

**PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY
W ROKU SZKOLNYM 2019/2020**

FIZYKA

POZIOM ROZSZERZONY

FORMUŁA OD 2015

(„NOWA MATURA”)

ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ

DLA ARKUSZY

MFA-R1, MFA-R2, MFA-R3, MFA-R4, MFA-R7

KWIECIEŃ 2020

Uwaga: Akceptowane są wszystkie odpowiedzi merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania.

Gdy wymaganie szczegółowe dotyczy materiału gimnazjum, dopisano (G), a gdy zakresu podstawowego IV etapu edukacyjnego, dopisano (P).

Zadanie 1.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym [...].

Schemat punktowania

- 2 p. – prawidłowa postać i prawidłowa metoda wyprowadzenia wyrażenia na różnicę czasów.
 1 p. – zapisanie wyrażenia na różnicę czasów z uwzględnieniem danych w zadaniu oraz z uwzględnieniem równań ruchu jednostajnego.
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Wprowadzimy oznaczenia zgodne z treścią zadania i skorzystamy z równań ruchu jednostajnego:

$$v_A = v_{\max}, \quad v_B = v_{\max} - \Delta v, \quad s_A = s_B = d, \quad t_A = \frac{d}{v_A}, \quad t_B = \frac{d}{v_B}$$

Wyprowadzamy wyrażenie na różnicę czasów $t_B - t_A$:

$$\Delta t = \frac{d}{v_B} - \frac{d}{v_A} \rightarrow \Delta t = \frac{d(v_A - v_B)}{v_B v_A}$$

$$\Delta t = \frac{d\Delta v}{(v_{\max} - \Delta v)v_{\max}} = \frac{d\Delta v}{v_{\max}^2 - v_{\max}\Delta v}$$

Zadanie 1.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 1.4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym [...].

Schemat punktowania

- 2 p. – prawidłowa metoda obliczenia różnicy prędkości samochodów oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
 1 p. – prawidłowe przekształcenie wzoru na różnicę czasów lub zapisanie równań pozwalających obliczyć różnicę prędkości
lub
 – wyznaczenie czasu, w jakim drugi samochód przejechał odcinek autostrady o długości 10 km (około 287 s).
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Żeby obliczyć różnicę wartości prędkości samochodów, przekształcamy wzór na różnicę czasów i podstawiamy dane liczbowe:

$$\Delta t = \frac{d\Delta v}{v_{max}^2 - v_{max}\Delta v}$$

$$\Delta v = \frac{v_{max}^2 \Delta t}{d + v_{max} \Delta t}$$

$$\Delta v = 4,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Zadanie 2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona, 1.5) rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

A

Wyjaśnienie

Zauważmy, że w pierwszej połowie czasu wartość siły działającej na piłkę rośnie, a w drugiej połowie czasu wartość tej siły maleje. Zgodnie z drugą zasadą dynamiki:

$$\vec{F}_w \sim \vec{a}$$

oznacza to, że w pierwszej połowie czasu wartość przyspieszenia piłki rośnie, a w drugiej połowie czasu wartość przyspieszenia piłki maleje. W związku z tym przyrosty prędkości na jednostkę czasu są coraz większe w pierwszej połowie czasu, a w drugiej połowie czasu są coraz mniejsze. Czyli prędkość najpierw rośnie coraz szybciej, a w drugiej połowie czasu rośnie coraz wolniej (jak na wykresie A).

Zadanie 3. (0–4)

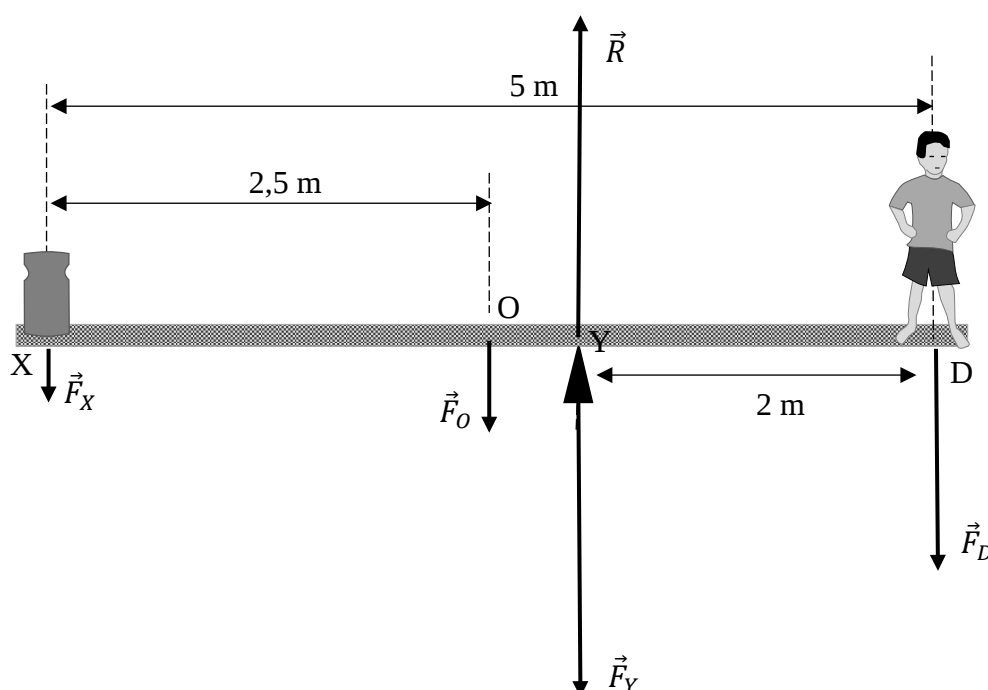
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 2.3) oblicza momenty sił, 2.4) analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił), 2.5) wyznacza położenie środka masy.

