

Rodzaj dokumentu:	Zasady oceniania rozwiązań zadań
Egzamin:	Egzamin maturalny
Przedmiot:	Fizyka
Poziom:	Poziom rozszerzony

Zasady oceniania są zgodne z podstawą programową kształcenia ogólnego dla szkoły ponadpodstawowej z 2024 r., <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20240001019/O/D20241019.pdf> (dostęp: 20.09.2024).

Uwagi:

Akceptowane są wszystkie rozwiązania merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania. Gdy wymaganie dotyczy treści szkoły podstawowej, dopisano (SP), a gdy zakresu podstawowego szkoły ponadpodstawowej – dopisano (P).

Zadanie 1. Tramwaj

Zadanie 1.1. (0–4)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	I. Wymagania przekrojowe. Zdający: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. II. Mechanika. Zdający: 14) posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu, siłą wypadkową i czasem działania tej siły wypadkowej; 20) posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej wraz z ich jednostkami; wykorzystuje równość między pracą siły wypadkowej i zmianą energii kinetycznej oraz zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń.

Zasady oceniania

4 pkt – narysowanie właściwie wyskalowanego wykresu (długości osi wykorzystane w co najmniej 50 %, brak punktów wystających poza obszar wykresu) z poprawnie zaznaczonymi punktami, oznaczonymi osiami i dobranymi zakresami tych osi

3 pkt – narysowanie wykresu z poprawnie zaznaczonymi punktami

2 pkt – zwrócenie uwagi na nieliniowość energii kinetycznej poprzez np. obliczenie wartości pośrednich

1 pkt – obliczenie wartości energii kinetycznych w wierzchołkach łamanej na wykresie $p(t)$

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Uwaga: jeśli uczeń sporządził wykres (wymagania na 3 lub 4 punkty), ale nie zauważył, że fragment wykresu jest nieliniowy i narysował w tym miejscu odcinek, to traci odpowiednio 1 punkt.

Przykładowe pełne rozwiązanie

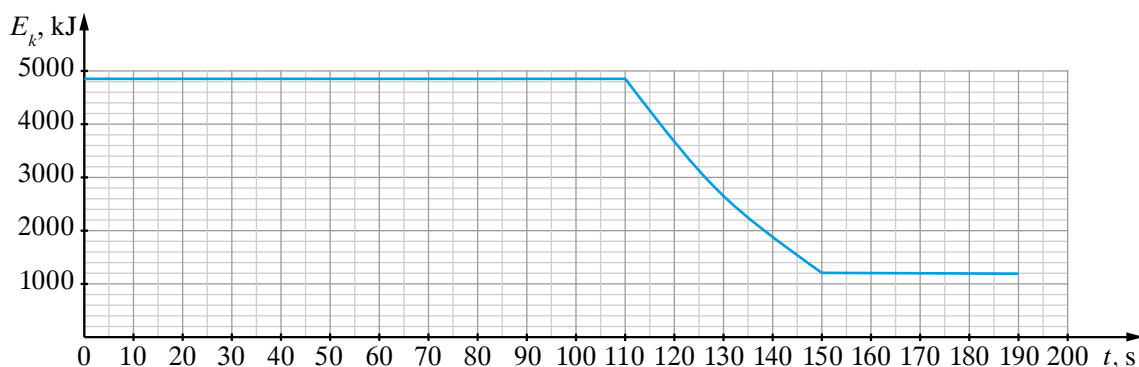
Wyrażenie energii kinetycznej przez pęd: $E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2 v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$

Energia kinetyczna obliczona dla przykładowych pędów odczytanych z wykresu:

t, s	$p, \frac{kg \cdot m}{s}$	E_k, kJ
0	640000	4876
110	640000	4876
120	560000	3733
130	480000	2743
140	400000	1905
150	320000	1219
190	320000	1219

Zwróćmy uwagę, że w przedziale czasu od 110 s do 150 s energia kinetyczna zmienia się nieliniowo – zgodnie ze wzorem odpowiedni fragment wykresu powinien być łukiem paraboli.

