

**EGZAMIN MATURALNY  
W ROKU SZKOLNYM 2015/2016**

**FORMUŁA OD 2015  
(„NOWA MATURA”)**

**FIZYKA  
POZIOM ROZSZERZONY**

**ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ  
ARKUSZ MFA-R1**

**MAJ 2016**

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

**Zadanie 1.1. (0–5)**

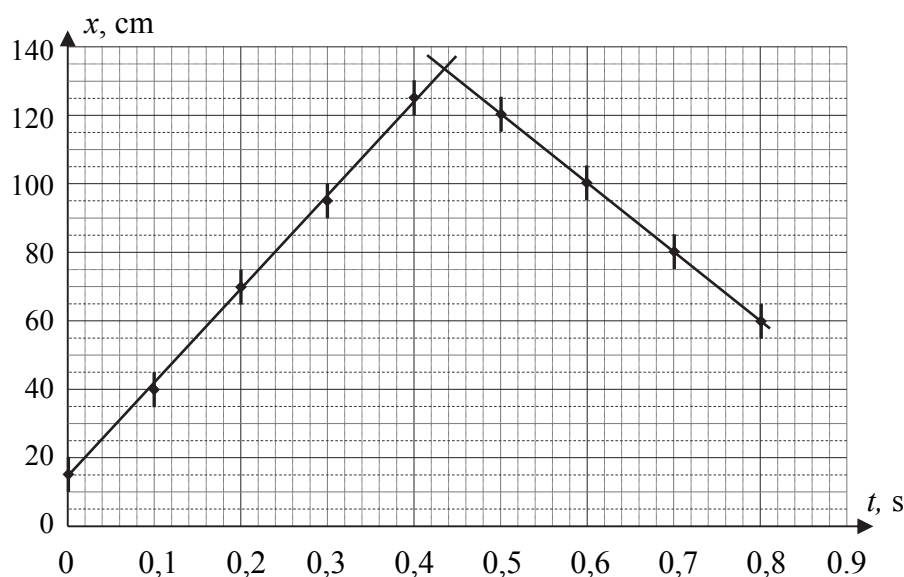
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
Gdy wymaganie dotyczy III etapu edukacyjnego, dopisano (III etap).	Gdy wymaganie dotyczy materiału gimnazjum, dopisano (G), a gdy zakresu podstawowego IV etapu, dopisano (P).
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tabel [...].	12.2. Zdający samodzielnie wykonuje poprawne wykresy [...]. 12.4. Zdający interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią [...], także za pomocą wykresu.

**Schemat punktowania**

- a)
- 3 p. – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, poprawne naniesienie punktów wraz z niepewnościami, narysowanie prostych zgodnych z punktami.
  - 2 p. – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, poprawne naniesienie punktów wraz z niepewnościami.
  - 1 p. – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, poprawne naniesienie punktów lub
    - poprawne opisanie i wyskalowanie osi, błędne naniesienie jednego punktu (tylko jednego), poprawne naniesienie niepewności.
  - 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów (m.in. zamiana osi wykresu).
- b)
- 2 p. – odczytanie z wykresu i napisanie poprawnej wartości czasu odbicia oraz położenia wózka.
  - 1 p. – odczytanie z wykresu i napisanie poprawnej wartości czasu odbicia lub
    - odczytanie z wykresu i napisanie poprawnej wartości położenia wózka.

**Poprawna odpowiedź**

a) Narysowanie wykresu – zob. poniżej.



b) Odczytanie z wykresu i napisanie poprawnej wartości czasu odbicia (od 0,40 s do 0,46 s) oraz położenia wózka (od 125 do 140 cm).

**Zadanie 1.2. (0–1)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tabel, wykresów [...].	3.5. Zdający stosuje zasadę zachowania energii [...] do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.
---	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawna odpowiedź i uzasadnienie.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

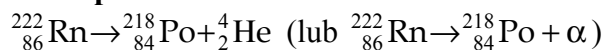
Zderzenie nie było doskonale sprężyste, gdyż wózek po odbiciu miał mniejszą prędkość niż przed odbiciem (można to wywnioskować z wykresu lub z tabeli).

