**№ 2**

**«*ЭЛЕКТРОСТАТИКА, ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК»***

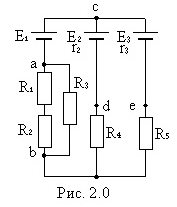
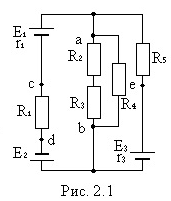
ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ

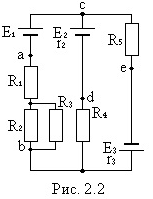
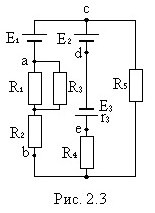
|  |  |
| --- | --- |
| **Закон Кулона**  где  *q*1 и *q*2 - величины точечных зарядов;  ε0 – электрическая постоянная;  ε – диэлектрическая проницаемость среды;  *r* – расстояние между зарядами. | *F* , |
| **Напряженность электрического поля** | *Е* = , |
| **Напряженность поля:**  *точечного заряда*  *бесконечно длинной заряженной нити*  *равномерно заряженной бесконечной плоскости*  *между двумя разноименно заряженными бесконечными плоскостями*  где τ – линейная плотность заряда;  σ – поверхностная плотность заряда;  *r* – расстояние до источника поля. | ,  ,  ;  , |
| **Электрическое смещение** | *D* = ε0εЕ. |
| **Работа перемещения заряда в электростатическом поле**  где φ1 и φ2 - потенциалы начальной и конечной точек. | *A* = = *q*(φ1 – φ2), |
| **Потенциал поля точечного заряда** | φ = . |
| **Связь между потенциалом и напряженностью** | . |
| **Сила притяжения между двумя разноименно заряженными обкладками конденсатора**  где *S* – площадь пластин. | , |
| **Электроемкость:**  *уединенного проводника*  *плоского конденсатора*  *слоистого конденсатора*  где *d* – расстояние между пластинами конденсатора; *di* – толщина *i*-го слоя диэлектрика; ε*i* - его диэлектрическая проницаемость. | ;  ;  , |
| **Электроемкость батареи конденсаторов, соединенных:**  *параллельно*  *последовательно* | ;  . |
| **Энергия поля:**  *заряженного проводника*  *заряженного конденсатора*  где *V –* объем конденсатора. | ;  , |
| **Объемная плотность энергии электрического поля** |  |
| **Сила тока** | . |
| **Закон Ома:**  *в дифференциальной форме*  *в интегральной форме*  где γ – удельная проводимость; ρ – удельное сопротивление; *U* – напряжение на концах цепи; *R* – сопротивление цепи;  *j* – плотность тока. | ;  , |
| **Закон Джоуля – Ленца:**    *в дифференциальной форме*    *в интегральной форме* | ;  . |
| **Сопротивление однородного проводника**  где *l* – длина проводника; *S* – площадь его поперечного сечения. | , |
| **Первый закон Кирхгофа**  где *I1, I2, I3, …, In* – токи, входящие и выходящие в узел цепи | *I1 + I2 + I3 + ... + In = 0.* |
| **Второй закон Кирхгофа**  где *IiRi -* алгебраическая сумма произведений сил токов *Ii*, на сопротивления *Ri* соответствующих участков контура, *ξn* - алгебраической сумме э.д.с. , встречающихся в этом контуре | *I1R1 + I2R2  + I3R3 + … +InRn= = ξ 1 + ξ 2 + ξ 3 +… + ξn* |

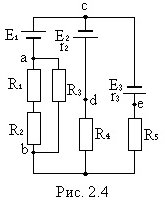
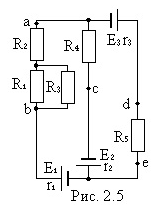
На рисунках 2.0-2.10 (таблицы 2) изображены электрические схемы с источниками тока и резисторами. Выполнить следующие задания:

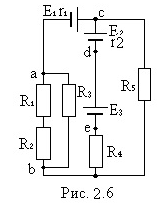
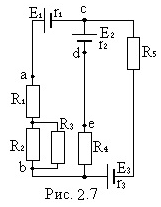
1. Вычислить эквивалентные сопротивления между точками *а* и *b* схемы, Rab.
2. Начертить эквивалентную схему замещения с элементом Rab.
3. Ииспользуя законы Кирхгофа, найти токи во всех резисторах и всех источниках ЭДС.
4. Найти напряжения на зажимах любого источника (по Вашему выбору).

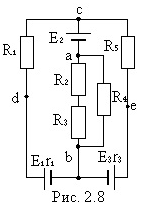
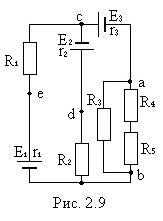
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар | По последней цифре шифра | | | | | | По предпоследней цифре шифра | | | | |
| Е1,  В | Е2,  В | Е3,  В | r1,  Ом | r2,  Ом | r3,  Ом | R1, Ом | R2, Ом | R3, Ом | R4, Ом | R5, Ом |
| 4 | 10 | 2 | 7 | - | 2 | 2 | 1400 | 2900 | 5100 | 1700 | 6800 |

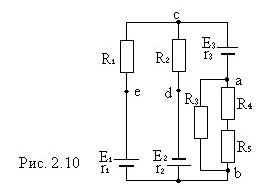
**** 

** **

** **

** **

****

**ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ**

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ № 2**

**«ЭЛЕКТРОСТАТИКА, ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК»**

На рисунке 2.0 изображена электрическая схема с источниками тока и резисторами, данные по которым приведены в таблице 2. Выполнить следующие задания:

1. Вычислить эквивалентные сопротивления между точками а и b схемы, Rab.

2. Начертить эквивалентную схему замещения с элементом Rab.

3. Используя законы Кирхгофа, найти токи во всех резисторах и всех источниках ЭДС.

4. Найти напряжения на зажимах третьего (например) источника (по Вашему выбору).

**РЕШЕНИЕ**

**1. Вычислим эквивалентное сопротивление Rab между точками a и b схемы.**

Сопротивления R1 и R2 соединены последовательно:

R12 = 120 Ом + 210 Ом = 330 Ом;

Сопротивления R12 и R3 соединены последовательно, следовательно:

**2.** **Начертим эквивалентную схему замещения с элементом Rab.**

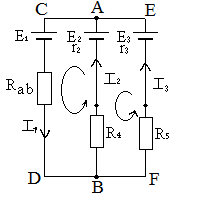


Рис. 2.11.

**3.** **Используя законы Кирхгофа, найдем токи во всех резисторах и во всех источниках ЭДС.**

Так как в цепи всего два узла (А и В), то по первому закону Кирхгофа можно составить только одно уравнение. Составим его для узла А, выбрав направление токов так, как показано на рис. 2.11:

I2 + I3 – I1 = 0 (2.1)

Рассмотрим два независимых контура ACDB и EABF и запишем уравнения по второму закону Кирхгофа для этих контуров в соответствии с направлением обхода, выбранном на рис. 2.11.:

I2 · R4 + I2 ·r2 + I1 · Rab = E2 – E1 (для контура ACDB); (2.2)

I3 · R5 + I3 · r3 – I2 · R4 – I2 ·r2 = E3 – E2 (для контура EABF) (2.3)

Решая систему уравнений (2.1), (2.2.), (2.3), получаем

(2.4.)

Найдем соответствующие значения токов в сопротивлениях и ЭДС:

Подставим полученные выражения в уравнение (2.1.)

Приводим дроби к общему знаменателю

Раскрываем скобки и приводим общие множители

Подставим в полученное выражение известные числа

Знак «–» означает, что ток I2 направлен в сторону, противоположную указанной на рисунке 2.11.

Теперь находим числовые значения токов I1 и I3

Проведем проверку, подставив значения полученных токов в закон Кирхгофа для узла А:

0 = 0.

**4. Найдем значения напряжения U3 на зажимах источника E3, используя закон Ома для полной цепи:**

откуда

U3 = E3 – I3 · r3,

U3 = 6В – 15,60 · 2 Ом = 5,996 В.

**209.** Частица совершает одновременно два гармонических колебания одинаковой частоты, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями: *x* =3,0 10-2 sin ω *t* и *y* =4,0 10-2 sin (ω *t* + 45о). Найти уравнение траектории частицы, построить ее и указать направление движения.

**217.** Полная энергия тела, совершающего гармонические колебания, равна *Е* = 7,0 10-7 Дж, амплитуда колебаний *А* = 2,0 10-2 м. Определить смещение, при котором на тело действует сила *F* = 4,0 10-5 Н, и максимальное значение возвращающей силы.

**224.** Два одинаковых шарика массой *m* = 2,5 10-3 кг каждый подвешены в одной точке на шелковых нитях длиной *l* = 0,70 м. Какие заряды нужно сообщить шарикам, чтобы каждая нить составляла с вертикалью угол α = 45°?

**238.** Две параллельные, бесконечно длинные нити, равномерно заряженные с линейными плотностями τ1 = 1,0 10-7 Кл/м и τ2 = 1,2 10-7 Кл/м находятся на расстоянии *d* = 15 см. Определить силу взаимодействия, приходящуюся на отрезок нити длиной 1 cм.

**246.**  Две параллельные пластины заряжены с поверхностной плотностью σ1 = 3,0 мкКл/м2и σ2. = 1,4 мкКл/м2. Расстояние между ними *d* = 16 мм. Между пластинами вплотную к ним вставлена пластина диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ε = 5,0. Определить разность потенциалов между пластинами.

**252.** Определить ёмкость цилиндрического конденсатора с диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε = 5,0. Высота конденсатора *h* = 13 см*,* радиусы обкладок *r*1 = 3,0 см и *r*2 = 2,4 см.

**270.** Сила тока в цепи изменяется по закону *I* =1,2 sin ω *t*. Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением *R* = 5,0 Ом за время от *t*1 = 0 до *t*2 = Т/2, если Т = 1,0 с.

**280.** При подключении к источнику тока с ЭДС ε = 24 В резистора с сопротивлением *R* = 30 Ом КПД источника составляет η 60 %. Какую максимальную мощность во внешней цепи может выделить данный источник ?