Wygląd poprawnego wykresu:



Zadanie 1.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	I. Wymagania przekrojowe. Zdający: 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. II. Mechanika. Zdający: 6) wyznacza położenie, wartość prędkości, wartość przyspieszenia i drogę w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w postaci tabel i wykresów.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne obliczenie drogi

1 pkt – poprawne wyznaczenie sposobu na obliczenie drogi

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Prędkości tramwaju obliczone ze wzoru $v = \frac{p}{m}$ w kluczowych momentach ruchu:

t, s	$v, \frac{m}{s}$
0	15,24
110	15,24
150	7,62
190	7,62

W przedziałach czasu 0 s – 110 s oraz 150 s – 190 s ruch jest jednostajny, a w przedziale 110 s – 150 s – jednostajnie opóźniony.

$$\text{Droga: } s = s_1 + s_2 + s_3 = 15,24 \cdot 110 + \frac{15,24 + 7,62}{2} \cdot 40 + 7,62 \cdot 40 = 2438 \text{ m}$$

Zadanie 1.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	I. Wymagania przekrojowe. Zdający: 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. II. Mechanika. Zdający: 13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał; 14) posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu, siłą wypadkową i czasem działania tej siły wypadkowej.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

1 pkt – zastosowanie prawidłowej metody, bez uzyskania poprawnego wyniku

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Ponieważ o okresie od $t = 110$ s do $t = 150$ s pęd zmienia się liniowo, siła w tym czasie jest stała. Najłatwiej wyliczyć ją z drugiej zasady dynamiki wyrażonej przez pęd, odczytując dane na krańcach linii pochyłej na wykresie.

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{640000 - 320000}{40} = 8000 \text{ N}$$

Zadanie 1.4. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	I. Wymagania przekrojowe. Zdający: 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. II. Mechanika. Zdający: 18) rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne; omawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych; posługuje się pojęciem siły bezwładności.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

1 pkt – zastosowanie prawidłowej metody, bez uzyskania poprawnego wyniku

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Wartość siły bezwładności obliczamy, mnożąc masę pasażera przez opóźnienie tramwaju.

$$F_b = m_p \frac{\Delta v}{\Delta t} = 75 \cdot \frac{15,24 - 7,62}{40} = 14,3 \text{ N}$$

Zadanie 2. Tarcza i pręt

Zadanie 2.1. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	III. Mechanika bryły sztywnej. Zdający: 4) stosuje zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; posługuje się pojęciami przyspieszenia kątownego oraz momentu bezwładności jako wielkości zależnej od rozkładu mas, wraz z ich jednostkami; 7) stosuje zasadę zachowania momentu pędu.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

2 pkt – wyprowadzenie wzoru końcowego na częstotliwość f_2

1 pkt – sformułowanie zasady zachowania momentu pędu lub obliczenie momentu bezwładności układu przed przewróceniem się pręta i po jego przewróceniu

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Dane:

$$m_w = 0,6 \text{ kg}$$

$$r = 0,9 \text{ m}$$

$$m_p = 0,4 \text{ kg}$$

$$l = 0,7 \text{ m}$$

$$f_1 = 1,5 \text{ Hz}$$

Korzystamy z zasady zachowania momentu pędu:

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \Rightarrow I_1 2\pi f_1 = I_2 2\pi f_2 \Rightarrow f_2 = f_1 \frac{I_1}{I_2}$$

Moment bezwładności układu, gdy pręt stoi:

$$I_1 = \frac{1}{2} m_w r^2$$

Moment bezwładności układu po przewróceniu się pręta:

$$I_2 = \frac{1}{2} m_w r^2 + \frac{1}{3} m_p l^2$$

Tak więc częstotliwość:

$$f_2 = f_1 \frac{\frac{1}{2} m_w r^2}{\frac{1}{2} m_w r^2 + \frac{1}{3} m_p l^2} = \frac{m_w r^2}{m_w r^2 + \frac{2}{3} m_p l^2} = 1,18 \text{ Hz}$$

Zadanie 2.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	III. Mechanika bryły sztywnej. Zdający: 4) stosuje zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; posługuje się pojęciami przyspieszenia kąowego oraz momentu bezwładności jako wielkości zależnej od rozkładu mas, wraz z ich jednostkami; 5) oblicza energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej dookoła nieruchomej osi przy zadanym momencie bezwładności względem tej osi; oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy; 6) posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego i bryły; stosuje do obliczeń związek między momentem pędu i prędkością kątową; 7) stosuje zasadę zachowania momentu pędu.

