

WPISUJE ZDAJĄCY

KOD	PESEL
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

*Miejsce
na naklejkę
z kodem*

**EGZAMIN MATURALNY
Z FIZYKI I ASTRONOMII**

POZIOM ROZSZERZONY

MAJ 2014

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 14 stron (zadania 1–7). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Podczas egzaminu możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora.
8. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

**Czas pracy:
150 minut**

**Liczba punktów
do uzyskania: 60**



MFA-R1_1P-142

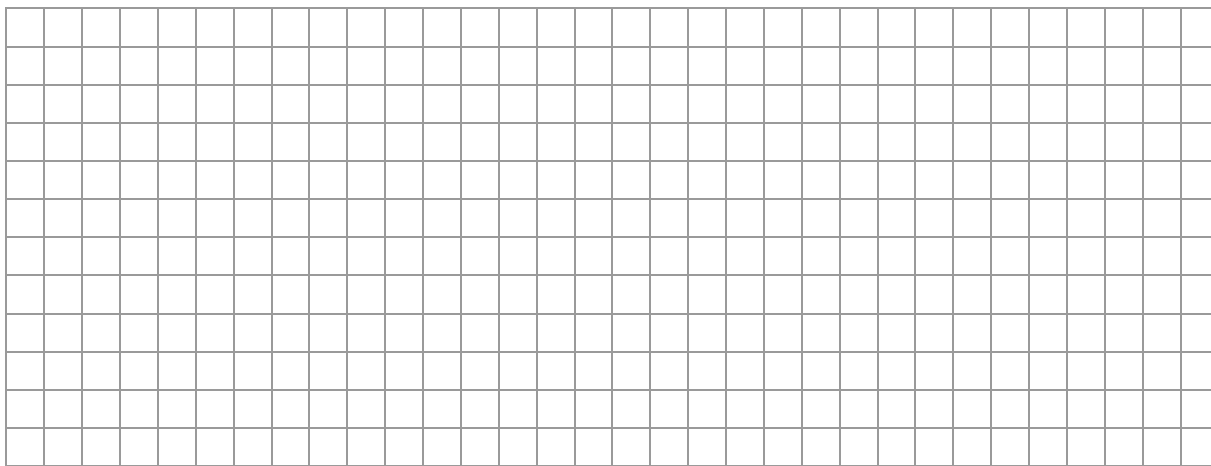
Zadanie 1. Spadające ciała (7 pkt)

Na ciała spadające w powietrzu działa siła oporu zależna od prędkości. Wartość tej siły najczęściej obliczamy ze wzoru $F_{\text{op}} = \frac{C}{2}\rho v^2 S$, gdzie ρ jest gęstością ośrodka (powietrza), v to prędkość ciała, a S – pole przekroju prostopadłego do kierunku ruchu. Współczynnik C zależy od kształtu ciała – dla kuli przyjmujemy, że wynosi on 0,5.

Podczas spadania ciał wraz ze wzrostem prędkości rośnie siła oporu, aż do zrównoważenia ciężaru ciała, kiedy dalszy ruch odbywa się ze stałą prędkością.

Zadanie 1.1 (3 pkt)

Piłeczka pingpongowa ma masę 2,5 g, a jej promień wynosi 1,7 cm. Gęstość powietrza jest równa $1,3 \text{ kg/m}^3$. Oblicz prędkość, przy której taka piłeczka będzie spadać ruchem jednostajnym.

