PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY Z NOWĄ ERĄ 2018/2019

FIZYKA
POZIOM ROZSZERZONY

ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ

Copyright by Nowa Era Sp. z o.o.

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

Zadanie 1.1. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe). GIMNAZJUM 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 11) zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących).

Poprawna odpowiedź

Wartość prędkości statku obliczamy, wykorzystując współrzędne wektora prędkości:

$$v_1 = \sqrt{v_{1x}^2 + v_{1y}^2} = \sqrt{\left(8\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2 + \left(4\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2} = \sqrt{80}\,\frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 8{,}9\frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Schemat punktowania

2 p. – poprawne obliczenie i zapisanie wyniku $v_1 \approx 8{,}9\frac{\text{km}}{\text{h}}$ z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

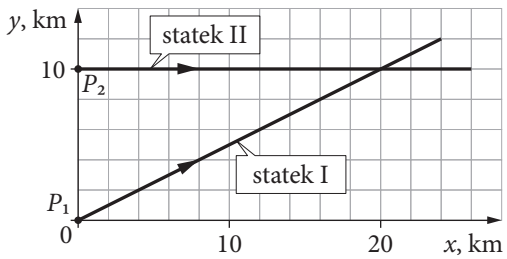
1 p. – wykorzystanie współrzędnych i poprawne obliczenie wartości prędkości, ale brak zapisu z dokładnością do dwóch cyfr znaczących
lub
– wykorzystanie współrzędnych, błąd rachunkowy, ale zapisanie wyniku z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 1.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 2) opisuje ruch w różnych układach odniesienia.

Poprawna odpowiedź



Na rysunku wektory prędkości zaczepione są w początkowych położeniach statków. Groty wskazują końce tych wektorów. Dla wektora prędkości statku I muszą być zachowane proporcje $\frac{v_{1y}}{v_{1x}} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$ oraz składowe obu prędkości w kierunku osi x muszą być tej samej długości.

Wektory prędkości można również zaznaczyć na rysunku, lekko je przesuwając względem toru (ew. umieścić na osobnym rysunku).

Tory ruchu są półprostymi o kierunku wyznaczonym przez wektory prędkości.

Schemat punktowania

2 p. – poprawnie narysowanie wszystkich trzech elementów: położenie, wektory prędkości, tory ruchu dwóch statków.

1 p. –poprawne narysowanie dwóch z trzech elementów: położenie, wektory prędkości, tory ruchu dwóch statków.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 1.3. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością [...] w ruchu jednostajnym [...] do obliczania parametrów ruchu.

Poprawna odpowiedź

Wzdłuż osi *y* statki dzieli początkowa odległość 10 km. Współrzędna *y* prędkości statku I wynosi $4\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ i odległość 10 km statek I przebędzie w czasie $t = \frac{10\ \text{km}}{4\frac{\text{km}}{\text{h}}} = 2{,}5\ \text{h}$. Po tym czasie współrzędna x_s statku I będzie równa $x_s = v_{1x} \cdot t = 8\ \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 2{,}5\ \text{h} = 20\ \text{km}$. Statki się spotkają, ponieważ po tym czasie współrzędna x_s statku II będzie równa $x_s = v_{2x} \cdot t = 8\ \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 2{,}5\ \text{h} = 20\ \text{km}$.

Współrzędne punktu spotkania (20 km, 10 km).

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie czasu $t = 2{,}5\ \text{h}$ i współrzędnych punktu spotkania (20 km, 10 km).

1 p. – obliczenie czasu spotkania $t = 2{,}5\ \text{h}$.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 2.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 7) opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona. 12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał.

Poprawna odpowiedź

Maksymalna wartość siły tarcia statycznego jest równa wartości siły sprężystości, przy której klocek ruszył: $T_{s\max} = F_s = k \cdot \Delta x = 2\ \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0{,}2\ \text{m} = 0{,}4\ \text{N}$.

Współczynnik tarcia statycznego $f_s = \frac{T_{s\max}}{m \cdot g} = \frac{0{,}4\ \text{N}}{0{,}1\ \text{kg} \cdot 9{,}81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 0{,}4$.