**Zadanie 2.1. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	3.5 (P). Zdający opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku [...].
--	--

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawne zapisanie schematu reakcji.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź****Zadanie 2.2. (0–1)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	3.2 (P). Zdający posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania [...].
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

B 1

**Zadanie 3.1. (0–1)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1.8. Zdający wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona.
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

A 3

**Zadanie 3.2. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	3.3. Zdający wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

B 2

**Zadanie 3.3. (0–2)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	2.9. Zdający uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii. 3.3. Zdający wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu.
--	---

**Schemat punktowania**

- 2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.  
1 p. – zastosowanie zasady zachowania energii w postaci  $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$ .  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawna odpowiedź**

Obowiązuje zasada zachowania energii w postaci  $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$ . Po podstawieniu  $I = \frac{2}{5}mR^2$  i  $\omega = v/R$  obliczamy wartość prędkości kulki

$$v = \sqrt{\frac{10}{7}gh} = 1,67 \text{ m/s.}$$

**Zadanie 4.1. (0–2)**

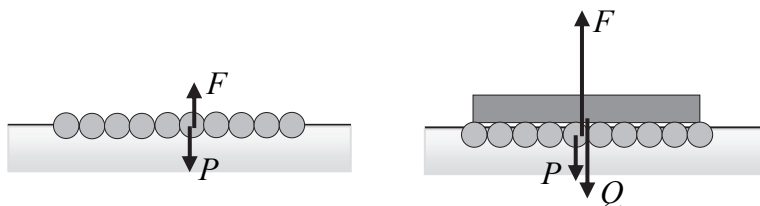
I (III etap). Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	1.4 (G). Zdający opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona. 3.9 (G). Zdający wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa.
--	---

**Schemat punktowania**

- 2 p. – poprawne oba rysunki (siły  $\vec{P}$  jednakowe, siła  $\vec{F}$  na lewym rysunku o tej samej wartości, co siła  $\vec{P}$ , siła  $\vec{F}$  na prawym rysunku o wartości równej sumie wartości sił  $\vec{P}$  i  $\vec{Q}$ ).  
1 p. – narysowanie na lewym rysunku dwóch równoważących się sił  $\vec{P}$  (w dół) i  $\vec{F}$  (w górę) przyłożonych do tratwy lub  
– dorysowanie na prawym rysunku siły  $\vec{P}$  (w dół) i siły  $\vec{F}$  (w górę, o wartości równej w przybliżeniu sumie wartości  $\vec{P}$  i  $\vec{Q}$ ).  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Narysowanie i oznaczenie na każdym rysunku wektorów ciężaru tratwy  $\vec{P}$  i działających na nią sił wyporu  $\vec{F}$  – zob. poniżej.



### Zadanie 4.2. (0–4)

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1.1. Zdający [...] wykonuje działania na wektorach. 3.3 (G). Zdający posługuje się pojęciem gęstości. 3.9 (G). Zdający wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimidesa.
--	---

### Schemat punktowania

4 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.

3 p. – poprawna metoda rozwiązania, tzn. wyprowadzenie wzoru  $m_t = 10 \cdot S \cdot L \cdot (0,75\rho_w - \rho_t)$  lub przekształcenia równoważne.

2 p. – napisanie warunku równoważenia się siły wyporu i siły grawitacji w postaci  $\rho_w \cdot g \cdot V_z = (m_t + m)$  lub równoważnej oraz napisanie wyrażenia  $V_z = 0,75 V$  lub równoważnego lub

– napisanie warunku równoważenia się siły wyporu i siły grawitacji w postaci  $\rho_w \cdot g \cdot V_z = (m_t + m)g$  lub równoważnej oraz napisanie wyrażenia  $m_t = \rho_t \cdot V$  lub równoważnego.

1 p. – napisanie warunku równoważenia się siły wyporu i siły grawitacji.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Z warunku równoważenia się siły wyporu i siły grawitacji wynika, że  $\rho_w \cdot g \cdot V_z = (m_t + m)g$ . Podstawiamy  $V_z = 0,75 V = 0,75 \cdot 10 \cdot S \cdot L$  i  $m_t = \rho_t \cdot V = \rho_t \cdot 10 \cdot S \cdot L$  i obliczamy

$$m_t = 10 \cdot S \cdot L \cdot (0,75\rho_w - \rho_t) = 210 \text{ kg.}$$

### Zadanie 5.1. (0–2)

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12.8. Zdający przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego [...].
--	---

### Schemat punktowania

2 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.

1 p. – poprawne zaznaczenie 1 P, 2 P lub

– poprawne zaznaczenie 3 F, 4 F.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

1 P, 2 P, 3 F, 4 F

**Zadanie 5.2. (0–1)**

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12.8. Zdający przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego [...]. 3.6 (G). Zdający posługuje się pojęciem ciśnienia [...].
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

C 1

**Zadanie 6. (0–1)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci rysunków.	1.7 (P). Zdający wyjaśnia, dlaczego planety widziane z Ziemi przesuwiają się na tle gwiazd.
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawne wskazanie planety oraz poprawne uzasadnienie.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

Spośród obiektów zaznaczonych literami A–C planetą jest obiekt A, ponieważ tylko on zmienił swoje położenie.

**Zadanie 7. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1.9 (P). Zdający opisuje [...] zasadę pomiaru odległości do najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej.
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

1 F, 2 P, 3 F

**Zadanie 8.1. (0–3)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu [...] i rysunków.	6.3. Zdający oblicza okres drgań [...] wahadła matematycznego. 6.4. Zdający interpretuje wykresy zależności położenia [...] od czasu w ruchu drgającym.
---	--

**Schemat punktowania**

- 3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawne wyniki.  
2 p. – poprawne obliczenie okresu drgań oraz prędkości taśmy  
lub  
– poprawne obliczenie okresu drgań oraz maksymalnej prędkości naczynia.  
1 p. – poprawne obliczenie okresu drgań  
lub  
– poprawna metoda obliczenia prędkości taśmy (zgodnie ze wzorem  $v = \frac{s}{1,5T}$ )

lub

– poprawna metoda obliczenia maksymalnej prędkości naczynia oraz poprawne odczytanie z rysunku amplitudy drgań.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Ze wzoru  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  obliczamy okres drgań  $T = 1,74$  s. Ponieważ w czasie, gdy taśma pokonała zaznaczoną na rysunku odległość  $s$ , wahadło wykonało półtora okresu drgań, prędkość taśmy wynosi  $v = \frac{s}{1,5T} = 11,5$  cm/s. Amplitudę drgań można oszacować jako połowę szerokości taśmy (lub nieco mniej), czyli  $A \approx 7$  cm. Stąd wynika wartość maksymalnej prędkości naczynia  $v_{\max} = A \frac{2\pi}{T} \approx 25$  cm/s.

### Zadanie 8.2. (0–1)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu [...] i rysunków.	6.1. Zdający analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych) [...].
---	--

### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Poprawna odpowiedź

C 1

### Zadanie 9. (0–2)

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	6.13. Zdający opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.
--	---

### Schemat punktowania

2 p. – napisanie, że efekt Dopplera występuje wyraźnie dla prędkości źródła porównywalnej z prędkością fali, oraz napisanie, że prędkość karetki jest znacznie mniejsza od prędkości światła.

