

**Перечень типовых задач по разделам
«Электростатика. Постоянный ток», «Электромагнетизм»,
«Электромагнитные колебания и волны»
для самостоятельной подготовки к аудиторным проверочным тестам
и контрольным аудиторным работам студентов заочного отделения
всех технических специальностей**

Электростатика

1. Закон Кулона. Поле точечных зарядов.

задачи 10.1-10.3, 10.5, 10.8, 10.11 – 10.35, 10.116, 10.130, 10.132, 10.160-10.161

2. Расчет электростатического поля с применением т. Остроградского-Гаусса.

задачи 10.6-10.7, 10.9, 10.36 – 10.60, 10.113, 10.148-10.150, 10.155, 10.201 – 10.228

3. Расчет поля распределенных зарядов.

задачи 10.111-10.112, 10.114, 10.117, 10.119, 10.133-10.136, 10.156, 10.158-10.159, 10.162-10.164, 10.173 – 10.200

4. Движение зарядов в поле.

задачи 10.4, 10.144-10.146

5. Работа электростатических сил. Потенциал электростатического поля. Энергия заряда в электростатическом поле.

задачи 10.10, 10.125-10.127

6. Поле диполя. Дипольный момент.

[2] задачи 10.61 – 10.85, 10.137

7. Электрическая емкость. Расчет эквивалентных электрических емкостей. Энергия конденсатора.

задачи 10.86-10.110, 10.122-10.124, 10.129, 10.140-10.142, 10.153-10.154

8. Энергия электростатического поля.

задачи 10.131, 10.168-10.170

9. Поле в диэлектрике.

задачи 10.120, 10.121, 10.143, 10.166

Постоянный ток

1. Расчет электрических цепей с применением законов Ома, Джоуля-Ленца, Фарадея.

задачи 11.2-11.3, 11.5-11.22, 11.25-11.178

2. Расчет электрических цепей с применением правил Кирхгофа.

задачи 11.1, 11.4, 11.23-11.24

Магнитостатика

1. Определение индукции и напряженности магнитного поля, создаваемого проводником с током произвольной формы, в любой точке пространства.

задачи 12.22 – 12.46, 12.100 – 12.239

2. Расчет магнитного момента контуров с током в магнитном поле. Расчет механического момента, действующего на контур с током в однородном магнитном поле.

задачи 12.5, 12.72 – 12.99

3. Применение закона Био-Савара-Лапласа для расчета магнитных полей.

задачи 12.6, 12.7

4. Магнитное взаимодействие проводников с током. Закон Ампера.

задачи 12.2, 12.17-12.21

5. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Определение удельного заряда частицы.

задачи 12.9, 12.11- 12.13, 12.15-12.16, 12.268 – 1.380

6. Расчет индукции и напряженности магнитного поля с использованием теоремы о циркуляции.

задачи 12.4, 12.47 – 12.71, 12.240 – 12.267

7. Магнитный поток. Энергия контура с током в магнитном поле.

задачи 12.1, 12.14, 12.381 – 12.436, 13.1

Электромагнитная индукция

1. Определение ЭДС индукции, самоиндукции, индуктивности соленоида и параметров магнитного поля в соленоиде, объемной плотности энергии магнитного поля.

задачи 12.3, 13.2-13.5, 13.7-13.17, 13.19, 13.23, 13.26-13.32, 13.65 – 13.148

2. Определение зависимости тока и энергии от времени в цепях с индуктивностью при их коммутации.

задачи 13.18, 13.33-13-34, 13.177 – 13.204

3. Магнитное поле в магнетике.

задачи 13.20-13.22, 13.24-13.25, 13.37 – 13.64

Электромагнитные колебания и волны

1. Электромагнитные колебания

задачи 14.256-14.263

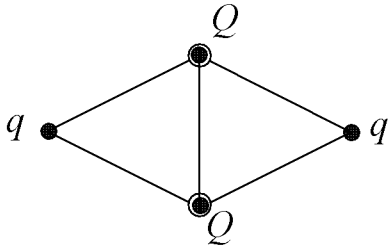
2. Электромагнитные волны

задачи 14.252, 15.1 – 15.28, 15.141 – 15.170, 15.173-15.176

Задачи для самостоятельного решения

10.1. Два одинаковых свинцовых шарика радиусом $R = 1$ см расположены в вакууме на расстоянии $r = 1$ м друг от друга. С какой силой взаимодействовали бы шарики, если бы удалось у каждого атома одного шарика «отнять» по одному электрону и все их перенести на другой шарик? Относительная атомная масса свинца $A = 207$ а.е.м., плотность $\rho = 11,3 \text{ г/см}^3$. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Гравитационным взаимодействием шариков пренебречь.

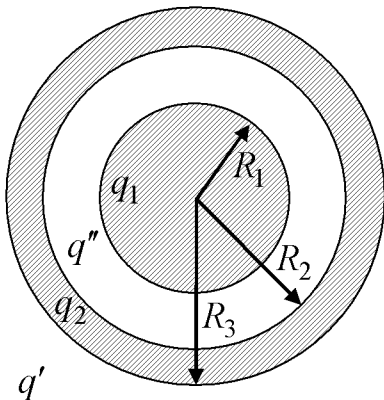
10.2. Три одинаковых заряда величиной $q = 10^{-6}$ Кл расположены в вершинах равностороннего треугольника. Где и какой заряд Q нужно поместить, чтобы вся система находилась в равновесии?



10.3. Четыре положительных заряда q, Q, q, Q связаны пятью невесомыми нерастяжимыми нитями так, как показано на рисунке. Длина каждой нити l . Определить силы натяжения всех нитей.

10.4. Шарик массой $m = 25$ мг подвешен на невесомой непроводящей нити в однородном электрическом поле напряженностью $E = 55 \text{ В/м}$, силовые линии которого горизонтальны. Какой угол с вертикалью составит нить, если шарiku сообщить заряд $q = 7$ мкКл?

10.5. Два одинаковых точечных заряда q расположены на расстоянии $2a$ друг от друга. Определить максимальное значение величины напряженности электрического поля этой системы зарядов на прямой, перпендикулярной линии, соединяющей заряды и проходящей через середину.



10.6. Металлический шар радиусом $R_1 = 10$ см помещен в центре толстостенной металлической сферы с внутренним радиусом $R_2 = 20$ см и наружным радиусом $R_3 = 30$ см (см. рис.). Заряд шара $q_1 = 10^{-10}$ Кл, заряд сферы $q_2 = -2 \cdot 10^{-10}$ Кл. Найти и графически изобразить зависимость величины

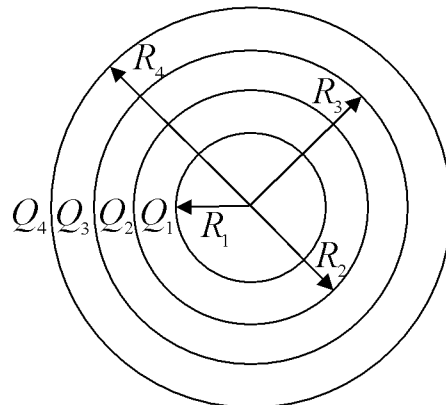
последнем столбце таблицы. Сделайте схематический рисунок линий напряженности электрического поля заряженной системы зарядов.

Таблица 10.1

Условия к задачам 10.11 – 10.35

Номер задачи	Величины зарядов									Номер точки
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	
10.11			+1				+1		-2	17
10.12	+2	-1				-1				18
10.13	+2			-1		-1				5
10.14	+3	-1		-1		-1				8
10.15				-1		-1			+2	21
10.16		+1		+1			-2			1
10.17			+1	-2	+1					12
10.18	+3	-1		-1			-1			3
10.19				-1	+1					1
10.20		+1	-2	+1						12
10.21	+1	+1	-1	-1						8
10.22			+1		-2		+1			9
10.23	+1	+1	-1	-1	-1	+1				8
10.24			+1		-1					1
10.25		+1			-2			+1		9
10.26		+1	+1		-1	-1				8
10.27		-1		+1		+1		-1		7
10.28			-1		+2		-1			1
10.29	+1			+1	-1	-1				7
10.30			-1				+1			1
10.31		+2		+2		-2		-2		1
10.32	+2		-1				-1			5
10.33		-2			+1		+1			6
10.34			-1		-1			+2		4
10.35	+3		-1			-1		-1		2

10.36 – 10.48. На рисунке приведена система заряженных концентрических сфер. Радиусы сфер $R_1 = 10$ см, $R_2 = 20$ см, $R_3 = 30$ см, $R_4 = 40$ см. Величины зарядов сфер Q указаны в табл. 10.2.



Необходимо:

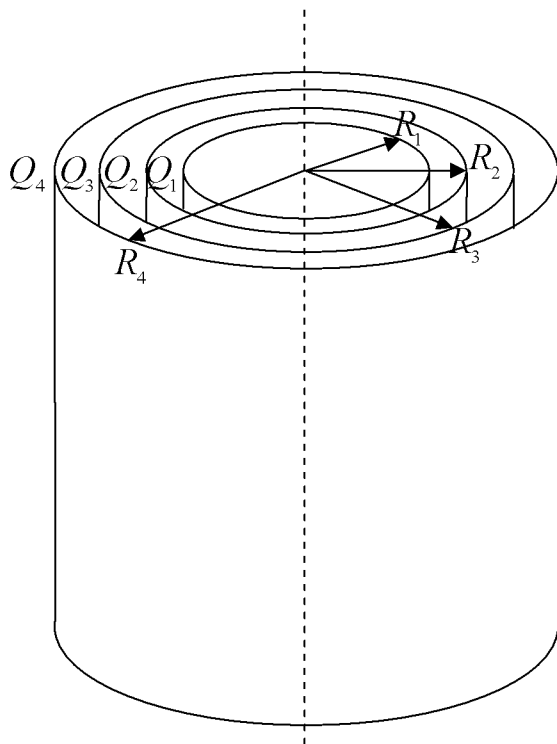
1. Построить график зависимости напряженности электрического поля от расстояния до центра сфер $E = E(r)$.

2. Определить разность потенциалов между внутренней и внешней сферами $\Delta\varphi_{1-4}$.

Таблица 10.2

Условия к задачам 10.36 – 10.48

Номер задачи	Заряды на сферах, нКл			
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
10.36	10	10	0	-10
10.37	20	10	-10	0
10.38	20	0	-10	-10
10.39	0	-10	10	-10
10.40	10	-20	0	10
10.41	10	20	-10	0
10.42	10	-10	0	10
10.43	-10	0	10	10
10.44	-10	20	-10	0
10.45	-10	10	0	-10
10.46	0	10	-20	10
10.47	20	0	-20	10
10.48	-20	10	-10	0



10.49 – 10.60. На рисунке приведена система заряженных коаксиальных длинных цилиндров. Радиусы цилиндров $R_1 = 10$ см, $R_2 = 20$ см, $R_3 = 30$ см, $R_4 = 40$ см. Линейные плотности зарядов на цилиндрах приведены в табл. 10.3.

Необходимо:

1. Построить график зависимости напряженности электрического поля от расстояния до оси цилиндров.
2. Определить разность потенциалов между внутренним и внешним цилиндрами.

Таблица 10.3

Условия к задачам 10.49 – 10.60

Номер задачи	Линейные плотности зарядов на цилиндрах, нКл			
	τ_1	τ_2	τ_3	τ_4
10.49	10	10	0	-10
10.50	20	10	-10	0
10.51	20	0	-10	-10
10.52	0	-10	10	-10
10.53	10	-20	0	10
10.54	10	20	-10	0
10.55	10	-10	0	10
10.56	-10	0	10	10
10.57	-10	20	-10	0
10.58	-10	10	0	-10
10.59	0	10	-20	10
10.60	20	0	-20	10

10.61 – 10.85. Нейтральную молекулу можно смоделировать как систему точечных зарядов, расположенных в некоторых узлах квадратной решетки со стороной ячейки $a = 10^{-10}$ м (см. рис. к задачам 10.11 – 10.35).

В табл. 10.4 указаны величины зарядов в соответствующих узлах решетки, кратные элементарному заряду $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Определите:

1) дипольный электрический момент системы зарядов, моделирующих молекулу;

2) напряженность и потенциал электрического поля системы зарядов в точке с координатами $x = 0$, $y = 10$ нм, $z = 0$;

3) механический момент, действующий на систему со стороны однородного электрического поля, направленного по оси OX . Напряженность поля $E_x = 50$ кВ/м;

4) работу электрического поля при повороте модели молекулы на 180° вокруг оси OZ .

Таблица 10.4

Условия к задачам 10.61 – 10.85

Номер задачи	Величины зарядов, кратные $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл								
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9
10.61			+1				+1		-2
10.62	+2	-1				-1			
10.63	+2			-1		-1			
10.64	+3	-1		-1		-1			
10.65				-1		-1			+2
10.66		+1		+1			-2		
10.67			+1	-2	+1				
10.68	+3	-1		-1			-1		
10.69				-1	+1				
10.70		+1	-2	+1					
10.71	+1	+1	-1	-1					
10.72			+1		-2		+1		
10.73	+1	+1	-1	-1	-1	+1			
10.74			+1		-1				
10.75		+1			-2			+1	
10.76		+1	+1		-1	-1			
10.77		-1		+1		+1		-1	
10.78			-1		+2		-1		
10.79	+1			+1	-1	-1			
10.80			-1				+1		
10.81		+2		+2		-2		-2	
10.82	+2		-1				-1		
10.83		-2			+1		+1		
10.84			-1		-1			+2	
10.85	+3		-1			-1		-1	

10.86 – 10.98. Определите емкость системы металлических концентрических сфер. В табл. 10.5 указаны значения внутренних радиусов R_i и толщина d_i сфер для соответствующих вариантов. Диэлектрическая проницаемость сферы в зазорах между сферами $\varepsilon=1$. Считать, что с электрической цепью соединены внутренняя и внешняя сферы. Прочерк в ячейке таблицы означает отсутствие соответствующей сферы.

Таблица 10.5

Условия к задачам 10.86 – 10.98

Номер задачи	Радиусы R_i и толщины d_i сфер, см							
	R_1	d_1	R_2	d_2	R_3	d_3	R_4	d_4
10.86	9	1	–	–	11	–0	12	1
10.87	9	–0	10	1	–	–	12	–0
10.88	9	1	–	–	11	1	–	–
10.89	9	–0	10	2	–	–	–	–
10.90	9	–0	–	–	11	1	–	–
10.91	9	2	–	–	–	–	12	–0
10.92	9	1	–	–	11	–0	12	–0
10.93	–	–	10	1	–	–	12	1
10.94	9	–0	10	–0	11	–0	12	1
10.95	9	1	–	–	–	–	12	–0
10.96	9	–0	10	–0	11	1	–	–
10.97	–	–	10	1	–	–	12	1
10.98	9	–0	10	–0	11	–0	12	–0

10.99 – 10.110. Определите емкость единицы длины системы металлических коаксиальных цилиндров. В табл. 10.6 указаны значения внутренних радиусов R_i и толщины d_i цилиндров для соответствующих вариантов. Диэлектрическая проницаемость среды в зазорах между цилиндрами $\varepsilon=1$. Считать, что с электрической цепью соединены внутренний и внешний цилиндры. Прочерк в ячейке таблицы означает отсутствие соответствующего цилиндра.

Условия к задачам 10.99 – 10.110

Номер задачи	Радиусы R_i и толщины d_i цилиндров, см							
	R_1	d_1	R_2	d_2	R_3	d_3	R_4	d_4
10.99	9	1	–	–	11	–0	12	1
10.100	9	–0	10	1	–	–	12	–0
10.101	9	1	–	–	11	1	–	–
10.102	9	–0	10	2	–	–	–	–
10.103	9	–0	–	–	11	1	–	–
10.104	9	2	–	–	–	–	12	–0
10.105	9	1	–	–	11	–0	12	–0
10.106	–	–	10	1	–	–	12	1
10.107	9	–0	10	–0	11	–0	12	1
10.108	9	1	–	–	–	–	12	–0
10.109	9	–0	10	–0	11	1	–	–
10.110	–	–	10	1	–	–	12	1

10.111. На поверхности бесконечного пустотелого цилиндра радиусом $R = 10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 1 \text{ нКл/м}$. Необходимо:

1. Построить график изменения напряженности электрического поля в зависимости от расстояния до оси цилиндра $E = E(r)$.
2. Найти разность потенциалов между осью цилиндра и точкой A , находящейся на расстоянии $d = 20$ см от нее.

10.112. Тонкое полукольцо радиуса R заряжено равномерно зарядом q . Найти модуль напряженности электрического поля в центре кривизны полукольца.

10.113. Шар радиуса R имеет положительный заряд, объемная плотность которого зависит только от расстояния r от его центра как $\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r}{R}\right)$, где ρ_0 – постоянная. Полагая, что диэлектрическая проницаемость воздуха равна единице, найти:

- 1) модуль напряженности внутри и вне шара как функцию r ;

2) максимальное значение модуля напряженности E_{\max} и соответствующее ему значение r_{\max} .

10.114. Найти потенциал на краю тонкого диска радиуса R , по которому равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью σ .

10.115. Заряд q равномерно распределен по объему шара радиуса R . Полагая диэлектрическую проницаемость воздуха равной единице, найти:

- 1) потенциал в центре шара;
- 2) потенциал внутри шара, как функцию расстояния r от его центра.

10.116. Небольшой шарик висит над горизонтальной проводящей плоскостью на изолирующей упругой нити жесткости k . После того, как шарик зарядили, он опустился на x см, и его расстояние до проводящей плоскости стало равным l . Найти заряд шарика.

10.117. Тонкая бесконечно длинная нить имеет заряд τ на единицу длины и расположена параллельно проводящей плоскости. Расстояние между нитью и плоскостью равно l . Найти:

- 1) модуль силы, действующей на единицу длины нити;
- 2) распределение поверхностной плотности заряда $\sigma(x)$ на плоскости (здесь x – расстояние от прямой на плоскости, где σ максимальна).

10.118. Точечный заряд $q = 3,4$ нКл находится на расстоянии $r = 2,5$ см от центра O незаряженного сферического слоя проводника, радиусы которого $R_1 = 5$ см и $R_2 = 8$ см. Найти потенциал в точке O .

10.119. Четыре большие металлические пластины расположены на малом расстоянии d друг от друга. Крайние пластины соединены проводником, а на внутренние пластины подана разность потенциалов $\Delta\phi$. Найти:

- 1) напряженность электрического поля между пластинами;
- 2) суммарный заряд на единицу площади каждой пластины.

10.120. Точечный сторонний заряд q находится в центре диэлектрического шара радиуса a с проницаемостью ϵ_1 . Шар окружен безграничным диэлектриком с проницаемостью ϵ_2 . Найти поверхностную плотность связанных зарядов на границе раздела этих диэлектриков.

10.121. Бесконечно большая пластина из однородного диэлектрика с проницаемостью ϵ заряжена равномерно сторонним зарядом с объемной плотностью ρ . Толщина пластины $2d$. Найти:

1) модуль напряженности электрического поля и потенциал как функцию расстояния l от середины пластины (потенциал в центре пластины равен нулю);

2) поверхностную и объемную плотности связанного заряда.

10.122. К источнику с ЭДС U подключены последовательно два воздушных конденсатора, каждый емкостью C . Затем один из конденсаторов заполнили однородным диэлектриком с проницаемостью ϵ . Во сколько раз уменьшилась напряженность электрического поля в этом конденсаторе? Какой заряд пройдет через источник?