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie $T_{s\max} = 0{,}4$ N oraz $f_s = 0{,}4$.

1 p. – obliczenie wartości siły tarcia statycznego

lub

– obliczenie współczynnika tarcia statycznego.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 2.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	3. Energia mechaniczna. Zdający: 1) oblicza pracę siły na danej drodze. 3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu. 6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 2) oblicza energię potencjalną sprężystości.

Poprawna odpowiedź

Zastosowanie wzoru $W = \Delta E$, z którego otrzymujemy $\frac{k \cdot (\Delta x)^2}{2} = T \cdot \Delta x$.

Obliczamy wartość siły tarcia (kinetycznego) $T = \frac{k \cdot (\Delta x)^2}{2 \cdot \Delta x} = \frac{k \cdot \Delta x}{2} = \frac{2\,\frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0{,}2\ \text{m}}{2} = 0{,}2\ \text{N}$.

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie wartości siły tarcia $T = 0{,}2$ N.

1 p. – poprawne zastosowanie wzorów ale błąd rachunkowy lub brak jednostki.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 2.3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Ruch punktu materialnego. Zdający: 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona.

Poprawna odpowiedź

C-1

Komentarz (nie wymagany od uczniów):

W początkowej fazie ruchu siła sprężystości jest większa od siły tarcia kinetycznego. Ruch klocka powoduje zmniejszenie wydłużenia sprężynki i wartości siły sprężystości, podczas gdy wartość siły tarcia pozostaje stała. Ruch klocka jest początkowo przyspieszony, a potem opóźniony.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie C-1.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 2.4. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona. GIMNAZJUM 1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 9) posługuje się pojęciem siły ciężkości.

Poprawna odpowiedź

1 – P, 2 – P, 3 – F

Komentarz (nie jest wymagany):

1. Prawda. Klocek przyspieszał do chwili, w której siła tarcia kinetycznego zrównoważyła siłę sprężystości. Później siła sprężystości była mniejsza od siły tarcia i klocek zwalniał.

2. Prawda. Zmieniała się tylko wartość wektora prędkości.

3. Fałsz. Wydłużenie sprężynki będzie większe niż 20 cm, ponieważ siła ciężkości ma większą wartość niż siła tarcia statycznego.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie trzech poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 3.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	5. Termodynamika. Zdający: 1) [...] stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) [...].

Poprawna odpowiedź

Ciśnienie gazu w zbiorniku można zwiększyć poprzez: zwiększenie temperatury (podgrzanie), zmniejszenie objętości (ściśnięcie), zwiększenie liczby moli gazu (masy gazu, liczby cząsteczek), ew. dopompowanie gazu.

Schemat punktowania

2 p. – podanie trzech sposobów.

1 p. – podanie dwóch sposobów.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 3.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	5. Termodynamika. Zdający: 1) [...] stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu. GIMNAZJUM 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 4) przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega) [...]

Poprawna odpowiedź

Objętość gazu obliczamy z równania Clapeyrona, podstawiając wielkości w podstawowych jednostkach SI:

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{1\ \text{mol} \cdot 8{,}31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 603\ \text{K}}{100\,000\ \text{Pa}} = 0{,}05\ \text{m}^3 = 50\ \text{dm}^3.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie objętości gazu $V = 50\ \text{dm}^3$ (wystarczy podać liczbę).

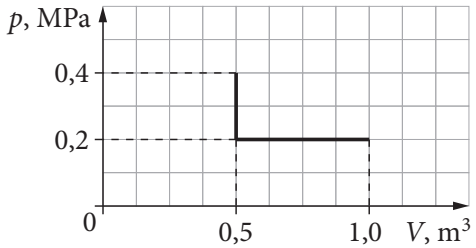
1 p. – zastosowanie równania Clapeyrona i zamiana jednostek temperatury i ciśnienia.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 3.3. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	5. Termodynamika. Zdający: 2) opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną. 3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali [...]).

Poprawna odpowiedź



Uwaga: Dodatkowe oznaczenie za pomocą strzałek nie podlega ocenie.

