

Osiągnięcia maturzystów w roku 2007

SPRAWOZDANIE
Z EGZAMINU
MATURALNEGO
2007



*Komentarz
do zadań
z fizyki
i astronomii*

WARSZAWA, CZERWIEC 2007

Opracowanie

Jerzy Dylakiewicz

Jan Sawicki

Konsultacja naukowa

prof. dr hab. Jan Mostowski

WSTĘP

Egzamin maturalny z fizyki i astronomii miał formę pisemną i odbył się w całym kraju 18 maja 2007 r. Maturzyści mogli zdawać fizykę i astronomię jako przedmiot obowiązkowy lub dodatkowo wybrany.

Fizyka i astronomia jako przedmiot **obowiązkowy** mogła być zdawana na poziomie podstawowym lub rozszerzonym.

Egzamin na **poziomie podstawowym** trwał 120 minut i polegał na rozwiązaniu zadań egzaminacyjnych sprawdzających wiedzę i umiejętność zastosowania tej wiedzy w praktyce w zakresie wymagań opisanych dla poziomu podstawowego.

Egzamin na **poziomie rozszerzonym** trwał 150 minut i polegał na rozwiązaniu zadań egzaminacyjnych sprawdzających umiejętność zastosowania poznanych metod do rozwiązywania problemów dotyczących treści obejmujących zakres wymagań opisanych dla poziomu rozszerzonego.

Warunkiem zdania egzaminu było uzyskanie co najmniej 30% punktów możliwych do zdobycia na danym poziomie.

Zdający, którzy wybrali fizykę i astronomię jako przedmiot **dodatkowy** zdawali egzamin na **poziomie rozszerzonym**, rozwiązując ten sam arkusz, co absolwenci zdający przedmiot obowiązkowy. Dla przedmiotu zdawanego jako dodatkowy nie określono progu zaliczenia.

Na świadectwie dojrzałości wyniki egzaminu zarówno obowiązkowego, jak i dodatkowego zostały zapisane w skali procentowej.

W trakcie egzaminu zdający mogli korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz prostego kalkulatora.

OPIS ARKUSZY EGZAMINACYJNYCH

Zadania zawarte w arkuszach egzaminacyjnych sprawdzały wiadomości i umiejętności określone w trzech obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych.

W szczególności sprawdzano czy zdający:

- I. zna, rozumie i stosuje terminy, pojęcia i prawa oraz wyjaśnia procesy i zjawiska, a w szczególności:
 1. posługuje się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisu zjawisk,
 2. na podstawie znanych zależności i praw wyjaśnia przebieg zjawisk oraz wyjaśnia zasadę działania urządzeń technicznych,
- II. wykorzystuje i przetwarza informacje w tym:
 1. odczytuje i analizuje informacje przedstawione w formie tekstu o tematyce fizycznej lub astronomicznej, tabel, wykresów, schematów i rysunków,
 2. uzupełnia brakujące elementy schematu, rysunku, wykresu, tabeli, łącząc posiadane i podane informacje,
 3. selekcjonuje i ocenia informacje,
 4. przetwarza informacje formułując opis zjawiska lub procesu fizycznego (rysuje schemat układu doświadczalnego lub schemat modelujący zjawisko, rysuje wykres zależności dwóch wielkości fizycznych, oblicza wielkości fizyczne z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych).
- III. rozwiązuje problemy i interpretuje informacje
 1. przedstawione w formie tekstu tabeli, wykresu, schematu,

2. stosuje pojęcia i prawa fizyczne do rozwiązywania problemów praktycznych,
3. buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk,
4. planuje proste doświadczenia i analizuje wyniki doświadczeń lub uzasadnia opinie i wnioski.

Arkusze egzaminacyjne dostępne są na stronie internetowej Centralnej Komisji Egzaminacyjnej www.cke.edu.pl.

Arkusze egzaminacyjny dla poziomu podstawowego

Arkusze egzaminacyjny dla poziomu podstawowego zawierał 23 zadania, w tym 10 zadań zamkniętych, ocenianych po 1 punkcie za każde zadanie. Pozostałe zadania były zadaniami otwartymi rozszerzonej odpowiedzi, punktowanymi w skali od 0 do 4 punktów. Rozwiązując poprawnie wszystkie zadania zdający mógł zdobyć 50 punktów. Tematyka zadań egzaminacyjnych obejmowała większość treści z Podstawy programowej dla poziomu podstawowego. Zadania dotyczyły zagadnień związanych z ruchem, różnymi rodzajami oddziaływań, makroskopowymi własnościami materii i jej budową mikroskopową, porządkiem i chaosem w przyrodzie, światłem i jego rolą w przyrodzie, energią, jej przemianami i transportem, budową i ewolucją Wszechświata, jednością mikro i makroświata, narzędziami współczesnej fizyki sprawdzając różne wiadomości i umiejętności określone w standardach wymagań egzaminacyjnych dla poziomu podstawowego.

Opis zadań egzaminacyjnych. Sprawdzane umiejętności, typowe odpowiedzi i uwagi do rozwiązań maturzystów.

Zadanie 1. (1 pkt)

Dwaj rowerzyści poruszając się w kierunkach wzajemnie prostopadłych oddalają się od siebie z prędkością względną o wartości 5 m/s. Wartość prędkości jednego z nich jest równa 4 m/s, natomiast wartość prędkości drugiego rowerzysty wynosi

- A. 1 m/s.
- B. 3 m/s.
- C. 4,5 m/s.
- D. 9 m/s.

Sprawdzana umiejętność Opisywanie ruchu względem różnych układów odniesienia – standard I. 1. 1) (1).
Wskaźnik łatwości zadania 0,69 – zadanie umiarkowanie trudne
Typowe poprawne odpowiedzi zdających Odpowiedź B
Najczęściej powtarzające się błędy Dość często wybierano odpowiedź D.
Komentarz Sprawdzana umiejętność jest dobrze opanowana przez większość zdających, choć częsty wybór odpowiedzi D wskazuje, że część zdających traktuje prędkość, jak wielkość skalarną.

Zadanie 2. (1 pkt)

Spadochroniarz o masie 75 kg opada na spadochronie pionowo w dół z prędkością o stałej wartości 5 m/s. Siła oporów ruchu ma wartość około

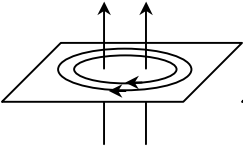
- A. 25 N.
- B. 75 N.
- C. 250 N.
- D. 750 N.

<p>Sprawdzana umiejętność Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał – standard I. 1. 2) (2).</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,64 – zadanie umiarkowanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Odpowiedź D</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Dość często wybierano odpowiedź B.</p>
<p>Komentarz Sprawdzana umiejętność jest dobrze opanowana przez zdających, ale częsty wybór odpowiedzi B wskazuje na mylenie pojęć masy i siły.</p>

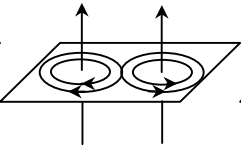
Zadanie 3. (1 pkt)

Linie pola magnetycznego wokół dwóch równoległych umieszczonych blisko siebie przewodników, przez które płyną prądy elektryczne o jednakowych natężeniach, tak jak pokazano poniżej, prawidłowo ilustruje rysunek

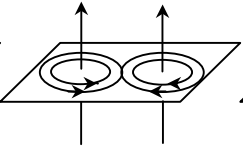
A. 1.
B. 2.
C. 3.
D. 4.



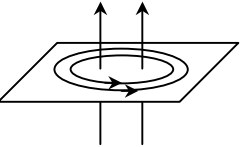
rysunek 1



rysunek 2



rysunek 3



rysunek 4

<p>Sprawdzana umiejętność Przedstawianie pola magnetycznego za pomocą linii pola – standard I. 1. 2) (6).</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,57 – zadanie umiarkowanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Odpowiedź D</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Dość często wybierano błędne odpowiedzi B lub C.</p>
<p>Komentarz Ponad połowa zdających rozwiązała poprawnie to zadanie. Wybór błędnych odpowiedzi wskazuje na brak umiejętności określenia zwrotu sił pola magnetycznego wytworzonego przez prądy płynące w przewodnikach prostoliniowych.</p>

Zadanie 4. (1 pkt)

Monochromatyczna wiązka światła wysłana przez laser pada prostopadle na siatkę dyfrakcyjną. Na ekranie położonym za siatką dyfrakcyjną możemy zaobserwować

- A. jednobarwne prążki dyfrakcyjne.
- B. pojedyncze widmo światła białego.
- C. pojedynczy jednobarwny pas światła.
- D. widma światła białego ułożone symetrycznie względem prążka zerowego.

<p>Sprawdzana umiejętność Opisywanie zjawiska przejścia światła przez siatkę dyfrakcyjną – standard I. 1. 5) (13).</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,59 – zadanie umiarkowanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Odpowiedź A</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający dość często wybierali odpowiedź B lub D.</p>
<p>Komentarz Zadanie nie sprawiało kłopotu zdającym, a udzielone błędne odpowiedzi wskazują na to, że część zdających nie zauważyła, iż treść zadania dotyczy wiązki światła monochromatycznego.</p>

Zadanie 5. (1 pkt)

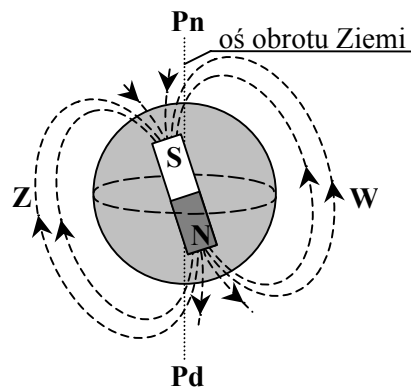
Zasada nieoznaczoności Heisenberga stwierdza, że

- A. im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki, tym dokładniej znamy jej położenie.
- B. im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki, tym mniej dokładnie znamy jej położenie.
- C. nie ma związku pomiędzy dokładnościami ustalenia wartości pędu i położenia cząstki.
- D. im mniej dokładnie znamy wartość pędu cząstki, tym mniej dokładnie możemy ustalić jej położenie.

<p>Sprawdzana umiejętność Interpretowanie zasady nieoznaczoności Heisenberga – standard I. 1. 8) (6).</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,52 – zadanie umiarkowanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Odpowiedź B</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Często wybierano błędne odpowiedzi A, C, D.</p>
<p>Komentarz Wybór błędnych odpowiedzi (A, C, D) był losowy (równomierny). Wskazuje to, że zdający, którzy ich udzielili nie „spotkali się” z zasadą nieoznaczoności Heisenberga i próbowali „wstrzelić się” w prawidłową odpowiedź.</p>

Zadanie 6. (1 pkt)

Wiązka dodatnio naładowanych cząstek pochodzenia kosmicznego dociera do Ziemi prostopadle do jej powierzchni w okolicach równika (rys.). W wyniku działania ziemskiego pola magnetycznego zostanie ona odchylona w kierunku



- A. północnym.
- B. południowym.
- C. wschodnim.
- D. zachodnim.

Sprawdzana umiejętność

Opisywanie wpływu ziemskiego pola magnetycznego na ruch ciał – standard I. 1. 2) (7).

Wskaźnik łatwości zadania

0,19 – zadanie bardzo trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Odpowiedź C

Najczęściej powtarzające się błędy

Wybór odpowiedzi błędnych był losowy (równomierny).