Schemat punktowania

- 4 p. – prawidłowa metoda rozwiązania i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
- 3 p. – prawidłowe zapisanie równowagi sił oraz momentów sił łącznie z prawidłową identyfikacją długości ramion sił względem punktu Y.
- 2 p. – zapisanie równowagi sił oraz momentów sił (bez identyfikacji długości ramion sił)
lub
– prawidłowe obliczenie ciężaru lub masy ciężarka.
- 1 p. – prawidłowe zapisanie równowagi sił (skorzystanie z I i III zasady dynamiki, równoważne zapisom w 1) i 3) poniżej)
lub
– prawidłowe zapisanie równowagi momentów sił.
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Na rysunku poniżej narysujemy i oznaczymy siły działające na belkę.



Belka jest w równowadze, gdy:

- 1) działające na nią siły równoważą się,
- 2) działające na nią momenty tych sił równoważą się

Punkt O na rysunku powyżej jest punktem środka masy belki. Zatem:

- 1) $F_X + F_O + F_D = R$
- 2) $F_X \cdot |XY| + F_O \cdot |OY| = F_D \cdot |YD|$ – względem punktu Y

Ponadto z trzeciej zasady dynamiki wiemy, że:

- 3) $F_Y = R$

Z równania 2) obliczamy wartość siły F_X (równej ciężarowi odważnika):

$$F_X \cdot 3 \text{ m} + 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,5 \text{ m} = 40 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 2 \text{ m} \rightarrow F_X = 245 \text{ N}$$

Z równań 2) i 3) obliczamy wartość siły F_Y :

$$F_Y = 245 \text{ N} + 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} + 40 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \approx 736 \text{ N}$$

Zadanie 4.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona, 1.12) (G) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

A – 2

Wyjaśnienie:

W tej fazie ruchu prędkość wzrasta, a zatem rośnie siła oporów powietrza (zależąca od prędkości). Ponieważ siła oporów powietrza rośnie to maleje wartość siły wypadkowej:

$$F_W = Q - F_{op}$$

Zgodnie z drugą zasadą dynamiki:

$$\vec{F}_W \sim \vec{a}$$

wynika dalej, że wartość przyspieszenia maleje (przyrosty prędkości w jednostce czasu są coraz mniejsze).

Zadanie 4.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 1.7) opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona, 1.12) (G) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała, 1.9) (G) posługuje się pojęciem siły ciężkości.

Schemat punktowania

2 p. – wykazanie proporcjonalności kwadratu prędkości granicznej do masy skoczka oraz prawidłowe obliczenie prędkości granicznej (wynik podany z jednostką).

1 p. – wykazanie proporcjonalności kwadratu prędkości granicznej do masy skoczka.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Wykazujemy proporcjonalność kwadratu prędkości granicznej (v_g^2) do masy skoczka (m). Gdy skoczek opada z ustaloną prędkością graniczną, to siła oporów powietrza działająca na skoczka równoważy siłę grawitacji:

$$F_g = F_{op} \rightarrow mg = \beta d^2 v_g^2 \rightarrow v_g^2 = \frac{g}{\beta d^2} \cdot m \rightarrow v_g^2 \sim m$$

Obliczamy prędkość graniczną dla masy 115 kg:

$$v_g^2 = \frac{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{2,6 \frac{\text{N} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4} \cdot 7^2 \text{ m}^2} \cdot 115 \text{ kg} = 8,86 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \rightarrow v_g \approx 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Zadanie 4.3. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona, 1.12) (G) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała, 1.9) (G) posługuje się pojęciem siły ciężkości.

Schemat punktowania

- 3 p. – prawidłowa metoda rozwiązania i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
2 p. – zapisanie drugiej zasady dynamiki (łącznie z uwzględnieniem zwrotu wektora przyspieszenia bądź zwrotu siły wypadkowej) oraz zastosowanie wzorów na siłę oporu i siłę grawitacji (łącznie z identyfikacją wielkości w nich występujących).
1 p. – zapisanie drugiej zasady dynamiki łącznie z uwzględnieniem zwrotu wektora przyspieszenia bądź zwrotu siły wypadkowej (tzn. w przypadku zapisu $ma = F_g - F_{op}$ konieczna jest wzmianka, że $F_{op} > F_g$ lub komentarz do ujemnego wyniku przyspieszenia, natomiast zapis $ma = F_{op} - F_g$ już ten fakt domyślnie uwzględnia).
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Tuż przed osiągnięciem prędkości granicznej ruch skoczka jest opóźniony, co oznacza, że:

$$1) F_{op} > F_g$$

Zgodnie z drugą zasadą dynamiki mamy:

$$2) ma = F_{op} - F_g$$

gdzie a jest wartością bezwzględną opóźnienia ruchu. Do powyższego podstawiamy wzór na siłę oporu oraz siłę grawitacji i obliczamy opóźnienie

$$3) ma = \beta d^2 v^2 - mg$$

$$4) a = \frac{\beta d^2 v^2}{m} - g \rightarrow a = \frac{2,6 \frac{\text{N} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4} \cdot 7^2 \text{ m}^2 \cdot 4^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{115 \text{ kg}} - 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 7,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Zadanie 5.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe), 4.1) wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi.