Schemat punktowania

3 p. – poprawne opisanie osi wraz z wartościami liczbowymi i narysowanie wykresu.

2 p. – opis osi bez wartości liczbowych, ale wykres narysowany tak, że można odczytać dwukrotne zmniejszenie objętości w przemianie izobarycznej i dwukrotny wzrost ciśnienia w przemianie izochorycznej.

1 p. – poprawne opisanie osi wraz z wartościami liczbowymi lub brak liczbowego opisu osi, ale poprawne naszkicowanie wykresu (linia pozioma – przemiana izobaryczna, linia pionowa – przemiana izochoryczna).

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 4. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	GIMNAZJUM 3. Właściwości materii. Zdający: 3) posługuje się pojęciem gęstości; 4) stosuje do obliczeń związek między masą, gęstością i objętością ciał stałych i cieczy, na podstawie wyników pomiarów wyznacza gęstość [...] ciał stałych. 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 1) opisuje przebieg i wynik przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny; 2) [...] wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia.

Poprawna odpowiedź

Z przedstawionych na rysunku informacji można ustalić, że

– masa naczynia $m_n = 100\ \text{g}$ (IV)

– masa kulki $m_k = 200\ \text{g} - 100\ \text{g} = 100\ \text{g}$ (III)

– masa wody w naczyniu $m_1 = 300\ \text{g} - 100\ \text{g} = 200\ \text{g}$ (I), co pozwala wyznaczyć pojemność naczynia $V_1 = 200\ \text{cm}^3$

– masa wody w naczyniu z kulką $m_2 = 350\ \text{g} - 100\ \text{g} - 100\ \text{g} = 150\ \text{g}$ (II), co daje objętość wody w naczyniu z kulką $V_2 = 150\ \text{cm}^3$

– można teraz wyznaczyć objętość kulki $V_k = V_1 - V_2 = 200\ \text{cm}^3 - 150\ \text{cm}^3 = 50\ \text{cm}^3$

– znając masę i objętość kulki, obliczamy jej gęstość $d = \frac{m_k}{V_k} = \frac{100\ \text{g}}{50\ \text{cm}^3} = 2\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Schemat punktowania

3 p. – obliczenie gęstości kulki $d = 2\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

2 p. – obliczenie masy kulki oraz objętości kulki.

1 p. – skorzystanie z informacji na dwóch rysunkach w celu wyznaczenia przynajmniej jednej wielkości, np. masy kulki, masy wody w naczyniu, masy wody w naczyniu z kulką.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 5.1. (0–4)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	8. Prąd stały. Zdający: 4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych. GIMNAZJUM 4. Elektryczność. Zdający: 9) posługuje się pojęciem oporu elektrycznego, stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych.

Poprawna odpowiedź

Z prawa Ohma obliczamy natężenie prądu w gałęzi A–C: $i_1 = \frac{10\ \text{V}}{10\ \Omega} = 1\ \text{A}$

i w gałęzi A–D: $i_2 = \frac{15\ \text{V}}{5\ \Omega} = 3\ \text{A}$.

Obliczamy napięcie między punktami C i D: $U_{CD} = 15\text{V} - 10\text{V} = 5\ \text{V}$.

Obliczamy natężenie prądu w gałęzi C–D: $i_5 = \frac{5\ \text{V}}{10\ \Omega} = 0{,}5\ \text{A}$. Należy zauważyć, że prąd i_5 w gałęzi C–D płynie od punktu C do D.

Stosujemy I prawo Kirchhoffa i obliczamy natężenia prądów w gałęziach C–B i D–B:

$i_3 = i_1 - i_5 = 1\ \text{A} - 0{,}5\ \text{A} = 0{,}5\ \text{A}$

$i_4 = i_2 + i_5 = 3\ \text{A} + 0{,}5\ \text{A} = 3{,}5\ \text{A}$

Poprawnie wypełniona tabela:

gałąź obwodu	napięcie [V]	natężenie prądu i [A]	
A–C	10	i_1	1
A–D	15	i_2	3
C–B	nie zmierzono	i_3	0,5
D–B	nie zmierzono	i_4	3,5
C–D	5	i_5	0,5

Schemat punktowania

4 p. – poprawnie wypełniona cała tabela.

