Zadanie 5.1. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymaganie ogólne	**Wymaganie szczegółowe**
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: IX.9) opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej; stosuje regułę Lenza; opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy.

Zasady oceniania

1 pkt – stwierdzenie o powstaniu siły elektrodynamicznej działającej na poprzeczkę **oraz** stwierdzenie o równoważeniu się siły zewnętrznej i siły elektrodynamicznej.

0 pkt – rozwiązanie niepoprawne lub niepełne albo brak rozwiązania.

Pełne rozwiązanie

Sposób 1.

Na swobodne elektrony w poruszającej się poprzeczce w polu magnetycznym (czyli de facto na elektrony poruszające się w polu magnetycznym) działa siła Lorentza wzdłuż poprzeczki. To wywołuje przepływ prądu (indukowanego) w poprzeczce. W polu magnetycznym na przewodnik z prądem (tu: poprzeczkę w której płynie prąd indukowany) działa siła elektrodynamiczna. Siła ta ma zwrot przeciwny do zwrotu siły zewnętrznej i równoważy ją – dlatego ruch porzeczki jest jednostajny.

Sposób 2.

Zgodnie z regułą Lenza prąd indukcyjny w poprzeczce płynie tak, że siła elektrodynamiczna działająca na poprzeczkę z prądem będzie równoważyć siłę zewnętrzną aby przeciwdziałać przyczynie zmiany strumienia indukcji magnetycznej.

Sposób 3.

Zgodnie z założeniem o braku oporów w ruchu poprzeczki i zasadą zachowania energii, praca (a zatem i moc) siły zewnętrznej jest równa pracy (a zatem i mocy) prądu elektrycznego płynącego w obwodzie. Z kolej praca prądu płynącego w obwodzie jest równa pracy mechanicznej przeciwko indukowanej sile elektrodynamicznej działającej na poprzeczkę. Stąd wynika, że siła zewnętrzna i indukowana siła elektrodynamiczna równoważą się – dlatego ruch porzeczki jest jednostajny.

Zadanie 5.2. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: IX.2) posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej wraz z jego jednostką, analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem oraz na poruszającą się cząstkę naładowaną (siła elektrodynamiczna, siła Lorentza); IX.9) opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej; stosuje regułę Lenza; opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy; IX.10) oblicza siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne zaznaczenia w trzech zdaniach.
1 pkt – poprawne zaznaczenia w dwóch zdaniach.
0 pkt – odpowiedź niepoprawna lub niepełna albo brak odpowiedzi.

Pełne rozwiązanie

PPP

Zadanie 5.3. (0–1)

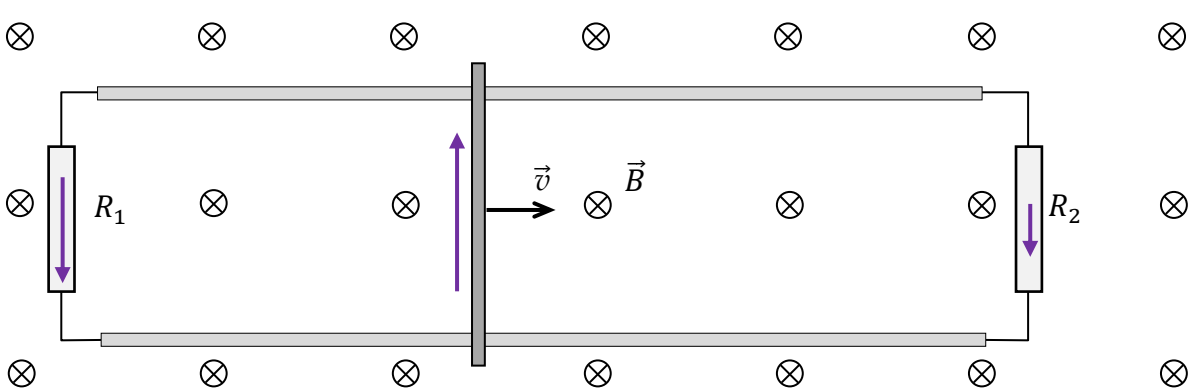
Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	Zdający: IX.2) posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej wraz z jego jednostką, analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem oraz na poruszającą się cząstkę naładowaną (siła elektrodynamiczna, siła Lorentza). VIII.10) interpretuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku; VIII.11) analizuje dodawanie i odejmowanie napięć w obwodzie z uwzględnieniem źródeł i odbiorników energii (II prawo Kirchhoffa).

Zasady oceniania

1 pkt – poprawne oznaczenie strzałkami (na opornikach i obok poprzeczki) zwrotu przepływu prądu przez oba oporniki **oraz** przez poprzeczkę.

0 pkt – rozwiązanie niepoprawne lub niepełne albo brak rozwiązania.

Pełne rozwiązanie



Zadanie 5.4. (0–3)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	Zdający: IX.2) posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej wraz z jego jednostką, analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem oraz na poruszającą się cząstkę naładowaną (siła elektrodynamiczna, siła Lorentza); IX.8) oblicza strumień pola magnetycznego przez powierzchnię, stosuje jednostkę strumienia. VIII.8) stosuje do obliczeń związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a-Lenza) z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda obliczenia mocy całkowitej wydzielanej w obwodzie **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką.

2 pkt – zapisanie mocy całkowitej wydzielanej w obwodzie jako sumy mocy wydzielanych na oporniku R_1 i oporniku R_2 **oraz** zastosowanie związku między mocą wydzielaną na oporniku a napięciem na oporniku i oporem **oraz** zastosowanie (lub wyprowadzenie) wzoru na napięcie powstające na końcach poprzeczki poruszającej się w polu magnetycznym.

1 pkt – zapisanie mocy całkowitej wydzielanej w obwodzie jako sumy mocy wydzielanych na oporniku R_1 i oporniku R_2 **oraz** zastosowanie związku między mocą wydzielaną na oporniku a napięciem na oporniku i oporem

LUB

– zapisanie mocy całkowitej wydzielanej w obwodzie jako sumy mocy wydzielanych na oporniku R_1 i oporniku R_2 **oraz** zastosowanie (lub wyprowadzenie) wzoru na napięcie powstające na końcach poprzeczki poruszającej się w polu magnetycznym.

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

Przykładowe pełne rozwiązanie

Zgodnie z założeniami w zadaniu, moc elektryczna wydzielana w całym obwodzie jest równa sumie mocy elektrycznych wydzielanych na oporniku R_1 i oporniku R_2:

$$1)\ P_c = P_1 + P_2$$

Wykorzystamy związek między mocą wydzielaną na oporze a napięciem na tym oporniku i jego oporem. Napięcie na każdym z oporników jest równe napięciu indukowanemu na końcach poprzeczki. Zatem moc całkowita wydzielana w obwodzie wynosi:

$$2)\ P_c = \frac{U_{ind}^2}{R_1} + \frac{U_{ind}^2}{R_2}$$

Sposób 1. wyznaczenia napięcia indukowanego

Skorzystamy z definicji napięcia jako ilorazu pracy siły elektrycznej i ładunku. Niech F_L oznacza wartość siły Lorentza działającej na ładunek w polu magnetycznym, wtedy:

$$3a)\ U_{ind} = \frac{W_{F_L}}{q} = \frac{F_L d}{q} = \frac{qvBd}{q} = vBd \qquad \rightarrow$$

$$U_{ind} = 1{,}5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 0{,}2\ \mathrm{T} \cdot 0{,}4\ \mathrm{m} = 0{,}12\ \mathrm{V}$$

Sposób 2. wyznaczenia napięcia indukowanego

Napięcie indukowane obliczymy z prawa Faradaya:

$$3b)\ U_{ind} = \left|\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}\right| = \left|\frac{B\Delta S}{\Delta t}\right| = \left|\frac{Bd\Delta x}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta x}{\Delta t} Bd\right| = vBd \ \rightarrow\ U_{ind} = 0{,}12\ \mathrm{V}$$

Wyrażenia (lub wartości) otrzymane w 3a) lub 3b) podstawimy do wzoru 2):

$$4)\ P_c = \frac{U_{ind}^2}{R_1} + \frac{U_{ind}^2}{R_2} = (vBd)^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$P_c = (12 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{V})^2 \left(\frac{1}{3\ \Omega} + \frac{1}{6\ \Omega}\right) = 144 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{V}^2 \cdot \frac{3}{6\ \Omega} = 72 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{W} = 7{,}2 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{W}$$