Schemat punktowania

- 2 p. – prawidłowa metoda oraz prawidłowo zapisane wyrażenie na siłę działającą na ciało A.
1 p. – zapisanie siły działającej na ciało A jako sumy sił od oddziaływania z B i C oraz zastosowanie wzoru na siłę grawitacji pomiędzy dwoma masami sferycznymi.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Obliczamy siłę wypadkową działającą na A i pochodzącą od oddziaływań grawitacyjnych z B i C.

$$F_{ABC} = F_{AB} + F_{AC}$$

$$F_{ABC} = \frac{Gm \cdot m}{r^2} + \frac{Gm \cdot m}{(2r)^2} = \frac{Gm^2}{r^2} + \frac{Gm^2}{4r^2}$$

$$F = \frac{5}{4} \cdot \frac{Gm^2}{r^2}$$

Zadanie 5.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 1.1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe), 4.1) wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi.

Schemat punktowania

- 2 p. – prawidłowa metoda wykazania, że x nie może być równe $1,5r$.
1 p. – zapisanie wzoru na siłę F_{AD} – siłę pomiędzy ciałem A i ciałem $2m$ umieszczonym w punkcie D
lub
– zapisanie wzoru $\frac{5}{4} \cdot \frac{Gm^2}{r^2} = F_{AD}$.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Obliczymy odległość x ciała D od A, przy której siła działająca na A w oddziaływaniu z D jest taka, jak poprzednio (tzn. jak w oddziaływaniu z ciałami B i C):

$$F_{ABC} = F_{AD}, \quad F_{AD} = \frac{Gm \cdot 2m}{x^2}$$

$$F = F_{AD}, \quad \frac{5}{4} \cdot \frac{Gm^2}{r^2} = \frac{Gm \cdot 2m}{x^2} \rightarrow x^2 = \frac{8}{5} \cdot r^2 \rightarrow x \approx 1,26r \rightarrow x \neq 1,5r$$

Z tego wynika, że środek D nie leży na środku odcinka BC.

Zadanie 6. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 7.5) wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego, 7.12) opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

D

Zadanie 7. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 1.10) wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas [...] zjawiska odrzutu.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

C – 3

Zadanie 8. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 5.1) stosuje równanie stanu gazu doskonałego do wyznaczenia parametrów gazu, 5.3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego, 5.6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej, 5.8) analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii.

Schemat punktowania

2 p. – cztery wpisy prawidłowe.

1 p. – co najmniej dwa wpisy prawidłowe.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne odpowiedzi

1. Objętość gazu rośnie w **a.**, **b.**
2. Energia wewnętrzna gazu rośnie w **a.**
3. Ciepło jest oddawane przez gaz do otoczenia w **c.**, **d.**
4. Objętość gazu się zmienia w **e.**

Zadanie 9.1. (0–4)

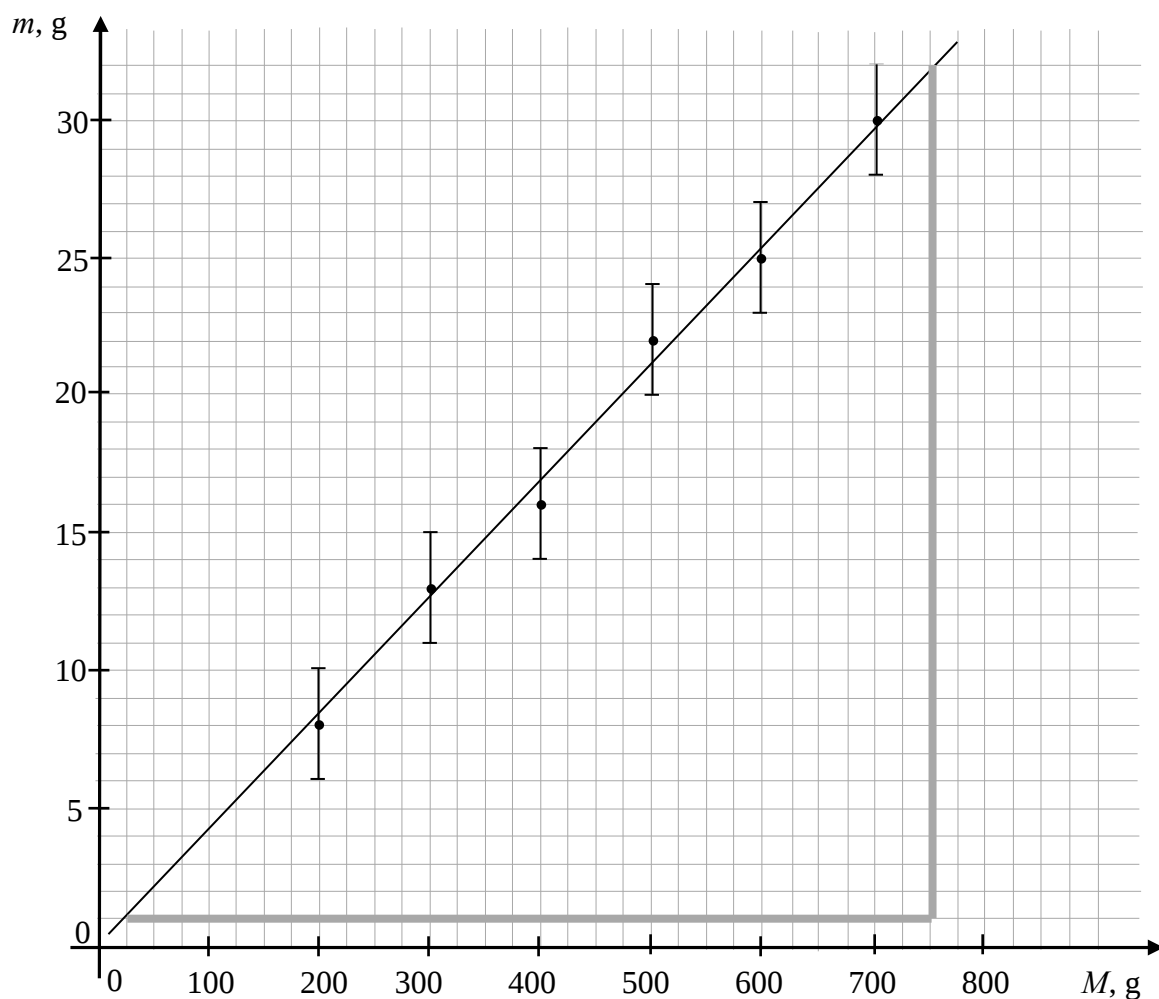
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 12.2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), 12.5) dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników a i b [...].

