

Osiągnięcia maturzystów w roku 2008

Komentarz do zadań z fizyki i astronomii



Opracowanie

Aleksandra Grabowska

Jan Sawicki

Współpraca

Joanna Charubin

Marek Ludwiczak

Andrzej Melson

Ryszard Nych

Lidia Skibińska

Elżbieta Wielńska

Andrzej Winiarski

Konsultacja naukowa

prof. dr hab. Jan Mostowski

WSTĘP

Egzamin maturalny z fizyki i astronomii odbył się w całym kraju 15 maja 2008 roku i miał formę pisemną. Maturzyści mogli zdawać fizykę i astronomię jako przedmiot obowiązkowy lub dodatkowy.

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.

Za prawidłowe rozwiązanie zadań z arkusza dla poziomu podstawowego zdający mógł otrzymać 50 punktów, a za prawidłowe rozwiązanie zadań z arkusza dla poziomu rozszerzonego 60 punktów.

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

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.

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

OPIS ARKUSZY EGZAMINACYJNYCH

Zadania zawarte w obu arkuszach zostały przygotowane zgodnie z zasadami konstrukcji arkuszy zamieszczonymi w *Informatorze o egzaminie maturalnym /od 2008 roku / fizyka i astronomia* i sprawdzały wiadomości i umiejętności określone w trzech obszarach standardów wymagań egzaminacyjnych dotyczących wiadomości i ich rozumienia, korzystania z informacji oraz tworzenia informacji.

W szczególności zadania w obu arkuszach sprawdzały, czy zdający:

- I. zna, rozumie i stosuje terminy, pojęcia i prawa oraz wyjaśnia procesy i zjawiska,
- II. wykorzystuje i przetwarza informacje,
 - odczytując i analizując informacje przedstawione w postaci tekstu, tabeli, wykresu, lub rysunku;
 - uzupełniając brakujące elementy rysunku, wykresu, łącząc podane i posiadane informacje;
 - selekcjonując i oceniając informacje;
 - formułując opis zjawiska lub procesu fizycznego, rysując wykres zależności wielkości fizycznych;
 - obliczając wielkości fizyczne z wykorzystaniem znanych lub podanych zależności;
- III. rozwiązuje problemy i tworzy informacje,
 - interpretując informacje przedstawione w formie tekstu, tabeli, wykresu;
 - stosując pojęcia i prawa fizyczne do rozwiązywania problemów praktycznych;
 - budując proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk;
 - formułując i uzasadniając opinie i wnioski.

W obu arkuszach pojawiły się różne formy zadań sprawdzające umiejętności i treści z zakresu fizyki nauczanej na poziomie podstawowym i rozszerzonym. Zadania wymagały od zdającego holistycznego podejścia do zagadnień otaczającego świata, a nie tylko wiedzy pamięciowej i sprawności rachunkowej. Sprawdzały przede wszystkim rozumienie fizyki i umiejętność powiązania wiedzy ze zjawiskami w otaczającym świecie.

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

Arkusz egzaminacyjny dla poziomu podstawowego

Arkusz zawierał łącznie 22 zadania, w tym 10 zadań zamkniętych. Pozostałe zadania/polecenia były zadaniami otwartymi krótkiej odpowiedzi lub rozszerzonej odpowiedzi. Tematyka zadań egzaminacyjnych obejmowała większość treści z *Podstawy programowej* dla poziomu podstawowego. Zadania dotyczyły zagadnień związanych z ruchem, oddziaływaniami w przyrodzie, światłem, termodynamiką, energią, fizyką jądrową, budową i ewolucją Wszechświata oraz wyjaśnianiem przebiegu zjawisk i działania urządzeń technicznych.

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

Zadanie 1. (1 pkt)

Ziemia pozostaje w spoczynku względem

- A. Słońca.
- B. Księżycy.
- C. Galaktyki.
- D. satelity geostacjonarnego.

Sprawdzane umiejętności Opisywanie ruchów względem różnych układów odniesienia – standard I.1.1)(1).
Rozwiązywalność zadania 68%
Poprawna odpowiedź zdających Odpowiedź D
Najczęściej powtarzające się błędy Odpowiedź B
Komentarz Zadanie sprawiło trudność części zdających. Wybór błędnego dystraktora B można tłumaczyć tym, że zdający w skali odległości Słońce – Ziemia traktowali układ Ziemia – Księżyc jako jeden obiekt.

Zadanie 2. (1 pkt)

Jeżeli podczas ruchu samochodu, na prostoliniowym odcinku autostrady energia kinetyczna samochodu wzrosła 4 razy, to wartość prędkości samochodu wzrosła

- A. $\sqrt{2}$ razy.
- B. 2 razy.
- C. 4 razy.
- D. 16 razy.

Sprawdzane umiejętności

Selekcjonowanie i ocena informacji – standard II.3).

Rozwiązywalność zadania

75%

Poprawna odpowiedź zdających

Odpowiedź B

Najczęściej powtarzające się błędy

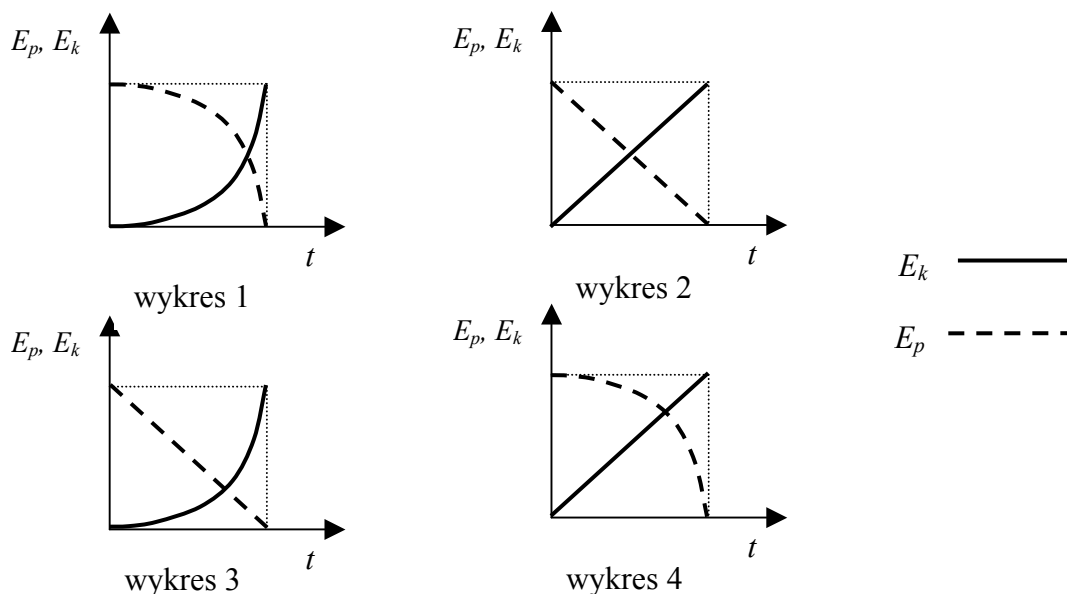
Odpowiedź C

Komentarz

Zadanie to okazało się dla zdających łatwe. Jednak pomimo tego, że zadanie sprawdzało rozumienie podstawowej zależności (między prędkością a energią kinetyczną), część zdających popełniała błąd, przyjmując, że energia kinetyczna jest proporcjonalna do prędkości, a nie do kwadratu prędkości.

Zadanie 3. (1 pkt)

Zależność energii potencjalnej i kinetycznej od czasu podczas swobodnego spadania ciała z pewnej wysokości poprawnie przedstawiono na



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

Sprawdzane umiejętności

Odczytywanie i analiza informacji przedstawionych w formie wykresów – standard II.1)b).

Rozwiązywalność zadania

49%

Poprawna odpowiedź zdających Odpowiedź A
Najczęściej powtarzające się błędy Odpowiedź C
Komentarz Zadanie okazało się trudne. Wybór dystraktora C oznacza, że zależność zmiany energii kinetycznej od czasu podczas swobodnego spadku była znana zdającym, jednak nie stosowali oni zasady zachowania energii mechanicznej. Wybór wykresu przedstawiającego liniową zależność energii potencjalnej od czasu może sugerować, że zdający mieli na myśli zależność energii potencjalnej od wysokości, a nie od czasu swobodnego spadania. Może to świadczyć o tym, że zdający niewystarczająco dokładnie analizowali przedstawione wykresy.

Zadanie 4. (1 pkt)

Promienie słoneczne ogrzały szczelnie zamkniętą metalową butlę z gazem. Jeżeli pominiemy rozszerzalność termiczną butli, to gaz w butli uległ przemianie

- A. izobarycznej.
- B. izochorycznej.
- C. izotermicznej.
- D. adiabatycznej.

Sprawdzane umiejętności Interpretowanie informacji przedstawionej w formie tekstu, tabeli, wykresu, schematu – standard III.1).
Rozwiązywalność zadania 69%
Poprawna odpowiedź zdających Odpowiedź B
Najczęściej powtarzające się błędy Odpowiedź A
Komentarz Błędny wybór dystraktora A (przemiana izobaryczna) świadczyć może o trudności, jaką części zdających sprawiała interpretacja przemian gazowych. Zamknięty pojemnik oznaczał dla nich sytuację, w której tłok nie poruszał się, dzięki czemu ciśnienie było stałe.

Zadanie 5. (1 pkt)

Unoszenie się w górę iskier nad płonącym ogniskiem w bezwietrzny dzień jest spowodowane zjawiskiem

- A. dyfuzji.
- B. konwekcji.
- C. przewodnictwa.
- D. promieniowania.

Sprawdzane umiejętności Opisywanie zjawiska konwekcji – standard I.1.6)(13).
--

Rozwiązywalność zadania 76%
Poprawna odpowiedź zdających Odpowiedź B
Najczęściej powtarzające się błędy Odpowiedź A
Komentarz Wybór dystraktora A przez niewielką grupę zdających prawdopodobnie był skutkiem niezrozumienia istoty procesów dyfuzji oraz konwekcji.

Zadanie 6. (1 pkt)

Gdy w atomie wodoru elektron przejdzie z orbity pierwszej na drugą, to promień orbity wzrasta czterokrotnie. Wartość siły przyciągania elektrostatycznego działającej pomiędzy jądrem i elektronem zmaleje w tej sytuacji

- A. 2 razy.
- B. 4 razy.
- C. 8 razy.
- D. 16 razy.

Sprawdzane umiejętności Interpretowanie informacji przedstawionej w formie tekstu, tabeli, wykresu, schematu – standard III.1).
Rozwiązywalność zadania 68%
Poprawna odpowiedź zdających Odpowiedź D
Najczęściej powtarzające się błędy Odpowiedź B
Komentarz Niektórzy zdający nie potrafili poprawnie interpretować zależności nieliniowych (podobnie jak w zadaniu nr 2 i 8).

Zadanie 7. (1 pkt)

W cyklotronie do zakrzywiania torów naładowanych cząstek wykorzystuje się

- A. stałe pole elektryczne.
- B. stałe pole magnetyczne.
- C. zmienne pole elektryczne.
- D. zmienne pole magnetyczne.

Sprawdzane umiejętności Wyjaśnianie zasady działania urządzeń technicznych na podstawie znanych zależności i praw – standard I.2.
Rozwiązywalność zadania 41%

Poprawna odpowiedź zdających Odpowiedź B
Najczęściej powtarzające się błędy Odpowiedź D
Komentarz Zadanie okazało się trudne. Duża grupa zdających wybrała niepoprawny dystraktor D – zmienne pole magnetyczne. Może to oznaczać, że zdający, bez wnikania w istotę pytania, kojarzyli ruch cząstek naładowanych z przepływem prądu i indukcją elektromagnetyczną.

Zadanie 8. (1 pkt)

Ziemia krąży wokół Słońca w odległości w przybliżeniu 4 razy większej niż Merkury. Korzystając z trzeciego prawa Keplera można ustalić, że okres obiegu Ziemi wokół Słońca jest w porównaniu z okresem obiegu Merkurego dłuższy około

- A. 2 razy.
- B. 4 razy.
- C. 8 razy.
- D. 16 razy.

Sprawdzane umiejętności Zastosowanie praw Keplera do opisu ruchu planet – standard I.1.7)(3).
Rozwiązywalność zadania 60%
Poprawna odpowiedź zdających Odpowiedź C
Najczęściej powtarzające się błędy Odpowiedź B
Komentarz Niektórzy zdający nie potrafili interpretować zależności nieliniowych wielkości fizycznych (podobnie jak w zadaniu nr 2 i 6).

Zadanie 9. (1 pkt)

Jądro izotopu uległo rozpadowi promieniotwórczemu. Powstało nowe jądro zawierające o jeden proton więcej i o jeden neutron mniej niż jądro wyjściowe. Przedstawiony powyżej opis dotyczy rozpadu

- A. alfa.
- B. gamma.
- C. beta plus.
- D. beta minus.

Sprawdzane umiejętności Stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych – standard III.2).
Rozwiązywalność zadania 49%
Poprawna odpowiedź zdających Odpowiedź D

Najczęściej powtarzające się błędy

Odpowiedź C

Komentarz

Prawie równy rozkład odpowiedzi pomiędzy „rozpad beta plus” i „rozpad beta minus” może sugerować niezrozumienie mechanizmów rozpadu beta plus oraz beta minus i losowy wybór odpowiedzi. Zdający nie analizowali informacji zawartych w poleceniu.

Zadanie 10. (1 pkt)

Przyrząd służący do uzyskiwania i obserwacji widma promieniowania elektromagnetycznego to

- A. kineskop.
- B. mikroskop.
- C. oscyloskop.
- D. spektroskop.

Sprawdzane umiejętności

Posługiwanie się pojęciami, wielkościami i prawami fizycznymi pozwalającymi na zrozumienie działania urządzeń i narzędzi pracy współczesnego fizyka i astronoma – standard I.1.9)a).

