

**EGZAMIN MATURALNY  
W ROKU SZKOLNYM 2014/2015**

**FORMUŁA OD 2015  
(„NOWA MATURA”)**

**FIZYKA  
POZIOM ROZSZERZONY**

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

**MAJ 2015**

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

### Zadanie 1.1. (0–1)

<b>Wymagania ogólne</b> Gdy wymaganie dotyczy III etapu edukacyjnego, dopisano (III etap)	<b>Wymagania szczegółowe</b> Gdy wymaganie dotyczy materiału gimnazjum, dopisano (G), a gdy zakresu podstawowego IV etapu, dopisano (P)
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	2.7. Zdający analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej [...]

#### Poprawna odpowiedź

narysowanie przy położeniu B symbolu ↻.

#### Schemat punktowania

1 p. – narysowanie poprawnego symbolu.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 1.2. (0–1)

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	2.7. Zdający analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentów sił.
--	---

#### Poprawna odpowiedź

D

#### Schemat punktowania

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

### Zadanie 1.3. (0–1)

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	2.8. Zdający stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu.
--	---

#### Poprawna odpowiedź

Jest to zasada zachowania momentu pędu (lub zasada zachowania krętu)

#### Schemat punktowania

1 p. – napisanie poprawnej nazwy prawa.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 1.4. (0–1)

I (III etap). Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk [...].	1.3 (G). Zdający podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych.
--	--

#### Poprawna odpowiedź

B

#### Schemat punktowania

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

**Zadanie 2. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1.11. Zdający [...] posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercyjnym.
--	--

**Poprawna odpowiedź**

B – 3.

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie obu poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 3.1. (0–1)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu [...] i rysunków.	1.13. Zdający składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych.
---	--

**Poprawna odpowiedź**

1 – F, 2 – P, 3 – P.

1 p. – zaznaczenie trzech poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 3.2. (0–4)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	2.4. Zdający analizuje równowagę brył sztywnych [...].
--	--

**Poprawna odpowiedź**

Moment  $M_P$  siły ciężkości działającej na słup musi się równoważyć z momentem  $M_N$  siły naciągu liny  $\vec{N}$ . Oba momenty zapisujemy względem osi przechodzącej przez obrotową podstawę słupa.

$$M_P = mg \frac{l}{2} = M_N = Nl \sin \alpha$$

Stąd po przekształceniu otrzymujemy

$$N = \frac{mg}{2 \sin \alpha} = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 0,2588} = 37,9 \text{ kN}$$

**Schemat punktowania**4 p. – napisanie poprawnych wzorów na  $M_P$  oraz na  $M_N$ , przyrównanie tych wyrażeń i poprawne obliczenie wartości siły naciągu  $N$ .3 p. – napisanie poprawnych wzorów na  $M_P$  oraz na  $M_N$ , przyrównanie tych wyrażeń i przekształcenie wzoru w celu obliczenia wartości siły naciągu  $N$ .2 p. – napisanie poprawnych wzorów na  $M_P$  oraz na  $M_N$ .

1 p. – przyrównanie dwóch momentów sił zapisanych jako iloczyny sił i długości.

lub

– napisanie poprawnego wzoru na  $M_P$ .

lub

– napisanie poprawnego wzoru na  $M_N$ .

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Zadanie 3.3. (0–3)

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
--	--

#### Poprawna odpowiedź

Zgodnie z zasadą zachowania energii, końcowa energia kinetyczna ruchu obrotowego  $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$  równa jest początkowej energii potencjalnej grawitacji  $E_p = mg\frac{l}{2}$ . Przyrównujemy te dwa wyrażenia do siebie i podstawiamy  $I = \frac{1}{2}ml^2$ ,  $\omega = \frac{v}{l}$ . Stąd otrzymujemy  $v = \sqrt{3gl} = \sqrt{3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 12 \text{ m}} = 18,8 \text{ m/s}$ .