Schemat punktowania a)

- 3 p. – prawidłowe podpisanie i wyskalowanie osi oraz prawidłowe naniesienie punktów na wykres wraz z niepewnościami pomiarowymi oraz prawidłowe narysowanie prostej najlepszego dopasowania
- 2 p. – prawidłowe podpisanie i wyskalowanie osi oraz prawidłowe naniesienie punktów na wykres wraz z niepewnościami pomiarowymi
lub
 – prawidłowe podpisanie i wyskalowanie osi oraz prawidłowe naniesienie punktów i narysowanie prostej najlepszego dopasowania (bez niepewności pomiarowych).
- 1 p. – prawidłowe podpisanie i wyskalowanie osi oraz prawidłowe naniesienie punktów na wykres.
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie a)

Poniżej wykres zależności $m(M)$. Na rysunku dorysowano dodatkowo dwie prostopadłe linie pomocnicze (szare) pomocne do wyznaczenia współczynnika proporcjonalności.

**Schemat punktowania b)**

1 p. – prawidłowe wyznaczenie z wykresu współczynnika proporcjonalności.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie b)

Odczytujemy współczynnik proporcjonalności z wykresu zależności $m(M)$:

$$a = \frac{\Delta m}{\Delta M} = \frac{31 \text{ g}}{725 \text{ g}} = 0,0428 \approx 0,043$$

Zadanie 9.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 5.12) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowo wyznaczone wyrażenie a w zapisie $\frac{m}{M} = a$ lub $m = aM$.

1 p. – zapisanie bilansu energii z uwzględnieniem procesów: ogrzewania mleka, skraplania pary wodnej i schładzania wody, łącznie z prawidłową identyfikacją zmian temperatur: ΔT_M , ΔT_w .

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Korzystamy z bilansu energii: ciepło oddane przez parę wodną i powstałą z niej wodę jest równe ciepłu, które pobrało mleko:

$$Q_{woda} + Q_{para} = Q_{mleko} \rightarrow mc_w \Delta T_w + mL = Mc_M \Delta T_M$$

$$mc_w(100^\circ\text{C} - 38^\circ\text{C}) + mL = Mc_M(38^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C}) \rightarrow mc_w 62^\circ\text{C} + mL = Mc_M 30^\circ\text{C}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{30^\circ\text{C} \cdot c_M}{L + c_w \cdot 62^\circ\text{C}}$$

Zadanie 9.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 5.12) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego, 12.3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 p. – poprawne porównanie wyznaczonej doświadczalnie wartości a z wyrażeniem dla a .

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Porównujemy wartość współczynnika proporcjonalności wyznaczoną doświadczalnie ze wzorem uzyskanym w modelu zjawiska. Uwaga – wartości różnic temperatur w skali Kelwina i Celsjusza są takie same (dlatego pozostawiamy je bez przeliczania).

$$0,043 = \frac{30^\circ\text{C} \cdot c_M}{2,5 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{g}} + 4,2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 62^\circ\text{C}} \rightarrow c_M = 3,96 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 4,0 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Zadanie 10.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 6.1) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych), podaje przykłady takiego ruchu, 6.3) oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego.

