Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

EGZAMIN MATURALNY W ROKU SZKOLNYM 2015/2016

FORMUŁA DO 2014
(„STARA 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. (0–2)

Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe** Gdy wymaganie dotyczy poziomu podstawowego, dopisano (P)
Korzystanie z informacji Tworzenie informacji	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionej w formie wykresu (II.1.b) Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5)

Schemat punktowania

2 p. – narysowanie prostej przechodzącej przez wszystkie krzyże, wskazanie związku między liniowym przebiegiem wykresu a hipotezą, i potwierdzenie hipotezy.
1 p. – narysowanie prostej przechodzącej przez wszystkie krzyże.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Rysujemy prostą przechodzącą przez wszystkie krzyże. To, że jej narysowanie jest możliwe, potwierdza hipotezę o stałym przyspieszeniu pociągu.

Zadanie 1.2. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym (P I.1.1.3)

Schemat punktowania

2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik (od 0,5 m/s^2 do 0,6 m/s^2).
1 p. – zastosowanie definicji przyspieszenia, błąd obliczeń lub brak przeliczenia jednostek.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Do definicji przyspieszenia $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ podstawiamy dane z wykresu (np. od $t = 25$ s do $t = 58$ s, $\Delta t = 33$ s, $\Delta v = 430$ km/h – 365 km/h = 65 km/h = 18 m/s), zatem $a = 0{,}55$ m/s^2.

Zadanie 1.3. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie drogi w ruchu jednostajnie zmiennym (P I.1.1.3)

Schemat punktowania

2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.
1 p. – poprawna metoda, błąd obliczeń lub brak przeliczenia jednostek.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Szukana droga jest równa polu pod wykresem (polu trapezu). Początkowa prędkość jest równa ok. 367 km/h, a końcowa – ok. 415 km/h, zatem średnia prędkość wynosi 391 km/h = 109 m/s. Droga jest równa 109·25 ≈ 2700 m.

Dopuszczalne jest też użycie wzoru $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ przy wykorzystaniu poprawnej wartości przyspieszenia obliczonej w zadaniu 1.2.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 1.4. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Opisywanie wzajemnego oddziaływania przewodników z prądem (I.1.4.4)
Korzystanie z informacji	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionej w formie tekstu (II.1a)

Schemat punktowania
2 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.
1 p. – poprawne trzy zaznaczenia (dowolne).
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
1–P, 2–F, 3–F, 4–P.

Zadanie 2.1. (0–1)

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

Schemat punktowania
1 p. – poprawne zaznaczenie i uzasadnienie.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
Zaznaczamy C. Poprawnym uzasadnieniem jest jeden z argumentów: a) obciążnik porusza się z przyspieszeniem, więc siła działająca na niego w górę musi być mniejsza od działającej w dół, b) blok ma pewną masę i się obraca coraz szybciej, więc na odcinku poziomym napięcie nici musi być mniejsze, niż na pionowym, c) na obciążnik działa siła oporu powietrza.

Zadanie 2.2. (0–2)

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

Schemat punktowania
2 p. – poprawna metoda obliczenia i potwierdzenie wyniku.
1 p. – poprawna metoda, błędy obliczeniowe lub brak obliczeń.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Stosujemy dany wzór i obliczamy moment bezwładności krążka jako sumę momentów bezwładności walców:

$$I = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0{,}2\ \text{kg} \cdot (0{,}04\ \text{m})^2 + \frac{1}{2} \cdot 0{,}02\ \text{kg} \cdot (0{,}01\ \text{m})^2 \approx 3{,}2 \cdot 10^{-4}\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Zadanie 2.3. (0–4)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie energii kinetycznej bryły sztywnej (I.1.1.9) Zastosowanie zasady zachowania energii mechanicznej dla ruchu postępowego i obrotowego (I.1.1.11)

Schemat punktowania
4 p. – przyrównanie początkowej energii grawitacyjnej do sumy energii kinetycznej obciążnika i krążka, przekształcenia prowadzące do wzoru na szukaną prędkość.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

3 p. – przyrównanie początkowej energii grawitacyjnej do sumy energii kinetycznej obciążnika i krążka.
2 p. – przyrównanie początkowej energii grawitacyjnej do wyrażenia zawierającego energię kinetyczną obciążnika lub energię kinetyczną krążka.
1 p. – napisanie równania wyrażającego zasadę zachowania energii.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Przyrównujemy początkową energię grawitacyjną mgh do sumy energii kinetycznej obciążnika $\frac{1}{2}mv_1^2$ i energii kinetycznej krążka $\frac{1}{2}Mv_2^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$. Podstawiamy odpowiednie relacje między wielkościami v_1, v_2 i ω, prowadzące do wzoru na szukaną prędkość.

