

Fizyka i astronomia

Opis arkuszy egzaminacyjnych

Arkusze egzaminacyjne z fizyki i astronomii zostały opracowane na dwóch poziomach:

- podstawowym – Arkusz I (MFA-P1_1P-122)
- rozszerzonym – Arkusz II (MFA-R1_1P-122).

Arkusz I zawierał 23 zadania, w tym 10 zamkniętych i 13 otwartych. Sprawdzały one znajomość i rozumienie podstawowych pojęć fizycznych, definicji wielkości fizycznych, praw i zasad służących do opisu zjawisk fizycznych oraz umiejętność posługiwania się tą wiedzą w praktyce. Sprawdzały także umiejętność analizowania i interpretowania informacji zapisanych w postaci tekstu o tematyce fizycznej lub astronomicznej, tabel, wykresów, schematów i rysunków. Tematyka zadań egzaminacyjnych obejmowała treści podstawy programowej. Umiejętności zostały zbadane na treściach wszystkich działów podstawy programowej. Zdający mógł uzyskać maksymalnie 50 punktów. Egzamin na tym poziomie trwał 120 minut.

Arkusz II zawierał 6 wiązek zadań otwartych, sprawdzających wiedzę i umiejętności opisane w wymaganiach egzaminacyjnych dla poziomu podstawowego i rozszerzonego. Wiązki zadań w tym arkuszu sprawdzały zarówno znajomość i rozumienie terminów, pojęć, praw, procesów i zjawisk fizycznych, jak i umiejętności:

- korzystania z informacji, jej przetwarzania i interpretacji,
- dostrzegania związków przyczynowo-skutkowych między podanymi faktami,
- budowania modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk fizycznych,
- wnioskowania na podstawie danych,
- argumentowania swojego stanowiska.

Zdający mógł uzyskać maksymalnie 60 punktów. Egzamin na tym poziomie trwał 150 minut.

Do analizy zostały wybrane zadania, które zdającym sprawiły najwięcej problemów, a więc okazały się bardzo trudne i trudne (5 zadań otwartych z poziomu podstawowego i 5 zadań z poziomu rozszerzonego). Komentarz zawiera informacje o najczęściej popełnianych błędach i prawdopodobnych przyczynach ich popełniania.

Analiza jakościowa

Arkusz I

Zadanie 12. Pudło i pocisk (5 pkt)

Pocisk o masie 10 g lecący poziomo z prędkością 600 m/s wpada do pudła z piaskiem o masie 5 kg i grzęźnie w nim. Pudło początkowo spoczywało na poziomym podłożu. Współczynnik tarcia pudła o podłoże wynosi 0,3.

Zadanie 12.1 (2 pkt)

Oblicz prędkość pudła wraz z pociskiem tuż po ugrzęźnięciu pocisku (zatrzymaniu ruchu względnego). Wskazówka: ponieważ ugrzęźnięcie pocisku trwa bardzo krótko, więc można zaniedbać skutki działania siły tarcia pudła o podłoże w ciągu tego czasu.

Sprawdzane umiejętności:

Wiadomości i rozumienie - Zastosowanie zasady zachowania pędu (I.1.2.5)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,37	0,47	0,19

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

- Korzystamy z zasady zachowania pędu w postaci $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2$ i obliczamy $v_2 \approx 1,2$ m/s.
- Ponieważ masa pudła jest znacznie większa od masy pocisku, więc możemy przyjąć, że łączna masa jest w przybliżeniu równa masie samego pudła. Korzystamy z zasady zachowania pędu w postaci $m_1 v_1 = m_2 v_2$ i obliczamy $v_2 = 1,2$ m/s.

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających bardzo trudne i trudne. Odpowiedzi dowodzą, że zdający często nie znali zasady zachowania pędu, a jeśli już podejmowali próbę rozwiązania tego zadania, to z pominięciem analizy sytuacji fizycznej lub przywołując z pamięci jakiś zapis zasady zachowania pędu, nie zawsze możliwy do zastosowania w opisanej sytuacji. Zadania tego typu dość często pojawiają się na egzaminie maturalnym, zatem zdający powinni poświęcić szczególną uwagę na opanowanie wiadomości i umiejętności z tego zakresu mechaniki.

Zadanie 12.2 (2 pkt)

Przyjmując prędkość pudła z pociskiem tuż po ugrzęźnięciu pocisku równą 1 m/s, oblicz odległość, na jaką przemieści się ono do chwili zatrzymania.

Sprawdzane umiejętności:

Wiadomości i rozumienie - Analiza ruchu ciał z uwzględnieniem sił tarcia (I.1.2.3)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,13	0,18	0,06

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

- Przyrównujemy pracę siły tarcia $W_t = \mu mgs$ do energii kinetycznej $E_k = \frac{mv^2}{2}$ i obliczamy $s = \frac{v^2}{2\mu g} = 17$ cm.
- Podstawiamy siłę tarcia $F_t = \mu mg$ do II zasady dynamiki, otrzymujemy wzór na przyspieszenie $a = \mu g$, a drogę wyznaczamy ze wzoru $s = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2}{2\mu g} = 17$ cm.