#### Schemat punktowania

- 3 p. – przyrównanie poprawnych wyrażeń na  $E_p$  i  $E_k$  i poprawne obliczenie prędkości końca słupa w chwili uderzenia o ziemię.  
2 p. – napisanie wyrażeń na  $E_p$  i  $E_k$  oraz  $\omega = v/r$  oraz przyrównanie początkowej energii grawitacyjnej słupa do końcowej energii kinetycznej jego ruchu obrotowego.  
1 p. – przyrównanie początkowej energii grawitacyjnej słupa do końcowej energii kinetycznej ruchu obrotowego.  
lub  
– napisanie wzoru na końcową energię kinetyczną  $E_k = I\omega^2/2$  oraz wzoru  $\omega = v/r$ .  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Zadanie 4.1. (0–1)

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] wykresów, schematów i rysunków.	6.7. Zdający stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu.
--	---

#### Poprawna odpowiedź

Wpisanie w kolejnych wierszach tabeli b, c i a.

#### Schemat punktowania

- 1 p. – wpisanie trzech poprawnych odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 4.2. (0–1)

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	6.7. Zdający stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu.
--	---

#### Poprawna odpowiedź

1 – F, 2 – P, 3 – P.

#### Schemat punktowania

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

**Zadanie 4.3. (0–2)**

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

**Poprawna odpowiedź**

Z wykresu odczytujemy maksymalną wartość energii kinetycznej wózka  $E_{k\max} = 4$  mJ. Tę wartość przyrównujemy do wyrażenia  $\frac{1}{2}mv^2$  i obliczamy

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{0,2 \text{ kg}}} = 0,2 \text{ m/s.}$$

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.

1 p. – poprawna metoda rozwiązania.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Zadanie 4.4. (0–3)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	6.7. Zdający stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym [...]. 6.3. Zdający oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie [...].
--	--

**Przykłady poprawnej odpowiedzi**

- Całkowita energia układu wynosi wg wykresu  $E = 4$  mJ i jest równa maksymalnej energii sprężystości  $\frac{1}{2}kA^2$ , gdzie amplituda  $A$  wynosi 4 cm. Stąd wyznaczamy stałą sprężystości sprężyny  $k$

$$k = \frac{2E}{A^2}.$$

Po podstawieniu  $k$  do wzoru  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  otrzymujemy

$$T = \pi A \sqrt{\frac{2m}{E}} = 3,14 \cdot 0,04 \text{ m} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ kg}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ J}}} = 1,26 \text{ s.}$$

- Całkowita energia układu wynosi wg wykresu  $E = 4$  mJ i jest równa maksymalnej energii kinetycznej  $\frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{1}{2}m(A\omega)^2 = \frac{1}{2}m\left(A \cdot \frac{2\pi}{T}\right)^2$ . Stąd dochodzimy do wzoru  $T = \pi A \sqrt{\frac{2m}{E}}$  jak wyżej.

**Schemat punktowania**

3 p. – poprawne przekształcenia wzorów i poprawny wynik.

2 p. – przekształcenia doprowadzające do poprawnego wzoru na okres lub równoważne przekształcenia na wartościach liczbowych.

1 p. – napisanie wzorów  $v_{\max} = A\omega$  i  $\omega = 2\pi/T$ .

lub

– napisanie wzorów  $E = mv_{\max}^2/2$  i  $v_{\max} = A\omega$ .

lub

– napisanie wzorów  $E = kA^2/2$  i  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ .

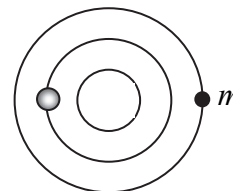
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Zadanie 5.1. (0–1)

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1.9. Zdający stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał. <i>lub</i> 2.5. Zdający wyznacza położenie środka masy.
--	--

#### Poprawna odpowiedź

Zaznaczenie położenia gwiazdy o mniejszej masie jak na rysunku obok.



#### Schemat punktowania

1 p. – poprawne zaznaczenie i opisanie literą  $m$  położenia gwiazdy o mniejszej masie.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 5.2. (0–2)

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	2.5. Zdający wyznacza położenie środka masy.
--	--

#### Przykłady poprawnej odpowiedzi

- Położenie środka masy układu dwóch punktów materialnych jest dane wzorem

$$x = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}.$$

Początek osi  $x$  wybieramy w gwiazdzie o masie  $M$  i podstawiamy  $m_1 = M$ ,  $m_2 = m$ ,  $x_1 = 0$  i  $x_2 = d$ . Otrzymujemy

$$x = \frac{md}{m+M}$$

- Gdy środek masy układu dwóch punktów materialnych jest w początku osi  $x$ , spełnione jest równanie  $m_1 x_1 = m_2 x_2$  (gdzie odległości  $x_1$  i  $x_2$  uznajemy za dodatnie). W naszym przypadku  $Mx = m(d - x)$ , skąd wynika wzór na  $x$  jak wyżej.