Komentarz

Zadanie powinno okazać się łatwe, ponieważ dotyczyło typowej sytuacji odchylenia naładowanej cząstki w polu magnetycznym. Najprawdopodobniej kontekst praktyczny związany z ziemskim polem magnetycznym i „nietypowy rysunek” spowodował trudność w zastosowaniu odpowiedniej reguły.

Zadanie 7. (1 pkt)

Rozciągnięcie sprężyny o 1 cm z położenia równowagi wymaga wykonania pracy 2 J. Rozciągnięcie tej samej sprężyny o 3 cm, również z położenia równowagi, wymaga wykonania pracy

- A. 6 J.
- B. 12 J.
- C. 18 J.
- D. 24 J.

Sprawdzana umiejętność

Posługiwanie się pojęciem energii potencjalnej sprężystości – standard I. 1. 6) (2).

Wskaźnik łatwości zadania

0,39 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Odpowiedź C

Najczęściej powtarzające się błędy

Z błędnych odpowiedzi najczęściej wybierano odpowiedź A.

Komentarz

Częsty wybór niepoprawnej odpowiedzi A pozwala wyciągnąć wniosek, iż duża grupa zdających błędnie przyjęła, że przy rozciąganiu sprężyny należy działać stałą siłą.

Zadanie 8. (1 pkt)

Podczas przejścia wiązki światła z ośrodka o większym współczynniku załamania do ośrodka o mniejszym współczynniku załamania

	długość fali	prędkość fali
A.	rośnie,	rośnie,
B.	rośnie,	majeje,
C.	majeje,	rośnie,
D.	majeje,	majeje,

Sprawdzana umiejętność

Zastosowanie związku między długością, prędkością i częstotliwością fali świetlnej rozchodzącej się w danym ośrodku – standard I. 1. 5) (2).

Wskaźnik łatwości zadania

0,48 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Odpowiedź A

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający w miarę równomiernie zaznaczali odpowiedzi B, C, D.

Komentarz

Zdający udzielający błędnych odpowiedzi nie potrafili określić, w jaki sposób zmieniają się wielkości charakteryzujące światło przy jego przejściu z jednego ośrodka do drugiego mimo, że odpowiedni wzór znajduje się „karcie wzorów i stałych fizycznych”.

Zadanie 9. (1 pkt)

Sprawność silnika cieplnego wynosi 20%. W ciągu 1 godziny silnik oddaje do chłodnicy 20 kJ energii. W tym czasie pobiera on z grzejnika energię cieplną o wartości

- A. 25 kJ.
- B. 40 kJ.
- C. 50 kJ.
- D. 100 kJ.

Sprawdzana umiejętność

Obliczanie sprawności silnika cieplnego – standard I. 1. 4) (6).

Wskaźnik łatwości zadania

0,49 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Odpowiedź A

Najczęściej powtarzające się błędy

Wybór niepoprawnych odpowiedzi B, C i D był dość równomierny.

Komentarz

Prawdopodobnie pewien problem w rozwiązaniu zadania sprawił zdającym podany w treści czas działania silnika, który nie ma wpływu na określenie pobranej energii cieplnej, ponieważ zarówno energia pobrana jak i oddana zostały „przekazane” w tym samym czasie. Wskaźnik łatwości wskazuje na to, że część zdających niezbyt dobrze rozumie pojęcie sprawności.

Zadanie 10. (1 pkt)

Trzy czwarte początkowej liczby jąder pewnego izotopu promieniotwórczego ulega rozpadowi w czasie 24 godzin. Okres połowicznego rozpadu tego izotopu jest równy

- A. 2 godziny.
- B. 4 godziny.
- C. 8 godzin.
- D. 12 godzin.

Sprawdzana umiejętność

Zastosowanie prawa rozpadu, z uwzględnieniem czasu połowicznego zaniku, do analizy przemian jądrowych – standard I. 1. 6) (11).

Wskaźnik łatwości zadania

0,69 – zadanie umiarkowanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Odpowiedź D

Najczęściej powtarzające się błędy

Najczęstszą odpowiedzią błędną była odpowiedź C.

Komentarz

Wskazanie błędnej odpowiedzi C wynikało prawdopodobnie z prostego podzielenia 24 godzin przez 3. Świadczy to o tym, że zdający, którzy błędnie rozwiązali zadanie próbowali szukać pewnych prawidłowości liczbowych, a nie korzystali z prawa rozpadu.

Zadanie 11. Samochód (2 pkt)

Samochód rusza z miejsca ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem o wartości 3 m/s^2 i porusza się po prostoliniowym, poziomym odcinku autostrady. Oblicz wartość prędkości średniej samochodu po pierwszych czterech sekundach ruchu.

Sprawdzana umiejętność

Obliczanie wartości prędkości średniej w ruchu jednostajnie zmiennym – standard I. 1. 1) (3).

Wskaźnik łatwości zadania

0,50 – zadanie umiarkowanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

W rozwiązaniach zdający najczęściej obliczali najpierw drogę $s = \frac{at^2}{2}$ a następnie $v_{sr} = \frac{s}{t}$.

Pojawiały się również rozwiązania w których korzystali z zależności $v_{sr} = \frac{v_o + v_k}{2}$

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający mylili pojęcie prędkości średniej z prędkością chwilową lub końcową i obliczali wartość prędkości końcowej po upływie czterech sekund zamiast prędkości średniej.

Komentarz

Część zdających obliczała wartość prędkości końcowej, co wskazuje, że nie przeczytali uważnie polecenia do końca i wykonywali mechaniczne obliczenia.

12. Wagon (2 pkt)

Lokomotywa manewrowa pchnęła wagon o masie 40 ton nadając mu początkową prędkość o wartości 5 m/s. Wagon poruszając się ruchem jednostajnie opóźnionym zatrzymał się po upływie 20 s. Oblicz wartość siły hamującej wagon.

Sprawdzana umiejętność

Analizowanie ruchu ciał z uwzględnieniem sił tarcia i oporu – standard I. 2.) (3).

Wskaźnik łatwości zadania

0,78 – zadanie łatwe

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający najczęściej obliczali wartość siły korzystając z uogólnionej postaci II zasady dynamiki Newtona. Pojawiały się także rozwiązania zawierające porównanie energii kinetycznej wagonu i pracy siły hamującej.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający błędnie przeliczali tony na kilogramy. Niektórzy ze zdających obliczali drogę przebytą przez wagon korzystając z zależności na drogę w ruchu jednostajnym $s = vt$.

Komentarz

Przyjęcie przez część zdających, że wagon poruszał się ruchem jednostajnym wskazuje na niezrozumienie „problemu” opisanego w treści zadania.

Część zdających uzyskiwała wartość siły hamującej ze znakiem minus, ale „na wszelki wypadek gubili” znak minus w końcowej odpowiedzi.

Zadanie 13. Piłka (3 pkt)

Gimnastyczka wyrzuciła pionowo w górę piłkę z prędkością o wartości 4 m/s. Piłka w momencie wyrzucenia znajdowała się na wysokości 1 m licząc od podłogi. Oblicz wartość prędkości, z jaką piłka uderzy o podłogę. Załóż, że na piłkę nie działa siła oporu.

Sprawdzana umiejętność

Obliczanie wielkości fizycznej z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II. 4) c)

Wskaźnik łatwości zadania

0,42 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Najczęściej pojawiły się rozwiązania, w których zapisywano zasadę zachowania energii dla sytuacji opisanej w zadaniu, a następnie wyznaczano wartość prędkości piłki.

Najczęściej powtarzające się błędy

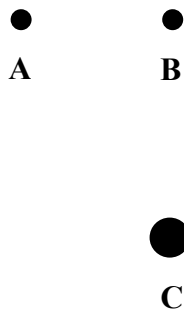
Zdający często nie uwzględniali początkowej energii potencjalnej wynikającej z wysokości, z której wyrzucono piłkę.

Komentarz

Brak uwzględnienia wysokości, z której wyrzucano piłkę świadczy o pobieżnym czytaniu treści zadania i mechanicznych obliczeniach z wykorzystaniem związku $\frac{mv^2}{2} = mgh$. Taki sposób rozwiązania wskazuje też, że część zdających niezbyt dobrze rozumie zasadę zachowania energii.

Zadanie 14. Kule (3 pkt)

Dwie małe jednorodne kule **A** i **B** o jednakowych masach umieszczono w odległości 10 cm od siebie. Kule te oddziaływały wówczas siłą grawitacji o wartości $6,67 \cdot 10^{-9}$ N. Obok tych kul umieszczono małą jednorodną kulę **C** tak, jak pokazano na rysunku (widok z góry). Masa kuli **C** jest czterokrotnie większa od masy kuli **B**, a odległość pomiędzy kulą **B** i **C** wynosi 20 cm.



Oblicz wartość wypadkowej siły grawitacji działającej na kulę **B**.

Sprawdzana umiejętność

Interpretowanie informacji przedstawionej w formie tekstu, tabeli, wykresu, schematu – standard III. 1)

Wskaźnik łatwości zadania

0,34 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający najczęściej obliczali masę kuli **B**, korzystając z informacji o wielkości oddziaływań między kulami **A** i **B**, a następnie podstawiali obliczoną masę do wyrażenia $F_{BC} = G \frac{m_B \cdot m_C}{(2r)^2}$ obliczając wartości liczbowe. Zdający często zapisywali poprawnie formułę $F_w = \sqrt{F_{AB}^2 + F_{BC}^2}$, ale później nie zauważali, że wartości sił F_{AB} i F_{BC} są równe.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający nie analizowali wartości sił grawitacji działających pomiędzy kulami **B** i **A** oraz **B** i **C**, co w konsekwencji prowadziło do wyciągnięcia nieprawidłowych wniosków.

Zdający sumowali wartości sił traktując siły jak wielkości skalarne.

Popełniali błędy w działaniach na wykładnikach potęg.

Komentarz

Zdający często nie przeprowadzali analizy sytuacji opisanej w zadaniu, z której łatwo można było zauważyć, że wartości sił F_{AB} i F_{BC} są sobie równe. Wybierali dłuższy sposób rozwiązania, prowadzący do częstych błędów rachunkowych.

Zadanie 15. Pierwsza prędkość kosmiczna (2 pkt)

Wykaż (nie obliczając wartości liczbowych), że wartość pierwszej prędkości kosmicznej dla Ziemi można obliczyć z zależności $v = \sqrt{g R_Z}$ gdzie: g – wartość przyspieszenia ziemskiego na powierzchni Ziemi, a R_Z – promień Ziemi.

Sprawdzana umiejętność

Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk – standard III. 3)

Wskaźnik łatwości zadania

1,0

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Najczęściej powtarzające się błędy

Komentarz

Ze względu na niejednoznaczność sformułowania w zadaniu, koordynatorzy egzaminu postanowili przyznać każdemu ze zdających dwa punkty za to zadanie.

Zadanie 16. Mars (4 pkt)

Planuje się, że do 2020 roku zostanie założona na powierzchni Marsa baza dla kosmonautów. Większość czasu podczas lotu na Marsa statek kosmiczny będzie podróżował z wyłączonymi silnikami napędowymi.

16.1. (2 pkt)

Ustal, czy podczas lotu na Marsa (z wyłączonymi silnikami) kosmonauci będą przebywali w stanie nieważkości. Odpowiedź krótko uzasadnij, odwołując się do praw fizyki.

Sprawdzana umiejętność

Formułowanie opisu zjawiska lub procesu fizycznego – standard II. 4) a)

Wskaźnik łatwości zadania

0,44 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający stwierdzali, że występuje stan nieważkości, ponieważ ruch statku kosmicznego i kosmonautów jest swobodny.

Najczęściej powtarzające się błędy

W większości rozwiązań pojawiało się prawidłowe stwierdzenie o występowaniu stanu nieważkości, ale uzasadnienie tego stanu było już błędne. Zdający często uzasadniali stan nieważkości występowaniem próżni w przestrzeni kosmicznej (czasem także i w kabinie kosmicznej). Pojawiały się uzasadnienia stwierdzające, że to jest daleko od Ziemi i tam nie działa już siła grawitacji lub że po wyłączeniu silników nie działają żadne siły.

Komentarz

Zdający często nie odróżniają stanu nieważkości od braku działania jakichkolwiek sił. Najprawdopodobniej błędne uzasadnienia wynikają z potocznego przeświadczenia o braku występowania sił grawitacji podczas lotów kosmicznych, o czym często wspominają media.

Wokół Marsa krążą dwa księżycy Fobos (Groza) i Dejmos (Strach). Obiegają one planetę po prawie kołowych orbitach położonych w płaszczyźnie jej równika. W tabeli poniżej podano podstawowe informacje dotyczące księżyców Marsa.

Księżyc	Średnia odległość od Marsa w tys. km	Okres obiegu w dniach	Średnica w km	Masa w 10^{20} kg	Gęstość w kg/m^3
Fobos	9,4	0,32	27	0,0001	2200
Dejmos	23,5	1,26	13	0,00002	1700

Na podstawie: "Atlas Układu Słonecznego NASA", Prószyński i S-ka, Warszawa 1999 r.

16.2. (2 pkt)

Wykaż, korzystając z danych w tabeli i wykonując niezbędne obliczenia, że dla księżyców Marsa spełnione jest III prawo Keplera.

Sprawdzana umiejętność

Interpretowanie informacji przedstawionych w formie tekstu, tabeli, wykresu, schematu – standard III. 1)

Wskaźnik łatwości zadania

0,56 – zadanie umiarkowanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający zapisywali zależność $\frac{T_F^2}{R_F^3} = \frac{T_D^2}{R_D^3}$, następnie podstawiali wartości liczbowe wykazując równość obu stron.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający mylili (w III prawie Keplera) średnie odległości od Marsa z okresem obiegu po orbicie.

Niektórzy ze zdających zamiast promieni orbit księżyców podstawiali do III prawa Keplera średnice lub promienie tych księżyców.

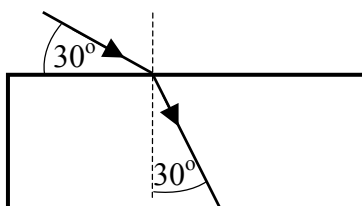
Czasami do promienia orbity zupełnie zbędnie dodawano promienie księżyców.

Komentarz

Dość często zdający nie analizowali dokładnie treści zadania i polecenia, próbując mechanicznie podstawiać jakiejkolwiek wartości do wzoru.

Zadanie 17. Załamanie światła (4 pkt)

Monochromatyczna wiązka światła biegnąca w powietrzu pada na przezroczystą płytkę płasko-równoległą tak jak pokazano na rysunku.



	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
$\sin \alpha$	0,5000	0,7071	0,8660
$\cos \alpha$	0,8660	0,7071	0,5000
$\text{tg } \alpha$	0,5774	1,0000	1,7321
$\text{ctg } \alpha$	1,7321	1,0000	0,5774

17.1. (2 pkt)

Oblicz współczynnik załamania materiału, z którego wykonano płytkę. Wykorzystaj informacje zawarte na rysunku oraz tabelę.

<p>Sprawdzana umiejętność Analizowanie zjawiska odbicia i załamania światła – standard I. 1. 5) (3)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania: 0,40 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających: Zdający najczęściej zapisywali $n = \frac{\sin(90^\circ - 30^\circ)}{\sin 30^\circ} = \frac{\cos 30^\circ}{\sin 30^\circ} = \text{ctg } 30^\circ = 1,73$</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy: Zdający przyjmowali kąt padania wiązki światła jako kąt pomiędzy powierzchnią płytki i kierunkiem wiązki, co prowadziło do błędnego wstawienia do wzoru $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ wartości kątów $\alpha = 30^\circ$ i $\beta = 30^\circ$. Niektórzy ze zdających, mimo wyraźnych strzałek wskazujących bieg wiązki światła, odwracali jej bieg, przyjmując, że wiązka wychodzi z płytki do powietrza.</p>
<p>Komentarz Zdający rozwiązują zadania w sposób mechaniczny, nie analizując dokładnie informacji podanych w treści zadania.</p>

17.2. (2 pkt)

Zapisz dwa warunki, jakie muszą być spełnione, aby na granicy dwóch ośrodków wystąpiło zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.

<p>Sprawdzana umiejętność Wyjaśnianie przebiegu zjawisk oraz wyjaśnianie zasady działania urządzeń technicznych – standard II.2.</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,25 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Muszą być spełnione warunki: $n_1 > n_2$ i $\alpha > \alpha_{gr}$.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Pojawiały się zapisy: ośrodki muszą różnić się gęstością, światło musi przechodzić z ośrodka gęstszego do rzadszego lub $\alpha = \alpha_{gr}$. Przy poprawnie podanym pierwszym warunku dotyczącym zależności pomiędzy współczynnikami załamania $n_1 > n_2$ zapominano o warunku $\alpha > \alpha_{gr}$.</p>
<p>Komentarz Zdający udzielali odpowiedzi niepełnych, posługując się określeniami ośrodek gęstszy/rzadszy bez doprecyzowania, że chodzi o ośrodek gęstszy optycznie/rzadszy optycznie.</p>

Zadanie 18. Wahadło matematyczne (6 pkt)

Równanie opisujące zależność wychylenia od czasu, dla małej kulki zawieszony na cienkiej nici i poruszającej się ruchem harmonicznym, ma w układzie SI postać: $x = 0,02\sin\sqrt{20}t$. Do obliczeń przyjmij, że układ ten można traktować jako wahadło matematyczne oraz, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s^2 .

18.1. (2 pkt)

Oblicz długość tego wahadła.

Sprawdzana umiejętność

Interpretowanie informacji przedstawionych w formie tekstu, tabeli, wykresu, schematu – standard III. 1)

Wskaźnik łatwości zadania

0,24 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający zapisywali
$$\begin{cases} x = A\sin\frac{2\pi}{T}t \\ x = 0,02\sin\sqrt{20}t \end{cases} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\sqrt{20}}\text{s},$$
 a następnie uzyskiwali równanie

$2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{2\pi}{\sqrt{20}}$ skąd po obliczeniach uzyskiwali wynik $l = 0,5 \text{ m}$.

Niektórzy obliczali najpierw okres T i wstawiali jego wartość do wzoru $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, z którego obliczali długość wahadła.

Najczęściej powtarzające się błędy

Brak umiejętności odczytania/obliczenia z podanego równania okresu lub częstotliwości drgań wahadła.

Mylenie równania opisującego okres drgań wahadła matematycznego z okresem drgań wahadła sprężynowego.

Komentarz

Zdający często nie potrafili skorzystać z gotowych zależności zapisanych w „karcie wybranych wzorów i stałych fizycznych” $x = A\sin(\omega t + \varphi)$ oraz $\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

i porównać ich z przedstawionym w treści zadania wzorem $x = 0,02\sin\sqrt{20}t$.

Świadczy to o braku umiejętności powiązania ze sobą poznanych równań lub równań przedstawionych w „karcie wybranych wzorów i stałych fizycznych”, z analogicznym równaniem opisującym rzeczywistą sytuację.

18.2. (4 pkt)

Przedstaw na wykresie zależność wychylenia tego wahadła od czasu. Na wykresie zaznacz wartości liczbowe amplitudy oraz okresu drgań.

<p>Sprawdzana umiejętność</p> <p>Rysowanie wykresu zależności dwóch wielkości fizycznych (dobieranie odpowiednio osi współrzędnych, skali wielkości i jednostki, zaznaczanie punktów, wykreślanie krzywych) – standard II. 4) b)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania</p> <p>0,26 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających</p> <p>Zdający poprawnie rysowali wykres, opisując i skalując osie oraz nanosząc wartości liczbowe.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy</p> <p>Cześć zdających nie obliczała okresu drgań, wykonując jedynie szkic wykresu. Pojawiały się błędy w odczytaniu z równania $x = 0,02\sin\sqrt{20}t$ wartości amplitudy. Niektórzy przyjmowali wartość maksymalnego wychylenia z położenia równowagi równą 0,01 m zamiast 0,02 m. Rysowano również sinusoidę przesuniętą o pewną wartość w stosunku do prawidłowej. Nieliczni rysowali wykres funkcji stałej $x = 0,02$ m.</p>
<p>Komentarz</p> <p>Zdający słabo opanowali umiejętność rysowania wykresów. Analiza odpowiedzi zdających wskazuje na to, że często zdający nie rozumieją znaczenia wykresu i rysują cokolwiek, licząc na uzyskanie punktów za samo opisanie i wyskalowanie osi. Nie widzą związku pomiędzy matematyczną zależnością $y = \sin \alpha$ oraz jej wykresem, a analogiczną zależnością $x = A\sin \omega t$ opisującą wychylenie w ruchu drgającym.</p>

Zadanie 19. Gaz (2 pkt)

W cylindrze o objętości 15 dm^3 znajduje się wodór. Ciśnienie wodoru jest równe $1013,82 \text{ hPa}$, a jego temperatura wynosi 27°C .

Oblicz liczbę moli wodoru znajdujących się w cylindrze.

<p>Sprawdzana umiejętność</p> <p>Stosowanie równania Clapeyrona i równania stanu gazu doskonałego do wyznaczania parametrów gazu – standard I. 1. 4) (1)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania</p> <p>0,41 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających</p> <p>Zdający zapisywali $pV = nRT \rightarrow n = \frac{pV}{R(t+273)}$ podstawiając wartości liczbowe i uzyskiwali wynik $n = 0,61$ mola.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy</p> <p>Mylenie liczby moli gazu z liczbą cząstek gazu. Niektórzy zdający zapominali o konieczności wyrażenia temperatury w kelwinach i zamiany ciśnienia wyrażonego w hPa na ciśnienie wyrażone Pa.</p> <p>Często występują rozwiązania z użyciem proporcji</p> $\begin{matrix} 1 \text{ mol} - 22,4 \text{ dm}^3 \\ x \text{ moli} - 15 \text{ dm}^3 \end{matrix} .$

Komentarz

Rozwiązywanie zadania z użyciem proporcji wskazuje na niezrozumienie podstawowych zasad i praw związanych z termodynamiką.

Zdający często zamiast znaku \approx zapisywali symbol = podając dokładny wynik obliczeń. Świadczy to o braku umiejętności przybliżania wartości liczbowych.

Zadanie 20. Atom wodoru (3 pkt)

Elektron w atomie wodoru przechodzi z orbity drugiej na pierwszą. Atom emituje wówczas światło, którego długość fali w próżni wynosi $1,22 \cdot 10^{-7}$ m.

20.1. (1 pkt)

Oblicz częstotliwość fali wysyłanej podczas tego przejścia.

Sprawdzana umiejętność

Obliczanie częstotliwości i długości fali emitowanej przez atom wodoru przy przeskokach elektronu pomiędzy orbitami – standard I.1. 5) (20)

Wskaźnik łatwości zadania

0,37 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} \quad f = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,22 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 2,46 \cdot 10^{15} \frac{1}{\text{s}}$$

Najczęściej powtarzające się błędy

Częste błędy w działaniach na potęgach.

