

## Подготовка к рубежной контрольной работе №1

### ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ

#### ЗАДАЧА 1

В вершинах квадрата со стороной  $a$  помещены два заряда по  $+q$  и два заряда по  $-q$ , причем на диагоналях квадрата расположены разноименные заряды. Определить величину силы, действующей на каждый заряд.

$a = 1,15$  м,  $q = 5$  мкКл,  $F = ?$

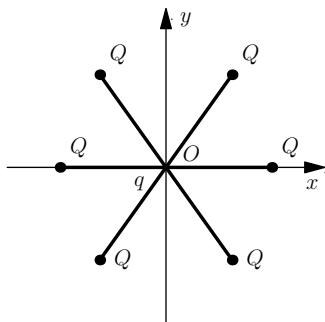
Ответ: 0,26 Н.

#### ЗАДАЧА 2

Шесть одинаковых зарядов  $Q$  связаны нитями одинаковой длины  $l$  с седьмым таким же зарядом  $q = Q$ . В результате кулоновского отталкивания они располагаются в вершинах правильного плоского шестиугольника. Определить натяжение  $T$  нитей.

$Q = 4$  мкКл,  $l = 15$  см,  $T = ?$ .

Ответ: 18,1 Н



#### ЗАДАЧА 3

Заряд  $Q$  равномерно распределен по кольцу радиусом  $R$ . Чему равна максимальная напряженность электрического поля на оси кольца?

$Q = 1$  мкКл,  $R = 5$  см,  $E_{max} = ?$

Ответ:  $1,4 \cdot 10^6$  В/м

### ПОТОК ВЕКТОРА НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. ТЕОРЕМА ГАУССА

#### ЗАДАЧА 1

На некотором расстоянии от бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью  $\sigma$  расположена круглая пластинка. Плоскость пластинки составляет с линиями напряженности угол  $\alpha$ . Определить поток вектора напряженности через эту пластинку, если ее радиус  $R$ .

$\sigma = 1,5$  нКл/см<sup>2</sup>,  $\alpha = \pi/4$ ,  $R = 10$  см,  $\Phi = ?$

Ответ: 1,88 кВ·м

#### ЗАДАЧА 2

Шар радиусом  $R$  заряжен равномерно с объемной плотностью  $\rho$ . Определить напряженность  $E$  электростатического поля: 1) на расстоянии  $r_1$  от центра шара; 2) на расстоянии  $r_2 = 12$  см от центра шара.

$R = 10$  см,  $\rho = 5$  нКл/м<sup>3</sup>,  $r_1 = 2$  см,  $r_2 = 12$  см,  $E_1 = ?$ ,  $E_2 = ?$

Ответ: 3,8 В/м; 13,1 В/м

#### ЗАДАЧА 3

Две концентрические сферы радиусами  $R_1$  и  $R_2$  несут равномерно распределенные заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  соответственно. Найти напряженность электрического поля в точках, находящихся на расстояниях  $r_1$  и  $r_2$  от центра сфер.

$R_1 = 1$  см,  $R_2 = 2$  см,  $\sigma_1 = +1$  нКл/м<sup>2</sup>,  $\sigma_2 = +0,5$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r_1 = 3$  см,  $r_2 = 1,5$  см,  $E_1 = ?$ ,  $E_2 = ?$

Ответ: 37,7 В/м; 50,2 В/м.

# ПОТЕНЦИАЛ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

## ЗАДАЧА 1

Имеются два тонких проволочных кольца радиуса  $R$  каждое, оси которых совпадают. Заряды колец равны  $+q$  и  $-q$ . Найти разность потенциалов между центрами колец, отстоящими друг от друга на расстоянии  $l$ .

$R = 30$  см,  $q = 0,40$  мкКл,  $l = 52$  см,  $\Delta\varphi$ —?

Ответ: 12 кВ.

## ЗАДАЧА 2

Тонкое полукольцо радиуса  $R$  заряжено равномерно с линейной плотностью  $\tau$ . Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы переместить заряд  $q$  из бесконечности в центр кривизны полукольца.

$R = 20$  см,  $\tau = 0,15$  нКл/см,  $q = 10$  нКл,  $A$ —?

Ответ: 4,2 мкДж.

## ЗАДАЧА 3

Потенциал электрического поля имеет вид  $\varphi = \alpha(xy - z^2)$ , где  $\alpha$  — постоянная. Найти проекцию напряженности электрического поля  $E_a$  в точке  $M(2, 1, -3)$  на направление вектора  $\vec{a}$ .

$\alpha = 5$  В/м<sup>2</sup>,  $\vec{a} = 3\vec{i} + 4\vec{k}$ ,  $E_a$ —?

Ответ: -27 В/м.

# ПРОВОДНИКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

## ЗАДАЧА 1

Конденсатор емкости  $C_1$ , заряженный до напряжения  $U$ , подключили параллельно к концам системы из двух последовательно соединенных незаряженных конденсаторов, емкости которых  $C_2$  и  $C_3$ . Какой заряд протечет при этом по соединительным проводам?

$C_1 = 2$  мкФ,  $C_2 = 3$  мкФ,  $C_3 = 6$  мкФ,  $U = 150$  В,  $\Delta q$ —?

Ответ: 150 мкКл

## ЗАДАЧА 2

Точечный заряд  $q_1$  находится на расстоянии  $r_1$  от центра  $O$  незаряженного проводника в форме сферы, радиусы которой  $R_1$  и  $R_2$ . А точечный заряд  $q_2$  — на расстоянии  $r_2$ . Найти потенциал электростатического поля такой системы в точке  $O$ , полагая, что потенциал поля на бесконечном удалении от сферы равен нулю.

$q_1 = +2$  нКл,  $r_1 = 2$  см,  $q_2 = -4$  нКл,  $r_2 = 4$  см,  $R_1 = 6$  см,  $R_2 = 8$  см,  $\varphi(O)$ —?

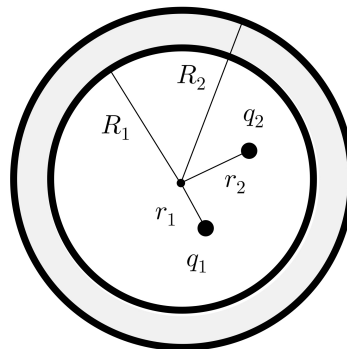


Рисунок 1

Ответ: 75 В.

## ЗАДАЧА 3

Имеется плоский воздушный конденсатор, площадь каждой обкладки которого равна  $S$ . Какую работу против электрических сил надо совершить, чтобы медленно увеличить расстояние между обкладками от  $d_1$  до  $d_2$ , если при этом поддерживать неизменным:

а) заряд конденсатора  $q$ ; б) напряжение на конденсаторе  $U$ ?

$S = 1$  см<sup>2</sup>,  $d_1 = 5$  мм,  $d_2 = 6$  мм,

а)  $q = \text{const} = 17,7 \cdot 10^{-12}$  Кл,  $A_q$ —?;

б)  $U = const = 100 \text{ В}$ ; ,  $A_U - ?$

Ответ: а)  $A_q = 177 \cdot 10^{-12} \text{ Дж}$ ; ; б)  $A = 147,5 \cdot 10^{-12} \text{ Дж}$ .

## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ДИЭЛЕКТРИКАХ

### ЗАДАЧА 1

Емкость плоского конденсатора равна  $C$ . Диэлектрик, заполняющий пространство между пластинами, — фарфор (диэлектрическая проницаемость  $\varepsilon$ ). Конденсатор зарядили до разности потенциалов  $U$  и отключили от источника тока. Какую работу надо совершить, чтобы вынуть диэлектрическую пластину из конденсатора?

$C = 111 \text{ пФ}$ ,  $\varepsilon = 6,5$ ,  $U = 600 \text{ В}$ ,  $q = const$ ,  $A - ?$

Ответ:  $A = 110 \text{ мкДж}$

### ЗАДАЧА 2

Найти изменение энергии конденсатора из предыдущей задачи при условии, что источник питания не отключается при удалении пластины. Какая работа совершается при удалении пластины в этом случае?

$C = 111 \text{ пФ}$ ,  $\varepsilon = 6,5$ ,  $U = 600 \text{ В}$ ,  $U = const$ ,  $A - ?$

Ответ:  $A = 16,9 \text{ мкДж}$

## ПОСТОЯННЫЙ ТОК

### ЗАДАЧА 1

Проводник из меди имеет форму усеченного конуса с радиусами оснований  $r_1$  и  $r_2$ . Длина проводника  $L$ . Найти его сопротивление.

$r_1 = 1 \text{ мм}$ ,  $r_2 = 2 \text{ мм}$ ,  $L = 10 \text{ см}$ ,  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ,  $R - ?$

Ответ:  $R = 0,27 \text{ мОм}$

### ЗАДАЧА 2

Два источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  соединяются в батарею. Возможны два варианта соединения - последовательное (1) и параллельное (2). При каком соединении - (1) или (2) - ток в нагрузке  $R$  будет больше? Найдите отношение  $I_1/I_2$ .

$\mathcal{E} = 10 \text{ В}$ ,  $r = 5 \text{ Ом}$ ,  $R = 10 \text{ Ом}$ ,  $I_1/I_2 - ?$

Ответ:  $I_1/I_2 = 1,25$

### ЗАДАЧА 3

Пусть конденсатор емкостью  $C$ , заряженный до разности потенциалов  $U$ , разряжается через сопротивление  $R$ . Найти полное количество теплоты  $Q$ , выделившееся на нагрузке. Какая доля этого тепла выделится на нагрузке в процессе того, как конденсатор потеряет половину своего первоначального заряда?