1 p. – napisanie, że efekt Dopplera występuje wyraźnie dla prędkości źródła porównywalnej z prędkością fali  
lub

– napisanie, że prędkość karetki jest znacznie mniejsza od prędkości światła.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Wielkość efektu Dopplera zależy od stosunku prędkości źródła fali do prędkości fali. Prędkość karetki pogotowia stanowi kilka procent prędkości dźwięku, ale prędkość światła jest ok. miliona razy większa od prędkości dźwięku i dlatego dla światła efekt Dopplera, mimo że występuje, jest trudny do wykrycia.

**Zadanie 10.1. (0–2)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1.1. Zdający [...] wykonuje działania na wektorach. 7.2. Zdający posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego.
--	---

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawna konstrukcja wektora  $\vec{E}$ .

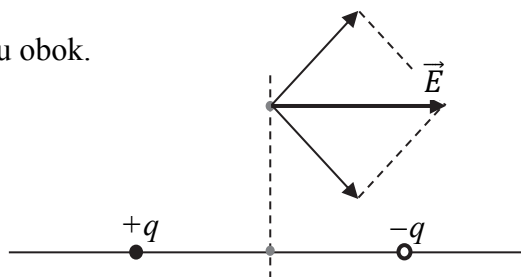
1 p. – narysowanie poprawnego wektora  $\vec{E}$ , brak poprawnej konstrukcji lub

– przeciwne zwroty wszystkich wektorów, kierunki i konstrukcja poprawne.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawna odpowiedź**

Konstrukcja wektora natężenia pola jak na rysunku obok.

**Zadanie 10.2. (0–2)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1.1. Zdający [...] wykonuje działania na wektorach. 7.3. Zdający oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego.
--	--

**Schemat punktowania**

2 p. – obliczenie wartości natężenia pola.

1 p. – poprawna metoda obliczenia wartości natężenia pola wytwarzanego przez pojedynczy ładunek  $q$  (z podstawieniem  $r = 0,5d$ ) lub

– uwzględnienie, że całkowite natężenie pola ma wartość dwukrotnie większą od natężenia pola pojedynczego ładunku.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawna odpowiedź**

Zgodnie ze wzorem  $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$  wartość natężenia pola jednego z danych ładunków w punkcie B wynosi 360 N/C. Całkowite natężenie pola ma wartość dwukrotnie większą, czyli 720 N/C (lub 720 V/m).

**Zadanie 10.3. (0–2)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] i rysunków.	7.6. Zdający przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola.
--	--

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawne obie odpowiedzi.

1 p. – poprawna jedna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Poprawna odpowiedź**

a) Dipol obróci się w lewo (lub obróci się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara).



- b) Dipol będzie przesuwiał się w lewo (lub będzie wciągany w obszar silniejszego pola elektrostatycznego).

#### Zadanie 10.4. (0–3)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu [...] i rysunków.	12.7. Zdający szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń [...].
---	--

#### Schemat punktowania

- 3 p. – przyjęcie długości dipola równej od  $0,1 \cdot 10^{-10}$  m do  $1,3 \cdot 10^{-10}$  m, przemnożenie przez ładunek elementarny i oszacowanie momentu dipolowego (od 0,5 D do 6,3 D).  
 2 p. – poprawne oszacowanie momentu dipolowego w jednostkach C·m (od  $1,6 \cdot 10^{-30}$  C·m do  $2 \cdot 10^{-29}$  C·m), błąd lub brak przeliczenia na debaje.  
 1 p. – oszacowanie długości dipola jako równej od  $0,1 \cdot 10^{-10}$  m do  $1,3 \cdot 10^{-10}$  m i zastosowanie jej we wzorze  $p = e \cdot d$ .  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

#### Poprawna odpowiedź

Moment dipolowy można oszacować jako iloczyn ładunku elementarnego i odległości ładunków rzędu  $6 \cdot 10^{-11}$  m (ok. połowa odległości między jądrami wodoru i chloru).  
 Otrzymujemy

$$p \approx 10^{-29} \text{ C} \cdot \text{m} \approx 3 \text{ D.}$$

*Uwaga: Odległość pomiędzy jądrami jest górną granicą szacowania długości dipola. W rozwiązaniu dopuszczalne jest przyjęcie tej długości jako kilkakrotnie mniejszej.*