**Zadanie 1.2 (4 pkt)**

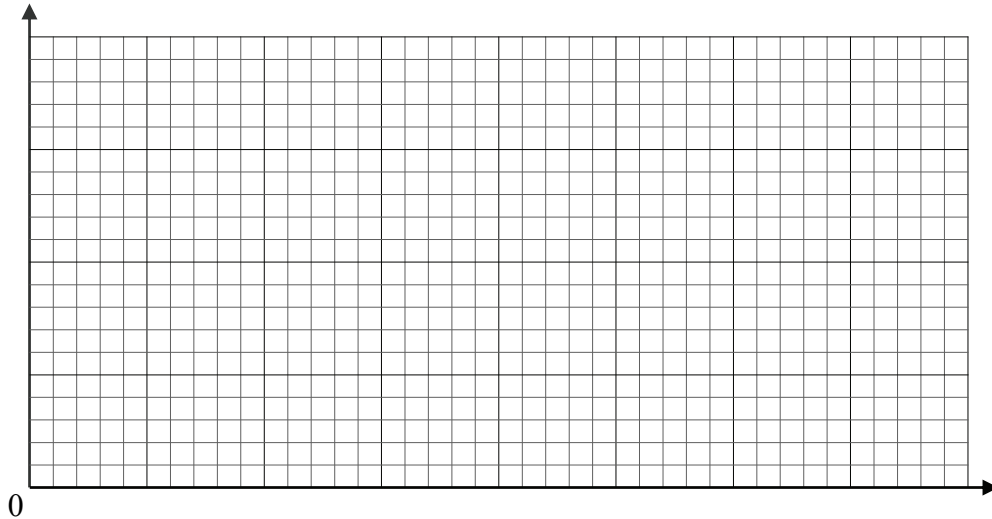
Aby sprawdzić, jak siła oporu powietrza zależy od prędkości, użyto papierowych foremek do ciastek o masie 0,5 g każda. Doświadczenie polegało na wkładaniu jednej foremki w drugą i pomiarze prędkości v jednostajnego spadku zestawu foremek. Zakładamy, że cały ruch odbywa się ze stałą prędkością (rozpędzanie foremek do tej prędkości trwa bardzo krótko). Gdy łączymy foremki, zmieniamy ciężar zestawu Q , natomiast nie zmienia się pole poprzecznego przekroju S . Wyniki przedstawiono w poniższej tabeli.



Liczba foremek	Q , N	v , m/s	
1	0,005	0,96	
2	0,010	1,32	
3	0,015	1,61	
4	0,020	1,85	
5	0,025	2,08	
6	0,030	2,27	
7	0,035	2,50	

Na podstawie wyników doświadczenia wykonaj wykres zależności siły oporu od kwadratu prędkości foremek. Do zapisu obliczeń możesz wykorzystać wolną kolumnę w tabeli.

obliczenia									

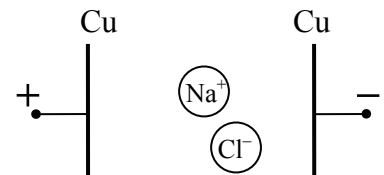


Wyjaśnij, dlaczego wykres świadczy o proporcjonalności siły oporu do kwadratu prędkości foremek.

Zadanie 2. Napęd MHD (9 pkt)

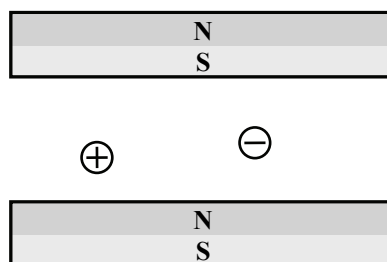
Zadanie 2.1 (1 pkt)

Dwie płytki miedziane przyłączono do biegunów źródła prądu i zanurzone w słonej wodzie. Na rysunku obok dorysuj strzałki przedstawiające kierunek ruchu jonów Na^+ i Cl^- pod wpływem pola elektrycznego.



Zadanie 2.2 (2 pkt)

Przyjmijmy, że na rysunku poniżej jon dodatni porusza się prostopadłe do płaszczyzny rysunku ze zwrotem za tę płaszczyznę, a jon ujemny – wzdłuż tej samej osi, ze zwrotem przed tę płaszczyznę. Dorysuj linie pola magnetycznego magnesów oraz zaznacz ich zwrot. Narysuj strzałki przedstawiające wektory siły działającej na oba jony ze strony pola magnetycznego.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1	1.2	2.1	2.2
	Maks. liczba pkt	3	4	1	2
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 5. Rozpad α (9 pkt)

Jądro neodymu $^{144}_{60}\text{Nd}$ ulega rozpadowi α i przechodzi w jądro ceru $^{140}_{58}\text{Ce}$ według schematu:



