Zadanie 5.1. ***(3 pkt)***

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie długości fal elektromagnetycznych w zależności od parametrów obwodu LC (I.1.4.b.17).
Korzystanie z informacji.	Analizowanie informacji podanych w formie tekstu o tematyce fizycznej.

Schemat punktowania

3 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia pojemności kondensatora oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia pojemności i błąd w obliczeniach lub brak jednostki
lub
– prawidłowe obliczenie okresu fali elektromagnetycznej i zastosowanie wzoru na okres drgań rezonansowych obwodu LC.

1 p. – prawidłowe obliczenie okresu fali elektromagnetycznej
lub
– zastosowanie wzorów na okres fali elektromagnetycznej oraz na okres drgań rezonansowych obwodu LC.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Wyznaczamy okres zmian sinusoidalnej fali elektromagnetycznej:

$$T = \frac{\lambda}{c} = 1{,}26 \cdot 10^{-3}\text{s}$$

Zastosujemy wzór na okres drgań rezonansowych obwodu LC i obliczymy pojemności kondensatora:

$$T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}, \quad C = \frac{T^2}{4\pi^2 L} = 4 \text{ nF}$$

Zadanie 5.2. ***(3 pkt)***

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Analizowanie procesów zachodzących w obwodzie LC (I.1.4.b.15). Obliczanie pojemności zastępczej układu kondensatorów (I.1.4.b.12).

Schemat punktowania

3 p. – prawidłowa metoda wykazania tezy.

2 p. – poprawne wyznaczenie stosunku pojemności kondensatorów

lub

– poprawna metoda wyznaczenia stosunku pojemności kondensatorów, błąd w przekształceniach wzoru oraz zapisanie wzoru na pojemność zastępczą układu kondensatorów łączonych równolegle.

1 p. – poprawne wyznaczenie stosunku okresów fali sinusoidalnej.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Wyznaczamy stosunek okresów fal elektromagnetycznych (równy stosunkowi okresów rezonansowych drgań elektrycznych w obwodzie) na podstawie stosunku długości tych fal (z wykorzystaniem wzoru $\lambda = cT$):

$$\frac{\lambda_1}{\lambda} = \frac{cT_1}{cT} = \frac{T_1}{T} \quad \rightarrow \quad \text{jeśli} \quad \frac{\lambda_1}{\lambda} = 2 \quad \text{to} \quad \frac{T_1}{T} = 2$$

Korzystamy ze wzoru na okres drgań rezonansowych obwodu LC i wyznaczamy stosunek pojemności kondensatorów.

$$\frac{T_1}{T} = 2 \quad \rightarrow \quad \frac{2\pi\sqrt{L \cdot C_1,}}{2\pi\sqrt{L \cdot C,}} = 2 \quad \rightarrow \quad \frac{C_1}{C} = 4$$

Korzystamy z zasady obliczania pojemności kondensatorów połączonych równolegle i dowodzimy ostatecznie tezy:

$$C_1 = 4C \;\rightarrow\; C_1 = C + C_2 \;\rightarrow C_2 = 3C$$

Zadanie 5.3. ***(4 pkt)***

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie wpływu dielektryka na wielkości charakteryzujące pole elektrostatyczne (I.1.2.b.11). Obliczanie pojemności kondensatora znając jego wymiary geometryczne (I.1.4.b.11).
Korzystanie z informacji.	Szacowanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.e).

Schemat punktowania

4 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia stosunku $\frac{x}{y}$.

3 p. – doprowadzenie do prawidłowego równania pozwalającego na obliczenie stosunku $\frac{x}{y}$ oraz błąd w przekształceniach.

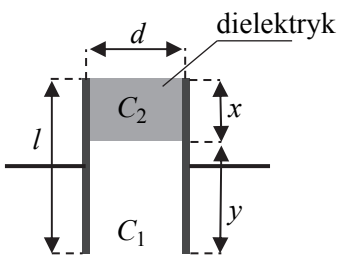
2 p. – zapisanie wzoru na pojemność zastępczą kondensatora po wsunięciu dielektryka oraz zastosowanie wzorów na pojemność kondensatora płaskiego oraz uwzględnienie, że po wsunięciu dielektryka pojemność kondensatora wzrośnie 4-krotnie – bez doprowadzenia do równania pozwalającego obliczyć stosunek $\frac{x}{y}$.

1 p. – zapisanie wzoru na pojemność zastępczą kondensatora po wsunięciu dielektryka oraz zastosowanie wzorów na pojemność kondensatora płaskiego
lub
– zapisanie wzoru na pojemność zastępczą kondensatora po wsunięciu dielektryka oraz uwzględnienie, że po wsunięciu dielektryka pojemność kondensatora wzrośnie 4-krotnie.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Po wsunięciu dielektryka otrzymujemy układ kondensatorów C_1 i C_2 połączonych równolegle, których pojemność zastępcza dana jest wzorem:



$$C_z = C_1 + C_2$$

Zastosujemy wzory na pojemności kondensatorów płaskich C_1, C_2 oraz kondensatora C_0 przed wsunięciem dielektryka:

$$C_1 = \varepsilon_0 \frac{a \cdot y}{d}; \quad C_2 = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \frac{a \cdot x}{d}; \quad C_0 = \varepsilon_0 \frac{a \cdot (x+y)}{d}$$

Uwzględniamy, że po wsunięciu dielektryka pojemność kondensatora wzrośnie 4 krotnie:

$$C_1 + C_2 = 4C_0$$

Zapisujemy to wszystko j w jednym równaniu i wyznaczamy stosunek $\frac{x}{y}$.

$$\varepsilon_0 \frac{a \cdot y}{d} + \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \frac{a \cdot x}{d} = 4\varepsilon_0 \frac{a \cdot (x+y)}{d}$$

$$y + \varepsilon \cdot x = 4x + 4y, \qquad (\varepsilon - 4) \cdot x = 3y, \qquad \frac{x}{y} = \frac{3}{\varepsilon - 4} = \frac{3}{2}$$