#### Zadanie 11. (0–3)

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	5.2. Zdający opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną.
--	--

#### Schemat punktowania

- 3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.  
 2 p. – zastosowanie prawa przemiany izobarycznej w postaci  $\frac{125}{\Delta T + 22} = \frac{144}{\Delta T + 68}$  lub równoważnej lub  
 – poprawna metoda oparta na proporcjonalności  $V$  do  $T$  (z odwołaniem do przemiany izobarycznej), błąd obliczeń.  
 1 p. – zapisanie prawa przemiany izobarycznej lub  
 – stwierdzenie, że objętość zmienia się proporcjonalnie do temperatury lub  
 – obliczenie przyrostu objętości, gdy temperatura zmienia się o  $1^\circ\text{C}$  (lub przyrostu temperatury, gdy objętość zmienia się o  $1 \text{ cm}^3$ ).  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

#### Przykłady poprawnej odpowiedzi

- Stosujemy prawo przemiany izobarycznej w postaci  $\frac{125}{\Delta T + 22} = \frac{144}{\Delta T + 68}$  (gdzie  $\Delta T$  jest przesunięciem skali Celsjusza względem skali Kelvina) i obliczamy  $\Delta T = 281^\circ\text{C}$  (lub  $281 \text{ K}$ ). Zatem  $0 \text{ K} = -281^\circ\text{C}$ .

- W przemianie izobarycznej objętość zmienia się proporcjonalnie do temperatury. Obliczamy przyrost objętości, gdy temperatura zmienia się o 1 °C:

$$\frac{144 - 125}{68 - 22} = \frac{19}{46} = 0,413 \text{ cm}^3.$$

Obliczamy temperaturę, w której objętość zmaleje do zera:

$$0 \text{ K} = 22 \text{ °C} - \frac{125}{0,413} \text{ °C} = -281 \text{ °C}.$$

### Zadanie 12. (0–4)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] rysunków.	10.6. Zdający stosuje prawa odbicia i załamania fal [...].
--	--

#### Schemat punktowania

- a) 2 p. – poprawna metoda obliczenia  $n_I$  i poprawny wynik.  
 1 p. – poprawna identyfikacja kątów padania i załamania, zastosowanie prawa załamania, błąd lub brak obliczeń.  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.
- b) 1 p. – stwierdzenie, że  $n_{II} < n_I$ , oparte na porównaniu kątów padania i załamania lub na poprawnych wynikach a) i c).  
 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.
- c) 1 p. – poprawna metoda obliczenia  $n_{II}$  i poprawny wynik lub  
 – poprawna metoda obliczenia  $n_{II}$ , wynik obliczenia błędny wyłącznie z powodu błędu popełnionego w punkcie a).  
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

#### Poprawna odpowiedź

Na rysunku zaznaczono kąty między promieniami a krawędziami pryzmatów. Do prawa załamania należy podstawiać kąty między promieniami a normalnymi do krawędzi, czyli odjąć dane kąty od 90°.

a) Obliczamy  $n_I = \frac{\sin 40^\circ}{\sin 20^\circ} = 1,88$ .

b) Szkło pryzmatu II ma mniejszy współczynnik załamania od szkła pryzmatu I, ponieważ promień załamany w pryzmacie II jest odchylony od normalnej bardziej niż promień padający.

c) Obliczamy  $\frac{n_I}{n_{II}} = \frac{\sin 25^\circ}{\sin 20^\circ} = 1,236$  (lub 1,24) oraz  $n_{II} = 1,52$ .

### Zadanie 13. (0–1)

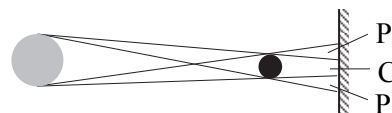
III (III etap). Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.	7.2 (G). Zdający wyjaśnia powstawanie obszarów cienia i półcienia [...].
---	--

#### Schemat punktowania

- 1 p. – poprawna konstrukcja i zaznaczenie obszarów cienia i półcienia.  
 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Poprawna odpowiedź

Zaznaczenie obszarów cienia i półcienia jak na rysunku obok.