Zasady oceniania

1 pkt – podanie poprawnej odpowiedzi

0 pkt – niespełnienie powyższego warunku

Poprawne rozwiązanie

C1

Zadanie 2.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	III. Mechanika bryły sztywnej. Zdający: 4) stosuje zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; posługuje się pojęciami przyspieszenia kąowego oraz momentu bezwładności jako wielkości zależnej od rozkładu mas, wraz z ich jednostkami; 5) oblicza energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej dookoła nieruchomej osi przy zadanym momencie bezwładności względem tej osi; oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy; 6) posługuje się pojęciem momentu pędu punktu materialnego i bryły; stosuje do obliczeń związek między momentem pędu i prędkością kątową; 7) stosuje zasadę zachowania momentu pędu.

Zasady oceniania

- 2 pkt – podanie wszystkich poprawnych odpowiedzi
1 pkt – podanie dwóch poprawnych odpowiedzi
0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Poprawne rozwiązanie

1. F, 2. F, 3. F

Zadanie 3. Planetoida

Zadanie 3.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	IV. Grawitacja i elementy astronomii. Zdający: 2) stosuje do obliczeń związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem. SP V. Właściwości materii. Zdający: 2) stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością.

Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania
1 pkt – zastosowanie prawidłowych wzorów
0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Dane:

$$\rho = 19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$r = 10000 \text{ m}$$

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{G\rho V}{r^2} = \frac{G\rho}{r^2} \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi\rho Gr$$

Po podstawieniu danych otrzymujemy:

$$g = 0,0539 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Zadanie 3.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	IV. Grawitacja i elementy astronomii. Zdający: 2) stosuje do obliczeń związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem. SP V. Właściwości materii. Zdający: 2) stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością.

Zasady oceniania

2 pkt – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi i podanie poprawnego uzasadnienia

1 pkt – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi bez poprawnego uzasadnienia

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Uwaga: nie przyznaje się punktu za poprawne uzasadnienie, jeśli zaznaczono błędną odpowiedź.

Przykładowe pełne rozwiązanie

mniejsze, ponieważ wzrośnie promień planetoidy

Zadanie 4. (0–1) Rezonans orbitalny

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	IV. Grawitacja i elementy astronomii. Zdający: 5) interpretuje III prawo Keplera jako konsekwencję prawa powszechnego ciążenia; stosuje do obliczeń III prawo Keplera dla orbit kołowych i eliptycznych.

Zasady oceniania

1 pkt – podanie poprawnej odpowiedzi

0 pkt – niespełnienie powyższego warunku

Poprawne rozwiązanie

D

Zadanie 5. (0–3) Meteoryt

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	IV. Grawitacja i elementy astronomii. Zdający: 7) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i stosuje zasadę zachowania energii do ruchu pod wpływem siły grawitacji; posługuje się pojęciem drugiej prędkości kosmicznej (prędkości ucieczki).

Zasady oceniania

3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

2 pkt – wyprowadzenie wzoru końcowego na prędkość v_2

1 pkt – zastosowanie zasady zachowania energii dla centralnego pola grawitacyjnego

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Odległości meteorytu od planety są znaczące w porównaniu z jej promieniem, więc musimy zastosować zasadę zachowania energii w centralnym polu grawitacyjnym. Odległości meteorytu od centrum pola obliczamy, dodając promień planety do wysokości nad jej powierzchnią.

Dane:

$$r_1 = 5,33 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$r_2 = 1,33 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$M = 7 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

$$v_1 = 6000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\begin{aligned} -\frac{GMm}{r_1} + \frac{mv_1^2}{2} &= -\frac{GMm}{r_2} + \frac{mv_2^2}{2} \\ v_2^2 &= v_1^2 + 2GM \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \\ v_2 &= \sqrt{v_1^2 + 2GM \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)} = 6424 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Zadanie 6. (0–3) U-rurka

Zadanie 6.1. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	II. Mechanika. Zdający: 24) posługuje się pojęciem ciśnienia hydrostatycznego i stosuje je do obliczeń; analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

2 pkt – obliczenie wysokości słupa oleju lub wyprowadzenie wzoru końcowego na objętość oleju

1 pkt – sformułowanie warunku równowagi i powiązanie go z Δh

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Dane:

$$\rho_w = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_o = 0,886 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\Delta h = 1 \text{ cm}$$

$$S = 2,5 \text{ cm}^2$$

Nie musimy zamieniać jednostek. Gramy się skrócą, wynik otrzymamy w centymetrach.

