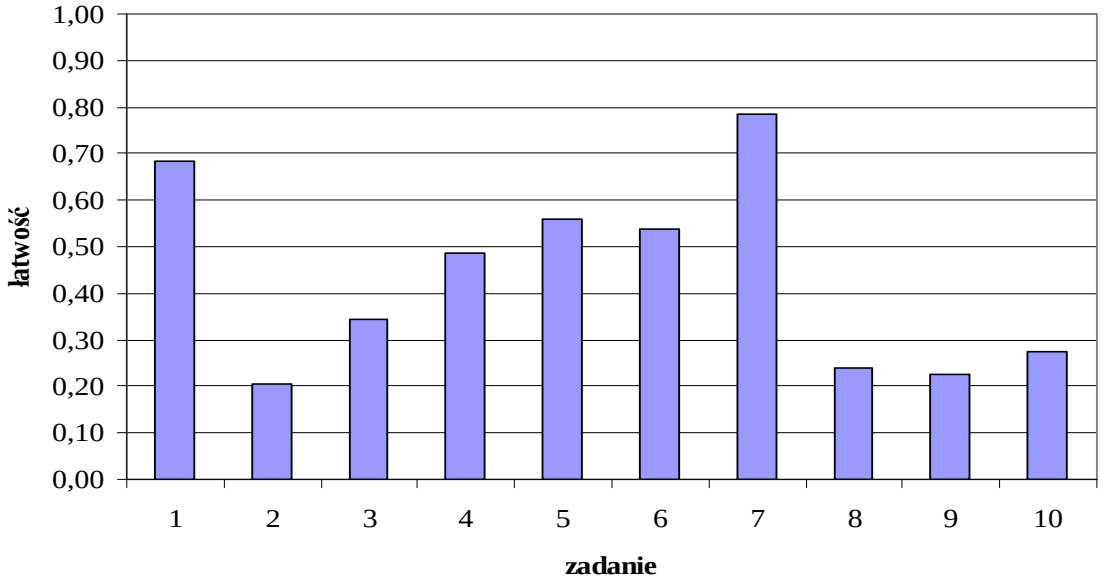


Diagram 2. Łatwości zadań zamkniętych (dla wszystkich szkół w okręgu)

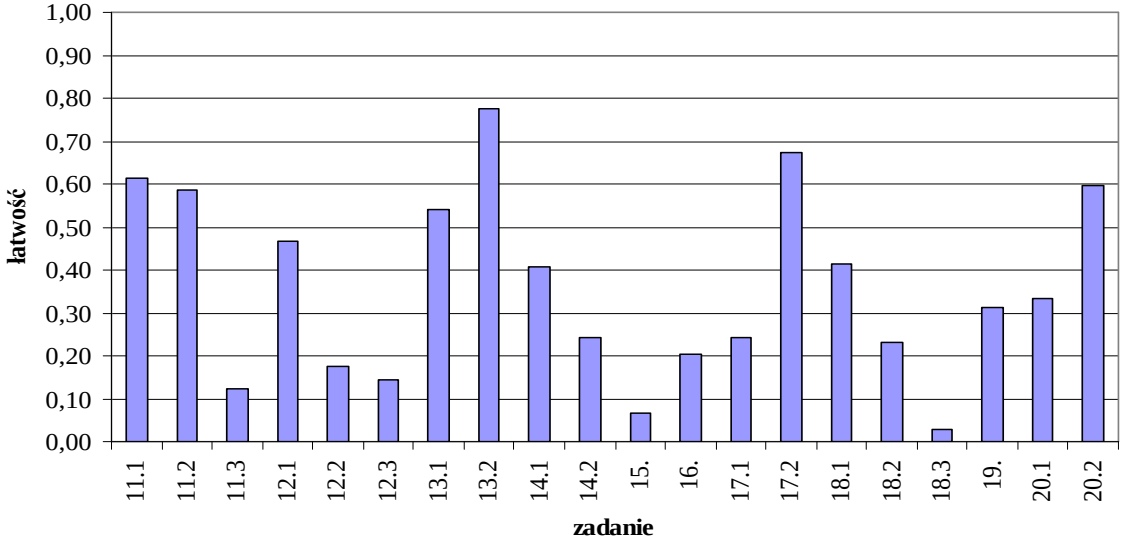


Diagram 3. Łatwości zadań otwartych (dla wszystkich szkół w okręgu)

