



**CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA**

**EGZAMIN MATURALNY
W ROKU SZKOLNYM 2013/2014**

**FIZYKA Z ASTRONOMIĄ
POZIOM ROZSZERZONY**

**ROZWIĄZANIA ZADAŃ
I SCHEMAT PUNKTOWANIA**

MAJ 2014

Zadanie 1. (0–7)**1.1. (0–3)**

Obszar standardów	Opis wymagań (dla obszaru „Wiadomości i rozumienie” PP oznacza wymagania szczegółowe z poziomu podstawowego, PR – z poziomu rozszerzonego)
Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c)

Poprawna odpowiedź:

Podczas ruchu jednostajnego prostoliniowego siły się równoważą, czyli $\frac{C}{2}\rho v^2 S = mg$, stąd

$$v = \sqrt{\frac{2mg}{C\rho S}} = \sqrt{\frac{2mg}{C\rho\pi r^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0025 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,5 \cdot 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,14 \cdot (0,017 \text{ m})^2}} = 9,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

3 p. – zapisanie warunku jednostajnego spadania $\frac{C}{2}\rho v^2 S = mg$ oraz wyprowadzenie wzoru

$$v^2 = \frac{2mg}{C\rho S} \text{ lub } v = \sqrt{\frac{2mg}{C\rho S}} \text{ i obliczenie } v = 9,1 \text{ m/s}$$

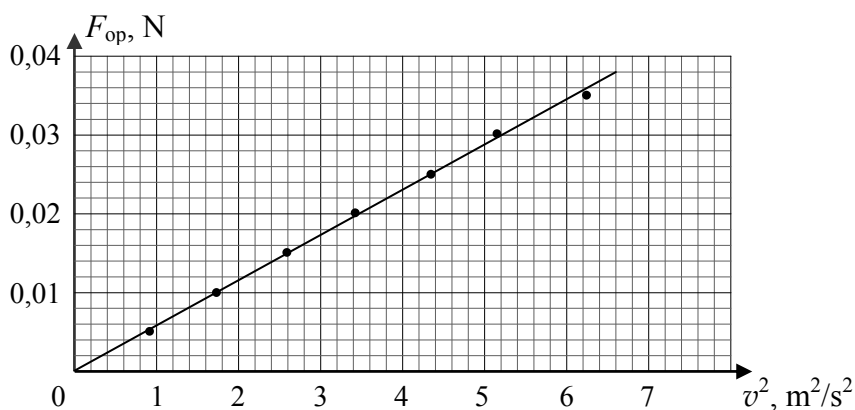
2 p. – zapisanie warunku jednostajnego spadania $\frac{C}{2}\rho v^2 S = mg$ oraz wyprowadzenie wzoru

$$v^2 = \frac{2mg}{C\rho S} \text{ lub } v = \sqrt{\frac{2mg}{C\rho S}}, \text{ lub podstawienie poprawnych danych do warunku jednostajnego spadania}$$

1 p. – zapisanie warunku jednostajnego spadania $\frac{C}{2}\rho v^2 S = mg$ **0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów**1.2. (0–4)**

Korzystanie z informacji	Rysowanie wykresu (II.4.b)
Tworzenie informacji	Analizowanie opisanych wyników doświadczeń (III.1)

Poprawna odpowiedź:

Obliczamy kwadraty prędkości (kolejno $0,92 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$, $1,74 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$, $2,59 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$, $3,42 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$, $4,33 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$, $5,15 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$, $6,25 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$). Siła oporu powietrza jest równa ciężarowi foremek Q . Wykres ma postać

Położenie punktów na wykresie jest zgodne z linią prostą przechodzącą przez początek układu współrzędnych, co świadczy o zależności proporcjonalnej między wielkościami odłożonymi na osiach.

