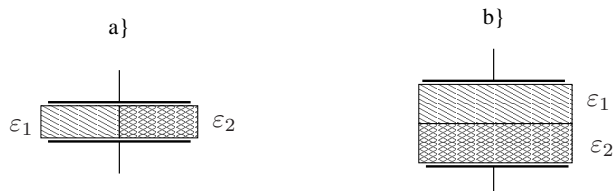


- elektrostatyka cd., kondensatory; • prąd elektryczny

- Uzasadnić wzory na pojemność kondensatorów: płaskiego, cylindrycznego i sferycznego.
  - Uzasadnić wzory: (1) energia zmagazynowana w naładowanym kondensatorze wynosi  $W = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ ; (2) w polu elektrostatycznym zmagazynowana jest energia, której gęstość (w próżni) wynosi  $u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ .
- Kondensator ma kwadratowe okładki o boku  $a$ , oddalone o  $d$ , tworzące ze sobą mały kąt  $\varphi$ . Pokazać, że jego pojemność wynosi w przybliżeniu  $C = \frac{\epsilon_0 a^2}{d} (1 - \frac{a\varphi}{2d})$ . (wskaz.: potraktować ten kondensator jako połączenie równoległe kondensatorów w postaci pasków o długości  $a$  i szerokości  $dx$ ; posłużyć się rozwinięciem w szereg Taylora).
- Kula z dielektryka (przyjmij  $\epsilon = 1$ ), o promieniu  $R$ , naładowana jednorodnie ładunkiem  $Q$  wytwarza pole elektrostatyczne. W polu tym zawarta jest energia. Obliczyć, jaka część tej energii zawiera się w obszarze wewnątrz kuli, a jaka na zewnątrz. Ile wynosi suma tych energii?

- Płaski kondensator jest wypełniony dwoma dielektrykami o stałych dielektrycznych  $\epsilon_1, \epsilon_2$ , jak na rysunku. Powierzchnia okładek wynosi  $S$ , ich odległość wzajemna  $d$ . Jakimi wzorami wyrażają się pojemności w przypadkach a) i b)?



- Kondensator płaski o powierzchni okładki  $S$  i odległości  $d$  pomiędzy okładkami naładowano przy pomocy baterii do napięcia  $U_o$ , po czym baterię odłączono. Następnie pomiędzy okładki wsunięto płytkę dielektryczną o przenikalności względnej  $\epsilon$  i grubości  $b$  ( $b < d$ ). Dla danych  $S = 100 \text{ cm}^2$ ,  $d = 1 \text{ cm}$ ,  $b = 0.5 \text{ cm}$ ,  $\epsilon = 7.0$ ,  $U_o = 100 \text{ V}$  obliczyć: a) pojemność  $C_o$  przed wstawieniem płytki, b) ładunek swobodny  $q$ , c) natężenie pola elektrycznego w szczelinie  $\vec{E}$ , d) natężenie pola elektrycznego w płytce dielektrycznej  $\vec{E}'$ , e) napięcie pomiędzy okładkami po wprowadzeniu dielektryka  $U$ , f) pojemność kondensatora z płytką  $C$ , g) pracę  $W$ , jaką należało by wykonać aby usunąć płytkę z kondensatora. (patrz przykład 26.6 z Halliday, Resnick, Walker, Podstawy Fizyki, t.3, PWN 2005, lub przykład 9 z par. 30 Halliday, Resnick, Fizyka, t.2, PWN 1984, ew. podobne wydania)
- Prąd stały.* Prawa Kirchoffa (dla spadków napięć w obwodzie, dla węzłów). Obwody o wielu oczkach, np. mostek Wheatstone'a.
- Końcówki baterii o nieznanym napięciu  $V$  i znikomym oporze wewnętrznym połączone są opornikiem  $R$ . Amperomierz w obwodzie wskazuje natężenie  $4 \text{ A}$ . Jeśli połączymy szeregowo opornik  $R$  z opornikiem  $10\text{-}omowym$ , to odczytywane napięcie spadnie do  $3 \text{ A}$ . Ile wynoszą wartości  $R$  i  $V$ ?
- Dwanaście oporników o oporności  $R = 100 \Omega$  każdy połączono tak, że utworzyły one szkielet sześciianu. Jaki będzie opór elektryczny między doprowadzeniami dołączonymi do wierzchołków najbardziej odległych od siebie (po głównej przekątnej).
- Oblicz opór elektryczny przewodnika wykonanego z grafitu, jeśli jego długość wynosi  $L = 60 \text{ mm}$  i ma on kształt stożka ściętego, którego podstawa dolna ma średnicę  $2r_1 = 20 \text{ mm}$ , a górna  $2r_2 = 50 \text{ mm}$ . Przyjąć oporność właściwą grafitu  $\rho = 0.0005 \Omega \cdot \text{m}$ . (wskaz.: podziel cały przewodnik na małe oporniki połączone szeregowo)
- Prąd zmienny.* a) Rozładowanie kondensatora  $C$  o początkowym ładunku  $q_o$  przez opór  $R$ . Pokaż, że procesem tym rządzi równanie wynikające z prawa Kirchoffa:  $\frac{1}{C}q(t) + R\frac{dq(t)}{dt} = 0$ , a którego rozwiązaniem jest  $q(t) = q_o \exp(-\frac{t}{RC})$ . b) Ładowanie kondensatora przy użyciu baterii o stałej sile elektromotorycznej  $\epsilon$ . Pokaż analogicznie, że obwód  $RC + \epsilon$  opisuje równanie  $\frac{1}{C}q(t) + R\frac{dq(t)}{dt} = \epsilon$ , a jego rozwiązaniem jest:  $q(t) = \epsilon C(1 - \exp(-\frac{t}{RC}))$ , przy założeniu, że kondensator na początku nie był naładowany.

11. Opornik o oporze  $10\text{ k}\Omega$ , kondensator i baterię o SEM  $10\text{ V}$  połączono szeregowo. Jeśli napięcie na kondensatorze wzrasta do  $5\text{ V}$  w czasie  $1\text{ }\mu\text{s}$ , to jaka jest pojemność kondensatora?
12. Kondensator o pojemności  $C = 1\text{ }\mu\text{F}$  i zmagazynowanej początkowo energii  $W = 0.5\text{ J}$  rozładowano przez opór  $R = 1\text{ M}\Omega$ . Jaki prąd popłynie w chwili początkowej? Obliczyć napięcie na kondensatorze ( $V_C$ ), na oporniku ( $V_R$ ) i tempo gromadzenia ciepła w oporniku w funkcji czasu i przedstawić te wielkości na wykresach.