Komentarz

Zadanie było rozwiązywane poprawnie lub opuszczane. W rozwiązaniach pojawiło się sporo zapisów w postaci $f = \frac{300000000 \text{ m/s}}{1,22 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 2459016393440000 \frac{1}{\text{s}}$ świadczących o braku umiejętności matematycznych dotyczących działań na dużych i małych liczbach. Zdający najczęściej podawali wynik w 1/s, a nie w Hz. Brak zaokrągleń końcowego wyniku.

20.2. (2 pkt)

Oblicz energię emitowanego fotonu. Wynik podaj w eV.

Sprawdzana umiejętność

Obliczanie wielkości fizycznej z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II. 4) c)

Wskaźnik łatwości zadania

0,33 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Niektórzy zdający do obliczenia energii emitowanego fotonu wykorzystywali częstotliwość obliczoną w zadaniu 20.1. Część zdających korzystała z zależności $E_f = E_1 \left(1 - \frac{1}{4}\right) = E_1 \cdot \frac{3}{4}$

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający popełniali często błędy rachunkowe podczas zamiany jednostek $J \rightarrow eV$. Niektórzy zamiast obliczać energię emitowanego fotonu podawali pamiętaną prawdopodobnie z lekcji fizyki wartość 10,2 eV.

Ci, którzy korzystali z zależności $E_f = E_1 \left(1 - \frac{1}{4}\right)$ często podstawiali pamiętaną wartość $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ i nie potrafili rozwiązać problemu ujemnej wartości energii, w związku z czym zapisywali wartość energii emitowanego fotonu jako ujemną.

Komentarz

Zdający często nie zwracają uwagi na polecenia (nie rozróżniają poleceń *podaj* i *oblicz*).

Zadanie 21. Reakcje jądrowe (3 pkt)

Bombardowanie jąder glinu ${}_{13}^{27}\text{Al}$ neutronami wywołuje różne skutki w zależności od ich prędkości. Powolne neutrony zostają pochłonięte przez jądra glinu. Neutrony o większych prędkościach powodują powstanie jąder magnezu (Mg) i emisję protonów. Jeszcze szybsze neutrony wywołują emisję cząstek α i powstanie jąder sodu (Na). Zapisz opisane powyżej reakcje.

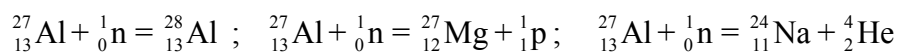
Sprawdzana umiejętność

Formułowanie opisu zjawiska lub procesu fizycznego, rysowanie schematu układu doświadczalnego lub schematu modelującego zjawisko – standard II. 4) a)

Wskaźnik łatwości zadania

0,28 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających



Najczęściej powtarzające się błędy

Brak zapisów liczby atomowej i masowej przy zapisach cząstek n, p, He. Mylenie liczby masowej z liczbą atomową np.: częste zapisy ${}^4_4\text{He}$ zamiast poprawnego zapisu ${}^4_2\text{He}$.

Komentarz

Zadanie okazało się trudne mimo pełnej informacji w treści polecenia. Świadczy to słabej umiejętności „czytania ze zrozumieniem”. Informacje podane w formie opisowej stanowią trudność w interpretacji. Zdający często nie potrafią ustalić prawidłowych liczb atomowych i masowych w zapisach reakcji.

Zadanie 22. Elektron (3 pkt)

Elektrony w kineskopie telewizyjnym są przyspieszane napięciem 14 kV. Oblicz długość fali de Broglie’a dla padającego na ekran elektronu. Efekty relatywistyczne pomiń.

Sprawdzana umiejętność

Formułowanie hipotezy de Broglie’a, interpretowanie zależności pomiędzy długością fali materii a pędem cząstki – standard I.1.8) (1)

Wskaźnik łatwości zadania

0,10 – zadanie bardzo trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Skorzystanie z zależności opisującej pęd elektronu i długość fali de Broglie’a oraz powiązanie ich z prędkością, wynikającą ze związku pracy sił pola elektrostatycznego i energii kinetycznej uzyskanej przez elektron.

Najczęściej powtarzające się błędy

Brak umiejętności powiązania ze sobą napięcia przyspieszającego i energii uzyskanej przez elektron oraz energii z wartością pędu elektronu. Zdający, którzy podjęli próbę rozwiązania zadania, popełniali błędy podczas obliczeń.

Komentarz

Zadanie bardzo trudne (najtrudniejsze w całym arkuszu), co jest spowodowane najprawdopodobniej kontekstem (kineskop telewizyjny) oraz koniecznością powiązania napięcia przyspieszającego z energią elektronu. W arkuszu AI z roku 2005 podobne zadanie, w których należało obliczyć wartość indukcji magnetycznej dla protonu poruszającego się po okręgu o podanym promieniu przy podanej długości fali de Broglie’a nie stanowiło problemu.

Zadanie 23. Fotokomórka (3 pkt)

Oblicz minimalną wartość pędu fotonu, który padając na wykonaną z cezu katodę fotokomórki spowoduje przepływ prądu. Praca wyjścia elektronów z cezu wynosi 2,14 eV.

Sprawdzana umiejętność

Opisywanie zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego i jego wyjaśnianie zgodnie z założeniami kwantowego modelu światła – standard I. 1. 5) (17)

Wskaźnik łatwości zadania

0,19 – zadanie bardzo trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

$$p = \frac{h}{\lambda}; \quad W = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{skąd} \quad \lambda = \frac{hc}{W};$$

$$p = \frac{hW}{hc} = \frac{W}{c} = \frac{2,14\text{eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J/eV}}{3 \cdot 10^8 \text{m/s}} = 1,14 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

Najczęściej powtarzające się błędy

Brak umiejętności powiązania pędu fotonu z pracą wyjścia elektronu. Kłopoty z działaniami na potęgach. Błędy rachunkowe.

Komentarz

Zadanie również bardzo trudne dla zdających. Spora grupa zdających nie podjęła próby jego rozwiązania. Często ograniczali się do zapisu $W = E_f$. Trudności w rozwiązaniu zadań 22 i 23 spowodowane były najprawdopodobniej pewnymi brakami w wiadomościach z zakresu fizyki atomowej.

Analiza rozwiązań zadań dla poziomu podstawowego wskazuje na spore braki w umiejętnościach matematycznych. Zdający słabo radzili sobie z działaniami na potęgach, przekształcaniem ułamków czy sprowadzaniem do wspólnego mianownika.

Rysunki i wykresy wykonywano odręcznie i niedokładnie, często bez użycia linijki, pomimo tego, że w arkuszu zamieszczono pomocniczo kratki.

W sytuacji braku wiedzy z fizyki zdający często podejmowali próbę rozwiązania zadania, stosując proste proporcje lub szukając prawidłowości liczbowych w podanych w treści zadania danych liczbowych.

Jeśli weźmiemy pod uwagę znaczny wzrost liczby zdających fizykę na poziomie podstawowym można wnioskować, że do egzaminu z fizyki i astronomii na tym poziomie przystąpili absolwenci klas nieprofilowanych liceów ogólnokształcących oraz absolwenci liceów profilowanych i uzupełniających, w których fizyka i astronomia realizowana jest w bardzo małym wymiarze godzin, a materiał dotyczący fizyki atomowej, jądrowej jest realizowany w niewielkim zakresie. Świadczyć o tym mogą zdecydowanie niższe od pozostałych wskaźniki łatwości zadań o numerach 20.1, 20.2, 21, 22 i 23 dotyczące wspomnianych dziedzin. Wymaga to jednak dokładniejszej analizy wyników z rozseparowaniem wyników na różne typy szkół.

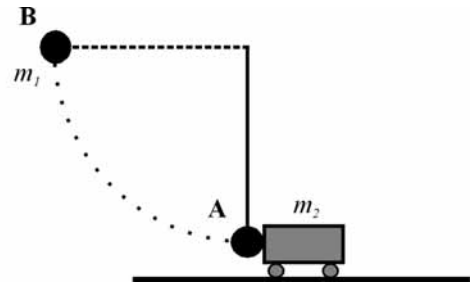
Arkusz egzaminacyjny dla poziomu rozszerzonego

Arkusz egzaminacyjny dla poziomu rozszerzonego zawierał 5 zadań problemowych punktowanych w skali od 0 do 12 punktów. Tematyka zadań egzaminacyjnych obejmowała większość treści z Podstawy programowej dla poziomu rozszerzonego. Wśród zadań w arkuszu znalazły się również zagadnienia obejmujące treści Podstawy programowej dla poziomu podstawowego. Zadania dotyczyły zagadnień związanych z ruchem, zderzeniami i siłami, zjawiskiem Dopplera, polowym opisem oddziaływań, obwodami prądu elektrycznego i prądem przemiennym, fizycznymi podstawami mikroelektroniki i telekomunikacji, zjawiskami termodynamicznymi, różnymi rodzajami oddziaływań, makroskopowymi własnościami materii i jej budową mikroskopową, budową i właściwościami jądra atomowego, energią, jej przemianami i transportem, budową i ewolucją Wszechświata, jednością mikro- i makroświata, narzędziami współczesnej fizyki sprawdzając różne wiadomości oraz umiejętności zapisane w standardach wymagań egzaminacyjnych dla poziomu rozszerzonego.

Opis zadań egzaminacyjnych. Sprawdzane umiejętności, typowe odpowiedzi i uwagi do rozwiązań maturzystów.

Zadanie 1. Kulka i wózek (12 pkt)

Stalowa kulka o masie 1 kg, wisząca na nici o długości 1,8 m została odchylona od pionu o kąt 90° wzdłuż łuku **AB**, a następnie zwolniona (rys.). Po zwolnieniu uderzyła w spoczywający stalowy wózek, który zaczął poruszać się po szynach praktycznie bez tarcia. Masa wózka wynosi 2 kg. Przyjmij, że zderzenie ciał było doskonale sprężyste.



1.1 (2 pkt)

Oblicz pracę, jaką trzeba wykonać powoli odchylając pionowo wiszącą kulkę z położenia A do położenia B.

Sprawdzana umiejętność

Przetwarzanie informacji, obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II. 4) c)

Wskaźnik łatwości zadania

0,52 – zadanie umiarkowanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Większość zdających prawidłowo rozwiązała zadanie, wiążąc pracę wykonaną przy odchylaniu kulki z przyrostem jej energii potencjalnej i obliczając $W = m \cdot g \cdot h = 18 \text{ J}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Spora grupa zdających obliczała drogę (wysokość), na jaką podniesiono kulkę, jako długość łuku, po którym przemieszczała się kulka podczas odchylania lub jako długość cięciwy. Często korzystano z wzoru na pracę znajdującego się w „karcie wzorów i stałych fizycznych” i jako $\cos \alpha$ przyjmowano $\cos 90^\circ$, co w konsekwencji prowadziło do błędnego wniosku, że praca jest równa zero.

Komentarz

Część zdających nie potrafiła określić prawidłowego związku pomiędzy energią a pracą. Nie potrafili prawidłowo zinterpretować i zastosować (stosownie do opisanego problemu) wzorów znajdujących się w „karcie wybranych wzorów i stałych fizycznych”.

1.2 (2 pkt)

Wykaż, że wartość prędkości kulki w chwili uderzenia w wózek wynosi 6 m/s.