Masy jąder biorących udział w tej reakcji wynoszą odpowiednio:

$$m_{\text{Nd}} = 143,9099 \text{ u},$$

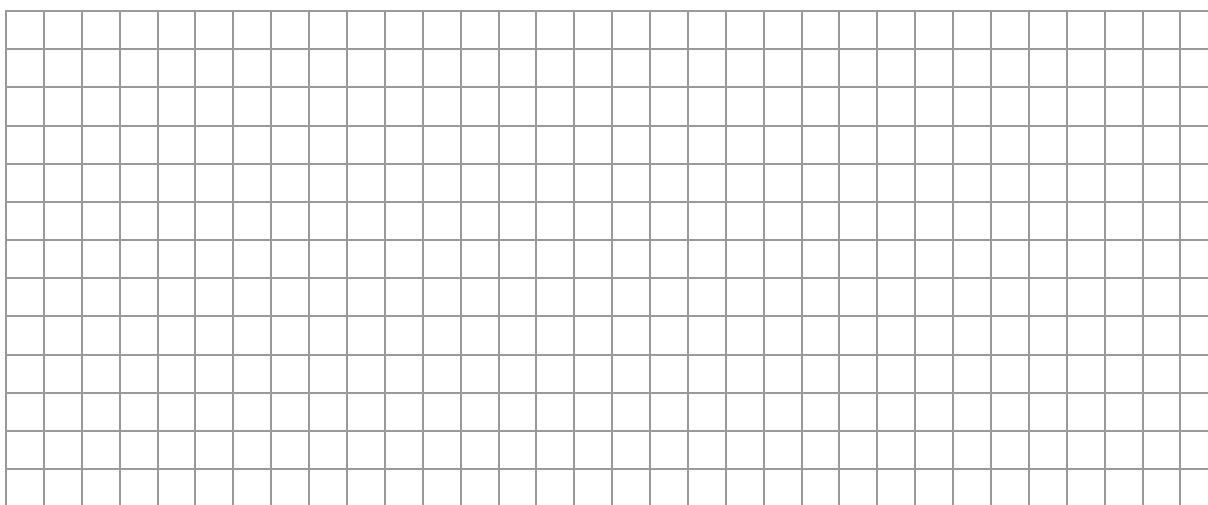
$$m_{\text{Ce}} = 139,9053 \text{ u},$$

$$m_{\text{He}} = 4,0026 \text{ u},$$

gdzie u jest jednostką masy atomowej.

Zadanie 5.1 (2 pkt)

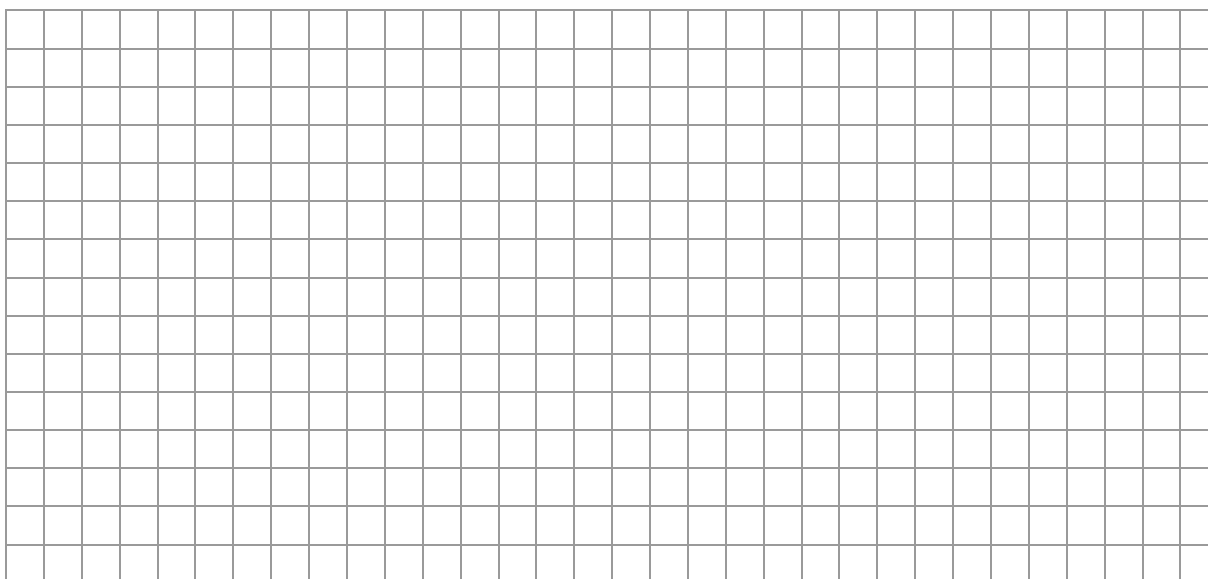
Wykaż, że podczas powyższej reakcji wyzwala się energia równa $2,988 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ lub $1,867 \text{ MeV}$.