Warunek równowagi wynikający z równości ciężarów cieczy nad poziomem styku wody i oleju:

$$\begin{aligned} \rho_o h_o &= \rho_w h_w = \rho_w (h_o - \Delta h) \\ h_o (\rho_w - \rho_o) &= \rho_w \Delta h \Rightarrow h_o = \Delta h \frac{\rho_w}{\rho_w - \rho_o} = 8,77 \text{ cm} \\ V_o &= S h_o = S \Delta h \frac{\rho_w}{\rho_w - \rho_o} = 21,9 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Zadanie 6.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	II. Mechanika. Zdający: 24) posługuje się pojęciem ciśnienia hydrostatycznego i stosuje je do obliczeń; analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych.

Zasady oceniania

1 pkt – podanie poprawnej odpowiedzi

0 pkt – niespełnienie powyższego warunku

Poprawne rozwiązanie

A2

Zadanie 7. Silnik cieplny

Zadanie 7.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	VI. Termodynamika. Zdający: 8) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych; rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów; 11) analizuje wykresy przemian gazu doskonałego.

Zasady oceniania

1 pkt – podanie poprawnej odpowiedzi

0 pkt – niespełnienie powyższego warunku

Poprawne rozwiązanie

1–2: izochoryczna

2–3: izobaryczna

Zadanie 7.2. (0–4)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	VI. Termodynamika. Zdający: 14) analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach i pompach cieplnych; 15) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych.

Zasady oceniania

4 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

3 pkt – obliczenie ciepła pobranego przez silnik oraz wykonanej pracy

2 pkt – obliczenie zmiany energii wewnętrznej oraz pracy silnika

1 pkt – obliczenie niezbędnych temperatur lub pracy netto silnika

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Dane:

$$p_1 = p_4 = 18 \text{ kPa}$$

$$p_2 = p_3 = 35 \text{ kPa}$$

$$V_1 = V_2 = 0,7 \text{ dm}^3$$

$$V_3 = V_4 = 1,9 \text{ dm}^3$$

$$\eta = 0,005 \text{ mol}$$

Temperatury w stanach odpowiadających wierzchołkom kwadratu wyliczamy z równania Clapeyrona:

$$T = \frac{pV}{nR}. \text{ Otrzymujemy } T_1 = 303 \text{ K}, T_2 = 590 \text{ K}, T_3 = 1600 \text{ K}, T_4 = 823 \text{ K}.$$

Gaz jest jednoatomowy, więc ciepło molowe przy stałej objętości: $C_V = \frac{3}{2}R$.

Gaz pobiera ciepło w przemianach 1–2 i 2–3. Zmianę energii wewnętrznej gazu obliczamy, korzystając z faktu, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu:

$$\Delta U = nC_V(T_3 - T_1) = 80,8 \text{ J}$$

W tym czasie gaz wykonał pracę:

$$W_{1-3} = p_2(V_3 - V_2) = 35 \text{ kPa} \cdot 1,2 \text{ dm}^3 = 42 \text{ J}$$

Pobrane w tym czasie ciepło spowodowało przyrost energii wewnętrznej i pozwoliło wykonać pracę:

$$Q = \Delta U + W_{1-3} = 122,8 \text{ J}$$

Wartość tego ciepła można również obliczyć, sumując obliczone oddzielnie ciepła dla przemiany izochorycznej 1–2 oraz izobarycznej 2–3.

Pracę netto silnika w jednym cyklu obliczamy jako pole prostokąta na wykresie:

$$W = W_{1-3} - W_{3-1} = (35 \text{ kPa} - 18 \text{ kPa}) \cdot 1,2 \text{ dm}^3 = 20,4 \text{ J}$$

Wobec tego sprawność silnika wynosi:

$$\eta = \frac{W}{Q} = \frac{20,4}{122,8} = 16,6 \%$$

Zadanie 7.3. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	VI. Termodynamika. Zdający: 9) posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego; 13) posługuje się pojęciem ciepła molowego gazu; interpretuje związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego.

Zasady oceniania

1 pkt – podanie poprawnej odpowiedzi

0 pkt – niespełnienie powyższego warunku

Poprawne rozwiązanie

C3

Zadanie 7.4. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	VI. Termodynamika. Zdający: 8) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych; rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów.