3 p. – błędnie ustalony kierunek prądu i_5 i w konsekwencji obliczenie $i_3 = 1{,}5\ \text{A}$ oraz $i_4 = 2{,}5\ \text{A}$, pozostałe wyniki prawidłowe.

2 p. – poprawne obliczenie czterech wielkości: i_1, i_2, i_5 i napięcia C–D.

1 p. – poprawne obliczenie dwóch wielkości: i_1 i i_2.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 5.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	8. Prąd stały. Zdający: 4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych.

Poprawna odpowiedź

Jeżeli przez R_5 prąd nie płynie, to $U_{AC} = U_{AD}$ i $U_{CB} = U_{DB}$, a także $i_1 = i_3$ oraz $i_2 = i_4$,

czyli $i_1 \cdot R_1 = i_2 \cdot R_2$ oraz $i_1 \cdot R_3 = i_2 \cdot R_4$, skąd otrzymujemy warunek: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$.

Schemat punktowania

2 p. – wybór takich wartości oporników R_3 i R_4, aby spełniony był warunek $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$,
np. $R_3 = 2\,\Omega$ i $R_4 = 1\,\Omega$.

1 p. – podanie warunków: $U_{AC} = U_{AD}$ oraz $U_{CB} = U_{DB}$ i $i_1 = i_3$ oraz $i_2 = i_4$.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 6.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	4. Grawitacja. Zdający: 5) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej; 6) wyjaśnia pojęcie [...] drugiej prędkości kosmicznej[...].

Poprawna odpowiedź

D

Komentarz (nie jest wymagany):

Stosujemy zasadę zachowania energii. Początkowa energia meteoroidu w odległości 1,8 mln km jest różna od zera, ponieważ prędkość meteoroidu ma wartość $5\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$ i przyjmujemy, że grawitacyjna energia potencjalna meteoroidu w tej odległości od Ziemi jest równa zero. Energia końcowa podczas wejścia w atmosferę Ziemi też będzie różna od zera, a to oznacza, że wartość prędkości meteoroidu będzie większa od $11,2\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$, czyli drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie D.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 6.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	4. Grawitacja. Zdający: 1) wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia [...].

Poprawna odpowiedź

A-2

Komentarz (nie jest wymagany):

Gdyby ciało poruszało się ruchem jednostajnym, to czas ruchu byłby równy 100 h. Jednak ruch ciała jest ruchem przyspieszonym, ponieważ rośnie wartość działającej na ciało siły grawitacji i dlatego czas ruchu będzie mniejszy od 100 h.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie A–2.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 7.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	12. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych wymienionych w podstawie programowej, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi.

Poprawna odpowiedź

Przekształcenie jednostek $\tau = R \cdot C$

$$[\tau] = \Omega \cdot F = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}} \cdot \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{V}} = \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}} = \frac{\mathrm{A} \cdot \mathrm{s}}{\mathrm{A}} = \mathrm{s}.$$

Schemat punktowania

1 p. – poprawne przekształcenie jednostek.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 7.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.	7. Pole elektryczne. Zdający: 8) posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora. GIMNAZJUM 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 8) [...] odczytuje dane z wykresu.

Poprawna odpowiedź

Z wykresu można odczytać czasy, po których napięcie na kondensatorach osiąga dowolną, ale taką samą wartość mniejszą od U_0, np. $U_1 = U_2 = 6$ V.

Stosujemy podany wzór i zapisujemy $U_0 \cdot e^{\frac{-t_1}{R \cdot C_1}} = U_0 \cdot e^{\frac{-t_2}{R \cdot C_2}}$. Korzystając ze wskazówki, otrzymujemy $\frac{-t_1}{R \cdot C_1} = \frac{-t_2}{R \cdot C_2}$, skąd $\frac{C_2}{C_1} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{1{,}5\text{ s}}{0{,}5\text{ s}} = 3$.

Schemat punktowania

2 p. – wyznaczenie stosunku pojemności $\frac{C_2}{C_1} = 3$.

1 p. – zastosowanie każdej poprawnej metody prowadzącej do wyniku, jednak zostają popełnione błędy, uczeń nie korzysta lub popełnia błędy, korzystając z podanego wzoru i wskazówki.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 7.3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	7. Pole elektryczne. Zdający: 8) posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora.

Poprawna odpowiedź

Obliczenie ładunku ze wzoru $Q = C \cdot U = 4{,}7 \cdot 10^{-3}$ C.

Schemat punktowania

1 p. – obliczenie ładunku $Q = 4{,}7 \cdot 10^{-3}$ C.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 8. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	2. Mechanika bryły sztywnej. Zdający: 2) rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności.

Poprawna odpowiedź

Moment bezwładności spinnera względem osi środkowego łożyska jest sumą momentów bezwładności środkowego łożyska $I_1 = m \cdot R^2$ i trzech zewnętrznych łożysk, których moment bezwładności obliczamy, korzystając z twierdzenia Steinera $(d = 2R)$

$I_2 = mR^2 + m \cdot (2R)^2 = 5 \cdot mR^2$.

Moment bezwładności spinnera jest równy $I = I_1 + 3I_2 = mR^2 + 3 \cdot 5 \cdot mR^2 = 16 \cdot mR^2$.

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie momentu bezwładności $I = 16 \cdot mR^2$.

1 p. – zastosowanie poprawnej metody obliczenia momentu bezwładności jako sumy momentów bezwładności łożysk ale błąd w zastosowaniu twierdzenia Steinera

lub

– poprawne zastosowanie twierdzenia Steinera do obliczenia momentu bezwładności zewnętrznego łożyska ale błąd w obliczeniu całkowitego momentu bezwładności.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 9.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	3. Energia mechaniczna. Zdający: 3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu. 7. Pole elektryczne. Zdający: 11) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym.

Poprawna odpowiedź

Energia jonu po n przejściach przez szczelinę jest równa $\frac{m \cdot v^2}{2} = n \cdot q \cdot U$, skąd obliczamy prędkość jonu $v = \sqrt{\frac{2 \cdot n \cdot q \cdot U}{m}}$.

Wzór ten podstawiamy do podanego wzoru na promień i otrzymujemy $R = \frac{\sqrt{2n \cdot q \cdot U \cdot m}}{q \cdot B}$.

Po podniesieniu obu stron do kwadratu otrzymujemy $R^2 = \frac{2U \cdot m}{q \cdot B^2} \cdot n$, czyli $R^2 \sim n$, gdyż pozostałe wielkości występujące we wzorze są stałe.

Schemat punktowania

2 p. – wykazanie, że $R^2 \sim n$.

1 p. – wyznaczenie prędkości ze wzoru $E = n \cdot q \cdot U$, gdzie $E = \frac{m \cdot v^2}{2}$.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 9.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	GIMNAZJUM 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 7) rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie [...] na podstawie wykresu [...]; 8) [...] odczytuje dane z wykresu; 9) rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie [...] wykresu [...].

Poprawna odpowiedź

B-2

Komentarz (nie jest wymagany):

Ponieważ $R^2 \sim n$, to $R \sim \sqrt{n}$, czyli poprawny jest wykres II. Na wykresie można zauważyć, że przyrosty długości kolejnych promieni zmniejszają się, co wynika też z własności funkcji $\sqrt{n}$.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie B-2.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 9.3. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Zdający: 3) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym. POZIOM PODSTAWOWY 3. Fizyka jądrowa. Zdający: 1) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, [...] podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej.

Poprawna odpowiedź

Stosujemy podany w zadaniu wzór $R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$, podstawiając dla jonów węgla i tlenu odpowiednie wartości mas i ładunków: $\frac{R_C}{R_O} = \frac{\frac{12 \cdot u \cdot v}{2 \cdot e \cdot B}}{\frac{16 \cdot u \cdot v}{3 \cdot e \cdot B}} = \frac{12}{2} \cdot \frac{3}{16} = \frac{9}{8}$.