10.123. Найти емкость сферического конденсатора, радиусы обкладок которого равны a и b , причем $a < b$, если пространство между обкладками заполнено:

1) однородным диэлектриком с проницаемостью ϵ ;

2) диэлектриком, проницаемость которого зависит от расстояния r от центра конденсатора как $\epsilon = \frac{a}{r}$, где a – постоянная.

10.124. Два длинных прямых провода с одинаковым радиусом сечения a расположены в воздухе параллельно друг другу. Расстояние между их осями равно b . Найти взаимную емкость проводов C на единицу их длины при условии $b \gg a$.

10.125. Сферическую оболочку радиуса R_1 , равномерно заряженную зарядом q , расширили до радиуса R_2 . Найти работу, совершенную при этом электрическими силами.

10.126. Система состоит из двух концентрических тонких металлических оболочек с радиусами R_1 и R_2 и соответствующими зарядами q_1 и q_2 . Найти собственную энергию W_1 и W_2 каждой оболочки, энергию взаимодействия W_{12} и полную электрическую энергию W системы.

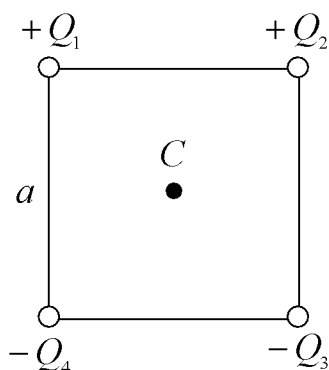
10.127. Заряд q распределен равномерно по объему шара радиуса R . Считая диэлектрическую проницаемость равной единице, найти:

- 1) собственную электрическую энергию шара;
- 2) соотношение энергии W_1 внутри шара и энергии W_2 в окружающем пространстве.

10.128. Сферическая оболочка заряжена равномерно с поверхностной плотностью σ . Воспользовавшись законом сохранения энергии, найти модуль электрической силы на единицу поверхности оболочки.

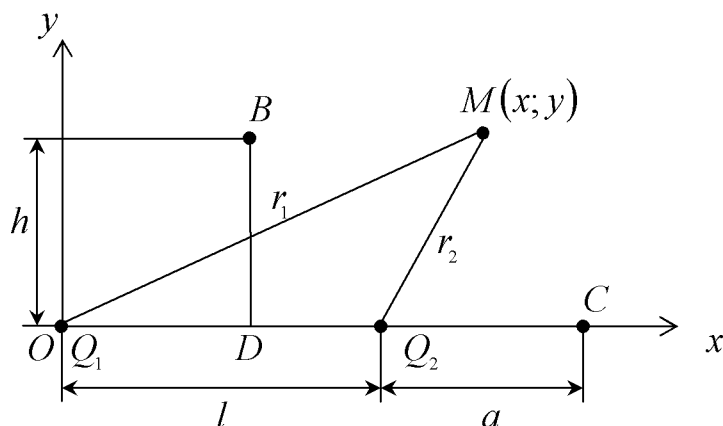
10.129. Имеется плоский воздушный конденсатор, площадь каждой обкладки которого равна S . Какую работу против электрических сил надо совершить, чтобы медленно увеличить расстояние между обкладками от x_1 до x_2 , если при этом поддерживать неизменным:

- 1) заряд конденсатора q ;
- 2) напряжение на конденсаторе U ?



10.130. В вершинах квадрата со стороной a расположены два положительных и два отрицательных заряда, значение каждого из них Q (см. рис.). Определить напряженность электрического поля и потенциал в центре этого квадрата.

10.131. Сплошной шар из диэлектрика радиусом $R = 5$ см заряжен равномерно с объемной плотностью $\rho = 5 \text{ нКл/м}^3$. Определите энергию электростатического поля, заключенную в окружающем шар пространстве.



10.132. Два равных точечных заряда $Q_1 = Q_2 = 7 \cdot 10^{-11}$ Кл находятся на расстоянии $l = 10$ см один от другого. Найти напряженность

поля и потенциал в точках B и C (см. рис.), $h = 5$ см, $a = 5$ см. Построить графики зависимости потенциала и напряженности от расстояния для точек, расположенных на линии, соединяющей заряды.

10.133. Тонкий стержень длины $l = 10$ см равномерно заряжен зарядом $Q = -3 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найти напряженность поля и потенциал в точке, лежащей на оси стержня. Расстояние от середины стержня до этой точки $x_0 = 20$ см. Определить, при каком наименьшем значении x_0/l напряженность можно рассчитывать по формуле поля точечного заряда, если относительная погрешность не превышает 5 %.

10.134. Положительный заряд Q равномерно распределен по тонкому проволочному кольцу радиуса R . Определить напряженность поля и потенциал в точке, лежащей на оси кольца на расстоянии Z от его центра. Изменятся ли эти величины, если нарушить равномерное распределение заряда по кольцу?

10.135. В вакууме имеется скопление зарядов в форме длинного цилиндра радиуса $R_0 = 2$ см. Объемная плотность зарядов ρ постоянна и равна $2 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^3}$. Найти напряженность поля в точках 1 и 2, лежащих на расстояниях $r_1 = 1$ см, $r_2 = 3$ см от оси цилиндра, и разность потенциалов между этими точками. Построить графики $E(r)$ и $\varphi(r)$.

10.136. В одной плоскости с очень длинной нитью, равномерно заряженной с линейной плотностью $\tau = 2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кл}}{\text{м}}$, под углом $\alpha = 30^\circ$ к нити расположен тонкий стержень длины $l = 12$ см, по которому равномерно распределен заряд $q = 3 \cdot 10^{-9}$ Кл. Расстояние от нити до середины стержня $x_0 = 8$ см. Найти силу, действующую на стержень, и ее предельные значения при $\alpha = 0$ и $\alpha = \frac{\pi}{2}$.

10.137. Точечный заряд $Q = -2 \cdot 10^{-10}$ Кл расположен на продолжении оси диполя, электрический момент которого $P = 1,5 \cdot 10^{-10}$ Кл·м, на расстоянии $r = 10$ см от его центра (ближе к положительному заряду диполя). Какую работу надо совершить, чтобы

перенести этот заряд в симметрично расположенную точку по другую сторону диполя? Плечо диполя $l \ll r$.

10.138. Внутри сферической металлической оболочки радиусами $R_1 = 4$ см, $R_2 = 8$ см находится металлический шар радиуса $R_0 = 0,2$ см с зарядом $Q_0 = 4 \cdot 10^{-10}$ Кл. Найти потенциалы в точке, являющейся центром оболочки, и на внешней поверхности оболочки:

- 1) если шар расположен концентрично оболочке;
- 2) если центр шара смещен на расстояние $x = 3$ см от центра оболочки;
- 3) если шар соприкасается с оболочкой.

10.139. Точечный заряд $Q = 3 \cdot 10^{-8}$ Кл находится на расстоянии $a = 3$ см от большой тонкой металлической пластины, соединенной с землей. Определить:

- 1) потенциал поля в точках B и C , симметрично расположенных по обе стороны пластины на расстоянии a от нее, причем точка B , ближайшая к заряду Q , находится от него на расстоянии $l = 8$ см;
- 2) поверхностную плотность зарядов, индуцированных на пластине в точке D , находящейся на расстоянии $r_1 = 5$ см от заряда Q ;
- 3) заряд, индуцированный на пластине.

10.140. Цилиндрический конденсатор, радиусы обкладок которого $R_1 = 2$ см, $R_2 = 2,5$ см, заполнен двумя коаксиальными слоями диэлектрика. Первый слой – пропитанная бумага ($\epsilon_1 = 4$), второй – стекло ($\epsilon_2 = 7$). Радиус границы раздела диэлектриков $R_0 = 2,3$ см. При какой разности потенциалов между обкладками начнется пробой конденсатора? Предельная напряженность поля бумаги $E_{1\max} = 1,2 \cdot 10^4$ кВ/м; для стекла $E_{2\max} = 1 \cdot 10^4$ кВ/м.

10.141. Плоский воздушный конденсатор ($S = 200$ см², $d_1 = 0,3$ см) заряжен до разности потенциалов $U_0 = 600$ В. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить расстояние между обкладками до $d_2 = 0,5$ см, не отключая конденсатора от источника?

10.142. Воздушный конденсатор емкостью $C_1 = 0,2$ мкФ заряжен до разности потенциалов $U_0 = 600$ В. Найти изменение энергии конденсатора

и работу сил поля при заполнении конденсатора жидким диэлектриком ($\epsilon = 2$). Расчет произвести для двух случаев:

- 1) конденсатор отключен от источника;
- 2) конденсатор соединен с источником.

10.143. Металлический шар радиуса $R_1 = 2$ см с зарядом $Q_1 = 3 \cdot 10^{-8}$ Кл окружен вплотную примыкающим к нему concentрическим слоем парафина (наружный радиус $R_2 = 4$ см, диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 2$) и металлической concentрической оболочкой, радиусы которой $R_3 = 6$ см, $R_4 = 8$ см. Какой заряд Q_2 надо сообщить этой оболочке, чтобы потенциал шара был равен нулю? Определить поверхностные плотности связанных зарядов на обеих поверхностях диэлектрика. Построить графики $E(r)$ и $\varphi(r)$ для найденного значения Q_2 .

10.144. Электрон, имеющий кинетическую энергию W_k , влетает в плоский конденсатор, между пластинами которого поддерживается разность потенциалов $\Delta\varphi$. Расстояние между пластинами d , их длина l . На расстоянии h от конденсатора находится экран. Начальная скорость электрона направлена параллельно пластинам. Найти смещение электрона на экране. Заряд электрона $|e|$. Силой тяжести пренебречь.

10.145. Небольшой шарик массой m , имеющий заряд q , вращается в горизонтальной плоскости на непроводящей нити длиной l . Определить период вращения шарика, если в центре окружности, описываемой им, расположен точечный заряд q . При вращении нить образует с вертикалью угол α .

10.146. На какое минимальное расстояние смогут сблизиться два электрона, если они движутся навстречу друг другу из бесконечности с относительными скоростями $v_{отн} = 10^6$ м/с? Заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

10.147. Электрическое поле создано точечным зарядом $+q$. В точке, удаленной от заряда на $r = 0,12$ м, потенциал поля $\varphi_1 = 24$ В. Определить величину напряженности поля E и направление градиента потенциала $d\varphi/dn$ в этой точке.

10.148. Металлический шар A радиусом R_1 , несущий заряд $+Q$, окружен расположенным concentрически полым металлическим шаром B

с внутренним радиусом R_2 и внешним R_3 . Заряд внешнего шара B равен нулю. Построить график зависимости напряженности поля E от расстояния r до центра шаров. Найти потенциалы φ_A и φ_B шаров, если в бесконечности потенциал равен нулю. Изменятся ли потенциалы шаров φ_A и φ_B , если внешний шар заземлить?

10.149. Вычислить потенциал φ внутри и вне сферы радиусом R , равномерно заряженной зарядом Q , и построить графики зависимостей $E(r)$ и $\varphi(r)$.

10.150. Металлический шар радиусом $R_1 = 0,05$ м окружен шаровым слоем диэлектрика ($\epsilon = 7$) толщиной $d = 0,01$ м и помещен concentрично в металлической сфере с внутренним радиусом $R_2 = 0,07$ м. Чему равна емкость C конденсатора?

10.151. Точечный заряд q находится в вакууме на расстоянии r от бесконечной незаряженной металлической плоскости. Найти силу F , с которой плоскость притягивает к себе заряд.

10.152. Металлический шарик радиусом r , имеющий заряд q , помещен в центр незаряженного сферического слоя, внутренний и внешний радиусы которого равны R_1 и R_2 . Найти напряженность и потенциал электрического поля, создаваемого системой:

- 1) если слой изготовлен из металла;
- 2) если металлический слой заземлен;
- 3) если слой изготовлен из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ .

10.153. Конденсатор емкостью $C_1 = 3$ мкФ был заряжен до разности потенциалов $U_1 = 40$ В. После отключения от источника тока конденсатор был соединен параллельно с другим незаряженным конденсатором емкостью $C_2 = 5$ мкФ. Определить энергию ΔW , израсходованную на образование искры в момент присоединения второго конденсатора.

10.154. Плоский воздушный конденсатор с площадью S пластины, равной 500 см^2 , подключен к источнику тока, ЭДС которого равна 300 В. Определить работу A внешних сил по передвижению пластин от расстояния $d_1 = 1$ см до $d_2 = 3$ см в двух случаях:

- 1) пластины перед раздвижением отключаются от источника тока;
- 2) пластины в процессе раздвижения остаются подключенными к нему.

10.155. Электрическое поле создано длинным цилиндром радиусом $R = 1$ см, равномерно заряженным с линейной плотностью $\tau = 20$ нКл/м. Определить разность потенциалов двух точек этого поля, находящихся на расстояниях $a_1 = 0,5$ см и $a_2 = 2$ см от поверхности цилиндра, в средней его части.

10.156. Электрическое поле создано тонким стержнем, несущим равномерно распределенный по длине заряд $\tau = 0,1$ мкКл/м. Определить потенциал φ поля в точке, удаленной от концов стержня на расстояние, равное длине стержня.

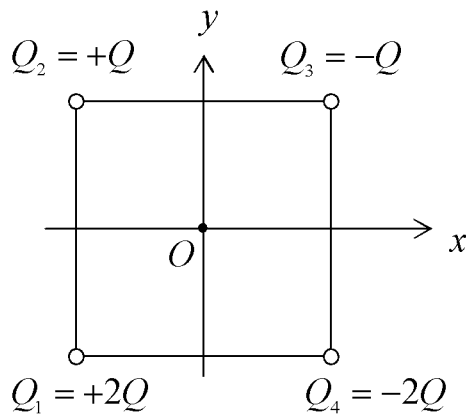
10.157. Электрическое поле создано тонкой бесконечно длинной нитью, равномерно заряженной с линейной плотностью $\tau = 30$ нКл/м. На расстоянии $a = 20$ см от нити находится плоская круглая площадка радиусом $r = 1$ см. Определить поток вектора напряженности через эту площадку, если плоскость ее составляет угол $\beta = 30^\circ$ с линией напряженности, проходящей через середину площадки.

10.158. Электрическое поле создано бесконечной плоскостью, заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 400$ нКл/м², и бесконечной прямой нитью, заряженной с линейной плотностью $\tau = 100$ нКл/м. На расстоянии $r = 10$ см от нити находится точечный заряд $Q = 10$ нКл. Определить силу, действующую на заряд, и ее направление, если заряд и нить лежат в одной плоскости, параллельной заряженной плоскости.

10.159. Тонкий стержень длиной $l = 30$ см несет равномерно распределенный по длине заряд с линейной плотностью $\tau = 1$ мкКл/м. На расстоянии $r_0 = 20$ см от стержня находится заряд $Q_1 = 10$ нКл, равноудаленный от концов стержня. Определить силу F взаимодействия точечного заряда с заряженным стержнем.

10.160. Два заряда $Q_1 = 9Q$ и $Q_2 = -Q$ находятся на расстоянии $l = 20$ см друг от друга. Где надо поместить третий заряд Q_3 , чтобы силы,

действующие со стороны зарядов Q_1 и Q_2 , уравнивались? Каким должен быть заряд Q_3 , чтобы все электрические силы, действующие на заряды системы, равнялись нулю?



10.161. Пусть в углах квадрата со стороной a помещены электрические заряды Q_i (см. рис.). Найти силу, действующую на заряд Q_1 в левом нижнем углу. $Q = 0,1$ мкКл, $a = 5$ см.

10.162. Две взаимно перпендикулярные бесконечно длинные нити, несущие равномерно распределенные заряды с линейными плотностями τ_1 и τ_2 , находятся на расстоянии a друг от друга. Как зависит сила взаимодействия между нитями от расстояния a ?

10.163. Кольцо радиусом R несет равномерно распределенный заряд Q . Какова сила взаимодействия кольца с точечным зарядом Q_1 , расположенным на оси кольца на расстоянии h от его центра?

10.164. Найти напряженность \vec{E} и потенциал ϕ в центре полукольца радиусом $R = 5$ см, по которому равномерно распределен заряд $q = 3 \cdot 10^{-9}$ Кл.

10.165. Поле образовано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$. Определить напряженность \vec{E} и разность потенциалов двух точек поля, отстоящих от плоскости на $r_1 = 10$ см и $r_2 = 20$ см.

10.166. Одной из пластин плоского конденсатора площадью $S = 0,1 \text{ м}^2$ сообщили заряд $q = 10^{-8}$ Кл (другая, первоначально не заряженная, соединена с землей). В пространство между пластинами помещается плоскопараллельная пластинка стекла ($\epsilon_1 = 6$) толщиной $d_1 = 0,1$ см и плоскопараллельная пластинка парафина ($\epsilon_2 = 2$) толщиной

$d_2 = 0,1$ см. Найти: напряженность электрического поля в каждом слое; падение напряжений в этих слоях; поверхностные плотности σ'_1 и σ'_2 связанных зарядов на пластинах и емкость конденсатора.

10.167. Плоскому конденсатору с площадью обкладок S и расстоянием между ними l сообщен заряд Q , после чего конденсатор отключают от источника напряжения. Определите силу притяжения F между обкладками конденсатора, если диэлектрическая проницаемость среды между обкладками равна ϵ .

10.168. Сплошной эбонитовый шар ($\epsilon = 3$) радиусом $R = 5$ см заряжен равномерно с объемной плотностью $\rho = 5 \frac{\text{нКл}}{\text{м}^3}$. Определите энергию электростатического поля, заключенного внутри шара.

10.169. Металлический шар радиусом $R = 5$ см с общим зарядом $Q = 10$ нКл окружен слоем эбонита толщиной $d = 3$ см. Определите энергию W электростатического поля, заключенного в слое диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость эбонита $\epsilon = 3$.

10.170. Плоский воздушный конденсатор емкостью $C_1 = 4$ пФ заряжен до разности потенциалов $U_1 = 100$ В. После отключения конденсатора от источника напряжения расстояние между обкладками конденсатора увеличили в два раза. Определите:

- 1) разность потенциалов U_2 на обкладках конденсатора после их раздвижения;
- 2) работу внешних сил по раздвижению пластин.

10.171. Сферическая поверхность радиусом R , равномерно заряженная с поверхностной плотностью σ , расположена в вакууме. Определите напряженность E электростатического поля:

- 1) на расстоянии $r > R$ от центра сферы;
- 2) на расстоянии $r' < R$ от центра сферы.

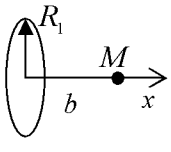
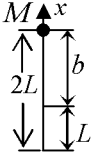
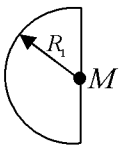
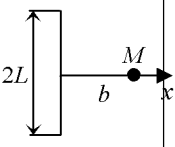
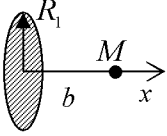
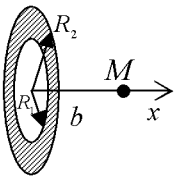
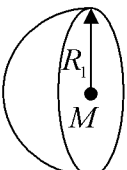
Постройте график зависимости $E(r)$.

10.172. Электростатическое поле создается сферой радиусом $R = 10$ см, равномерно заряженной с поверхностной плотностью

$\sigma = 5 \frac{\text{нКл}}{\text{м}^2}$. Определите разность потенциалов между двумя точками поля, лежащими на расстояниях $r_1 = 15$ см и $r_2 = 20$ см от поверхности сферы.