Rozwiązywalność zadania

62%

Poprawna odpowiedź zdających

Odpowiedź D

Najczęściej powtarzające się błędy

Odpowiedź C

Komentarz

Zdający, którzy wskazali błędną odpowiedź C najprawdopodobniej nie widzieli nigdy spektroskopu, a określenie „oscyloskop” wybierali jako znane z lekcji. Wskazuje to na brak znajomości zasad działania urządzeń technicznych.

Zadanie 11. Rowerzysta (2 pkt)

Rowerzysta pokonuje drogę o długości 4 km w trzech etapach, o których informacje przedstawiono w tabeli. Przez d oznaczono całą długość drogi przebytej przez rowerzystę.

Przebyta droga		Wartość prędkości średniej w kolejnych etapach w m/s
etap I	$0,25 d$	10
etap II	$0,50 d$	5
etap III	$0,25 d$	10

Oblicz całkowity czas jazdy rowerzysty.

Sprawdzane umiejętności

Obliczanie wartości prędkości średniej i chwilowej, przyspieszenia, drogi i czasu w ruchu jednostajnym oraz jednostajnie zmiennym – standard I.1.1)(3).

Rozwiązywalność zadania

90%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający:

– najczęściej obliczali najpierw czas jazdy rowerzysty na poszczególnych etapach

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1}, t_2 = \frac{s_2}{v_2}, t_3 = \frac{s_3}{v_3};$$

– następnie obliczali całkowity czas jazdy $t = t_1 + t_2 + t_3$ i podawali wynik $t = 600\text{ s}$.**Najczęściej powtarzające się błędy**

Najczęściej powtarzającym się błędem było obliczanie prędkości jako średniej arytmetycznej.

Zdający obliczali wartość prędkości średniej na całej trasie $v_{\text{sr}} = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$, a następnieobliczali czas z zależności $t = \frac{s}{v_{\text{sr}}}$.Zdarzało się, że zdający błędnie przeliczali kilometry na metry oraz popełniali błędy przy przeliczaniu jednostek czasu. Dość często zapisywano np. $600\text{ s} = 1\text{ h}$ lub $600\text{ s} = 12\text{ min}$.**Komentarz**

Zadanie nie sprawiło trudności większości zdających. Błędne obliczanie prędkości średniej wskazuje, że część zdających nie rozumie tego pojęcia. Zdający popełniali również błędy w prostych obliczeniach i przy zamianie jednostek.

Zadanie 12. Droga hamowania (2 pkt)

Wykaż, wykorzystując pojęcia energii i pracy, że znając współczynnik tarcia i drogę podczas hamowania do całkowitego zatrzymania pojazdu, można wyznaczyć prędkość początkową pojazdu, który porusza się po poziomej prostej drodze.

Przyjmij, że samochód hamuje ruchem jednostajnie opóźnionym, a wartość siły hamowania jest stała.

Sprawdzane umiejętności

Stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych – standard III.2).

Rozwiązywalność zadania

42%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający najczęściej:

– korzystali z zależności między pracą i energią kinetyczną $W = \Delta E_K$;– przekształcali równanie do postaci $F \cdot s = \frac{m \cdot v^2}{2}$, uwzględniając, że $F = \mu \cdot m \cdot g$;– następnie wyznaczali prędkość początkową $v = \sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot s}$.**Najczęściej powtarzające się błędy**Zdający zapisywali zależność $E_K + F_T = W$, gdzie: F_T – siła tarcia, E_K – energia kinetyczna, W – praca. Niektórzy zdający zapisywali wzór na pracę siły tarcia jako $W = F_T \cdot s \cdot t$.**Komentarz**

Dość często zdający nie analizowali wystarczająco dokładnie polecenia i próbowali przeprowadzić dowód, korzystając z II zasady dynamiki i równań ruchu. Błędy pojawiające się w rozwiązaniach wskazują na niezbyt dobrą znajomość pojęcia pracy i jej związku z energią.

Zadanie 13. Spadający element (5 pkt)

Fragment balkonu o masie 0,5 kg oderwał się i spadł z wysokości 5 m.

W obliczeniach przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego wynosi 10 m/s^2 .

Zadanie 13.1 (3 pkt)

Narysuj wykres zależności wartości prędkości od czasu spadania.

Wykonaj konieczne obliczenia, pomijając opory ruchu.

Na wykresie zaznacz odpowiednie wartości liczbowe.

Sprawdzane umiejętności

Rysowanie wykresu zależności dwóch wielkości fizycznych (dobieranie odpowiednio osi współrzędnych, skali wielkości i jednostki, zaznaczanie punktów, wykreślanie krzywej – standard II.4)b).

Rozwiązywalność zadania

71%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający:

- najczęściej obliczali wartość prędkości, korzystając z zasady zachowania energii mechanicznej, a czas spadku z zależności $v = g \cdot t$;
- zdający poprawnie rysowali wykres, opisując i skalując osie oraz nanosząc wartości liczbowe;
- wykres był rysowany do punktu o współrzędnych $t = 1 \text{ s}$ i $v = 10 \text{ m/s}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Część zdających:

- obliczała czas spadku, traktując ruch jako jednostajny prostoliniowy $t = \frac{s}{v}$;
- po zaznaczeniu tylko dwóch punktów wykreślała parabolę;
- rysowała wykres dla $t > 1 \text{ s}$, co było sprzeczne z prawidłowo obliczonym wcześniej czasem spadania;
- źle skalowała osie.

Komentarz

Większość zdających poprawnie rozwiązała to zadanie. Przyjęcie przez niektórych zdających, że fragment balkonu poruszał się ruchem jednostajnym wskazuje na słabą umiejętność analizowania zjawisk. Część zdających słabo opanowała umiejętność rysowania wykresów. Nie dostrzegali oni związku pomiędzy zależnością matematyczną $v = g \cdot t$ a charakterem wykresu. Nie analizowali opisywanego zjawiska swobodnego spadku oraz nie uwzględniali faktu, że po upływie 1 s fragment balkonu spoczywał już na ziemi.

Zadanie 13.2 (2 pkt)

W rzeczywistości podczas spadania działa siła oporu i oderwany element balkonu spadał przez 1,25 s ruchem przyspieszonym, uderzając w podłoże z prędkością o wartości 8 m/s.

Oblicz wartość siły oporu, przyjmując, że podczas spadania była ona stała.

Sprawdzane umiejętności

Analizowanie ruchu ciał z uwzględnieniem siły tarcia i siły oporu – standard I.1.2)(3).

Rozwiązywalność zadania

49%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający:

- obliczali przyspieszenie fragmentu balkonu z zależności $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$;
- stosowali II zasadę dynamiki, zapisując $F_w = F_g - F_0$ oraz $F_0 = mg - ma = m(g - a)$;
- podstawiali wartości liczbowe i podawali wynik z jednostką $F_0 = 1,8 \text{ N}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- zapisywali związek między energią mechaniczną i siłą oporu w postaci:

$$E_{pot} = E_{kin} - F_0 \quad \text{i} \quad F_0 = mgh - \frac{mv^2}{2};$$

- stosowali II zasadę dynamiki, zapisując wyrażenie $ma_2 = mg - ma_1$, gdzie: ma_1 – siła wypadkowa; ma_2 – siła oporu;
- obliczali siłę wypadkową działającą na fragment balkonu i traktowali ją jak siłę oporu.

Komentarz

Połowa zdających miała trudności z rozwiązaniem tego zadania. Zdający utożsamiali pracę z siłą i nie potrafili prawidłowo zastosować związku między pracą a energią mechaniczną lub II zasady dynamiki.

Zadanie 14. Tramwaj (4 pkt)

Podczas gwałtownego awaryjnego hamowania tramwaju uchwyt do trzymania się, zamocowany pod sufitem wagonu, odchylił się od pionu o kąt 15° .

Załącz, że tramwaj poruszał się po poziomej powierzchni ruchem jednostajnie opóźnionym, prostoliniowym.

W obliczeniach przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego wynosi 10 m/s^2 .

$\sin 15^\circ \approx 0,26$	$\cos 15^\circ \approx 0,97$	$\text{tg } 15^\circ \approx 0,27$	$\text{ctg } 15^\circ \approx 3,73$
$\sin 75^\circ \approx 0,97$	$\cos 75^\circ \approx 0,26$	$\text{tg } 75^\circ \approx 3,73$	$\text{ctg } 75^\circ \approx 0,27$

Zadanie 14.1 (2 pkt)

Narysuj, oznacz i nazwij siły działające na swobodnie wiszący uchwyt podczas hamowania.

Sprawdzane umiejętności

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

Rozwiązywalność zadania

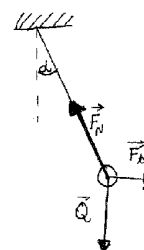
44%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zadanie najczęściej rozwiązywane było w układzie nieinercyjnym.

Zdający uwzględniali trzy siły:

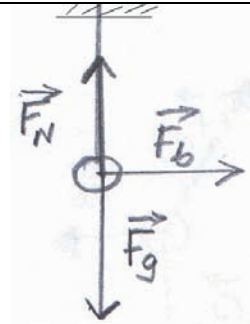
- \vec{Q} -ciężkości;
- \vec{F}_b - bezwładności;
- \vec{F}_N - naciągu.



Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- rysowali tylko dwie siły: \vec{Q} – ciężkości, \vec{F}_b – bezwładności;
- rysowali trzy siły: ciężkości, naciągu, ale zamiast siły bezwładności wprowadzali siłę hamującą;
- rysowali siły, nie uwzględniając wychyleń uchwytu (rysunek).

**Komentarz**

Dla części zdających nie było znane pojęcie siły naciągu. Popelniane błędy świadczą o braku umiejętności prawidłowego określania sił działających na uchwyt w opisanej sytuacji.

Zadanie 14.2 (2 pkt)

Oblicz wartość opóźnienia tramwaju podczas hamowania.

Sprawdzane umiejętności

Analizowanie ruchu ciał z uwzględnieniem siły tarcia i siły oporu – standard I.1.2)(3).

Rozwiązywalność zadania

26%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający:

- na podstawie analizy rysunku zapisywali zależność $\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_b}{Q}$;
- podstawiali do wzoru wyrażenia na siłę bezwładności i grawitacji $\operatorname{tg} \alpha = \frac{m \cdot a}{m \cdot g}$;
- uzyskiwali równanie $a = g \cdot \operatorname{tg} \alpha$;
- podstawiając wartości liczbowe, obliczali $a \approx 2,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający :

- próbowali obliczyć przyspieszenie z równań ruchu;
- zapisywali $\sin \alpha = \frac{F_b}{Q}$;
- zapisywali $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{Q}$.

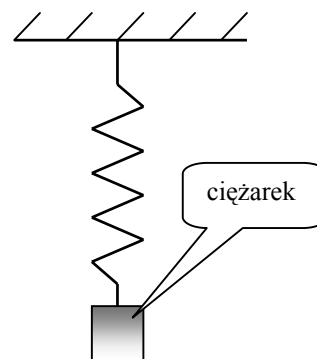
Komentarz

Zadanie okazało się trudne dla zdających. Część z nich wykazała się brakiem umiejętności zastosowania odpowiedniej funkcji trygonometrycznej do powiązania ze sobą sił działających na swobodnie wiszący uchwyt podczas hamowania.

Zadanie 15. Ciężarek (4 pkt)

Metalowy ciężarek o masie 1 kg zawieszono na sprężynie jak na rysunku. Po zawieszeniu ciężarka sprężyna wydłużyła się o 0,1 m. Następnie ciężarek wprawiono w drgania w kierunku pionowym o amplitudzie 0,05 m.

W obliczeniach przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą 10 m/s^2 , a masę sprężyny i siły oporu pomień.

**Zadanie 15.1 (2 pkt)**

Wykaż, że wartość współczynnika sprężystości sprężyny wynosi 100 N/m .

<p>Sprawdzane umiejętności Analizowanie ruchu ciał pod wpływem sił sprężystości – standard I.1.3)(1).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 65%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający uwzględniali, że $Q = F$ i zapisywali równanie $m \cdot g = k \cdot x$. Po przekształceniu do postaci $k = \frac{m \cdot g}{x}$ obliczali wartość współczynnika sprężystości $k = 100 \text{ N/m}$.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający: – obliczali ciężar, ale podawali jego wartość z błędną jednostką $Q = m \cdot g = 10 \text{ m/s}^2$; – korzystali z zasady zachowania energii mechanicznej w postaci $m \cdot g \cdot x = \frac{k \cdot x^2}{2}$.</p>
<p>Komentarz Nieliczni zdający nie potrafili prawidłowo zastosować zasady zachowania energii mechanicznej w ruchu harmonicznym. Niektórzy automatycznie rozwiązywali zadanie bez zwracania uwagi na poprawność jednostek wielkości fizycznych.</p>

Zadanie 15.2 (2 pkt)

Oblicz okres drgań ciężarka zawieszono na sprężynie, przyjmując, że współczynnik sprężystości sprężyny jest równy 100 N/m .

<p>Sprawdzane umiejętności Obliczanie okresu drgań wahadła matematycznego i sprężynowego – standard I.1.3)(3).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 73%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Najczęściej zdający podstawiali wartości liczbowe do wzoru $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ i uzyskiwali wartość okresu $T = 0,63 \text{ s}$.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdarzało się, że zdający podawali w odpowiedzi obliczoną wartość liczbową bez właściwej jednostki. Część zdających podstawiała w miejsce masy ciężarka lub w miejsce współczynnika sprężystości sprężyny wartości amplitudy drgań.</p>

Komentarz

Zadanie okazało się łatwe. Niektórzy zdający nie potrafili jednak zastosować wzoru na okres drgań ciężarka na sprężynie. Nie rozumieli sensu fizycznego wielkości występujących we wzorze. Nie zwracali również uwagi na jednostki wielkości fizycznych.

Zadanie 16. Metalowa puszka (2 pkt)

Do pustej metalowej puszki po napoju, położonej tak, że może się toczyć po poziomej uziemionej metalowej płycie, zbliżamy z boku na niewielką odległość dodatnio naelektryzowaną pałeczkę. Wyjaśnij, dlaczego puszka zaczyna się toczyć. Określ, w którą stronę będzie toczyć się puszka.