Zadanie 3. (0–3)

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

Przykłady poprawnej odpowiedzi

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

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

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 (wraz z uzasadnieniem), 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 °C (lub przyrostu temperatury, gdy objętość zmienia się o 1 cm^3).
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 4.1. (0–3)

Wiadomości i rozumienie	Wyjaśnianie przebiegu zjawisk na postawie znanych zależności i praw (P I.2)

Schemat punktowania
3 p. – trzy poprawne wyjaśnienia.
2 p. – dwa poprawne wyjaśnienia.
1 p. – jedno poprawne wyjaśnienie.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
I: Ciepło jest przekazywane od wody do powierzchni kostek lodu i dalej do ich wnętrza wskutek przewodnictwa cieplnego.
II: Mieszanie jest szybszym od innych procesów przekazem ciepła.
III: Masa lodu zmniejsza się wskutek topnienia.

Zadanie 4.2. (0–4)

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

Schemat punktowania
4 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.
3 p. – poprawna metoda obliczenia m_{st}, brak lub błąd obliczenia ułamka (lub inny błąd rachunkowy).
2 p. – napisanie bilansu ciepła zawierającego poprawne 3 składniki spośród 4, z poprawnie podstawionymi temperaturami.
1 p. – napisanie bilansu ciepła zawierającego poprawne 2 składniki spośród 4.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Układamy bilans ciepła (w którym m_l – masa lodu, równa 80 g, m_{st} – masa stopionej części lodu, m_w – masa wody, równa 200 g):

$$m_l c_l \cdot 8\ \mathrm{K} + m_{st} c_t + m_{st} c_w \cdot 10\ \mathrm{K} = m_w c_w \cdot 15\ \mathrm{K}$$

Po podstawieniu danych otrzymujemy $m_{st} = 30{,}3$ g, czyli szukany ułamek ma wartość

$$\frac{80 - 30{,}3}{80 + 200} = 0{,}178.$$

Zadanie 5.1. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie prawa Ohma i praw Kirchhoffa […] (I.1.3.2)

Schemat punktowania
1 p. – poprawna odpowiedź.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
W obwodzie I woltomierz jest podłączony szeregowo. Ze względu na jego bardzo duży opór natężenie prądu w obwodzie jest bardzo małe.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 5.2. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie prawa Ohma […] (I.1.3.2)

Schemat punktowania
2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.
1 p. – zastosowanie prawa Ohma, błąd rachunkowy albo błąd przeliczenia jednostek, albo podstawienie 1,55 V zamiast 1,53 V.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Na podstawie danych z obwodu II obliczamy $R = \frac{1{,}53\ \text{V}}{0{,}051\ \text{A}} = 30\ \Omega$.

Zadanie 5.3. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie prawa Ohma i praw Kirchhoffa do obliczeń i analizy obwodów elektrycznych z uwzględnieniem SEM i oporu wewnętrznego ogniwa (I.1.3.2)

Schemat punktowania
2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawne wyniki.
1 p. – napisanie SEM = 1,55 V
lub
– poprawna metoda obliczenia R_w.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

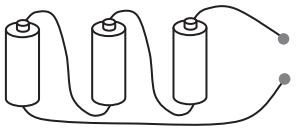
Poprawna odpowiedź
Siła elektromotoryczna źródła wynosi 1,55 V (na podstawie schematu I). Niższe o 0,02 V napięcie źródła w obwodzie II wynika ze spadku napięcia na oporze wewnętrznym, równego $I \cdot R_w$. Z równania 0,02 V = 0,051 A · R_w znajdujemy R_w = 0,4 Ω.

Zadanie 5.4. (0–1)

Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów schematu (II.2)

Schemat punktowania
1 p. – poprawny rysunek i poprawna nazwa połączenia.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Uzupełniony rysunek jest przedstawiony obok. Jest to połączenie szeregowe.



Zadanie 5.5. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Wyjaśnianie przebiegu zjawisk oraz wyjaśnianie zasady działania urządzeń technicznych na postawie znanych zależności i praw (P I.2)

Schemat punktowania
1 p. – poprawna nazwa połączenia.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
Jest to połączenie równoległe.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 5.6. (0–3)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie prawa Ohma i praw Kirchhoffa do obliczeń i analizy obwodów elektrycznych (I.1.3.2)

Schemat punktowania

3 p. – napisanie poprawnych równań przedstawiających I prawo Kirchhoffa dla węzła X oraz II prawo Kirchhoffa dla oczka Y.

2 p. – poprawny zapis I prawa Kirchhoffa oraz błąd w znakach (tylko w znakach) w II prawie Kirchhoffa
lub
– poprawny zapis II prawa Kirchhoffa.

1 p. – poprawny zapis I prawa Kirchhoffa
lub
– błąd w znakach (tylko w znakach) w II prawie Kirchhoffa.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Równania mają postać:

$I_1 + I_3 = I_2$ (I prawo Kirchhoffa)

i $E + E = I_1 r + I_1 r - I_3 R$ (II prawo Kirchhoffa).