10.173 – 10.200. Электростатическое поле создается положительным зарядом q , равномерно распределенным по заряженному телу радиусом R_1 (для широкого тонкого кольца меньший радиус – R_1 , больший – R_2) или длиной $2L$. Найти напряженность поля на оси, проходящей через центр тела, в точке M , отстоящей от центра на расстоянии b . Выполнить согласно номеру задачи в табл. 10.7. Таблица 10.7

Условия к задачам 10.173 – 10.200

Номер задачи	Найти напряженность электростатического поля в точках	q , Кл	R_1 , м	R_2 , м	L , м	b , м
10.173 10.174 10.175 10.176		10^{-9}	0,1			0,05 0,10 0,15 0,20
10.177 10.178 10.179 10.180		$5 \cdot 10^{-10}$			0,1	0,15 0,20 0,25 0,30
10.181 10.182 10.183 10.184		10^{-10}	0,05 0,10 0,15 0,20			0
10.185 10.186 10.187 10.188		$5 \cdot 10^{-10}$			0,1	0,05 0,10 0,15 0,20
10.189 10.190 10.191 10.192		10^{-9}	0,1			0,05 0,10 0,15 0,20
10.193 10.194 10.195 10.196		$3 \cdot 10^{-10}$	0,05	0,1		0,05 0,10 0,15 0,20
10.197 10.198 10.199 10.200		10^{-9}	0,05 0,10 0,15 0,20			0

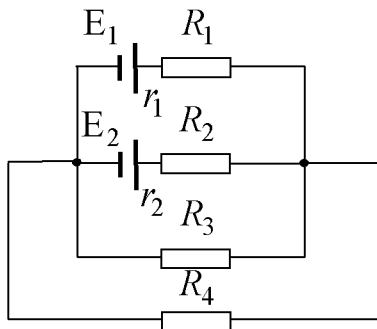
10.201 – 10.228. Электростатическое поле создано положительным зарядом, равномерно распределенным по неподвижно закрепленному телу с линейной τ , поверхностной σ или объемной ρ плотностью заряда. На расстоянии d от заряженного тела помещается маленький шарик массой m , подвешенный на невесомой нити длиной l . Если шарiku сообщить положительный заряд q' , нить с шариком отклонится на угол α . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 10.8, считая заряд q' точечным.

Таблица 10.8

Условия к задачам 10.201 – 10.228

Номер задачи	Неподвижное заряженное тело	m , Г	q' , Кл	l , м	d , см	α , град
10.201	Вертикально расположенный бесконечно длинный объемно заряженный цилиндр: $R = 3$ см; $\rho = 5 \cdot 10^{-5}$ Кл/м ³ .	?	$2 \cdot 10^{-6}$	1,2	6	10
10.202		50	?	0,8	4	15
10.203		25	10^{-5}	?	5	30
10.204		10	$3 \cdot 10^{-6}$	0,3	?	20
10.205	Вертикально расположенная бесконечно длинная цилиндрическая труба: $R = 4$ см; $\sigma = 10^{-5}$ Кл/м ² .	?	$5 \cdot 10^{-7}$	0,7	4	20
10.206		30	?	0,5	5	15
10.207		16	10^{-7}	?	3	10
10.208		20	$2 \cdot 10^{-7}$	1,5	?	5
10.209	Объемно заряженный шар, на одной горизонтали с центром которого помещается заряд q' : $R = 4$ см; $\rho = ?$	12	$4 \cdot 10^{-5}$	1,0	6	25
10.210		35	$2 \cdot 10^{-5}$	0,6	2	20
10.211		18	10^{-5}	1,3	8	15
10.212		40	$5 \cdot 10^{-5}$	0,4	10	10
10.213	Вертикальная бесконечно протяженная плоскость: $\sigma = 3,16 \cdot 10^{-6}$ Кл/м ² .	20	$4 \cdot 10^{-7}$	1,0	4	?
10.214			$4 \cdot 10^{-7}$	0,5	7	?
10.215			10^{-7}	0,2	1	?
10.216			10^{-6}	0,7	9	?
10.217	Две вертикальные бесконечные разноименно заряженные плоскости (d отсчитывать от положительно заряженной): $\sigma = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл/м ² .	9	?	1,5	12	10
10.218		18	?	0,8	3	20
10.219		?	$9 \cdot 10^{-8}$	0,3	4	10
10.220		?	$3 \cdot 10^{-7}$	0,9	8	20
10.221	Поверхностно заряженная сфера, на одной горизонтали с центром которой помещается заряд	26	?	0,4	2	15
10.222		?	10^{-7}	1,1	10	20
10.223		15	?	1,3	5	25

10.224	$q' : R = 8 \text{ см};$ $\sigma = 6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2.$?	$6 \cdot 10^{-6}$	0,6	1	30
10.225	Вертикально	?	$5 \cdot 10^{-8}$	1,2	14	5
10.226	расположенная бесконечно	17	?	0,5	6	10
10.227	длинная нить:	16	$3 \cdot 10^{-7}$?	2	15
10.228	$\tau = 10^{-6} \text{ Кл/м}.$	22	$5 \cdot 10^{-7}$	0,3	?	20

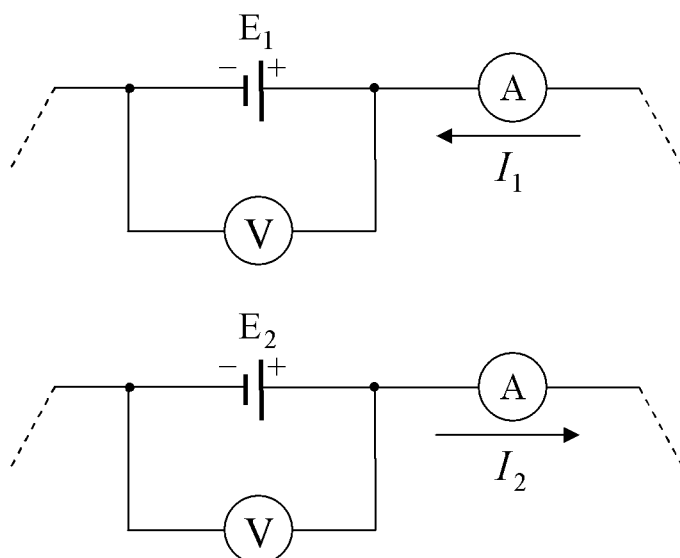
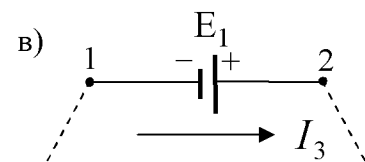
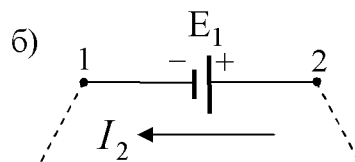
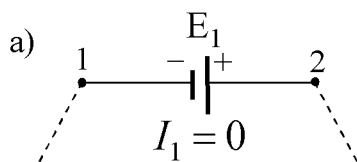


11.1. Источники тока с электродвижущими силами E_1 и E_2 включены в цепь, как показано на рисунке.

Определить силы токов, текущих в сопротивлениях R_1 и R_2 , если $E_1 = 10 \text{ В}$ и $E_2 = 4 \text{ В}$, а $R_1 = R_4 = 2 \text{ Ом}$ и $R_2 = R_3 = 4 \text{ Ом}$. Сопротивлением источников тока пренебречь.

11.2. Определить разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ на зажимах источника ($E = 4 \text{ В}; r = 0,5 \text{ Ом}$), включенного в некоторую цепь.

Направления тока, идущего через источник, показаны на рисунке (а, б, в) ($I_1 = 0; I_2 = 2 \text{ А}; I_3 = 10 \text{ А}$). При каком составе внешней цепи (во всех случаях ее считать разветвленной) возможны рассматриваемые ситуации?



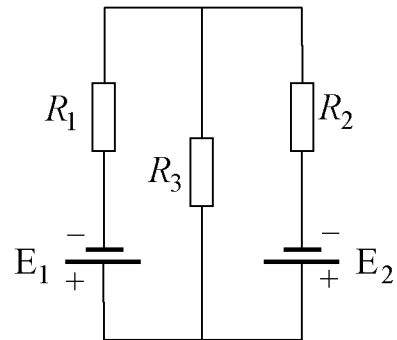
11.3. Под конец зарядки аккумулятора при силе тока в цепи $I_1 = 3 \text{ А}$ показание вольтметра, подключенного к зажимам аккумулятора, $U_1 = 4,25 \text{ В}$.

В начале разрядки того же аккумулятора при силе тока в цепи $I_2 = 4 \text{ А}$ показание вольтметра $U_2 = 3,9 \text{ В}$ (см. рис.). Определить ЭДС E и

внутреннее сопротивление r аккумулятора.

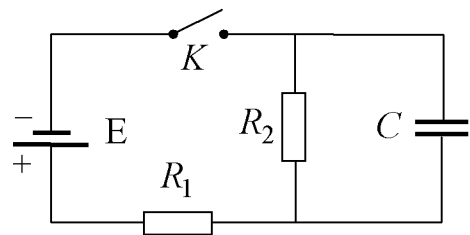
11.4. В схеме, показанной на рисунке, $E_1 = 20 \text{ В}$; $E_2 = 25 \text{ В}$; $R_1 = 10 \text{ Ом}$; $R_2 = 15 \text{ Ом}$. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы.

Определить: 1) работу, совершенную источниками, и полное количество выделившейся в цепи джоулевской теплоты за интервал времени $\Delta t = 0,5 \text{ с}$ при $R_3 = 82 \text{ Ом}$; 2) сопротивление R_3 , при котором выделяемая на этом резисторе тепловая мощность максимальна.



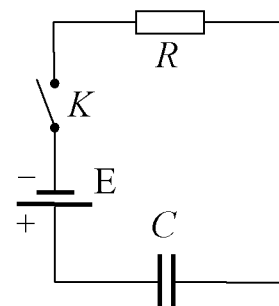
11.5. Определить закон изменения со временем напряжения на обкладках конденсатора при замыкании ключа K (см. рис.).

Через сколько времени, считая от момента замыкания ключа, напряжение достигнет 99 % от своего наибольшего значения, если $R_1 = 30 \text{ кОм}$, $R_2 = 15 \text{ кОм}$, $C = 0,2 \text{ мкФ}$?



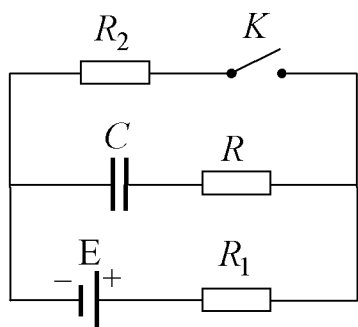
11.6. Конденсатор емкостью C подключен последовательно с резистором R к источнику с электродвижущей силой E (см. рис.).

Найти закон изменения со временем заряда на обкладках конденсатора. Определить работу, совершаемую источником при зарядке конденсатора, и количество джоулевской теплоты, выделяющейся при этом в цепи.



11.7. По проводнику сопротивлением $R = 3 \text{ Ом}$ течет равномерно возрастающий ток. Количество теплоты, выделившееся в проводнике за время $\tau = 8 \text{ с}$, равно $Q = 200 \text{ Дж}$. Определить количество электричества q ,

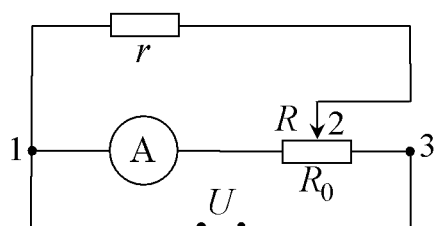
протекшее за это время по проводнику. В начальный момент времени сила тока в проводнике была равна нулю.



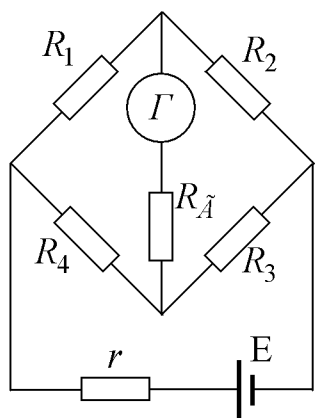
11.8. Какой заряд q протечет через резистор R в схеме, представленной на рисунке, если ключ K разомкнуть?

ЭДС источника $E = 3$ В, сопротивления $R_1 = 30$ Ом и $R_2 = 70$ Ом, емкость конденсатора $C = 10$ мкФ. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

11.9. К потенциометру сопротивлением R_0 и соединенному с ним амперметру подключен источник постоянного напряжения U (см. рис.).



Между движком потенциометра (точка 2) и его концом (точка 1) включено сопротивление r . Как изменяются показания амперметра при перемещении движка от одного конца потенциометра к другому? Сопротивление амперметра предполагается ничтожно малым.



11.10. В приведенной на рисунке электрической схеме моста Уитстона заданы сопротивления R_2, R_3, R_4 , электродвижущая сила E источника тока и его внутреннее сопротивление r . Определите сопротивление R_1 , если известно, что ток в цепи гальванометра G отсутствует ($I_G = 0$). Сопротивление гальванометра равно R_G .

11.11. Из 200 одинаковых источников ЭДС составлена батарея так, что имеется n соединенных последовательно групп, в каждой из которых содержится m источников, соединенных параллельно. Внутреннее сопротивление r_1 каждого из элементов равно 2 Ом. Батарея замкнута на

внешнее сопротивление $R = 98 \text{ Ом}$. Определите значения n и m , при которых сила тока в цепи максимальна.

11.12. Источник ЭДС вначале замыкают на резистор сопротивлением R_1 , а затем – на резистор сопротивлением R_2 , при этом в обоих случаях выделяется одинаковое количество теплоты. Определите внутреннее сопротивление r источника ЭДС.

11.13. В цепь, состоящую из источника ЭДС и резистора сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$, включают вольтметр, сначала параллельно, а затем последовательно резистору, причем показания вольтметра одинаковы. Определите внутреннее сопротивление r источника ЭДС, если сопротивление вольтметра $R_V = 500 \text{ Ом}$.

11.14. Определите ток короткого замыкания $I_{КЗ}$ для источника ЭДС, если полезная мощность P_1 при токе в цепи $I_1 = 5 \text{ А}$ равна 300 Вт , а при токе $I_2 = 1 \text{ А}$ полезная мощность $P_2 = 100 \text{ Вт}$.

11.15. Определите мощность тока P_1 во внешней цепи при силе тока $I_1 = 2 \text{ А}$, если при силе тока $I_2 = 3 \text{ А}$ мощность $P_2 = 6 \text{ Вт}$, а внутреннее сопротивление r источника тока равно $0,5 \text{ Ом}$.

11.16. Определите внутреннее сопротивление источника тока, если во внешней цепи при силе тока $I_1 = 4 \text{ А}$ развивается мощность $P_1 = 10 \text{ Вт}$, а при силе тока $I_2 = 6 \text{ А}$ – мощность $P_2 = 12 \text{ Вт}$.

11.17. По проводнику сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$ течет ток, сила тока возрастает при этом линейно. Количество теплоты Q , выделившееся в проводнике за время $\tau = 10 \text{ с}$, равно 300 Дж . Определите заряд q , прошедший за это время по проводнику, если в начальный момент времени сила тока в проводнике равна нулю.

11.18. По железному проводнику ($\rho = 7,87 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, $M = 56 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$) сечением $S = 0,5 \text{ мм}^2$ течет ток $I = 0,1 \text{ А}$. Определите среднюю скорость упорядоченного (направленного) движения

электронов, считая, что число n свободных электронов в единице объема проводника равно числу атомов n' в единице объема проводника.

11.19. Сила тока в проводнике равномерно растет от $I_0 = 0$ до $I_{\max} = 3$ А за время $\tau = 6$ с. Определите заряд Q , прошедший по проводнику.

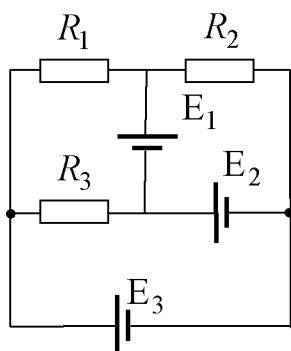
11.20. Через лампу накаливания течет ток $I = 1$ А. Температура t вольфрамовой нити диаметром $d = 0,2$ мм равна 2000 °С. Ток подводится медным проводом сечением $S_2 = 5$ мм². Определите напряженность электростатического поля:

1) в вольфраме; 2) в меди.

Удельное сопротивление вольфрама при 0 °С $\rho_0 = 55$ нОм·м, его температурный коэффициент сопротивления $\alpha_1 = 0,0045$ град⁻¹, удельное сопротивление меди $\rho_2 = 17$ нОм·м.

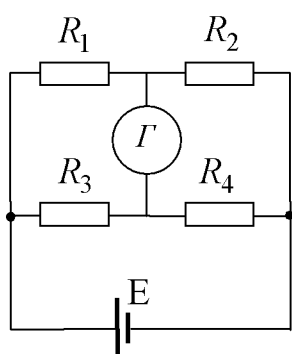
11.21. Батарея состоит из пяти последовательно соединенных элементов. ЭДС каждого $1,4$ В, внутреннее сопротивление $0,3$ Ом. При каком токе полезная мощность батареи равна 8 Вт? Определите наибольшую полезную мощность батареи.

11.22. Сила тока в резисторе линейно возрастает за 4 с от 0 до 8 А. Сопротивление резистора 10 Ом. Определить количество теплоты, выделившееся в резисторе за первые 3 с.

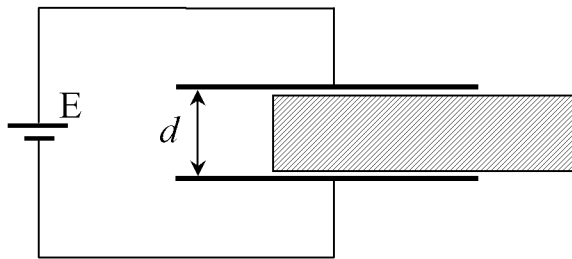


11.23. В схеме (см. рисунок) $E_1 = 10$ В, $E_2 = 20$ В, $E_3 = 40$ В, а сопротивления $R_1 = R_2 = R_3 = R = 10$ Ом. Определите силу токов, протекающих через сопротивления (I) и через источники ЭДС (I'). Внутреннее сопротивление источников не учитывать.

11.24. На рисунке $E = 2$ В, $R_1 = 60$ Ом, $R_2 = 40$ Ом, $R_3 = R_4 = 20$ Ом и $R_{\Gamma} = 100$ Ом. Определите силу тока I_{Γ} через гальванометр.

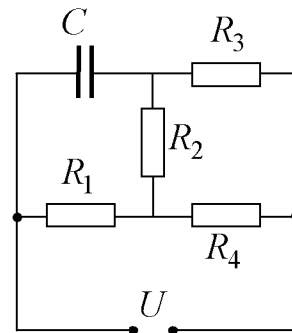


11.25. В плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 5$ мм, вдвигают стеклянную пластину ($\varepsilon = 7$) с постоянной скоростью $v = 50$ мм/с.



Ширина пластины $b = 4,5$ мм, ЭДС батареи $E = 220$ В. Определите силу тока в цепи батареи, подключенной к конденсатору.

11.26. На рисунке $R_1 = R$, $R_2 = 2R$, $R_3 = 3R$, $R_4 = 4R$. Определите заряд на конденсаторе.