Schemat punktowania

1 p. – prawidłowe wyznaczenie czasu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawne rozwiązanie

Energia kinetyczna uzyskuje wartość maksymalną podczas ruchu drgającego gdy ciało przechodzi przez położenie równowagi sił (wtedy jest zerowe wychylenie). Czas jaki upłynie w ruchu drgającym od maksymalnego do zerowego wychylenia, wynosi ćwierć okresu:

$$t = \frac{T}{4} = 0,625 \text{ s}$$

Zadanie 10.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 6.7) stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 p. – zapisanie wzoru na maksymalną energię kinetyczną w ruchu drgającym z uwzględnieniem związku pomiędzy prędkością maksymalną i maksymalnym wychyleniem.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Maksymalną energię kinetyczną w ruchu drgającym wyznaczymy ze wzoru na energię kinetyczną i związku pomiędzy prędkością maksymalną w ruchu drgającym i maksymalnym wychyleniem:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m v_{max}^2, \quad v_{max} = x_{max} \cdot \frac{2\pi}{T}$$

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m x_{max}^2 \cdot \frac{4\pi^2}{T^2}$$

Podstawiamy dane do obliczeń: $x_{max} = 6 \text{ cm}$ oraz $T = 2,5 \text{ s}$.

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 0,06^2 \text{ m}^2 \cdot \frac{4 \cdot 3,14^2}{2,5^2 \text{ s}^2} = 2,27 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

Zadanie 10.3. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona, 6.1) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznym) [...].

Schemat punktowania

3 p. – prawidłowa metoda i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 p. – zapisanie wzoru (sposób 1) na maksymalną siłę wypadkową: $F_{w\ max} = F_{s\ max} - F_g$ oraz poprawne obliczenie maksymalnego przyspieszenia lub maksymalnej siły wypadkowej ze wzoru $F_{w\ max} = ma_{max}$
lub

– zapisanie wzoru (sposób 2) na maksymalną wartość siły sprężystości w postaci: $F_{s\ max} = k(x_0 + x_{max})$ łącznie z uwzględnieniem warunku równowagi sił: $kx_0 = mg$ oraz prawidłowe obliczenie k .

1 p. – zapisanie wzoru (sposób 1) na wartość maks. siły wypadkowej: $F_{w\ max} = F_{s\ max} - F_g$ łącznie z uwzględnieniem związku pomiędzy maksymalnym przyspieszeniem i maksymalnym wychyleniem
lub

– zapisanie wzoru (sposób 2) na maksymalną wartość siły sprężystości w postaci: $F_{s\ max} = k(x_0 + x_{max})$ łącznie z uwzględnieniem warunku równowagi sił: $kx_0 = mg$.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanieSposób 1

Drganie ciężarka odbywa się pod wpływem siły wypadkowej (z siły sprężystości oraz siły grawitacji):

$$\vec{F}_w = \vec{F}_s + \vec{F}_g$$

Siła sprężystości osiąga wartość maksymalną przy najniższym wychyleniu ciężarka (sprężyna jest wtedy najbardziej rozciągnięta). W tej sytuacji także siła wypadkowa osiąga wartość największą, ponieważ to położenie jest również maksymalnym wychyleniem z położenia równowagi sił. Wartości sił w takim położeniu ciężarka wiąże relacja:

$$F_{w\ max} = F_{s\ max} - F_g \rightarrow F_{s\ max} = F_{w\ max} + F_g$$

Maksymalną wartość siły wypadkowej możemy wyznaczyć z drugiej zasady dynamiki i związku pomiędzy maksymalnym przyspieszeniem w ruchu drgającym i maksymalnym wychyleniem:

$$F_{w\ max} = ma_{max}, \quad a_{max} = x_{max} \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \rightarrow F_{w\ max} = mx_{max} \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

Podstawiamy dane do obliczeń: $x_{max} = 6\text{ cm}$ oraz $T = 2,5\text{ s}$.

$$F_{w\ max} = 0,2\text{ kg} \cdot 0,06\text{ m} \cdot \frac{4 \cdot 3,14^2}{2,5^2\text{ s}^2} = 7,57 \cdot 10^{-2}\text{ N}$$

Na koniec obliczamy wartość maksymalnej siły sprężystości

$$F_{s\ max} = F_{w\ max} + mg \rightarrow F_{s\ max} = 7,57 \cdot 10^{-2}\text{ N} + 1,96\text{ N} \approx 2,04\text{ N}$$

Sposób 2

Maksymalna wartość siły sprężystości wynosi:

$$F_{s\max} = k(x_0 + x_{\max})$$

gdzie $x_{\max}$ jest amplitudą drgania, x_0 to wartość wydłużenia sprężyny ponad jej długość swobodną w położeniu równowagi siły grawitacji i siły sprężystości:

$$kx_0 = mg$$

Współczynnik k wyznaczymy ze wzoru na okres:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow k \approx 1,26 \text{ N/m}$$

Obliczamy x_0 :

$$x_0 = \frac{mg}{k} \approx 1,56 \text{ m}$$

Obliczamy $F_{s\max}$:

$$F_{s\max} = k(x_0 + x_{\max}) \approx 1,26 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (1,56 \text{ m} + 0,06 \text{ m}) \approx 2,04 \text{ N}$$

Zadanie 11.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 6.9) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe podkreślenia w obu zdaniach.

1 p. – prawidłowe podkreślenie w jednym zdaniu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Częstotliwość światła, które przeszło do szkła, jest (*większa niż* / *mniej niż* / taka sama, jak) częstotliwość tego światła w próżni.

Długość fali światła, które przeszło do szkła, jest (*większa niż* / mniej niż / *taka sama jak*) długość fali tego światła w próżni.

Zadanie 11.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 6.8) stosuje w obliczeniach związki między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością, 6.9) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków.
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 p. – zapisanie w jakiegokolwiek formie prawa Snelliusa łącznie z uwzględnieniem (w osobnych zapisach, lub w zapisie prawa Snelliusa) związków 2) – 4) wymienionych poniżej.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Korzystamy z: 1) prawa Snelliusa, 2) wzoru z prędkościami na współczynnik załamania światła w szkło, 3) związku pomiędzy parametrami fali, 4) własności zachowania częstotliwości fali przechodzącej przez dwa ośrodki.

$$1) \frac{\sin \alpha_{pr}}{\sin \alpha_{szk}} = n_{szk}, \quad 2) n_{szk} = \frac{c}{v_{szk}}, \quad 3) v = f\lambda, \quad 4) f_{szk} = f_{pr}$$

Z powyższych zależności wyznaczamy długość fali światła w szkło:

$$\frac{\sin \alpha_{pr}}{\sin \alpha_{szk}} = \frac{c}{v_{szk}} = \frac{f_{pr}\lambda_{pr}}{f_{szk}\lambda_{szk}} = \frac{\lambda_{pr}}{\lambda_{szk}}$$
$$\frac{\sin \alpha_{pr}}{\sin \alpha_{szk}} = \frac{\lambda_{pr}}{\lambda_{szk}} \rightarrow \lambda_{szk} = \frac{\sin 25^\circ}{\sin 45^\circ} \cdot 628 \text{ nm} = 375 \text{ nm} \approx 380 \text{ nm}$$

Zadanie 11.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.	Zdający: 6.8) stosuje w obliczeniach związki między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością, 6.9) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków. Zdający przeprowadza analizę wyników doświadczeń dotyczących: 13.8) załamania światła (np. wyznaczenie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego).

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe obliczenie kąta granicznego oraz prawidłowe narysowanie promienia odbitego pod kątem 40 stopni
lub

– wykazanie, że promień musi się odbić od granicy ośrodków, ponieważ nie istnieje kąt, którego sinus wynosi $\frac{\sin 45^\circ}{\sin 25^\circ} \cdot \sin 40^\circ > 1$ oraz prawidłowe narysowanie promienia odbitego pod kątem 40 stopni.

1 p. – zapisanie wzorów umożliwiających wyznaczenie (korzystając z danych) kąta granicznego w szkło: wzoru na sinus kąta granicznego i wzoru (z sinusami) na współczynnik załamania światła w szkło
lub

– narysowanie promienia odbitego (tylko!) pod kątem 40 stopni.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1.

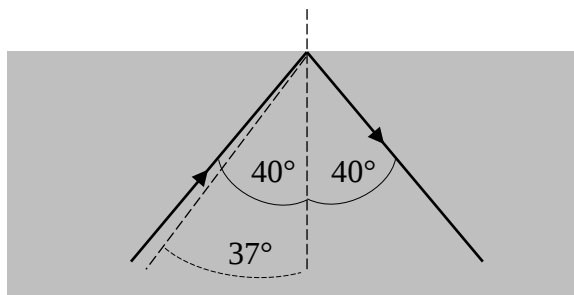
Założmy, że promień wychodzący załamie się pod kątem β . Zastosujemy prawo Snelliusa dla sytuacji zilustrowanej na rysunku we wstępie do zadania oraz dla sytuacji zilustrowanej na rysunku w zadaniu 11.3:

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 25^\circ} = n_{sz} = \frac{\sin \beta}{\sin 40^\circ}$$

Z powyższego równania otrzymujemy:

$$\sin \beta = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 25^\circ} \cdot \sin 40^\circ > 1$$

Nie istnieje taki kąt, którego sinus byłby większy od 1. Zatem promień nie może wyjść z ośrodka – zatem musi się odbić od granicy ośrodków z powrotem do szkła.



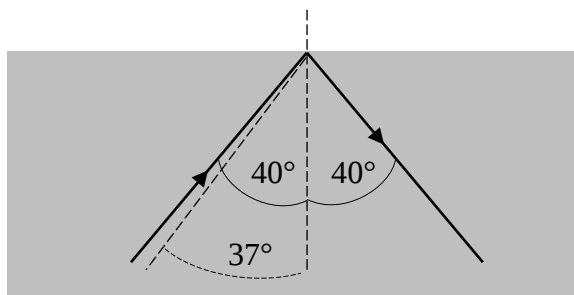
Sposób 2.

Żeby dorysować promień musimy ustalić, czy ten promień wyjdzie ze szkła do powietrza, czy też może nastąpi całkowite wewnętrzne odbicie. W tym celu obliczamy kąt graniczny dla szkła – tzn. taki kąt padania, dla którego promień wychodzący ze szkła do próżni byłby załamany pod maksymalnym kątem, czyli 90° :

$$\frac{\sin 90^\circ}{\sin \alpha_g} = \frac{n_{sz}}{n_p} \rightarrow \sin \alpha_g = \frac{1}{n_{szk}}$$

$$\sin \alpha_g = \frac{\sin 25^\circ}{\sin 45^\circ} = 0,60 \rightarrow \alpha_g \approx 37^\circ$$

Ponieważ kąt padania na granicę ośrodków od strony szkła jest większy od kąta granicznego, to promień nie może wyjść z ośrodka, więc w całości odbije się od granicy ośrodków.



Zadanie 12. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.4) (G) opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona, 1.8) (G) analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie, 1.9) (G) wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa.

Schemat punktowania

- 3 p. – prawidłowa metoda oraz wykazanie, że paczka nie zanurzy się w wodzie.
 2 p. – zapisanie warunku równowagi sił łącznie z prawidłowym zapisem wzorów (oddzielnie lub w warunku równowagi sił): na siłę wyporu Archimedesesa oraz siłę grawitacji – wzorów uwzględniających odpowiednie gęstości i objętości.
 1 p. – zapisanie warunku równowagi sił: ciężaru paczki i kry oraz siły wyporu Archimedesesa.
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanieSposób 1

Obliczymy konieczną do zrównoważenia ciężaru kry i paczki objętość wypartej wody. Zapisujemy warunek równowagi sił: ciężaru kry lodowej $\vec{Q}_l$ razem z ciężarem paczki $\vec{Q}_p$ oraz siły wyporu Archimedesesa $\vec{F}_A$:

$$Q_p + Q_l = F_A$$

$$m_p g + \rho_l V_{kry} g = \rho_w V_{ww} g$$

$$V_{ww} = \frac{m_p + \rho_l V_{kry}}{\rho_w} \rightarrow V_{ww} = \frac{50 \text{ kg} + 920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,75 \text{ m}^3}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,74 \text{ m}^3$$

Konieczna do zrównoważenia objętość wypartej wody jest mniejsza od objętości kry lodowej, w związku z czym możliwa jest opisana sytuacja, w której paczka nie zanurzy się w wodzie.

Sposób 2

Obliczymy największą masę, jaką mogłaby utrzymać kra i porównamy z masą paczki. Przyjmujemy, że objętość wypartej wody jest równa objętości kry lodowej. Zapisujemy warunek równowagi sił: ciężaru kry lodowej $\vec{Q}_l$ razem z maksymalnym obciążeniem $\vec{Q}_{max}$ oraz siły wyporu Archimedesesa $\vec{F}_A$:

$$Q_{max} + Q_l = F_A$$

$$m_{max} g + \rho_l V_{kry} g = \rho_w V_{kry} g$$

$$m_{max} = \rho_w V_{kry} - \rho_l V_{kry} \rightarrow m_{max} = 60 \text{ kg}$$

Zadanie 13. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 8.4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych.

Schemat punktowania

2 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.

1 p. – zaznaczenia odpowiedzi 1. **P** i 2. **F** lub zaznaczenie odpowiedzi 3. **F** i 4. **P**.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

1. **P** 2. **F** 3. **F** 4. **P**

Zadanie 14.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 9.13) opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne).

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda i poprawny wynik z jednostką.

1 p. – prawidłowa metoda, z początkowym błędem odczytu wartości amplitudy napięcia lub jednym błędem rachunkowym w obliczeniach

lub

– poprawne obliczenie amplitudy napięcia

lub

– poprawne obliczenie skutecznego natężenia prądu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Odczytamy amplitudę natężenia prądu: $I_{max} = 1,5 \text{ A}$. (Można też obliczyć natężenie skuteczne $I_{sk} = 1,06 \text{ A}$.) Następnie obliczymy amplitudy napięcia:

$$U_{max} = I_{max}R = 1,5 \text{ A} \cdot 4 \Omega = 6 \text{ V}$$

Obliczymy napięcie skuteczne:

$$U_{sk} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = 4,2 \text{ V}.$$

(Można też obliczyć z natężenia skutecznego: $U_{sk} = I_{sk}R = 1,06 \cdot 4 = 4,24 \Omega$)

Zadanie 14.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 9.13) opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne).

Schemat punktowania

1 p. – zapisanie prawidłowej wartości częstotliwości zmian natężenia prądu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie

Odczytamy okres zmian natężenia: $T = 0,2$ s Następnie obliczymy częstotliwość zmian natężenia prądu:

$$f = \frac{1}{T} \quad \rightarrow \quad f = 5 \text{ Hz}$$

Zadanie 14.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 9.10) oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej, 9.12) opisuje budowę i zasadę działania prądnicy i transformatora, 9.13) opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne).
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	

Schemat punktowania

2 p. – poprawna metoda i poprawny wynik z jednostką. Należy uznać wynik 0,95 T oraz 0,96 T.

1 p. – poprawna metoda, błąd rachunkowy lub błąd przeliczenia cm² na m², lub błąd co do czynnika 2π , lub błąd (albo pominięcie) jednostki B.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Korzystamy ze wzoru na amplitudę napięcia indukowanego na obracającej się w polu magnetycznym ramce:

$$U_{max} = N2\pi fBS$$

$$B = \frac{U_{max}}{N2\pi fS} = \frac{90}{100 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 75 \cdot 0,002} = 0,955 \text{ T}$$

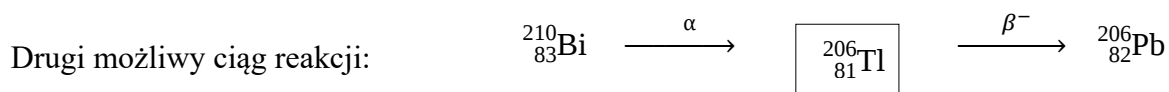
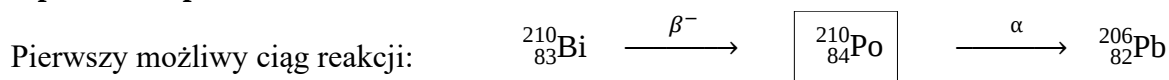
Uwaga! Obliczenia jak powyżej można wykonać korzystając z wyników zadań 14.1–14.2., przy udowodnieniu, że pole magnetyczne jest takie samo. W tym celu wystarczy wykazać równość stosunków $\frac{U_{max1}}{f_1} = \frac{U_{max2}}{f_2}$, gdzie indeksy 1 i 2 odnoszą się odpowiednio do amplitudy i częstotliwości w zadaniach 14. 1–14.2. i w zadaniu 14.3. W istocie: $\frac{6 \text{ V}}{5 \text{ Hz}} = \frac{90 \text{ V}}{75 \text{ Hz}}$.