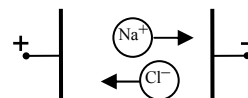
- 4 p.** – wyskalowanie i opisanie osi wykresu oraz poprawne naniesienie wszystkich punktów, poprowadzenie prostej przechodzącej przez początek układu współrzędnych, stwierdzenie zgodności punktów z prostą oraz wniosek: F_{op} jest proporcjonalna do v^2
- 3 p.** – wyskalowanie i opisanie osi wykresu oraz poprawne naniesienie wszystkich punktów, poprowadzenie prostej przechodzącej przez początek układu współrzędnych
lub
– wyskalowanie i opisanie osi wykresu oraz poprawne naniesienie 5 lub 6 punktów, poprowadzenie prostej przechodzącej przez początek układu współrzędnych, stwierdzenie zgodności punktów z prostą oraz poprawny wniosek
lub
– wyskalowanie i opisanie osi wykresu oraz poprawne naniesienie wszystkich punktów, poprowadzenie prostej (nie przechodzącej przez początek układu współrzędnych), stwierdzenie zgodności punktów z prostą oraz poprawny wniosek
- 2 p.** – wyskalowanie i opisanie osi wykresu, błędy naniesienia punktów, wniosek zgodny z narysowanym wykresem
lub
– wyskalowanie i opisanie osi wykresu oraz poprawne naniesienie 5 lub 6 punktów
- 1 p.** – wyskalowanie i opisanie osi wykresu
lub
– błąd wyskalowania lub opisanie osi wykresu, naniesienie punktów, wniosek zgodny z narysowanym wykresem
- 0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

Zadanie 2. (0–9)

2.1. (0–1)

Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku (II.2)
--------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

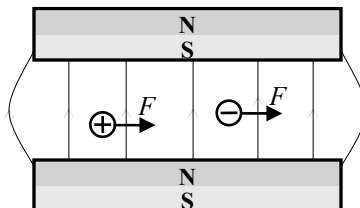


- 1 p.** – poprawne narysowanie obu strzałek
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

2.2. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Przedstawianie pola magnetycznego za pomocą linii pola (PP I.1.2.6)
Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku (II.2)

Poprawna odpowiedź:



- 2 p.** – narysowanie linii pola magnetycznego ze zwrotem w górę oraz narysowanie obu sił skierowanych w prawo
1 p. – narysowanie linii pola magnetycznego ze zwrotem w górę

lub

- narysowanie obu sił zgodnie z narysowanymi liniami pola (w lewo, jeśli linie mają zwrot w dół)

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

2.3. (0–1)

Tworzenie informacji	Budowanie prostych modeli fizycznych do opisu zjawisk (III.3)
----------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Siła napędowa działa wzdłuż osi y , ze zwrotem *zgodnym z tą osią*.

1 p. – poprawne oba podkreślenia

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

2.4. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie oporu przewodnika na podstawie danego oporu właściwego i wymiarów geometrycznych (PR I.1.3.3) Zastosowanie prawa Ohma (PR I.1.3.2)
-------------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Opór cieczy między płytkami wyraża się wzorem $R = \rho \frac{l}{S} = \frac{\rho a}{bc}$. Natężenie prądu wyznaczamy z prawa Ohma

$$I = \frac{U}{R} = \frac{Ubc}{\rho a} = \frac{9 \text{ V} \cdot 0,015 \text{ m} \cdot 0,01 \text{ m}}{0,04 \Omega \cdot \text{m} \cdot 0,03 \text{ m}} = 1,13 \text{ A}.$$

2 p. – zastosowanie wzoru $R = \frac{\rho a}{bc}$ i obliczenie natężenia prądu $I = 1,13 \text{ A}$

1 p. – obliczenie oporu cieczy między płytkami $R = 8 \Omega$

lub

- zapisanie wzoru $R = \frac{\rho a}{bc}$

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

2.5. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie wartości siły elektrodynamicznej (PR I.1.4.3)
-------------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Wartość siły elektrodynamicznej obliczamy ze wzoru $F = IlB = IaB$. Otrzymujemy

$$F = 1 \text{ A} \cdot 0,03 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ T} = 0,12 \text{ N}.$$

2 p. – zastosowanie wzoru $F = IlB$, podstawienie $l = a$ i obliczenie siły $F = 0,12 \text{ N}$

1 p. – zapisanie wzoru $F = IlB$ i podstawienie $l = a$

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

2.6. (0–1)

Tworzenie informacji	Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5)
----------------------	---

Poprawna odpowiedź:

W słonej wodzie są obecne jony, ale jeśli stężenie roztworu jest zbyt małe, ich liczba nie jest wystarczająco duża, aby silnik działał skutecznie.

