Zadanie 7.1. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2024	
Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: VI.12) (SP) posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako własnością przewodnika; stosuje do obliczeń związek między napięciem a natężeniem prądu i oporem […]. 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
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
FPP

Zadanie 7.2. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2024	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: VI.12) (SP) posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako własnością przewodnika […]. VIII.8) stosuje do obliczeń związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a-Lenza) z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem; VIII.11) analizuje dodawanie i odejmowanie napięć w obwodzie z uwzględnieniem źródeł i odbiorników energii (II prawo Kirchhoffa).

Zasady oceniania
1 pkt – odpowiedź poprawna.
0 pkt – odpowiedź niepoprawna lub niepełna albo brak odpowiedzi.

Pełne rozwiązanie
C1

Zadanie 7.3. (0–3)

Wymagania egzaminacyjne 2024	
Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	Zdający: VI.12) (SP) posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako własnością przewodnika; stosuje do obliczeń związek między napięciem a natężeniem prądu i oporem […]. 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); VIII.12) posługuje się pojęciem oporu zastępczego; oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równolegle.

Zasady oceniania (dla rozwiązania sposobem 1. i sposobem 2.)

3 pkt – poprawna metoda obliczenia ilorazu $\frac{I_{A2}}{I_{A1}}$ natężeń prądów **oraz** podanie prawidłowego wyniku: $\frac{I_{A2}}{I_{A1}} = \frac{2}{3}$

Uwaga! Akceptuje się równoważne przedstawienie zależności między natężeniami prądów:

$\frac{I_{A1}}{I_{A2}} = \frac{3}{2}$ albo $I_{A1} = \frac{3}{2} I_{A2}$ albo $I_{A2} = \frac{2}{3} I_{A1}$

2 pkt – poprawna metoda wyznaczenia wskazania amperomierza w sytuacji początkowej **oraz** prawidłowe wyznaczenie I_{A1} w funkcji U i R, np. zapisy równoważne poniższym:

$\left(I_{gorny} = \frac{U}{2R}\right.$ oraz $\left. I_{dolny} = \frac{U}{R}\right)$ oraz $\rightarrow$ $I_{A1} = I_{gorny} + I_{dolny} = \frac{3}{2}\frac{U}{R}$

albo

$\left(U = I_{A1} \cdot R_{Z1}\right.$ oraz $\left. \frac{1}{R_{Z1}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R}\right)$ oraz $\rightarrow$ $I_{A1} = \frac{3}{2}\frac{U}{R}$

LUB

– skorzystanie ze związku między oporem, natężeniem prądu i napięciem **oraz** zastosowanie poprawnej metody wyznaczenia oporu zastępczego obwodu w obu przypadkach, np. zapisy równoważne poniższym:

$U = I_{A1} \cdot R_{Z1}$ oraz $\frac{1}{R_{Z1}} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3}$ oraz $U = I_{A2} \cdot R_3$

1 pkt – poprawna metoda wyznaczenia natężeń prądów płynących w gałęzi górnej i dolnej (w sytuacji pierwszej), np. zapisy równoważne poniższym:

$I_{gorny} = \frac{U}{2R}$ oraz $I_{dolny} = \frac{U}{R}$

LUB

– skorzystanie ze związku między oporem, natężeniem prądu i napięciem **oraz** zastosowanie poprawnej metody wyznaczenia oporu zastępczego obwodu w jednym przypadku (przed albo po uszkodzeniu opornika $\mathcal{R}_1$), np. zapisy równoważne poniższym:

$U = I_{A1} \cdot R_{Z1}$ oraz $\frac{1}{R_{Z1}} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3}$

albo (dla sytuacji z uszkodzonym opornikiem)

$U = I_{A2} \cdot R_3$

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

Zasady oceniania (dla rozwiązania sposobem 3.)

3 pkt – poprawna metoda obliczenia ilorazu $\frac{I_{A2}}{I_{A1}}$ natężeń prądów **oraz** podanie prawidłowego wyniku: $\frac{I_{A2}}{I_{A1}} = \frac{2}{3}$

Uwaga! Akceptuje się równoważne przedstawienie zależności między natężeniami prądów:

$\frac{I_{A1}}{I_{A2}} = \frac{3}{2}$ albo $I_{A1} = \frac{3}{2} I_{A2}$ albo $I_{A2} = \frac{2}{3} I_{A1}$

2 pkt – stwierdzenie (słowne lub zapisem symbolicznym), że natężenie prądu płynącego przez opornik $\mathcal{R}_3$ w sytuacji 2. jest takie samo jak natężenie prądu płynącego przez opornik $\mathcal{R}_3$ w sytuacji 1. **oraz** wyprowadzenie lub zapisanie (od razu) zależności, że w sytuacji 1. natężenie prądu płynącego przez oporniki $\mathcal{R}_1$ i $\mathcal{R}_2$ jest dwa razy mniejsze od natężenia prądu płynącego przez opornik $\mathcal{R}_3$, np. zapisy równoważne poniższym:

$I_{gorny} = \frac{1}{2} I_{dolny}$

1 pkt – stwierdzenie (słowne lub zapisem symbolicznym), że natężenie prądu płynącego przez opornik $\mathcal{R}_3$ w sytuacji 2. jest takie samo jak natężenie prądu płynącego przez opornik $\mathcal{R}_3$ w sytuacji 1., np. zapisy równoważne poniższym:

$I_{A2} = I_{dolny}$

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

Przykładowe pełne rozwiązania

Sposób 1.

Obliczymy natężenie prądów płynących w górnej i dolnej gałęzi w sytuacji 1. Skorzystamy ze związku między napięciem zasilającym obwód a oporami na poszczególnych gałęziach:

$$1) \quad I_{gorny} = \frac{U}{2R} \quad \text{oraz} \quad I_{dolny} = \frac{U}{R}$$

Obliczymy I_{A1} z pierwszego prawa Kirchhoffa:

$$2) \quad I_{A1} = I_{gorny} + I_{dolny} = \frac{3}{2}\frac{U}{R}$$

Obliczymy I_{A2}:

$$3) \quad I_{A2} = \frac{U}{R}$$

Obliczymy $\frac{I_{A2}}{I_{A1}}$:

$$4)\quad \frac{I_{A2}}{I_{A1}} = \frac{\frac{U}{R}}{\frac{3}{2}\frac{U}{R}} = \frac{2}{3}$$

Sposób 2.

Obliczymy I_{A1}. Skorzystamy ze związku między napięciem zasilającym obwód a oporem zastępczym obwodu (w sytuacji początkowej):

$$1)\quad U = I_{A1} \cdot R_{Z1}$$

Obliczymy R_{Z1}. Zastosujemy reguły obliczania oporów zastępczych dla oporników łączonych równolegle i szeregowo:

$$2)\quad \frac{1}{R_{Z1}} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{R_{Z1}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} = \frac{1+2}{2R} = \frac{3}{2R}$$

$$3)\quad R_{Z1} = \frac{2}{3}R$$

Wynik uzyskany w równaniu 3) podstawimy do równania 1):

$$4)\quad U = I_{A1} \cdot \frac{2}{3}R \qquad \text{zatem} \qquad I_{A1} = \frac{3}{2}\frac{U}{R}$$

Analogicznie obliczymy I_{A2}. Ponieważ górna gałąź obwodu jest przerwana ze względu na uszkodzenie opornika $\mathcal{R}_1$, to prąd płynie tylko przez opornik $\mathcal{R}_3$. Zatem:

$$5)\quad U = I_{A2} \cdot R_3 = I_{A2}R \qquad \rightarrow \qquad I_{A2} = \frac{U}{R}$$

Obliczymy iloraz natężeń prądu płynącego przez amperomierz w obu sytuacjach:

$$6)\quad \frac{I_{A2}}{I_{A1}} = \frac{2}{3}$$

Sposób 3.

Zauważmy, że natężenie prądu płynącego przez opornik $\mathcal{R}_3$ w obu sytuacjach jest takie samo, ponieważ napięcie pomiędzy zaciskami X i Y się nie zmienia. Oznaczymy to natężenie jako:

$$1)\quad I_{A2} = I_{dolny}$$

Rozważmy teraz sytuację zilustrowaną na rysunku 1. Natężenie prądu płynącego przez oporniki $\mathcal{R}_1$, $\mathcal{R}_2$ oznaczymy jako I_{gorny}. Z drugiego prawa Kirchhoffa dla obwodów prądu stałego wynika, że:

$$2)\quad I_{gorny}2R = I_{dolny}R = U \qquad \rightarrow \qquad 3)\quad I_{gorny} = \frac{1}{2}I_{dolny}$$

Z pierwszego prawa Kirchhoffa dla obwodów prądu stałego wynika, że:

$$4)\quad I_{A1} = I_{dolny} + I_{gorny} = I_{dolny} + \frac{1}{2}I_{dolny} = \frac{3}{2}I_{dolny}$$

Zatem:

$$\frac{I_{dolny}}{I_{A1}} = \frac{I_{A2}}{I_{A1}} = \frac{2}{3}$$