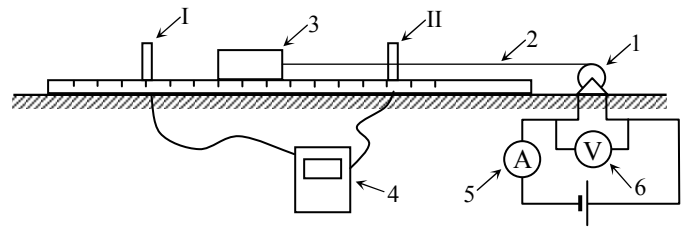


Электродинамика 2005 (С3, С6)

1. На фотографии представлена установка, в которой электродвигатель (1) с помощью нити (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей. При прохождении каретки (3) мимо датчика I секундомер (4) включается и при дальнейшем движении каретки фиксирует время от момента включения. При прохождении каретки мимо датчика II секундомер выключается. После измерения силы тока



амперметром (5) и напряжения вольтметром (6) ученик измерил с помощью динамометра силу трения скольжения каретки по направляющей. Она оказалась равна $F = 0,4$ Н. Какими будут показания секундомера при прохождении каретки мимо второго датчика, если работа силы упругости нити составляет $k = 0,03$ от работы источника тока во внешней цепи?

Показания амперметра и вольтметра на фотографии $I = 0,22$ А; $U = 4,6$ В. Расстояние от датчика I до датчика II по шкале на фотографии $S = 0,26$ м. Ответ: $t = FS/(IUk) = 3,4$ с

2. На фотографии (см. рисунок к задаче 1) представлена установка для изучения преобразования электрической энергии в механическую с помощью электродвигателя и редуктора (1), увеличивающего силу тяги. Нить (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей. При прохождении каретки (3) мимо датчика I секундомер (4) включается и при дальнейшем движении каретки фиксирует время от момента включения. Масса каретки с грузом равна $m = 0,15$ кг. При прохождении каретки мимо датчика II секундомер выключается. Известно, что в момент выключения секундомер показывал $t = 3,98$ с. Каков коэффициент трения скольжения между кареткой и направляющей, если при силе тока, зафиксированной амперметром (5), и напряжении, которое показывает вольтметр (6), потери в двигателе и редукторе составляют 95% от работы источника тока во внешней цепи? Показания амперметра и вольтметра на фотографии $I = 0,22$ А; $U = 4,6$ В.

Расстояние от датчика I до датчика II по шкале на фотографии $S = 0,26$ м. Ответ: $\mu = (1 - \alpha)IUt/(mgS) = 0,5$ ($\alpha = 0,95$)

3. На фотографии (см. рисунок к задаче 1) представлена установка для изучения преобразования электрической энергии в механическую с помощью электродвигателя и редуктора (1), увеличивающего силу тяги. Нить (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей. При прохождении каретки (3) мимо датчика I секундомер (4) включается и при дальнейшем движении каретки фиксирует время от момента включения. При прохождении каретки мимо датчика II секундомер выключается. Известно, что в момент выключения секундомер показывал $t = 3,98$ с. Какова сила трения скольжения между кареткой и направляющей, если при силе тока, зафиксированной амперметром (5), и напряжении, которое показывает вольтметр (6), модуль работы силы трения, возникающей при движении каретки, составляет $\alpha = 0,05$ от работы источника тока во внешней цепи? Показания амперметра и вольтметра на фотографии $I = 0,22$ А; $U = 4,6$ В. Расстояние от датчика I до датчика II по шкале на фотографии $S = 0,26$ м. Ответ: $F_{тр} = \alpha IUt/S = 0,8$ Н ($S = 0,26$ м – расстояние от датчика I до датчика II. $I = 0,22$ А; $U = 4,6$ В – показания амперметра и вольтметра.)

4. Лампочки поочередно подключают к источнику постоянного тока. сопротивления лампочек равны 3 Ом и 12 Ом.

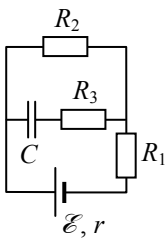
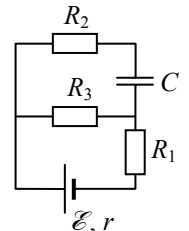
Мощность тока в лампочках одинакова. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Ответ: $r = 6$ Ом.

5. Электрическая цепь состоит из источника тока, амперметра и реостата, сопротивление которого изменяют. при силе тока в цепи 30 А мощность тока в реостате равна 180 Вт, а при силе тока 10 А она равна 100 Вт.

каковы внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока? Ответ: $r = 0,2$ Ом, $\mathcal{E} = 12$ В.

6. Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Чему равно напряжение между обкладками конденсатора? Каков заряд на верхней обкладке конденсатора?

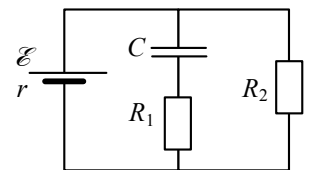
Ответ: $U = \mathcal{E}R_3/(r + R_1 + R_3) = 1,35$ В, $q = 2,7$ мкКл.



7. Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Чему равно напряжение между обкладками конденсатора? Каков заряд на левой обкладке конденсатора?

Ответ: $U = \mathcal{E}R_2/(r + R_1 + R_2) = 2,1$ В, $q = 4,2$ мкКл.

8. Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равно 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС равна 30 В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом. Найдите расстояние



между пластинами конденсатора. Ответ: $d = 1$ мм

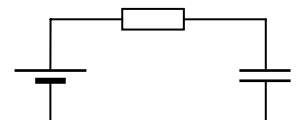
9. В схеме (см. рисунок к задаче 7) электрический заряд q на обкладках конденсатора электроемкостью $C = 1000$ мкФ равен 10 мКл. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, сопротивление резисторов $R_1 = 30$ Ом, $R_2 = 20$ Ом и $R_3 = 10$ Ом. Какова ЭДС источника тока? Ответ: $\mathcal{E} = 30$ В

10. Каково расстояние d между обкладками конденсатора (см. рисунок к задаче 7), если напряженность электрического поля между ними $E = 5$ кВ/м, внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 20$ В, а сопротивления резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом? Ответ: $d = 2$ мм.

11. На схеме (см. рисунок к задаче 8) изображена электрическая цепь. Каково сопротивление R_2 , если ЭДС источника тока $\mathcal{E} = 30$ В, его внутреннее сопротивление $r = 10$ Ом, сопротивление резистора $R_1 = 40$ Ом? Электрическая емкость конденсатора $C = 1000$ мкФ; заряд конденсатора 20 мКл. Ответ: $R_2 = 20$ Ом.

12. На схеме (см. рисунок к задаче 8) изображена электрическая цепь. Какова ЭДС \mathcal{E} источника тока, если его внутреннее сопротивление $r = 10$ Ом, сопротивления резисторов $R_1 = 40$ Ом и $R_2 = 20$ Ом? Электрическая емкость конденсатора $C = 1000$ мкФ; заряд конденсатора 20 мКл. Ответ: $\mathcal{E} = 30$ В.

13. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины медленно сблизил, при этом силы притяжения пластин совершили работу 10 мкДж. Какое количество теплоты выделилось в электрической цепи с момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов, если заряд конденсатора в итоге изменился на 1 мкКл?



Ответ: $Q = 40$ мкДж

14. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок к задаче 13). Пластины медленно сблизили, при этом силы притяжения пластин совершили работу 30 мкДж. Насколько изменилась ёмкость конденсатора, если с момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов в электрической цепи выделилось количество теплоты 20 мкДж?

Ответ: $\Delta C = 10^{-8}$ Ф

15. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок к задаче 13). Медленно сблизив пластины, ёмкость конденсатора изменили на 0,01 мкФ. Какую работу совершили силы притяжения пластин, если с момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов в электрической цепи выделилось количество теплоты 10 мкДж? Ответ: $A = 40$ мкДж

16. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок к задаче 13). Медленно сблизив пластины, ёмкость конденсатора изменили на 0,01 мкФ, при этом силы притяжения пластин совершили работу 20 мкДж. Какое количество теплоты выделилось в электрической цепи с момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов? Ответ: $Q = 30$ мкДж

17. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок к задаче 13). Пластины медленно раздвинули, совершив при этом работу 90 мкДж против сил притяжения пластин. С момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов в электрической цепи выделилось количество теплоты 40 мкДж. Насколько в итоге изменился заряд конденсатора? Ответ: $\Delta q = 1$ мкКл

18. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок к задаче 13). Пластины медленно раздвинули. Какая работа была совершена против сил притяжения пластин, если с момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов в электрической цепи выделилось количество теплоты 10 мкДж, и заряд конденсатора в итоге изменился на 1 мкКл? Ответ: $A = 60$ мкДж

19. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок к задаче 13). Пластины медленно раздвинули, совершив при этом работу 70 мкДж против сил притяжения пластин. Какое количество теплоты выделилось в электрической цепи с момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов, если заряд конденсатора в итоге изменился на 1 мкКл? Ответ: $Q = 20$ мкДж

20. К источнику постоянного тока с внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор сопротивлением 6 Ом. Напряжение на полюсах источника равно 12 В. Какое количество теплоты выделяется во всей цепи в единицу времени? Ответ: 32 Вт.

21. Два последовательно соединенных гальванических элемента с одинаковыми ЭДС замкнуты на параллельно соединенные резисторы $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом. Внутреннее сопротивление первого элемента $r_1 = 1,2$ Ом. Чему равно суммарное внутреннее сопротивление источников тока, если напряжение на зажимах второго источника равно нулю? Ответ: 4,8 Ом

22. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5). После этого он провел измерения напряжения на полюсах и силы тока в цепи при двух положениях ползунка реостата. (Из фотографий видно, что при одном положении движка реостата (2) вольтметр показывает 3,2 В, а амперметр 0,5 А. При другом положении движка реостата вольтметр показывает 2,6 В, а амперметр 1 А)

Определите: а) Количество теплоты, выделяющееся в батарейке за 1 минуту в первом и во втором опыта. Ответ: 18 Дж и 72 Дж

б) КПД источника тока в первом и во втором опыта. Ответ: 84 % и 68 %

в) Силу тока короткого замыкания батарейки. Ответ: $\approx 3,2$ А

г) Работу, которая совершается за 1 минуту внутри источника в первом опыте. Ответ: 18 Дж.

д) ЭДС и внутреннее сопротивление батарейки. Ответ: 3,8 В; 1,2 Ом

23. На фотографии (см. рисунок) представлена установка для изучения преобразования электрической энергии в

механическую с помощью электродвигателя и редуктора, увеличивающего силу тяги (1). Один конец нити (2) укреплен на валу редуктора, а другой перекинут через неподвижный блок и к нему привязан груз (3) массой $m = 0,1$ кг. Измерения показали, что на высоту $h = 40$ см груз равномерно поднимается за время $t = 10$ с. При этом зарегистрировали показания амперметра (4) и вольтметра (5) $I = 0,24$ А; $U = 3,6$ В. Считая полезную работу равной изменению потенциальной энергии груза, рассчитайте КПД данного устройства. Ответ: 4,6 %.

25. В изображенной на рисунке схеме ЭДС батареи $\mathcal{E} = 24$ В, ёмкость конденсатора $C = 1$ мкФ, индуктивность катушки $L = 40$ мГн. При разомкнутом ключе K конденсатор не заряжен. Пренебрегая сопротивлением цепи, определить максимальную силу тока после замыкания ключа. Ответ: 0,12 А

26. В изображенной на рисунке схеме (см. рисунок к задаче 25) ЭДС батареи $\mathcal{E} = 10$ В, ёмкость конденсатора $C = 2$ мкФ, индуктивность катушки L неизвестна.

При разомкнутом ключе K конденсатор заряжен до напряжения $U_0 = 0,5\mathcal{E}$ (на

правой пластине положительный заряд, на левой — отрицательный). Пренебрегая омическим сопротивлением цепи, определить максимальный заряд на конденсаторе после замыкания ключа. Ответ: 30 мкКл.

27. В колебательном контуре, состоящем из катушки с индуктивностью L и воздушного конденсатора ёмкостью C , происходят гармонические колебания силы тока с амплитудой I_0 . В тот момент, когда сила тока в катушке равна нулю, пространство между пластинами быстро заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 1,5$. На сколько изменится полная энергия контура? Ответ: $\Delta W = -LI_0^2/6$.