$C = 2 \text{ мкФ}$ ,  $U = 12 \text{ В}$ ,  $R = 1,5 \text{ кОм}$ ,  $Q - ?$ ,  $Q_{1/2}/Q - ?$

Ответ:  $Q = 16,9 \text{ Дж}$ ,  $Q_{1/2}/Q = 0,75$

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ РЕЗИСТОРОВ

### ЗАДАЧА 1

В цепь постоянного тока включен идеальный источник  $U_0$ , три одинаковые лампочки, сопротивление которых  $R$  не зависит от силы тока в них, и два идеальных амперметра. Один амперметр (1) включен и показывает ток  $I_0$ , второй амперметр (2) выключен. Определите показания приборов при включении амперметра (2).

$U_0 = 5 \text{ В}$ ,  $I_0 = 125 \text{ мА}$ ,  $I_1 - ?$ ,  $I_2 - ?$

Ответ:  $I_1 = 167 \text{ мА}$ ,  $I_2 = 83,3 \text{ мА}$ .

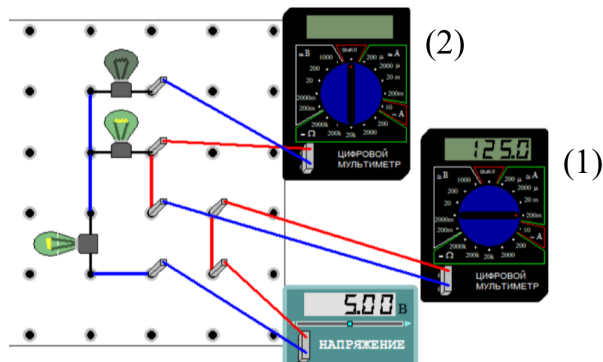


Рисунок 2

## ЗАДАЧА 2

В цепь постоянного тока включены три одинаковые лампы, сопротивление  $R$  которых не зависит от силы тока в них, два конденсатора емкости  $C_1$  и  $C_2$ , два резистора  $R_1$  и идеальный источник  $U_0$ . Идеальный вольтметр показывает падение напряжения  $U$  на одном из резисторов. Определите сопротивление одной лампы  $R$  и отношение зарядов  $Q_1/Q_2$  на конденсаторах.

$C_1 = 100$  пФ,  $C_2 = 200$  пФ,  $R_1 = 100$  Ом,  $U_0 = 10$  В,  $U = 4,84$  В,  $R = ?$ ,  $Q_1/Q_2 = ?$

Ответ:  $R = 19,8$  Ом,  $Q_1/Q_2 = 0,27$ .

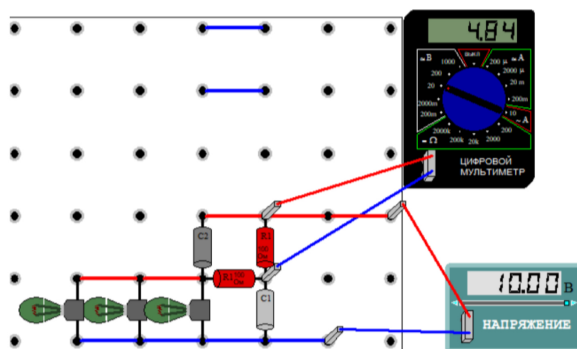


Рисунок 3

## ЗАДАЧА 3

Цепь постоянного тока содержит идеальный источник  $U_0$ , батарею  $E_2$ , идеальный амперметр и резистор  $R_{11}$ . При изменении полярности идеального источника ток в цепи изменяется от  $I_{max}$  до  $I_{min}$ . Ток короткого замыкания батареи  $I_{кз}$ . Определите ЭДС  $E_2$  и внутреннее сопротивление  $r$  батареи.

$U_0 = 4$  В,  $I_{max} = 0,40$  А,  $I_{min} = -0,08$  А,  $I_{кз} = 1,69$  А,  $E_2 = ?$ ,  $r = ?$

Ответ:  $E_2 = 2,67$  В,  $r = 1,6$  Ом.

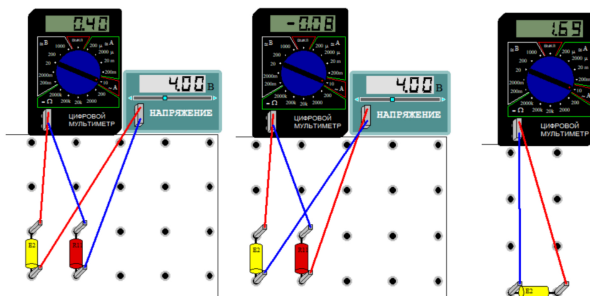


Рисунок 4