### Zadanie 14.1. (0–2)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] wykresów i schematów.	8.4. Zdający stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych.
--	---

#### Schemat punktowania

2 p. – wszystkie podkreślenia poprawne.

1 p. – oba poprawne podkreślenia w pierwszym zdaniu  
lub

– oba poprawne podkreślenia w drugim zdaniu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Poprawna odpowiedź

Podkreślenie w zdaniu pierwszym: „zmniejszenie się” i „zmniejszenie się” a w zdaniu drugim „zmniejszenie się” i „zmniejszy się”.

### Zadanie 14.2. (0–4)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] wykresów i schematów. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	8.4. Zdający stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych. 8.5. Zdający oblicza opór zastępczy [...].
--	---

#### Schemat punktowania

4 p. – poprawne obliczenie oporu termistora oraz napisanie poprawnej temperatury wody.

3 p. – poprawne obliczenie oporu termistora  
lub

– poprawna metoda obliczenia oporu termistora, błąd rachunkowy, odczytanie z wykresu temperatury zgodnej z otrzymaną wartością oporu.

2 p. – poprawna metoda wyznaczenia wartości natężenia prądu płynącego przez opornik oraz poprawna metoda wyznaczenia wartości napięcia na termistorze

lub

– poprawne zastosowanie prawa Ohma do całego obwodu (opór zastępczy) oraz poprawne zastosowanie prawa Ohma do jednego z oporników.

1 p. – poprawna metoda wyznaczenia wartości natężenia prądu płynącego przez opornik  
lub

– poprawna metoda wyznaczenia wartości napięcia na termistorze

lub

– poprawne zastosowanie prawa Ohma do całego obwodu (opór zastępczy).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Przykłady poprawnej odpowiedzi

- Natężenie prądu płynącego przez opornik wynosi  $I_R = \frac{U_R}{R} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ A}$ , a napięcie na termistorze  $U_t = U_C - U_R = 12 - 3 = 9 \text{ V}$ . Termistor i opornik  $R$  są połączone szeregowo, czyli przez oba elementy płynie prąd o takim samym natężeniu. Stosując prawo Ohma,

obliczamy opór termistora  $R_t = \frac{U_t}{I_t} = \frac{9}{6 \cdot 10^{-3}} = 1500 \Omega$  i odczytujemy z wykresu wartość temperatury odpowiadającej temu oporowi  $T = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- Natężenie prądu w obwodzie wyznaczamy z zależności:

$$I = \frac{U_C}{R + R_t} = \frac{12 \text{ V}}{500 \Omega + R_t}$$

Iloczyn  $I \cdot R$  jest napięciem wskazywanym przez woltomierz. Z równania

$$\frac{12 \text{ V}}{500 \Omega + R_t} \cdot 500 \Omega = 3 \text{ V}$$

obliczamy opór termistora  $R_t$ , a następnie odczytujemy z wykresu temperaturę  $T$ .

### Zadanie 14.3. (0–1)

I (III etap). Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	4.10 (G). Zdający posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego.
--	--

#### Schemat punktowania

1 p. – poprawne wyjaśnienie, uwzględniające ogrzewanie termistora wskutek przepływu prądu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Poprawna odpowiedź

Przepływ prądu spowoduje ogrzewanie termistora wskutek wydzielania ciepła Joule'a. Mierzona temperatura termistora nie będzie równa temperaturze otoczenia.

### Zadanie 15.1. (0–3)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu [...].	4.6. Zdający wyjaśnia pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej; oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich.
--	--

#### Schemat punktowania

3 p. – poprawna metoda obliczenia prędkości ucieczki i poprawny wynik.

2 p. – zastosowanie wzoru  $v_{uc} = \sqrt{\frac{2GM_S}{r}}$ , w którym poprawnie podstawiono masę Słońca oraz odległość  $r$   
lub

– zastosowanie wzoru  $v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$  do II prędkości kosmicznej oraz do ucieczki

przedstawionej w zadaniu, wyprowadzenie wzoru  $v_{uc} = v_{II} \sqrt{\frac{M_S}{M_Z} \frac{R_Z}{R_{orb}}}$   
lub

– stwierdzenie, że  $v_{uc} = \sqrt{2} \cdot v = \sqrt{2} \cdot \frac{2\pi r}{T}$ , gdzie  $v$  jest prędkością Ziemi na orbicie, poprawne podstawienie okresu obiegu Ziemi wokół Słońca  $T$  i promienia orbity Ziemi  $r$ .

1 p. – zapisanie wzoru  $v_{uc} = \sqrt{\frac{2GM_S}{r}}$   
lub

– stwierdzenie, że  $v_{uc} = \sqrt{2} \cdot v = \sqrt{2} \cdot \frac{2\pi r}{T}$ , gdzie  $v$  jest prędkością Ziemi na orbicie.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Przykłady poprawnej odpowiedzi

- Prędkość ucieczki  $v_{uc}$  można obliczyć ze wzoru na II prędkość kosmiczną, podstawiając masę Słońca wg tekstu zamiast masy Ziemi oraz odległość równą jednostce astronomicznej zamiast promienia Ziemi. Zatem

$$v_{uc} = \sqrt{\frac{2GM_S}{r}} \approx \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2} \cdot 336000 \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{150 \cdot 10^9 \text{ m}}} = 42 \text{ km/s.}$$

- Stosujemy wzór  $v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$  dwukrotnie – do II prędkości kosmicznej (ucieczki z powierzchni Ziemi) oraz do prędkości ucieczki opisanej w zadaniu. Stąd wyprowadzamy związek  $v_{uc} = v_{II} \sqrt{\frac{M_S}{M_Z} \frac{R_Z}{R_{orb}}}$ . Po podstawieniu II prędkości kosmicznej, masy Ziemi i promienia Ziemi z tablic oraz masy Słońca obliczamy  $v_{uc} \approx 42 \text{ km/s}$ .
- Prędkość ucieczki jest równa  $v_{uc} = \sqrt{2} \cdot v = \sqrt{2} \cdot \frac{2\pi r}{T}$ , gdzie  $v$  jest prędkością Ziemi na orbicie (związek ten jest analogiczny do związku między I a II prędkością kosmiczną). Do tej zależności podstawiamy okres obiegu Ziemi wokół Słońca  $T = 1 \text{ rok} \approx 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$  i promień orbity Ziemi  $r \approx 150 \cdot 10^9 \text{ m}$ , otrzymując  $v_{uc} \approx 42 \text{ km/s}$ .

### Zadanie 15.2. (0–1)

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12.8. Zdający przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego [...].
--	---

### Schemat punktowania

1 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Poprawna odpowiedź

Szukaną prędkość obliczamy z zależności  $v_{\max} = v + 2v_J$ . Otrzymujemy

$$v_{\max} = 10 \frac{\text{km}}{\text{s}} + 2 \cdot 13 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{s}}.$$

**Zadanie 15.3. (0–1)**

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	3.5. Zdający stosuje zasadę zachowania energii [...] do opisu zderzeń.
--	--

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

C

**Zadanie 15.4. (0–1)**

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12.8. Zdający przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego [...]. 3.5. Zdający stosuje zasadę zachowania energii [...] do opisu zderzeń.
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

1 P, 2 F, 3 P

**Zadanie 16. (0–2)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	9.12. Zdający opisuje budowę i zasadę działania prądnicy [...]. 9.13. Zdający opisuje prąd przemienny [...].
--	---

**Schemat punktowania**

- 1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

B