Zadanie 5.2 (3 pkt)

Oblicz energię kinetyczną jądra helu, które powstało w wyniku rozpadu spoczywającego jądra neodymu. Dana jest energia wyzwolona w rozpadzie jądra neodymu, równa $1,867 \text{ MeV}$.

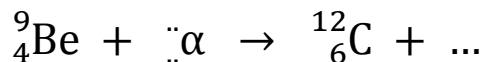
Prędkości jąder ceru i helu są znacznie mniejsze od prędkości światła. Należy uwzględnić fakt, że podczas rozpadu spełniona jest zasada zachowania pędu.



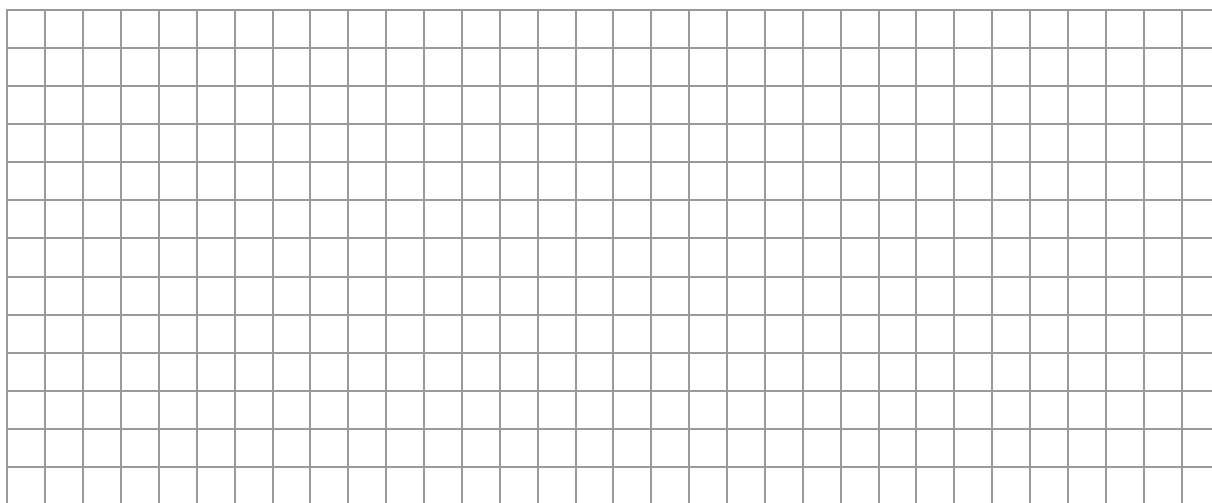
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.5	4.6	5.1	5.2
	Maks. liczba pkt	1	3	2	3
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 5.3 (1 pkt)

W wyniku bombardowania jądra berylu ${}^9_4\text{Be}$ cząstkami α można otrzymać jądro węgla ${}^{12}_6\text{C}$ oraz jedną z cząstek elementarnych. Uzupełnij schemat opisanej reakcji.

**Zadanie 5.4 (3 pkt)**

Przeprowadzenie reakcji opisanej w zadaniu 5.3 wymaga użycia cząstek α o dostatecznie dużej energii kinetycznej. Sprawdź, wykonując odpowiednie obliczenia, czy cząstka α o energii 4,8 MeV może pokonać odpychanie elektrostatyczne i zbliżyć się do jądra berylu na odległość porównywalną z promieniem tego jądra. Przyjmij, że jądro berylu pozostaje nieruchome, a jego promień wynosi $2,5 \cdot 10^{-15}$ m.

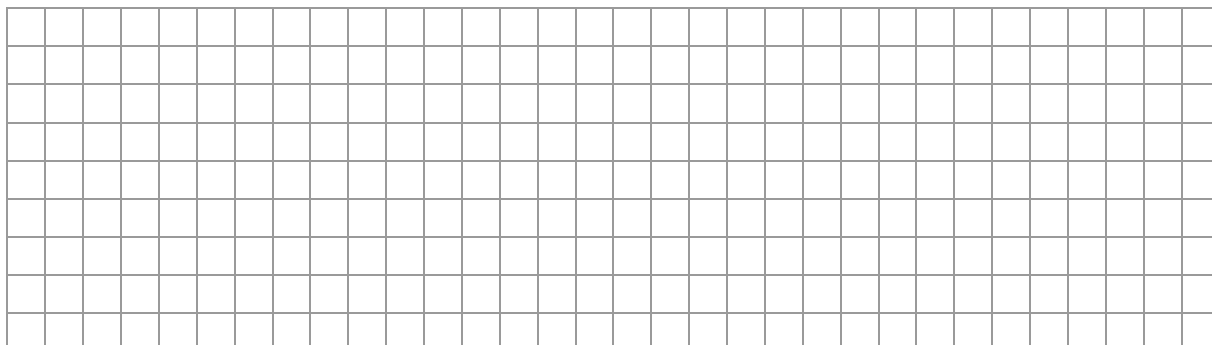
**Zadanie 6. Planeta (8 pkt)**

Przypuśćmy, że w pewnej galaktyce astronauta odkryli kulistą planetę, której masa jest dokładnie 3 razy mniejsza od masy Ziemi. Zmierzono promień planety $4,59 \cdot 10^6$ m oraz okres drgań wahadła matematycznego o długości 1 m na równiku i na biegunie tej planety. Otrzymane wyniki pomiarów zamieszczono w środkowej kolumnie tabeli.

Szerokość geograficzna	Okres wahadła, s	Przyspieszenie swobodnego spadku, m/s^2
0° (równik)	2,52	6,22
90° (biegun)	2,50	6,31

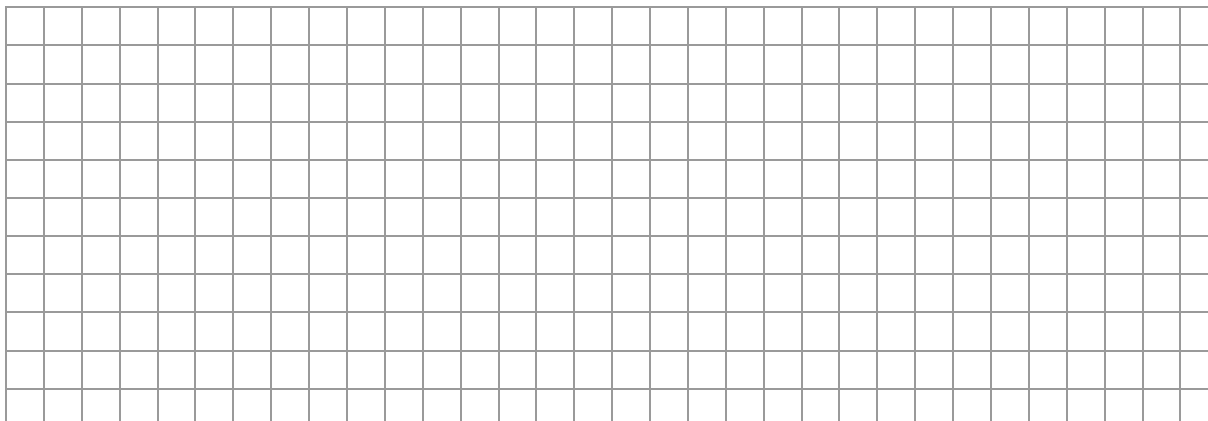
Zadanie 6.1 (2 pkt)

Wykaż, że podana wartość przyspieszenia swobodnego spadku na biegunie jest zgodna z zamieszczonymi wyżej informacjami o planecie.