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających bardzo trudne. Wielu zdających podejmowało próby rozwiązania tego zadania, korzystając z równań kinematyki, co wskazuje na niezrozumienie treści zadania. Nieliczne próby rozwiązania zadania z uwzględnieniem siły tarcia zawierały błędy rachunkowe. Można stwierdzić, że zagadnienia równoważności pracy i zmiany energii mechanicznej czy zagadnienia ruchu ciał z uwzględnieniem sił tarcia są bardzo słabo opanowane przez zdających.

Zadanie 12.3 (1 pkt)

Uzupełnij zdanie, wpisując *większa od*, *mniej* lub *równa*.

Energia kinetyczna pudła wraz z pociskiem tuż po jego ugrzęźnięciu jest początkowej energii kinetycznej pocisku.

Uzasadnij swój wybór.

Sprawdzane umiejętności

Korzystanie z informacji - Selekcja i ocena informacji (II.3)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,30	0,36	0,19

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

Energia kinetyczna pudła wraz z pociskiem tuż po jego ugrzęźnięciu jest **mniejsza od** początkowej energii kinetycznej pocisku.

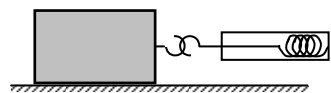
Przykłady poprawnych uzasadnień:

- Wynika to stąd, że zderzenie jest niesprężyste.
- Wynika to stąd, że podczas ugrzęźnięcia pocisku część energii ulega rozproszeniu.
- Wynika to stąd, że $E_{k\text{ pocz}} = 1800 \text{ J}$, a $E_{k\text{ końc}} \approx 3,6 \text{ J}$.

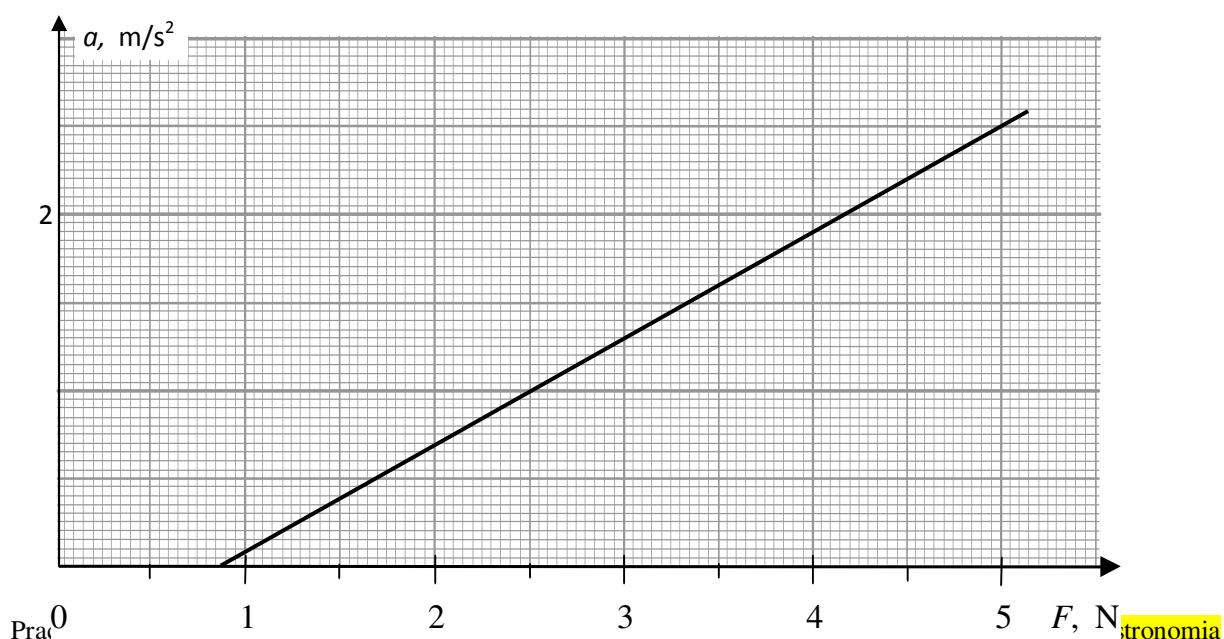
Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających trudne i bardzo trudne. Badało umiejętność analizowania tekstu fizycznego. W nielicznych rozwiązaniach pojawiała się poprawna odpowiedź bez podjęcia próby jej uzasadnienia. Trudno ocenić taką sytuację. Wydaje się, że skoro zagadnienia występowania strat energii w układach mechanicznych często pojawiają się na egzaminie maturalnym, to maturzyści powinni lepiej opanować wiadomości i umiejętności z tego zakresu.

Zadanie 15. Ruch z tarcie (4 pkt)



Uczniowie położyli na stole klocek, do którego doczepili siłomierz (rys.). Działając na klocek stałą siłą wprawili go w ruch i mierzyli jego przyspieszenie a . Doświadczenie powtórzyli kilka razy przy różnych wartościach siły F wywieranej przez siłomierz, a wyniki przedstawiono na poniższym wykresie.



Zadanie 15.1 (1 pkt)

Napisz wartość przyspieszenia klocka, gdy siła F wynosi 0,5 N. Uzasadnij odpowiedź.

Sprawdzane umiejętności:		
Tworzenie informacji - Interpretacja informacji przedstawionej w formie wykresu (III.1)		
Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,74	0,75	0,71
Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:		
Przyspieszenie jest równe zero, gdyż – jak można odczytać z wykresu – siła o wartości 0,5 N nie wystarcza do ruszenia klocka z miejsca.		
Komentarz:		
Zadanie dla ogółu zdających okazało się łatwe. W tym przypadku ustalenie wartości przyspieszenia klocka dla określonej wartości siły działającej na klocek nie sprawiło zdającym większego problemu.		

Zadanie 15.2 (1 pkt)

Na podstawie wykresu można wyznaczyć siłę tarcia T działającą na klocek w czasie jego ruchu. Podaj wartość T i uzasadnij ten wynik.

Sprawdzane umiejętności:		
Korzystanie z informacji - Odczytanie i analiza informacji przedstawionej w formie wykresu (II.1.b)		
Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,37	0,41	0,30
Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:		
Siła tarcia wynosi 0,9 N, gdyż jeśli jest ona równa co do wartości sile F , to przyspieszenie wynosi 0.		
Komentarz:		
Zadanie okazało się dla zdających trudne. W wielu rozwiązaniach pojawiało się poprawne stwierdzenie, że siła tarcia wynosi 0,9 N, ale uzasadnienie takiego wyboru było błędne. Jest to kolejne zadanie, w którym zdający nie potrafili uzasadnić swojej odpowiedzi w sposób prosty i jednocześnie poprawny, co skłania do wniosku, że ten zakres wiedzy i umiejętności nie jest opanowany w stopniu zadowalającym.		

Zadanie 15.3 (2 pkt)

Na podstawie wykresu można wyznaczyć masę klocka m . Oblicz wartość m , stosując odpowiednie zależności.

Sprawdzane umiejętności:		
Korzystanie z informacji - Odczytanie i analiza informacji przedstawionej w formie wykresu (II.1.b)		
Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,14	0,19	0,06
Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:		
Z II zasady dynamiki wynika wzór $\Delta F = m \cdot \Delta a$. Z odcinka prostej na wykresie odczytujemy		
$\Delta F = 5 \text{ N} - 2,5 \text{ N} = 2,5 \text{ N}$ oraz $\Delta a = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ i obliczamy $m = \frac{2,5 \text{ N}}{1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 1,67 \text{ kg}$		

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających bardzo trudne. Duża liczba zdających w ogóle nie podjęła próby rozwiązania tego zadania. W nielicznych podjętych próbach rozwiązania tego zadania pojawiały się błędy w interpretacji wielkości fizycznych odczytanych z wykresu. Zazwyczaj były to różne wielkości odczytane dla zmiany siły w stosunku do zmiany przyspieszenia klocka. Można wnioskować, że zdający prawdopodobnie nie wykonywali podobnych ćwiczeń na lekcjach, nie sporządzali wykresów lub też nie dokonywali samodzielnie analizy i interpretacji informacji przedstawionych w formie wykresu.

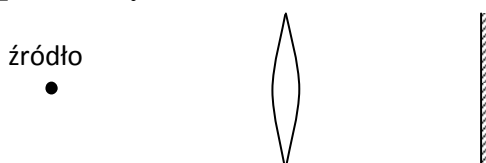
Zadanie 20. Pomiar ogniskowej soczewki (5 pkt)**Zadanie 20.1 (3 pkt)**

Opisz doświadczenie pozwalające na wyznaczenie ogniskowej f soczewki skupiającej, jeśli oprócz tej soczewki masz do dyspozycji małe źródło światła (np. diodę), linijkę i ekran. W opisie wymień niezbędne czynności i wielkości mierzone. Wykonaj rysunek ilustrujący doświadczenie.

Sprawdzane umiejętności:

Tworzenie informacji - Zaplanowanie prostego doświadczenia (III.4)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,32	0,37	0,24

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

Na ekranie należy uzyskać ostry obraz źródła, a następnie zmierzyć odległości źródła i ekranu od soczewki.