1 p. – poprawne wyjaśnienie warunków działania silnika

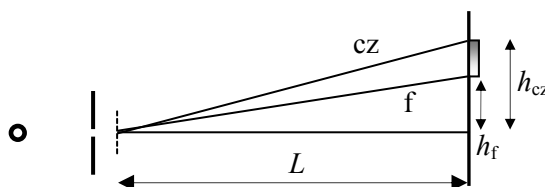
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

Zadanie 3. (0–7)

3.1. (0–4)

Tworzenie informacji	Planowanie prostych doświadczeń (III.4)
Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku (II.2)
Wiadomości i rozumienie	Opisywanie przejścia światła przez siatkę dyfrakcyjną (PP I.1.5.d.13)

Poprawna odpowiedź:



Odległości h_{cz} i h_f na ekranie są powiązane z kątami ugięcia promieni α_{cz} i α_f wzorami $h_{cz} = L \tan \alpha_{cz}$, $h_f = L \tan \alpha_f$. Podstawiamy $\tan \alpha = \sin \alpha$ i $n = 0$ do równania $n\lambda = d \sin \alpha$ (d – odległość między rysami siatki) i otrzymujemy

$$\lambda_{cz} = \frac{d \cdot h_{cz}}{L} \quad \lambda_f = \frac{d \cdot h_f}{L}$$

- 4 p.** – a) narysowanie przesłony we właściwym położeniu i poprawnego biegu obu promieni,
b) zaznaczenie na rysunku wielkości niezbędnych do wyznaczenia długości fal,
c) zapisanie wzorów wiążących kąty z zaznaczonymi wielkościami,
d) zapisanie wzorów na najmniejszą i największą długość fali

3 p. – poprawne trzy z powyższych czynności (a-d)

2 p. – poprawne dwie z powyższych czynności

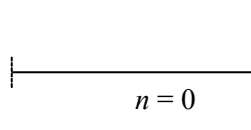
1 p. – poprawna jedna z powyższych czynności

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

3.2. (0–2)

Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku (II.2)
Tworzenie informacji	Analizowanie opisanych wyników doświadczeń (III.4)

Poprawna odpowiedź:



W rzędzie $n = 0$ nie ma różnicy dróg optycznych. Kąt ugięcia promienia jest równy 0 dla wszystkich długości fali.

2 p. – narysowanie i oznaczenie promienia rzędu zerowego oraz poprawne uzasadnienie tezy na podstawie wzoru $n\lambda = d \sin \alpha$ lub równoważnego argumentu słownego

1 p. – narysowanie i oznaczenie promienia rzędu zerowego
lub

– poprawne uzasadnienie tezy na podstawie wzoru $n\lambda = d \sin \alpha$ lub argumentu słownego

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

3.3. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Opisywanie zjawiska polaryzacji (PP I.1.5.d.15)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Nie obserwuje się polaryzacji fal dźwiękowych w powietrzu, ponieważ dźwięk w powietrzu jest falą podłużną, a polaryzacja może zachodzić tylko dla fal poprzecznych.

1 p. – poprawne wyjaśnienie przyczyny niemożności polaryzacji fal dźwiękowych w powietrzu

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

Zadanie 4. (0–12)

4.1. (0–1)

Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji zapisanych w postaci tabeli (III.1)
----------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Jeśli opór przewodnika jest proporcjonalny do jego długości, to np. dwukrotne zwiększenie długości powoduje podwojenie oporu, czyli zgodnie z prawem Ohma dwukrotne zmniejszenie natężenia prądu. Nie zgadza się to z danymi w tabeli (np. kolumny 1 i 2).

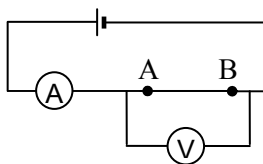
1 p. – porównanie co najmniej 2 kolumn tabeli i sformułowanie wniosku

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

4.2. (0–1)

Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku (II.2)
--------------------------	---

Poprawna odpowiedź:



1 p. – narysowanie woltomierza dołączonego równolegle do odcinka drutu (do punktów A i B)

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

4.3. (0–2)

Korzystanie z informacji	Zastosowanie prawa Ohma (PR I.1.3.2)
Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji zapisanych w postaci tabeli (III.1)

Poprawna odpowiedź:

Opór drutu obliczamy ze wzoru $R = \frac{U}{I}$. Otrzymujemy kolejno (w omach) $0,85 \cdot 10^{-2}$, $1,70 \cdot 10^{-2}$, $2,55 \cdot 10^{-2}$ i $3,40 \cdot 10^{-2}$. Widzimy proporcjonalną zależność R od l – np. w drugiej kolumnie obie wielkości są dwukrotnie większe niż w pierwszej.

