

12-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
6-oji užduotis Nr. FT12-6 / 2018 10 22 – 2018 11 18

Sąlyga / FT12-6 ▼

Kondensatorių baterijos tyrimas

Kondensatorių bateriją sudaro du nuosekliai sujungti neįelektrinti kondensatoriai, kurių elektrinės talpos $10 \mu\text{F}$ ir $20 \mu\text{F}$. Ši baterija buvo prijungta prie 45 V elektros įtampos šaltinio. Kiek voltų skiriasi tų kondensatorių elektrinės įtampos? Kokio dydžio elektrinio lauko energija (μJ) sukaupta šioje kondensatorių baterijoje? Kaip pakistų tie ieškomi dydžiai, jei lygiagrečiai pirmajam kondensatoriui prijungtume dar vieną $10 \mu\text{F}$ elektrinės talpos kondensatorių?

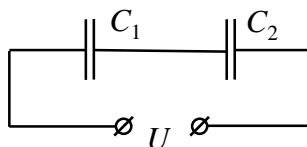
Užduotį parengė Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2018 10 22.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT12-6 ▼

Duota: $C_1 = C_3 = 10 \mu\text{F} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ F}$; $C_2 = 20 \mu\text{F} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ F}$; $U = 45 \text{ V}$.

Rasti: $\Delta U, W, \Delta U', W'$.



Nuosekliai sujungtų kondensatorių elektros krūviai yra vienodi, o jų elektrinių įtampų suma lygi šaltinio įtampai: $q_1 = q_2$, o $U_1 + U_2 = U$, tai

$$C_1 U_1 = C_2 (U - U_1); U_1 = \frac{C_2 U}{C_1 + C_2}; U_2 = \frac{C_1 U}{C_1 + C_2};$$

$$\Delta U = U_1 - U_2 = \frac{(C_2 - C_1)U}{C_1 + C_2}; \Delta U = \frac{(2-1)45}{1+2} = 15 \text{ (V)}.$$

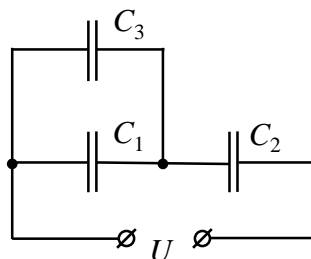
Skaičiuojant baterijos elektrinę talpą C yra sudedami atvirkštiniai dydžiai:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Sukaupta energija

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)}; W = \frac{1 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 45^2}{2(1+2)} = 6750 \text{ (}\mu\text{J)}.$$

Prijungus dar vieną kondensatorių lygiagrečiai jų elektrinės talpos sudedamos ir mišraus jungimo baterijai turime tokius sąryšius:



$$(C_1 + C_3)U'_1 = C_2(U - U'_1); U'_1 = \frac{C_2 U}{C_1 + C_3 + C_2}; U'_2 = \frac{(C_1 + C_3)U}{C_1 + C_3 + C_2};$$

$$\Delta U' = U'_1 - U'_2 = \frac{(C_2 - C_1 - C_3)U}{C_1 + C_3 + C_2}; \Delta U' = \frac{(2 - 1 - 1)45}{2 + 1 + 1} = 0.$$

Taigi, kondensatorių įtampos nebesiskirs, nes šaltinio įtampa čia padalyta po lygiai.

Randame naujos baterijos elektrinę talpą C' ir sukauptą energiją:

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1 + C_3} + \frac{1}{C_2}; C' = \frac{(C_1 + C_3)C_2}{C_1 + C_3 + C_2};$$

$$W' = \frac{C' U^2}{2} = \frac{(C_1 + C_3)C_2 U^2}{2(C_1 + C_3 + C_2)}; W' = \frac{(1+1)2 \cdot 10^{-5} \cdot 45^2}{2(1+1+2)} = 10125 \text{ (}\mu\text{J)}; W' = 1,5W.$$

Taigi, padidėjus baterijos elektrinei talpai po dar vieno kondensatoriaus prijungimo bus sukaupta 1,5 karto daugiau energijos.

Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 07 28.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT12-6 ▼

Dauguma turnyro dalyvių užduotį išsprendė teisingai, o tik keletas klydo taikydami mišraus kondensatorių jungimo taisykles.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 07 28.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT12-6 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Rastas kondensatorių įtampos skirtumas	3
2.	Rasta baterijos elektrinio lauko energija	3
3.	Nustatytas pokytis prijungus dar vieną kondensatorių	4
4.	Nepateikti skaičiavimai	-0,5
5.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	iki (-1)
Didžiausias galimas sprendimų įvertinimas		10

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 07 28.