11.27. Через лампу накаливания течет ток, равный $0,6$ А. Температура вольфрамовой нити диаметром $0,1$ мм равна 2200 °С. Ток подводится медным проводом сечением 6 мм². Определите напряженность электрического поля:

1) в вольфраме (удельное сопротивление при 0 °С $\rho_0 = 55$ нОм·м, температурный коэффициент сопротивления $\alpha = 0,0045$ °С⁻¹);

2) в меди ($\rho = 17$ нОм·м).

11.28 – 11.55. Сила тока i в проводнике изменяется со временем по закону $i = f(t)$. Какое количество электричества проходит через поперечное сечение проводника за время от t_1 до t_2 ? При какой силе постоянного тока I через поперечное сечение проводника за это же время проходит такое же количество электричества? Построить график зависимости $q = f(t)$ согласно номеру задачи в табл. 11.1.

Условия к задачам 11.28 – 11.55

Номер задачи	$i = f(t), \text{ A}$	$t_1, \text{ с}$	$t_2, \text{ с}$
11.28	$i = 4 + 2t$	1	2
11.29		1	3
11.30		1	4
11.31		1	5
11.32	$i = 3t^2 + 1$	0	2
11.33		0	3
11.34		0	4
11.35		0	5
11.36	$i = t + 3t^2$	2	3
11.37		2	4
11.38		2	5
11.39		2	6
11.40	$i = 2 + 6t$	1	2
11.41		1	3
11.42		1	4
11.43		1	5
11.44	$i = 5 + t$	0	2
11.45		0	3
11.46		0	4
11.47		0	5
11.48	$i = 2t + 3t^2$	1	2
11.49		1	3
11.50		1	4
11.51		1	5
11.52	$i = 3 + 4t$	2	3
11.53		2	4
11.54		2	5
11.55		2	6

11.56 – 11.83. Определите силу тока, показываемую амперметром в схеме. Напряжение на зажимах элемента в замкнутой цепи равно U . Сопротивления R_1 , R_2 , R_3 известны. Сопротивлением амперметра пренебречь. Выполните задание согласно номеру задачи в табл. 11.2.

Таблица 11.2

Условия к задачам 11.56 – 11.83)

Номер задачи	Схема	U , В	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом
11.56		2,1	5	6	3
11.57		3,0	7	2	3
11.58		4,2	6	4	6
11.59		2,8	3	4	9
11.60		4,0	4	8	12
11.61		12,0	10	6	8
11.62		20,0	8	7	6
11.63		8,0	12	10	8
11.64		5,0	7	3	8
11.65		10,0	14	5	6
11.66		2,5	8	5	12
11.67		2,0	6	4	10
11.68		4,0	4	8	12
11.69		2,5	6	3	9
11.70		1,2	8	2	6
11.71		3,6	4	5	10
11.72		12,0	2	4	8
11.73		20,0	6	8	10
11.74		8,0	8	6	4
11.75		6,0	12	5	10
11.76		2,2	4	2	6
11.77		3,6	6	10	4
11.78		4,8	10	8	12
11.79		6,0	14	6	8
11.80		4,0	6	4	10
11.81		6,2	8	6	4
11.82		10,0	10	4	8
11.83		8,4	12	10	6

11.84 – 11.111. Для нагревания воды массой m от температуры t_1 до кипения нагреватель потребляет W электрической энергии. Коэффициент полезного действия нагревателя равен η . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 11.3.

Таблица 11.3

Условия к задачам 11.84 – 11.111

Номер задачи	m , кг	t_1 , °C	W , кДж	η , %
11.84	?	30	1257	80
11.85	2,2	?	921,8	58
11.86	2,38	23	?	77
11.87	2	20	838	?
11.88	?	20	900	74,5
11.89	1,8	?	754,2	67
11.90	3,58	45	?	55
11.91	3	40	1250	?
11.92	?	25	1400	78,6
11.93	1,6	?	670,4	83
11.94	3,58	28	?	72
11.95	2,5	30	1047,5	?
11.96	?	42	1676	58
11.97	1,25	?	523,75	66
11.98	2,86	22	?	78
11.99	1,8	25	754,2	?
11.100	?	22	1257	78
11.101	2,3	?	963,7	81
11.102	2,34	26	?	74
11.103	1,5	0	1047,5	?
11.104	?	32	502,8	68
11.105	1,5	?	628,5	79
11.106	1,98	18	?	82
11.107	2	10	1676	?
11.108	?	27	712,3	73
11.109	0,8	?	335,2	84
11.110	1,43	10	?	60
11.111	0,5	12	419	?

11.112 – 11.139. Трубка длиной l с газом, ионизированным так, что в 1 см^3 находится n пар ионов, обладает сопротивлением R . Ионы одновалентны. Подвижность положительных ионов равна b_+ , отрицательных – b_- . Поперечное сечение трубы – S . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 11. 4.

Таблица 11.4

Условия к задачам 11.112 – 11.139

Номер задачи	$l, \text{ м}$	$S, \text{ мм}^2$	$n, 10^7 \text{ см}^{-3}$	$R, 10^{14} \text{ Ом}$	$b_+, \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$	$b_-, \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$
11.112	?	5	2	2	2,1	2,9
11.113	0,6	?	3	1	0,7	1,3
11.114	0,48	4	?	3	1,8	2,2
11.115	0,84	5	1	?	1,3	1,8
11.116	?	2	4	1	1,1	1,9
11.117	0,9	?	3	1,5	0,9	1,1
11.118	0,8	10	?	2	1,7	2,3
11.119	1,2	4	20	?	0,1	0,19
11.120	?	5	1	4	1,8	2,2
11.121	1,2	?	4	1	0,9	2,1
11.122	1,8	2	?	3	0,7	1,3
11.123	0,6	3	2	?	1,1	1,9
11.124	?	4	1	2	2,1	2,9
11.125	1,2	?	3	1	1,8	2,2
11.126	0,8	2	?	0,04	0,6	1,4
11.127	1,6	10	4	?	0,8	1,2
11.128	?	4	2	1	1,3	1,7
11.129	0,8	?	1	2	1,6	2,4
11.130	1,2	2	?	0,03	0,9	1,1
11.131	0,9	3	1	?	1,3	1,7
11.132	?	5	2	1	1,9	2,1
11.133	0,6	?	2	1,5	0,7	1,3
11.134	0,8	4	?	1	0,8	1,2
11.135	1,2	10	3	?	1,2	2,8
11.136	?	3	1	2	1,1	1,9
11.137	0,9	?	3	1,5	0,9	1,1
11.138	0,8	4	?	5	0,6	1,4
11.139	1,0	5	2	?	2,3	2,7

11.140 – 11.167. К электродам разрядной трубки приложена разность потенциалов U . Расстояние между электродами d . Газ, находящийся в трубке, однократно ионизирован, и число пар ионов в 1 м^3 равно n , причем подвижность положительных ионов равна b_+ , а отрицательных – b_- .

Найти согласно номеру задачи в табл. 11.5:

- а) плотность тока в трубке;
 б) какая часть полного тока (в процентах) переносится положительными зарядами.

Таблица 11.5

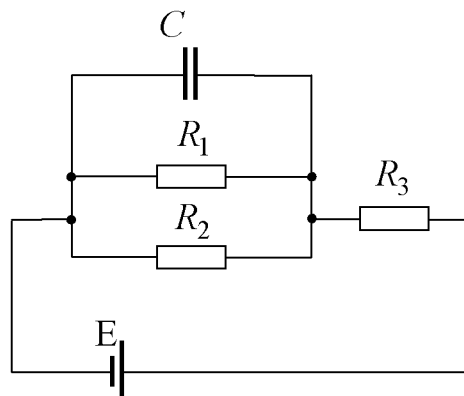
Условия к задачам 11.140 – 11.167

Номер задачи	U , В	d , м	n , м^3	b_+ , $\frac{\text{м}^2}{(\text{В} \cdot \text{с})}$	b_- , $\frac{\text{м}^2}{(\text{В} \cdot \text{с})}$
11.140	50	0,1	10^8	0,03	300
11.141	100	0,15	$2 \cdot 10^8$	0,03	60
11.142	150	0,2	$4 \cdot 10^8$	0,06	30
11.143	200	0,25	$3 \cdot 10^8$	0,06	60
11.144	200	0,1	$4 \cdot 10^9$	0,01	50
11.145	400	0,15	$2 \cdot 10^9$	0,02	80
11.146	600	0,2	$3 \cdot 10^9$	0,015	100
11.147	800	0,25	10^8	0,03	30
11.148	700	0,1	10^8	0,006	5
11.149	800	0,2	10^9	0,008	8
11.150	900	0,3	10^{10}	0,01	12
11.151	1000	0,4	10^{11}	0,005	14
11.152	50	0,05	$2 \cdot 10^{10}$	0,015	450
11.153	100	0,1	$3 \cdot 10^{10}$	0,012	600
11.154	150	0,3	$5 \cdot 10^{10}$	0,04	80
11.155	200	0,2	10^{10}	0,01	500
11.156	2500	0,4	$2 \cdot 10^{11}$	0,008	4
11.157	2000	0,3	$4 \cdot 10^{11}$	0,006	6
11.158	1500	0,2	$6 \cdot 10^{11}$	0,012	8
11.159	1000	0,1	$8 \cdot 10^{11}$	0,015	10
11.160	450	0,05	10^{12}	0,002	0,1
11.161	300	0,06	$2 \cdot 10^{12}$	0,003	0,2
11.162	200	0,08	$4 \cdot 10^{12}$	0,003	0,3
11.163	450	0,09	$5 \cdot 10^{12}$	0,002	0,4
11.164	1000	0,12	10^{12}	0,002	0,1
11.165	1200	0,15	10^{11}	0,008	1,0
11.166	1400	0,18	10^{10}	0,03	10
11.167	1600	0,2	10^9	0,05	100

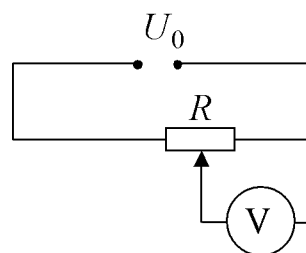
11.168. Определите ЭДС E и внутреннее сопротивление r источника тока, если во внешней цепи при силе тока 4 А развивается мощность 10 Вт, а при силе тока 2 А – мощность 8 Вт.

11.169. На рисунке $R_1 = R_2 = 50$ Ом, $R_3 = 100$ Ом, $C = 50$ нФ.

Определите ЭДС источника, пренебрегая его внутренним сопротивлением, если заряд на конденсаторе $Q = 2,2$ мкКл.

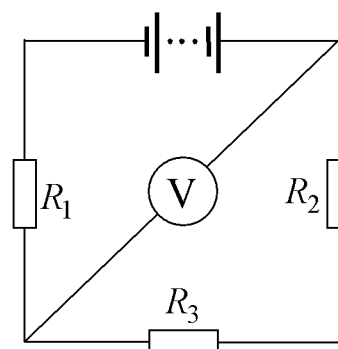


11.170. На рисунке сопротивление потенциометра $R = 2000$ Ом, внутреннее сопротивление вольтметра $R_V = 5000$ Ом, $U_0 = 220$ Ом. Определите показания вольтметра, если подвижный контакт находится посередине потенциометра.



11.171. Определите ток короткого замыкания источника ЭДС, если при внешнем сопротивлении $R_1 = 50$ Ом ток в цепи $I_1 = 0,2$ А, а при $R_2 = 110$ Ом $I_2 = 0,1$ А.

11.172. На рисунке $R_1 = R_2 = R_3 = 100$ Ом. Вольтметр показывает $U_V = 200$ В, сопротивление вольтметра $R_V = 800$ Ом. Определите ЭДС батареи, пренебрегая ее сопротивлением.

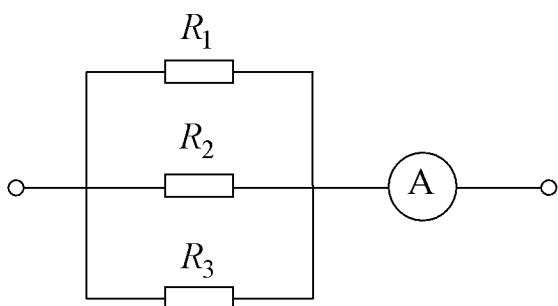


11.173. По алюминиевому проводу сечением $S = 0,2$ мм² течет ток $I = 0,2$ А. Определите силу, действующую на отдельные свободные

электроны со стороны электрического поля. Удельное сопротивление алюминия $\rho = 26 \text{ нОм} \cdot \text{м}$.

11.174. По медному проводнику сечением $0,8 \text{ мм}^2$ течет ток 80 мА . Найдите среднюю скорость упорядоченного движения электронов вдоль проводника, предполагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Плотность меди $\rho = 8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

11.175. Определите суммарный импульс электронов в прямом проводнике длиной $l = 500 \text{ м}$, по которому течет ток $I = 20 \text{ А}$.

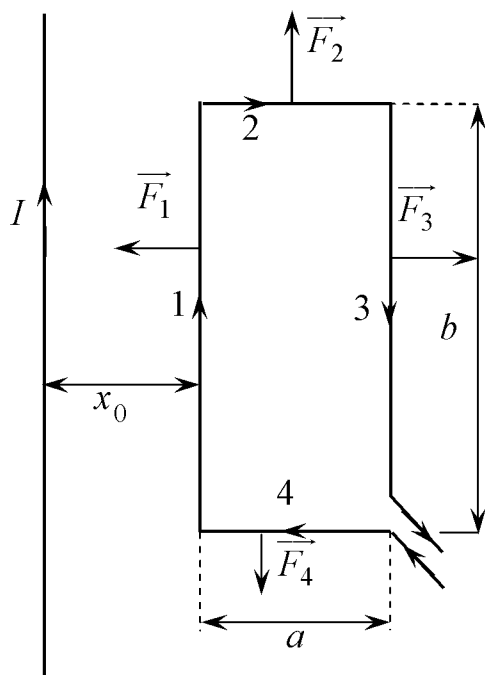


11.176. В цепи на рисунке амперметр показывает силу тока $I = 1,5 \text{ А}$. Сила тока через сопротивление R_1 равна $I_1 = 0,5 \text{ А}$. Сопротивление $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$. Определите сопротивление R_1 , а также силу токов I_2 и I_3 , протекающих через сопротивления R_2 и R_3 .

11.177. Вольтметр, включенный в сеть последовательно с сопротивлением R_1 , показал напряжение $U_1 = 198 \text{ В}$, а при включении последовательно с сопротивлением $R_2 = 2R_1$ показал $U_2 = 180 \text{ В}$. Определите сопротивление R_1 и напряжение в сети, если сопротивление вольтметра $r = 900 \text{ Ом}$.

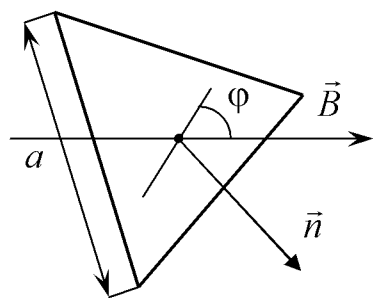
11.178. Электрическая плитка мощностью 1 кВт с нихромовой спиралью предназначена для включения в сеть с напряжением 220 В . Сколько метров проволоки диаметром $0,5 \text{ мм}$ надо взять для изготовления спирали, если температура нити равна $900 \text{ }^\circ\text{С}$? Удельное сопротивление

нихрома при 0°C $\rho_0 = 1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$, а температурный коэффициент сопротивления $\alpha = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.



12.1. В одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводником с током $I_1 = 5 \text{ А}$ расположена прямоугольная рамка, обтекаемая током $I_2 = 1 \text{ А}$. Длинная сторона $b = 0,2 \text{ м}$ параллельна прямому току и находится от него на расстоянии $x_0 = 0,05 \text{ м}$, короткая сторона $a = 0,1 \text{ м}$ (см. рисунок). Найти: а) силы \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 и \vec{F}_4 , действующие на каждую сторону рамки со стороны поля, создаваемого прямым током; б) работу A'_1 и A'_2 , которую надо совершить, чтобы: 1) перенести рамку параллельно самой себе вправо на расстояние a ; 2) повернуть рамку на 180° вокруг стороны 3. Токи в рамке и в прямом проводнике считать постоянными.

12.2. Проводник длиной $l = 1 \text{ м}$, по которому проходит ток $I = 2 \text{ А}$, согнут в форме полукольца и расположен в плоскости, перпендикулярной к направлению индукции магнитного поля \vec{B} . Найти силу, действующую на этот проводник в магнитном поле. Как изменится величина этой силы, если полукольцо полностью разогнуть (остальные условия остаются теми же)? Индукция магнитного поля $B = 10^{-5} \text{ Тл}$.



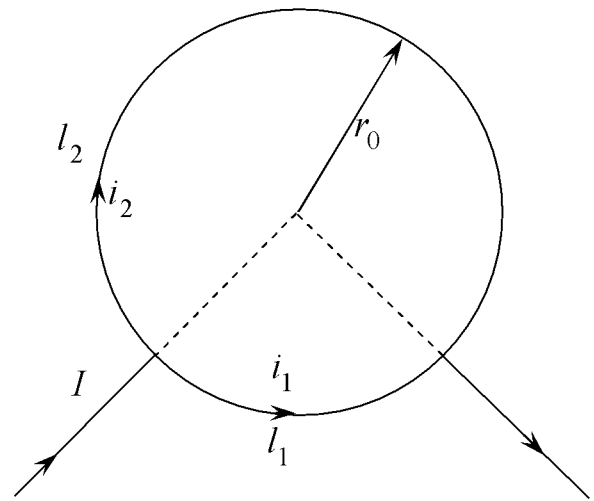
12.3. Плоская рамка в виде равностороннего треугольника со стороной $a = 10^{-1} \text{ м}$ находится в магнитном поле, индукция которого изменяется по закону $\vec{B} = (\alpha + \beta t^2) \vec{i}$, где $\alpha = 10^{-1} \text{ Тл}$; $\beta = 10^{-2} \frac{\text{Тл}}{\text{с}^2}$; \vec{i} – единичный вектор оси Ox .

Плоскость рамки составляет угол $\varphi = 30^\circ$ с направлением индукции магнитного поля (см. рисунок). Определить количество теплоты, которое выделяется в рамке за первые 2 с, если сопротивление рамки $R = 0,01 \text{ Ом}$. Индуктивностью и емкостью контура пренебречь.

12.4. На деревянный тороид малого поперечного сечения намотано равномерно N витков провода, по которому течет ток I . Найти отношение индукции магнитного поля B_0 внутри тороида к индукции в центре тороида B_c .

12.5. Найти магнитный момент тонкого кругового витка с током, если радиус витка равен R , а индукция магнитного поля в его центре B .

12.6. К тонкому однородному проволочному кольцу радиуса r_0 подводят ток I . Подводящие провода, расположенные радиально, делят кольцо на две дуги, длины которых l_1 и l_2 (см. рисунок). Найти индукцию магнитного поля в центре кольца.