<p>Sprawdzana umiejętność Interpretowanie informacji zapisanych w postaci: tekstu, tabel, wykresów i schematów – standard III. 1)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,68 – zadanie umiarkowanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający, którzy prawidłowo rozwiązywali zadanie, korzystali z porównania energii potencjalnej i kinetycznej.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Próby obliczenia prędkości z równań ruchu dla ruchów jednostajnie zmiennych prostoliniowych. Pojawiały się również rozwiązania, w których energię kinetyczną kulki próbowano obliczyć jako pracę siły dośrodkowej.</p>
<p>Komentarz Brak znajomości lub umiejętności zastosowania zasady zachowania energii mechanicznej do obliczenia prędkości kulki w opisanej sytuacji.</p>

1.3 (2 pkt)

Oblicz wartość siły naciągu nici w momencie gdy kulka uderza w wózek. Przyjmij, że wartość prędkości kulki podczas uderzenia w wózek wynosi 6 m/s.

<p>Sprawdzana umiejętność Przetwarzanie informacji, obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II. 4) c)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,24 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdecydowana większość poprawnych rozwiązań uwzględniała dwie siły powodujące naciąg nici, siłę ciężkości i siłę odśrodkową bezwładności.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Nie uwzględniano jako składowej siły naciągu, siły ciężkości kulki lub siły wynikającej z jej ruchu po okręgu.</p>
<p>Komentarz Dla części zdających określenie „siła naciągu nici” wydawało się być określeniem zupełnie niezrozumiałym. Przez część zdających siła naciągu była utożsamiana jedynie z ciężarem kulki. Wskazuje to w tym przypadku na brak umiejętności prawidłowego określenia sił działających na kulkę.</p>

Wartości prędkości ciał po zderzeniu można obliczyć stosując wzory:

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{2 m_2}{m_1 + m_2} u_2 \quad \text{oraz} \quad v_2 = \frac{2 m_1}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} u_2$$

gdzie wartości prędkości dla obu ciał oznaczono odpowiednio:

u_1 – dla kulki przed zderzeniem, v_1 – dla kulki po zderzeniu,
 u_2 – dla wózka przed zderzeniem, v_2 – dla wózka po zderzeniu.

1.4 (2 pkt)

Zapisz, korzystając z przyjętych powyżej oznaczeń, równania wynikające z zasad zachowania, które powinny być zastosowane do opisu zderzenia kulki z wózkiem (pozwalające wyprowadzić powyższe zależności).

<p>Sprawdzana umiejętność Rozwiązywanie problemów i interpretowanie informacji, stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych – standard III. 2)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,29 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający zapisywali prawidłowo zasadę zachowania pędu i zasadę zachowania energii.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Dość często w zapisie zasady zachowania pędu „mieszano” zapis wektorowy z zapisem skalarnym. Pojawiały się również prace, w których energię traktowano jako wielkość wektorową. Przyjmowano, że zderzenie jest niesprężyste (mimo wyraźnej informacji, że zderzenie jest doskonale sprężyste), wskazywano, że spełniona jest jedynie zasada zachowania pędu lub zasada zachowanie energii. Najczęściej pomijano zasadę zachowania energii.</p>
<p>Komentarz Część zdających wykazała się brakiem umiejętności określenia zasad zachowania dla zderzenia doskonale sprężystego.</p>

1.5 (2 pkt)

Oblicz wartości prędkości, jakie uzyskają wózek i kulka w wyniku zderzenia. Wykorzystaj wzory podane w treści zadania. Przyjmij, że kulka uderza w wózek z prędkością o wartości 6 m/s.

<p>Sprawdzana umiejętność Wykorzystywanie i przetwarzanie informacji, selekcjonowanie i ocenianie informacji – standard II. 3)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,71 – zadanie łatwe</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający, którzy prawidłowo rozwiązali zadanie dokonali prawidłowych „uproszczeń” równań związanych z zerową wartością prędkości początkowej wózka. Część z nich po otrzymaniu ujemnej wartości prędkości kulki podawała (zapisywała) w odpowiedzi jej wartość bezwzględną.</p>

Najczęściej powtarzające się błędy

Brak umiejętności połączenia sytuacji opisanej w treści zadania z przedstawionymi równaniami (brak uwzględnienia zerowej prędkości początkowej wózka). Pojawiło się wiele pomyłek w obliczeniach oraz błędów związanych z „przypisaniem” podanej w treści zadania masy lub prędkości, odpowiedniej masie lub prędkości w przedstawionych równaniach.

Komentarz

Zdający, którzy nieprawidłowo rozwiązywali zadanie, mieli najczęściej problemy z powiązaniem danych przedstawionych w treści zadania z równaniami (przedstawionymi w treści zadania) opisującymi zderzenia sprężyste.

1.6 (2 pkt)

Wózek po uderzeniu kulki odjeżdża, natomiast kulka zaczyna poruszać się ruchem drgającym, w którym nic podczas maksymalnego wychylenia tworzy z pionem kąt 27° . Podaj, czy w opisanej sytuacji można **dokładnie** obliczyć okres wahań takiego wahadła korzystając

z zależności $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. Odpowiedź uzasadnij.

Sprawdzana umiejętność

Wykorzystywanie i przetwarzanie informacji, odczytywanie i analiza informacji podanych w formie tekstu o tematyce fizycznej lub astronomicznej – standard II. 1) a)

Wskaźnik łatwości zadania

0,42 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

W typowych poprawnych odpowiedziach zdający prawidłowo odwoływali się do warunków harmonicznego ruchu wahadła, czyli do małych odchyłeń kątowych.

Najczęściej powtarzające się błędy

O ile pojawiło się bardzo dużo stwierdzeń, że nie można dokładnie obliczyć okresu wahań takiego wahadła korzystając z podanego równania, to z przedstawieniem prawidłowego uzasadnienia zdający mieli duży problem. Często powoływali się na niedokładność liczby π , niedokładność określenia wartości przyspieszenia ziemskiego, niedokładność obliczenia pierwiastka, wpływ sił oporu powietrza, drgania nitki, rozciągliwość nitki. Przyjmowali również, że kąt 27° jest bardzo małym kątem.

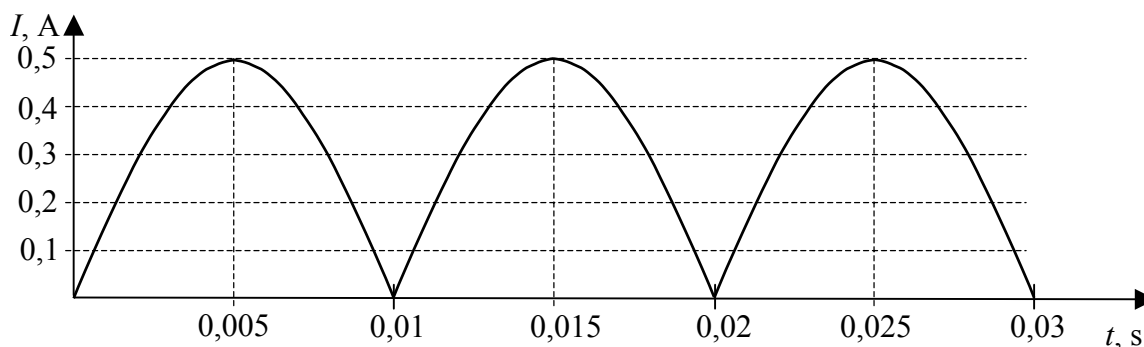
Komentarz

W zadaniu największym problemem było podanie prawidłowego uzasadnienia.

Zadanie 2. Prąd zmienny (12 pkt)

Do źródła prądu przemiennego poprzez **układ prostowniczy** dołączono żarówkę, w której zastosowano włókno wolframowe. Opór żarówki podczas jej świecenia wynosił 100Ω .

Na wykresie poniżej przedstawiono zależność natężenia prądu elektrycznego płynącego przez żarówkę od czasu.



2.1 (2 pkt)

Podaj, jaką wartość oporu (większą, czy mniejszą niż $100\ \Omega$) miało włókno żarówki przed dołączeniem jej do źródła prądu. Odpowiedź uzasadnij.

Sprawdzana umiejętność

Rozwiązywanie problemów i interpretowanie informacji, stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych – standard III. 2)

Wskaźnik łatwości zadania

0,44 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Wzrost temperatury włókna żarówki po jej dołączeniu do źródła prądu powoduje wzrost oporu włókna.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający szukali zależności pomiędzy oporem i natężeniem prądu, wynikającej ze złej interpretacji prawa Ohma (w postaci $R = \frac{U}{I}$), prowadzącej do wniosku, że ze wzrostem natężenia prądu opór maleje.

Pojawiły się również uzasadnienia, że gdy przez żarówkę nie płynie prąd to opór jest równy zero.

Komentarz

Najwięcej problemów sprawiało zdającym uzasadnienie stwierdzenia, że opór „był mniejszy”. Nie potrafili prawidłowo określić zależności oporu przewodnika wykonanego z metalu od jego temperatury. Błędne odpowiedzi udzielone w wyniku nieprawidłowej (matematycznej interpretacji) prawa Ohma wskazują na całkowite niezrozumienie pojęcia oporu elektrycznego przewodnika.

2.2 (2 pkt)

Określ, analizując wykres, częstotliwość zmian napięcia źródła prądu przemiennego zasilającego układ prostowniczy.

Sprawdzana umiejętność

Wykorzystywanie i przetwarzanie informacji, odczytywanie i analizowanie informacji podanych w formie tabeli, wykresu schematu, rysunku – standard II. 1) b)

Wskaźnik łatwości zadania

0,35 – zadanie trudne

<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający prawidłowo odczytywali z wykresu okres zmian natężenia prądu i podawali częstotliwość zmian napięcia źródła prądu przemiennego jako równą 50 Hz.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Bardzo często odczytywano okres zmian napięcia jako $T = 0,01$ s (mimo wytłuszczenia, że chodzi o częstotliwość zmian napięcia źródła prądu przemiennego, natomiast dobrze obliczali (ze złego okresu) częstotliwość zmian napięcia.</p>
<p>Komentarz Wydaje się, że zdający nie znają zasady działania diody i jednego z podstawowych zastosowań diody – „prostowania” prądu przemiennego. Utożsamiali pojedynczą zmianę (wzrost i spadek) natężenia prądu jako zmianę, która zachodzi w czasie jednego okresu nie zwracając uwagi na „kształt” całego wykresu.</p>

2.3 (2 pkt)

Oblicz wartość ładunku elektrycznego, jaki przepłynął przez żarówkę w czasie 0,02 s.

<p>Sprawdzana umiejętność Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II. 4) c) (R)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,42 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający oszacowali średnią wartości natężenia prądu na podstawie wykresu i obliczali wartości przepływającego ładunku.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający przyjmowali średnią wartości natężenia prądu, jako natężenie prądu maksymalnego.</p>
<p>Komentarz Duża część zdających wykazała się brakiem umiejętności wywnioskowania, że dla zmian natężenia prądu przedstawionego na wykresie nie można określić prądu średniego, jako maksymalnej wartości natężenia prądu.</p>

2.4 (4 pkt)

Naszkicuj wykres ilustrujący zależność napięcia na żarówce od czasu. Na wykresie zaznacz odpowiednie wartości. Wykres sporządź dla przedziału czasu [0 s – 0,03 s]. Dokonaj niezbędnych obliczeń. Indukcyjność obwodu pomini.

<p>Sprawdzana umiejętność Wykorzystywanie i przetwarzanie informacji, rysowanie wykresu zależności dwóch wielkości fizycznych (dobieranie odpowiednio osi współrzędnych, skali wielkości i jednostek, zaznaczanie punktów, wykreślanie krzywej) – standard II. 4) b) (R)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,66 – zadanie umiarkowanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający prawidłowo obliczali i zaznaczali napięcie maksymalne oraz rysowali wykres o prawidłowym kształcie i zależnościach czasowych.</p>

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający często rysowali wykres o nieprawidłowym kształcie, przypominający wykres funkcji $y(x) = \sin^2 x$, napięcie piłokształtne lub trójkątne.

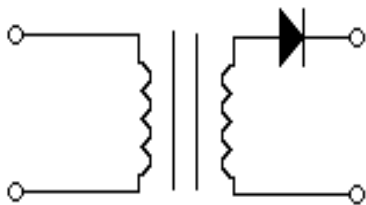
Komentarz

Zdający, którzy narysowali nieprawidłowy kształt wykresu wykazali się brakiem umiejętności powiązania ze sobą zależności napięcia zmiennego występującego na zaciskach żarówki z natężeniem prądu płynącym przez żarówkę. Podobnie jak w innych zadaniach dotyczących prądu elektrycznego zdający nie rozumieją związków przyczynowo skutkowych między napięciem a natężeniem prądu.

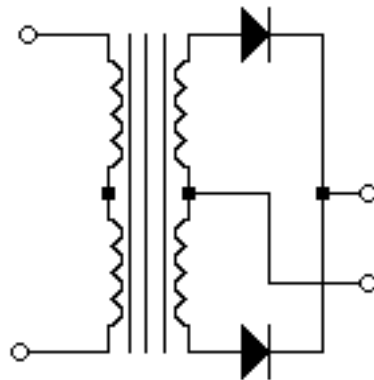
2.5 (2 pkt)

Na rysunkach poniżej przedstawiono schematy dwóch układów zasilających, w których zastosowano diody prostownicze.

Wskaż, który z układów **A** czy **B** zastosowano w sytuacji opisanej w zadaniu. Oznacz na wybranym przez Ciebie układzie znakami + , - oraz ~ prawidłową biegunowość czterech zacisków układu zasilającego.



Układ A



Układ B

Sprawdzana umiejętność

Posługiwanie się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z fizycznymi podstawami mikroelektroniki i telekomunikacji, wyjaśnianie działania układów prostowniczych – standard I. 1. 5) (4) (R)

Wskaźnik łatwości zadania

0,30 – zadanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Prawidłowy wybór układu (układ B) i prawidłowe oznaczenie zacisków.

Najczęściej powtarzające się błędy

Spora część zdających jako prawidłowy wskazała układ A.

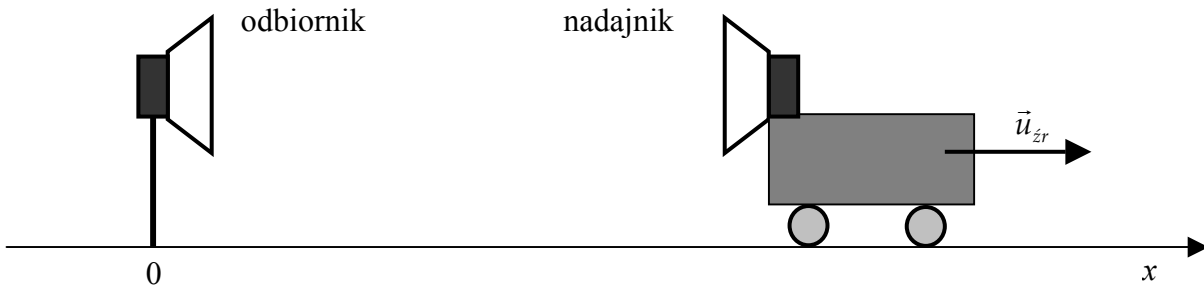
Często mylili biegunowość + i - wyjść układu prostowniczego. Niektórzy ze zdających zaznaczali odwrotnie biegunowość zacisków, oznaczając zaciski uzwojenia pierwotnego transformatora jako + i -.

Komentarz

Część zdających nie zna jednego z podstawowych zastosowań diody – „prostowania prądu” w układach prostowniczych. Nie potrafili przeanalizować kierunku przepływu prądu i napięć w przedstawionych typowych stosowanych w praktyce układach prostowniczych, mimo że już w kilku kolejnych egzaminach pojawiły się zadania tego typu.

Zadanie 3. Wózek (12 pkt)

Wózek z nadajnikiem fal ultradźwiękowych, spoczywający w chwili $t = 0$, zaczyna oddalać się od nieruchomego odbiornika ruchem jednostajnie przyspieszonym.



3.1 (2 pkt)

Napisz, jakim ruchem i w którą stronę powinien poruszać się nieinercyjny układ odniesienia, aby opisywany w tym układzie wózek pozostawał w spoczynku.

Sprawdzana umiejętność

Posługiwanie się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z oddziaływaniami w przyrodzie, analizowanie ruchu ciał w układzie nieinercyjnym – standard I. 1) 2) 4) PP

Wskaźnik łatwości zadania

0,77 – zadanie łatwe

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Ruch jednostajnie przyspieszony w prawo/w stronę ruchu wózka.

Najczęściej powtarzające się błędy

Pojawiały się odpowiedzi: układ odniesienia powinien poruszać się ruchem jednostajnym, przeciwnie do ruchu wózka, powinien spoczywać lub poruszać się w kierunku przeciwnym do ruchu wózka.

Komentarz

Wydaje się, że dla pewnej części zdających, pojęcia inercyjny układ odniesienia oraz nieinercyjny układ odniesienia, są nie do końca zrozumiałe.

3.2 (3 pkt)

W tabeli przedstawiono wyniki pomiarów częstotliwości odbieranej przez odbiornik, położenia oraz wartości prędkości dla poruszającego się wózka, dokonanych za pomocą automatycznego układu pomiarowego. Przyjmij, że wartość prędkości ultradźwięków w powietrzu wynosi 330 m/s.

f , Hz	1 000 000	998 789	997 582	996 377	995 175	993 976
x , m	0	0,1	0,4	0,9	1,6	2,5
u_{zr} , m/s	0	0,4	0,8	1,2		2,0

Uzupełnij tabelę, wykonując niezbędne obliczenia.

<p>Sprawdzana umiejętność Posługiwanie się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z ruchem i zjawiskiem Dopplera – standard I. 1. 1) 18)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,48 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Większość rozwiązań „opierała się” na założeniach wynikających z efektu Dopplera. Część rozwiązań była wynikiem rozwiązań kinematycznych.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający przyjmowali nieprawidłowe założenia dotyczące prędkości nadajnika i odbiornika, co prowadziło do uzyskania nieprawidłowego wyniku. Część zdających wpisywała do tabeli wartości 1,6 bez jakiegokolwiek uzasadnienia lub obliczeń, mimo wyraźnego polecenia wykonując niezbędne obliczenia.</p>
<p>Komentarz Zdający mieli głównie problem z określeniem prędkości nadajnika i odbiornika. Często (niezgodnie z treścią zadania) przyjmowali, że odbiornik ma pewną prędkość. Pojawiły się problemy z prawidłową interpretacją znaków + i –, we wzorze opisującym zmianę częstotliwości w zjawisku Dopplera. Zadanie zostało tak skonstruowane, że możliwe było również rozwiązanie kinematycznie, bez korzystania z równań opisujących zmianę częstotliwości w zjawisku Dopplera.</p>

3.3 (3 pkt)

Narysuj wykres zależności u_{zr}^2 od $2x$, obliczając i uzupełniając brakujące wartości w tabeli.

f , Hz	1 000 000	998 789	997 582	996 377	995 175	993 976
x , m	0	0,1	0,4	0,9	1,6	2,5
$2x$, m						
u_{zr} , m/s	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
u_{zr}^2 , (m/s) ²						

<p>Sprawdzana umiejętność Wykorzystywanie i przetwarzanie informacji – rysowanie wykresu zależności dwóch wielkości fizycznych (dobieranie odpowiednio osi współrzędnych, skali wielkości oraz jednostek, zaznaczanie punktów, wykreślanie krzywej) – standard II. 4) b)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,81 – zadanie łatwe</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający prawidłowo rysowali wykres zależności, będącej zależnością wprost proporcjonalną.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający nieprawidłowo nanosili punkty na wykresie, co prowadziło do wykreślenia błędnej linii wykresu (łamanej). Dość często zamieniali osie układu współrzędnych, zamiast zależności u_{zr}^2 od $2x$ rysowali zależność $2x$ od u_{zr}^2 mimo wyraźnego polecenia „Narysuj wykres zależności u_{zr}^2 od $2x$”. Nie oznaczali jednostek na osiach.</p>

Komentarz

Problemem dla zdających było narysowanie prawidłowej zależności (linii prostej) w sytuacji, gdy źle zaznaczyli któryś z punktów. Wykres miał wówczas postać linii łamanej. Świadczy to nie tylko o braku umiejętności rysowania wykresów, ale również o braku umiejętności ich interpretacji. Pojawienie się w trakcie rysowania wykresu punktu, którego położenie wyraźnie odbiega od położenia pozostałych punktów, nie wzbudza wśród zdających żadnych „podejrzeń” związanych z możliwością złego zaznaczenia tego punktu na wykresie.

3.4 (2 pkt)

Wyprowadź zależność matematyczną pozwalającą obliczyć wartość przyspieszenia wózka. Przyjmij, że dane są **tylko** położenie x i prędkość u_{zr} wózka.

Sprawdzana umiejętność

Rozwiązywanie problemów i interpretowanie informacji, budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk – standard III. 3)

Wskaźnik łatwości zadania

0,51 – zadanie umiarkowanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający korzystali ze związków $u_{zr} = a \cdot t$ oraz $x = \frac{a \cdot t^2}{2}$ i uzyskiwali prawidłową zależność w postaci $a = \frac{u_{zr}^2}{2x}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający „mieszali” równania dotyczące ruchu jednostajnie przyspieszonego i ruchu jednostajnego lub wręcz korzystali jedynie z równań dla ruchu jednostajnego. Nie uwzględniali w zapisywanych równaniach zerowej prędkości początkowej wózka.

Komentarz

Część zdających miała problem z przyporządkowaniem odpowiednich równań do sytuacji opisanej w treści zadania. Uwidoczniała się niska sprawność w operowaniu i przekształcaniu wzorów – wykonywali zbyt dużą liczbę kroków podczas przekształceń.

3.5 (2 pkt)

Oblicz wartość przyspieszenia wózka.

Sprawdzana umiejętność

Posługiwanie się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z ruchem, obliczanie wartości przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym – standard I. 1. 1) (3) PP

Wskaźnik łatwości zadania

0,56 – zadanie umiarkowanie trudne

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający najczęściej wykorzystywali zależność wyprowadzoną w zadaniu 3.4, odczytywali dane z wykresu i obliczali wartość przyspieszenia.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający korzystali z błędnie wyprowadzonej zależności z zadania 3.4.

Zdający odczytywali z tabeli niepowiązane ze sobą wartości prędkości i położenia.

Komentarz

Zdający potraktowali to zadanie jako kontynuację zadania 3.4, w którym dość często popełniali błędy, mimo, że powinni wiedzieć, iż polecenia w zadaniu są niezależne.

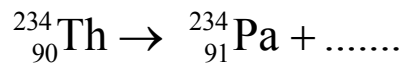
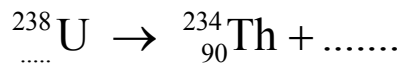
Polecenie w zadaniu zostało tak sformułowane, że dawało możliwość wyboru dowolnej metody obliczenia przyspieszenia.