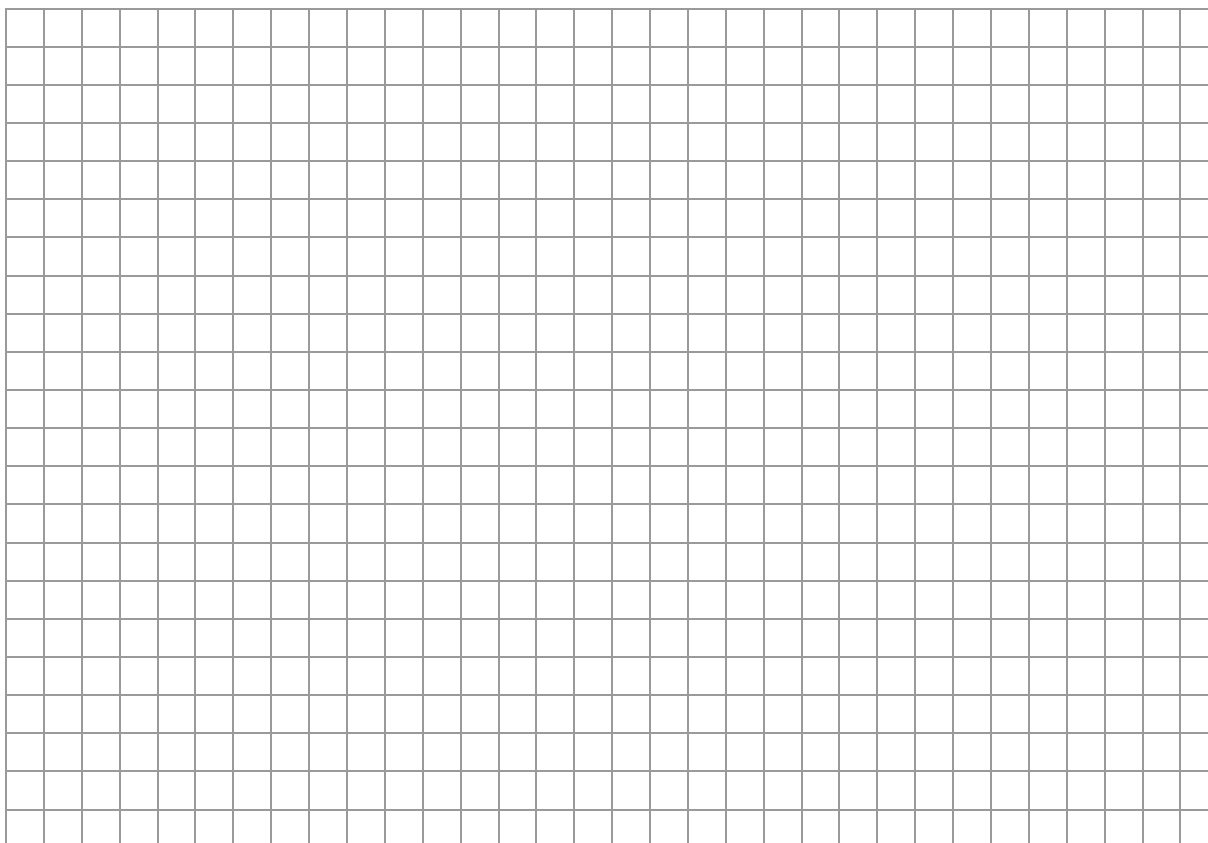
Zadanie 6.2 (1 pkt)

Wykaż, że podana wartość przyspieszenia swobodnego spadku na równiku jest zgodna z odpowiednim okresem wahadła.



Zadanie 6.3 (3 pkt)

Przyczyną różnicy między wartościami przyspieszenia swobodnego spadku na równiku i na biegunie jest obrót planety wokół własnej osi. Korzystając z wyników zamieszczonych w tabeli, oblicz okres obrotu tej planety.



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3
	Maks. liczba pkt	1	3	2	1	3
	Uzyskana liczba pkt					

Zadanie 7.2 (2 pkt)

Podczas mgły buczek (syrena) nieruchomego statku wysyła sygnały dźwiękowe o częstotliwości 3000 Hz. Rybak znajdujący się na kutrze płynącym w stronę statku odbiera sygnał o częstotliwości 3050 Hz. Oblicz wartość prędkości, z jaką porusza się kuter. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 330 m/s.

Zadanie 7.3 (3 pkt)

Natężenie dźwięku to średnia moc fali przypadająca na jednostkę pola powierzchni. Syrena alarmowa emituje dźwięk o mocy 10 W. Oblicz natężenie dźwięku w odległości 5 km od syreny, zakładając, że dźwięk ten rozchodzi się jednakowo we wszystkich kierunkach. Czy dźwięk ten będzie słyszalny w tej odległości, jeśli niezbędny do tego poziom natężenia wynosi 30 dB? Napisz odpowiedź i ją uzasadnij.

Dane są wzory na pole powierzchni kuli $S = 4\pi r^2$ i objętość kuli $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	6.4	7.1	7.2	7.3
	Maks. liczba pkt	2	3	2	3
	Uzyskana liczba pkt				

