

# **PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY Z NOWĄ ERA 2018/2019**

## **FIZYKA POZIOM ROZSZERZONY**

### **ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ**

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

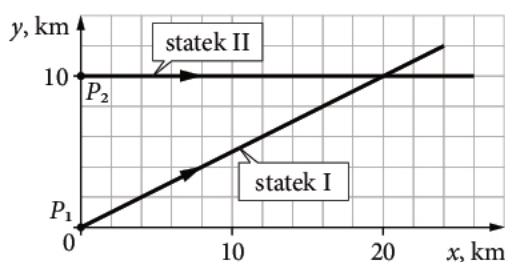
– wykorzystanie współrzędnych, błąd rachunkowy, ale zapisanie wyniku z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

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 ciała, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona. 12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciała.

### Poprawna odpowiedź

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

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

### Schemat punktowania

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

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).

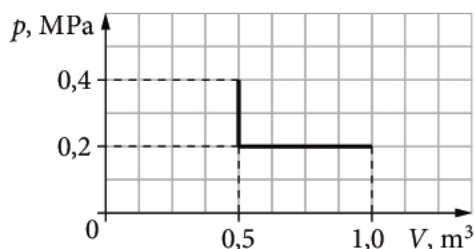
1 p. – zastosowanie równania Clapeyrona i zamiana jednostek temperatury i ciśnienia.

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 związki 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  $\tau = R \cdot C$

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

#### 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.  $U_1 = U_2 = 6 \text{ V}$ .

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  $Q = C \cdot U = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ .

### Schemat punktowania

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

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  $\frac{9}{8}$  (lub  $\frac{8}{9}$ ).

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)

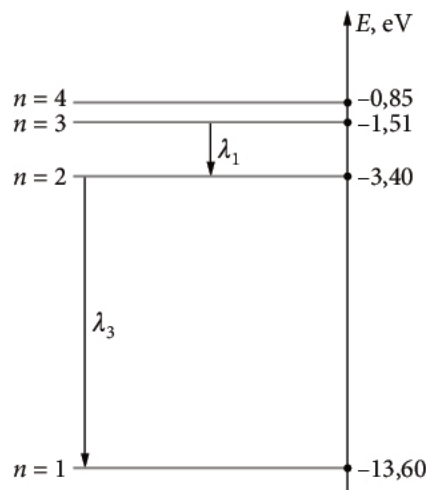
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	POZIOM PODSTAWOWY 2. Fizyka atomowa. Zdający: 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)

$\lambda_1$  – pierwsza linia serii Balmera w obszarze widzialnym, przeskok z poziomu 3 → 2

$\lambda_3$  – 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  $\lambda_3$  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  ${}^{11}_5\text{B}$ .

### 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.

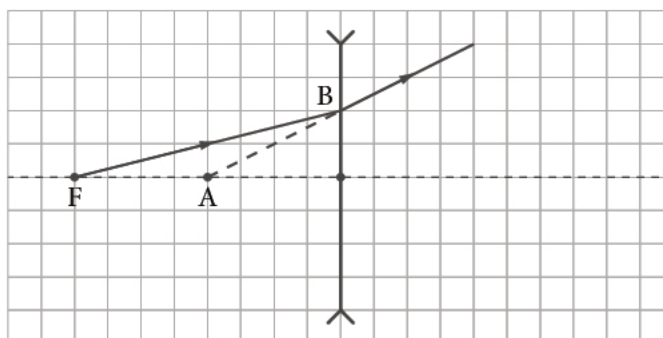
### Poprawne odpowiedzi

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 załamane 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.

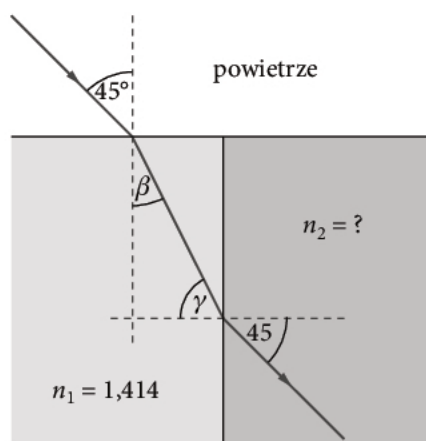


**Zadanie 14.1. (0–3)**

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  $1 \cdot \sin 45^\circ = 1,414 \cdot \sin \beta$  i obliczamy kąt  $\beta = 30^\circ$ .

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

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

**Schemat punktowania**

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

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

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

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  $1,601 \cdot \sin \alpha_{gr} = 1,414 \cdot \sin 90^\circ$ , skąd otrzymujemy  $\sin \alpha_{gr} = 0,883$ .

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

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

**Schemat punktowania**

- 3 p. – poprawne zastosowanie prawa załamania i interpolacja wartości sinusa prowadzące do obliczenia kąta granicznego  $\alpha_{gr} = 62^\circ$  z żadaną dokładnością.
- 2 p. – obliczenie  $\sin \alpha_{gr} = 0,883$  i podanie kąta granicznego z przedziału  $(60^\circ, 65^\circ)$ .
- 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  $M_A = \frac{(\frac{1}{2}v)^2 \cdot 4R}{G} = \frac{v^2 \cdot R}{G} = M$ , 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.