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie stosunku promieni $\frac{9}{8}\left(\text{lub } \frac{8}{9}\right)$.

1 p. – zastosowanie wzoru i poprawne podstawienie mas i ładunków jonów, błędy rachunkowe.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 10.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	POZIOM PODSTAWOWY 2. Fizyka atomowa. Zdający: 1) opisuje promieniowanie ciał, rozróżnia widma ciągłe i liniowe rozrzedzonych gazów jednoatomowych, w tym wodoru.

Poprawna odpowiedź

1 – P, 2 – F

Komentarz (nie jest wymagany):

1. Prawda. Fala o długości 658 nm należy do zakresu widzialnego (światło czerwone), czyli linia ta należy do serii Balmera.

2. Fałsz. Widoczne na schemacie linie mają mniejszą długość fali niż linie światła widzialnego w serii Balmera, czyli leżą w nadfiolecie, a nie w podczerwieni.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie dwóch poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 10.2. (0–3)

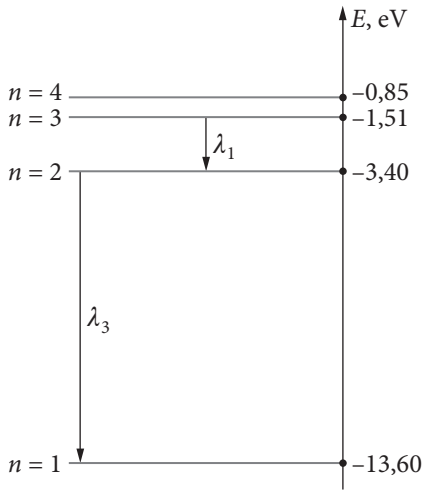
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	POZIOM PODSTAWOWY 2. Fizyka atomowa. Zdający: 2) interpretuje linie widmowe jako przejścia między poziomami energetycznymi atomów; 3) opisuje budowę atomu wodoru, stan podstawowy i stany wzbudzone; 5) interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu.

Poprawne odpowiedzi

a)

λ_1 – pierwsza linia serii Balmera w obszarze widzialnym, przeskok z poziomu 3 → 2

λ_3 – pierwsza linia serii Lymana w nadfiolecie, przeskok z poziomu 2 → 1



b)

Korzystając z danych na schemacie, obliczamy energię fotonu emitowanego podczas przeskoku

$E = -3{,}4\ \text{eV} - (-13{,}6\ \text{eV}) = 10{,}2\ \text{eV}$.

Do obliczeń należy energię wyrazić w dżulach $E = 16{,}32 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$.

Długość fali λ_3 obliczamy ze wzoru $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$, skąd otrzymujemy

$\lambda_3 = \frac{h \cdot c}{E} \approx 1{,}22 \cdot 10^{-7}\,\text{m} = 122\ \text{nm}$.

Schemat punktowania

a)

1 p. – poprawne narysowanie dwóch strzałek.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

b)

2 p. – poprawne obliczenie długości fali 122 nm.

1 p. – obliczenie energii emitowanego fotonu w eV lub J

lub

– poprawne obliczenie długości fali dla błędnie obliczonej energii fotonu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 11. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	POZIOM PODSTAWOWY 3. Fizyka jądrowa. Zdający: 1) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, [...], proton, neutron, elektron; podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej.

Poprawna odpowiedź

A

Komentarz (nie jest wymagany):

W atomie jest 5 elektronów, więc w jądrze jest 5 protonów. Wszystkich nukleonów w jądrze jest 11 (rysunek). Jest to jądro boru $^{11}_{5}\mathrm{B}$.

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie A.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 12. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	POZIOM PODSTAWOWY 3. Fizyka jądrowa. Zdający: 1) posługuje się pojęciami [...], izotop [...]

Poprawna odpowiedź

Izotopy mają taką samą liczbę $Z = 38$. Korzystając z układu okresowego, stwierdzamy, że są to izotopy strontu o symbolu Sr.

Schemat punktowania

1 p. – zapisanie: stront (lub Sr).

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 13. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 8) rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów [...] pozornych otrzymywane za pomocą soczewek [...] rozpraszających. 9) stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów.

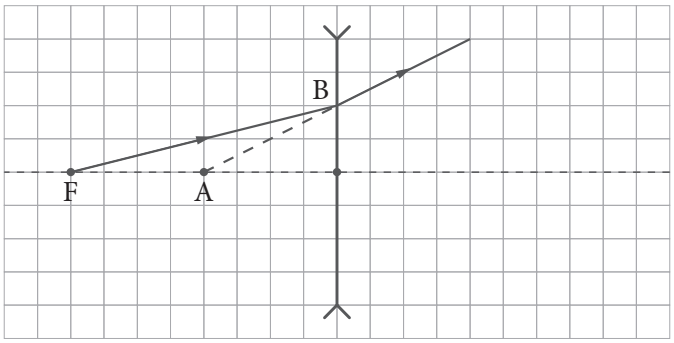
Poprawne odpowiedzi

a) Soczewka wytworzy pozorny obraz źródła, a promień przedstawiony na rysunku (jak każdy inny emitowany przez małe źródło światła) załamie się w soczewce tak, że przedłużenie promienia załamanego w soczewce przejdzie przez punkt, w którym powstanie obraz źródła.

Należy obliczyć, gdzie powstanie obraz źródła (punkt A), a następnie narysować promień wyznaczony przez prostą AB, gdzie B jest punktem, w którym promień pada na soczewkę.

Możemy odczytać ogniskową soczewki $f = -8$ cm oraz odległość źródła od soczewki $x = 8$ cm. Ogniskowa jest ujemna, ponieważ soczewka jest rozpraszająca. Zapisujemy równanie soczewki $\frac{1}{8\text{ cm}} + \frac{1}{y} = \frac{1}{-8\text{ cm}}$, skąd otrzymujemy $y = -4$ cm.

b) Zaznaczamy położenie punktu A w odległości 4 cm od soczewki i rysujemy dalszy bieg promienia.



Uwaga: Dalszy bieg promienia można także wyznaczyć konstrukcyjnie, bez obliczeń.

Schemat punktowania

a)

1 p. – obliczenie położenia obrazu źródła.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

b)

1 p. – poprawne i staranne narysowanie dalszego biegu promienia.

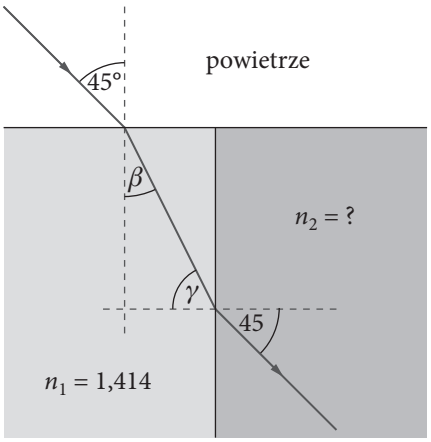
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 14.1. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 6) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków.

Poprawna odpowiedź

Na rysunku zaznaczono kolejne kąty padania i załamania.



Stosujemy prawo załamania dla granicy powietrze–szkło $1 \cdot \sin 45° = 1{,}414 \cdot \sin\beta$ i obliczamy kąt $\beta = 30°$.

Trójkąt utworzony przez promień i normalne w pierwszym bloku szkła jest prostokątny, co pozwala obliczyć kąt $\gamma = 90° - \beta = 60°$.

Stosujemy prawo załamania dla granicy szkło–szkło $1{,}414 \cdot \sin 60° = n_2 \cdot \sin 45°$ i obliczamy współczynnik załamania $n_2 = 1{,}73$.

Schemat punktowania

3 p. – obliczenie współczynnika $n_2 = 1{,}73$.

2 p. – obliczenie kątów $\beta = 30°$, $\gamma = 60°$ i zauważenie, że kąt załamania w drugim szkle jest równy 45°.

1 p. – obliczenie pierwszego kąta załamania $\beta = 30°$

lub

– zapisanie prawa załamania dla każdej granicy ośrodków, tzn. powietrze–szkło i szkło–szkło.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 14.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 7) opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 4) interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli [...].

Poprawna odpowiedź

Do całkowitego wewnętrznego odbicia dojdzie, gdy promień światła biegnący w ośrodku o większym współczynniku załamania $n_2 = 1{,}601$ pada na granicę z ośrodkiem o mniejszym współczynniku załamania $n_1 = 1{,}414$.

Zapisujemy prawo załamania dla kąta granicznego $1{,}601 \cdot \sin\alpha_{gr} = 1{,}414 \cdot \sin 90°$, skąd otrzymujemy $\sin\alpha_{gr} = 0{,}883$.

Z tabeli w *Karcie wzorów* odczytujemy wartości $\sin 60° = 0{,}866$ oraz $\sin 65° = 0{,}9063$.

W wąskim przedziale od 60° do 65° przybliżamy sinus funkcją liniową i obliczamy $\frac{0{,}883 - 0{,}866}{0{,}9063 - 0{,}866} \cdot 5° \approx 2{,}1° \approx 2°$. Teraz obliczamy kąt graniczny $\alpha_{gr} = 60° + 2° = 62°$.

Schemat punktowania

3 p. – poprawne zastosowanie prawa załamania i interpolacja wartości sinusa prowadzące do obliczenie kąta granicznego $\alpha_{gr} = 62°$ z żądaną dokładnością.

2 p. – obliczenie $\sin\alpha_{gr} = 0{,}883$ i podanie kąta granicznego z przedziału (60°, 65°).

1 p. – poprawne zapisanie prawa załamania dla kąta granicznego.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 15.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularno-naukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

Poprawna odpowiedź

1 – F, 2 – P, 3 – F

Komentarz (nie jest wymagany):

1. Fałsz. „[...] zaobserwowali, że krzywa rotacji galaktyki spiralnej M31 jest w przybliżeniu płaska." – na wykresie jest to krzywa B.

2. Prawda. „Można zmierzyć prędkość rotacji materii w galaktyce (wykorzystując efekt Dopplera) [...]" – efekt Dopplera polega na zmianie długości (częstotliwości) fali emitowanej przez poruszające się źródło fali.

3. Fałsz. „[...] w galaktykach spiralnych powinna znajdować się materia nieświecąca – szczególnie dużo powinno być jej w zewnętrznych częściach tych galaktyk."

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie trzech poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 15.2. (0–4)

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. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	4. Grawitacja. Zdający: 9) oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 7) szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku.

Poprawne odpowiedzi

a) Zapisanie, że siłą dośrodkową dla masy m okrążającej w odległości R centrum galaktyki o masie M jest siła grawitacji $\frac{G \cdot M \cdot m}{R^2} = \frac{m \cdot v^2}{R}$, skąd otrzymujemy wzór $M = \frac{v^2 \cdot R}{G}$.

b) Odczytujemy z wykresów A i B prędkość rotacji dla odległości $4R$, korzystamy z podanego wzoru i otrzymujemy $M_A = \frac{\left(\frac{1}{2}v\right)^2 \cdot 4R}{G} = \frac{v^2 \cdot R}{G} = M$, czyli $\frac{M_A}{M} = 1$, oraz $M_B = \frac{v^2 \cdot 4R}{G} = 4M$, czyli $\frac{M_B}{M} = 4$.
c) Masę ciemnej materii szacujemy jako różnicę $M_C = M_B - M_A = 4M - M = 3M$, czyli $\frac{M_C}{M} = 3$.

Schemat punktowania

4 p. – wszystkie cztery poprawne odpowiedzi:

a) wyprowadzenie wzoru $M = \frac{v^2 \cdot R}{G}$ (1 p.)

b) $\frac{M_A}{M} = 1$ (1 p.)

$\frac{M_B}{M} = 4$ (1 p.)

c) $\frac{M_C}{M} = 3$ (1 p.)

3 p. – trzy poprawne odpowiedzi.

2 p. – dwie poprawne odpowiedzi.

1 p. – jedna poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.