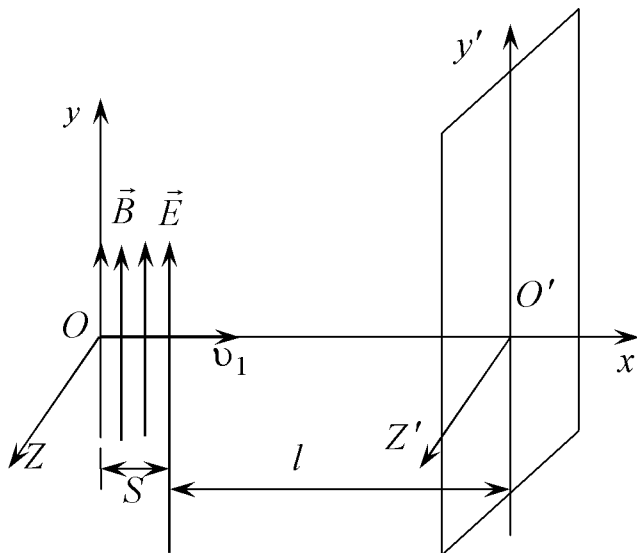


12.7. Бесконечно длинный прямой проводник, по которому течет ток силой $I = 5 \text{ А}$, согнут под прямым углом. Найти индукцию магнитного поля на расстоянии $a = 10 \text{ см}$ от вершины угла в точках, лежащих соответственно на биссектрисе прямого угла и на продолжении одной из сторон.

12.8. В плоский конденсатор параллельно его пластинам влетает узкий пучок электронов, прошедших ускоряющее электрическое поле с разностью потенциалов $U_0 = 1500 \text{ В}$. Электроны влетают в конденсатор точно посередине между обкладками конденсатора, расстояние между которыми $d = 1 \text{ см}$. При какой минимальной разности потенциалов U на конденсаторе электроны не вылетят из него, если длина обкладок $l = 5 \text{ см}$?

12.9. Протон, имеющий скорость $v = 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,01 \text{ Тл}$. Вектор скорости протона направлен под углом $\alpha = 60^\circ$ к линиям индукции. Определить траекторию движения протона, путь, пройденный им по траектории за время $t_1 = 10 \text{ мкс}$, и его положение к концу указанного времени.

12.10. Узкий параллельный пучок положительных ионов проходит со скоростью $v_1 = 1,0 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ через однородные одинаково направленные



электрическое и магнитное поля $\left(E = 8 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}; B = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} \right)$.

Векторы \vec{E} и \vec{B} перпендикулярны к скорости летящих ионов. Область пространства, в которой созданы оба поля, имеет протяженность $S = 5 \text{ см}$ вдоль линии вектора \vec{v}_1 (см. рисунок). За этой областью на расстоянии $l = 20 \text{ см}$ от нее

перпендикулярно к начальной скорости электронов расположен флуоресцирующий экран. Определить координаты точек, в которые попадут ионы водорода H^+ и ионы гелия He^{2+} . Какой след на экране оставят эти ионы, если их скорости лежат в диапазоне от v_1 до

$$v_2 = 1,5 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}?$$

12.11. Альфа-частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 104 \text{ В}$ и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое $(E = 10 \frac{\text{кВ}}{\text{м}})$ и магнитное $(B = 0,1 \text{ Тл})$ поля. Найти отношение заряда альфа-частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно к обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.

12.12. В случае эффекта Холла для натриевого проводника при плотности тока $j = 150 \frac{\text{А}}{\text{см}^2}$ и магнитной индукции $B = 2 \text{ Тл}$

напряженность поперечного электрического поля $E_B = 0,75 \frac{\text{мВ}}{\text{м}}$.

Определите концентрацию электронов проводимости, а также ее отношение к концентрации атомов в этом проводнике. Плотность натрия

$$\rho = 0,97 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

12.13. Через сечение медной пластинки толщиной $d = 0,2$ мм пропускается ток $I = 6$ А. Пластика помещается в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл, перпендикулярное к ребру пластинки и направлению тока. Считая концентрацию электронов проводимости равной концентрации атомов, определите возникающую в пластинке поперечную (холловскую) разность потенциалов. Плотность меди $\rho = 8,93 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

12.14. Круговой проводящий контур радиусом $r = 5$ см и током $I = 1$ А находится в магнитном поле, причем плоскость контура перпендикулярна к направлению поля. Напряженность поля равна $10 \frac{\text{кА}}{\text{м}}$. Определите работу, которую необходимо совершить, чтобы повернуть контур на 90° вокруг оси, совпадающей с диаметром контура.

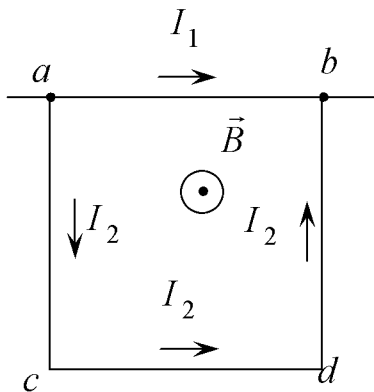
12.15. Электрон влетает в область магнитного поля шириной l . Скорость электрона \vec{v} перпендикулярна как к вектору индукции поля \vec{B} , так и к границам области. Под каким углом к границе области электрон вылетит из магнитного поля? Масса электрона m , его заряд $|e|$.

12.16. Небольшой шарик массой $m = 20$ г и зарядом $q = 10^{-6}$ Кл подвешен на невесомой диэлектрической нити длиной $l = 50$ см и помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, силовые линии которого перпендикулярны к силе тяжести. Шарик отклонили от положения равновесия в плоскости, перпендикулярной к вектору \vec{B} , до высоты $h = 10$ см, и отпустили без начальной скорости. Найти натяжение нити при движении шарика, когда он проходит положение равновесия.

12.17. На наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, находится проводящий стержень массой $m = 0,5$ кг и длиной $l = 30$ см.

В пространстве создано однородное магнитное поле. Какова должна быть минимальная величина индукции этого поля, чтобы стержень двигался вверх по наклонной плоскости с ускорением $a = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, если по нему пропустить ток силой $I = 50$ А? Коэффициент трения $\mu = 0,2$. Стержень расположен в горизонтальной плоскости.

12.18. На двух легких проводящих нитях горизонтально висит металлический стержень длиной $l = 0,25$ м и массой $m = 0,015$ кг . Стержень находится в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,3$ Тл, силовые линии которого направлены вертикально вниз. Определить угол отклонения нитей, если по стержню пропустить ток силой $I = 0,2$ А .



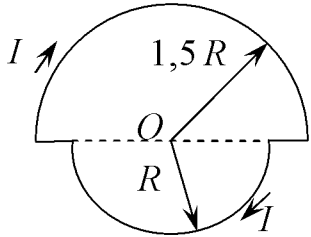
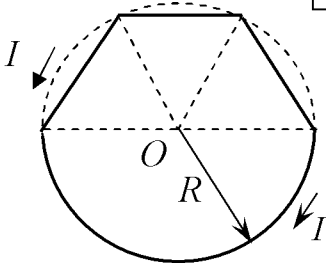
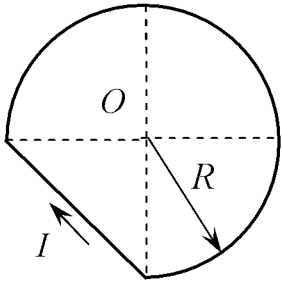
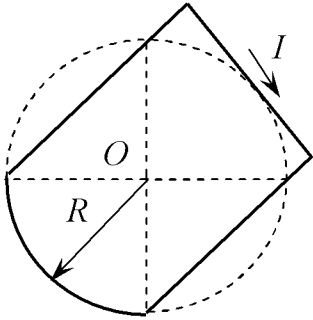
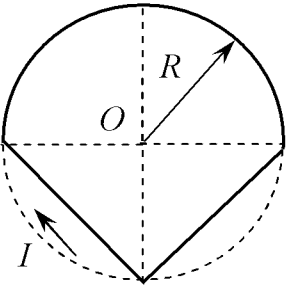
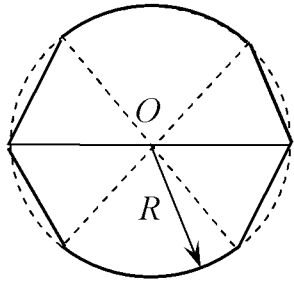
12.19. Проводник длиной $l = 24$ см и сопротивлением $R = 36$ Ом согнут в форме квадрата и помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, перпендикулярное к плоскости квадрата. Какая сила будет действовать на проводник, если на соседние вершины образованной фигуры подать напряжение $U = 5,4$ В?

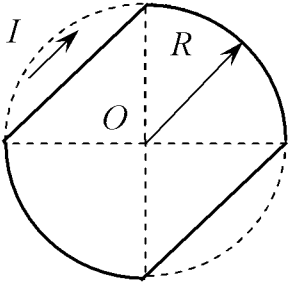
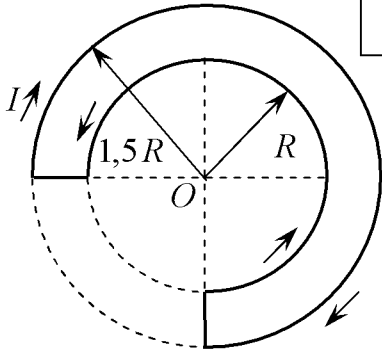
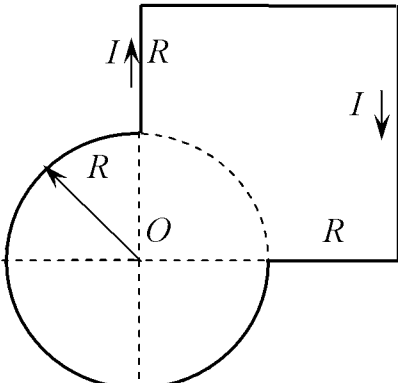
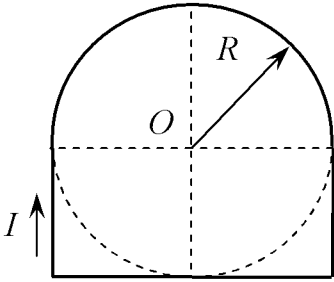
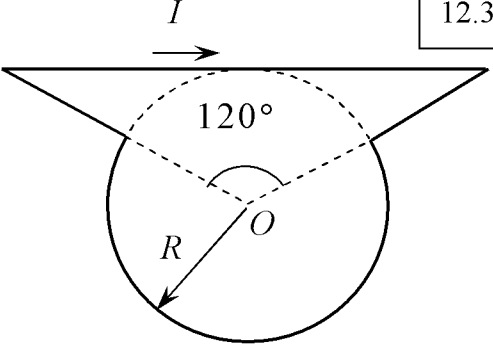
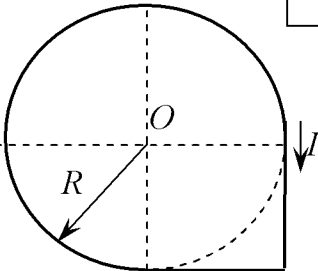
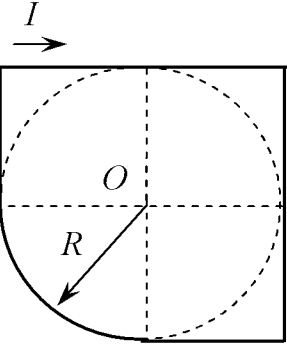
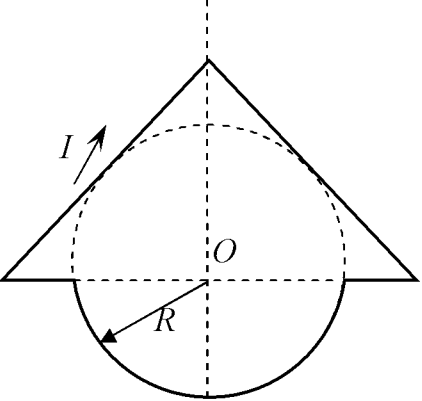
12.20. Проводящее кольцо радиусом $R = 1,5$ м поместили в однородное магнитное поле, перпендикулярное к плоскости кольца. По кольцу пропустили ток силой $I = 10$ А . При какой величине индукции магнитного поля кольцо разорвется, если проволока, из которой кольцо изготовлено, выдерживает максимальное натяжение $T_{\max} = 2,5$ Н ? Магнитным полем тока в кольце пренебречь.

12.21. По проводящему кольцу радиусом $R = 50$ см течет ток силой $I = 10$ А . Кольцо поместили в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, перпендикулярное к плоскости кольца. Определить величину силы, действующей на кольцо. Магнитным полем тока в кольце пренебречь.

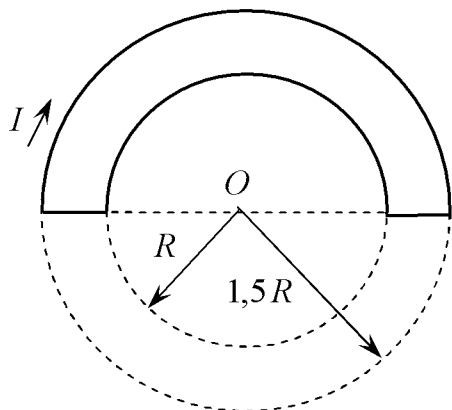
12.22 – 12.46. По плоскому контуру из тонкого провода течет ток $I = 1$ А . Определите индукцию магнитного поля, создаваемого этим током в точке O . Контур выбирается в соответствии с номером задачи, указанным в табл. 12.1. Радиус $R = 20$ см .

Таблица 12.1
Условия к задачам 12.22 – 12.46

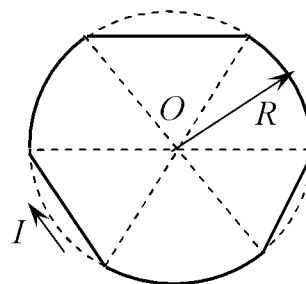
<div data-bbox="671 304 799 367" data-label="Text"> <p>12.22</p> </div> 	<div data-bbox="1273 304 1401 367" data-label="Text"> <p>12.23</p> </div> 
<div data-bbox="671 741 799 804" data-label="Text"> <p>12.24</p> </div> 	<div data-bbox="1273 741 1401 804" data-label="Text"> <p>12.25</p> </div> 
<div data-bbox="671 1178 799 1240" data-label="Text"> <p>12.26</p> </div> 	<div data-bbox="1273 1178 1401 1240" data-label="Text"> <p>12.27</p> </div> 

<p style="text-align: right;">12.28</p> 	<p style="text-align: right;">12.29</p> 
<p style="text-align: right;">12.30</p> 	<p style="text-align: right;">12.31</p> 
<p style="text-align: right;">12.32</p> 	<p style="text-align: right;">12.33</p> 
<p style="text-align: right;">12.34</p> 	<p style="text-align: right;">12.35</p> 

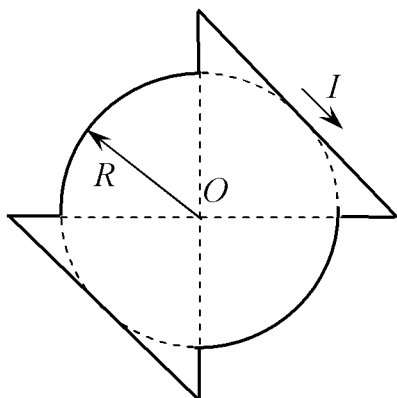
12.36



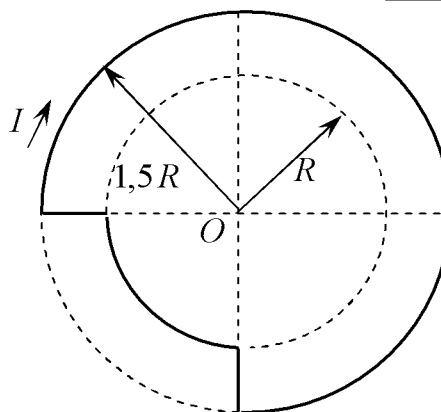
12.37



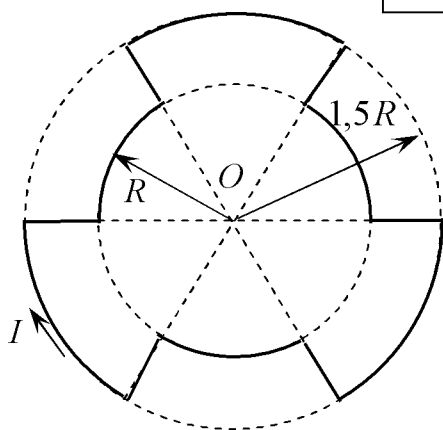
12.38



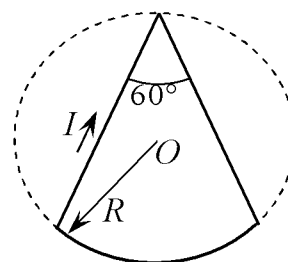
12.39



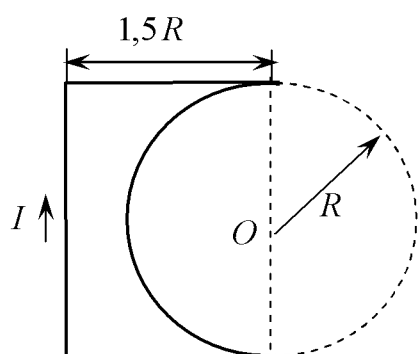
12.40



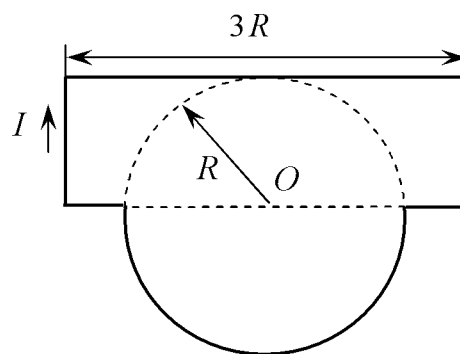
12.41



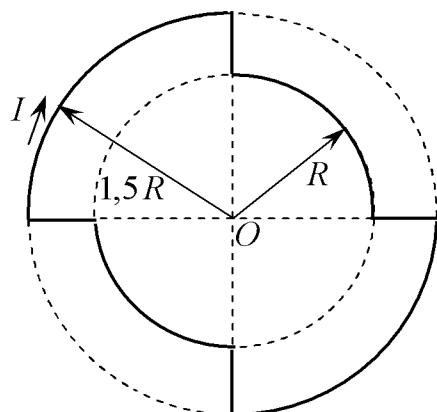
12.42



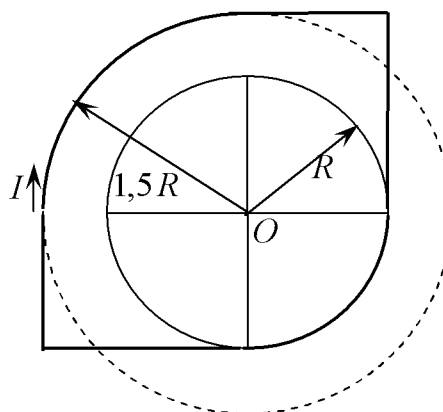
12.43



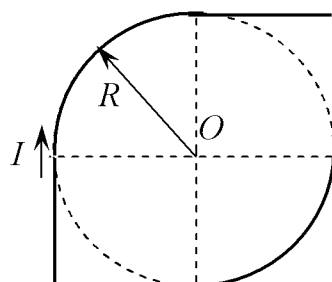
12.44



12.45



12.46



12.47 – 12.71. На рисунке приведен разрез участка длинного коаксиального кабеля.

Радиусы его металлических жил и силы токов в них указаны в табл. 12.2 в соответствии с номером задачи. Постройте в масштабе график зависимости индукции магнитного поля от расстояния до оси кабеля $B = B(r)$. Определите

поток вектора магнитной индукции через поверхность, ограниченную прямоугольником $ABCD$. Длина стороны AB прямоугольника равна 1 м. Стороны AB и CD являются отрезками радиальных линий.

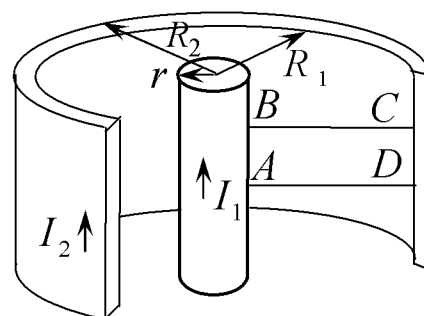


Таблица 12.2

Условия к задачам 12.47 – 12.71

Номер задачи	I_1 , А	I_2 , А	r , мм	R_1 , мм	R_2 , мм
12.47	10	-5	1	2	3
12.48	15	10	2	3	4
12.49	-5	10	1	1,5	2
12.50	2	4	0,5	1	2
12.51	5	5	1	2	2,5
12.52	2	-4	1	2	3
12.53	-5	-5	0,5	1	1,5
12.54	15	-5	2	3	4
12.55	5	-5	1	2	3
12.56	-3	2	1	1,5	2
12.57	-10	5	1,5	2	3
12.58	2	-8	0,5	1	2
12.59	5	-10	1	2	2
12.60	4	-2	0,5	1	1,5
12.61	3	2	1	1,5	2
12.62	-2	4	0,5	1,5	2
12.63	5	0	1	2	3
12.64	4	4	1	1,5	2
12.65	30	-20	2	3	4
12.66	10	5	1	2	3
12.67	20	-20	2	3	4
12.68	2	-3	0,5	1	1,5
12.69	3	-1	1	1,5	2
12.70	-5	15	1	2	3
12.71	5	10	1	1,5	2

12.72 – 12.99. Замкнутый круговой контур радиусом R , по которому течет ток I , помещен в магнитное поле индукцией B так, что нормаль к контуру образует с направлением поля угол α . При этом на контур действует момент сил M . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 12.3.

Таблица 12.3

Условия к задачам 12.72 – 12.99

Номер задачи	R , см	I , А	B , Тл	M , Н·м	α , град
12.72	?	2,0	2,5	$3,14 \cdot 10^{-3}$	30
12.73	3,4	?	2,8	$7,1 \cdot 10^{-2}$	45
12.74	1,8	1,2	?	$4,33 \cdot 10^{-3}$	0
12.75	2,0	0,15	0,5	?	30
12.76	3,6	3,5	2,53	$1,8 \cdot 10^{-2}$?
12.77	?	6,37	5,0	$8,66 \cdot 10^{-3}$	60
12.78	2,2	?	2,2	$7,07 \cdot 10^{-3}$	45
12.79	2,8	2,4	?	$1,2 \cdot 10^{-2}$	30
12.80	1,5	2	1,2	?	45
12.81	3,8	2,3	4,025	$2,1 \cdot 10^{-2}$?
12.82	?	1,5	1,98	$4,2 \cdot 10^{-3}$	30
12.83	4,2	?	4,5	$8,66 \cdot 10^{-3}$	60
12.84	3,2	5,18	?	$4,33 \cdot 10^{-3}$	60
12.85	2,5	1,4	2,2	?	30
12.86	2,2	4,47	1,415	$6,8 \cdot 10^{-3}$?
12.87	?	3,1	1,27	$1,4 \cdot 10^{-2}$	45
12.88	2,3	?	6,0	$1,73 \cdot 10^{-2}$	60
12.89	1,6	6,2	?	$1,41 \cdot 10^{-2}$	45
12.90	4,5	0,6	3,2	?	30
12.91	3,0	1,8	1,1	$4,9 \cdot 10^{-3}$?
12.92	?	3,31	0,4	$5,2 \cdot 10^{-3}$	30
12.93	4,2	?	0,8	$1,41 \cdot 10^{-2}$	45
12.94	3,3	2,9	?	$1,73 \cdot 10^{-2}$	60
12.95	1,5	3,2	2,6	?	30
12.96	1,3	2,0	3,91	$3,6 \cdot 10^{-3}$?
12.97	?	2,83	0,2	$3,14 \cdot 10^{-3}$	45
12.98	3,5	?	1,3	$8,66 \cdot 10^{-3}$	60
12.99	2,6	4,33	?	$9,2 \cdot 10^{-3}$	30

12.100 – 12.127. Два прямолинейных бесконечно длинных проводника расположены перпендикулярно друг к другу. Направления токов I_1 и I_2 в проводниках указаны на рисунках. Расстояние AB между проводниками известно. Найти индукцию магнитного поля в точке M , отстоящей на расстоянии d от одного из проводников согласно номеру задачи в табл. 12.4.

Таблица 12.4

Условия к задачам 12.100 – 12.127

Номер задачи	Направления токов	AB , см	d , см	I_1 , А	I_2 , А
12.100		20	12	3,1	3,8
12.101		10	2	0,895	0,45
12.102		8	3	2,24	2,68
12.103		7	2	2,5	2,83
12.104		6	3	4,25	2,12
12.105		25	8	5,6	3,58
12.106		5	2	7,07	2,83
12.107		4	3	1,265	1,16
12.108		7	5	1,21	1,22
12.109		8	6	1,96	1,9
12.110		9	4	4,41	2,53
12.111		12	9	1,7	2,38
12.112		8	3	1,34	2,46
12.113		7	4	3,1	5,04
12.114		11	9	0,57	0,98
12.115		3	5	3,16	2,4
12.116		5	6	1,9	2,7
12.117		13	7	3,96	2,83
12.118		6	2	5,3	11,3
12.119		14	1	0,9	6,7
12.120		12	8	3,2	7,0
12.121		7	3	10,0	5,2
12.122		6	4	3,75	2,83
12.123		10	2	0,54	0,18
12.124		12	6	3,6	3,8
12.125		8	2	11,3	5,3
12.126		9	5	2,7	3,16
12.127		6	8	4,25	5,66

12.128 – 12.155. Ток I проходит по длинному проводнику, согнутому под углом α . Индукция поля в точке, лежащей на биссектрисе этого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии l , равна B . Найти искомую величину согласно номеру задачи в табл. 12.5.

Таблица 12.5

Условия к задачам 12.128 – 12.155

Номер задачи	I , А	l , см	B , Тл	α , град
12.128	?	1,5	$1,052 \cdot 10^{-4}$	60
12.129	1,8	?	$2,82 \cdot 10^{-5}$	120
12.130	1,3	4,8	?	90
12.131	1,5	17,07	$4,36 \cdot 10^{-6}$?
12.132	?	1,0	$4,23 \cdot 10^{-4}$	120
12.133	3,0	?	$2,631 \cdot 10^{-5}$	60
12.134	2,0	34,1	?	90
12.135	2,5	9,33	$1,41 \cdot 10^{-5}$?
12.136	?	18,0	$1,41 \cdot 10^{-5}$	120
12.137	8,0	?	$2,4 \cdot 10^{-5}$	90
12.138	1,25	5,26	?	60
12.139	0,6	5,12	$5,64 \cdot 10^{-4}$?
12.140	?	6,4	$3 \cdot 10^{-5}$	90
12.141	0,5	?	$1,5 \cdot 10^{-5}$	120
12.142	2,4	12,0	?	60
12.143	1,5	4,5	$1,41 \cdot 10^{-5}$?
12.144	?	4,75	$5,26 \cdot 10^{-5}$	60
12.145	2,8	?	$8,46 \cdot 10^{-5}$	120
12.146	0,5	14,1	?	90
12.147	4,5	18,66	$1,27 \cdot 10^{-5}$?
12.148	?	9,0	$7,05 \cdot 10^{-5}$	120
12.149	1,5	?	$1,6 \cdot 10^{-5}$	90
12.150	2,0	10,52	?	60
12.151	3,0	15,0	$8,46 \cdot 10^{-6}$?
12.152	?	1,5	$4,8 \cdot 10^{-4}$	90
12.153	1,25	?	$1,31 \cdot 10^{-5}$	60
12.154	4,2	8,46	?	120
12.155	0,5	2,82	$1,707 \cdot 10^{-5}$?

12.156 – 12.183. Два круговых витка радиусами R_1 и R_2 расположены в параллельных плоскостях на расстоянии l друг от друга. По виткам проходят токи I_1 и I_2 . Найти индукцию магнитного поля в точках на оси, проходящей через центры витков от первого ко второму, отстоящих на расстоянии r от первого витка. Построить график зависимости $B = f(r)$ согласно номеру задачи в табл. 12.6.

Таблица 12.6

Условия к задачам 12.156 – 12.183

Номер задачи	Направления токов	R_1 , м	R_2 , м	I_1 , А	I_2 , А	l , м	r , м
12.156	Одинаковы	0,2	0,1	2	2	0,05	0,01
12.157							0,02
12.158							0,03
12.159							0,04
12.160	Противоположны	0,2	0,1	2	2	0,05	0,01
12.161							0,02
12.162							0,03
12.163							0,04
12.164	Одинаковы	0,1	0,1	4	2	0,06	0
12.165							0,02
12.166							0,04
12.167							0,06
12.168	Противоположны	0,1	0,1	4	2	0,06	0
12.169							0,02
12.170							0,04
12.171							0,06
12.172	Одинаковы	0,2	0,1	2	1	0,15	0
12.173							0,05
12.174							0,10
12.175							0,15
12.176	Противоположны	0,2	0,1	2	1	0,15	0
12.177							0,05
12.178							0,10
12.179							0,15
12.180	Противоположны	0,2	0,2	5	5	0,3	0
12.181							0,1
12.182							0,15
12.183							0,2

12.184 – 12.211. Два круговых витка радиусом R каждый, по которым проходят токи I_1 и I_2 , расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях так, что их центры совпадают. Индукция поля в общем центре витков равна B . Найти искомую величину согласно номеру задачи в табл. 12.7.

Таблица 12.7


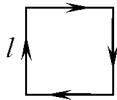
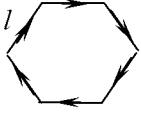
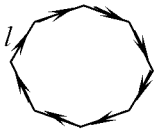
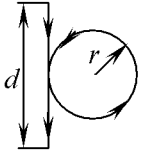
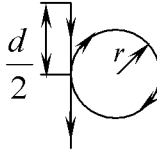
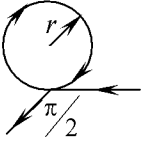
Условия к задачам 12.184 – 12.211

Номер задачи	R , см	I_1 , А	I_2 , А	B , Тл
12.184	?	1,2	1,6	$3,14 \cdot 10^{-5}$
12.185	5,2	?	1,43	$6,28 \cdot 10^{-5}$
12.186	20,0	2,24	?	$9,43 \cdot 10^{-6}$
12.187	6,28	2,5	1,66	?
12.188	?	2,3	1,93	$1,89 \cdot 10^{-4}$
12.189	3,14	?	4,47	$1,2 \cdot 10^{-4}$
12.190	9,43	3,32	?	$4 \cdot 10^{-5}$
12.191	12,57	3,2	2,4	?
12.192	?	3,6	3,47	$6,28 \cdot 10^{-5}$
12.193	6,0	?	2,24	$3,14 \cdot 10^{-5}$
12.194	1,5	6,71	?	$3,77 \cdot 10^{-4}$
12.195	3,14	1,8	0,87	?
12.196	?	3,2	2,4	$1,26 \cdot 10^{-4}$
12.197	6,28	?	2,65	$4 \cdot 10^{-5}$
12.198	20,0	2,83	?	$9,43 \cdot 10^{-6}$
12.199	2,1	2,7	1,31	?
12.200	?	4,1	4,38	$6,28 \cdot 10^{-5}$
12.201	12,57	?	3,6	$3,5 \cdot 10^{-5}$
12.202	2,0	3,34	?	$1,89 \cdot 10^{-4}$
12.203	18,85	4,5	3,97	?
12.204	?	3,5	4,9	$3,14 \cdot 10^{-5}$
12.205	12,0	?	2,24	$1,56 \cdot 10^{-5}$
12.206	2,1	1,73	?	$6 \cdot 10^{-5}$
12.207	6,28	1,5	2,6	?
12.208	?	1,6	2,54	$2,09 \cdot 10^{-5}$
12.209	15,6	?	1,73	$8 \cdot 10^{-6}$
12.210	2,5	4,0	?	$1,26 \cdot 10^{-4}$
12.211	12,57	3,6	4,8	?

12.212 – 12.239. Линейный проводник, по которому проходит ток I , образует круговой контур радиусом r или жесткий контур в форме правильного многоугольника со стороной l . Найти индукцию магнитного поля в центре контура согласно номеру задачи в табл. 12.8.

Таблица 12.8

Условия к задачам 12.212 – 12.239

Номер задачи	Форма контура с током	l , см	r , см	I , А
12.212 12.213 12.214 12.215		3 16 21 10,4		2,2 3,1 8,0 2,0
12.216 12.217 12.218 12.219		5,7 6,3 12 20		1,8 4,45 1,66 0,7
12.220 12.221 12.222 12.223		21,5 18 12 11,5		2,0 1,5 3,0 2,0
12.224 12.225 12.226 12.227		8,6 9,5 3,2 14		1,4 3,0 0,6 2,5
12.228 12.229 12.230 12.231		24 24 30 24	3 2 3 2	1,0 1,0 1,0 1,5
12.232 12.233 12.234 12.235		24 24 30 24	3 2 3 2	1,0 1,0 1,0 1,5
12.236 12.237 12.238 12.239		∞	5 10 15 20	1,0

12.240 – 12.267. Коаксиальный проводник состоит из внутреннего сплошного цилиндра радиусом R_1 и цилиндрической оболочки, внутренний и внешний радиусы которой равны R_2 и R_3 соответственно. По цилиндру и оболочке в противоположных направлениях проходят равные по величине токи I . Найти индукцию магнитного поля на расстоянии r' от оси проводника согласно номеру задачи в табл. 12.9. Считать, что плотность тока не зависит от r и $\mu = 1$.

Таблица 12.9

Условия к задачам 12.240 – 12.267

Номер задачи	R_1 , см	R_2 , см	R_3 , см	I , А	r' , см
12.240	5	7,5	10	1	1
12.241					2
12.242					3
12.243					4
12.244	5	7,5	10	1	5,0
12.245					6,0
12.246					7,0
12.247					7,5
12.248	5	7,5	10	1	8
12.249					8,5
12.250					9
12.251					10
12.252	5	Цилиндрическая оболочка отсутствует		1	1
12.253					2
12.254					3
12.255					4
12.256	5	Цилиндрическая оболочка отсутствует		1	5
12.257					7
12.258					9
12.259					11
12.260	Внутренний цилиндр отсутствует	7,5	10	1	8,0
12.261					8,5
12.262					9,0
12.263					10,0
12.264	Внутренний цилиндр отсутствует	7,5	10	1	12,5
12.265					15,0
12.266					17,5
12.267					20,0

12.268 – 1.296. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов U , влетает в однородное магнитное поле индукцией B , перпендикулярное к направлению ее движения. Радиус кривизны траектории частицы в магнитном поле равен R . Найти неизвестную величину, выполнить дополнительное задание согласно номеру задачи в табл. 12.10.

Таблица 12.10

Условия к задачам 12.268 – 12.296

Номер задачи	Частица	U , В	B , Тл	R , см	Дополнительно определить
12.268	Протон	1800	$6 \cdot 10^{-2}$?	Период обращения
12.269		450	?	15	Момент импульса
12.270		?	$3 \cdot 10^{-2}$	12	Нормальное ускорение
12.271		200	$4 \cdot 10^{-2}$?	Тангенциальное ускорение
12.272	Электрон	8000	$6 \cdot 10^{-3}$?	Момент импульса
12.273		?	$3 \cdot 10^{-3}$	5	Нормальное ускорение
12.274		320	?	6	Тангенциальное ускорение
12.275		720	$9 \cdot 10^{-4}$?	Период обращения
12.276	Позитрон	720	?	3	Нормальное ускорение
12.278		320	$2 \cdot 10^{-3}$?	Тангенциальное ускорение
12.279		8000	?	15	Период обращения
12.280		?	$3 \cdot 10^{-3}$	6	Момент импульса
12.281	Протон	800	$2 \cdot 10^{-2}$?	Период обращения
12.282		?	$4 \cdot 10^{-2}$	10	Момент импульса
12.283		1250	?	25	Нормальное ускорение
12.284		?	$3 \cdot 10^{-2}$	20	Тангенциальное ускорение
12.285	α -частица	?	$4 \cdot 10^{-2}$	11	Тангенциальное ускорение
12.286		900	?	12	Момент импульса
12.287		400	$2 \cdot 10^{-2}$?	Нормальное ускорение
12.288		?	$8 \cdot 10^{-2}$	15	Период обращения
12.289	Позитрон	8000	?	6	Тангенциальное ускорение
12.290		?	$4 \cdot 10^{-3}$	3	Нормальное ускорение
12.291		320	$3 \cdot 10^{-4}$?	Момент импульса
12.292		720	?	9	Период обращения
12.293	Электрон	720	$3 \cdot 10^{-3}$?	Период обращения
12.294		320	?	2	Тангенциальное ускорение
12.295		8000	$1,5 \cdot 10^{-2}$?	Нормальное ускорение
12.296		?	$5 \cdot 10^{-4}$	30	Момент импульса

12.297 – 12.324. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов U , влетает в однородное магнитное поле под углом α к направлению поля и начинает двигаться по винтовой линии. Индукция магнитного поля B , радиус витка винтовой линии R , шаг винтовой линии h . Найти неизвестные величины согласно номеру задачи в табл. 12.11.

Таблица 12.11

Условия к задачам 12.297 – 12.324

Номер задачи	Частица	U , В	α , град	B , Тл	R , см	h , см
12.297	α -частица	1600	30	$2 \cdot 10^{-1}$?	?
12.298	Позитрон	3500	60	$4 \cdot 10^{-2}$?	?
12.299	Протон	800	45	$1,41 \cdot 10^{-1}$?	?
12.300	Электрон	14050	45	$6,28 \cdot 10^{-2}$?	?
12.301	Позитрон	7900	45	?	6	?
12.302	Протон	1250	30	?	2,5	?
12.303	Электрон	878	60	?	0,87	?
12.304	α -частица	2500	60	?	2,5	?
12.305	Протон	?	45	$4,24 \cdot 10^{-1}$?	6,28
12.306	Электрон	?	60	$4 \cdot 10^{-2}$?	1,57
12.307	α -частица	?	45	$2,12 \cdot 10^{-1}$?	6,28
12.308	Позитрон	?	30	$2 \cdot 10^{-2}$?	5,44
12.309	Электрон	?	45	$3,53 \cdot 10^{-3}$	6	?
12.310	α -частица	?	30	10^{-1}	1,5	?
12.311	Позитрон	?	45	$7,07 \cdot 10^{-3}$	3	?
12.312	Протон	?	60	$3,46 \cdot 10^{-1}$	2	?
12.313	Протон	800	45	?	?	12,56
12.314	α -частица	900	30	?	?	16,3
12.315	Позитрон	14050	45	?	?	2,83
12.316	Электрон	7900	45	?	?	18,8
12.317	α -частица	1600	?	$2 \cdot 10^{-1}$	2	?
12.318	Электрон	3500	?	$2 \cdot 10^{-2}$	0,5	?
12.319	Позитрон	21950	?	$3,53 \cdot 10^{-2}$	1	?
12.320	Протон	1800	?	$4,24 \cdot 10^{-1}$	1	?
12.321	Позитрон	878	?	10^{-2}	?	3,14
12.322	Электрон	21950	?	$3,53 \cdot 10^{-2}$?	6,28
12.323	Протон	1250	?	10^{-1}	?	27,2
12.324	α -частица	2500	?	$1,73 \cdot 10^{-1}$?	9,1

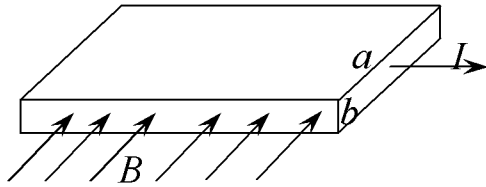
12.325 – 12.352. Заряженная частица влетает в однородное магнитное поле под углом α к направлению поля и движется по винтовой линии, радиус которой равен R . Индукция магнитного поля B , кинетическая энергия частицы при этом W_k . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 12.12.

Таблица 12.12

Условия к задачам 12.325 – 12.352

Номер задачи	Частица	α , град	R , см	B , Тл	W_k , Дж
12.325	Протон	45	2,12	$3 \cdot 10^{-2}$?
12.326		30	2,5	?	$6,17 \cdot 10^{-17}$
12.327		60	?	$1,73 \cdot 10^{-2}$	$7,66 \cdot 10^{-18}$
12.328		?	4,0	$5 \cdot 10^{-2}$	$1,23 \cdot 10^{-16}$
12.329	α -частица	30	1,25	$5 \cdot 10^{-3}$?
12.330		60	4,33	?	$1,91 \cdot 10^{-16}$
12.331		60	?	$2,6 \cdot 10^{-1}$	$6,2 \cdot 10^{-16}$
12.332		?	4,5	$6,66 \cdot 10^{-3}$	$2,76 \cdot 10^{-18}$
12.333	Электрон	60	2,0	$4,33 \cdot 10^{-3}$?
12.334		45	7,07	?	$5,04 \cdot 10^{-15}$
12.335		45	?	$1,77 \cdot 10^{-2}$	$1,26 \cdot 10^{-15}$
12.336		?	1,73	10^{-2}	$5,6 \cdot 10^{-16}$
12.337	Протон	30	1,5	$2 \cdot 10^{-2}$?
12.338		60	8,66	?	$1,23 \cdot 10^{-16}$
12.339		45	?	$1,41 \cdot 10^{-1}$	$3,064 \cdot 10^{-17}$
12.340		?	4,24	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$4,9 \cdot 10^{-16}$
12.341	Позитрон	45	1,5	$2,36 \cdot 10^{-3}$?
12.342		60	4,33	?	$5,6 \cdot 10^{-16}$
12.343		30	?	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,24 \cdot 10^{-15}$
12.344		?	3,5	10^{-2}	$6,86 \cdot 10^{-15}$
12.345	α -частица	60	3,0	$1,73 \cdot 10^{-2}$?
12.346		45	7,07	?	$3,75 \cdot 10^{-16}$
12.347		30	?	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$7,66 \cdot 10^{-18}$
12.348		?	1,41	$4 \cdot 10^{-1}$	$4,9 \cdot 10^{-16}$
12.349	Электрон	30	2,5	$1,2 \cdot 10^{-2}$?
12.350		45	3,535	?	$1,4 \cdot 10^{-16}$
12.351		60	?	$5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-15}$
12.352		?	1,5	$2 \cdot 10^{-2}$	$5,04 \cdot 10^{-15}$

12.353 – 12.380. Через сечение $S = ab$ металлической пластинки (a – толщина, b – высота пластинки) пропускают ток I . Пластика помещена в магнитное поле с индукцией B , перпендикулярное к ребру b и



направлению тока. При этом возникает поперечная разность потенциалов U . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 12.13. Концентрацию электронов проводимости считать равной концентрации атомов.

Таблица 12.13

Условия к задачам 12.353 – 12.380

Номер задачи	Металл	I , А	B , Тл	U , В	a , мм
12.353	Алюминий	?	0,5	$2,7 \cdot 10^{-7}$	0,25
12.354		2,6	?	$8,1 \cdot 10^{-7}$	0,12
12.355		5,2	0,4	?	0,27
12.356		3,9	0,6	$4,5 \cdot 10^{-7}$?
12.357	Серебро	?	1,05	$6,48 \cdot 10^{-7}$	0,41
12.358		2,1	?	$2,7 \cdot 10^{-7}$	0,44
12.359		6,5	0,21	?	1,08
12.360		5,25	0,8	$4 \cdot 10^{-7}$?
12.361	Платина	?	0,64	$1,6 \cdot 10^{-7}$	0,78
12.362		2,15	?	$3,9 \cdot 10^{-7}$	0,38
12.363		6,45	0,2	?	0,15
12.364		7,2	0,43	$7,8 \cdot 10^{-7}$?
12.365	Алюминий	?	0,78	$3 \cdot 10^{-7}$	0,81
12.366		3,6	?	$5,4 \cdot 10^{-7}$	0,18
12.367		2,6	0,8	?	0,54
12.368		6,0	0,26	$3,6 \cdot 10^{-7}$?
12.369	Серебро	?	0,41	$1,64 \cdot 10^{-6}$	0,135
12.370		4,2	?	$3,2 \cdot 10^{-7}$	0,54
12.371		10,5	0,35	?	0,7
12.372		2,1	0,45	$9 \cdot 10^{-7}$?
12.373	Алюминий	?	0,26	$3,6 \cdot 10^{-7}$	0,54
12.374		1,3	?	$5,4 \cdot 10^{-7}$	0,21
12.375		4,5	0,52	?	0,135
12.376		7,8	0,2	$1,8 \cdot 10^{-7}$?
12.377	Платина	?	0,86	$1,2 \cdot 10^{-6}$	0,39
12.378		4,3	?	$1,95 \cdot 10^{-6}$	0,16
12.379		3,1	0,43	?	0,13
12.380		2,15	0,28	$1,4 \cdot 10^{-7}$?

12.381 – 12.408. Диск, расположенный так, что нормаль к нему составляет угол α с линиями магнитной индукции, вращается с частотой ν вокруг оси, совпадающей с нормалью. Поток магнитной индукции, пересекаемый радиусом r диска за время t , равен Φ . Индукция магнитного поля B . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 12.14.

Таблица 12.14

Условия к задачам 12.381 – 12.408

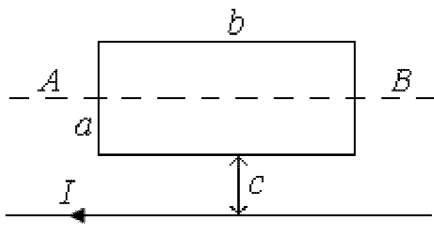
Номер задачи	α , град	ν , Гц	r , см	t , мин	Φ , Вб	B , Тл
12.381	?	15	3	2	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
12.382	60	?	4	0,1	$6,28 \cdot 10^{-3}$	$2,08 \cdot 10^{-2}$
12.383	45	20	?	0,5	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$
12.384	30	20	5	?	$9,79 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$
12.385	45	25	2	1	?	$4 \cdot 10^{-2}$
12.386	60	15	3	0,5	$3,8 \cdot 10^{-2}$?
12.387	?	30	5	0,5	$1,25 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$
12.388	45	?	1	0,2	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-2}$
12.389	60	5	?	2	$1,13 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$
12.390	45	18	1,5	?	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$
12.391	30	10	4	0,5	?	$8 \cdot 10^{-3}$
12.392	60	25	6	0,2	$1,36 \cdot 10^{-2}$?
12.393	?	12	2,5	1	$6,36 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
12.394	30	?	5	0,5	$3,67 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
12.395	45	20	?	1,5	$5,99 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$
12.396	45	30	1,5	?	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$
12.397	60	20	8	3	?	$3 \cdot 10^{-2}$
12.398	30	5	4	2	$1,57 \cdot 10^{-2}$?
12.399	?	10	6	1,5	$5,03 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-3}$
12.400	60	?	3	0,5	$8,48 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$
12.401	30	15	?	0,1	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
12.402	60	10	2	?	$2,83 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$
12.403	45	18	7	1	?	$2 \cdot 10^{-2}$
12.404	45	5	2	1,5	$4,8 \cdot 10^{-2}$?
12.405	?	14	2	2	$2,74 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$
12.406	30	?	2,5	1	$7,14 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$
12.407	45	5	?	0,5	$4,8 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2}$
12.408	60	25	3	?	$7,95 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$

12.409 – 12.436. Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на расстоянии r_1 друг от друга. По проводникам проходят токи I_1 и I_2 в одном направлении. Для того чтобы раздвинуть проводники до расстояния r_2 , надо совершить работу на единицу длины проводника, равную A . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 12.15.

Таблица 12.15

Условия к задачам 12.409 – 12.436

Номер задачи	r_1 , см	r_2 , см	I_1 , А	I_2 , А	A , Дж
12.409	?	5	1,4	0,5	$9,7 \cdot 10^{-8}$
12.410	2	?	0,75	1,2	$1,98 \cdot 10^{-7}$
12.411	r_1	$1,5r_1$?	2,5	$4,05 \cdot 10^{-7}$
12.412	$0,5r_2$	r_2	0,5	?	$6,93 \cdot 10^{-8}$
12.413	r_1	$2r_1$	0,5	0,8	?
12.414	?	8	1,5	0,6	$2,49 \cdot 10^{-7}$
12.415	5	?	0,6	0,4	$3,33 \cdot 10^{-8}$
12.416	r_1	$3r_1$?	0,25	$1,1 \cdot 10^{-7}$
12.417	$0,2r_2$	r_2	0,4	?	$1,61 \cdot 10^{-7}$
12.418	r_1	$4r_1$	1,0	1,5	?
12.419	?	4,5	0,8	0,5	$8,8 \cdot 10^{-8}$
12.420	6	?	1,2	1,6	$2,66 \cdot 10^{-7}$
12.421	$0,25r_2$	r_2	?	1,25	$1,38 \cdot 10^{-7}$
12.422	r_1	$2r_1$	1,5	?	$2,77 \cdot 10^{-7}$
12.423	$0,5r_2$	r_2	2,2	1,5	?
12.424	?	12	0,7	1,0	$7 \cdot 10^{-8}$
12.425	3	?	1,3	0,5	$9 \cdot 10^{-8}$
12.426	$0,1r_2$	r_2	?	0,4	$4,6 \cdot 10^{-7}$
12.427	r_1	$3r_1$	0,2	?	$8,8 \cdot 10^{-8}$
12.428	r_1	$5r_1$	0,2	0,6	?
12.429	?	12	0,3	0,7	$4,6 \cdot 10^{-8}$
12.430	4,5	?	1,4	2,0	$3,88 \cdot 10^{-7}$
12.431	r_1	$2,5r_1$?	0,5	$9,16 \cdot 10^{-8}$
12.432	$0,25r_2$	r_2	2,0	?	$2,77 \cdot 10^{-7}$
12.433	10	20	0,7	2,1	?
12.434	?	15	1,3	0,9	$1,88 \cdot 10^{-7}$
12.435	2	?	0,5	1,1	$7,62 \cdot 10^{-8}$
12.436	$0,4r_2$	r_2	?	0,8	$1,83 \cdot 10^{-7}$



13.1. В одной плоскости лежат бесконечно длинный прямолинейный проводник с током I и плоская прямоугольная рамка со сторонами a и b , содержащая N витков. Расстояние от прямолинейного проводника до ближайшей к нему стороны рамки равно c (см. рисунок). Определить: 1) взаимную индуктивность проводника и рамки; 2) количество электричества, которое будет индуцировано в рамке, если ее повернуть на 90° вокруг оси AB , делящей сторону a пополам, если полное сопротивление рамки равно R ; 3) работу, которую надо совершить, чтобы повернуть рамку вокруг оси AB на 180° , если по проводнику и по рамке текут токи I , причем направление тока в рамке совпадает с направлением движения часовой стрелки (в плоскости рисунка).

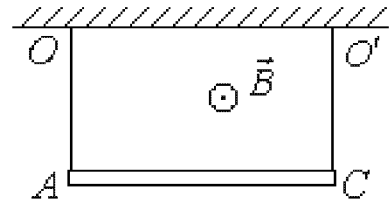
13.2. Рамка в задаче 13.1 имеет размеры $a = 5$ см, $b = 7$ см и $N = 100$ витков. Расстояние от нее до проводника с током $I = 20$ А равно $c = 9$ см. Рамку поворачивают на 180° вокруг оси AB . Какой заряд протечет по рамке, если ее сопротивление равно $R = 2$ Ом?

13.3. Рамка в задаче 13.1 имеет размеры $a = 5$ см, $b = 7$ см и $N = 100$ витков. Расстояние от нее до проводника с током $I = 20$ А равно $c = 9$ см. Рамку поворачивают на 180° вокруг стороны длиной b , ближайшей к проводнику. Какой заряд протечет по рамке, если ее сопротивление равно $R = 2$ Ом?

13.4. Рамка в задаче 13.1 имеет размеры $a = 5$ см, $b = 7$ см и $N = 100$ витков. Расстояние от нее до проводника с током $I = 20$ А равно $c = 9$ см. Рамку поворачивают на 180° вокруг стороны длиной b , наиболее удаленной от проводника. Какой заряд протечет по рамке, если ее сопротивление равно $R = 2$ Ом?

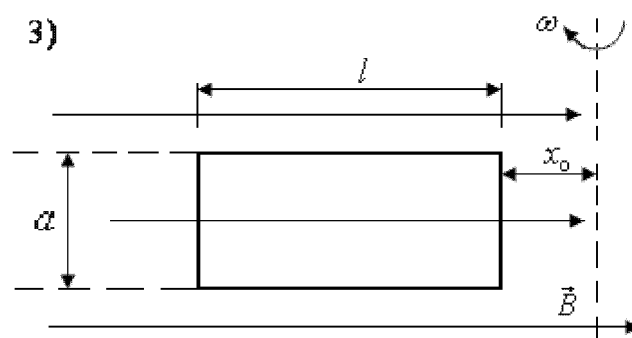
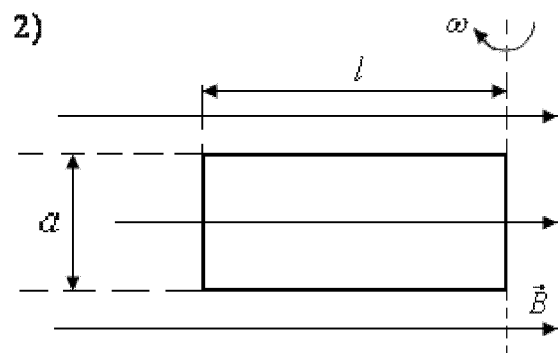
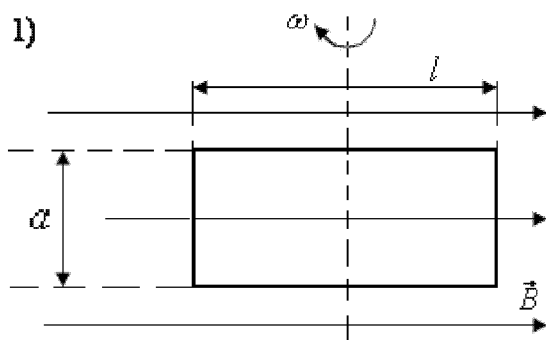
13.5. Рамка в задаче 13.1 имеет размеры $a = 5$ см, $b = 7$ см и $N = 100$ витков. Расстояние от нее до проводника с током $I = 20$ А равно $c = 9$ см. Рамку складывают вдвое, сгибая по линии, перпендикулярной к оси AB и проходящей через середину стороны b . Какой заряд протечет по рамке, если ее сопротивление равно $R = 2$ Ом?

13.6. Прямой проводник AC длиной $l = 0,2$ м и массой $m = 5 \cdot 10^{-3}$ кг подвешен горизонтально на двух невесомых нитях OA и $O'C$ в однородном магнитном поле. Магнитная индукция $B = 49$ мТл перпендикулярна к проводнику (см. рис). Какой силы и в каком направлении надо пропустить ток I через проводник, чтобы одна из нитей разорвалась, если нить разрывается при нагрузке, равной или превышающей $T = 39,2$ мН.



13.7. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл равномерно вращается рамка, содержащая $N = 1000$ витков. Площадь рамки $S = 0,015$ м². Рамка делает $n = 10$ об/с. Определить мгновенное значение ЭДС индукции $E_{инд}$, соответствующее повороту рамки на угол $\alpha = 30^\circ$.

13.8. Плоская прямоугольная рамка вращается с угловой скоростью ω в однородном магнитном поле, индукция которого равна B . Сторона рамки длиной l расположена вдоль линий магнитной индукции. Ось вращения, параллельная стороне a и перпендикулярная к линиям индукции, расположена так (см. рисунок), что: 1) делит сторону l пополам; 2) проходит вдоль одной из сторон; 3) отстоит на некотором расстоянии x_0 от рамки. Определить ЭДС индукции $E_{инд1}$, $E_{инд2}$, $E_{инд3}$ во всех трех случаях.

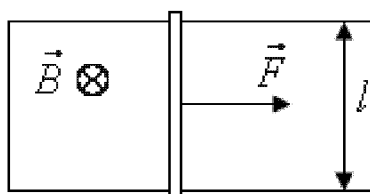


13.9. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл вокруг одного из своих концов вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с стержень длиной $l = 50$ см. Найти разность потенциалов между концами стержня. Магнитные силовые линии перпендикулярны к плоскости вращения.

13.10. Проволочный контур в форме равностороннего треугольника со стороной $l = 1$ м расположен в магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл так, что силовые линии поля перпендикулярны к плоскости контура. Определить изменение магнитного потока через контур, если, не меняя плоскости расположения, преобразовать его в квадрат.

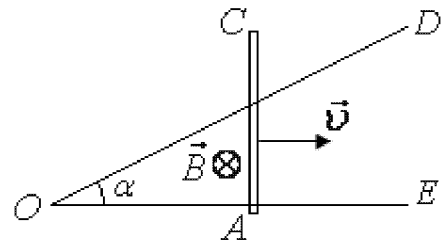
13.11. Лежащее на столе металлическое кольцо перевернули. Радиус кольца $r = 10$ см, его сопротивление $R = 2$ Ом. Какой величины заряд протек при этом через кольцо, если вертикальная составляющая магнитного поля Земли равна $B = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл?

13.12. Из проволоки сопротивлением $R = 20$ Ом и длиной $l = 0,5$ м сделали кольцо и поместили в магнитное поле, индукция которого меняется по закону $B = \alpha t$, где $\alpha = 10^{-4}$ Тл/с, t – время в секундах. Какая мощность выделяется в проволоке, если плоскость кольца перпендикулярна к линиям индукции магнитного поля?

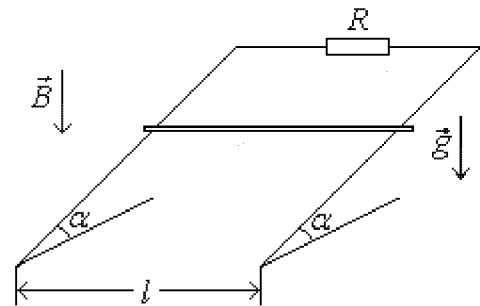


13.13. Длинный проводник согнут в виде буквы П. По параллельным сторонам проводника под действием постоянной силы \vec{F} скользит проводящая перемычка (см. рис.). Проводник находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , силовые линии которого направлены перпендикулярно к плоскости проводника. Длина перемычки равна l , ее сопротивление R . Пренебрегая сопротивлением проводника, определить максимальную скорость перемычки.