Jak widać z powyższych tabel i wykresów największe kłopoty zdającym sprawiały zadania 2, 3, 8, 9, 10 w części zadań zamkniętych i zadania 11.3, 12.2, 12.3, 14.2, 15, 16, 17.1, 18,2, 18.3, 19 i 20.1. Oznacza to problemy z następującymi umiejętnościami (opis umiejętności zgodny ze sprawozdaniem CKE www.cke.edu.pl):

Zadanie	Umiejętność:
2	Wskazanie przyczyny występowania przyspieszenia dośrodkowego ciała poruszającego się po okręgu ruchem jednostajnym.
3	Wyznaczenie wartości zmiany prędkości ciała odbijającego się od podłoża.
8	Wybranie prawdziwej informacji dotyczącej masy jądra berylu.
9	Ustalenie, jak zmienia się wartość prędkości liniowej satelity podczas zmiany orbity.
10	Ustalenie związku między długościami fal de Broglie'a dla określonych cząstek.
11.3	Narysowanie i zapisanie nazwy sił działających na ciało w windzie (układ nieinercjalny) podczas ruszania windy do góry.
12.2	Wyprowadzenie wzoru określającego energię kinetyczną cząstki obdarzonej ładunkiem elektrycznym poruszającej się w jednorodnym polu magnetycznym
12.3	Wykazanie, że w układzie SI energia kinetyczna protonu wyrażona jest w dżulach
14.2	Ustalenie, który z wymienionych w tabeli gazów poddano opisanej przemianie gazowej
15.	Obliczenie długości fali światła emitowanego przez laser.
16.	Narysowanie dalszego biegu promieni świetlnych w sytuacjach przedstawionych na rysunkach.
17.1	Zapisanie reakcji rozpadu atomu złota.
17.2	Obliczenie masy izotopu złota pozostałego po określonym czasie w preparacie promieniotwórczym.
18.2	Przedstawienie na wykresie związku energii atomu wodoru z promieniem orbity, na której znajduje się elektron.
18.3	Obliczenie wartości prędkości elektronu na pierwszej orbicie w atomie wodoru przy wykorzystaniu postulatu Bohra.
19.	Ustalenie i zapisanie pełnych nazw wielkości fizycznych jakie trzeba zmierzyć w opisanym doświadczeniu.
20.1	Obliczenie energii wypromieniowywanej w czasie 1 h przez białego karła.

Jakie wnioski można sformułować z powyższych danych? Analizując dokładnie typowe odpowiedzi zdających, można sądzić, że:

- uczniowie nie opanowali opisu zjawisk w układzie nieinercjalnym (siły i relacje między nimi);
- nie potrafią zestawiać i porównywać zależności w celu uzyskania nowych relacji między wielkościami fizycznymi (energia, promień okręgu w polu magnetycznym);
- nie potrafią wykonywać operacji na jednostkach;
- nie umieją posługiwać się równaniem Clapeyrona do obliczeń;
- nie potrafią rysować biegu promieni światła w sytuacji zjawisk odbicia, załamania i całkowitego wewnętrznego odbicia;
- nie umieją zapisywać schematu rozpadu jądra atomu;
- nie potrafią rysować dyskretnych wartości energii atomu (rysują ciągły przebieg);
- nie interpretują prawidłowo pojęcia współczynnika tarcia statycznego (dowolna siła tarcia a nie maksymalna) i nie zawsze odróżniają ciężar od masy (co mierzymy za pomocą siłomierza);
- nie potrafią interpretować prawidłowo informacji zawartych w tekście i w tabeli.

Jak widać trudności pojawiają się w bardzo różnych obszarach tematycznych – świadczy to o bardzo słabym przygotowaniu zdających. Niektóre z przedstawionych wyżej trudności mogą zaskakiwać. Tematyka biegu promieni światła, rozpadów promieniotwórczych i ruchu cząstek w polu magnetycznym pojawia się w zadaniach maturalnych dosyć często.

Dobre wyniki osiągnęli zdający w opanowaniu umiejętności:

- wykorzystania równań ruchu do obliczania przyspieszenia i prędkości;
- wskazania zjawiska, dzięki któremu możliwe jest przesyłanie sygnału świetlnego przy użyciu światłowodu
- obliczania przebytej drogi i wartości średniej prędkości ciała;
- obliczeń z wykorzystaniem II zasady dynamiki;
- obliczenie masy izotopu pozostałego po określonym czasie w preparacie promieniotwórczym;
- obliczenia z wykorzystaniem pojęcia gęstości (ta umiejętność występowała ostatnio częściej na egzaminie maturalnym).

Porównanie wyników zdających z różnych typów szkół wykazuje powtarzającą się sytuację: absolwenci liceów profilowanych i techników uzyskują słabsze wyniki niż absolwenci LO przy czym wyraźnie lepsze są wyniki absolwentów techników niż liceów profilowanych. W dwóch przypadkach – zadania 5. i zadania 7. absolwenci techników uzyskali lepsze wyniki niż absolwenci LO. Dotyczyło to umiejętności wybrania właściwego opisu dotyczącego przepływu prądu w miedzianym przewodniku (nośniki ładunku, zależność oporu od temperatury) i wskazania zjawiska, dzięki któremu możliwe jest przesyłanie sygnału świetlnego przy użyciu światłowodu.

Jeśli chodzi o rozkład wyników w poszczególnych obszarach umiejętności (standardach) to przedstawia się on (dla arkusza poziomu podstawowego) następująco:

Opis standardu	LO	LP	T	Razem
I - wiadomości i rozumienie	0,50	0,27	0,43	0,47
II - korzystanie z informacji	0,35	0,14	0,26	0,32
III - tworzenie informacji	0,29	0,12	0,24	0,27
Razem	0,39	0,18	0,31	0,36

Jak widać wyniki są typowe – najłatwiejsze są umiejętności z obszaru I, najtrudniejsze z III. Relacje pomiędzy wynikami absolwentów różnego typu szkół są w każdym standardzie takie same jak dla wyników ogólnych

Poziom rozszerzony

	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
LO	0,42	0,48	0,83	0,38	0,41	0,52	0,48	0,69	0,89	0,93	0,73	0,41	0,59
LP	0,17	0,20	0,38	0,12	0,14	0,30	0,09	0,44	0,82	0,84	0,25	0,05	0,21
T	0,20	0,26	0,49	0,12	0,12	0,22	0,09	0,60	0,87	0,93	0,31	0,15	0,22
Razem	0,40	0,46	0,80	0,37	0,39	0,51	0,46	0,68	0,88	0,93	0,70	0,40	0,57

cd. tabeli

	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	Razem
LO	0,77	0,75	0,75	0,48	0,52	0,40	0,65	0,34	0,39	0,35	0,53	0,62	0,75	0,74	0,72	0,56	0,79	0,39	0,58
LP	0,74	0,30	0,33	0,41	0,10	0,22	0,51	0,18	0,17	0,07	0,12	0,34	0,29	0,44	0,54	0,19	0,39	0,11	0,28
T	0,81	0,43	0,32	0,36	0,18	0,34	0,71	0,26	0,32	0,27	0,38	0,49	0,51	0,62	0,56	0,30	0,47	0,18	0,37
Razem	0,77	0,72	0,72	0,47	0,50	0,39	0,65	0,34	0,38	0,34	0,51	0,61	0,73	0,73	0,71	0,54	0,77	0,38	0,56

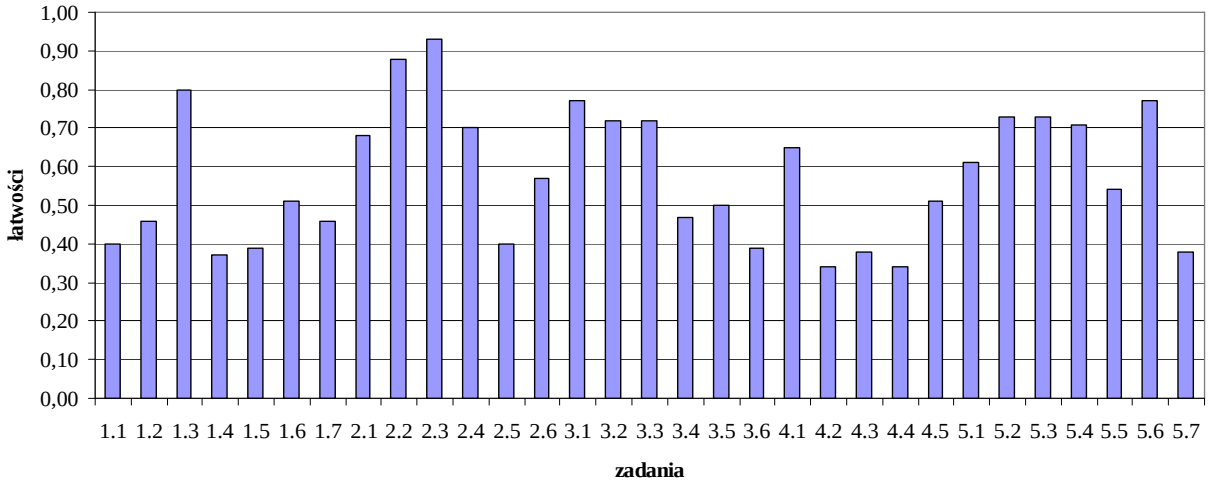


Diagram 4. Łatwości zadań arkusza rozszerzonego (dla wszystkich szkół w okręgu)

Jak widać z powyższych tabeli i wykresów zadania, które sprawiały zdającym najwięcej trudności to 1.1, 1.4 i 1.5, 2.5, 3.6, 4.2, 4.3, 4.4 oraz 5.7.

Oznacza to problemy z następującymi umiejętnościami (opis umiejętności zgodny ze sprawozdaniem CKE www.cke.edu.pl):

Zadanie	Umiejętność:
1.1	Narysowanie toru ruchu ciała w rzucie ukośnym. Narysowanie wektora siły działającej na ciało w określonym punkcie toru jego ruchu.
1.4	Obliczenie maksymalnej wysokości jaką osiągnęło ciało.
1.5	Wyprowadzenie równania toru ruchu ciała.
2.5	Obliczenie oporu, jaki powinna mieć grzałka, aby pracując w sposób ciągły utrzymywała stałą temperaturę wody w naczyniu.
3.6	Narysowanie dalszego biegu promienia świetlnego skierowanego równolegle do głównej osi optycznej układu zwierciadło-soczewka.
4.2	Ustalenie rodzaju nośników większościowych w półprzewodniku określonego typu.
4.3	Analiza wykresu i ustalenie, jak opór elektryczny fotorezystora zależy od natężenia oświetlenia. Wyjaśnienie zależności oporu elektrycznego fotorezystora od natężenia oświetlenia przez odwołanie się do mikroskopowych własności półprzewodników.
4.4	Wyznaczenie natężenie oświetlenia fotorezystora, wykorzystując dane przedstawione na schemacie obwodu elektrycznego oraz na wykresie przedstawiającym zależność natężenia prądu płynącego przez fotorezystor od napięcia przyłożonego do jego zacisków przy różnych wartościach natężenia oświetlenia.
5.7	Przeliczenie odległości podanej kilometrach na lata świetlne.

Analiza odpowiedzi zdających prowadzi do wnioski, że nie potrafili:

- rysować toru ciała w rzucie ukośnym - rysowali bardzo często tor wychodzący z końca wektora prędkości lub wektor prędkości znajdował się wewnątrz toru. Niektórzy rysowali wektory różnych sił, w tym poziomych;
- obliczać maksymalnej wysokości osiągniętej przez ciało w rzucie ukośnym: często traktowali energię kinetyczną jako wielkość wektorową obliczając składową pionową tej energii;
- zapisać nazwy nośników większościowych w półprzewodniku określonego typu;
- analizować wykresu i opisywać zjawisk zachodzących w półprzewodniku pod wpływem światła (ale z kolei podobna umiejętność w zadaniu 5. wypadła znacznie lepiej);
- obliczać wielkości elektrycznych w obwodzie.

Uwaga: wnioski dotyczące zadania 4. będą omówione w dalszej części raportu.

Średnia łatwość zadań na poziomie rozszerzonym jest wyraźnie wyższa niż na podstawowym, ale szczególnie dobre wyniki osiągnęli zdający w opanowaniu umiejętności:

- obliczania wypadkowej prędkości przy znajomości jej składowych;
- rysowania wykresu, jego ekstrapolacji i formułowania wniosku na podstawie wykresu;
- interpretacji kształtu powierzchni odbijającej i jej własności przy odbiciu światła;
- obliczania ogniskowej zwierciadła;
- obliczania czasu spadku z podanej wysokości;

Rozkład wyników w poszczególnych obszarach umiejętności (standardach) przedstawia się (dla arkusza poziomu rozszerzonego) następująco:

Opis standardu	LO	LP	T	Razem
I - wiadomości i rozumienie	0,55	0,35	0,46	0,54
II - korzystanie z informacji	0,62	0,29	0,36	0,61
III - tworzenie informacji	0,50	0,25	0,36	0,49
Razem	0,58	0,28	0,37	0,56

Jak widać dla absolwentów LO łatwiejsze są umiejętności z zakresu standardu II (korzystanie z informacji, obliczenia, wykonywanie wykresów). Dla absolwentów LP i techników tradycyjnie umiejętności ze standardu I – wiadomości i rozumienie.

Istotne wnioski wynikają z porównania średnich łatwości zadań arkusza podstawowego i rozszerzonego pomiędzy absolwentami LO, LP i techników. Przedstawiają to dwie poniższe tabele:

Arkusz podstawowy

Szkoły	Średnia różnica
Średni wynik LO – średni wynik LP	0,20
Średni wynik LO – średni wynik T	0,07

Arkusz rozszerzony

Szkoły	Średnia różnica
Średni wynik LO – średni wynik LP	0,28
Średni wynik LO – średni wynik T	0,20

Wniosek jest widoczny – różnica pomiędzy absolwentami LO i LP jest duża dla obu poziomów. Różnica pomiędzy absolwentami LO i techników jest duża dla poziomu rozszerzonego natomiast dla podstawowego – niewielka. Jedną z istotnych przyczyn jest fakt, że w wielu liceach siatki godzin dla osób wybierających maturę z fizyki i astronomii przewidują (głównie co prawda we Wrocławiu) 9-10 godzin w cyklu nauczania. Efektem jest rosnąca liczba maturzystów z fizyki we Wrocławiu – stanowią oni prawie 37% ogółu zdających fizykę. Uczeń w liceum profilowanym lub technikum takiej możliwości nie ma i najczęściej może liczyć tylko na 3-4 godziny co pozwala na realizację wymagań najwyżej z poziomu podstawowego. Ta sytuacja powinna stać się przedmiotem analiz władz oświatowych w kontekście oczekiwań zwiększenia procentu młodzieży wybierającej studia politechniczne. Absolwenci techników uzyskujący wyraźnie niższe wyniki matury maja niewielkie szanse dostania się na ciekawsze kierunki studiów, a i na samych studiach mogą mieć większe trudności.

II. Część problemowa – co uczniowie wiedzą na temat półprzewodników?

1. Wstęp

Wyniki zdających - zdawalność i łatwości zadań oraz wynikające stąd wnioski zostały przedstawione w poprzedniej części sprawozdania. Analiza dotyczyła łatwości liczonej dla całego zadania np. 4.2 lub 4.3. Wynika to z faktu, że na karcie odpowiedzi wpisuje się sumę punktów. Jednak egzaminatorzy wpisują na pracy punkty za poszczególne kryteria – istnieje zatem możliwość dokładnej analizy odpowiedzi zdającego, co jest istotne przy zadaniach, w których należy udzielić odpowiedzi w formie tekstu. Zadaniem, w którym wyniki zdających były dość niskie, jest zadanie 4. zwłaszcza w niektórych częściach.

Łatwości zadania 4.

Zadanie	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
Łatwość	0,65	0,34	0,38	0,34	0,51

Jak widać, rozwiązujący zadanie 4.1 uzyskali w tej części zadania najlepsze wyniki (wyższe niż średni wynik całego egzaminu). Można byłoby sądzić, że zdający opanowali zagadnienia budowy półprzewodników i mechanizmu przewodzenia prądu. Ale i tak spora grupa zdających jako półprzewodnik wymieniała rtęć. Jednak już wynik zadania 4.2 (prawie dwukrotnie niższy) wskazuje, ze sytuacja nie jest dobra. Należało podać nazwę nośników większościowych w półprzewodniku typu n. Fantazja zdających była prawie nieograniczona – pojawiały się takie nośniki jak promień światła, dioda, dziury elektronowe, nośniki walencyjne. A przecież sformułowanie zadania:

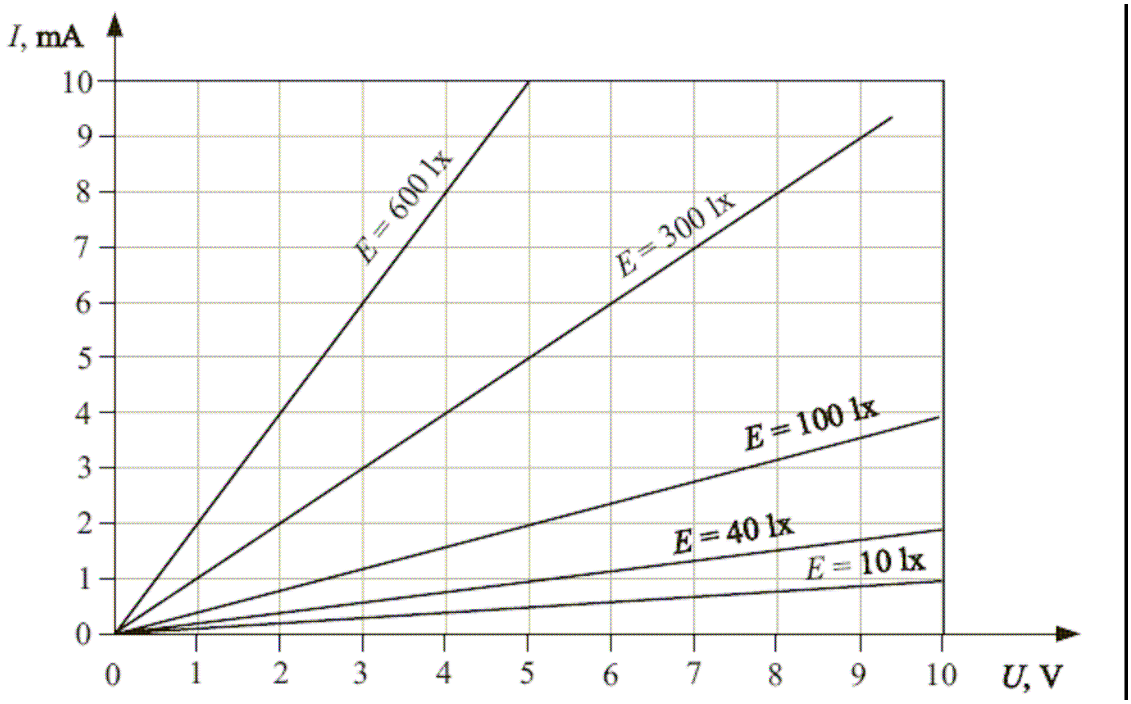
Zadanie 4.2 ***(1 pkt)***
Przez domieszkowanie wykonuje się półprzewodniki, w których nośnikami większościowymi są elektrony lub dziury.
Zapisz, jak nazywają się nośniki większościowe w półprzewodniku **typu n**.

sugerowało przecież maksymalnie dwie możliwe odpowiedzi.

2. Prawdziwe wyniki zadania 4.3 – analiza efektów w poszczególnych kryteriach

W zadaniu 4. umieszczona była następująca informacja:

Informacja do zadania 4.3 i 4.4
Poniższy wykres przedstawia zależność natężenia prądu płynącego przez fotorezystor od napięcia przyłożonego do jego zacisków przy pięciu różnych wartościach natężenia oświetlenia. Natężenie oświetlenia *E* (ilość światła padającą na jednostkę powierzchni) podano w luksach, lx.



Zadanie 4.3 ***(3 pkt)***
Przeanalizuj wykres i ustal, jak opór elektryczny fotorezystora zależy od natężenia oświetlenia (rośnie, maleje, nie ulega zmianie). Wyjaśnij tę zależność, odwołując się do mikroskopowych własności półprzewodników.

Za pełne, prawidłowe rozwiązanie zadania można było otrzymać 3 punkty. Zgodnie z informacją podaną na stronie www.cke.edu.pl punkty były przyznawane za:

1. kryterium: 1 pkt – zapisanie odpowiedzi np.: opór maleje, gdy natężenie oświetlenia rośnie;
2. kryterium: 1 pkt – obliczenie wartości oporu elektrycznego fotorezystora dla dwóch różnych wartości oświetlenia lub odwołanie się do prawa Ohma (z odpowiednim komentarzem);
3. kryterium: 1 pkt – zapisanie wyjaśnienia np.: zwiększenie liczby fotonów powoduje wzrost liczby nośników prądu czyli zmniejszenie oporu elektrycznego.

Analizę przypadków rozwiązań przeprowadzono na wybranej losowo grupie zdającej liczącej 200 osób. Byli to absolwenci 16 szkół zarówno z województwa dolnośląskiego jak i opolskiego. Wybierano zdających uzyskujących stosunkowo lepsze wyniki (prace zdających, którzy otrzymali za całą pracę kilka lub kilkanaście punktów nie dają pełnego obrazu. Wyniki są następujące:

1 kryterium	2 kryterium	3 kryterium
0,79	0,28	0,16

O ile łatwość tego zadania dla wszystkich zdających w okręgu wynosi 0,38 to łatwość obliczona dla grupy badanej ma wartość 0,41 (a więc jest niewiele większa).

Z prostego oglądu powyższej tabelki można byłoby wnioskować, że prawie 80% zdających potrafiło prawidłowo przeanalizować wykres i wyciągnąć wniosek, o który chodziło w zadaniu. Czy jednak jest to prawda? Czy zawsze zapisanie sformułowania: „opór maleje ze wzrostem natężenia oświetlenia" oznacza, że zdający prawidłowo zinterpretował wykres?

Drugie kryterium (szkoda, że nie wyartykułowane wyraźnie w poleceniach) wymagało uzasadnienia wniosku. Jak widać z tabelki łatwość drastycznie spada. Być może jednym z powodów jest brak umiejętności analizy wykresów dla kilku zmiennych. Część zdających nie widziała potrzeby uzasadniania i przechodziła od razu do wyjaśniania zależności w oparciu o mikroskopową teorię budowy półprzewodników. Analiza wybranych 200 prac wskazuje, że uczyniła tak spora grupa zdających. Ale przejście do wyjaśnień nie oznacza, że były one prawidłowe – stąd łatwość w badanej grupie wynosi tylko 16%.

Zanim będą sformułowane wnioski warto przyjrzeć się przykładom odpowiedzi zdających. Zostały one przepisane dla większej czytelności, dokonane w nich poprawki dotyczyły głównie ortografii. Są to pełne odpowiedzi a nie fragmenty – zobaczyć zatem można funkcjonowanie wszystkich trzech kryteriów. Zachowany został układ odpowiedzi. Uwagi autora są podkreślone.

Przykład 1.

$U = RI$

$R = \frac{U}{I}$

$R \sim \frac{1}{I}$

$I \uparrow R \downarrow$

Odp: Opór zależy od natężenia odwrotnie proporcjonalnie, czyli kiedy wzrasta natężenie to opór maleje.

Co rozumie zdający przez natężenie?

Przykład 2.

Ponieważ im więcej światła tym większa energia nadawana elektronom, więc tym łatwiej jest im przeskoczyć do pasma przewodnictwa z pasma walencyjnego.

Czy ten zdający rozumie efekty zachodzące w półprzewodniku i kwantowa naturę światła?

Przykład 3.

$R = \frac{U}{I}$ *Opór elektryczny maleje w zależności od zwiększania natężenia światła.*

Jak w przykładzie 1. Czy odpowiedź świadczy o zrozumieniu zadania?

Przykład 4.

Wraz ze wzrostem natężenia opór elektryczny fotosyntezatora maleje, jest to spowodowane tym, że wraz ze wzrostem napięcia z pasma walencyjnego wybijają się elek-

trony, powstają dziury i prąd przepływa łatwiej przez przerwę energetyczną. (ten zdający miał 49 punktów za maturę z fizyki)

Przykład 5

Im większe natężenie oświetlenia tym większy opór elektryczny fotorezystora. Im większe natężenie oświetlenia tym większa temperatura półprzewodnika, a im większa jest temperatura tym cząsteczki są bliżej siebie i jest wtedy większy opór elektryczny (dziury się zmniejszają). (42 punkty za cały arkusz)

Przykład 6.

Opór elektryczny fotorezystora maleje kiedy natężenie oświetlenia maleje, czyli opór elektryczny jest odwrotnie proporcjonalny do natężenia oświetlenia.

Czy zdający rozumie pojęcie proporcjonalności prostej i odwrotnej?

Przykład 7.

Do granicy E = 300 lx opór rośnie wraz z dostarczanym światłem, powyżej tej granicy opór maleje. Półprzewodniki mają własności takie, iż jest granica dla której stanowią opór, jednak po tej granicy ich opór zanika.

Przykład 8.

Opór nie ulega zmianie, ponieważ półprzewodniki mają zdolność do przewodzenia prądu w związku z czym ich wewnętrzna struktura jest ściśle określona (elektrony swobodne).

Przykład 9.

Gdy pada światło o większym natężeniu to z powierzchni fotorezystora zostaje wybitych więcej elektronów przez co opór maleje.

Czy zdający ma wiedzę o zjawiskach powodujących zmianę liczby nośników pod wpływem światła? Czy odróżnia zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne od wewnętrznego?

Przykład 10.

$R = \frac{U}{I}$; $I \sim U$, $U \sim R$; $R \sim \frac{1}{I}$

Opór maleje w zależności od natężenia – jest odwrotnie proporcjonalny. Półprzewodniki przewodzą prąd (jest natężenie) w zależności od ustawienia swoich cząsteczek, dlatego półprzewodniki przewodzą tylko czasami (prąd $\rightarrow$ natężenie). Zaobserwować to można na wykresie. Półprzewodniki o większym oporze dają mniejsze natężenie oświetlenia (E).

Mamy tu wszystko – i błędną interpretację natężenia i zupełnie nowatorskie wyjaśnienie mechanizmu przewodnictwa i na końcu pomylenie skutków z przyczyną.

Przykład 11.

$R = \frac{U}{E}$ *Opór maleje*

Tu już bardzo wyraźnie widać, że prawo Ohma ma nowa postać. Ten zdający odwołując się od wyniku twierdził, że należał mu się dwa punkty, bo przecież *„skorzystałem z prawa Ohma i zapisałem prawidłowy wniosek"*

Przykład 12.

Foton padający na powierzchnię półprzewodnika musi mieć odpowiednią energie, a by nadać półprzewodnikowi zdolność przewodzenia prądu, dlatego im więcej fotonów światła tym większa przewodność elektryczna półprzewodnika.

Dylemat egzaminatora: zaliczyć taką odpowiedź, czy nie?

Przykład 13.

Gdy wzrasta natężenie oświetlenia wzrasta także wartość napięcia przyłożonego do zacisków. Zatem wydziela się energia, która ponosi temperaturę półprzewodnika, która wprawia w drgania i ruch elektrony półprzewodnika co obniża jego opór.

Tu także zupełnie nowatorska metoda wyjaśnienia zjawiska. Spora grupa zdających (nie zauważając jakby wcześniejszych informacji o nośnikach, natężeniu oświetlenia i braku informacji o temperaturze) wprowadzała właśnie wzrost temperatury jako przyczynę zmiany liczby nośników.

Przykład 14.

$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = tg\alpha$

Natężenie maleje $\Rightarrow$ opór rośnie z prawa Ohma

Jak w przykładach 1. i 3.

Przykład 15.

Opór elektryczny fotorezystora maleje wraz ze wzrostem natężenia. Dzieje się tak, ponieważ wartość oporu elektrycznego urządzenia jest odwrotnie proporcjonalna do wartości natężenia jakie płynie przez opornik. $R=U/I \Rightarrow U = const.$ (Zdający miał 40 punktów za całą pracę!)

Jak wyżej.

Przykład 16.

Opór rośnie. U=RI $R = \frac{U}{I}$ *Wraz ze wzrostem natężenia rośnie opór, gdyż większa ilość cząsteczek światła uderza o powierzchnię fotorezystora a napięcie jest stałe.*

Widać, że zdający łączy wzrost natężenia światła z większą liczbą fotonów (to rzadkie!) ale oczywiście pozostała argumentacja jest bez sensu.

Jaki obraz wyłania się z tej analizy i zaprezentowanych przykładów? Niestety bardzo mało optymistyczny. Stosunkowo dobry wynik w pierwszym kryterium nie może być interpretowany jako opanowanie umiejętności analizy przedstawionego wykresu. Samo zapisanie wniosku: *„opór maleje ze wzrostem natężenia światła"* jest, jak widać po przykładach rozwiązań, często przypadkowe, to że zdający nie zapisał takiego uzasadnienia jak w przykładach powyżej nie może świadczyć, że takiego rozumowania nie przeprowadził, a natężenie oznacza raz „natężenie prądu" a zaraz obok „natężenie oświetlenia". Słabe wyniki zadania 4.3 w drugim kryterium częściowo mogą być spowodowane sformułowaniem zadania a częściowo brakiem umiejętności analizy tego typu wykresów. Niestety najgorzej jest ze znajomością i rozumieniem procesów zachodzących pod wpływem światła w półprzewodniku. Przytoczone przykłady rozwiązań wskazują na prawie zupełny brak wiedzy na ten temat. Może to wynikać z faktu, że prace z poziomu rozszerzonego piszą także absolwenci szkół, w których praktycznie nie realizuje się programu rozszerzonego. Podczas rozwiązywania zdający ci wygrzebują z pamięci strzępy wiedzy pochodzącej jeszcze z gimnazjum bądź z wiedzy potocznej i tworzą nową „wiedzę" zgodną (jak wynika z wielu odwołań) z prawdą.