Sprawdzane umiejętności

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

Rozwiązywalność zadania

45%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający udzielali odpowiedzi:

- puszka będzie się elektryzować ujemnie, gdyż znajduje się w polu elektrycznym pałeczki; puszka zaczyna się toczyć w stronę naelektryzowanej pałeczki, dzięki przyciąganiu elektrostatycznemu między ładunkiem dodatnim pałeczki i ujemnym puszki;
- puszka zostaje naelektryzowana ładunkiem ujemnym; dodatnio naelektryzowana pałeczka będzie przyciągać puszkę, a więc puszka będzie się toczyć w stronę pałeczki.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający błędnie wyjaśniali przyczynę ruchu puszki oraz nieprawidłowo określali kierunek:

- puszka będzie się toczyć, ponieważ zacznie na nią działać siła elektrostatyczna; będzie się ona oddalać od naelektryzowanej pałeczki;
- puszka będzie się przybliżać, gdyż elektrony znajdujące się w niej będą chciały połączyć się z pałeczką;
- puszka będzie się oddalać ze względu na swoją własność, gdyż jest zrobiona z metalu, który jest paramagnetykiem;
- puszka będzie się toczyć w stronę naelektryzowanej pałeczki, gdyż w puszcze jest dużo elektronów swobodnych, które przyciągają się z dodatnio naelektryzowaną pałeczką;
- kierunek toczenia się puszki będzie zależał od tego jakim ładunkiem będzie naładowana;
- na początku puszka nie ma ładunku więc ładunki z dodatnio naelektryzowanej pałeczki przechodzą do puszki i będą się odpychać;
- metalowa puszka będzie się poruszać, ponieważ zacznie się magnesować.

Komentarz

Większość zdających nie знаła zjawiska indukcji elektrostatycznej oraz budowy wewnętrznej metalu. Nie potrafili oni również analizować zjawisk zachodzących, gdy metal znajduje się w polu elektrycznym. Zdający często mylili zjawisko indukcji elektrostatycznej z magnesowaniem. W zadaniu największym problemem było podanie prawidłowego uzasadnienia i sformułowanie logicznej odpowiedzi.

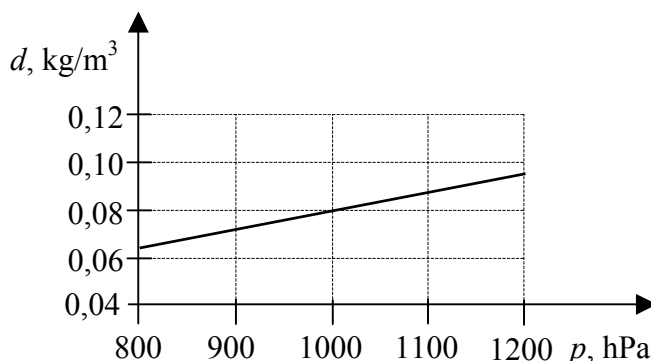
Zadanie 17. Elektron (1 pkt)

Oblicz końcową, relatywistyczną wartość pędu elektronu przyspieszanego w akceleratorze do prędkości $0,8c$. Załóż, że początkowa wartość prędkości przyspieszanego elektronu jest znikomo mała.

<p>Sprawdzane umiejętności Obliczanie masy, pędu i energii w ujęciu relatywistycznym – standard I.1.1)(8).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 38%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający podstawiali prawidłowe dane do wzoru na wartość pędu relatywistycznego, wykonywali obliczenie i podawali wynik z jednostką $p = 36,44 \cdot 10^{-23} \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający: – często za prędkość v podstawiali c, zamiast $0,8c$; – popełniali błędy w działaniach na potęgach i przy przesunięciu przecinka; – podawali wynik bez jednostki lub ze złą jednostką.</p>
<p>Komentarz Zadanie było dla zdających trudne. Ponad połowa zdających nie potrafiła rozwiązać tego zadania. Jest to tym bardziej niepokojące, że wzór, z którego należało skorzystać znajduje się w karcie wzorów dostępnej na egzaminie. Część zdających popełniała błędy rachunkowe, nie potrafiła poprawnie obliczyć wartości pędu relatywistycznego pomimo poprawnego podstawienia danych. Niektórzy zdający nie potrafili nawet poprawnie podstawić danych do wzoru.</p>

Zadanie 18. Przemiana izotermiczna (5 pkt)

Gaz o temperaturze 27°C poddano przemianie izotermicznej. Ciśnienie początkowe gazu wynosiło 800 hPa . Wykres przedstawia zależność gęstości gazu od jego ciśnienia dla tej przemiany. Podczas przemiany masa gazu nie ulegała zmianie.

**Zadanie 18.1 (3 pkt)**

Oblicz masę molową tego gazu.

<p>Sprawdzane umiejętności Stosowanie równania Clapeyrona i równania stanu gazu doskonałego do wyznaczania parametrów gazu – standard I.1.4)(1).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 34%</p>

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Najczęstsze rozwiązanie to wykorzystanie równań: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, $V = \frac{m}{d}$, $n = \frac{m}{\mu}$,

otrzymanie zależności $\mu = \frac{d \cdot R \cdot T}{p}$ i obliczenie masy molowej gazu $\mu \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$.

Wystąpiły też rozwiązania, w których zdający wykorzystali równanie Clapeyrona do obliczenia objętości 1 mola gazu w temperaturze 300 K, a następnie z zależności $n = \frac{m}{\mu}$ oraz $m = d \cdot V$ wyznaczyli masę molową (przy założeniu $n = 1 \text{ mol}$).

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający podstawiali do równania Clapeyrona zamiast objętości gęstość odczytaną z wykresu lub obliczali objętość ze wzoru na gęstość, zakładając, że $m = 1 \text{ kg}$. Częstym błędem było również stosowanie równania stanu gazu dla przemiany izotermicznej. Część zdających podawała wynik bez jednostki lub ze złą jednostką (np. $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$).

Komentarz

Najczęściej zdający poprawnie zapisywali równanie Clapeyrona, mieli jednak problem z wyeliminowaniem z niego liczby moli oraz objętości. Niektórzy ze zdających próbowali wykonywać obliczenia na podstawie proporcji lub wykorzystywali związek $1 \text{ mol} = 22,4 \text{ dm}^3$ (nie uwzględniając, że nie były to warunki normalne). Świadczy to o słabym opanowaniu umiejętności korzystania z praw gazowych.

Zadanie 18.2 (2 pkt)

Podaj, czy w tej przemianie objętość gazu rosła, czy malała. Odpowiedź uzasadnij.

Sprawdzane umiejętności

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

Rozwiązywalność zadania

73%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający najczęściej wyciągali prawidłowy wniosek, stwierdzając, że objętość gazu malała. W uzasadnieniu powoływali się na równanie stanu gazu dla przemiany izotermicznej lub na definicję gęstości i na wykres.

Najczęściej powtarzające się błędy

Część zdających, powołując się na prawidłowe równanie stanu gazu dla przemiany izotermicznej wyciągała zły wniosek, zapisując, że objętość gazu rosła.

Komentarz

Zdający w większości udzielali prawidłowej odpowiedzi i poprawnie ją uzasadniali. Świadczy to o umiejętności analizy wykresu i odpowiednich zależności fizycznych.

Zadanie 19. Soczewka (4 pkt)

Zdolność skupiająca soczewki płasko-wypukłej wykonanej z materiału o współczynniku załamania równym 2 i umieszczonej w powietrzu wynosi 2 dioptrie.

Zadanie 19.1 (3 pkt)

Oblicz promień krzywizny wypukłej części soczewki.

Sprawdzane umiejętności

Obliczanie ogniskowej soczewki, znając promienie krzywizny i współczynnik załamania materiału, z którego jest wykonana – standard I.1.5)(7).

Rozwiązywalność zadania

56%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający zapisywali wzór soczewkowy, uwzględniając, że jest to soczewka płasko-wypukła: $\frac{1}{f} = \frac{n-1}{R}$, następnie podstawiali zdolność skupiającą (Z) za odwrotność ogniskowej. Po przekształceniu równania i podstawieniu danych wykonywali obliczenia prowadzące do prawidłowego wyniku $r = 0,5$ m.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- nie stosowali wzoru soczewkowego, zamiast tego do wzoru na zdolność skupiającą podstawiali wzór na ogniskową zwierciadła;
- niepoprawnie stosowali wzór soczewkowy, np. zakładając, że oba promienie krzywizny soczewki są sobie równe, lub pisząc wzór dla soczewki płasko-wklęsłej;
- mylili ogniskową ze zdolnością skupiającą;
- podawali wynik bez jednostki.

Komentarz

Ponad połowa zdających rozwiązała zadanie poprawnie. Część zdających nie rozumie jednak wielkości charakteryzujących soczewkę.

Zadanie 19.2 (1 pkt)

Napisz, czy ta soczewka może korygować wadę dalekowzroczności.

Sprawdzane umiejętności

Opisywanie sposobów korekcji dalekowzroczności i krótkowzroczności – standard I.1.5)(10).

Rozwiązywalność zadania

67%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Większość zdających podawała prawidłową odpowiedź, dodając niewymagane uzasadnienie:

- ta soczewka może korygować dalekowzroczność, ponieważ jest soczewką skupiającą;
- tak, ponieważ $Z > O$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający podawali błędne odpowiedzi z uzasadnieniem:

- nie, ponieważ soczewka posiada zbyt dużą ogniskową;
- nie, do korekcji dalekowzroczności należy stosować soczewki rozpraszające lub dwuwypukłe.

Komentarz

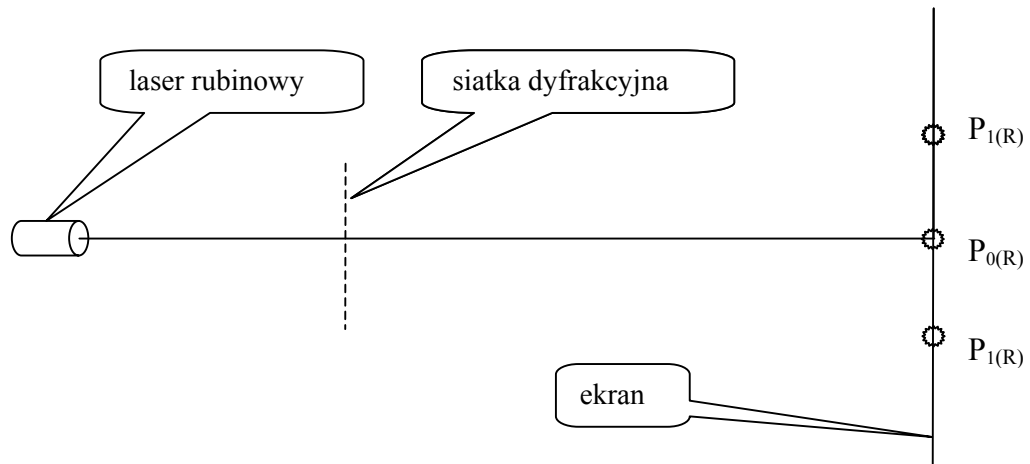
Część zdających nie wie, jakimi soczewkami koryguje się dalekowzroczność.

Zadanie 20. Laser (6 pkt)

W tabeli przedstawiono informacje o laserze helowo-neonowym i laserze rubinowym.

Rodzaj lasera	Długość fali świetlnej emitowanej przez laser	Moc lasera
helowo-neonowy	632 nm	0, 01 W
rubinowy	694 nm	1 W

Po oświetleniu siatki dyfrakcyjnej laserem rubinowym zaobserwowano na ekranie jasne i ciemne prążki. Na rysunku (bez zachowania skali odległości) zaznaczono jasne prążki ($P_{0(R)}$, $P_{1(R)}$).

**Zadanie 20.1 (2 pkt)**

Zapisz nazwy dwóch zjawisk, które spowodowały powstanie prążków na ekranie.

Sprawdzane umiejętności

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

Rozwiązywalność zadania

73%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Poprawną odpowiedzią było podanie nazw zjawisk: dyfrakcja, interferencja.

Najczęściej powtarzające się błędy

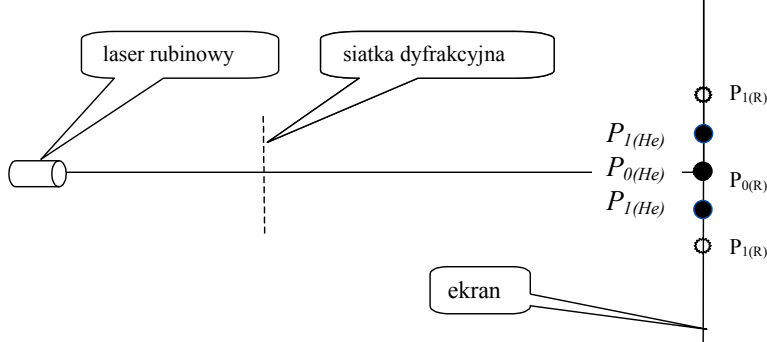
Zdający często podawali błędnie nazwę drugiego zjawiska, np.: rozszczepienie, załamanie, polaryzacja, zjawisko fotoelektryczne.

Komentarz

Zdający udzielali częściowo poprawnej odpowiedzi. Zjawisko dyfrakcji było wymieniane bardzo często (sugerowała je nazwa siatki), więcej trudności sprawiało zdającym podanie nazwy drugiego zjawiska. Część zdających nie wiedziała, jakie zjawiska powodują powstawanie prążków na ekranie po oświetleniu siatki dyfrakcyjnej światłem lasera.

Zadanie 20.2 (2 pkt)

Na przedstawionym powyżej rysunku zaznacz przybliżone położenia jasnych prążków $P_{0(He)}$ i $P_{1(He)}$ dla lasera helowo – neonowego. Odpowiedź uzasadnij, zapisując odpowiednie zależności.

<p>Sprawdzane umiejętności Uzupełnianie brakujących elementów (schematu, rysunku, wykresu, tabeli), łącząc posiadane i podane informacje – standard II.2).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 34%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających</p> <ul style="list-style-type: none"> – zdający prawidłowo zaznaczali na ekranie trzy jasne prążki dla lasera helowo – neonowego (jeden P_0 oraz dwa P_1);  <ul style="list-style-type: none"> – zapisywali wzór na siatkę dyfrakcyjną i dostrzegali zależność: $\sin\alpha \sim \lambda$ zatem mniejsze λ to mniejsze α, więc $\alpha_{He} < \alpha_R$.
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający:</p> <ul style="list-style-type: none"> – najczęściej zapominali zaznaczyć prążek P_0 (mimo wyraźnego polecenia), – zaznaczali prążki w niewłaściwych miejscach, podając błędne uzasadnienia, – mylili stałą siatki z odległością na ekranie prążków P_1 od prążka zerowego, – w uzasadnieniach niepoprawnie korzystali ze wzoru na siatkę dyfrakcyjną, porównując stałą siatki i długość fali.
<p>Komentarz Zadanie było dla zdających trudne. Część zdających nie rozumiała zjawisk zachodzących przy przechodzeniu światła przez siatkę dyfrakcyjną. Należy również zwrócić uwagę na nieuważne czytanie i wykonywanie poleceń przez zdających.</p>

Zadanie 20.3 (2 pkt)

Wykaż, zapisując odpowiednie zależności, że wartość pędu pojedynczego fotonu emitowanego przez laser helowo-neonowy jest większa od wartości pędu fotonu emitowanego przez laser rubinowy.

<p>Sprawdzane umiejętności Formułowanie opisu zjawiska lub procesu fizycznego, rysowanie schematu układu doświadczalnego lub schematu modelującego zjawisko – standard II.4)a).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 77%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Poprawną odpowiedzią było:</p> <ul style="list-style-type: none"> – obliczenie i porównanie wartości pędów fotonów z zależności $p = \frac{h}{\lambda}$. – obliczenie ilorazu pędów i wykazanie podanej zależności: $\lambda_{He} < \lambda_R$ to $p_{He} > p_R$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- porównywali moc laserów, nieprawidłowo utożsamiając ją z pędem fotonów;
- popełniali błędy w obliczeniach i z niepoprawnego wyniku próbowali wyciągać podany w poleceniu wniosek.

Komentarz

Większość zdających powoływała się na dobrą zależność i formułowała prawidłową odpowiedź, niektórzy usiłowali mimo popełnionych błędów rachunkowych wykazać tezę postawioną w poleceniu.

Zadanie 21. Rozpad promieniotwórczy (4 pkt)

Jądro uranu (${}_{92}\text{U}$) rozpada się na jądro toru (Th) i cząstkę alfa.

W tabeli obok podano masy atomowe uranu, toru i helu.

uran 238	238,05079 u
tor 234	234,04363 u
hel 4	4,00260 u

Zadanie 21.1 (2 pkt)

Zapisz, z uwzględnieniem liczb masowych i atomowych, równanie rozpadu jądra uranu.

Sprawdzane umiejętności

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

Rozwiązywalność zadania

83%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający zapisywali równanie rozpadu z poprawnymi symbolami, prawidłowo uwzględniając liczby masowe i atomowe: ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{90}^{234}\text{Th}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- nie wpisywali liczby atomowej przy Th ;
- stosowali błędny zapis symbolu helu, np. ${}_2^4\text{H}$;
- zapisywali błędnie równania, np. ${}_{92}^{238}\text{U} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th}$.

Komentarz

Zadanie przez większość zdających zostało rozwiązane poprawnie. Część popełnionych błędów wynika prawdopodobnie z nieuwagi zdających.

Zadanie 21.2 (2 pkt)

Oblicz energię wyzwalaną podczas opisanego powyżej rozpadu jądra. Wynik podaj w MeV.

W obliczeniach przyjmij, że $1 \text{ u} \leftrightarrow 931,5 \text{ MeV}$.

Sprawdzane umiejętności

Wskazywanie zależności $E = mc^2$ jako równoważności masy i energii – standard I.1.6)(4).

Rozwiązywalność zadania

28%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Poprawne rozwiązanie polegało na:

- zapisaniu wyrażenia $\Delta m = m_U - m_{Th} - m_{He}$ i obliczeniu niedoboru masy w atomowych jednostkach masy $\Delta m = 0,00456 \text{ u}$
 - poprawnej zamianie na MeV (wg podanego przelicznika) $E = 0,00456 \text{ u} \cdot 931,5 \frac{\text{MeV}}{\text{u}}$
- i podaniu wyniku z jednostką $E \approx 4,25 \text{ MeV}$.

lub

- obliczeniu Δm w atomowych jednostkach masy, zamianie na kg, obliczeniu energii ze wzoru $E = \Delta m \cdot c^2$ i zamianie jednostek energii z J na MeV.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- często dobrze obliczali niedobór masy, potem korzystali ze wzoru $E = \Delta m c^2$, podstawiając masę w atomowych jednostkach masy;
- obliczali energię wiązania jądra uranu.
- stosowali również proporcję dla obliczenia energii cząstki alfa:

1 u	→	931,5 MeV
4,0026 u	→	x

Komentarz

Zadanie było dla zdających trudne, tylko niewielka grupa zdających rozwiązała je poprawnie. Część zdających nie potrafiła poprawnie zastosować przelicznika w celu zamiany atomowych jednostek masy na MeV.

Zadanie 22. Astronomowie (1 pkt)

Wyjaśnij, dlaczego astronomowie i kosmolodzy prowadząc obserwacje i badania obiektów we Wszechświecie, obserwują zawsze stan przeszły tych obiektów.

Sprawdzane umiejętności

Stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych – standard III.2).

Rozwiązywalność zadania

62%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający powoływali się na duże odległości obserwowanych obiektów od Ziemi i na skończoną prędkość rozchodzenia się sygnału. Stwierdzali, że obiekty znajdują się w dużej odległości od obserwatora i sygnały docierają do obserwatora z opóźnieniem.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- często powoływali się na dylatację czasu;
- udzielali odpowiedzi nie na temat (np. dotyczących celu prowadzenia badań i obserwacji).

Komentarz

Zdający nieprecyzyjnie formułowali swoje wypowiedzi, odnosili się do wielkości, które nie mają wpływu na obserwowanie stanu przeszłego badanych obiektów. Część z nich nie zrozumiała polecenia.

Statystyczny zdający rozwiązując zadania, uzyskał około 57% punktów możliwych do zdobycia.

Mocną stroną zdających okazało się rozwiązywanie typowych zadań. Zdającym nie sprawiały większych trudności proste zadania dotyczące zagadnień omawianych na lekcjach fizyki. Najłatwiejsze okazało się zadanie nr 11, w którym zdający mieli obliczyć czas jazdy rowerzysty.

Najtrudniejszymi dla zdających okazały się zadania nr 14.2 (obliczenie opóźnienia tramwaju), nr 20.2 (zaznaczenie położenia jasnych prążków na ekranie i uzasadnienie), gdzie zdający mimo wyraźnego polecenia najczęściej nie zaznaczali położenia prążka środkowego, oraz zadanie nr 21.2 (obliczenie energii wyzwolonej podczas rozpadu jądra uranu).

Analiza rozwiązań zadań w arkuszu dla poziomu podstawowego wskazuje na braki zdających w prostych umiejętnościach matematycznych. Zdający słabo radzili sobie z działaniami na potęgach, przekształcaniem ułamków oraz sprowadzaniem do wspólnego mianownika. Popelniali również błędy przy przeliczaniu jednostek.

Rysunki i wykresy często wykonywano odręcznie i niedokładnie, bez użycia linijki i bez wykorzystania pomocniczych kretek w miejscu przeznaczonym na rozwiązanie.

W sytuacji braku wiedzy i umiejętności z fizyki zdający podejmowali próby rozwiązania zadania, stosując proporcje, szukając prawidłowości w podanych w treści zadania danych liczbowych lub przyjmując, że wszystkie związki między wielkościami fizycznymi są liniowe (zadanie nr 2, 3, 6 i 8).

W zadaniach z kontekstem praktycznym lub doświadczalnym wykazywali się brakiem umiejętności opisu zjawisk w otaczającym świecie i znajomości zasady działania urządzeń (zadanie nr 5 o unoszeniu się iskier nad płonącym ogniskiem lub zadanie nr 10 o przyrządzie do uzyskiwania i obserwacji widma promieniowania elektromagnetycznego). Część zdających nie wiedziała, jakimi soczewkami koryguje się dalekowzroczność.

Spora grupa zdających nie знаła zjawiska indukcji elektrostatycznej oraz budowy wewnętrznej metalu. Nie potrafili oni również analizować zjawisk zachodzących w metalu, gdy znajdzie się on w polu elektrycznym.

Niestety, podobnie jak w ubiegłych latach zdający nadal mieli problemy z rysowaniem sił w układach inercjalnych i nieinercjalnych.

W zadaniach, w których oczekiwano wyjaśnień i uzasadnień często w odpowiedziach występowały braki. Mimo wyraźnie sformułowanych poleceń w zadaniach (*wykaż, zapisując odpowiednie zależności, uzasadnij* lub *wykaż, wykorzystując pojęcia energii i pracy*) zdający podejmowali próby rozwiązania zadań i wykonania poleceń w inny niż wymagany sposób. Odpowiedzi były często bezpośrednimi lub przeformułowanymi fragmentami treści polecenia, a w tych zadaniach największym problemem było podanie prawidłowego uzasadnienia.

Arkusze egzaminacyjny dla poziomu rozszerzonego

Arkusze zawierał 5 rozbudowanych zadań problemowych, z których każde składało się z kilku poleceń. Zdający mógł zdobyć maksymalnie 60 punktów. Zadania sprawdzały wiedzę i umiejętności określone w standardach wymagań egzaminacyjnych dla poziomu rozszerzonego i dotyczyły treści z *Podstawy programowej* dla poziomu rozszerzonego. W arkuszu przyjęto założenie, że początkowe polecenia w każdym z pięciu zadań dotyczą łatwiejszych zagadnień często z poziomu podstawowego, co jest zgodne z zapisami w *Informatorze maturalnym*. Kolejne polecenia w zadaniach tworzyły zestaw problemów o narastającym stopniu trudności. Polecenia zostały poprzedzone tekstem wprowadzającym, który zawierał opis sytuacji i informacje niezbędne do wykonania kolejnych poleceń. Tradycyjnie jedno z 5 zadań dotyczyło zagadnień dotyczących astronomii.

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

Zadanie 1. Beczka (12 pkt)

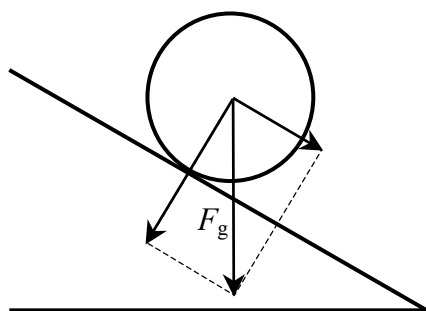
Do hurtowni chemicznej przywieziono transport blaszanych beczek z gipsem. W celu wyładowania beczek z samochodu położono pochylnię, tworząc w ten sposób równię pochyłą. Wysokość, z jakiej beczki staczały się swobodnie bez poślizgu wynosiła 100 cm. Beczki były ściśle wypełnione gipsem, który nie mógł się przemieszczać, i miały kształt walca o średnicy 40 cm. Masa gipsu wynosiła 100 kg.

W obliczeniach przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą 10 m/s^2 , a beczkę potraktuj jak jednorodny walec. Masę blachy, z której wykonano beczkę pomiń.

Moment bezwładności walca, obracającego się wokół osi prostopadłej do podstawy walca i przechodzącej przez jej środek, jest równy $I = \frac{1}{2}mr^2$.

Zadanie 1.1 (2 pkt)

Uzupełnij rysunek o pozostałe siły działające na beczkę podczas jej swobodnego staczania. Zapisz ich nazwy.



Sprawdzane umiejętności

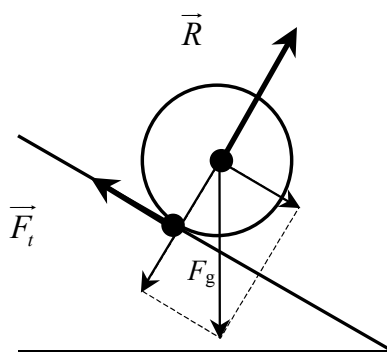
Formułowanie opisu zjawiska lub procesu fizycznego, rysowanie schematu układu doświadczalnego lub schematu modelującego zjawisko – standard II.4)a).

Rozwiązywalność zadania

41%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Poprawną odpowiedzią było narysowanie na podanym schemacie siły reakcji (\vec{R}) i siły tarcia (\vec{F}_t) oraz ich nazwanie.

**Najczęściej powtarzające się błędy**

Niektórzy ze zdających:

- „zaczepiali” oba wektory sił (reakcji i tarcia) w środku masy beczki;
- zaznaczali zły punkt przyłożenia siły tarcia (często) lub (rzadziej) zły kierunek siły reakcji (pionowy);
- opisywali wektory sił składowych przedstawione na rysunku, nie uzupełniając rysunku zgodnie z poleceniem.

Komentarz

Mimo, że zadanie powinno być łatwe do rozwiązania (klasyczna sytuacja na równi pochyłej), spora grupa zdających nie potrafiła uzupełnić rysunku o brakujące siły lub nie przykładała siły tarcia w punkcie styczności z podłożem.

Zadanie 1.2 (2 pkt)

Oblicz wartość siły nacisku beczki na równię podczas staczania, jeżeli kąt nachylenia pochylni do poziomu wynosi 30° .

Sprawdzane umiejętności

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

Rozwiązywalność zadania

69%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Rozwiązanie polegało na zapisaniu $\cos \alpha = \frac{F_n}{Q}$ (lub równoważnej zależności) oraz obliczeniu wartości siły nacisku $F_n \approx 870 \text{ N}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Niektórzy zdający nie umieli zastosować właściwej funkcji trygonometrycznej, podstawiając $\sin \alpha$ lub $\tan \alpha$ zamiast $\cos \alpha$.

Komentarz

Mimo, że polecenie było proste do rozwiązania (klasyczna sytuacja na równi pochyłej jak w zadaniu poprzednim) część zdających nie potrafiła dobrać właściwej funkcji trygonometrycznej do obliczenia wartości siły nacisku.

Zadanie 1.3 (4 pkt)

Wykaż, że wartość prędkości liniowej beczki po stoczeniu się z pochylni jest równa $3,65 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Sprawdzane umiejętności

Stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych – standard III.2).

Rozwiązywalność zadania

37%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający rozwiązywali zadanie:

- zapisując zależność $m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2} + \frac{I \cdot \omega^2}{2}$;
- podstawiając do powyższej zależności $v = \omega \cdot r$;
- podstawiając $I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$ i uzyskanie wyrażenia $v = \sqrt{\frac{4g \cdot h}{3}}$;
- obliczając wartość prędkości $v = 3,65 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ($v = \sqrt{\frac{40}{3}} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2\sqrt{\frac{10}{3}} \frac{\text{m}}{\text{s}}$).

lub

- stosując zasady dynamiki z uwzględnieniem ruchu obrotowego;
- wyznaczając przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym;
- wykorzystując równania ruchu jednostajnie przyspieszonego;
- obliczając prędkość końcową lub sprawdzając tożsamość dla $v = 3,65 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- popełniali błędy rachunkowe;
- nie uwzględniali w równaniu energetycznym obu rodzaju energii (zdający często uwzględniali tylko energię kinetyczną ruchu postępowego lub tylko energię ruchu obrotowego, analizując obrót beczki wokół osi przechodzącej przez jej środek);
- często nie doprowadzali rozwiązywania zadania do końca (szczególnie wtedy, gdy starali się je rozwiązać, stosując równania ruchu).

Komentarz

Próby rozwiązania zadania bez uwzględnienia energii kinetycznej ruchu obrotowego wskazują na to, że większość zdających nie opanowała zagadnień związanych z dynamiką bryły sztywnej.

Zadanie 1.4 (2 pkt)

Oblicz, korzystając ze związku pomiędzy energią i pracą, zasięg toczenia się beczki po poziomej trawiastej powierzchni. Przyjmij, że podczas toczenia się beczki po trawie działa na nią stała siła oporu o wartości 50 N, a wartość prędkości liniowej beczki po stoczeniu się z pochylni jest równa $3,65 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Sprawdzane umiejętności

Zastosowanie zasady zachowania energii mechanicznej dla ruchu postępowego i obrotowego – standard I.1.1)(11).

Rozwiązywalność zadania

17%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający zapisywali zależności $m \cdot g \cdot h = F \cdot s$ lub $\frac{m \cdot v^2}{2} + \frac{I \cdot \omega^2}{2} = F \cdot s$ i obliczali zasięg toczenia się beczki $s = 20$ m.

Najczęściej powtarzające się błędy

Często popełnianym błędem było nieuwzględnienie w równaniu energetycznym obu rodzaju energii. Zdający, podobnie jak w zadaniu 1.3., uwzględniali tylko energię kinetyczną ruchu postępowego lub tylko energię ruchu obrotowego.

Komentarz

Zadanie sprawiło trudność większości maturzystów. Nieuwzględnianie energii kinetycznej ruchu postępowego lub energii ruchu obrotowego beczki wskazuje, że zdający w niewystarczającym stopniu opanowali zagadnienia związane z bryłą sztywną. Zdający rzadko korzystali z metody, w której można było obliczyć całkowitą energię toczącej się beczki z wykorzystaniem wartości prędkości końcowej.

Zadanie 1.5 (2 pkt)

Wykaż, że zmiana zawartości beczki z gipsu na cement (o innej niż gips masie), również ściśle wypełniającej beczkę, nie spowoduje zmiany wartości przyspieszenia kąowego, z jakim obraca się beczka wokół osi prostopadłej do podstawy beczki i przechodzącej przez jej środek.

Sprawdzane umiejętności

Zastosowanie zasady zachowania energii mechanicznej dla ruchu postępowego i obrotowego – standard I.1.1)(11).

Rozwiązywalność zadania

51%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Poprawne rozwiązania uwzględniały:

- proporcjonalność momentu siły i momentu bezwładności do masy;
- powołanie się na II zasadę dynamiki ruchu obrotowego w celu wykazania niezależności przyspieszenia kąowego od masy.

Najczęściej powtarzające się błędy

W pracach zdających pojawiały się:

- rozwiązania, albo raczej wiele wzorów na siły występujące w wyrażeniu na wartość momentu siły;
- odpowiedzi, w których symbol momentu siły (\bar{M}) i symbol masy we wzorze na moment bezwładności (m) był utożsamiany („skracał się”);
- rozwiązania, w których zdający próbowali rozwiązać problem, korzystając z równania energetycznego lub z rozwiązania zadania 1.3 (najczęściej kończyli jednak swoje uzasadnienia na wyrażeniu na wartość prędkości kąowej, bez analizy czasu staczania się beczki);

Część zdających rozpoczynała poprawnie rozwiązywanie zadania, ale myliła osie obrotu.

Komentarz

W zadaniu wymagano analizy ruchu obrotowego bryły sztywnej i wykazania niezależności przyspieszenia kąowego od masy. Nie oczekiwano od zdającego wyprowadzenia końcowej zależności wyrażającej wartość przyspieszenia kąowego, jak również nie oczekiwano identyfikacji wszystkich sił działających na beczkę podczas staczania.

W związku z tym wystarczającym rozwiązaniem zadania było zauważenie, że:

- wartość momentu siły M jest funkcją ciężaru beczki, a zatem jest proporcjonalna do masy beczki ($M \sim m$), i moment bezwładności I jest proporcjonalny do masy ($I \sim m$)

oraz stwierdzenie:

- ponieważ $\varepsilon = \frac{M}{I}$ zatem wartość przyspieszenia kąowego ε nie zależy od masy.

Wszystkie rozwiązania zdających odwołujące się do powyższego sposobu rozumowania były akceptowane.

Zadanie 2. Temperatura odczuwalna (12 pkt)

Przebywanie w mroźne dni na otwartej przestrzeni może powodować szybką utratę ciepła z organizmu, szczególnie z nieosłoniętych części ciała. Jeżeli dodatkowo wieje wiatr, wychłodzenie następuje szybciej, tak jak gdyby panowała niższa niż w rzeczywistości temperatura, zwana dalej *temperaturą odczuwalną*. W poniższej tabeli przedstawiono wartości rzeczywistych oraz odczuwalnych temperatur dla różnych wartości prędkości wiatru.

Prędkość wiatru w km/h	Rzeczywista temperatura w °C							
	- 10	- 15	- 20	- 25	- 30	- 35	- 40	- 45
	Temperatura odczuwalna w °C							
10	- 15	- 20	- 25	- 30	- 35	- 40	- 45	- 50
20	- 20	- 25	- 35	- 40	- 45	- 50	- 55	- 60
30	- 25	- 30	- 40	- 45	- 50	- 60	- 65	- 70
40	- 30	- 35	- 45	- 50	- 60	- 65	- 70	- 75
50	- 35	- 40	- 50	- 55	- 65	- 70	- 75	- 80

Na podstawie: <http://www.if.pw.edu.pl/~meteo/meteoopis.htm> oraz www.r-p-r.co.uk

Zadanie 2.1 (1 pkt)

Odczytaj z tabeli i zapisz, jaką temperaturę będą odczuwać w bezwietrzny dzień uczestnicy kuli jadącego z prędkością o wartości 20 km/h (co jest równoważne wiatrowi wiejącemu z prędkością o wartości 20 km/h), jeżeli rzeczywista temperatura powietrza wynosi -15°C .

Sprawdzane umiejętności

Odczytywanie i analiza informacji podanych w formie tabeli, wykresu, schematu, rysunku – standard II.1)b).

Rozwiązywalność zadania

98%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Wybór i zapisanie temperatury $t = -25^{\circ}\text{C}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zadanie nie sprawiało zdającym problemów (prawidłowo odczytywali z tabeli wartość temperatury). Błędne odpowiedzi, jakie pojawiły się w rozwiązaniach, polegały na wpisywaniu innej temperatury. Błędy te mogły wystąpić na skutek nieuwagi lub błędnej interpretacji polecenia.

Komentarz

Zadanie okazało się bardzo łatwe dla zdających, co wskazuje, że umiejętność odczytywania i analizy informacji przedstawionych w formie tabeli jest dobrze opanowana.

Informacja do zadania 2.2 i 2.3

Za niebezpieczną temperaturę dla odkrytych części ludzkiego ciała uważa się temperaturę odczuwalną równą -60°C i niższą.

Zadanie 2.2 (2 pkt)

Podaj, przy jakich **wartościach** prędkości wiatru rzeczywista temperatura powietrza równa -30°C jest niebezpieczna dla odkrytych części ciała stojącego człowieka.

Sprawdzane umiejętności

Interpretowanie informacji zapisanych w postaci: tekstu, tabel, wykresów i schematów – standard III.1).

Rozwiązywalność zadania

72%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający odczytywali w tabeli wartości prędkości $v = 40 \text{ km/h}$ i formułowali wniosek, stwierdzając, że temperatura rzeczywista równa -30°C jest niebezpieczna przy prędkościach wiatru $v \geq 40 \text{ km/h}$.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- zamiast podać zakres wartości prędkości, często ograniczali się do podania tylko wartości granicznej, mimo wyraźnego polecenia;
- podawali dwie wartości prędkości (zła interpretacja danych zawartych w tekście i tabeli oraz niezrozumienie polecenia).

Komentarz

Zadanie okazało się łatwe dla zdających. Część z nich jednak udzielała niepełnej odpowiedzi, podając tylko dwie wartości temperatur 40 i 50 km/h (zamiast przedziału). W takich przypadkach otrzymywali 1 punkt. Wskazuje to jednak na brak całościowego spojrzenia na problem temperatury odczuwalnej i wykonywanie pojedynczych poleceń bez analizy całości zadania.

Zadanie 2.3 (2 pkt)

Analizując tabelę i **wykonując oraz zapisując konieczne obliczenia**, oszacuj minimalną wartość prędkości wiatru w temperaturze rzeczywistej równej -40°C , przy której odczuwalna temperatura zaczyna być niebezpieczna dla stojącego człowieka.

Sprawdzane umiejętności

Odczytywanie i analiza informacji podanych w formie tabeli, wykresu, schematu, rysunku – standard II.1)b).

<p>Rozwiązywalność zadania 66%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający odczytywali z tabeli odpowiednie dane oraz wybierali metodę oszacowania. Obliczali wartość prędkości wybraną metodą, uzyskując $v \approx 25$ km/h.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Błędne rozwiązania wynikały najczęściej z niewłaściwego wyboru danych.</p>
<p>Komentarz W zadaniu należało obliczyć minimalną prędkość wiatru, przy której odczuwalna temperatura zaczyna być niebezpieczna dla człowieka. Zdający w większości poprawnie szacowali wartość temperatury. Pierwszy punkt uczniowie otrzymywali za poprawną metodę oszacowania prędkości, drugi za jej obliczenie. Zdający, którzy zastosowali poprawną metodę rozwiązania z reguły otrzymywali też prawidłowy wynik. Pojawiło się bardzo wiele ciekawych poprawnych sposobów oszacowania prędkości (np. poprzez korzystanie z wykresu, poprzez analizę danych w tabeli, obliczanie średniej).</p>

Zadanie 2.4 (5 pkt)

Naszkiej w jednym układzie współrzędnych wykresy zależności temperatury odczuwalnej od wartości prędkości wiatru dla temperatury rzeczywistej -15°C oraz -40°C . Oznacz oba wykresy.

<p>Sprawdzane umiejętności Rysowanie wykresu zależności dwóch wielkości fizycznych (dobieranie odpowiednio osi współrzędnych, skali wielkości i jednostki, zaznaczenie punktów, wykreślenie krzywej) – standard II.4).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 87%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Poprawnym rozwiązaniem było narysowanie wykresu, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> – opisanie i wyskalowanie osi; – naniesienie wartości temperatur odczuwalnych dla temperatury rzeczywistej -15°C; – wykreślenie prostej i opisanie dla temperatury rzeczywistej -15°C; – naniesienie wartości temperatur odczuwalnych dla temperatury rzeczywistej -40°C; – wykreślenie i opisanie krzywej dla temperatury rzeczywistej -40°C
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający:</p> <ul style="list-style-type: none"> – popełniali błąd polegający na zamianie względem siebie osi wykresu mimo wyraźnego polecenia, że należy wykonać wykres <i>zależności temperatury odczuwalnej od wartości prędkości wiatru</i>; – błędnie, przeciwnie do zaznaczonego na wykresie zwrotu osi, skalowali oś temperatury; – źle dobierali skale dla osi temperatury, co skutkowało brakiem możliwości zaznaczenia wszystkich punktów dla jednej z krzywych; – nie podpisywali obu wykresów, mimo wyraźnego polecenia.

Komentarz

Zadanie nie sprawiało zdającym większych problemów. Umiejętność rysowania wykresów jest dobrze opanowana. Nietypowa okazała się ujemna skala osi temperatur, z której skalowaniem niektórzy zdający mieli problem.

Niekiedy zdający przedłużali wykres do zerowych wartości prędkości zgodnie z opisanym problemem, co w tym zadaniu nie było traktowane jako błąd. Niektórzy zdający rysowali więcej wykresów niż wymagało tego polecenie. Tego również nie traktowano jako błąd, pod warunkiem poprawnego opisanie wykresów.

Zadanie 2.5 (2 pkt)

Przy braku wiatru temperatura odczuwalna może być nieco wyższa niż rzeczywista, jeśli człowiek nie wykonuje żadnych ruchów. Wyjaśnij tę pozorną sprzeczność. Uwzględnij fakt, że ludzkie ciało emituje ciepło.

Sprawdzane umiejętności

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

Rozwiązywalność zadania

47%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

W poprawnych odpowiedziach zdający wykorzystali informację o emitowaniu przez ciało ludzkie ciepła, zapisując, że ogrzewa ono otaczające powietrze. Zdający zapisywali, że człowiek odczuwa temperaturę otaczającego powietrza, która jest nieco wyższa niż temperatura rzeczywista.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

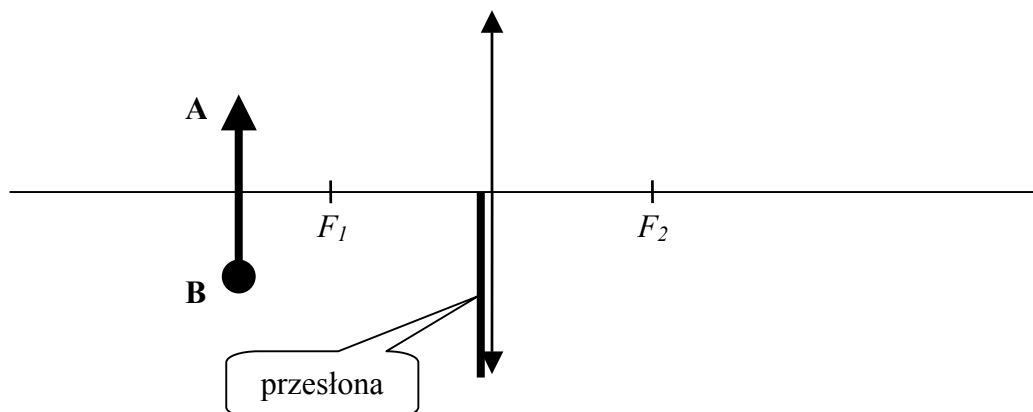
- nie potrafili sformułować logicznego uzasadnienia;
- przepisywali jako odpowiedź tezę (treść) zawartą w zadaniu, nie podejmując próby wyjaśnienia;
- podawali odpowiedź: *bo jak jest wiatr to ochładza*;
- koncentrowali się na biologicznym aspekcie problemu, z zupełnym pominięciem aspektu fizycznego, np. opisywali ośrodki regulacji temperatury w mózgu lub mechanizmy wytwarzania energii w procesach biologicznych zamiast fizycznego wyjaśnienia zjawiska.

Komentarz

Zadanie to było typowym zadaniem na myślenie, w którym potrzebna była tzw. wiedza ogólna, a nie szczegółowa znajomość treści praw i zasad fizyki. Niektórzy zdający próbowali uzasadniać swoją odpowiedź, odwołując się do treści praw fizycznych. Odpowiedź (wyjaśnienie) w tym zadaniu sprawiała zdającym dużą trudność. Dla części zdających nie był widoczny jakikolwiek związek pomiędzy tym poleceniem a poleceniami poprzednimi. Tylko nieliczni zdający odwoływali się do słabego przewodnictwa cieplnego powietrza, co również było poprawnym wyjaśnieniem.

Zadanie 3. Soczewki (12 pkt)**Zadanie 3.1 (2 pkt)**

Na rysunku poniżej przedstawiono świecący przedmiot **A-B** i soczewkę skupiającą, której dolną część zasłonięto nieprzezroczystą przesłoną. Uzupełnij rysunek, rysując bieg promieni pozwalający na **pełną konstrukcję** obrazu **A'-B'**.

**Sprawdzane umiejętności**

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

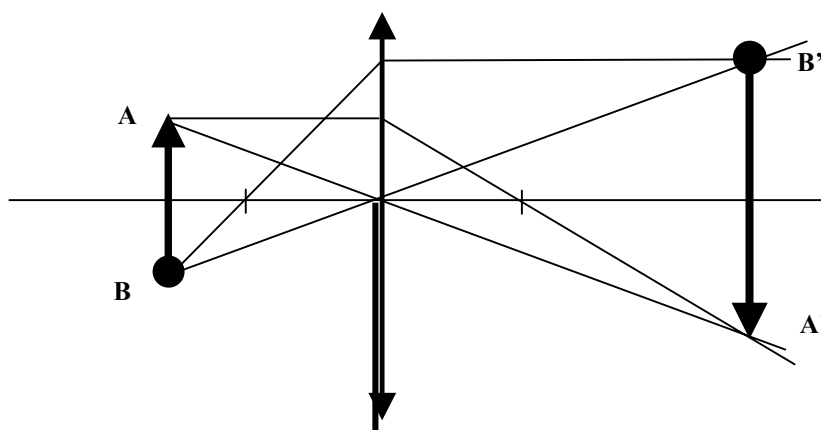
Rozwiązywalność zadania

55%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Rozwiązanie zadania polegało na wybraniu i narysowaniu promieni pozwalających na poprawną konstrukcję obrazu punktu **A** oraz obrazu punktu **B**.

Najczęściej zdający uzupełniali rysunek następująco:

**Najczęściej powtarzające się błędy**

Zdający:

- rysowali promienie rzeczywiste przechodzące przez przesłonę;
- niepotrzebnie rysowali dodatkowe promienie dla punktu **B** przechodzące przez przesłonę, czasami linią przerywaną, czasami linią ciągłą, co stwarzało problemy z interpretacją takiego rozwiązania.

Komentarz

Część zdających dobrze radziła sobie z konstrukcją punktu **A'**. Więcej kłopotu sprawiała konstrukcja punktu **B'**.

Duża liczba zdających nie radziła sobie jednak z konstrukcją obrazów w nietypowych sytuacjach, np. gdy część soczewki jest zasłonięta. Doprowadzali rozwiązanie do wyznaczenia obrazu punktu **A**. Dalej, nie radząc sobie z konstrukcją obrazu punktu **B**, rysowali cały obraz pomniejszony, z punktem **B'** leżącym na osi głównej soczewki.

Spotykane były również konstrukcje za pomocą promieni przechodzących przez przesłonę, które nie odpowiadały poleceniu. Takie rozwiązania są dowodem na to, że zdający nie rozróżniają pojęć „bieg promieni” i „konstrukcja geometryczna”.

Rzadko pojawiały się nietypowe konstrukcje z uwzględnieniem płaszczyzny ogniskowej i prowadzeniem promieni nierównoległych do głównej osi optycznej. Pojawiły się pojedyncze próby rozwiązania z odwołaniem się do symetrycznego położenia obrazu.

Zadanie 3.2 (4 pkt)

Wykaż, wykonując odpowiednie obliczenia, że przy stałej odległości przedmiotu i ekranu $l = x + y$, spełniającej warunek $l > 4f$, istnieją dwa różne położenia soczewki pozwalające uzyskać ostre obrazy.

Sprawdzane umiejętności

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

Rozwiązywalność zadania

23%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający najczęściej rozpoczynali rozwiązanie od zapisania równania soczewki: $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$.

Korzystając z założeń zadania, że $l = x + y$, podstawiali je do równania soczewki,

otrzymując: $\frac{1}{f} = \frac{1}{l-y} + \frac{1}{y} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{l}{(l-y) \cdot y}$.

Doprowadzali do postaci równania kwadratowego: $y^2 - ly + lf = 0$.

Zakładali, że aby równanie miało dwa rozwiązania $\Delta = l^2 - 4lf = l(l - 4f) > 0$ i stąd zapisywali wniosek, że $l > 4f$, a pierwiastki tego równania: y_1 i y_2 to dwa położenia soczewki.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- bardzo często nie potrafili doprowadzić do odpowiedniego równania kwadratowego (najczęściej uzyskiwali równanie zawierające zarówno zmienną x i zmienną y);
- otrzymywali równanie kwadratowe i pisali, że są 2 pierwiastki bez wyznaczenia delty i odpowiedniego komentarza.

Komentarz

Podanie warunku $l > 4f$ dla dwóch różnych położeń soczewek, przy których można uzyskać ostry obraz dla stałej odległości przedmiotu od ekranu, sprawiało trudność wielu zdającym. Nie zrozumieli celu zadania. Chcieli zastosować warunek zadania (związek między odległością przedmiotu i ekranu a ogniskową soczewki), a nie dojść do niego przy dwóch rozwiązaniach równania (przy dwóch położeniach soczewki). Pojawiały się rozwiązania z analizą równości lub nierówności (wynikającej z warunku zadania $l > 4f$). Oba sposoby rozwiązania (o ile zostały doprowadzone do końca) były akceptowane podczas oceniania. Zadowolający jest jednak fakt, że zdecydowana większość zdających podejmowała próbę uzasadnienia tezy w poleceniu, uzyskując częściowe (również częściowo prawidłowe) rozwiązania. Doświadczenie lat ubiegłych pokazuje, że zadania, w których poleceniu pojawiała się słowo „wykaż” lub „uzasadnij” były przez zdających nierzadko pomijane.

Informacja do zadania 3.3 i 3.4

Zdolność skupiającą układu dwóch soczewek umieszczonych obok siebie można dokładnie obliczać ze wzoru

$$(1) \quad Z = Z_1 + Z_2 - d \cdot Z_1 \cdot Z_2 \quad \text{gdzie } d - \text{odległość między soczewkami.}$$

Dla dwóch soczewek położonych blisko siebie można zastosować uproszczony wzór

$$(2) \quad Z = Z_1 + Z_2$$

Zadanie 3.3 (2 pkt)

W pewnym doświadczeniu użyto dwóch jednakowych soczewek o zdolnościach skupiających równych 20 dioptrii każda i umieszczonych w odległości 10 cm od siebie.

Wykaż, że jeżeli na układ soczewek, wzdłuż głównej osi optycznej, skierowano równoległą wiązkę światła, to średnica wiązki po przejściu przez układ soczewek nie uległa zmianie.

Sprawdzane umiejętności

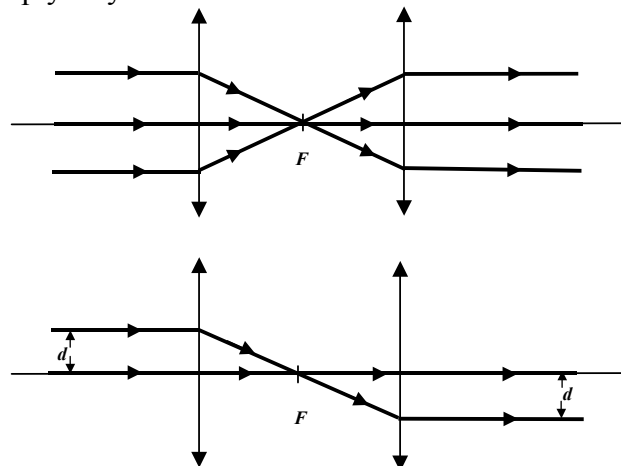
Stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych – standard III.2).

Rozwiązywalność zadania

66%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Poprawnym rozwiązaniem było wykonanie rysunku przedstawiającego bieg promieni w opisanym układzie optycznym:



Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- wykonywali błędne rysunki (nie uwzględniające jednakowych długości ogniskowych i wspólnego położenia ognisk);
- wykonywali rysunki bez oznaczenia ognisk, często odręczne i nieprecyzyjne.

Komentarz

Podejmowanie przez zdających próby rozwiązania na podstawie konstrukcji geometrycznej wykazuje, że rozumieją oni zasady optyki geometrycznej i umieją je zastosować do nowej sytuacji np. do układów optycznych. Zdający rozwiązywali poprawnie to zadanie w sposób graficzny, umieszczając soczewki oraz ogniska i rysując bieg promieni. Innym sposobem rozwiązania tego zadania było obliczenie zdolności skupiającej układu soczewek ($Z = 0$) i dodanie odpowiedniego komentarza zawierającego informację o tym, że soczewki są identyczne (część zdających poprzestawała tylko na obliczeniu zdolności skupiającej układu). Część zdających nie podjęła próby rozwiązania zadania.

Zadanie 3.4 (4 pkt)

Dwie jednakowe soczewki o zdolnościach skupiających 10 dioptrii każda umieszczono w powietrzu w odległości 1 cm od siebie.

Oszacuj bezwzględną (ΔZ) i względną ($\Delta Z/Z$) różnicę, jaką uzyskamy, stosując do obliczenia zdolności skupiającej układu soczewek uproszczony wzór (2) zamiast wzoru (1) w opisanej sytuacji.

Sprawdzane umiejętności

Obliczanie i szacowanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II.4)e).

Rozwiązywalność zadania

55%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Rozwiązanie zadania składało się z następujących etapów:

- obliczenie zdolności skupiającej układu soczewek ze wzoru (1):

$$Z_A = Z_1 + Z_2 - d \cdot Z_1 \cdot Z_2 = 10 \frac{1}{\text{m}} + 10 \frac{1}{\text{m}} - 0,01\text{m} \cdot 10 \frac{1}{\text{m}} \cdot 10 \frac{1}{\text{m}} = 19 \frac{1}{\text{m}};$$

- obliczenie zdolności skupiającej układu soczewek ze wzoru (2):

$$Z_B = Z_1 + Z_2 = 10 \frac{1}{\text{m}} + 10 \frac{1}{\text{m}} = 20 \frac{1}{\text{m}};$$

- obliczenie różnicy bezwzględnej $|\Delta Z| = |19 - 20| = 1 \frac{1}{\text{m}};$

- obliczenie różnicy względnej $\left| \frac{\Delta Z}{Z} \right| = \left| \frac{1}{19} \right| = \frac{1}{19}.$

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- niewłaściwie obliczali względną różnicę, nie rozumiejąc pojęcia wielkości względnej, czyli takiej, do której jest odniesiona wartość.
- popełniali błędy rachunkowe;
- mylili pojęcia zdolności skupiającej i ogniskowej;
- często pomijali jednostkę dla obliczonej różnicy bezwzględnej.

Komentarz

Zdający po poprawnym obliczeniu różnicy względnej $\Delta Z/Z = 1/19$ zaokrąglali wynik do wartości $\Delta Z/Z \approx 0,05$. Mimo zaokrąglenia otrzymywali maksymalną liczbę punktów. Tracili jeden punkt tylko w przypadku zapisu $\Delta Z/Z = \frac{1}{20}$. Rozwiązania zdających wskazują na częsty brak opanowania i właściwego stosowania pojęć bezwzględnej względnej różnicy wielkości fizycznej. Zdający nie wykazali się często umiejętnością rozumienia treści polecenia oraz swobodą w najprostszych działaniach rachunkowych, co jest szczególnie niepokojące, że dotyczyło to zdania z bardzo prostymi działaniami na liczbach. Często podawano wyniki obliczeń bez jednostek.

Zadanie 4. Żarówka (12 pkt)

Opór elektryczny włókna pewnej żarówki w temperaturze 0°C wynosi $88,1\ \Omega$. Żarówkę dołączono do źródła prądu przemiennego o napięciu skutecznym $230\ \text{V}$. Podczas świecenia przez żarówkę płynął prąd o natężeniu skutecznym $261\ \text{mA}$, a opór włókna żarówki wskutek wzrostu temperatury wzrósł **dziesięciokrotnie**.

Opór elektryczny włókna zmienia się wraz ze wzrostem temperatury zgodnie z zależnością

$$R = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad \text{gdzie: } R_0 \text{ – opór w temperaturze } 0^{\circ}\text{C},$$

$$\alpha \text{ – temperaturowy współczynnik wzrostu oporu,}$$

$$\text{dla włókna tej żarówki jest równy } 5 \cdot 10^{-3}\ \text{K}^{-1},$$

$$\Delta T \text{ – przyrost temperatury włókna żarówki.}$$

Zadanie 4.1 (2 pkt)

Oblicz moc pobieraną przez świecącą żarówkę.

Sprawdzane umiejętności

Obliczanie pracy i mocy prądu – standard I.1.3)(5).

Rozwiązywalność zadania

85%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający zapisywali wzór na moc i prawidłowo wybierali dane z informacji, obliczając moc żarówki $P \approx 60\ \text{W}$ (lub $120\ \text{W}$, jeśli zdający obliczał moc maksymalną).

Najczęściej powtarzające się błędy

Typowym błędem części zdających było niezrozumienie pojęć i mylenie wartości maksymalnych z wartościami skutecznymi w obliczeniach.

Komentarz

Zadanie nie sprawiało kłopotów większości zdających. Zdający obliczający poprawnie moc maksymalną żarówki otrzymywali również 2 punkty. Ciekawą odpowiedzią było obliczenie mocy żarówki i podanie wyniku $P = 60\ \text{VAT}$ (!).

Zadanie 4.2 (2 pkt)

Oblicz natężenie skuteczne prądu w żarówce podczas włączania zasilania, **gdy temperatura włókna wynosi 0°C** .

Sprawdzane umiejętności

Zastosowanie prawa Ohma, I i II prawa Kirchhoffa do obliczeń i analizy obwodów elektrycznych – standard I.1.3)(2).

Rozwiązywalność zadania

64%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający zapisywali zależność $I_{sk} = \frac{U_{sk}}{R}$ i prawidłowo wybierali dane z treści zadania, następnie obliczali natężenie skuteczne prądu $I_{sk} = 2,61$ A.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- podobnie jak w zadaniu 4.1 nie rozróżniali wartości maksymalnych i wartości skutecznych;
- nie zauważali 10-krotnej zmiany oporu włókna żarówki mimo wyraźnie zaznaczonej w tekście informacji.

Komentarz

Zdający często nie czytali dokładnie poleceń i nie zwracali uwagi na wyraźne wskazania (wytluszczenia) w tekście, które są istotne dla poprawnego rozwiązania zadania. Spora grupa zdających nie zauważyła najistotniejszej w zadaniu informacji (...opór włókna żarówki wskutek wzrostu temperatury wzrósł **dziesięciokrotnie...**). Należy zwrócić uwagę na uważne czytanie i analizowanie treści zadań.

Zadanie 4.3 (2 pkt)

Oblicz przyrost temperatury włókna żarówki po włączeniu żarówki i rozgrzaniu się włókna.

Sprawdzane umiejętności

Podawanie przykładów przemian energii elektrycznej na inne formy energii – standard I.1.3)(7).

Rozwiązywalność zadania

74%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający zapisywali zależności $R = R_o (1 + \alpha \cdot \Delta T)$ i przekształcali do postaci $\Delta T = \frac{R - R_o}{\alpha \cdot R_o}$, a następnie obliczali przyrost temperatury włókna żarówki $\Delta T = 1800$ K.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający popełniali błędy:

- przy przekształcaniu wzoru – bardzo częste było „dzielenie” obu stron wzoru przez wyrażenie $(1 + \alpha)$;
- w obliczeniach;
- w działaniach na potęgach.

Komentarz

Zadanie okazało się dla zdających łatwe. Jednak niektórym sporo kłopotu sprawiały przekształcenia wzorów i działania na potęgach.

Zadanie 4.4 (2 pkt)

Do włókna świecącej żarówki zbliżono biegun N silnego magnesu.

Zapisz, jak zachowa się włókno żarówki po zbliżeniu magnesu, gdy żarówka jest zasilana napięciem przemiennym, a jak, gdy jest zasilana napięciem stałym.

<p>Sprawdzane umiejętności Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków – standard III.5).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 26%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający zapisywali, że przy zasilaniu napięciem przemiennym włókno żarówki będzie drgać lub nie zauważymy ruchu włókna, oraz, że przy zasilaniu napięciem stałym włókno żarówki wychyli się z pierwotnego położenia.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Odpowiedź (wyjaśnienie) w tym zadaniu sprawiała zdającym dużo trudności. W przypadku napięcia przemiennego często podawana była odpowiedź: <i>nic się nie stanie</i> lub <i>nic nie będzie widać</i>. Nie wiadomo, czy zdający mieli na myśli drgania o dużej częstotliwości, czy brak jakiegokolwiek zjawiska fizycznego, ponieważ w odpowiedzi brakowało komentarza. W przypadku napięcia stałego zdający niezwykle rzadko używali określenia: <i>włókno odchyli się</i>, raczej były to określenia: <i>będzie przyciągane</i> lub <i>będzie odpychane</i>. Część zdających odpowiadała, że żarówka przygaśnie lub zacznie świecić jaśniej bez wyjaśnienia, dlaczego zbliżenie magnesu wywołuje takie efekty. Niektórzy ze zdających odpowiadali, że żarówka zacznie błyskać.</p>
<p>Komentarz Mimo wyraźnego stwierdzenia w zadaniu o zbliżeniu (a nie o zbliżaniu związanym ze zmianą wartości indukcji) magnesu spora grupa zdających próbowała odwoływać się do zjawiska indukcji lub praw Maxwella. Niektórzy zdający opisywali zachowanie żarówki, a nie włókna. Może świadczyć to o nieuważnym czytaniu poleceń.</p>

Zadanie 4.5 (2 pkt)

Oblicz długość drutu wolframowego, z którego wykonano włókno żarówki, jeśli wiadomo, że pole powierzchni przekroju poprzecznego drutu wynosi $8 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2$, a opór właściwy wolframu w temperaturze 0°C jest równy $5 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

<p>Sprawdzane umiejętności Obliczanie oporu przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne – standard I.1.3)(3).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 70%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Poprawnym rozwiązaniem było zapisanie zależności $R = \rho \frac{l}{S}$, przekształcenie do postaci $l = \frac{R \cdot S}{\rho}$ i obliczenie długości drutu $l \approx 14 \text{ cm}$.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający: – popełniali błędy w przekształcaniu wzoru; – popełniali błędy w obliczeniach; – podawali nierealne, wynikające z popełnionych błędów rachunkowych, wartości, np. 140 m lub $140 \cdot 10^3 \text{ m}$</p>

Komentarz

Rozwiązania zdających pokazały, że część z nich nie posługuje się sprawnie aparatem matematycznym. Zdający nie analizowali też sensowności otrzymanego wyniku. Podawali często (w wyniku błędu rachunkowego w działaniu na potęgach) długość włókna żarówki równą $l = 140 \cdot 10^3$ m, co jest równe 140 km (!), nie zdając sobie sprawy z nierealności otrzymanego wyniku.

Zadanie 4.6 (2 pkt)

Wyjaśnij, dlaczego temperaturowy współczynnik wzrostu oporu α dla metali ma wartość dodatnią, a dla półprzewodników ma wartość ujemną.

Sprawdzane umiejętności

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

Rozwiązywalność zadania

55%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Zdający podawali wyjaśnienia:

- dla metali, w których występuje gaz elektronowy (duża liczba swobodnych elektronów) wzrost temperatury (wzrost drgań sieci krystalicznej) utrudnia przepływ prądu elektrycznego (powoduje zwiększenie oporu elektrycznego)
- dla półprzewodników drgania sieci krystalicznej również rosną wraz ze wzrostem temperatury, ale zwiększenie liczby nośników – dziur lub elektronów – po podgrzaniu zwiększa natężenie prądu (opór elektryczny maleje), lub wzrost energii umożliwia przejście elektronów do pasma przewodzenia, co pociąga za sobą wzrost natężenia prądu czyli zmniejszenie oporu.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający podawali błędne lub nieporadne językowo odpowiedzi, np.:

- metale łatwiej reagują z temperaturą;
- temperatura wytwarza elektrony;
- w metalach powstają elektrony, a w półprzewodnikach nie.

Komentarz

Dla dużej części zdających trudność stanowiło sformułowanie przemyślanej i spójnej logicznie odpowiedzi. Rzadko były spotykane pełne wyjaśnienia odwołujące się do mikroskopowej budowy materii lub pasmowej teorii przewodnictwa. Częściej pojawiały się próby wyjaśnienia odwołujące się do analizy wzoru przedstawiającego zależność oporu od temperatury, np.: *bo jest taki wzór* lub *bo to wynika ze wzoru* $R = R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$.

Zadanie 5. Asteroida Apophis (12 pkt)

Amerykańska agencja kosmiczna (NASA) przygotowuje plany umożliwiające lądowanie na asteroidzie. NASA chce sprawdzić, czy jest możliwa zmiana kursu takiego ciała w przypadku, gdyby zmierzało ono w kierunku Ziemi. Naszej planecie może w 2029 roku zagrozić stosunkowo niewielka asteroida Apophis o masie $8 \cdot 10^{10}$ kg. Astronomowie oceniają, że asteroida mija naszą planetę w niewielkiej odległości raz na 1500 lat. Podczas jednego obiegu wokół Słońca orbita Apophis dwukrotnie przecina się z orbitą Ziemi. Najbliższe zbliżenie do Ziemi nastąpi w piątek 13 kwietnia 2029 roku. Astronomowie szacują, że wartość prędkości asteroidy względem Ziemi w momencie potencjalnego zderzenia będzie wynosiła około 13 km/s.

Na podstawie:

<http://neo.jpl.nasa.gov/news/news146.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/99942_Apophis

Asteroida Apophis	
Średnia odległość od Słońca	0,922 AU
Mimośród orbity	0,191
Peryhelium	0,746 AU
Aphelium	1,098 AU
Nachylenie orbity względem ekliptyki	3,333°
Średnica asteroidy	390 m

Zadanie 5.1 (1 pkt)

Oszacuj wartość przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni asteroidy. W obliczeniach przyjmij, że asteroida jest jednorodną kulą.

<p>Sprawdzane umiejętności Obliczanie i szacowanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II.4)e).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 39%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający zapisywali $m \cdot a = G \frac{M \cdot m}{R^2}$ i uwzględniali, że $R = \frac{d}{2}$. Po przekształceniu do postaci $a = \frac{4G \cdot M}{d^2}$ obliczali wartości przyspieszenia $a = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2$.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający: – popełniali błędy w obliczeniach rachunkowych; – mylili siły grawitacji z przyspieszeniem grawitacyjnym; – podstawiali do wzoru średnicę planety zamiast obliczonego promienia; – podawali błędną jednostkę przyspieszenia (m/s).</p>
<p>Komentarz Zadanie było typowe, sprawiało jednak zdającym sporo trudności. Pojawiały się liczne błędy rachunkowe i w działaniach na potęgach skutkujące nierealnymi wartościami przyspieszenia grawitacyjnego.</p>

Zadanie 5.2 (3 pkt)

Podaj, w którym położeniu (peryhelium czy aphelium) wartość prędkości obiegu asteroidy wokół Słońca jest najmniejsza. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do odpowiedniego prawa i podając jego treść.

Sprawdzane umiejętności

Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków – standard III.5).

Rozwiązywalność zadania

37%

Typowe poprawne odpowiedzi zdających

Rozwiązanie składało się z trzech elementów:

- podania odpowiedzi: wartość prędkości obiegu asteroidy jest najmniejsza w aphelium;
- podania uzasadnienia – odwołanie się do zasady zachowania energii, zasady zachowania momentu pędu lub II prawa Keplera;
- podania treści wybranego prawa/zasady.

Najczęściej powtarzające się błędy

Zdający:

- nie udzielali odpowiedzi na pytanie o treść prawa;
- często podawali odpowiedź niezgodną z poleceniem: *największa prędkość jest w peryhelium*;
- powoływali się na II prawo Keplera, jednocześnie podając treści I lub III prawa Keplera;
- powoływali się na III prawo Keplera i próbowali uzasadnić tezę w poleceniu: $\frac{T^2}{R^3} = const$; $R_{ap} > R_{per} \Rightarrow T_{ap} > T_{per}$ i zapisywali, że okres obiegu w aphelium jest większy, więc prędkość jest mniejsza;
- obliczali okres obiegu z proporcji

1 AU	→	365 dni
0,922 AU	→	x
- często podawali poprawnie treść prawa fizycznego, ale zapominali o podaniu nazwy tego prawa lub podawali prawidłową nazwę prawa fizycznego, a następnie błędnie podawali jego treść (albo podawali treść innego prawa fizycznego);
- udzielali odpowiedzi: *w peryhelium, ponieważ II prawo Keplera mówi o tym, że prędkość polowa (kątowna) jest stała, więc prędkość liniowa się zmienia w miarę zbliżania i oddalania się od Ziemi*;
- odwoływali się do II postulatu Bohra lub do II prawa Kirchhoffa (zamiast II prawa Keplera).

Komentarz

Zadanie sprawiło trudność zdającym. Często nie czytali oni polecenia do końca i nie wykonywali go dokładnie mimo jednoznacznych zapisów w treści zadania. Często zdarzało się, że zdający mylili prawa Keplera, podając nazwę właściwego prawa a cytując treść innego lub podając właściwą treść a błędną nazwę.

Pojawiały się też nietypowe poprawne rozwiązania. Zdający stwierdzali na przykład, że najmniejsza wartość prędkości obiegu asteroidy wokół Słońca jest w aphelium. Obiekt osiąga największą prędkość gdy promień orbity jest najmniejszy, a najmniejszą prędkość gdy promień orbity jest największy, a więc spełniona jest zasada zachowania momentu pędu $m \cdot v_1 \cdot r_1 = m \cdot v_2 \cdot r_2$.

Zadanie 5.3 (3 pkt)

Oszacuj okres obiegu asteroidy wokół Słońca. Wynik podaj w dniach ziemskich. Podczas obliczeń przyjmij, że asteroida porusza się po orbicie kołowej, rok ziemski trwa 365 dni, a średnia odległość Ziemi od Słońca jest równa 1 AU (1 AU = $15 \cdot 10^{10}$ m).

<p>Sprawdzane umiejętności Obliczanie i szacowanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych – standard II.4)e).</p>								
<p>Rozwiązywalność zadania 33%</p>								
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Prawidłową odpowiedzią było:</p> <ul style="list-style-type: none"> – zapisanie III prawa Keplera i przekształcenie do postaci $T_A = \sqrt{\frac{T_Z^2 \cdot R_A^3}{R_Z^3}}$; – wybór danych i podstawienie wartości do otrzymanego wzoru; – oszacowanie okresu obiegu asteroidy wokół Słońca $T \approx 323$ dni. 								
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający:</p> <ul style="list-style-type: none"> – często popełniali błędy rachunkowe; – popełniali błędy w przeliczaniu okresu obiegu, przyjmując np. 1 dzień = 12 h; – nie podawali wyniku końcowego (nie obliczali wartości pierwiastka); – zapisywali wynik bez jednostki; – przeliczali $T = 1500 \cdot 365 = 5,475 \cdot 10^5$ dni; – podawali rozwiązanie $T = 365:2 = 182,5$ dnia, ponieważ w treści zadania zapisano, że podczas jednego obiegu Ziemi wokół Słońca Apophis dwukrotnie przecina się z orbitą ziemską; – zapisywali wzór na prędkość orbitalną $\sqrt{\frac{G \cdot m}{R}} = \frac{2\pi \cdot R}{T}$ z podstawieniem masy asteroidy a nie Słońca, czyli dokonywali założenia, że planetoida krąży wokół samej siebie; – stosowali proporcję <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">1 AU</td> <td style="padding-right: 20px;">→</td> <td>365 dni</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,922 AU</td> <td>→</td> <td>x</td> <td style="padding-left: 20px;">i podawali wynik $x = 336$ dni.</td> </tr> </table> 	1 AU	→	365 dni		0,922 AU	→	x	i podawali wynik $x = 336$ dni.
1 AU	→	365 dni						
0,922 AU	→	x	i podawali wynik $x = 336$ dni.					
<p>Komentarz Zdający nie dostrzegli związku treści polecenia z III prawem Keplera mimo, że w treści zadania zawarto sugestię o metodzie rozwiązania – podano okres obiegu Ziemi (T) i jej odległość od Słońca (R). Niektórzy zdający próbowali wyprowadzić właściwą zależność z porównania siły grawitacji z siłą dośrodkową. Jak dziwne mogą być rozwiązania i stan wiedzy zdających, świadczy poniższy przykład:</p> <table style="margin-left: 20px; border: none;"> <tr> <td>$T_z = 365$ dni</td> <td>1 dzień – 43200 s</td> </tr> <tr> <td>1 dzień – 12 h</td> <td>365 dni – $15768 \cdot 10^3$ s</td> </tr> </table> <p>Widać, że nie wszyscy zdający znają czas trwania doby w godzinach.</p>	$T_z = 365$ dni	1 dzień – 43200 s	1 dzień – 12 h	365 dni – $15768 \cdot 10^3$ s				
$T_z = 365$ dni	1 dzień – 43200 s							
1 dzień – 12 h	365 dni – $15768 \cdot 10^3$ s							

Zadanie 5.4 (2 pkt)

Wykaż, że wartość pierwszej prędkości kosmicznej dla **asteroidy Apophis** wynosi około 0,165 m/s.

<p>Sprawdzane umiejętności Obliczanie wartości pracy i energii mechanicznej w polu grawitacyjnym i elektrostatycznym – standard I.1.2)(8).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 71%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Zdający wybierali z treści zadania odpowiednie wartości liczbowe i podstawiali do wzoru na I prędkość kosmiczną, obliczając wartości prędkości $v = 0,165$ m/s.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający: – popełniali błędy w obliczeniach i w przekształcaniu wzoru; – błędnie podstawiali średnicę zamiast promienia asteroidy; – pomimo popełnionych błędów w obliczeniach zapisywali na końcu poprawną wartość 0,165 m/s (nie wynikającą z obliczeń); – obliczali wartości prędkości ze wzoru na drugą prędkość kosmiczną.</p>
<p>Komentarz Zdający w większości poprawnie rozwiązywali zadanie. Niektórzy obliczali wartość prędkości, inni podstawiali dane do wzoru, wykazując tożsamość. Obie metody były poprawne. Trudności sprawiało jednak niedostateczne opanowanie umiejętności matematycznych.</p>

Zadanie 5.5 (3 pkt)

Oblicz maksymalną energię, jaka może wydzielć się w momencie zderzenia asteroidy z powierzchnią Ziemi. Wyraż tę energię w megatonach (MT), przyjmując, że $1 \text{ MT} \approx 4 \cdot 10^{15} \text{ J}$.

<p>Sprawdzane umiejętności Zastosowanie zasady zachowania energii mechanicznej dla ruchu postępowego i obrotowego – standard I.1.1)(11).</p>
<p>Rozwiązywalność zadania 44%</p>
<p>Typowe poprawne odpowiedzi zdających Poprawne rozwiązanie polegało na: – skorzystaniu ze wzoru na energię kinetyczną i wyborze danych liczbowych; – obliczeniu energii $6,76 \cdot 10^{18} \text{ J}$; – przeliczeniu energii na megatony $E = 1690 \text{ MT}$.</p>
<p>Najczęściej powtarzające się błędy Zdający: – zamieniali 13 km/s na 3,6 m/s (po podzieleniu 13 km przez 3600 s) lub podstawiali 13 m/s; – stosowali zależność na energię potencjalną $E = -\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r}$; – zapisywali prawidłowy wzór na energię kinetyczną, a następnie obliczali ją z zależności $E = \frac{m \cdot v}{2}$ (bez podnoszenia wartości prędkości do kwadratu); – popełniali częste błędy rachunkowe w obliczaniu energii w dżulach najczęściej podczas działań na potęgach, ale poprawnie przeliczali błędny wynik na MT.</p>

Komentarz

Proste zadanie na przeliczanie jednostek sprawiało kłopoty zdającym (nietypowa jednostka megatony). Błędy w rozwiązaniach świadczą, że często zdający spotykają się z zależnościami i wzorami dopiero na egzaminie. Często pojawiały się też błędy świadczące o nieuwadze zdających.

Statystyczny zdający uzyskał około 54% punktów możliwych do zdobycia podczas rozwiązywania zadań. Analiza rozwiązań zadań w arkuszu dla poziomu rozszerzonego wskazuje, że dużą trudność, podobnie jak w roku ubiegłym, sprawiały zdającym zadania dotyczące zagadnień z zakresu astronomii i kosmologii.

Zdający często nie czytali poleceń, nie zwracali uwagi na wyraźne wskazania w tekście, które są istotne dla poprawnego rozwiązania.

Błędy w rozwiązaniach świadczą, że często zdający spotykają się z zależnościami i wzorami dopiero na egzaminie. Karta wzorów jest ułatwieniem, ale tylko dla tych, którzy przez okres pobytu w szkole często z niej korzystają w sposób właściwy. Ważna jest także dokładna znajomość pojęć i praw. Pomylenie przyspieszenia grawitacyjnego z siłą grawitacji, prędkości na orbicie z względną prędkością planetoidy i Ziemi, energii kinetycznej z potencjalną skutkują błędnymi rozwiązaniami zadania.

Rysunki i wykresy były wykonywane odręcznie i niedokładnie, 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 oraz sprowadzaniem do wspólnego mianownika.

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 prostych zadań, w których należało stosować odpowiednie prawa, reguły i zasady. Zdający dobrze radzili sobie w typowych sytuacjach, z jakimi spotykali się prawdopodobnie często w szkole na lekcjach fizyki. Dobrze radzili sobie również z zadaniami, w których należało przeanalizować i wybrać odpowiednie dane z tabeli. Dość dobrze wypadły zadania, w których zdający analizowali informacje podane w formie tekstu lub rysowali wykresy. Zdający wykonywali jednak rysunki niestarannie i niedokładnie, co często stawało się przyczyną błędów w rozwiązaniach i powodowało utratę punktów.

Nieco słabiej wypadły zadania, w których należało zapisać własne sądy lub opinie oraz uzasadnić swoją odpowiedź. Zdający gorzej radzili sobie z zadaniami, w których pojawiał się kontekst praktyczny lub informacje podane były w formie wyrażen matematycznych.

Najsłabiej maturzyści radzili sobie z zadaniami z fizyki atomowej i jądrowej oraz z zadaniami dotyczącymi astronomii i kosmologii. Prawdopodobnie 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.

Zdecydowana większość zdających egzamin maturalny z fizyki i astronomii przystąpiła do egzaminu na poziomie rozszerzonym, co jest związane z wymaganiami uczelni wyższych.

Do mocnych stron zdających egzamin maturalny na poziomie rozszerzonym można zaliczyć umiejętności dotyczące analizy wyników, rysowania wykresów i ich interpretacji. W zadaniach zawierających część opisową zdający poprawnie wybierali niezbędne do wykonania poleceń informacje i dane liczbowe.

Do słabszych stron zdających egzamin na poziomie rozszerzonym należy zaliczyć niepełne opanowanie zagadnień z zakresu dynamiki bryły sztywnej. Martwić może również brak kompleksowego podejścia do zagadnień w zadaniach. Zdający traktują kolejne polecenia niezależnie, nie łącząc podanych w tekście wprowadzającym informacji w całość, co w znacznym stopniu ułatwiłoby rozwiązanie kolejnych zadań. Duża liczba zdających nie radziła sobie z nietypowymi sytuacjami w zadaniach. Doprowadzali rozwiązanie do momentu, gdy wystarczyło im umiejętności opanowanych dla sytuacji standardowych.

Kolejnym problemem zdających egzamin zarówno na poziomie podstawowym jak i rozszerzonym, podobnie jak w latach poprzednich, są słabo opanowane umiejętności matematyczne. Zdający popełniali wiele błędów rachunkowych. Słabo radzili sobie z działaniami na potęgach oraz z działaniami na dużych liczbach, przekształcaniem ułamków czy nawet sprowadzaniem do wspólnego mianownika. Zdający często nie analizowali również sensowności otrzymanego wyniku. Chwila zastanowienia nad otrzymanym wynikiem powinna skłonić ich do sprawdzenia i poprawienia błędów rachunkowych.

W zadaniach, które dotyczyły sytuacji występujących w życiu codziennym lub działania urządzeń technicznych, oraz w zadaniach z kontekstem praktycznym zdający często nie widzieli związku z fizyką nauczaną w szkole i próbowali odpowiadać na pytania w sposób teoretyczny lub odwoływali się do wiedzy „pozafizycznej”. Świadczy to o niedostrzeganiu praw fizyki w otaczającym świecie i traktowaniu fizyki jako nauki oderwanej od rzeczywistości.

W obu arkuszach można zauważyć duże zróżnicowanie poziomu merytorycznego odpowiedzi. Obok poprawnie sformułowanych rozwiązań o logicznej strukturze pojawiały się niepełne i nieporadne odpowiedzi, często sformułowane w sposób kolokwialny a nawet

niepoważny. Pojawiły się również prace zdających zawierające nieeleganckie i niekulturalne teksty, komentarze i rysunki.

Podsumowując, głównymi przyczynami niepowodzeń zdających był brak umiejętności:

- uważnego czytania poleceń ze zrozumieniem,
- dokładnej analizy danych przedstawionych w formie tekstu, tabel, wykresów i rysunków,
- selekcjonowania podanych informacji,
- uogólniania i formułowania wniosków i opinii,
- poprawnego wykonywania obliczeń matematycznych,
- łączenia posiadanej wiedzy i umiejętności z sytuacjami praktycznymi w otaczającym świecie,
- radzenia sobie z sytuacjami częściowo nietypowymi, ale odwołującymi się do znanych praw fizyki,
- analizy otrzymanych wyników w kontekście ich realności,
- traktowania zadania wraz z tekstem wprowadzającym jako całości.

Zaprezentowana szczegółowa analiza merytoryczna odpowiedzi zdających powinna zachęcić uczniów i nauczycieli do kształtowania i doskonalenia powyższych umiejętności. Warto przypomnieć, że zdający egzamin maturalny z fizyki i astronomii przed przystąpieniem do tego egzaminu powinni zapoznać się z *Informatorem maturalnym*. Powinni zwrócić szczególną uwagę na zwarte w nim kryteria i zasady oceniania oraz przykładowe zadania. Ponadto na stronach Centralnej Komisji Egzaminacyjnej i okręgowych komisji egzaminacyjnych opublikowane są arkusze egzaminacyjne z lat ubiegłych (wraz z rozwiązaniami), które są cennym materiałem ćwiczeniowym.