#### Schemat punktowania

2 p. – wyprowadzenie poprawnego wzoru na  $x$ .

1 p. – napisanie poprawnego wzoru pozwalającego wyznaczyć położenie środka masy układu dwóch punktów materialnych.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Zadanie 5.3. (0–2)

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1.9. Zdający stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał. 1.14. Zdający opisuje wektory prędkości [w ruchu jednostajnym po okręgu].
--	---

#### Poprawna odpowiedź

1 – P, 2 – F, 3 – P

#### Schemat punktowania

2 p. – zaznaczenie trzech poprawnych odpowiedzi.

1 p. – zaznaczenie dwóch poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Zadanie 6. (0–3)**

I (III etap). Wykorzystanie wielkości fizycznych do rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	3.9 (G). Zdający wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa.
--	---

**Poprawna odpowiedź**

Na górę działają dwie równoważące się siły: siła ciężkości  $F_g = \rho_l V_l g$  (gdzie  $\rho_l$  i  $V_l$  to gęstość i objętość lodu) i siła wyporu  $F_w$ . Zgodnie z prawem Archimedesesa  $F_w = \rho_w V_z g$ , gdzie  $\rho_w$  jest gęstością wody, a  $V_z$  – objętością części zanurzonej. Stąd

$$\frac{V_z}{V_l} = \frac{\rho_l}{\rho_w} = \frac{900}{1040} = 0,865.$$

Skoro objętość części zanurzonej jest równa 0,865 całkowitej objętości lodu, to objętość części wynurzonej jest równa  $1 - 0,865 = 0,135$  (13,5%) objętości góry.

**Schemat punktowania**

3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.

2 p. – zastosowanie równowagi sił  $F_g = F_w$  i podstawienie  $F_w = \rho_w V_z g$ ,  $F_g = \rho_l V_l g$ .

1 p. – napisanie warunku równowagi sił ciężkości i wyporu (bez konieczności napisania wyrażeń algebraicznych).

lub

– napisanie wzoru  $F_{wyp} = \rho_w V_{zan} g$ .

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Zadanie 7. (0–2)**

III (III etap). Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw.	2.8 (G). Zdający wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego [...]. 2.11 (G). Zdający opisuje ruch cieczy i gazów w zjawisku konwekcji.
---	--

**Poprawna odpowiedź**

Zjawiskami tymi są przewodnictwo cieplne, konwekcja (lub konwekcja w powietrzu), parowanie wody i promieniowanie.

Uwaga. Nie uznaje się m.in. odpowiedzi: oddawanie ciepła do naczynia (gdyż pytanie dotyczyło stygnięcia naczynia z wodą, a nie stygnięcia samej wody), konwekcja w wodzie (wymiana ciepła wewnątrz naczynia nie jest odpływem ciepła na zewnątrz), a także „występowanie różnicy temperatur” (ponieważ nie jest to nazwa zjawiska fizycznego).

**Schemat punktowania**

2 p. – napisanie trzech poprawnych nazw zjawisk.

1 p. – napisanie dwóch poprawnych nazw zjawisk.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Zadanie 8. (0–1)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] rysunków.	7.2. Zdający posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego.
--	--

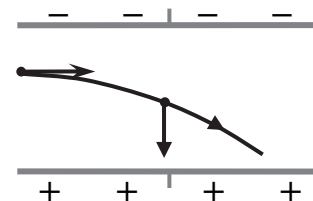
**Poprawna odpowiedź**

Narysowanie wektora przyspieszenia elektronu jak na rysunku obok.

**Schemat punktowania**

1 p. – poprawny punkt zaczepienia, kierunek i zwrot wektora.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.



**Zadanie 9. (0–2)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	7.9. Zdający oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne.
--	--

**Poprawna odpowiedź**

Zarówno powierzchnia okładek, jak i odległość między nimi są dla kondensatora A czterokrotnie większe od analogicznych wielkości dla kondensatora B. Na podstawie wzoru

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

stwierdzamy, że pojemności obu kondensatorów są jednakowe, czyli ich stosunek wynosi 1.

**Schemat punktowania**

2 p. – zastosowanie poprawnego wzoru na pojemność kondensatora płaskiego, uwzględnienie obu relacji  $S_A = 4S_B$ ,  $d_A = 4d_B$  oraz poprawna odpowiedź.

1 p. – zastosowanie poprawnego wzoru na pojemność kondensatora płaskiego i uwzględnienie jednej z relacji  $S_A = 4S_B$ ,  $d_A = 4d_B$ .

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Zadanie 10.1. (0–1)**

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	12.1. Zdający przedstawia jednostki wielkości fizycznych wymienionych w podstawie programowej, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi.
--	--

**Poprawna odpowiedź**

Po skorzystaniu z relacji  $1 \text{ V} = 1 \frac{\text{J}}{\text{C}}$ ,  $1 \text{ J} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$  i  $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$  otrzymujemy

$$1 \frac{\text{V}}{\text{K}} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{K} \cdot \text{s}^3}$$

**Schemat punktowania**

1 p. – poprawne wyrażenie jednostki  $\frac{\text{V}}{\text{K}}$  w jednostkach podstawowych układu SI.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 10.2. (0–2)**

IV (III etap). Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów.	8.6 (G). Zdający odczytuje dane z tabeli [...].
--	---

**Poprawna odpowiedź**

Największa różnica  $S_B - S_A$  występuje dla pary nikiel–żelazo. Dla tej pary napięcie termoelektryczne wynosi

$$U = \left(18,8 \frac{\mu\text{V}}{\text{K}} + 15 \frac{\mu\text{V}}{\text{K}}\right) \cdot 100 \text{ K} = 3,38 \text{ mV}.$$

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawny wybór pary metali oraz poprawne obliczenie napięcia.

1 p. – poprawny wybór pary metali.

lub

– błędny wybór pary metali i zgodne z tym wyborem obliczenie napięcia.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.



**Zadanie 10.3. (0–1)**

II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.

8.1. Zdający wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego.

**Poprawna odpowiedź**

C – 3

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie obu poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

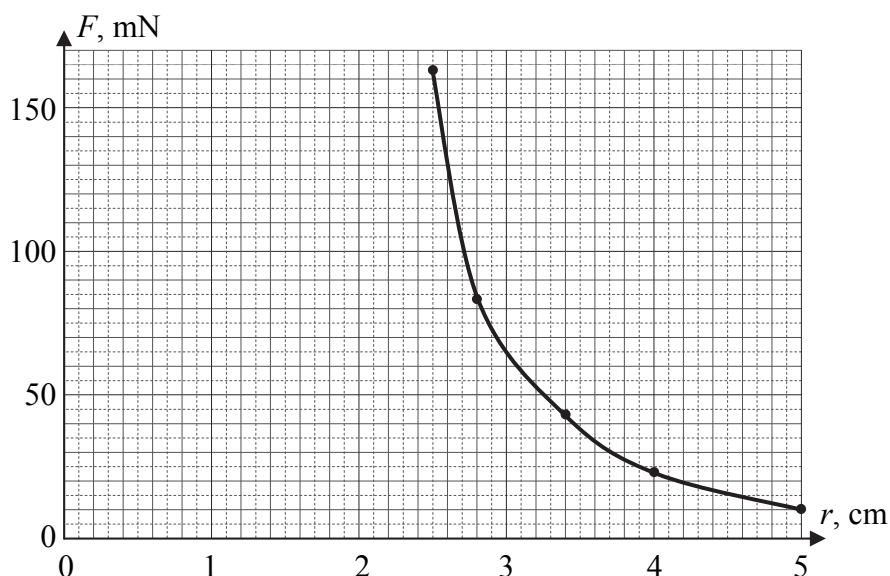
**Zadanie 11.1a. (0–3)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tabel [...].

12.2. Zdający samodzielnie wykonuje poprawne wykresy [...].

**Poprawna odpowiedź**

Wykres jest zamieszczony poniżej.

**Schemat punktowania**

3 p. – opisanie osi, dobranie skali jednostek, zaznaczenie 5 punktów na wykresie zgodnie z danymi i narysowanie gładkiej krzywej.

2 p. – opisanie osi, dobranie skali jednostek, zaznaczenie 4 punktów na wykresie zgodnie z danymi i narysowanie krzywej.

lub

– opisanie osi, dobranie skali jednostek i zaznaczenie 5 punktów na wykresie zgodnie z danymi.

1 p. – opisanie osi i dobranie skali jednostek.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwaga: dobranie skali jednostek oznacza, że przynajmniej 1/4 długości każdej z osi musi być wykorzystana.

**Zadanie 11.1b. (0–2)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci [...] wykresów.	3.1. Zdający oblicza pracę siły na danej drodze. 12.7. Zdający szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń [...].
--	--

**Poprawna odpowiedź**

Szacujemy pracę jako pole powierzchni pod narysowanym wykresem, np. metodą zliczania kratek, a gdy nie cała kratka mieści się pod krzywą – oceniając w przybliżeniu ich ułamki (1/2 lub 3/4). Jedna kratka  $10 \text{ mN} \times 0,2 \text{ cm}$  odpowiada pracy o wartości 0,02 mJ. Liczba takich krater pod krzywą wynosi ok. 53, czyli praca wynosi w przybliżeniu 1,1 mJ.

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawna metoda oszacowania pracy jako pola pod wykresem, wynik w zakresie od 0,9 mJ do 1,5 mJ.

1 p. – poprawna metoda oszacowania pracy.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Zadanie 11.2. (0–2)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1.6. Zdający oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku [...]. 12.6. Zdający opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru [...].
--	---

**Poprawna odpowiedź**

Czas spadku swobodnego z wysokości 40 cm wynosi

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,4 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} = 0,286 \text{ s}$$

Ta wartość mieści się w podanym zakresie niepewności, zatem spadek magnesu można uznać za swobodny.

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawne obliczenie czasu spadku swobodnego, porównanie z rzeczywistym czasem spadku i poprawny wniosek.

1 p. – poprawne obliczenie czasu spadku swobodnego.

lub

– obliczenie czasu spadku swobodnego zawierające błąd, porównanie z rzeczywistym czasem spadku i wniosek zgodny z tym porównaniem.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Zadanie 11.3. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	9.11. Zdający stosuje regułę Lenza [...].
--	---

**Poprawna odpowiedź**

C – 1

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie obu poprawnych odpowiedzi.

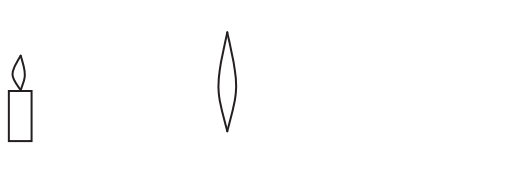
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 12. (0–4)**

V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.	10.9. Zdający stosuje równanie soczewki [...].
---	--

**Poprawna odpowiedź**

Należy wykonać czynność a) – ustawić świeczkę, soczewkę skupiającą i ekran w taki sposób, aby na ekranie powstał ostry obraz świeczki. Układ doświadczalny jest przedstawiony poniżej.



Należy zmierzyć odległości płomienia świeczki od soczewki i ekranu od soczewki (czynności f) i g)). Po podstawieniu tych odległości do wzoru  $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$  obliczamy ogniskową soczewki skupiającej  $f_1$  (czynność h)). Następnie powtarzamy obserwację używając zestawu dwóch soczewek zamiast soczewki pojedynczej (czynność c)) i wykonujemy czynności f), g) i h), otrzymując ogniskową układu  $f$ . W ostatnim kroku z podanego wzoru  $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$  wyznaczamy ogniskową soczewki rozpraszającej  $f_2$  (czynność i)).

**Schemat punktowania**

4 p. – trzy elementy 1)–3) wymienione niżej, następnie zapisanie czynności i).

- 1) Narysowanie układu doświadczalnego z soczewką skupiającą lub układem 2 soczewek.
- 2) Opis wyznaczenia ogniskowej soczewki skupiającej, w tym zapisanie czynności a), f), g) i h).
- 3) Opis wyznaczenia ogniskowej zestawu soczewek, w tym zapisanie czynności c), f), g) i h).

3 p. – trzy elementy zapisane wyżej jako 1)–3).

lub

– elementy 2) i 3), następnie zapisanie czynności i).

2 p. – dwa elementy spośród zapisanych wyżej jako 1)–3).

1 p. – jeden element spośród 1)–3).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwaga. Zapisanie czynności b) jest błędem powodującym obniżenie oceny o 1 punkt. Dotyczy to kryteriów za 1, 2, 3 i 4 punkty.

**Zadanie 13. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	10.4. Zdający wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej.
--	--

**Poprawna odpowiedź**

C – 3

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie obu poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 14.1. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	3.4 (P). Zdający opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu [...]. 12.7. Zdający szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń [...].
--	---

**Poprawna odpowiedź**

D

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 14.2. (0–1)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	5.9. Zdający interpretuje drugą zasadę termodynamiki.
--	---

**Poprawna odpowiedź**

Jest to druga zasada termodynamiki.

**Schemat punktowania**

1 p. – napisanie poprawnej nazwy prawa.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 15.1. (0–2)**

III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tabel [...].	11.2. Zdający stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego [...].
---	--

**Poprawna odpowiedź**

Obliczamy energię fotonu

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \cdot 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{370 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 5,38 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,36 \text{ eV}$$

Zatem katodę można wykonać z cezu lub z litu.

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawne obliczenie energii fotonu i wybór cezu oraz litu.

1 p. – poprawne obliczenie energii fotonu.

lub

– poprawna metoda obliczenia energii fotonu, błąd wyniku oraz wybór metalu zgodny z wynikiem obliczenia.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Zadanie 15.2. (0–1)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	11.2. Zdający [...] wyjaśnia zasadę działania fotokomórki.
--	--

**Poprawna odpowiedź**

Jeśli napięcie jest tak duże, że do anody docierają wszystkie elektrony, które zostały wybite z katody, dalszy wzrost napięcia nie spowoduje już zwiększenia natężenia prądu.

**Schemat punktowania**

- 1 p. – poprawne objaśnienie zjawiska.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 15.3. (0–3)**

IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	2.4 (P). Zdający wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii. 4.5 (G). Zdający posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elementarnego. 4.7 (G). Zdający posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego.
--	--

**Poprawna odpowiedź**

Liczbę fotonów padających na katodę w czasie  $\Delta t$  obliczamy ze wzoru

$$\frac{n_{fot}}{\Delta t} = \frac{P}{\frac{hc}{\lambda}} = \frac{P\lambda}{hc}$$

Dla przedziału czasu  $\Delta t = 1$  s wynikiem jest

$$n_{fot} = \frac{6,0 \cdot 10^{-6} \text{ W} \cdot 370 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \cdot 1 \text{ s} = 1,12 \cdot 10^{13}$$

Liczbę elektronów przepływających w obwodzie w czasie  $\Delta t$  obliczamy ze wzoru

$$\frac{n_{el}}{\Delta t} = \frac{I}{e}$$

a dla  $\Delta t = 1$  s otrzymujemy

$$n_{el} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ A}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \cdot 1 \text{ s} = 3,1 \cdot 10^{12}$$

Stosunek  $n_{el}/n_{fot}$  wynosi 0,28 (28%).

**Schemat punktowania**

- 3 p. – poprawne obie metody obliczeń  $n_{el}$  i  $n_{fot}$  oraz poprawne wszystkie wyniki.  
2 p. – poprawne obie metody obliczeń  $n_{el}$  i  $n_{fot}$ .  
1 p. – poprawna jedna z metod obliczeń  $n_{el}$  lub  $n_{fot}$ .  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Zadanie 16. (0–2)**

I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1.11 (P). Zdający opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce. 1.12 (P). Zdający [...] opisuje rozszerzanie się Wszechświata. 3.11 (P). Zdający opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach [...].
--	--

**Poprawna odpowiedź**

Przypuszcza się, że Słońce powstało około 4,6 miliarda lat temu. Głównym źródłem energii Słońca są reakcje łączenia jąder lekkich.

Układ Słoneczny znajduje się około 30 tys. lat świetlnych od centrum Galaktyki.

W obecnej chwili Wszechświat stale się rozszerza.

**Schemat punktowania**

2 p. – poprawne wszystkie podkreślenia.

1 p. – poprawne podkreślenia w dwóch spośród trzech akapitów tekstu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.