BRUDNOPIS



**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

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

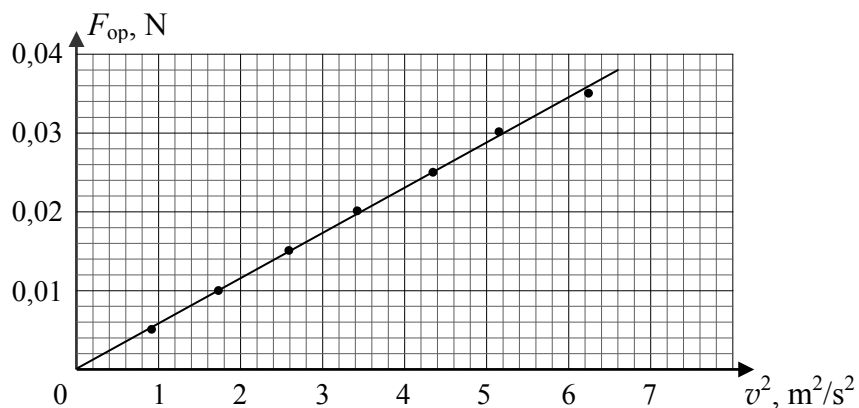
2 p. – zapisanie warunku jednostajnego spadania $\frac{C}{2}\rho v^2 S = mg$ oraz wyprowadzenie wzoru

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

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.

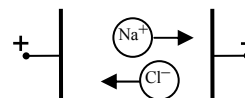
- 4 p.** – wyskalowanie i opisanie osi wykresu oraz poprawne naniesienie wszystkich punktów, poprowadzenie prostej przechodzącej przez początek układu współrzędnych, stwierdzenie zgodności punktów z prostą oraz wniosek: F_{op} jest proporcjonalna do v^2
- 3 p.** – wyskalowanie i opisanie osi wykresu 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:

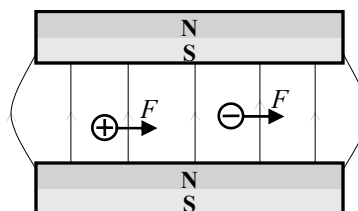


- 1 p.** – poprawne narysowanie obu strzałek
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

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

$$F = 1 \text{ A} \cdot 0,03 \text{ m} \cdot 0,4 \text{ T} = 0,012 \text{ N.}$$

2 p. – zastosowanie wzoru $F = IlB$, podstawienie $l = a$ i obliczenie siły $F = 0,012 \text{ N}$

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

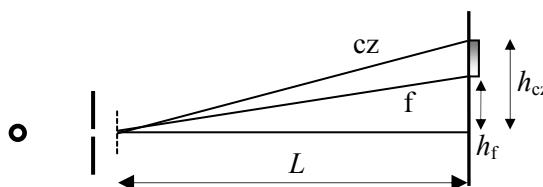
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

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 $h_{cz} = L \operatorname{tg} \alpha_{cz}$, $h_f = L \operatorname{tg} \alpha_f$. Podstawiamy $\operatorname{tg} \alpha = \sin \alpha$ 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

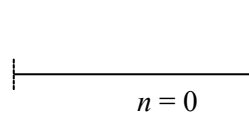
1 p. – poprawna jedna z powyższych czynności

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:

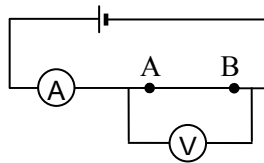
Jeśli opór przewodnika jest proporcjonalny do jego długości, to np. dwukrotne zwiększenie długości powoduje podwojenie oporu, czyli zgodnie z prawem Ohma dwukrotne zmniejszenie natężenia prądu. Nie zgadza się to z danymi w tabeli (np. kolumny 1 i 2).

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 $\mathcal{E} = 1,55 \text{ V}$, $R_w = 0,41 \Omega$.

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 ($R_{zewn} = 0,3 \Omega$) i dla wykresu 2 ($R_{zewn} = 0,4 \Omega$). 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 $I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{zewn}} + R_{\text{wewn}}} = \frac{1,5 \text{ V}}{0,4 \Omega + 0,4 \Omega} = 1,88 \text{ A}$. Moc całkowita

(wydzielana w postaci ciepła w całym obwodzie) wynosi $P = \varepsilon I = 1,5 \text{ V} \cdot 1,88 \text{ A} = 2,8 \text{ W}$. 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

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

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

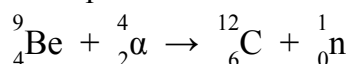
1 p. – zapisanie zależności $E_{\text{wyzw}} = \frac{1}{2}m_{\text{Ce}}v_{\text{Ce}}^2 + \frac{1}{2}m_{\text{He}}v_{\text{He}}^2$ i $m_{\text{Ce}}v_{\text{Ce}} = m_{\text{He}}v_{\text{He}}$

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

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

Prędkość kutra u jest równa

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

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