

XXXVI OLIMPIADA FIZYCZNA (1986/1987). Stopień W, zadanie teoretyczne – T3-C.

Źródło: Komitet Główny Olimpiady Fizycznej,
Fizyka w Szkole nr 3, 1987

Autor: Waldemar Gorzkowski

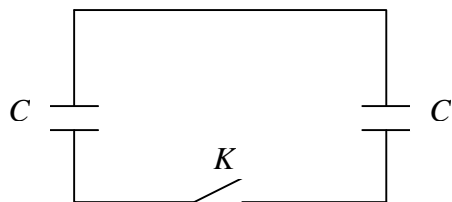
Nazwa zadania: Kondensatory

Działy: Prąd elektryczny

Słowa kluczowe: kondensatory, energia całkowita, zasada zachowania energii, opór elektryczny, indukcyjność

Zadanie teoretyczne – T3-C, zawody stopnia wstępnego, XXXVI OF.

Dwa jednakowe kondensatory połączono bezoporowymi przewodnikami tak, jak na rys. 1. Jeden z kondensatorów początkowo był nienaładowany, drugi zaś był naładowany do napięcia U . Oblicz energię całkowitą układu na początku oraz po włączeniu klucza K , gdy napięcia się wyrównają. Wyjaśnij otrzymaną różnicę.



Rys.1.

Rozwiązanie

Początkowa energia układu jest równa energii zgromadzonej na jednym z kondensatorów i wynosi $E_1 = CU^2/2$. Ładunek na okładkach tego kondensatora jest równy $Q = CU$. W stanie końcowym napięcia na kondensatorach są równe U' a ładunek zgromadzony na każdym z nich równa się Q' . Z zasady zachowania ładunku mamy $2Q' = Q$. Zatem $Q' = Q/2$ i $U' = Q'/C = U/2$.

Energia końcowa kondensatorów wynosi łącznie $E_2 = CU'^2/2 = CU^2/4 = E_1/2$. Widzimy, że E_1 jest różne od E_2 . Pozornie stoi to w sprzeczności z zasadą zachowania energii. Jeżeli jednak rzeczywiście nastąpiło wyrównanie napięć na kondensatorach i w układzie nie płynie prąd, to różnica energii musiała się gdzieś wydzielić. Mogła się ona wydzielić na przewodach w postaci ciepła lub w postaci promieniowania w czasie drgań elektromagnetycznych przy dochodzeniu układu do stanu równowagi. W pierwszym wypadku trzeba założyć, że przewody mają pewien niezerowy opór, choć może on być dowolnie mały. W drugim zaś przypadku trzeba przyjąć że przewody mają pewną niezerową indukcyjność, chociaż jej wielkość jest bez znaczenia. Zadanie powyższe wskazuje, że przy tworzeniu pewnych idealizacji trzeba zachować ostrożność. W rozważanym przypadku nie można zakładać, że opór przewodników i ich indukcyjność są jednocześnie równe zero, bo popada się wtedy w kolizję z zasadą zachowania energii.