2 p. – poprawne uzupełnienie tabeli oraz napisanie, że R i l są do siebie proporcjonalne, poparte sprawdzeniem rachunkowym przynajmniej na jednym przykładzie

1 p. – poprawne uzupełnienie tabeli
lub

– dwa lub trzy poprawne wpisy w dolnym wierszu tabeli oraz napisanie, że R i l są do siebie proporcjonalne, poparte sprawdzeniem rachunkowym dla poprawnie wpisanych liczb

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

4.4. (0–4)

Tworzenie informacji	Budowanie modeli matematycznych (III.3)
----------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Oznaczmy siłę elektromotoryczną symbolem $\mathcal{E}$. Spełnione są zależności

$$\mathcal{E} = U_1 + I_1 R_w \qquad \mathcal{E} = U_2 + I_2 R_w$$

Rozwiązując układ równań, wyznaczamy

$$\mathcal{E} = \frac{U_2 I_1 - U_1 I_2}{I_1 - I_2} \qquad R_w = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}$$

Podstawiamy dane z dwóch różnych kolumn tabeli, np. pierwszej i ostatniej. Otrzymujemy $\mathcal{E} = 1,55 \text{ V}$, $R_w = 0,41 \text{ }\Omega$.

4 p. – napisanie poprawnego układu równań, podstawienie właściwych danych oraz obliczenie $\mathcal{E}$ (od 1,5 V do 1,6 V) i R_w (ok. 0,4 Ω)
lub

– poprawne narysowanie wykresu $U(I)$, odczytanie $\mathcal{E}$ (punkt przecięcia prostej z osią U) i obliczenie R_w , wyniki jak wyżej

3 p. – napisanie poprawnego układu równań, podstawienie właściwych danych oraz poprawne obliczenie $\mathcal{E}$ lub R_w

lub

– poprawne narysowanie wykresu $U(I)$, poprawne odczytanie $\mathcal{E}$ lub obliczenie R_w

2 p. – napisanie poprawnego układu równań i podstawienie właściwych danych
lub

– poprawne narysowanie wykresu $U(I)$

1 p. – poprawne użycie SEM i R_w w równaniu, np. napisanie równania $\mathcal{E} = U + IR_w$
lub

– narysowanie wykresu $U(I)$ z jednym błędem (np. błąd naniesienia punktu)

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

4.5. (0–1)

Korzystanie z informacji	Analizowanie informacji podanych w formie wykresu (II.1.b)
--------------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Odczytujemy opór zewnętrzny odpowiadający maksymalnej mocy dla wykresu 1 ($R_{zewn} = 0,3 \text{ }\Omega$) i dla wykresu 2 ($R_{zewn} = 0,4 \text{ }\Omega$). Wartości te są równe odpowiednim oporom wewnętrznym, zatem teza została potwierdzona.

1 p. – potwierdzenie tezy na podstawie odczytów z obu wykresów

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

4.6. (0–3)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie mocy prądu stałego (PR I.1.3.a.5) i sprawności przetwarzania energii w obwodach prądu stałego (PR I.1.3.a.6)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

W obwodzie płynie prąd o natężeniu $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{zewn}} + R_{\text{wewn}}} = \frac{1,5 \text{ V}}{0,4 \Omega + 0,4 \Omega} = 1,88 \text{ A}$. Moc całkowita (wyzdzielana w postaci ciepła w całym obwodzie) wynosi $P = \mathcal{E}I = 1,5 \text{ V} \cdot 1,88 \text{ A} = 2,8 \text{ W}$. Moc użyteczna jest równa $P = I^2 R_{\text{zewn}} = (1,88 \text{ A})^2 \cdot 0,4 \Omega = 1,4 \text{ W}$, zatem sprawność ogniwa wynosi $\frac{1,4}{2,8} = 0,5 = 50\%$.

3 p. – poprawne obliczenie całkowitej mocy i sprawności ogniwa
lub

– poprawne obliczenie całkowitej mocy oraz stwierdzenie, że skoro opór źródła i opór zewnętrzny są jednakowe, to moc wydzielana w postaci ciepła w obwodzie zewnętrznym jest równa mocy wydzielanej na oporze wewnętrznym, więc sprawność wynosi 50%

2 p. – poprawna metoda obliczenia całkowitej mocy i błąd obliczeń, poprawne obliczenie sprawności ogniwa (lub poprawne uzasadnienie podanej wartości 50%)
lub

– poprawne obliczenie całkowitej mocy

1 p. – poprawna metoda obliczenia całkowitej mocy i błąd obliczeń
lub

– poprawna wartość sprawności ogniwa i poprawne uzasadnienie

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

Zadanie 5. (0–9)

5.1. (0–2)

Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4c)
--------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Wyzwoloną energię obliczamy ze wzoru $E = (M_{\text{Nd}} - M_{\text{Ce}} - M_{\text{He}})c^2$. Otrzymujemy

$$E = 0,0020 \text{ u} \cdot c^2 = 0,0020 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 2,99 \cdot 10^{-13} \text{ J}.$$

2 p. – użycie wzoru $E = (M_{\text{Nd}} - M_{\text{Ce}} - M_{\text{He}})c^2$ i poprawne obliczenia prowadzące do wyniku
 $E = 2,99 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ lub $E = 1,867 \text{ MeV}$

1 p. – zapisanie wzoru $E = (M_{\text{Nd}} - M_{\text{Ce}} - M_{\text{He}})c^2$

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

5.2. (0–3)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasad zachowania pędu i energii (PR I.1.1.c.5)
Tworzenie informacji	Budowanie modeli matematycznych (III.3)

Poprawna odpowiedź:

Energia wyzwolona jest sumą energii kinetycznych jąder ceru i helu

$$E_{\text{wyzw}} = E_{\text{Ce}} + E_{\text{He}} = \frac{1}{2} m_{\text{Ce}} v_{\text{Ce}}^2 + \frac{1}{2} m_{\text{He}} v_{\text{He}}^2$$

Z zasady zachowania pędu wynika związek $m_{\text{Ce}}v_{\text{Ce}} = m_{\text{He}}v_{\text{He}}$. Do bilansu energii podstawiamy $v_{\text{Ce}} = \frac{v_{\text{He}}m_{\text{He}}}{m_{\text{Ce}}}$ i otrzymujemy

$$E_{\text{wyzw}} = \frac{1}{2}m_{\text{He}}v_{\text{He}}^2 \left(1 + \frac{m_{\text{He}}}{m_{\text{Ce}}}\right) = E_{\text{He}} \left(1 + \frac{m_{\text{He}}}{m_{\text{Ce}}}\right)$$

$$\text{Stąd } E_{\text{He}} = E_{\text{wyzw}} \frac{m_{\text{Ce}}}{m_{\text{Ce}} + m_{\text{He}}} = 1,867 \text{ MeV} \cdot \frac{139,9}{139,9 + 4,0} = 1,815 \text{ MeV}$$

3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

2 p. – zapisanie zależności $E_{\text{wyzw}} = \frac{1}{2}m_{\text{Ce}}v_{\text{Ce}}^2 + \frac{1}{2}m_{\text{He}}v_{\text{He}}^2$ i $m_{\text{Ce}}v_{\text{Ce}} = m_{\text{He}}v_{\text{He}}$ oraz wyeliminowanie v_{Ce} i E_{Ce} z układu równań

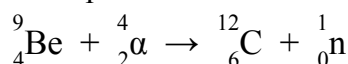
1 p. – zapisanie zależności $E_{\text{wyzw}} = \frac{1}{2}m_{\text{Ce}}v_{\text{Ce}}^2 + \frac{1}{2}m_{\text{He}}v_{\text{He}}^2$ i $m_{\text{Ce}}v_{\text{Ce}} = m_{\text{He}}v_{\text{He}}$

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

5.3. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych (PP I.1.6.10)
-------------------------	--

Poprawna odpowiedź:



1 p. – poprawne uzupełnienie schematu reakcji

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

5.4. (0–3)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie energii w polu elektrostatycznym (PR I.1.2.b.8)
Tworzenie informacji	Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5)

Przykłady poprawnej odpowiedzi:

- Do wzoru $E = k \frac{q_1 q_2}{r}$ podstawiamy $q_1 = 4e$ (jądro berylu), $q_2 = 2e$ (cząstka α) oraz $r = 2,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}$. Otrzymujemy $E = 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{2,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}} = 7,36 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. Ponieważ $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$, więc $E = 4,6 \text{ MeV}$. Podana energia $4,8 \text{ MeV}$ jest większa, zatem wystarczy do zbliżenia cząstki α do jądra berylu na odległość równą r .

- Do wzoru $E = k \frac{q_1 q_2}{r}$ podstawiamy $q_1 = 4e$ (jądro berylu), $q_2 = 2e$ (cząstka α) oraz energię $4,8 \text{ MeV}$ wyrażoną w dżulach ($E = 7,68 \cdot 10^{-13} \text{ J}$). Otrzymujemy $r = 2,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$, czyli wielkość mniejszą od promienia jądra berylu. Zatem cząstka α o energii $4,8 \text{ MeV}$ może zbliżyć się do jądra berylu na odległość równą promieniowi jądra.

3 p. – poprawna odpowiedź na podstawie poprawnych obliczeń

2 p. – zastosowanie wzoru $E = k \frac{q_1 q_2}{r}$, poprawne podstawienie q_1 i q_2 oraz poprawne przeliczenie jednostek

1 p. – zastosowanie wzoru $E = k \frac{q_1 q_2}{r}$

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

Zadanie 6. (0–8)**6.1. (0–2)**

Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c)
--------------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Do wzoru $g = \frac{GM}{R^2}$ podstawiamy dane i obliczamy $g = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{\frac{1}{3} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{4,59 \cdot 10^6 \text{ m}} = 6,31 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

2 p. – zapisanie wzoru $g = \frac{GM}{R^2}$, podstawienie danych i sprawdzenie zgodności

1 p. – zapisanie wzoru $g = \frac{GM}{R^2}$

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

6.2. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie okresu drgań wahadła matematycznego (PP I.1.3.a.3)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Do wzoru $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ podstawiamy dane i obliczamy $T = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ m}}{6,22 \text{ m/s}^2}} = 2,52 \text{ s}$.

1 p. – zapisanie wzoru $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, podstawienie danych i sprawdzenie zgodności

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

6.3. (0–3)

Tworzenie informacji	Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3)
----------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Siła wypadkowa działająca na ciało o masie m na równiku jest różnicą siły grawitacji $F_g = mg$ (o wartości tej samej, co siła grawitacji na biegunie) i siły odśrodkowej $F_{odśr} = m\omega^2 R$. Ta siła wypadkowa jest równa iloczynowi m i przyspieszenia swobodnego spadku na równiku g_r

$$mg - m\omega^2 R = mg_r$$

Stąd $\omega^2 R = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R = g - g_r$. Okres obrotu planety T jest równy

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g - g_r}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{4,59 \cdot 10^6 \text{ m}}{6,31 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 6,22 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 4,5 \cdot 10^4 \text{ s}$$

3 p. – zapisanie równania $mg - F_{odśr} = mg_r$ lub analogicznego związku między przyspieszeniami, podstawienie poprawnego wzoru na siłę odśrodkową lub na przyspieszenie odśrodkowe oraz poprawne obliczenie okresu obrotu planety

2 p. – zapisanie równania $mg - F_{odśr} = mg_r$ lub analogicznego związku między przyspieszeniami, podstawienie poprawnego wzoru na siłę odśrodkową lub na przyspieszenie odśrodkowe oraz wyprowadzenie wzoru $T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g - g_r}}$ lub przekształcenia równoważne

- 1 p.** – zapisanie równania $mg - F_{odśr} = mg_r$ lub analogicznego związku między przyspieszeniami oraz podstawienie poprawnego wzoru na siłę odśrodkową lub na przyspieszenie odśrodkowe
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

6.4. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Analizowanie II prędkości kosmicznej (PP I.1.2.b.8)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Do wzoru na II prędkość kosmiczną podstawiamy dane w treści zadania. Otrzymujemy

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1}{3} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{4,59 \cdot 10^6 \text{ m}}} = 7,6 \text{ km/s.}$$

Dana prędkość 8 km/s jest większa od v_{II} , zatem wystarczy do oddalenia się dowolnie daleko.

- 2 p.** – zastosowanie wzoru na II prędkość kosmiczną, podstawienie właściwych danych, obliczenie v_{II} i sformułowanie poprawnego wniosku
1 p. – zastosowanie wzoru na II prędkość kosmiczną i podstawienie właściwych danych lub
 – zastosowanie wzoru na II prędkość kosmiczną, błąd w podstawieniu danych oraz zgodne z tymi danymi obliczenie v_{II} i sformułowanie wniosku wynikającego z obliczeń
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

Zadanie 7. (0–8)

7.1. (0-3)

Wiadomości i rozumienie	Opisywanie zjawiska Dopplera dla fali akustycznej (PR I.1.1.18)
Tworzenie informacji	Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5)

Poprawna odpowiedź:

Podkreślenia w zdaniu 1: *stała, mniejsza od*. Podkreślenie w zdaniu 2: *mniejsza*.

Oznaczmy częstotliwość słyszaną przez przechodnia biegnącego do stojącej karetki przez f_1 , a częstotliwość słyszaną przez nieruchomego przechodnia, do którego zbliża się karetką, przez f_2 . Efekt Dopplera dla tych przypadków jest opisany wzorami

$$f_1 = f_{zr} \frac{v + u_{ob}}{v} \quad f_2 = f_{zr} \frac{v}{v - u_{zr}}$$

Zgodnie z treścią zadania $u_{ob} = u_{zr}$, należy więc porównać $\frac{v+u}{v}$ z $\frac{v}{v-u}$. Ponieważ $(v+u)(v-u) < v^2$, więc widać, że $f_1 < f_2$.

- 3 p.** – poprawne trzy podkreślenia i poprawne uzasadnienie wyboru w zdaniu 2
2 p. – poprawne dwa podkreślenia (jeśli w zdaniu 2, to z uzasadnieniem)
1 p. – poprawne jedno podkreślenie (jeśli w zdaniu 2, to z uzasadnieniem)
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

7.2. (0-2)

Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c)
--------------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Należy przekształcić wzór wyrażający efekt Dopplera dla ruchomego obserwatora

$$f = f_{\text{zr}} \frac{v+u}{v}$$

Prędkość kutra u jest równa

$$u = v \left(\frac{f}{f_{\text{zr}}} - 1 \right) = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \left(\frac{3050}{3000} - 1 \right) = 5,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2 p. – poprawna metoda i poprawne obliczenie

1 p. – zapisanie poprawnego wzoru i podstawienie do niego poprawnych danych

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

7.3. (0-3)

Tworzenie informacji	Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3) Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5)
----------------------	--

Przykłady poprawnej odpowiedzi:

- Obliczamy natężenie dźwięku w odległości 5 km od syreny

$$I_5 = \frac{10 \text{ W}}{4\pi \cdot (5000 \text{ m})^2} = 3,2 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Korzystając ze wzoru $L = 10 \log(I/I_0)$, obliczamy natężenie dźwięku I o poziomie $L = 30 \text{ dB}$ i otrzymujemy $I_{30} = 10^{-9} \text{ W/m}^2$. Ponieważ $I_5 > I_{30}$, dźwięk będzie słyszalny.

- Obliczamy natężenie dźwięku w odległości 5 km od syreny

$$I_5 = \frac{10 \text{ W}}{4\pi \cdot (5000 \text{ m})^2} = 3,2 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Korzystając ze wzoru $L = 10 \log(I_5/I_0)$, szacujemy poziom natężenia L_5 odpowiadający natężeniu I_5 : $L_5 \approx 45 \text{ dB}$ (wystarczy doprowadzenie obliczeń do wniosku, że wynik przekracza 30 dB). Ponieważ $L_5 > 30 \text{ dB}$, dźwięk będzie słyszalny.

3 p. – poprawne obliczenia i poprawny wniosek

2 p. – poprawne obliczenie I_5 oraz I_{30}
lub

– poprawne obliczenie I_5 oraz poprawne oszacowanie L_5
lub

– poprawne obliczenie I_5 lub I_{30} , błąd obliczenia drugiej wielkości lub błąd oszacowania L_5 oraz wniosek zgodny z obliczeniami

1 p. – poprawne obliczenie I_5 lub I_{30}

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium