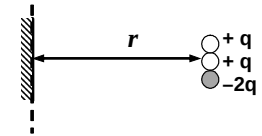
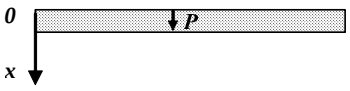
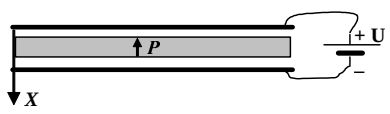
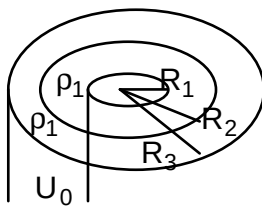


- 2.1. Диэлектрическая пластина с диэлектрической проницаемостью ϵ имеет толщину, равную зазору между обкладками плоского конденсатора. Какова должна быть площадь пластины, чтобы при помещении её в конденсатор электрическое смещение возросло в N раз. Площадь обкладок конденсатора S . Конденсатор изолирован.
- 2.2. Пространство между двумя коаксиальными цилиндрами заполнено диэлектриком, обладающим некоторой проводимостью. Найти закон изменения удельной проводимости $\lambda(r)$, если при наличии некоторой разности потенциалов поле между цилиндрами было везде одинаково.
- 2.3. Определить количество тепла, которое выделится при соединении двух тонкостенных металлических концентрических сфер, с зарядами Q_1 и Q_2 ($Q_1 > Q_2$), пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Радиусы сфер R_1 и $R_2 > R_1$. Влиянием соединяющего сферы проводника пренебречь.
- 2.4. Внутри однородно поляризованного (поляризация P) “бесконечного” диэлектрика имеется полость в виде цилиндра радиуса R и длины L . Найти напряженность электрического поля в центре полости. Ось цилиндра параллельна P .
- 2.5. Обкладки сферического конденсатора имеют радиусы R_1 и $R_2 > R_1$. Суммарный заряд обкладок Q . Какой заряд должен быть у каждой обкладки, чтобы электростатическая энергия конденсатора была минимальна?
- 2.6. Точечный заряд расположен на оси симметрии плоского воздушного заряженного конденсатора (вне его) на расстоянии L от центра положительной обкладки, и на расстоянии $L + d$ от центра отрицательной. Обкладки конденсатора – квадрат с длиной a . Напряжение конденсатора U . Оценить силу, с которой конденсатор действует на заряд, если $L \gg a$.
- 2.7. Пространство внутри плоского конденсатора полностью занимает пластина из твердого диэлектрика с проницаемостью ϵ . Найти минимальную работу, которую нужно совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами конденсатора вдвое, если он все время присоединен к источнику напряжения U , а пластина жестко скреплена с положительной обкладкой. Обкладки конденсатора и пластина – квадрат с длиной a , начальное расстояние между обкладками $d \ll a$.
- 2.8. Бесконечно длинный цилиндр радиуса R из однородного диэлектрика с проницаемостью ϵ поместили в однородное электрическое поле напряженностью E_0 , которое перпендикулярно оси цилиндра. Найти поляризацию диэлектрика.
- 2.9. В центре шарового слоя из однородного диэлектрика с проницаемостью ϵ (внутренний радиус R_1 , внешний радиус R_2) находится точечный заряд q . Найти электрическую энергию в данном слое.
- 2.10. Длинный проводник круглого сечения сделан из материала, удельное сопротивление которого зависит только от расстояния до оси проводника как $\rho = a/r^2$, где a – постоянная. По проводнику течет ток I . Найти напряженность поля E в проводнике.
- 2.11. Конденсатор, заполненный диэлектриком с проницаемостью $\epsilon = 2.1$, теряет за время $T = 3$ мин половину сообщенного ему заряда. Считая, что утечка происходит только через диэлектрик, найти его удельное сопротивление.
- 2.12. Между обкладками плоского воздушного конденсатора расположена диэлектрическая пластина толщиной d_2 с диэлектрической проницаемостью ϵ , суммарная толщина оставшихся воздушных зазоров между пластиной и обкладками равна d_1 . Разность потенциалов между обкладками равна V . Определить силу притяжения между обкладками. Площади всех пластин равны S .

- 2.13. Пластины воздушного конденсатора имеют площадь S и удалены друг от друга на расстояние d_1 . Между ними находится металлическая пластинка такой же площади и толщиной d_2 , изолированная от земли. Конденсатор заряжен до напряжения V и отсоединен от источника. Какую работу нужно совершить, чтобы вытащить пластинку из конденсатора?
- 2.14. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин S и расстоянием между ними d заряжен до разности потенциалов V и отсоединен от источника напряжения. После этого расположенные вертикально пластины конденсатора до половины высоты погружают в жидкость с диэлектрической проницаемостью ϵ . Чему равна напряженность поля в воздушной части зазора между пластинами и в части, заполненной жидкостью? Границу жидкость – воздух считать плоской.
- 2.15. Уединенный электрический заряд имеет форму шара радиуса R , внутри которого плотность электрического заряда постоянна и равна ρ . Найти полную энергию электростатического поля, создаваемого этим зарядом во всем пространстве.
- 2.16. Величина заряда на обкладках плоского воздушного конденсатора равна $+q$ и $-q$. Площадь обкладок S , расстояние между обкладками d_1 . Какую работу надо совершить, чтобы медленно раздвинуть обкладки до расстояния d_2 при постоянной величине заряда на обкладках конденсатора?
- 2.17. Некая молекула содержит три заряда $+q$, $+q$, $-2q$, расположенные линейно на равных расстояниях a друг от друга, и находится на расстоянии r от бесконечной проводящей плоскости, много большем размеров самой молекулы ($r \gg 2a$). В дипольном приближении найти силу, действующую на плоскость со стороны молекулы.
- 
- 2.18. Тонкая большая пластина имеет постоянную («замороженную»), не зависящую от электрического поля, поперечно направленную поляризацию, меняющуюся по ее толщине по закону $P = P_0 \cdot (x^2/d^2)$, где x – расстояние от одной из поверхностей. Толщина пластины d , площадь – S . Пренебрегая краевыми эффектами, найти разность потенциалов U между поверхностями пластины.
- 
- 2.19. В плоский конденсатор, подключенный к источнику постоянного тока напряжения U , вставили пластину толщины h с постоянным, не зависящим от электрического поля, вектором поляризации P , направленным поперек пластины. Площадь пластин конденсатора и вставленной пластины S , расстояние между пластинами d . Найти заряд конденсатора.
- 
- 2.20. Плоский конденсатор заполнен неоднородной средой с диэлектрической проницаемостью ϵ и удельной проводимостью, меняющейся по закону $\lambda = \lambda_0(1+x/d)$, где x – расстояние от левой пластины. Расстояние между пластинами d , площадь S . Конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения U . Найти объемную плотность $\rho'(x)$ поляризационных (связанных) зарядов в среде.
- 2.21. Вблизи плоской границы раздела двух диэлектриков напряженность электрического поля в первом диэлектрике равна E_1 и составляет угол α с нормалью к поверхности раздела. Диэлектрические проницаемости сред равны ϵ_1 и ϵ_2 . Определить поверхностную плотность связанных зарядов.
- 2.22. Два одинаковых воздушных конденсатора емкостью $C=800$ см заряжены до $U=900$ В. Один из них в заряженном состоянии погружают в керосин ($\epsilon=2$), после

чего конденсаторы соединяют параллельно. Определить работу происходящего при этом разряда.

- 2.23. Внешняя обкладка воздушного сферического конденсатора может симметрично сжиматься. После сообщения обкладкам зарядов $\pm q = \pm 2$ мкКл внешняя обкладка под действием сил притяжения к внутренней жесткой обкладке сжалась так, что ее радиус уменьшился от $a = 100$ мм до $b = 95$ мм. Найти работу, совершенную электрическими силами.
- 2.24. Внутри плоского конденсатора, обкладки которого соединены между собой, помещена поляризованная пластинка из электрета толщины h . Поляризованность пластинки P перпендикулярна ее поверхностям. Пренебрегая зависимостью поляризованности электрета от электрического поля, определить напряженность и индукцию электрического поля внутри и вне пластинки, если расстояние между обкладками конденсатора равно d .
- 2.25. Между пластинами плоского конденсатора, расположенными на расстоянии d , находятся плоский слой диэлектрика с проницаемостью ϵ толщиной d_1 и слой металла толщиной d_2 . Разность потенциалов между обкладками конденсатора равна V . Определить плотность энергии электрического поля в диэлектрике.
- 2.26. Центр незаряженной проводящей сферы радиуса a расположен на плоскости касания двух изотропных диэлектриков с проницаемостями ϵ_1 и ϵ_2 , вплотную прилегающих к сфере и заполняющих все пространство вне сферы. На расстоянии $b < a$ от центра сферы находится точечный заряд q . Определить энергию поля вне сферы.
- 2.27. Пространство между электродами сферического конденсатора с R_1 и R_2 заполнено средой с удельным сопротивлением ρ . Какое количество тепла будет выделяться в единицу времени, если между электродами конденсатора поддерживается постоянная разность потенциалов V .
- 2.28. Из материала с удельным сопротивлением ρ изготовлено плоское кольцо толщины d . Радиусы кольца равны a и b ($a < b$). Между внешней и внутренней цилиндрическими поверхностями кольца поддерживается некоторая разность потенциалов. Найти сопротивление кольца при этих условиях.
- 2.29.



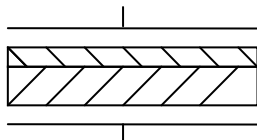
Пространство между обкладками цилиндрического конденсатора заполнено двумя слоями веществ с удельными сопротивлениями ρ_1 и ρ_2 соответственно. Определить мощность, выделяемую в каждом слое, если напряжение между обкладками U_0 . Радиусы цилиндров R_1 , R_2 , R_3 заданы.

- 2.30. Определить высоту подъема жидкости в плоском конденсаторе, если он присоединен к батарее с напряжением U , расстояние между пластинами l , плотность жидкости ρ , диэлектрическая проницаемость ϵ .
- 2.31. Чему равна энергия цилиндрического конденсатора, если на нем заряд q , длина конденсатора l , радиусы обкладок R и $2R$. Между обкладками 2 коаксиальных слоя диэлектрика с проницаемостями ϵ_1 и ϵ_2 . Граница раздела диэлектриков имеет $R_1 = 1,5R$.
- 2.32. В сферическом конденсаторе, заряженном до разности потенциалов U_0 начинается утечка. Найти изменение во времени заряда на конденсаторе, если

- радиусы его сферических обкладок R_1 и R_2 , диэлектрическая проницаемость вещества между обкладками ϵ , удельная электропроводность λ .
- 2.33. Батарея из $n=5$ последовательно соединенных конденсаторов емкостью $C=400\text{ мкФ}$ каждый поддерживается при постоянном напряжении 60000 В . Один из конденсаторов пробивается. Определить количество тепла, выделившееся при разряде.
- 2.34. Плоскости двух тонких коаксиальных равномерно заряженных колец одинакового радиуса R находятся на расстоянии a друг от друга. Работа, которую необходимо совершить, чтобы перенести точечный заряд q из бесконечности в центр каждого из колец равна A_1 и A_2 . Найдите величину зарядов на кольцах.
- 2.35. Тонкие металлические пластины площади S заряжены с плотностью $+\sigma_1$ и $+\sigma_2$ и находятся на расстоянии d друг от друга. Определить работу, необходимую для раздвижения пластин на расстояние $2d$. Задачу решить энергетически.
- 2.36. Заряд с объемной плотностью $\rho = 3\text{ мкКл/м}$ равномерно распределен внутри сферического слоя, ограниченного поверхностями радиусов $R_1 = 3\text{ см}$ и $R_2 = 5\text{ см}$. Диэлектрическая проницаемость слоя $\epsilon = 5$. Найти разность потенциалов V между поверхностями слоя.
- 2.37. Сферически симметричная система состоит из внутреннего проводника радиуса r_1 , диэлектрической прослойки с проницаемостью ϵ , ограниченной радиусами r_2 (внутренний) и r_3 (внешний), и внешней тонкой проводящей сферы радиуса r_4 . Внутренний проводник несет заряд q_1 , внешний - заряд q_2 . Определить потенциал внутреннего проводника и поляризованность диэлектрической прослойки.
- 2.38. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин $S=500\text{ см}^2$ подключен к батарее, ЭДС которой $\mathcal{E}=300\text{ В}$. Определить работу внешних сил по раздвижению пластин от $d_1=1\text{ см}$ до $d_2=3\text{ см}$ в случаях: а) перед раздвижением пластины отключаются от батареи; б) пластины в процессе раздвижения остаются подключенными к батарее.
- 2.39. Бесконечно большая пластина из однородного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ заряжена равномерно зарядом с объемной плотностью ρ . Толщина пластины $2d$. Найти поверхностную и объемную плотности связанного заряда.
- 2.40. Точечный заряд q находится в центре диэлектрического шара радиуса R с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 . Шар окружен безграничным диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ_2 . Найти поверхностную плотность связанных зарядов на границе раздела этих диэлектриков
- 2.41. Обкладкам плоского конденсатора сообщаются заряды $+q$ и $-q$. Зазор между обкладками заполнен изотропным веществом, диэлектрическая проницаемость которого изменяется в перпендикулярном к обкладкам направлении x по закону $\epsilon(x)$. В непосредственной близости к положительно заряженной обкладке $\epsilon=\epsilon_1$, в непосредственной близости к отрицательно заряженной обкладке $\epsilon=\epsilon_2$. Найти объемную плотность связанных зарядов ρ' как функцию x . Определить суммарный связанный заряд q' , возникающий во всем объеме диэлектрика. Площадь каждой обкладки равна S .
- 2.42. Зазор между обкладками плоского конденсатора заполнен изотропным диэлектриком, удельная электропроводность λ которого изменяется в перпендикулярном к пластинам направлении по линейному закону от значения λ_1 до значения λ_2 . Найти ток утечки через конденсатор, если напряжение на обкладках равно U , площадь пластин S , расстояние между пластинами d .

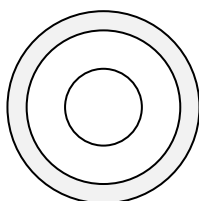
- 2.43. Радиусы обкладок сферического конденсатора равны a и b ($a < b$). Пространство между ними заполнено однородным диэлектриком с проницаемостью ϵ и удельной электропроводностью γ . Первоначально конденсатор не заряжен. Найти: закон изменения заряда на внутренней обкладке; количество тепла Q , выделяющееся при растекании заряда.

2.44.



Между пластинами плоского конденсатора, расположенными на расстоянии D находятся плоский слой диэлектрика ϵ и металлический слой толщиной d_1 и d_2 соответственно. Разность потенциалов между обкладками конденсатора равна U . Определить плотность энергии в диэлектрике.

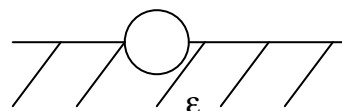
2.45.



Насколько изменится полная энергия уединенного металлического шара R_1 с зарядом Q , если его окружить концентрическим сферическим слоем диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами R_2 и R_3 ($R_1 < R_2 < R_3$)?

2.46.

Проводящая сфера радиуса R , имеющая заряд Q , расположена на плоской границе бесконечного диэлектрика, как показано на рисунке. Найти полную энергию электростатического поля.



- 2.47. Две коаксиальные трубки радиуса a и b погружаются вертикально в масляную ванну. Плотность масла - ρ , диэлектрическая проницаемость - ϵ . Разность потенциалов между трубками - U . Найти высоту подъема масла в пространстве между трубками. Капиллярными силами пренебречь.

- 2.48. Пространство между обкладками цилиндрического конденсатора (радиусы R_1, R_2) заполнено средой с диэлектрической проницаемостью ϵ , которая зависит от расстояния до центра следующим образом: $\epsilon = \epsilon_1$ при $R_1 < r < R_2$, $\epsilon = \epsilon_2$ при $R_2 < r < R_3$. Определить плотность поляризационных зарядов σ_{12} на границе раздела этих сред, если разность потенциалов между обкладками этого конденсатора равна V_0 .

- 2.49. Внутренняя обкладка сферического конденсатора (радиусы r и R) несет на себе постоянный заряд Q , а внешняя находится под нулевым потенциалом. Под действием электрических сил внешний проводник сжимается от радиуса R до радиуса R_1 . Найти работу, совершенную электрическими силами.

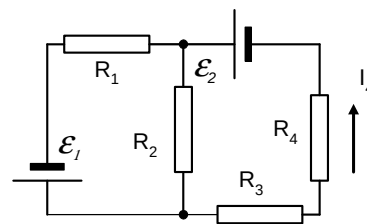
- 2.50. Пространство между обкладками цилиндрического конденсатора (радиусы R_1, R_3 , длина - L) заполнено средой с проводимостью, которая зависит от расстояния до центра следующим образом: $\lambda = \lambda_1$ при $R_1 < r < R_2$, $\lambda = \lambda_2$ при $R_2 < r < R_3$. Определить плотность свободных зарядов на границе этих сред, если через этот конденсатор с утечкой протекает ток I_0 .

- 2.51. Над плоской поверхностью диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ на расстоянии h помещен точечный заряд $+q$. Определить поверхностную плотность связанных зарядов в точке плоскости, находящейся под зарядом.

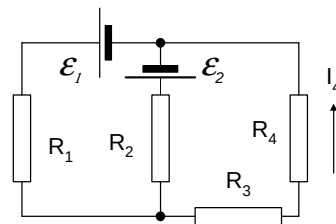
- 2.52. Плоский конденсатор емкостью C через сопротивление подключен к батарее с ЭДС ϕ . Расстояние между пластинами конденсатора быстро (заряд не изменился) уменьшают в два раза. Найти количество теплоты, выделившееся на сопротивлении к моменту окончания перезарядки.

2.53.

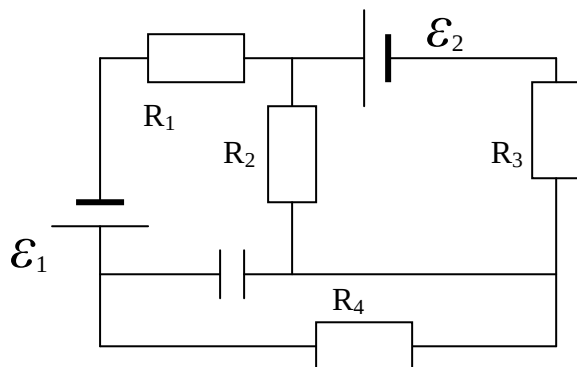
В электрической цепи, изображенной на рисунке: $\mathcal{E}_1=1\text{В}$, $R_1=1\text{Ом}$, $R_2=2\text{Ом}$, $R_3=3\text{Ом}$, $R_4=4\text{Ом}$ и $I_4=4\text{А}$. Найти $\mathcal{E}_2$.



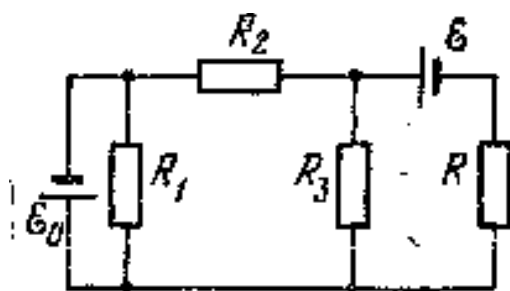
2.54. В электрической цепи, изображенной на рисунке: $\mathcal{E}_1=1\text{В}$, $\mathcal{E}_2=2\text{В}$, $R_1=1\text{Ом}$, $R_2=2\text{Ом}$, $R_3=3\text{Ом}$ и $R_4=4\text{Ом}$. Найти силу тока I_4 .



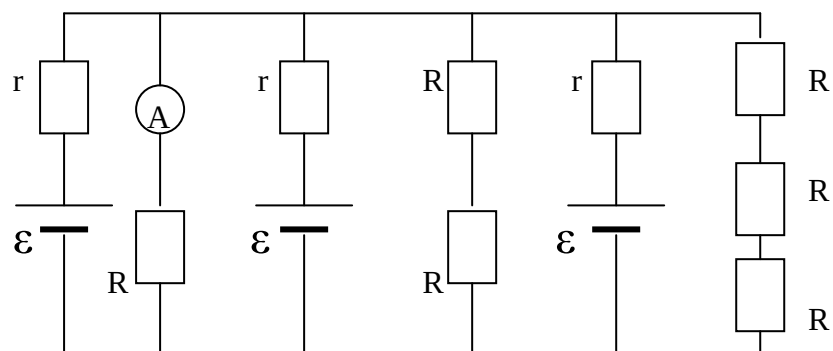
2.55. В схеме известны ЭДС $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$, сопротивления R_1, R_2, R_3, R_4 . Найти напряжение на конденсаторе.



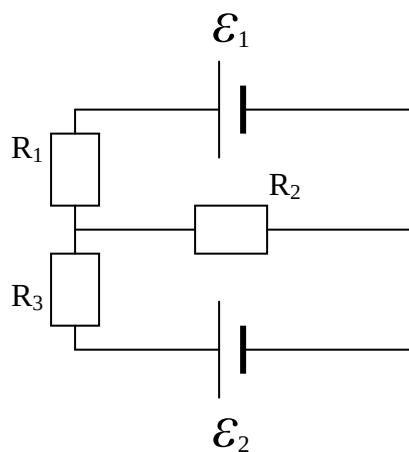
2.56. Определить ток через сопротивление R в цепи с заданными сопротивлениями R_1, R_2 и R_3 . ЭДС батарей равны $\mathcal{E}$ и $\mathcal{E}_0$, их внутренние сопротивления пренебрежимо малы.



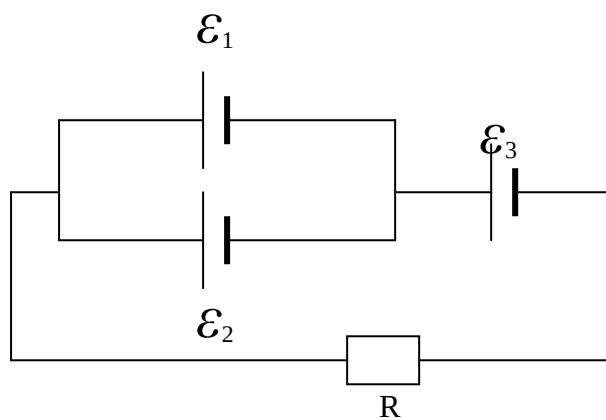
- 2.57. Найти ток через амперметр A в схеме. ЭДС $\mathcal{E}$ и сопротивления r и R известны.



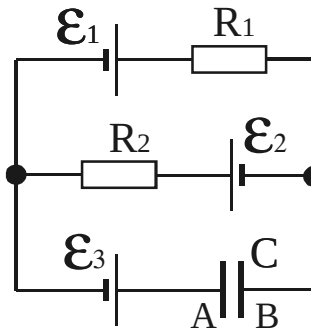
- 2.58. Известны значения ЭДС $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ и сопротивлений R_1, R_2, R_3 . Определить силу тока, протекающего через $\mathcal{E}_1$.



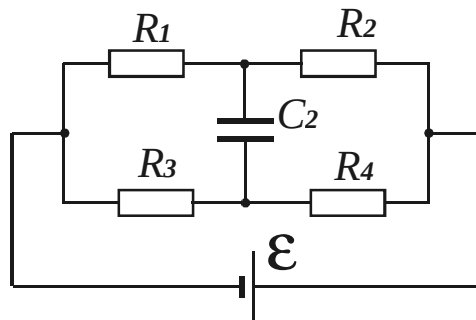
- 2.59. Известны значения ЭДС $\mathcal{E}_1=1,3$ В, $\mathcal{E}_2=1,5$ В, $\mathcal{E}_3=2$ В. Внутренние сопротивления источников одинаковы и равны $r=0,2$ Ом, сопротивление $R=0,55$ Ом. Определить силу тока, протекающего через $\mathcal{E}_3$.



2.60. В схеме, изображенной на рисунке, найти разность потенциалов ($\varphi_A - \varphi_B$).

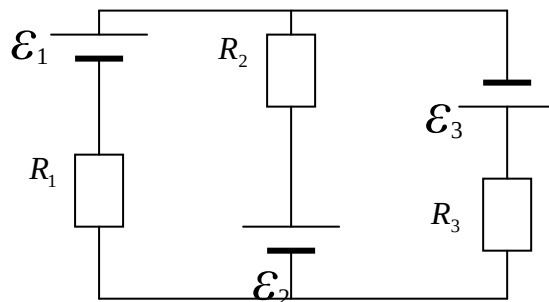


2.61. В схеме, изображенной на рисунке, найти заряд верхней пластины конденсатора.



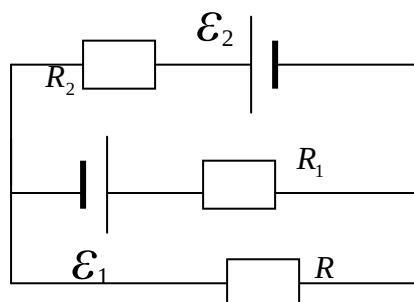
2.62. Известны значения ЭДС источников $\mathcal{E}_1=1,5$ В, $\mathcal{E}_2=2$ В, $\mathcal{E}_3=2,5$ В.

Сопротивления резисторов равны $R_1=10$ Ом, $R_2=20$ Ом и $R_3=30$ Ом. Пренебрегая внутренним сопротивлением источников, найти силу тока, протекающего через резистор R_1 .

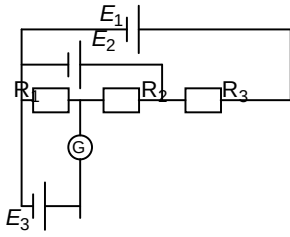


2.63. Найти значение и направление силы тока, протекающего через резистор R ,

если ЭДС источников равны $\mathcal{E}_1=1,5$ В, $\mathcal{E}_2=3,7$ В, сопротивления резисторов $R_1=10$ Ом, $R_2=20$ Ом и $R=5$ Ом. Внутренним сопротивлением источников тока пренебречь.

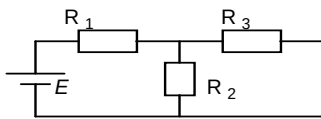


2.64.



В схеме, изображенной на рисунке R_1 , R_2 , R_3 таковы, что ток через G не идет. Найти E_2 и ток через E_1 (E_1 и E_3 заданы).

2.65.



В схеме, изображенной на рисунке известны R_1 , R_2 , R_3 и I_3 . Определить I_1 (через R_1) и I_2 (через R_2).