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających trudne, mimo że dotyczyło planowania prostego doświadczenia. Duża liczba zdających nie podjęła próby rozwiązania tego zadania. Najczęściej zdający nie wykonywali rysunku zawierającego odpowiednie elementy ilustrujące doświadczenie. W zapisanych odpowiedziach brak było informacji o uzyskaniu ostrego, wyraźnego obrazu na ekranie.

Zadanie 20.2 (1 pkt)

Podaj zależność matematyczną, z której skorzystasz w celu obliczenia wartości ogniskowej. Objaśnij symbole występujące w tej zależności.

Sprawdzane umiejętności:

Wiadomości i rozumienie - Zastosowanie równania soczewki (I.1.5.b.9)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,41	0,51	0,25

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

Ogniskową f obliczymy ze wzoru $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$ (lub $f = \frac{xy}{x+y}$), gdzie x jest odległością przedmiotu od soczewki, a y – odległością ekranu od soczewki.

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających umiarkowanie trudne i trudne. Rozwiązania tego zadania zawierały zazwyczaj równanie soczewki bez informacji objaśniającej symbole występujące w tej zależności. Trudno ustosunkować się do takiego zapisu i jednoznacznie ocenić, czy brak objaśnienia symboli był spowodowany nieuwagą podczas czytania treści zadania, czy też wynikał z nieznajomości wielkości fizycznych występujących w równaniu soczewki.

Zadanie 20.3 (1 pkt)

Napisz, w jaki sposób można zwiększyć dokładność pomiaru ogniskowej.

Sprawdzane umiejętności:

Tworzenie informacji - Zaplanowanie prostego doświadczenia (III.4)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,17	0,19	0,14

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

Aby zwiększyć dokładność pomiaru ogniskowej, należy

- wykonać pomiar kilkakrotnie i obliczyć średnią.
- użyć przymiaru o wyższej dokładności.

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających bardzo trudne. Najczęściej w rozwiązaniach zdających pojawiały się odpowiedzi niepełne, ogólnikowe. Pojawiały się różne uzasadnienia nie mające związku z metodologią pomiarów fizycznych. Jest to kolejne zadanie sprawdzające umiejętność zaplanowania prostego doświadczenia, z którym zdający nie poradzili sobie w stopniu zadowalającym.

Zadanie 21. Działanie światła na metal (4 pkt)

Metalowy krążek jest osadzony na główce elektroskopu. Pod wpływem padającego światła nadfioletowego krążek elektryzuje się i dodatkowo ogrzewa.

Zadanie 21.1 (2 pkt)

- Wyjaśnij przyczynę elektryzowania się krążka.
- Podaj znak ładunku uzyskanego przez krążek. Uzasadnij odpowiedź.

Sprawdzane umiejętności:

Wiadomości i rozumienie - Opis zjawiska fotoelektrycznego (I.1.5.e.17)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,32	0,38	0,23

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

- Przyczyną elektryzowania się krążka jest выбijanie z niego elektronów (lub zjawisko fotoelektryczne)
- Znak ładunku krążka jest dodatni, co wynika z niedoboru elektronów (lub wybijania elektronów).

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających trudne. Braki w rozwiązaniach i błędne interpretacje zjawiska fotoelektrycznego mogą świadczyć o nieznajomości kwantowego modelu światła.

Zadanie 21.2 (1 pkt)

Jeśli światło pada na krążek przez długi czas, jego ładunek po pewnym czasie przestaje rosnąć (ustala się). Wyjaśnij, dlaczego dalsze naświetlanie krążka nie zwiększa jego ładunku.

Sprawdzane umiejętności:		
Tworzenie informacji - Analiza wyniku doświadczenia (III.4)		
Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,15	0,19	0,09
Przykładowy poprawny zapis rozwiązania: Dalsze naświetlanie krążka nie zwiększa jego ładunku z powodu: <ul style="list-style-type: none"> • przyciągania wybitych elektronów przez naładowaną główkę elektroskopu. • niedoskonałej izolacji elektroskopu. • przewodnictwa powietrza. 		
Komentarz: Zadanie okazało się dla zdających bardzo trudne. Wyjaśnienia przedstawione przez zdających ograniczały się często do powtórzenia pytania w formie twierdzącej. Można zatem przypuszczać, że zdający nie znają warunków fizycznych zajścia zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego, prawdopodobnie nie wykonywali doświadczenia z użyciem elektroskopu, nie znają sposobów elektryzowania ciał i zasad działania izolacji w procesach elektryzowania ciał.		

Zadanie 21.3 (1 pkt)

Mikrofale są falami elektromagnetycznymi, których długość jest znacznie większa, niż promieni nadfioletowych. Uzupełnij poniższe zdanie, podkreślając właściwe słowa.

Gdybyśmy zamiast światła nadfioletowego użyli mikrofal, krążek (*naelektryzowałby/ogrzałby*) się, ale nie (*naelektryzował/ogrzał*).

Uzasadnij powyższy wybór.

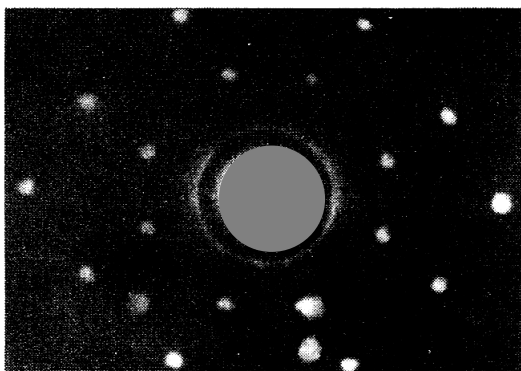
Sprawdzane umiejętności:		
Korzystanie z informacji - Uzupełnienie brakujących elementów tabeli (II.2)		
Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,18	0,22	0,12
Przykładowy poprawny zapis rozwiązania: Gdybyśmy zamiast światła nadfioletowego użyli mikrofal, krążek ogrzałby się, ale nie naelektryzował . Wynika to stąd, że dla mikrofal energia kwantów jest mniejsza od pracy wyjścia (lub energia kwantów jest mniejsza, niż poprzednio).		
Komentarz: Zadanie okazało się dla zdających bardzo trudne i trudne. W celu podkreślenia poprawnej odpowiedzi zdający powinni znać właściwości mikrofal. Błędne odpowiedzi mogą dowodzić, że zastosowania praktyczne mikrofal nie są znane zdającym lub nie potrafią oni połączyć wiedzy fizycznej z właściwymi zastosowaniami praktycznymi. Analizując uzasadnienia zdających, można wnioskować, że nie znają oni także warunku zajścia zjawiska fotoelektrycznego. Można także stwierdzić, że zagadnienia związane z założeniami kwantowego modelu światła są słabo opanowane przez zdających.		

Zadanie 23. Rozpraszanie na kryształach (3 pkt)

Poniżej zamieszczono obrazy uzyskane na kliszy fotograficznej po skierowaniu wiązki neutronów i wiązki promieni rentgenowskich (jest to krótkofalowe promieniowanie elektromagnetyczne) na kryształ soli kuchennej. Kryształ soli stanowił w doświadczeniach trójwymiarową siatkę dyfrakcyjną. Kliszę fotograficzną umieszczono za kryształem.

Fotografia 1

Obraz uzyskany w wyniku rozpraszania neutronów



Fotografia 2

Obraz uzyskany w wyniku rozpraszania promieni rentgenowskich



Zadanie 23.1 (1 pkt)

Napisz, o jakiej naturze neutronów świadczy fotografia 1.

Sprawdzane umiejętności:

Wiadomości i rozumienie - Przedstawienie eksperymentalnych dowodów istnienia fal materii (I.1.8.a.2)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,18	0,25	0,07

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

Fotografia 1 świadczy o falowej naturze neutronów.

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających bardzo trudne i trudne. W wielu pracach zdający nie podjęli próby udzielenia odpowiedzi na pytanie. Ten niezadawalający stopień opanowania wymaganych w poleceniu wiadomości i umiejętności może dowodzić, że zdający nie znają dowodów eksperymentalnych istnienia fal materii oraz nie potrafią posługiwać się pojęciami i wielkościami fizycznymi związanymi z dualizmem korpuskularno-falowym materii.

Zadanie 23.2 (2 pkt)

Założmy, że układ plamek na obu powyższych fotografiach jest identyczny (co z pewnych drugorzędnych powodów niezupełnie się zgadza z obserwacjami), a pomiar kątów odchylenia wiązki dał dla każdej plamki jednakowe wyniki w obu przypadkach. Uzupełnij poniższe zdanie, wpisując nazwę jednej z wielkości: *masa*, *prędkość*, *pęd*, *energia kinetyczna*.

Wnioskiem z wymienionych obserwacji jest to, że neutrony miały tę samą (ten sam), co kwanty promieniowania rentgenowskiego.

Uzasadnij swój wybór.

Sprawdzane umiejętności:

Wiadomości i rozumienie - Interpretacja zależności między długością fali materii a pędem cząstki (I.1.8.a.1)

Korzystanie z informacji - Analiza informacji przedstawionej w formie rysunku (II.1.b)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,15	0,17	0,11

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

Wnioskiem z wymienionych obserwacji jest to, że neutrony miały ten sam **pęd**, co kwanty promieniowania rentgenowskiego.

Wynika to stąd, że jednakowe kąty dyfrakcji świadczą o jednakowej długości fali, co zgodnie ze wzorem de Broglie'a dowodzi jednakowej wartości pędu.

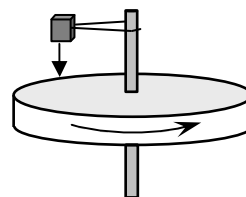
Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających bardzo trudne. W części pierwszej zadania zdający dokonywali wyboru wielkości fizycznej spośród wymienionych, jednak analiza rozwiązań pozwala przypuszczać, że wybór był całkowicie przypadkowy. Wnioskować można, że zdający nie potrafili zinterpretować zależności pomiędzy długością fali materii a pędem cząstki, której ona odpowiada. Jest to kolejne zadanie zawierające elementy mechaniki kwantowej, z którym nie poradzili sobie zdający.

Arkusz II

Zadanie 1. Krążek i ciężarek (12 pkt)

Krążek o momencie bezwładności $0,01 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ obracał się bez tarcia wokół swojej osi z prędkością kątową 32 rad/s . Na ten krążek spadł ciężarek o masie $0,6 \text{ kg}$, upuszczony bez prędkości początkowej. Ciężarek był połączony z osią krążka nitką ślizgającą się po osi bez tarcia. Po chwili ciężarek zaczął obracać się razem z krążkiem, pozostając w odległości 10 cm od osi obrotu. Rozmiary ciężarka można pominąć.



Zadanie 1.2 (3 pkt)

Współczynnik tarcia ciężarka o krążek wynosi $0,3$. Ponadto zakładamy, że można pominąć efekty uderzenia przy upadku (tzn. przyjmując, że wysokość spadku była bardzo mała). Korzystając z powyższych informacji, wyprowadź wzór na moment siły oddziaływania ciężarka na krążek oraz oblicz, po jakim czasie od upadku ciężarka jego poślizg ustął i prędkość kątowa krążka osiągnęła wartość końcową 20 rad/s .

Sprawdzane umiejętności:

Tworzenie informacji - Zbudowanie modelu fizycznego i matematycznego do opisu zjawiska (III.3)

Korzystanie z informacji - Obliczenie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,30	0,31	0,14

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

- Moment siły oddziaływania ciężarka na krążek wyraża się wzorem $M = F_t \cdot r = mgfr$. Stosujemy do krążka równanie $M = I\varepsilon = I \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ (dla krążka $\Delta\omega = 12 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$), stąd $\Delta t = \frac{I\Delta\omega}{mgfr} = 0,68 \text{ s}$ (lub $0,67\text{s}$).
- Moment siły oddziaływania ciężarka na krążek wyraża się wzorem $M = F_t \cdot r = mgfr$. Zastosujemy zasadę dynamiki dla ciężarka $mgf = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = mr \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ (dla ciężarka $\Delta\omega = \frac{20\text{rad}}{\text{s}}$), stąd $\Delta t = r \frac{\Delta\omega}{gf} = 0,68 \text{ s}$.

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających trudne i bardzo trudne. Zdający nie potrafili zapisać wzoru na moment siły oddziaływania ciężarka na krążek. Mimo opisu problemu w treści zadania i podania wartości współczynnika tarcia ciężarka o klocek, zdający podawali w rozwiązaniach tylko definicję momentu siły, nie wprowadzając do niej siły tarcia.

W części drugiej rozwiązania zastosowanie przez zdających zasady dynamiki powodowało, że często wstawiali błędną wartość zmiany prędkości kątowej. Można przypuszczać, analizując różne rozwiązania zdających, że zagadnienia ruchu bryły sztywnej są bardzo słabo przez nich opanowane, mimo że na egzaminie maturalnym pojawiają się dość często. Zdający popełniali także liczne błędy w trakcie przekształcania zależności oraz podstawiania wartości liczbowych wielkości fizycznych.

Zadanie 3. Prąd przemienny (10 pkt)

Do źródła napięcia przemiennego o regulowanej częstotliwości dołączono kondensator. W obwód włączono amperomierz i mierzono wartość skuteczną natężenia prądu.

Zadanie 3.1 (2 pkt)

Zwiększono częstotliwość zmian napięcia, nie zmieniając jego amplitudy. Czy wartość skuteczna natężenia prądu wzrosła, zmalała, czy nie zmieniła się? Napisz odpowiedź i ją uzasadnij.

Sprawdzane umiejętności:

Wiadomości i rozumienie - Opis zależności natężenia prądu od częstotliwości w obwodzie zawierającym pojemność (I.1.4.b.14)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,28	0,27	0,34

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

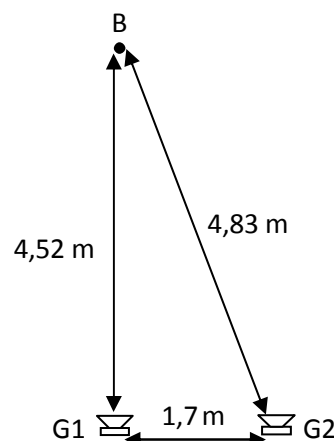
- Wartość skuteczna natężenia prądu wzrosła, gdyż zgodnie ze wzorem $R_C = \frac{1}{\omega C}$ zmalał opór pojemnościowy.
- Wartość skuteczna natężenia prądu wzrosła, gdyż kondensator ładował się tym samym ładunkiem, ale częściej.

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających trudne. Badało znajomość związku wartości skutecznej natężenia prądu z oporem pojemnościowym, a tym samym z pojemnością kondensatora i częstotliwością zmian napięcia. Najczęściej w rozwiązaniach tego zadania pojawiały się odpowiedzi niepełne. Zdający potrafili ustalić, że wartość skuteczna natężenia prądu wzrosła, ale z uzasadnieniem odpowiedzi mieli duże problemy. Pojawiały się dość często uzasadnienia nie mające związku z zagadnieniami przepływu prądu przemiennego. W wielu przypadkach zdający nie podjęli próby udzielenia jakiegokolwiek odpowiedzi.

Zadanie 4. Dźwięki w powietrzu (9 pkt)

Dwa głośniki G1 i G2 są podłączone do tego samego generatora sygnału harmonicznego (sinusoidalnego) o częstotliwości 2200 Hz. Głośniki ustawiono w odległości 1,7 m od siebie, a mikrofon w punkcie B – jak na rysunku. Zestaw znajduje się w powietrzu, w którym prędkość dźwięku wynosi 340 m/s. Głośniki i mikrofon są bardzo małe.



Zadanie 4.5 (1 pkt)

Wybierz poprawne zakończenie poniższego zdania, podkreślając właściwe wyrażenie.

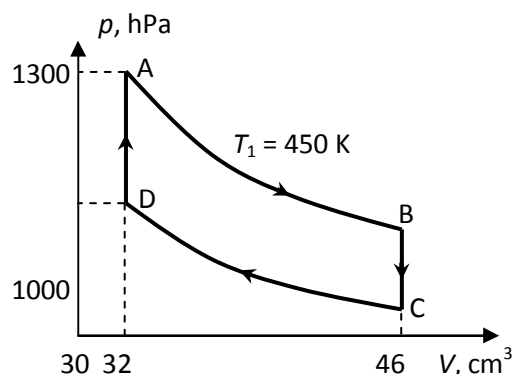
Gdy zwiększono odległość między głośnikami G1 i G2, odległość od punktu, w którym dźwięk jest wzmocniony, do najbliższego punktu, w którym jest osłabiony

wzrosła zmalała nie zmieniła się.

Sprawdzane umiejętności: Korzystanie z informacji - Analiza informacji podanej w formie tekstu (II.1.a)		
Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,17	0,17	0,23
Przykładowy poprawny zapis rozwiązania: Odległość od punktu, w którym dźwięk jest wzmocniony, do najbliższego punktu, w którym jest osłabiony <u>zmaląała</u> .		
Komentarz: Zadanie dla ogółu zdających okazało się bardzo trudne. W rozwiązaniach pojawiały się wszystkie możliwe odpowiedzi. Nieopanowanie umiejętności czytania tekstu ze zrozumieniem w stopniu zadawalającym uniemożliwił zdającym wybór poprawnej odpowiedzi. Błędne odpowiedzi mogą również świadczyć o braku znajomości zagadnienia zjawiska interferencji dla fal dźwiękowych.		

Zadanie 5. Silnik cieplny (12 pkt)

Istnieje wiele typów silników cieplnych. Silnik Stirlinga wyróżnia się tym, że wewnątrz silnika nie występuje spalanie paliwa, a czynnikiem roboczym (gazem podlegającym przemianom) jest powietrze. Zaletą silnika Stirlinga jest niski poziom hałasu, niski poziom emisji szkodliwych składników i wysoka sprawność cieplna. Silnik składa się z cylindra podgrzewanego przez palnik i połączonego z nim zimnego cylindra chłodzonego powietrzem. Obok przedstawiono uproszczony cykl pracy tego silnika w układzie zmiennych p - V . W przemianach $A \rightarrow B$ i $C \rightarrow D$ temperatura się nie zmienia.



Zadanie 5.6 (2 pkt)

- Oblicz liczbę moli gazu, który podlegał opisanym przemianom.
- Przyjmując temperaturę w punkcie **D** równą 340 K oraz ciepło molowe powietrza przy stałej objętości $C_V = 21 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$, oblicz ciepło dostarczone do silnika podczas przemiany **D**→**A**.

Sprawdzane umiejętności: Wiadomości i rozumienie – Zastosowanie równania Clapeyrona (I.1.4.a.1.PP) Zastosowanie pojęcia ciepła molowego (I.1.6.b.2)		
Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,37	0,39	0,13
Przykładowy poprawny zapis rozwiązania: • Z równania Clapeyrona na podstawie danych z punktu A obliczamy $n = \frac{1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 32 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 450 \text{ K}} = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ mola}$ Ciepło dostarczone wynosi $nC_V \Delta T = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 21 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (450 \text{ K} - 340 \text{ K}) = 2,56 \text{ J}$		

- Z równania Clapeyrona na podstawie danych z punktu D obliczamy

$$n = \frac{1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 32 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 450 \text{ K}} = 1,13 \cdot 10^{-2} \text{ mola}$$
Ciepło dostarczone wynosi

$$nC_v \Delta T = 1,13 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 21 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (450 \text{ K} - 340 \text{ K}) = 2,61 \text{ J}$$

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających trudne i bardzo trudne. W wielu rozwiązaniach pojawiało poprawnie zapisane równanie Clapeyrona, ale błędnie zostały podstawione wartości liczbowe wielkości fizycznych i stałych fizycznych. Na podstawie analizy rozwiązań przedstawionych przez zdających można stwierdzić, że próby obliczenia ciepła dostarczonego do silnika w przemianie $D \rightarrow A$ oparte były na przypadkowo podstawionych wartościach wielkości fizycznych. Brak nieznamomości przemian gazowych, ich interpretacji energetycznej oraz brak umiejętności czytania tekstu ze zrozumieniem były prawdopodobną przyczyną niepowodzeń zdających. W niektórych rozwiązaniach, mimo poprawnie podstawionych wielkości fizycznych, pojawiały się błędy rachunkowe.

Zadanie 6. Licznik Geigera–Müllera (8 pkt)

Detekcja promieniowania jądrowego jest możliwa dzięki zdolności cząstek promieniowania do jonizacji materii. Na tej zasadzie działa licznik Geigera–Müllera, który jest zbudowany ze szklanego cylindra i umieszczonej w nim rurki metalowej (katoda) oraz odizolowanego od niej cienkiego drutu znajdującego się na osi rurki (anoda). Cylinder wypełniony jest mieszaniną gazów pod niskim ciśnieniem. Atomy gazu ulegają jonizacji pod wpływem promieniowania jądrowego.

Zadanie 6.1 (1 pkt)

Wyjaśnij krótko, na czym polega zjawisko jonizacji materii.

Sprawdzane umiejętności:

Korzystanie z informacji – Sformułowanie opisu zjawiska(II.4.a)

Wskaźnik łatwości zadania dla ogółu zdających	Wskaźnik łatwości zadania	
	LO	T
0,29	0,30	0,19

Przykładowy poprawny zapis rozwiązania:

Jonizacja materii to przemiana obojętnych elektrycznie atomów lub cząsteczek w jony, następująca wskutek oderwania jednego lub kilku elektronów od atomu.

Komentarz:

Zadanie okazało się dla zdających trudne. Duża liczba zdających nie podjęła próby rozwiązania tego zadania. W nielicznych podjętych próbach rozwiązania tego zadania pojawiały się stwierdzenia, że jest to "proces zachodzący we wnętrzu atomu". Można wnioskować, że zagadnienia związane z detekcją promieniowania jądrowego, budową i zasadą działania np. licznika Geigera–Müllera czy komory pęcherzykowej są słabo opanowane przez zdających lub całkowicie pomijane w trakcie przygotowań do egzaminu maturalnego.

Wnioski wynikające z analizy jakościowej wybranych zadań z poziomu podstawowego i rozszerzonego

Analiza zadań wykazuje, że zdający – podobnie jak w latach ubiegłych - mają porównywalne problemy z poprawnym rozwiązywaniem zadań. W związku z tym, wybierając egzamin maturalny z fizyki i astronomii, muszą zwrócić szczególną uwagę na kształcenie takich umiejętności, jak:

- poprawna analiza treści zadania, oparta na właściwie rozumianych pojęciach i prawach fizycznych,
- czytelne zapisywanie toku rozumowania, z wykorzystaniem właściwych i jednolitych oznaczeń literowych wielkości fizycznych,
- przetwarzanie informacji w formie tekstu o tematyce fizycznej z uwzględnieniem umiejętności ich selekcjonowania i oceniania,
- rozumienie pojęć fizycznych, a nie tylko wykorzystywanie w rozwiązaniach znanych algorytmów,
- opanowanie podstawowych umiejętności matematycznych, które są niezbędne do poprawnego rozwiązywania zadań.

Ważne jest, aby maturzyści uważnie czytali i analizowali treść zadań, a następnie udzielali zwięzłej i precyzyjnej odpowiedzi, zgodnie z przedstawionym poleceniem. Maturzyści, przygotowujący się do egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii, powinni korzystać między innymi z materiału ćwiczeniowego, jakim są arkusze egzaminacyjne umieszczone na stronach internetowych CKE i OKE oraz komentarze do zadań przygotowywane po każdej sesji egzaminacyjnej.