

45-POWTÓRKA 7

ELEKTROSTATYKA

Zadanie 1

Na nitkach nieprzewodzących o długościach 1 m wiszą dwie jednakowe metalowe kuleczki. Po naładowaniu obu ładunkiem jednoimiennym $1\mu\text{C}$ nitki odchyliły się o kąt 60° . Jakie masy mają te kulki?

$\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$	$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$	$\text{tg } 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$	$\text{ctg } 30^\circ = \sqrt{3}$
$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$	$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$	$\text{tg } 60^\circ = \sqrt{3}$	$\text{ctg } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3}$

Odpowiedź: 1,56 g

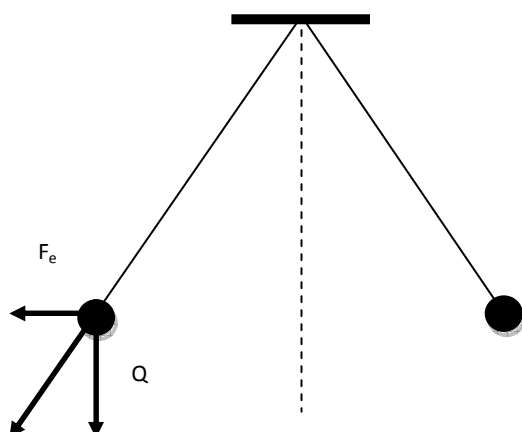
Zadanie 1 – DOMOWE

Prawo Coulomba dla ładunków w dowolnym środowisku wyraża się wzorem:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{q_1q_2}{r^2}$$

Kulki z zadania 1 zanurzone w wodzie. Względna stała dielektryczna wody jest w przybliżeniu $\epsilon_r = 80$. Jak zmieni się kąt odchylenia nitek?

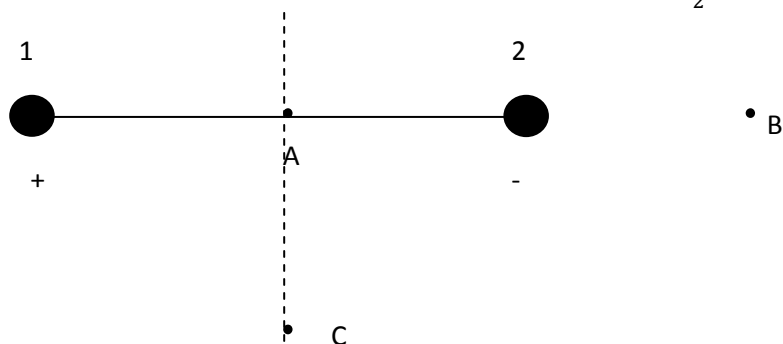
Odpowiedź:



W wodzie zmaleje zarówno siła pionowa jak i pozioma. Siła pionowa, to w wodzie ciężar pomniejszony o siłę wyporu. Siła pionowa zmieni się nieznacznie.
Siła pozioma to siła elektrostatyczna. Ta w wodzie, jak wynika z wzoru zmaleje 80 razy.
Tak więc siła pozioma znacznie zmaleje, natomiast pionowa nieznacznie zmaleje. Spowoduje to, że kąt odchylenia nitek w wodzie wyraźnie zmaleje.

Zadanie 2

Oblicz natężenie pola elektrycznego oraz potencjał w punktach A, B i C. Ładunki 1 i 2 są równe i wynoszą $Q = 1 \text{ nC}$, a odległość ładunków $r = 10 \text{ cm}$. Odległości punktów wynoszą $\frac{r}{2}$



Odpowiedź:

$$E_A = 7200 \text{ N/C}; E_B = 3200 \text{ N/C}; E_C = 2546 \text{ N/C};$$

$$V_A = 0; V_B = -120 \text{ V}; V_C = 0;$$

Zadanie 2 – DOMOWE

Gdzie znajduje się punkt, w którym natężenie pola elektrycznego pochodzące od dwóch ładunków punktowych dodatnich $Q_1 = 9 \mu\text{C}$ i $Q_2 = 1 \mu\text{C}$ oddległych od siebie o 1 m jest równe zero?

Odpowiedź: Na linii łączącej oba ładunki, w odległości 25 cm od ładunku mniejszego $Q_2 = 1 \mu\text{C}$

Zadanie 3

Trzy jednakowe ładunki dodatnie o wartości 1 mC umieszczono w narożnikach trójkąta równobocznego. Jaki ładunek należy umieścić w środku trójkąta, aby układ pozostał w równowadze?

Odpowiedź: ładunek ujemny – 0,58 mC

Zadanie 3 – DOMOWE

Dwa jednakowe ładunki dodatnie o wartości 1 mC umieszczono w odległości $a = 10 \text{ cm}$. Jaki ładunek należy umieścić w środku między nimi, aby układ pozostał w równowadze?

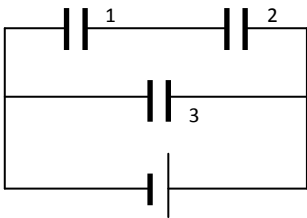
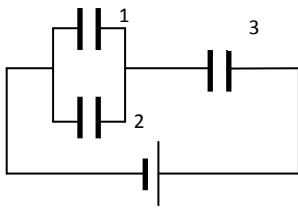
Odpowiedź: ładunek ujemny – 0,25 mC

Zadanie 4

Trzy jednakowe kondensatory o pojemnościach $C = 1 \text{ nC}$ połączono dwoma sposobami zawsze w sposób mieszany, a więc szeregowo i równoległo i podłączono napięcia $U = 10 \text{ V}$.

1. Narysuj schematy obu połączeń.
2. Oblicz napięcia, ładunki i energie wydzielone na każdym kondensatorze w obu połączeniach.

Odpowiedź:

							
kondensator	napięcie	ładunek	energia	kondensator	napięcie	ładunek	energia
1	5 V	5 nC	12,5 nJ	1	3,33 V	3,33 nC	5,5 nJ
2	5 V	5 nC	12,5 nJ	2	3,33 V	3,33 nC	5,5 nJ
3	10 V	10 nC	50 nJ	3	6,67 V	6,67 nC	22,2 nJ

Zadanie 4 – DOMOWE

Kondensatory o pojemnościach $C_1 = 1 \text{ pF}$ i $C_2 = 3 \text{ pF}$ połączono

- a. szeregowo
- b. równolegle

i podłączono do źródła prądu o napięciu $U = 100 \text{ V}$. Oblicz w obu wypadkach ładunek zgromadzony na każdym z nich, napięcie na nich i wydzielone w nich energie.

Odpowiedź:

szeregowo				równolegle			
kondensator	napięcie	ładunek	energia	kondensator	napięcie	ładunek	energia
1 pF	75 V	75 pC	2812,5 pJ	1 pF	100 V	100 pC	5 nJ
3 pF	25 V	75 pC	937,5 pJ	3 pF	100 V	300 pC	15 nJ

Zadanie 5

Płaski kondensator próżniowy składający się z dwóch płytek o powierzchni $S = 100 \text{ cm}^2$, oddalonych od siebie o $d = 1 \text{ mm}$, naładowane są do napięcia $U = 1000 \text{ V}$. Z jaką siłą przyciągają się te płytki

Odpowiedź: $4,445 \cdot 10^{-5} \text{ N}$.

B. Fabiański, Z. Paczkowski – Zbiór zadań z fizyki dla maturzystów i kandydatów na studia

strona 94 zadanie 351

Zadanie 5 – DOMOWE

Ile metrów kwadratowych blachy musielibyśmy użyć, gdybyśmy chcieli zbudować kondensator płaski powietrzny o pojemności $C = 1 \mu\text{F}$, gdyby blachy te oddalone były od siebie o $d = 1 \text{ mm}$? Względna przenikalność dielektryczna wynosi $\epsilon_r = 1,000544$, więc oczywiście przyjmij ją jako 1.

Odpowiedź: Na obie płytki to powierzchnia $2S = 224 \text{ m}^2$

Zadanie 6

Okładki kondensatora płaskiego o powierzchni $S = 500 \text{ cm}^2$ znajdują się w odległości $d_1 = 1 \text{ cm}$ od siebie i są naładowane do napięcia $U = 5000 \text{ V}$. Jaką pracę należy wykonać, aby okładki oddalić na odległość $d_2 = 4 \text{ cm}$. Kondensator w trakcie operacji jest:

- a. odłączony od źródła prądu
- b. dołączony do źródła prądu

Odpowiedź: a. $W = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ J}$; b. $W = -5,56 \cdot 10^{-5} \text{ J}$

Zadanie 6 – DOMOWE

Dwa kondensatory o pojemnościach $C_1 = 2 \mu\text{F}$ i $C_2 = 0,5 \mu\text{F}$ naładowano do potencjałów $U_1 = 100 \text{ V}$ i $U_2 = 50 \text{ V}$, a następnie zwarto ich jednoimienne okładki. Obliczyć wydzielone ciepło.

Odpowiedź: $0,016 \text{ J}$

Zadanie 7

Kondensator płaski powietrzny o pojemności $C_0 = 1 \text{ mF}$ zanurzono do połowy w cieczy o stałej dielektrycznej $\epsilon_r = 3$

- a. poziomo
- b. pionowo

Ile wynosiły wtedy pojemności tak utworzonych kondensatorów?

Odpowiedź: a. $1,5 \text{ mF}$; b. 2 mF

Zadanie 7 – DOMOWE

Jak zmieni się energia kondensatora po naładowaniu go do pewnego napięcia i zanurzeniu go w cieczy o stałej dielektrycznej $\epsilon_r = 2$, jeśli:

- a. był dołączony do źródła prądu
- b. po naładowaniu został odłączony od źródła prądu

Odpowiedź: a. energia wzrośnie dwukrotnie ; b. energia zmaleje dwukrotnie

Zadanie 8

Kondensator próżniowy naładowano do napięcia $U_0 = 1000 \text{ V}$ i połączono z drugim takim samym, ale wypełnionym dielektrykiem. Po połączeniu napięcie zmalało o 75%. Jaka jest względna przenikalność dielektryczna izolatora, który wypełniał przestrzeń kondensatora drugiego?

Odpowiedź: 3

Zadanie 8 – DOMOWE

Kondensator dielektryczny z dielektrykiem o względnej przenikalności $\epsilon_r = 5$ o pojemności $C = 10 \text{ nF}$ naładowano ładunkiem $Q = 10 \text{ }\mu\text{C}$, po czym odłączono go od źródła prądu i połączono z drugim kondensatorem. Jakie napięcie ustaliło się między płytkami kondensatorów?

Odpowiedź: około 833 V

Zadanie 9

Jak zmieni się natężenie pola elektrycznego między płytkami kondensatora naładowanego pewnym ładunkiem i odłączonego od źródła prądu jeśli między jego okładki włożymy dielektryk o względnej przenikalności dielektrycznej $\epsilon_r = 3$?

Odpowiedź: Natężenie pola zmaleje trzykrotnie

Zadanie 9 – DOMOWE

Kondensator olejowy zawierający olej o stałej dielektrycznej $\epsilon_r = 5$ naładowano do napięcia $U = 500 \text{ V}$ i odłączono od źródła prądu. Wskutek nieszczelności olej wylał się spomiędzy płytek kondensatora. O ile zmieniło się napięcie między płytkami?

Odpowiedź: Napięcie wzrosło o 2000 V.

Zadanie 10

Cząstka α została przyspieszona w polu kondensatora próżniowego pod napięciem $U = 10 \text{ kV}$. Jej prędkość początkowa $v_0 = 10^6 \text{ m/s}$ i była skierowana zgodnie ze zwrotem linii sił pola. Jaka jest jej prędkość końcowa cząstki?

Odpowiedź: $1,4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

9Zadanie 10 – DOMOWE

Elektron został przyspieszony polem elektrycznym kondensatora o napięciu $U = 1000 \text{ V}$ i odległości płytek $d = 1 \text{ cm}$. W jakim czasie przeleciał on między płytkami

Odpowiedź: około 10^{-9} s