Zadanie 4. Reakcje rozszczepienia (12 pkt)

Spośród pierwiastków występujących naturalnie w Ziemi największą liczbę atomową ma uran. W uranie naturalnym występują głównie dwa izotopy ^{235}U i ^{238}U . W wyniku rozpadów promieniotwórczych uran ^{238}U przechodzi w tor ^{234}Th , a następnie w proaktywny ^{234}Pa .

4.1 (2 pkt)

Uzupełnij zapisy poniższych reakcji jądrowych.



Sprawdzana umiejętność

Posługiwanie się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z energią, jej przemianami i transportem, stosowanie zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych i przemian jądrowych – standard I. 1. 6) 10) PP

Wskaźnik łatwości zadania

0,83 – zadanie łatwe

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający zapisywali prawidłowo reakcje w postaci: $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He}$ oraz $^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{234}_{91}\text{Pa} + ^0_{-1}\text{e} + \tilde{\nu}_e$.

Praktycznie wszyscy zdający pomijali w zapisie drugiej reakcji powstające w niej antyneutrino.

Najczęściej powtarzające się błędy

Pojawiły się rozwiązania, w których stosowano nieprawidłowe „zapisy” cząstek np. zamiast ^4_2He pisano ^2_4He lub $4 \cdot ^1_0\text{n}$.

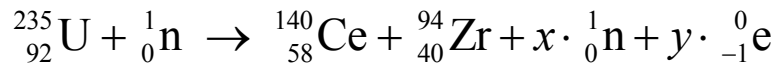
Zdający dość często mylili elektrony z pozytonami, zapominając o zapisaniu znaku „-” oznaczającego ładunek cząstki.

Komentarz

Większość zdających nie miała problemu z uzupełnieniem zapisu reakcji jądrowych. Pojawiły się różne, ale w większości prawidłowe „zapisy” cząstek powstających w wyniku przedstawionych reakcji np. zamiast ^4_2He pisano $^4_2\alpha$.

Rozszczepienie jądra uranu $^{235}_{92}\text{U}$ można spowodować bombardując jądra uranu powolnymi neutronami o energii około 1 eV. W reakcji tej uwalnia się energia około 210 MeV.

Jedną z możliwych reakcji rozszczepienia uranu ^{235}U przedstawiono poniżej: Przez x i y oznaczono odpowiednio liczbę neutronów i liczbę elektronów



4.2 (2 pkt)

Oblicz liczbę neutronów x oraz liczbę elektronów y , w reakcji rozszczepienia uranu ${}^{235}\text{U}$.

<p>Sprawdzana umiejętność Posługiwanie się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z energią, jej przemianami i transportem, stosowanie zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisywania reakcji jądrowych i przemian jądrowych – standard I. 1. 6) 10) PP</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,75 – zadanie łatwe</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający prawidłowo, ale różnymi metodami obliczali liczbę neutronów $x = 2$ i liczbę elektronów $y = 6$.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający popełniali błędy rachunkowe, choć przeprowadzali prawidłowe rozumowanie.</p>
<p>Komentarz Zadanie nie przysporzyło zdającym większych problemów. Część zdających nie podjęła w ogóle próby rozwiązania zadania.</p>

4.3 (2 pkt)

Oblicz wartość prędkości neutronu wywołującego rozszczepienie uranu ${}^{235}\text{U}$.

<p>Sprawdzana umiejętność Posługiwanie się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z energią, jej przemianami i transportem – analizowanie reakcji rozszczepienia jąder uranu – standard I. 1. 6) (7) PP</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,38 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający przekształcali równanie opisujące energię kinetyczną protonu oraz prawidłowo zamieniali energię wyrażoną w elektronowoltach na energię wyrażoną w dżulach</p> $v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_k}{m_n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = 1,38 \cdot 10^4 \text{ m/s}.$
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający nieprawidłowo podstawiali wartości energii neutronu – podstawiali wartość $E = 210 \text{ MeV}$ zamiast 1 eV. Nie przeliczali elektronowoltów na dżule. Źle obliczali wartości liczbowe.</p>
<p>Komentarz Wydaje się, że dla części zdających nie ma różnicy pomiędzy energią podaną w elektronowoltach i energią wyrażoną w dżulach. Spora część zdających ma wyraźne problemy w wykonywaniu działań na potęgach.</p>

4.4 (2 pkt)

Podaj dwa warunki, które muszą być spełnione, aby w materiale zawierającym uran ^{235}U mogło dojść do reakcji łańcuchowej.

<p>Sprawdzana umiejętność Posługiwanie się pojęciami i wielkościami fizycznymi do opisywania zjawisk związanych z energią, jej przemianami i transportem – analizowanie reakcji rozszczepienia jąder uranu – standard I.1.6) (7) PP</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,28 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Najczęściej pojawiające się warunki to: obecność wolnych/termicznych neutronów, masa uranu równa lub większa od masy krytycznej.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający używali określeń nieprecyzyjnych, uogólniających np.: musi być neutron, odpowiednia energia, występowanie neutronów w materiale, wysoka temperatura uranu itp.</p>
<p>Komentarz Duża część zdających zamiast zapisać warunki, jakie muszą być spełnione, próbowała z reguły w dość nieudolny sposób uzasadniać konieczność istnienia takich, a nie innych warunków. Zdający wykazywali się przy tym ubogim, mało precyzyjnym „językiem fizyki”.</p>

4.5 (4 pkt)

Oblicz liczbę jąder uranu ^{235}U , które powinny ulec rozszczepieniu, aby uwolniona w reakcji energia wystarczyła do ogrzania 1 litra wody od temperatury 20°C do 100°C . Do obliczeń przyjmij ciepło właściwe wody równe $4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.

<p>Sprawdzana umiejętność Wykorzystywanie i przetwarzanie informacji, obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II. 4) e)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,42 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający zapisywali $Q = n \cdot E_{\text{poj.rozpz.}}$ oraz $Q = m \cdot c_w \cdot \Delta T$ uwzględniali, że $E_{\text{poj.rozpz.}} = 210 \text{ MeV}$ i uzyskiwali wynik $n \approx 10^{16}$ jąder.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Podobnie, jak w zadaniu 4.3 zdający często wstawiali nieprawidłową wartość energii $E = 1 \text{ eV}$ zamiast w tym wypadku 210 MeV. Również w tym zadaniu często nie dokonywali zamiany energii z megaelektronowoltów na dżule. Dość często nie uwzględniali liczby rozpadów, ograniczając się do pojedynczego rozpadu. Często popełniali błędy rachunkowe w działaniach na potęgach.</p>
<p>Komentarz Rozwiązanie zadania kończyło się w wielu pracach na obliczeniu energii potrzebnej do ogrzania wody. Widać stąd, że zdający mieli problemy z określeniem energii wydzielonej w trakcie rozszczepienia jąder atomowych.</p>

Zadanie 5. Jądro atomowe a gwiazda neutronowa (12 pkt)

5.1 (2 pkt)

Zapisz dwie cechy sił jądrowych.

<p>Sprawdzana umiejętność Wykorzystywanie i przetwarzanie informacji, formułowanie opisu zjawiska lub procesu fizycznego – standard II. 4) a)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,44 – zadanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Krótkozasięgowe, niezależne od ładunku, najsilniejsze spośród znanych oddziaływań.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający używali zbyt ogólnych i nieprecyzyjnych, nie znaczących sformułowań. Zapisywali np.: duże pole rażenia, duży zasięg działania, niebezpieczne dla człowieka, co wskazywało na to, że zdający mieli na myśli raczej broń jądrową, a nie własności sił działających w jądrze atomowym.</p>
<p>Komentarz Zadanie wymagało zapisania dwóch cech sił jądrowych, natomiast duża grupa zdających zapisywała cechy sił, jako takich, bez konkretnego odniesienia się do sił jądrowych pisząc, że siły jądrowe mają wartość, kierunek i zwrot.</p>

5.2 (3 pkt)

Wykaż, że średnia gęstość materii jądrowej jest niezależna od liczby masowej. Wykorzystaj założenia podane poniżej.

- Jądro atomowe można traktować jako kulę (objętość kuli $V = \frac{4}{3} \pi R^3$).
- Empiryczny wzór określający promień jądra atomowego ma postać

$$R = r \sqrt[3]{A},$$
gdzie $r = 1,2 \cdot 10^{-15}$ m, zaś A jest liczbą masową.
- Masę jądra atomu można szacować jako iloczyn liczby masowej i masy neutronu.

<p>Sprawdzana umiejętność Rozwiązywanie problemów i interpretowanie informacji przedstawionych w postaci tekstu – standard III. 1)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,71 – zadanie łatwe</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający rozwiązywali zadania przez podstawienie znanych i podanych w treści zadania zależności prowadzących do uzyskania związku $\rho = \frac{3u}{4\pi r^3}$.</p>

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający popełniali błędy rachunkowe związane z obliczeniem pierwiastka trzeciego stopnia z A^3 , lub nie potrafili obliczyć tego pierwiastka, pisali np. $(r\sqrt[3]{A^3}) = ?$

Komentarz

Zdający mieli przede wszystkim problemy „matematyczne”. Ponadto często nie potrafili powiązać ze sobą danych i szukanej w postaci wyrażen algebraicznych w treści zadania.

Masywne gwiazdy w końcowym etapie ewolucji odrzucają zewnętrzne warstwy materii i zapadając się mogą tworzyć gwiazdy neutronowe. Jeśli masa zapadającej się części gwiazdy jest dostatecznie duża to powstaje „czarna dziura”. Czarna dziura to obiekt astronomiczny, który tak silnie oddziałuje grawitacyjnie na swoje otoczenie, że żaden rodzaj materii ani energii nie może jej opuścić.

5.3 (3 pkt)

Oszacuj promień gwiazdy neutronowej o masie $12,56 \cdot 10^{29}$ kg i średniej gęstości równej $3 \cdot 10^{17}$ kg/m³.

Sprawdzana umiejętność

Wykorzystywanie i przetwarzanie informacji, obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II. 4) e)

Wskaźnik łatwości zadania

0,71 – zadanie łatwe

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający wykorzystywali związki $\rho = \frac{M}{V}$ oraz $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ i przekształcali je dochodząc do wzoru $R = \sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\rho}} = \dots = \sqrt[3]{10^{12} \text{ m}^3} = 10^4 \text{ m}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający popełniali często błędy w przekształceniach równań mających prowadzących do otrzymania końcowego równania na promień gwiazdy. Pojawiły się błędy w obliczeniach i działaniach na potęgach. Część zdających wykazała się brakiem umiejętności obliczenia pierwiastka $\sqrt[3]{10^{12}}$.

Komentarz

Wartości masy i gęstości podane w treści zadania celowo były tak dobrane, aby po wstawieniu wartości liczbowych i ich skróceniu w ułamku można było otrzymać prosty wynik w postaci $\sqrt[3]{10^{12}}$. Ponieważ zdający mogli posługiwać się jedynie tzw. kalkulatorem prostym obliczenie tego pierwiastka przy pomocy kalkulatora było niemożliwe. Spowodowało to, że spora grupa zdających pozostawiła wartość promienia gwiazdy w takiej postaci, nie wyciągając pierwiastka.

Jak widać, część zdających egzamin maturalny na poziomie rozszerzonym nie potrafiła sobie poradzić z tym „problemem matematycznym”.

5.4 (4 pkt)

Masywna gwiazda w wyniku ewolucji utworzyła obiekt o masie $12,56 \cdot 10^{29}$ kg i promieniu 1 km. Oszacuj wartość drugiej prędkości kosmicznej dla tego obiektu. Oceń, czy ten obiekt może być „czarną dziurą”. Odpowiedź uzasadnij.

<p>Sprawdzana umiejętność Rozwiązywanie problemów i interpretowanie informacji, formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków – standard III. 5)</p>
<p>Wskaźnik łatwości zadania 0,54 – zadanie umiarkowanie trudne</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający obliczali wartości II prędkości kosmicznej dla opisanego obiektu, otrzymując wynik $v_{II} = 4 \cdot 10^8$ m/s i na jego podstawie wyciągali prawidłowy wniosek oraz podawali odpowiedzi, że opisany obiekt może być „czarną dziurą”.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający popełniali błędy w obliczeniu wartości II prędkości kosmicznej dla opisanego obiektu. Pojawiały się prace, w których prawidłowo obliczono wartości II prędkości kosmicznej, ale źle uzasadniano lub nie podawano żadnego uzasadnienia. Zdający dość często odnosili się w uzasadnieniu do masy, gęstości lub rozmiarów obiektu, bez związku z otrzymaną wartością prędkości, która była większa od prędkości światła.</p>
<p>Komentarz Zadanie to pokazuje dość wyraźnie, że spora grupa zdających po otrzymaniu wyniku nie zastanawiała się nad jego sensownością. W wielu pracach zdający otrzymali poprawny wynik $v_{II} \approx 4 \cdot 10^8$ m/s, ale nie spowodowało to u nich żadnej refleksji. Z sytuacją taką można się spotkać nie tylko przy tegorocznej maturze, ale również w maturach w latach poprzednich.</p>

Szczegółowa analiza rozwiązań zadań w arkuszu dla poziomu rozszerzonego pokazuje, podobnie jak w przypadku arkusza dla poziomu podstawowego, że dużą trudność sprawiały zdającym zadania dotyczące zagadnień z zakresu fizyki atomowej, astronomii i kosmologii. Zdający często nie potrafili powiązać zagadnień dotyczących zjawisk w życiu codziennym, działania urządzeń w otaczającym nas świecie z omawianymi w szkole zagadnieniami z fizyki i astronomii. Fizykę nauczaną w szkole, zjawiska w otaczającym świecie i zastosowanie tych zjawisk w urządzeniach technicznych, traktują jak dwa niezależne światy.

W rozwiązaniach zadań pojawiały się odpowiedzi oparte nie na wiedzy fizycznej, lecz na informacjach podawanych w mediach, które nie zawsze znajdują oparcie w prawach i zasadach fizycznych. Przykładem jest polecenie nr 5.1, w którym zdający mieli podać dwie własności sił jądrowych.

W **Zadaniu 5. Jądro atomowe a gwiazda neutronowa** dwa pierwsze polecenia dotyczyły jądra atomowego, a mimo to spora grupa zdających zamiast zapisać w poleceniu pierwszym dwie cechy sił jądrowych pisała: *duże pole rażenia, duży zasięg działania, niebezpieczne dla człowieka*, co wskazuje na to, że zdający mieli na myśli broń jądrową, a nie własności sił działających w jądrze atomowym.

W sytuacji braku wiedzy z fizyki lub astronomii zdający często nie udzielali poprawnej merytorycznej odpowiedzi lecz podejmowali próby udzielenia odpowiedzi korzystając z stereotypowych informacji. Przykładem takich sytuacji są odpowiedzi

w zadaniu 5.4, gdzie zdający oceniając i uzasadniając czy opisana gwiazda może być czarną dziurą często pisali np.: *tak, bo gwiazda ma bardzo ogromną masę, tak, bo gwiazda ma wielką gęstość, bo wartość drugiej prędkości kosmicznej jest ogromna/skrajnie duża.*

Podobnie jak w arkuszu dla poziomu podstawowego wykresy były wykonywane odręcznie i niedokładnie, często bez użycia linijki, mimo, że w arkuszu zamieszczono pomocniczo kratki, a zdający dysponował linijką.

Analiza rozwiązań zdających wskazuje również na duże braki w umiejętnościach matematycznych, niezbędnych do rozwiązania zadań obliczeniowych. Zdający słabo radzili sobie z działaniami na potęgach, przekształcaniem ułamków czy sprowadzaniem do wspólnego mianownika, choć jest to umiejętność kształcona na poziomie gimnazjum, a więc absolwent szkoły ponadgimnazjalnej przystępujący do egzaminu z fizyki i astronomii i to na poziomie rozszerzonym nie powinien mieć z nimi żadnych trudności.

W **Zadaniu 4.5** zdający często np. obliczając liczbę jąder uranu, które powinny ulec rozszczepieniu, aby uwolniona w reakcji energia wystarczyła do ogrzania 1 litra wody od temperatury 20°C do 100°C uzyskiwali wynik 2 jądra lub 2,6 jąder. Zdający zapisywali pisemnie powyższą odpowiedź, nie zwracając uwagi na całkowicie bezsensowny wynik (liczba jąder powinna wynosić $n \approx 10^{16}$).

Przykład ten świadczy o mechanicznym wykonywaniu obliczeń, bez jakiegokolwiek zastanowienia się nad rzeczywistością czy analizą sensu uzyskanego wyniku.

W **Zadaniu 1 Kulka i wózek** w poleceniu piątym obliczano wartość prędkości w następujący sposób:

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \quad u_1 = \frac{1\text{kg} - 2\text{kg}}{1\text{kg} + 2\text{kg}} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{-1\text{kg}}{3\text{kg}} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -0,333333333333 \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -1,99999999998 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Taka dokładność wynikała z użytego 12 miejscowego kalkulatora. Zdający nie analizowali dokładności otrzymanego wyniku. Dokładność obliczonej wartości prędkości (10^{-11} m/s) jest porównywalna z przemieszczeniem wózka o rozmiar atomu w czasie jednej sekundy.

Ponadto zdający nie zauważali, że można było wykonać obliczenia prościej (bez użycia kalkulatora), skracając 6 i 3 w ostatnim ułamku.

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \quad u_1 = \frac{1\text{kg} - 2\text{kg}}{1\text{kg} + 2\text{kg}} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{-1\text{kg}}{3\text{kg}} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Jak widać magia obliczeń (z wykorzystaniem kalkulatora) w wielu zadaniach przysłoniła całkowicie fizykę i realny świat.

PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy wyników egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii oraz uwag egzaminatorów sprawdzających arkusze egzaminacyjne można stwierdzić, że do mocnych stron zdających egzamin na poziomie podstawowym należy zaliczyć umiejętność rozwiązywania zadań rachunkowych, w których należało stosować odpowiednie prawa, reguły i zasady. Zdający dobrze radzili sobie w typowych sytuacjach, z jakimi spotykali się w szkole na lekcjach fizyki. Dobrze radzili sobie również z zadaniami, w których należało przeanalizować i wybrać do obliczeń odpowiednie dane z tabeli. Dość dobrze wypadły zadania, w których należało zapisać własne sądy lub opinie oraz uzasadnić swoją odpowiedź.

Nieco słabiej wypadły zadania, w których zdający rysowali wykresy lub analizowali informacje podane w formie opisowego tekstu lub informacje przedstawione na rysunkach. Zdający nieco gorzej radzili sobie z zadaniami, w których pojawiał się kontekst praktyczny lub informacja podana była w formie matematycznych równań. Zdający słabo opanowali umiejętność rysowania wykresów. Analiza odpowiedzi zdających wskazuje na to, że często zdający nie rozumieją znaczenia wykresu i rysowali cokolwiek licząc na uzyskanie punktów za samo opisanie i wyskalowanie osi. Najślabiej maturzyści radzili sobie z zadaniami z fizyki atomowej i jądrowej oraz z zadaniami związanymi z polem magnetycznym. Zadania dotyczące tych zagadnień były dla zdających trudne i bardzo trudne. Można sądzić, że ten zakres tematyczny w związku z niewielką liczbą godzin w cyklu nauczania oraz omawianiem części tych zagadnień zazwyczaj pod koniec nauki mógł nie być zrealizowany w całości.

Jeśli uwzględnimy niewielką liczbę godzin w cyklu nauczania oraz, że do egzaminu przystąpili zdający z opisanej powyżej populacji można przyjąć uzyskany wskaźnik łatwości (0,41) egzaminu za zadowalający.

Zdecydowana większość zdających egzamin przystąpiła do egzaminu na poziomie rozszerzonym. Związane to jest z wymaganiami uczelni wyższych, które w procesie rekrutacyjnym wykorzystują głównie wyniki egzaminów na tym poziomie.

W przeciwieństwie do zdających na poziomie podstawowym, do najmocniejszych stron zdających egzamin maturalny na poziomie rozszerzonym można zaliczyć umiejętności dotyczące zagadnień fizyki atomowej i jądrowej. Zdający na poziomie rozszerzonym dobrze radzą sobie z zagadnieniami fizyki współczesnej, astronomii i kosmologii. Analiza wyników doświadczeń, rysowanie wykresów i ich interpretacja nie stanowi dla nich większego problemu. Zdający poprawnie formułują wnioski, uzasadniają swoje sądy i opinie. W zadaniach zawierających część opisową poprawnie selekcionują niezbędne do wykonania poleceń informacje i dane liczbowe. W sytuacjach problemowych w większości podejmują poprawne decyzje. Mając do dyspozycji różne sposoby rozwiązania problemu w większości przypadków wybierają rozwiązania optymalne (będące najkrótszą lub najprostszą drogą rozwiązania). Zdający często podejmują skuteczne próby rozwiązania nietypowych zadań w oparciu o podane i posiadane informacje. Potrafią budować proste modele fizyczne i matematyczne do opisanej sytuacji. Generalnie można stwierdzić, że zdający fizykę i astronomię na poziomie rozszerzonym potrafią poprawnie wyciągać wnioski, wykorzystując swoje umiejętności.

Do słabszych stron zdających należy zaliczyć niepełne opanowanie zagadnień dotyczących fizycznych podstaw mikroelektroniki, zagadnień związanych z półprzewodnikami oraz, co może dziwić, słabe opanowanie zagadnień związanych z prądem elektrycznym i interpretacją prawa Ohma. Zdający popełniali również błędy w zadaniach rachunkowych (szczególnie dotyczących działań na dużych liczbach).

Jeśli uwzględnimy to, co napisano powyżej, można postawić tezę, że mimo pewnych braków zdający fizykę na poziomie rozszerzonym będą w przyszłości dobrymi studentami,

a uzyskany wskaźnik łatwości arkusza rozszerzonego (0,55) stanowi dobrą prognozę dla wyższych uczelni.

Osobnym problemem pojawiającym się podczas analizy rozwiązań w obu poziomach egzaminu są słabo opanowane umiejętności matematyczne. Zdający popełniali sporo błędów rachunkowych. Słabo radzili sobie z działaniami na potęgach, przekształcaniem ułamków czy nawet sprowadzaniem do wspólnego mianownika. Spora grupa zdających miała problemy z obliczeniem $\sqrt[3]{10^{12}}$ lub obliczeniem wartości wyrażenia $\sqrt{16 \cdot 10^{16}}$.

Taka sytuacja wskazuje na braki w podstawowych umiejętnościach rachunkowych, jakie zdający egzamin powinni opanować już w gimnazjum. Uwzględniając powyższe fakty zapowiedź MEN wprowadzenia w nieodległej przyszłości obowiązkowego egzaminu maturalnego z matematyki może spowodować większe zainteresowanie matematyką i jest jak najbardziej uzasadniona.