Zasady oceniania

2 pkt – podanie wszystkich poprawnych odpowiedzi

1 pkt – podanie dwóch poprawnych odpowiedzi

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Poprawne rozwiązanie

1. P, 2. P, 3. F

Zadanie 8. Wahadło matematyczne

Zadanie 8.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	V. Drgania. Zdający: 8) doświadczalnie: b) bada zależność okresu drgań od długości wahadła.

Zasady oceniania

1 pkt – podanie którejkolwiek z wymienionych (lub równoważnych) odpowiedzi

0 pkt – niespełnienie powyższego warunku

Przykładowe pełne rozwiązanie

Przedmiot musi być mały i ciężki, a nitka bardzo długa w stosunku do rozmiarów przedmiotu, bardzo lekka i nierozciągliwa.

Zadanie 8.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników.	I. Wymagania przekrojowe. Zdający: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. V. Drgania. Zdający: 8) doświadczalnie: b) bada zależność okresu drgań od długości wahadła.

Zasady oceniania

2 pkt – narysowanie właściwie wyskalowanego wykresu (długości osi wykorzystane w co najmniej 50 %, brak punktów wystających poza obszar wykresu) z poprawnie zaznaczonymi punktami, oznaczonymi osiami i dobranymi zakresami tych osi

1 pkt – narysowanie wykresu z poprawnie zaznaczonymi punktami

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Uwaga: narysowanie samych punktów bez połączenia ich linią traktujemy jako wykres prawidłowy.

Poprawne rozwiązanie



Zadanie 8.3. (0–4)

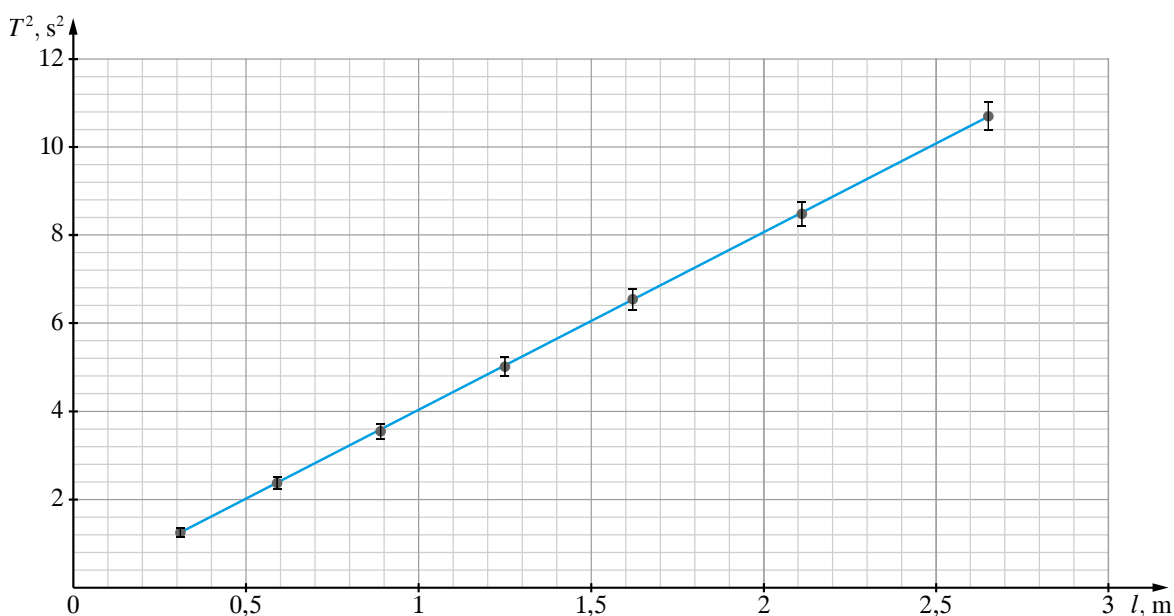
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników.	I. Wymagania przekrojowe. Zdający: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; 8) rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu; 9) dopasowuje prostą do danych przedstawionych w postaci wykresu; interpretuje nachylenie tej prostej i punkty przecięcia z osiami. V. Drgania. Zdający: 8) doświadczalnie: b) bada zależność okresu drgań od długości wahadła.

Zasady oceniania

- 4 pkt – narysowanie całego kompletnego wykresu i sformułowanie wniosku
3 pkt – zaznaczenie niepewności pomiarowych oraz dopasowanie prostej
2 pkt – zaznaczenie prawidłowych niepewności pomiarowych lub dopasowanie prostej
1 pkt – narysowanie wykresu z poprawnie zaznaczonymi punktami
0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

nr pomiaru	1	2	3	4	5	6	7
l , m	0,31	0,59	0,89	1,25	1,62	2,11	2,65
T , s	1,12	1,54	1,88	2,24	2,56	2,91	3,27
T^2 , s ²	1,25	2,37	3,53	5,02	6,55	8,47	10,7
$\Delta(T^2)$, s ²	0,11	0,15	0,19	0,22	0,26	0,29	0,33



Kwadrat okresu drgań jest proporcjonalny do długości wahadła. Linia trendu przechodzi przez wszystkie punkty pomiarowe z uwzględnieniem słupków niepewności pomiarowych.

Zadanie 8.4. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników.	V. Drgania. Zdający: 8) doświadczalnie: e) wyznacza wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego.

Zasady oceniania

- 2 pkt – obliczenie wyników częściowych i średniej oraz sformułowanie wniosku
1 pkt – poprawne obliczenie wyników częściowych
0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Wartość przyspieszenia ziemskiego obliczamy ze wzoru: $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

nr pomiaru	1	2	3	4	5	6	7
l , m	0,31	0,59	0,89	1,25	1,62	2,11	2,65
T , s	1,12	1,54	1,88	2,24	2,56	2,91	3,27
g , $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	9,76 (lub 9,75)	9,82 (lub 9,81)	9,94 (lub 9,93)	9,83	9,76 (lub 9,75)	9,84 (lub 9,83)	9,78 (lub 9,77)

Wartość średnia otrzymanych wyników to $9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Doświadczenie zostało wykonane poprawnie – wynik jest zgodny ze stanem faktycznym.

Warianty rozwiązania przedstawione w ostatnim wierszu tabeli zależą od przyjętego przybliżenia liczby π .

Zadanie 9. (0–2) Soczewka

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	X. Fale i optyka. Zdający: 16) rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki; stosuje do obliczeń równanie soczewki.

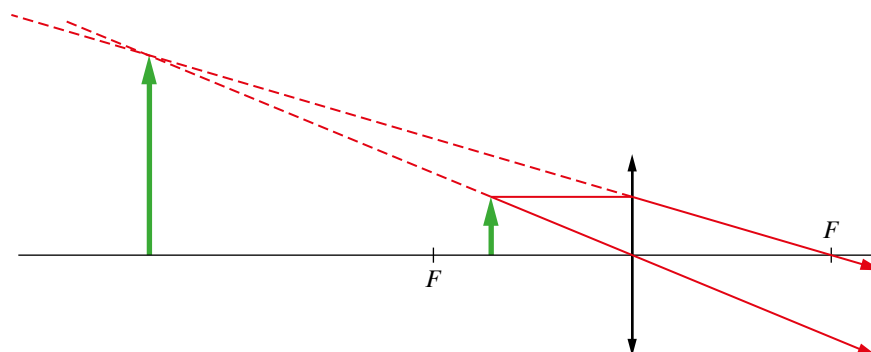
Zasady oceniania

2 pkt – skonstruowanie poprawnego obrazu i podanie wszystkich jego cech

1 pkt – skonstruowanie poprawnego obrazu

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Poprawne rozwiązanie



obraz pozorny, prosty, powiększony

Zadanie 10. (0–3) Pole elektryczne

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	VII. Elektrostatyka. Zdający: 4) analizuje natężenie pola wytwarzanego przez układ ładunków punktowych i oblicza jego wartość.

Zasady oceniania

3 pkt – wykonanie poprawnych obliczeń i zaznaczenie punktu w dobrym miejscu

2 pkt – poprawne obliczenie odległości x

1 pkt – poprawne sformułowanie warunku równowagi

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Należy oczekiwać, że poszukiwany punkt będzie się znajdować na lewo od ładunku q_1 . W większej odległości zawsze przeważa pole większego ładunku, którym w tym przypadku jest q_2 . Punkt równowagi musi się znajdować na zewnątrz odcinka q_1q_2 , ponieważ jedno z pól będzie przyciągające, a drugie – odpychające. Tymczasowo niech x oznacza odległość poszukiwanego punktu na lewo od ładunku q_1 .