Zadanie 6.1. (0–2)

Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów schematu (II.2)

Schemat punktowania

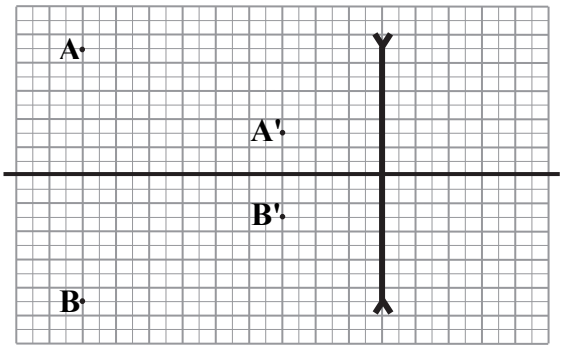
2 p. – poprawne narysowanie punktów A' i B'.

1 p. – poprawna odległość A' i B' od osi i poprawna strona soczewki, błąd co do odległości od soczewki
lub
– poprawna odległość A' i B' od soczewki i poprawna strona soczewki, błąd co do odległości od osi
lub
– poprawna strona soczewki, błąd wartości powiększenia, położenie punktów A' i B' zgodne z tą wartością.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Rysunek został zamieszczony obok.



Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 6.2. (0–3)

Korzystanie z informacji	Uzupełnianie brakujących elementów schematu (II.2)

Schemat punktowania

3 p. – poprawne narysowanie dwóch promieni i poprawne zaznaczenie obu ognisk (drugie ognisko może być bez konstrukcji, z symetrii).

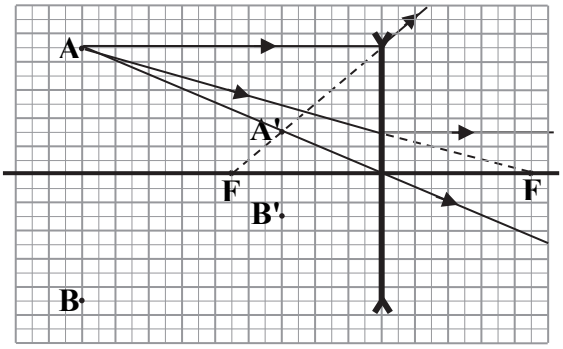
2 p. – poprawne narysowanie jednego promienia i poprawne zaznaczenie jednego ogniska
lub
– poprawne narysowanie dwóch promieni.

1 p. – poprawne narysowanie jednego promienia (innego niż biegnący bez załamania).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Rysunek został zamieszczony obok.



Zadanie 6.3. (0–3)

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

Schemat punktowania

3 p. – poprawna metoda obliczenia i potwierdzenie wyniku.

2 p. – poprawna metoda uwzględniająca fakt, że obraz jest pozorny i pomniejszony.

1 p. – zapisanie równania soczewkowego i podstawienie $Z = \frac{1}{f}$.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Do równania $Z = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$ podstawiamy $y = -10$ cm (obraz pozorny). Z proporcji $\frac{h'}{h} = \frac{|y|}{x}$ obliczamy $x = 30$ cm i także podstawiamy do powyższego równania. Wynikiem jest

$$Z = 3{,}3\ \text{D} - 10\ \text{D} = -6{,}7\ \text{D}$$

Zadanie 7.1. (0–1)

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

Schemat punktowania

1 p. – poprawne uzupełnienie zapisu reakcji.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

$^{2}\text{H} + {}^{2}\text{H} \rightarrow {}^{3}\text{H} + {}^{1}_{1}\text{p}$

(zamiast symbolu ${}^{1}_{1}\text{p}$ dopuszczalne jest p lub ${}^{1}_{1}\text{H}$).

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 7.2. (0–2)

Korzystanie z informacji	Obliczanie i szacowanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4e)

Schemat punktowania
2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.
1 p. – poprawne wykonanie 2 kroków prowadzących do rozwiązania.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Masę jądra deuteru szacujemy jako równą $2u = 3{,}3 \cdot 10^{-27}$ kg. Liczba reakcji odpowiadająca 1 g zużytego deuteru wynosi w przybliżeniu

$$\frac{1\text{ g}}{4\text{ u}} \approx 1{,}5 \cdot 10^{23}$$

czyli energia wydzielona jest równa $1{,}5 \cdot 10^{23} \cdot 4$ MeV $= 6 \cdot 10^{23}$ MeV $= 9{,}6 \cdot 10^{10}$ J. Po pomnożeniu przez 25% i przeliczeniu na żądane jednostki otrzymujemy 6700 kWh.

Zadanie 7.3. (0–3)

Wiadomości i rozumienie	Posługiwanie się pojęciami jądrowego niedoboru masy i energii wiązania (I.1.6.6)
Tworzenie informacji	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3)

Schemat punktowania
3 p. – poprawna metoda obliczenia i potwierdzenie wyniku.
2 p. – poprawne odczyty z wykresu i dwa kroki prowadzące do rozwiązania.
1 p. – poprawne (niekoniecznie dokładne) odczyty i jeden krok prowadzący do rozwiązania.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Obliczamy początkową energię wiązania: odczytujemy E_w/A dla deuteru ($1{,}1 \pm 0{,}1$ MeV), mnożymy ją przez $A = 2$ i przez liczbę jąder, wynikiem jest 4,4 MeV.
Obliczamy końcową energię wiązania: odczytujemy E_w/A dla trytu (2,7 MeV lub 2,8 MeV), mnożymy ją przez $A = 3$, wynikiem jest od 8,1 do 8,4 MeV.
Obliczamy energię wydzieloną jako różnicę końcowej i początkowej energii wiązania i stwierdzamy zgodność z wartością podaną.

Zadanie 8.1. (0–3)

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

Schemat punktowania
3 p. – poprawna metoda rozwiązania i potwierdzenie tezy.
2 p. – poprawna metoda obliczeń, jeden błąd rachunkowy, wniosek zgodny z obliczeniami lub brak wniosku
lub
– poprawna metoda z obliczeniem minimalnej energii kinetycznej elektronów i wniosek zgodny z wynikami (zaprzeczenie tezy) lub brak wniosku.
1 p. – poprawne jedno obliczenie prowadzące do rozwiązania, np. E_f lub E_k.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Poprawna odpowiedź
Obliczamy energię fotonu zielonego:

$$E_f = \frac{hc}{\lambda} = 3{,}56 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

oraz maksymalną energię kinetyczną elektronów

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 3{,}64 \cdot 10^{-19}\ \text{J}.$$

Z porównania tych wielkości wynika potwierdzenie tezy.

Zadanie 8.2. (0–1)

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

Schemat punktowania
1 p. – uzasadnienie oparte na porównaniu prędkości elektronów z prędkością światła.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Nawet maksymalna prędkość elektronów jest znacznie mniejsza od prędkości światła. Dlatego przybliżenie nierelatywistyczne jest w pełni dopuszczalne.

Zadanie 8.3. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Opisywanie ruchu pola cząstki naładowanej w polu magnetycznym (I.1.2.7)
Tworzenie informacji	Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5)

Schemat punktowania
2 p. – poprawny przebieg linii pola magnetycznego oraz poprawne uzasadnienie miejsca występowania zórz polarnych.
1 p. – poprawny przebieg linii pola magnetycznego
lub
– pionowy kierunek linii pola w okolicy biegunów (w innych miejscach dopuszczalny jest błędny przebieg lub brak linii), poprawne uzasadnienie.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Rysunek przedstawiono obok. Linii pola nie zaznaczono ani we wnętrzu Ziemi, ani w dużej odległości od Ziemi (gdzie linie wybiegające z jednego bieguna łączą się z liniami biegnącymi do drugiego).
Zorze polarne są obserwowane głównie w okolicy biegunów, gdyż tam kierunek linii jest w przybliżeniu pionowy i dzięki temu cząstki wiatru słonecznego docierają w pobliże powierzchni Ziemi.

Zadanie 8.4. (0–3)

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

Schemat punktowania
3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik.
2 p. – poprawna metoda rozwiązania, wyprowadzenie lub napisanie wzoru $r = \frac{mv}{eB}$.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

1 p. – przyrównanie siły Lorentza do siły dośrodkowej, błąd w wyrażeniu opisującym jedną z tych sił lub błąd w przekształceniu wzorów.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Przyrównujemy siłę Lorentza $F_B = evB$ do siły dośrodkowej $F_d = \frac{mv^2}{r}$. Stąd wynika wzór $r = \frac{mv}{eB}$, z którego obliczamy $r = 157$ m (lub 156 m).

Zadanie 8.5. (0–2)

Wiadomości i rozumienie Tworzenie informacji	Opisywanie ruchu pola cząstki naładowanej w polu magnetycznym (I.1.2.7) Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5)

Schemat punktowania
2 p. – poprawny wybór uzupełnienia zdania i poprawne uzasadnienie.
1 p. – wskazanie poprawnego kierunku siły Lorentza (dopuszczalny jest błąd zwrotu siły i błąd wyboru uzupełnienia)
lub
– poprawny wybór uzupełnienia B.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
Poprawnym uzupełnieniem zdania jest B. Uzasadnienie wynika stąd, że siła Lorentza jest skierowana prostopadle do linii pola, zatem nie do środka okręgu, ale ukośnie – ma składową pionową ze zwrotem w stronę bieguna N.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl