Zadanie 8.1. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników. IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.2) posługuje się […] kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; I.7) wyodrębnia z tekstów […] lub wykresów […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; I.9) […] interpretuje nachylenie […] prostej i punkty przecięcia z osiami. VIII.4) […] omawia zależność oporu od temperatury dla metali […].

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia temperaturowego współczynnika oporu **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką (za prawidłowy uznaje się wynik, który da się zaokrąglić do $5 \cdot 10^{-3}\ 1/\mathrm{K}$).

1 pkt – zapisanie współczynnika α jako ilorazu: przyrostu stosunku oporów i przyrostu temperatury (np. jak w sposobie 1.) – w zakresie temperatur do $1000\ \mathrm{K}$ – **oraz** poprawne określenie $\frac{R}{R_0}$, np. zapisy równoważne poniższym:

$\alpha = \dfrac{\frac{R(T)}{R_0} - 1}{T - T_0}$ oraz np. dla $T = 1000\ \mathrm{K}$ $\dfrac{R(1000\ \mathrm{K})}{R_0} = 4{,}5$

LUB

– zapisanie współczynnika α jako ilorazu: przyrostu oporów i iloczynu przyrostu temperatury i R_0 (np. jak w sposobie 2.) – w zakresie temperatur do $1000\ \mathrm{K}$ – **oraz** poprawne określenie $R(T)$, np. zapisy równoważne poniższym:

$\alpha = \dfrac{R(T) - R_0}{R_0 \cdot (T - T_0)}$ oraz np. dla $T = 1000\ \mathrm{K}$ $R(1000\ \mathrm{K}) = 65\ \Omega \cdot 4{,}5$

LUB

– zapisanie współczynnika α jako współczynnika kierunkowego prostej narysowanej przerywaną kreską (np. jak w sposobach 3. i 4.) – w dowolnym zakresie temperatur – **oraz** podstawienie prawidłowych współrzędnych punktów tej prostej do wzoru na współczynnik kierunkowy.

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

Przykładowe pełne rozwiązanie

Na podstawie wykresu stwierdzamy, że w zakresie temperatur od $300\ \mathrm{K}$ do $1000\ \mathrm{K}$ zależność oporu wolframu od temperatury ma w przybliżeniu charakter liniowy, zatem w tym zakresie temperatur możemy stosować wzór do wyznaczania oporu włókna żarówki:

$$1)\ R = R_0(1 + \alpha\Delta T) \quad \text{gdzie} \quad R_0 = R(T_0)\,,\ \Delta T = T - T_0\,, \qquad T_0 = 300\ \mathrm{K}$$

oraz α jest temperaturowym współczynnikiem oporu.

Sposób 1. obliczenia α (gdy zdający odczytuje wartości z wykresu $\frac{R}{R_0}(T)$)

Wzór 1) przekształcimy do postaci zależności, której wykres jest podany w zadaniu:

$$2)\ \frac{R}{R_0} = 1 + \alpha\Delta T \qquad \rightarrow \qquad 3)\ \alpha = \frac{\left(\frac{R}{R_0} - 1\right)}{T - T_0}$$

Współczynnik α obliczymy ze wzoru 3). W tym celu odczytamy wartość $\frac{R}{R_0}$ z wykresu dla wybranej temperatury z zakresu przybliżenia liniowego, np.:

$$\text{dla} \quad T = 900\ \mathrm{K} \quad \text{mamy:} \quad \frac{R(900\ \mathrm{K})}{R_0} \approx 4$$

Te wartości podstawimy do wzoru 3):

$$4)\ \alpha \approx \frac{4 - 1}{900\ \mathrm{K} - 300\ \mathrm{K}} = \frac{3}{600\ \mathrm{K}} = 0{,}005\ \frac{1}{\mathrm{K}}$$

Sposób 2. obliczenia α (gdy zdający odczytuje wartości z wykresu $\frac{R}{R_0}(T)$)

Współczynnik α obliczymy wprost ze wzoru 1), gdzie $R_0 \approx 65\ \Omega$, $T_0 = 300\ \mathrm{K}$:

$$2)\ \alpha \approx \frac{R(T) - R_0}{R_0(T - T_0)}$$

Wzór ten możemy stosować do $1000\ \mathrm{K}$ (gdy odczytujemy wartości z wykresu a nie z prostej). Zatem:

$$\text{dla} \quad T = 1000\ \mathrm{K} \quad \text{odczytujemy, że} \quad \frac{R(1000\ \mathrm{K})}{R_0} = 4{,}5 \quad \text{zatem}$$

$$R(1000\ \mathrm{K}) = 4{,}5 \cdot 65\ \Omega = 292{,}5\ \Omega$$

Powyższe wartości podstawiamy do równania 2):

$$3)\ \alpha \approx \frac{292{,}5\ \Omega - 65\ \Omega}{65\ \Omega \cdot (1000\ \mathrm{K} - 300\ \mathrm{K})} = \frac{227{,}5\ \Omega}{45\,500\ \Omega \cdot \mathrm{K}} = 0{,}005\ \frac{1}{\mathrm{K}}$$

Sposób 3. obliczenia α (gdy zdający odczytuje wartości z prostej)

Współczynnik α jest równy współczynnikowi kierunkowemu a prostej pokrywającej się częściowo z wykresem (w zakresie temperatur od $300\ \mathrm{K}$ do $1000\ \mathrm{K}$), zatem z dowolnych punktów tej prostej, np.: $(300\ \mathrm{K}, 1)$ i $(3\ 200\ \mathrm{K}, 15)$, mamy:

$$\alpha = a = \frac{\Delta(\text{rzędnych})}{\Delta(\text{odciętych})}$$

$$a = \frac{15 - 1}{3200\ \mathrm{K} - 300\ \mathrm{K}} = \frac{14}{2\ 900\ \mathrm{K}} = 0{,}00482 \ldots \frac{1}{\mathrm{K}} \approx 0{,}005\ \frac{1}{\mathrm{K}}$$

Sposób 4. obliczenia α (gdy zdający odczytuje wartość z prostej i stosuje wzór)

Współczynnik α jest równy współczynnikowi kierunkowemu a prostej pokrywającej się częściowo z wykresem (w zakresie temperatur od $300\ \mathrm{K}$ do $1000\ \mathrm{K}$). Zatem można skorzystać ze wzoru 1) z zastrzeżeniem, że poza zakresem przybliżenia liniowego $\frac{R}{R_0}$ nie jest już ilorazem rzeczywistego oporu R i R_0, tylko jest po prostu rzędną $\frac{R_{prosta}}{R_0}$ punktu leżącego na prostej:

$$\alpha = a = \frac{\left(\frac{R_{prosta}}{R_0} - 1\right)}{T - T_0}$$

Dla $T = 3200\ \mathrm{K}$ rzędna punktu na prostej wynosi $\frac{R_{prosta}}{R_0} = 15$, zatem:

$$\alpha = a = \frac{15 - 1}{3200\ \mathrm{K} - 300\ \mathrm{K}} = \frac{14}{2\ 900\ \mathrm{K}} \approx 0{,}005\ \frac{1}{\mathrm{K}}$$

Zadanie 8.2. (0–3)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników. IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów […] lub wykresów […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. VIII.5) stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma); VIII.8) stosuje do obliczeń związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a-Lenza) z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem. IX.9) wykorzystuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda wyznaczenia temperatury włókna żarówki **oraz** podanie prawidłowej wartości liczbowej z jednostką, zawartej w przedziale od $2500\ \mathrm{K}$ do $2650\ \mathrm{K}$.

2 pkt – poprawne obliczenie oporu włókna żarówki **oraz** podanie prawidłowej wartości ilorazu $\frac{R}{R_0}$ dla włókna żarówki, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$R = \frac{(230\ \mathrm{V})^2}{60\ \mathrm{W}} \approx 882\ \Omega \qquad \text{oraz} \qquad \frac{R}{R_0} \approx 13{,}6$$

LUB

– poprawna metoda obliczenia oporu włókna żarówki (tzn. zastosowanie związku między mocą znamionową a napięciem znamionowym i oporem) z błędem rachunkowym w obliczeniach **oraz** poprawna metoda wyznaczenia temperatury włókna żarówki (tzn. poprawne <u>odczytanie z wykresu</u> temperatury dla wyznaczonego oporu):

$$R = \frac{U_z^2}{P} \approx [\ldots]\ \Omega \quad \text{oraz} \quad T = [\text{poprawnie odczytane do wyznaczonego } \frac{R}{R_0}]$$

1 pkt – poprawna metoda obliczenia oporu włókna **oraz** doprowadzenie do wyrażenia pozwalającego obliczyć opór włókna np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$P_z = U_z I_z \qquad \text{oraz} \qquad U_z = I_z R \quad \rightarrow \quad R = \frac{U_z}{\left(\frac{P_z}{U_z}\right)}$$

albo (od razu w jednym zapisie)

$$R = \frac{U_z^2}{P_z}$$

LUB

– strategia rozwiązania (wynikająca z zapisów albo opisana słownie) polegająca na dążeniu do obliczenia $\frac{R}{R_0}$ **oraz** wyznaczenia temperatury poprzez odczytanie z wykresu.

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

Przykładowe pełne rozwiązanie

Zastosujemy wzór na moc wydzieloną na oporniku oraz związek między oporem opornika a natężeniem prądu przepływającego przez opornik i napięciem na tym oporniku. Zależności te zastosujemy do wyznaczenia oporu włókna żarówki przy zadanych parametrach znamionowych:

$$1)\ \ P_z = U_z I_z \qquad \text{oraz} \qquad 2)\ \ U_z = I_z R \qquad \rightarrow \qquad 3)\ \ P_z = \frac{U_Z^2}{R}$$

Z równania 3) wyznaczymy opór włókna żarówki:

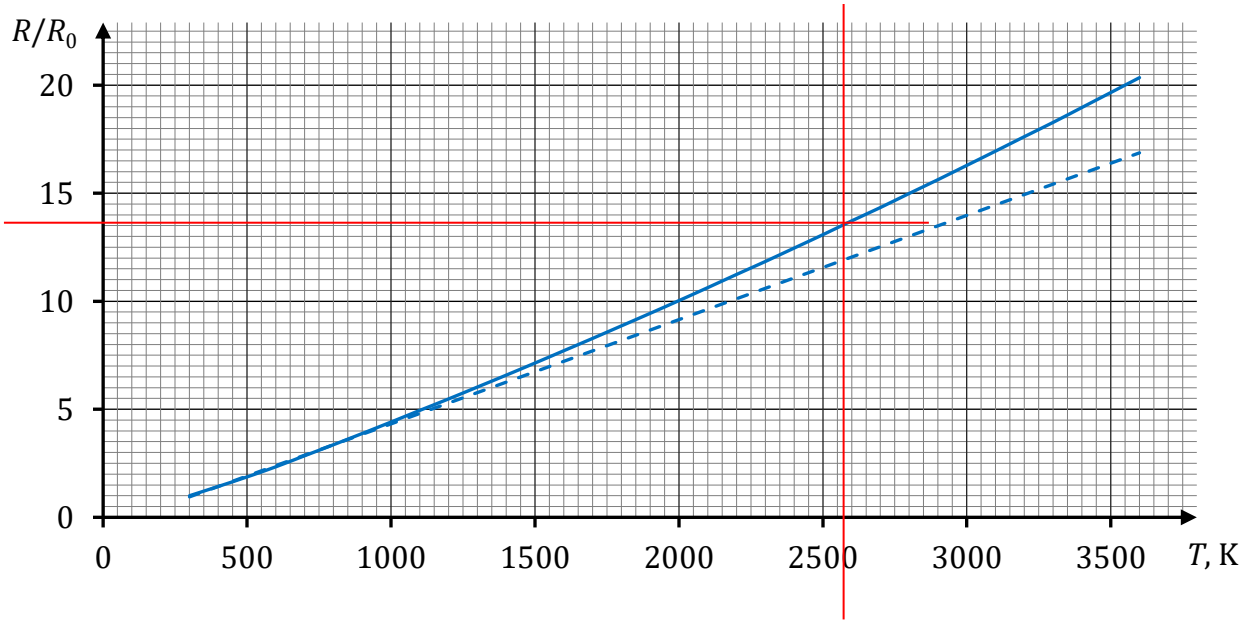
$$4)\ \ R = \frac{U_Z^2}{P_z} \qquad \rightarrow \qquad 5)\ \ R = \frac{(230\ \mathrm{V})^2}{60\ \mathrm{W}} \approx 882\ \Omega$$

Obliczymy iloraz oporu R i R_0:

$$6)\ \ \frac{R}{R_0} \approx \frac{882\ \Omega}{65\ \Omega} \approx 13{,}6$$

Odczytamy z wykresu temperaturę, dla której iloraz oporów ma wartość 13,6:

7) $\frac{R}{R_0} \approx 13{,}6$ dla $T \approx 2\,550\ \mathrm{K}$ (albo $T \approx 2\,570\ \mathrm{K}$)



Zadanie 8.3. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. VIII.3) analizuje zależność oporu od wymiarów przewodnika, posługuje się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia długości drutu wolframowego **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką.

1 pkt – zastosowanie zależności między oporem przewodnika a jego wymiarami (z poprawną identyfikacją pola przekroju i długości przewodnika) i oporem właściwym **oraz** poprawna identyfikacja wartości oporu w $T_0 = 300\ \mathrm{K}$.

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

Przykładowe pełne rozwiązanie

Zastosujemy zależność między oporem przewodnika a jego wymiarami i oporem właściwym:

$$R_0 = \rho_0 \cdot \frac{l}{S}$$

$$l = \frac{R_0 S}{\rho_0} \approx \frac{65\ \Omega \cdot 3{,}14 \cdot 15^2 \cdot 10^{-6 \cdot 2}\ \mathrm{m}^2}{5{,}6 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot \mathrm{m}} \approx 8\,200 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{m} \approx 0{,}82\ \mathrm{m}$$