Zadanie 15. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 3.1) (P) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej, 3.3) (P) wymienia właściwości promieniowania jądrowego α , β , γ ; opisuje rozpady alfa, beta (wiadomości o neutrinach nie są wymagane), sposób powstawania promieniowania gamma; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego.

Schemat punktowania

- 2 p. – prawidłowe uzupełnienie obydwu ciągów reakcji, tzn. poprawne wpisanie przemian w każdym ciągu reakcji oraz prawidłowe wpisanie izotopu pośredniego, z uwzględnieniem jego liczb atomowych i masowych.
- 1 p. – prawidłowe uzupełnienie jednego ciągu reakcji, tzn. poprawne wpisanie przemian w jednym ciągu reakcji oraz prawidłowe wpisanie izotopu pośredniego, z uwzględnieniem jego liczb atomowych i masowych
lub
- prawidłowe wpisanie przemian w obu ciągach reakcji i błędy w identyfikacji izotopów pośrednich.
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne odpowiedzi

Zadanie 16. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 2.4) (P) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii, 2.6) (P) opisuje efekt fotoelektryczny, wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia energii i prędkości fotoelektronów.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

A – 1

Zadanie 17.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 1.9) (P) opisuje [...] zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej, posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego.

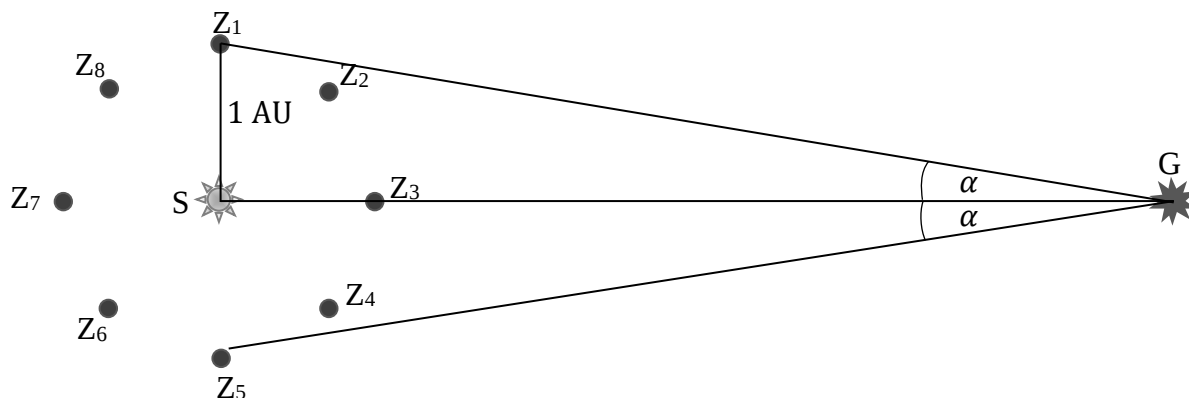
Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe narysowanie kierunków Z_1G (lub Z_5G) oraz Z_3G (lub Z_7G) i wpisanie pomiędzy nimi kąta α , lub narysowanie kierunków Z_1G oraz Z_5G i wpisanie pomiędzy nimi kąta 2α i prawidłowe oznaczenie odcinka o długości 1 AU (odcinek Z_1S).

1 p. – prawidłowe narysowanie i oznaczenie odcinka o długości 1 AU
lub

– prawidłowe narysowanie kierunków obserwacji i oznaczenie kąta α .

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Zadanie 17.2 (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 1.9) (P) opisuje [...] zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej, posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego.

Schemat punktowania

1 p. – prawidłowe zapisanie wzoru.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie

Zapisanie jednego ze wzorów (gdzie $d = SG$ oraz $|SZ_1| = 1 \text{ AU}$, ponadto $|Z_1G| \approx |SG|$, a kąt α wyrażony jest w radianach):

$$\frac{|SZ_1|}{|SG|} = \operatorname{tg} \alpha \quad \rightarrow \quad d = \frac{1 \text{ AU}}{\operatorname{tg} \alpha} \quad \text{lub} \quad d \approx \frac{1 \text{ AU}}{\sin \alpha} \quad \text{lub} \quad d \approx \frac{1 \text{ AU}}{\alpha [\text{rad}]}$$

Zadanie 17.3 (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 1.9) (P) opisuje [...] zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej, posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego.

Schemat punktowania

1 p. – zapisanie prawidłowej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowa odpowiedź

Dalej od Słońca jest gwiazda Syriusz, ponieważ kąt paralaksy heliocentrycznej dla tej gwiazdy jest mniejszy.