Warunek zerowania się wypadkowego natężenia pola elektrycznego przyjmuje postać:

$$\frac{kq_1}{x^2} = -\frac{kq_2}{(x+6)^2} \Rightarrow \left(\frac{x+6}{x}\right)^2 = -\frac{q_2}{q_1} = 2$$

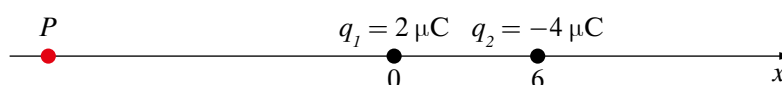
Po obu stronnym spierwiastkowaniu i przekształceniu tak otrzymanego równania liniowego otrzymujemy:

$$x = \frac{6}{\sqrt{2}-1} \approx 14,5$$

Zgodnie z wcześniejszą dyskusją, jest to odległość na lewo od mniejszego ładunku. Tak więc współrzędna na poszukiwanego punktu przyjmuje wartość:

$$x = -\frac{6}{\sqrt{2}-1} \approx -14,5$$

Punkt ten należało zaznaczyć na rysunku, przyjmując odpowiednie proporcje z jednostką umowną.



Zadanie 11. Miedź

Zadanie 11.1. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych i źródeł internetowych, oraz ocenianie wiarygodności źródeł.	VIII. Prąd elektryczny. Zdający: 3) analizuje zależność oporu od wymiarów przewodnika, posługuje się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką.

Zasady oceniania

- 3 pkt – obliczenie poprawnego wyniku
- 2 pkt – wyprowadzenie wzoru końcowego na długość drutu l
- 1 pkt – powiązanie oporu drutu z jego masą
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Aby uniknąć konfliktu oznaczeń, opór właściwy będziemy oznaczać przez ρ , a gęstość – przez d .

Dane:

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$R = 1 \Omega$$

$$d = 8960 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = 17 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$$

Masa drutu:

$$m = dV = dSl \Rightarrow S = \frac{m}{dl}$$

Opór drutu:

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{dl^2}{m}$$

Przekształcając wzór, otrzymujemy zależność pozwalającą obliczyć długość drutu:

$$l^2 = \frac{Rm}{\rho d} \Rightarrow l = \sqrt{\frac{Rm}{\rho d}} = 81 \text{ m}$$

Zadanie 11.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych i źródeł internetowych, oraz ocenianie wiarygodności źródeł.	IX. Magnetyzm. Zdający: 6) stosuje do obliczeń związek wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu dla prostoliniowego przewodnika i długiej zwojnicy.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

2 pkt – obliczenie maksymalnego natężenia prądu oraz promienia przewodu

1 pkt – obliczenie maksymalnego natężenia prądu lub promienia przewodu

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Natężenie maksymalnego prądu niepowodującego przegrzania się drutu:

$$I_{\max} = 3,1 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} \cdot 2,5 \text{ mm}^2 = 7,75 \text{ A}$$

Obliczenie promienia drutu:

$$S = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 0,892 \text{ mm} = 8,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Indukcja pola magnetycznego wokół drutu tuż nad jego powierzchnią wyniesie więc:

$$B = \frac{\mu_0 I_{\max}}{2\pi r} = 1,74 \text{ mT}$$

Zadanie 11.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych i źródeł internetowych, oraz ocenianie wiarygodności źródeł.	XII. Elementy fizyki relatywistycznej i fizyka jądrowa. Zdający: 5) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

1 pkt – zastosowanie właściwej metody

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Przykładowe pełne rozwiązanie

Masę atomową obliczamy jako średnią ważoną liczb masowych izotopów z uwzględnieniem ich procentowej zawartości w przyrodzie:

$$M = \frac{M_1 p_1 + M_2 p_2}{100\%},$$

gdzie p_1 i p_2 to odpowiednie zawartości procentowe.

W naszym przypadku:

$$M = 63 \cdot 0,6917 + 65 \cdot 0,3083 = 63,62$$

Zadanie 12. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	XI. Fizyka atomowa. Zdający: 2) opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; posługuje się pojęciem fotonu oraz oblicza jego energię; 3) rozróżnia widma emisyjne i absorpcyjne gazów; interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła; rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu.

Zasady oceniania

2 pkt – podanie wszystkich poprawnych odpowiedzi

1 pkt – podanie dwóch poprawnych odpowiedzi

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Poprawne rozwiązanie

1. F, 2. F, 3. P