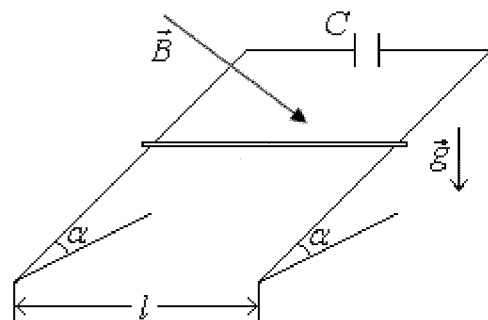
13.14. Металлический стержень AC , сопротивление единицы длины которого r , движется с постоянной скоростью \vec{v} , перпендикулярной к AC , замыкая два проводника OD и OE , образующие друг с другом угол α . Длина OE равна l , а AC перпендикулярна к OE (см. рис.). Вся система помещена в однородное постоянное магнитное поле с индукцией B , перпендикулярное к плоскости системы. Найти количество теплоты, которое выделится в цепи при движении стержня AC от точки O до точки E . Сопротивлением проводников OD и OE пренебречь.



13.15. По двум гладким параллельным проводящим стержням, образующим угол α с горизонтом, соскальзывает горизонтальная проводящая перемычка массой m и длиной l (см. рис.). В верхней части стержни замкнуты сопротивлением R . Вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией B , силовые линии которого направлены вертикально вниз. Определить силу тока в цепи и скорость установившегося движения перемычки. Сопротивлением стержней пренебречь.

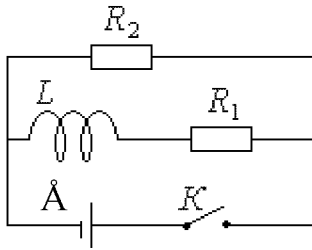


13.16. По двум параллельным проводящим стержням, образующим угол α с горизонтом, соскальзывает горизонтальная проводящая перемычка массой m и длиной l (см. рис.). В верхней части стержни замкнуты конденсатором емкостью C . Система находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , силовые линии которого направлены перпендикулярно к плоскости, в которой движется перемычка. Найти ускорение перемычки. Сопротивлением стержней и перемычки, а также трением пренебречь.



13.17. По катушке индуктивностью $L = 0,03$ Гн течет ток $I = 0,6$ А. При размыкании цепи сила тока изменяется практически до нуля за

$\Delta t = 10^{-3}$ с. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке.



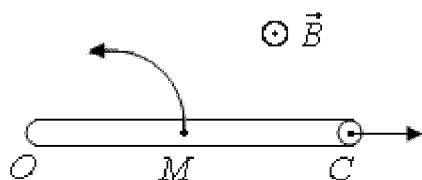
13.18. В электрической цепи (см. рис.) индуктивность катушки равна $L = 9$ мГн, сопротивления $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 25$ Ом. Первоначально ключ K замкнут и в цепи течет ток силой $I = 2$ А. Какое количество электричества будет индуцировано в катушке после размыкания цепи ключом K ? Внутренним сопротивлением источника и катушки пренебречь.

13.19. Соленоид с индуктивностью $L = 4$ мГн содержит $N = 60$ витков провода. Определить энергию магнитного поля внутри соленоида и магнитный поток, пронизывающий каждый из витков соленоида при силе тока в нем $I = 12$ А.

13.20. Тороид с железным немагнитным сердечником, длина которого по средней линии $l_1 = 1$ м, имеет воздушный зазор $l_2 = 3,14$ мм. По обмотке проходит ток, после выключения которого остаточная индукция в зазоре составляет 4,2 мТл. Определить напряженность H_1 магнитного поля в сердечнике, а также остаточную намагниченность j сердечника.

13.21. Обмотка тонкой тороидальной катушки с железным сердечником состоит из $N = 500$ витков. Средний радиус тора $r_0 = 8$ см. Найти индукцию магнитного поля внутри катушки, намагниченность и магнитную проницаемость сердечника, если силы тока в обмотке: 1) $I_1 = 0,5$ А; 2) $I_2 = 1,5$ А.

13.22. Две одинаковые тонкие тороидальные катушки (длина средней линии тора $l = 15$ см) с обмотками по $N = 150$ витков каждая имеют железные сердечники. Сердечник одной из катушек сплошной, в сердечнике второй катушки имеется поперечный воздушный зазор толщины $l' = 1$ мм. При какой силе тока I_2 в обмотке второй катушки индукция магнитного поля в ней будет такой же, как в первой катушке при силе тока $I_1 = 0,2$ А?



13.23. В однородном магнитном поле ($B = 0,02$ Тл) вокруг оси, параллельной линиям индукции, вращается тонкий

однородный стержень длины $l = 40$ см (см. рис.). Ось вращения перпендикулярна к стержню и проходит через один из его концов. Угловая скорость $\omega = 10$ с⁻¹. Найти разность потенциалов между осью вращения и серединой стержня, между серединой и свободным концом стержня.

13.24. Чугунное кольцо имеет воздушный зазор длиной $l_0 = 5$ мм. Длина l средней линии кольца равна 1 м. Сколько витков N содержит обмотка на кольце, если при силе тока $I = 4$ А индукция B магнитного поля в воздушном зазоре равна 0,5 Тл? Рассеянием магнитного потока в воздушном зазоре можно пренебречь. Явление гистерезиса не учитывать.

13.25. Определить индукцию B и напряженность H магнитного поля на оси тороида без сердечника, по обмотке которого, содержащей $N = 200$ витков, идет ток $I = 5$ А. Внешний диаметр d_1 тороида равен 30 см, внутренний $d_2 = 20$ см.

13.26. Соленоид без сердечника длиной $l = 0,8$ м и диаметром $D = 2$ см содержит $N = 800$ витков. Определите среднюю ЭДС самоиндукции $\langle E_c \rangle$ в соленоиде, если за время $\Delta t = 0,1$ с сила тока в нем равномерно возрастает от $I_1 = 1$ А до $I_2 = 5$ А.

13.27. Соленоид длиной 20 см и диаметром 4 см имеет плотную трехслойную обмотку из провода диаметром 0,1 мм. По обмотке соленоида течет ток 0,1 А. Определите: 1) напряженность; 2) индукцию поля в соленоиде; 3) магнитную проницаемость сердечника; 4) индуктивность соленоида; 5) энергию поля соленоида; 6) его объемную плотность энергии.

13.28. На соленоид (см. условие задачи 13.27) надето изолированное кольцо того же диаметра. Определите: 1) электродвижущую силу индукции в кольце; 2) электродвижущую силу самоиндукции в соленоиде, если за 0,01 с ток в его обмотке равномерно снижается до нуля.

13.29. катушка диаметром $d = 2$ см, содержащая один слой плотно прилегающих друг к другу $N = 500$ витков алюминиевого провода сечением $S = 1$ мм², помещена в магнитное поле. Ось катушки параллельна линиям индукции. Магнитная индукция поля равномерно изменяется со

скоростью 1 мТл/с . Определите тепловую мощность, выделяющуюся в катушке, если ее концы замкнуты накоротко. Удельное сопротивление алюминия $\rho = 26 \text{ нОм} \cdot \text{м}$.

13.30. Соленоид диаметром $d = 3 \text{ см}$ имеет однослойную обмотку из плотно прилегающих друг к другу витков алюминиевого провода ($\rho = 26 \text{ нОм} \cdot \text{м}$) диаметром $d_1 = 0,3 \text{ мм}$. По соленоиду течет ток $I_0 = 0,5 \text{ А}$. Определите количество электричества Q , протекающее по соленоиду, если его концы замкнуть.

13.31. Сверхпроводящий соленоид длиной $l = 10 \text{ см}$ и площадью поперечного сечения $S = 3 \text{ см}^2$, содержащий $N = 1000$ витков, может быть подключен к источнику ЭДС $E = 12 \text{ В}$. Определите силу тока через $0,01 \text{ с}$ после замыкания ключа.

13.32. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,02 \text{ Тл}$ равномерно вращается вокруг вертикальной оси горизонтальный стержень длиной $l = 0,5 \text{ м}$. Ось вращения проходит через конец стержня параллельно линиям магнитной индукции. Определите число оборотов в секунду, при котором на концах стержня возникает разность потенциалов $U = 0,1 \text{ В}$.

13.33. Катушку индуктивностью $L = 0,6 \text{ Гн}$ подключают к источнику тока. Определите сопротивление катушки, если за время $t = 3 \text{ с}$ сила тока через катушку достигает 80% предельного значения.

13.34. Соленоид без сердечника с однослойной обмоткой из проволоки диаметром $d = 0,5 \text{ мм}$ имеет длину $l = 0,4 \text{ м}$ и поперечное сечение $S = 50 \text{ см}^2$. Какой ток течет по обмотке при напряжении $U = 10 \text{ В}$, если за время $t = 0,5 \text{ мс}$ в обмотке выделяется количество теплоты, равное энергии поля внутри соленоида? Поле считайте однородным.

13.35. Тороид с воздушным сердечником содержит 20 витков на 1 см . Определите объемную плотность энергии в тороиде, если по его обмотке протекает ток 3 А .

13.36. Объемная плотность энергии магнитного поля внутри соленоида длиной 50 см и малого диаметра равна $0,7 \text{ Дж/м}^3$. Определите магнитодвижущую силу этого соленоида.

13.37 – 13.64. Обмотка тороида, имеющего ферромагнитный сердечник с узким вакуумным зазором шириной h_0 , содержит n витков на единицу длины тороида. Ширина зазора h_0 намного меньше среднего диаметра тороида d . При силе тока в обмотке тороида I индукция магнитного поля в зазоре равна B_0 , а относительная магнитная проницаемость сердечника – μ . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 13.1. Выполнить дополнительное задание.

Таблица 13.1

Условия к задачам 13.37 – 13.64

Номер задачи	d , см	h_0 , мм	n , 1/м	I , А	B_0 , Тл	μ	Объяснить зависимость
13.37	30	1	1000	1,68	1,1	?	$\mu = f(I)$
13.38				2,41	1,2	?	
13.39				3,1	1,3	?	
13.40				3,64	1,35	?	
13.41	40	2	1000	2,46	?	280	$B_0 = f(\mu)$
13.42					?	540	
13.43					?	710	
13.44					?	1140	
13.45	50	3	500	?	0,6	238	$B_0 = f(I)$
13.46				?	0,3	318	
13.47				?	0,4	290	
13.48				?	0,5	265	
13.49	30	1,5	?	3,0	1,30	1035	$B_0 = f(n)$
13.50			?		1,35	716	
13.51			?		1,25	1170	
13.52			?		1,20	1270	
13.53	50	?	850	1,5	0,56	2000	$B_0 = f(h_0)$
13.54		?			0,46		
13.55		?			0,63		
13.56		?			0,51		
13.57	?	3	1000	2,5	1,0	2650	$\mu = f(d)$
13.58	?				1,1	1750	
13.59	?				1,25	1120	
13.60	?				1,4	650	
13.61	45	1,8	1350	2,0	1,2	?	$\mu = f(n)$
13.62			860		1,0	?	
13.63			630		0,8	?	
13.64			430		0,6	?	

13.65 – 13.92. В магнитное поле, индукция которого B , вращается стержень длиной l с постоянной угловой скоростью ω . Ось проходит через конец стержня и составляет с силовыми линиями магнитного поля угол α . При этом на концах стержня возникает ЭДС индукции, равная E . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 13.2.

Таблица 13.2

Условия к задачам 13.65 – 13.92

Номер задачи	B , Тл	l , см	ω , рад/с	α , град	E , В
13.65	?	12	20	30	$2,5 \cdot 10^{-3}$
13.66	0,05	?	32	60	$3,6 \cdot 10^{-2}$
13.67	0,2	25	?	45	$1,77 \cdot 10^{-1}$
13.68	0,34	42	16	?	$2,4 \cdot 10^{-1}$
13.69	0,08	30	45	60	?
13.70	?	18	22	30	$3,4 \cdot 10^{-2}$
13.71	0,4	?	50	45	$2,83 \cdot 10^{-1}$
13.72	0,02	10	?	60	$1,5 \cdot 10^{-3}$
13.73	0,15	40	35	?	$2,97 \cdot 10^{-1}$
13.74	0,5	24	60	45	?
13.75	?	36	40	30	$8,98 \cdot 10^{-1}$
13.76	0,04	?	28	60	$1,75 \cdot 10^{-2}$
13.77	0,26	16	?	30	$1,44 \cdot 10^{-1}$
13.78	0,6	28	62	?	$7,29 \cdot 10^{-1}$
13.79	0,1	50	24	60	?
13.80	?	35	15	45	$1,3 \cdot 10^{-1}$
13.81	0,03	?	25	60	$1,875 \cdot 10^{-3}$
13.82	0,45	8	?	30	$7,48 \cdot 10^{-2}$
13.83	0,24	32	50	?	$4,34 \cdot 10^{-1}$
13.84	0,35	22	36	45	?
13.85	?	40	18	30	$6,235 \cdot 10^{-1}$
13.86	0,07	?	65	60	$2,56 \cdot 10^{-2}$
13.87	0,12	14	?	45	$4,16 \cdot 10^{-2}$
13.88	0,32	27	43	?	$4,34 \cdot 10^{-1}$
13.89	0,48	33	52	60	?
13.90	?	28	30	45	$2,5 \cdot 10^{-1}$
13.91	0,56	?	55	60	$6,93 \cdot 10^{-1}$
13.92	0,06	50	?	30	$1,3 \cdot 10^{-1}$

13.93 – 13.120. В однородном магнитном поле, индукция которого B , равномерно вращается рамка площадью S с угловой скоростью ω . Ось вращения находится в плоскости рамки и составляет угол α с направлением силовых линий магнитного поля. Найти максимальную ЭДС индукции E_{\max} во вращающейся рамке согласно номеру задачи в табл. 13.3. Проследить, как зависит E_{\max} от изменяющегося параметра.

Таблица 13.3

Условия к задачам 13.93 – 13.120

Номер задачи	B , Тл	S , см ²	ω , рад/с	α , град	Объяснить зависимость
13.93	0,05	35	60	30	$E_{\max} = f(\alpha)$
13.94				60	
13.95				90	
13.96				120	
13.97	0,3	4	10	45	$E_{\max} = f(\omega)$
13.98			20		
13.99			30		
13.100			40		
13.101	0,5	10	80	30	$E_{\max} = f(S)$
13.102		20			
13.103		30			
13.104		40			
13.105	0,05	25	6	150	$E_{\max} = f(B)$
13.106	0,10				
13.107	0,15				
13.108	0,20				
13.109	0,4	16	120	90	$E_{\max} = f(\alpha)$
13.110				120	
13.111				135	
13.112				150	
13.113	0,75	8	50	60	$E_{\max} = f(\omega)$
13.114			100		
13.115			150		
13.116			200		
13.117	0,2	12	15	120	$E_{\max} = f(B)$
13.118	0,4				
13.119	0,6				
13.120	0,6				

13.121 – 13.148. В однородном магнитном поле, индукция которого B , равномерно с частотой ν вращается рамка, содержащая N витков, плотно прилегающих друг к другу. Площадь рамки равна S , ось вращения перпендикулярна к линиям индукции. Мгновенное значение ЭДС индукции в момент времени t равно E_i . Найти неизвестную величину согласно номеру задачи в табл. 13.4.

Таблица 13.4

Условия к задачам 13.121 – 13.148

Номер задачи	B , Тл	ν , Гц	N	S , см ²	E_i , В	t , с
13.121	?	27,77	900	40	108,8	0,15
13.122	0,3	20,5	1000	12	?	0,25
13.123	0,08	5	?	30	4,52	10,05
13.124	0,4	36,44	750	?	68,68	1,1
13.125	0,2	5	800	26	?	0,05
13.126	0,5	37	900	22	230	?
13.127	?	25	1100	15	54,97	4,005
13.128	0,75	11	?	30	130,63	2,02
13.129	0,6	16,75	?	18	64,3	1,5
13.130	0,1	42,5	1200	?	34	0,05
13.131	0,05	22,11	860	24	?	1,5
13.132	0,4	19,3	480	32	37,25	?
13.133	?	30,3	800	16	147,7	0,55
13.134	0,32	25	920	20	?	1,005
13.135	0,28	6,25	?	40	43,98	6,04
13.136	0,12	9,05	600	?	12,28	5
13.137	0,46	5,5	500	48	?	2,75
13.138	0,6	16,5	300	14	22,62	?
13.139	?	25	720	28	126,67	3,01
13.140	0,09	6	400	?	3,838	5,042
13.141	0,42	12,11	?	45	62,27	1,5
13.142	0,55	18,1	950	?	142,61	2,5
13.143	0,3	28,2	800	16	?	1,25
13.144	0,16	4,021	1200	36	8,73	?
13.145	?	12,5	750	18	37,48	2,01
13.146	0,64	10	500	34	?	2,025
13.147	0,5	26,1	?	25	164	2,5
13.148	0,4	15,25	850	?	57,58	0,5

13.149 – 13.176. Однослойная обмотка длинного соленоида индуктивностью L изготовлена из N плотно прилегающих друг к другу витков проволоки диаметром d , намотанной на цилиндрический каркас диаметром D . Когда по обмотке проходит ток, равный I , относительная магнитная проницаемость материала сердечника становится равной μ , а объемная плотность энергии магнитного поля, сосредоточенного внутри соленоида, – ω . Найти неизвестные величины согласно номеру задачи в табл. 13.5.

Таблица 13.5

Условия к задачам 13.149 – 13.176

Номер задачи	L , Гн	N	d , мм	D , см	I , А	μ	ω , Дж/м ³
13.149	?	700	?	3,6	0,1	2300	$2,83 \cdot 10^{-4}$
13.150	$7,9 \cdot 10^{-5}$?	0,4	5,2	?	3500	$1,5 \cdot 10^{-2}$
13.151	?	2500	0,85	6,5	0,7	600	?
13.152	$6,2 \cdot 10^{-5}$?	0,07	4,4	0,45	?	0,155
13.153	?	1000	0,15	6,0	?	3300	0,415
13.154	$3,95 \cdot 10^{-5}$?	?	2,5	0,75	4200	0,116
13.155	$8,76 \cdot 10^{-6}$	500	?	?	0,3	1000	$8,13 \cdot 10^{-4}$
13.156	?	750	0,5	5,0	0,09	?	$1,72 \cdot 10^{-4}$
13.157	$5,76 \cdot 10^{-6}$?	0,8	3,5	0,4	950	?
13.158	$4 \cdot 10^{-5}$	460	?	4,6	?	3000	$1,9 \cdot 10^{-2}$
13.159	$2,42 \cdot 10^{-5}$	550	0,45	?	0,2	?	$1,92 \cdot 10^{-3}$
13.160	$1,4 \cdot 10^{-5}$	300	0,1	2,2	0,65	?	?
13.161	$4,1 \cdot 10^{-5}$	600	0,2	?	?	2700	$3,66 \cdot 10^{-2}$
13.162	?	850	?	4,2	0,15	1500	$1,49 \cdot 10^{-4}$
13.163	$4,23 \cdot 10^{-6}$?	0,65	3,0	0,5	800	?
13.164	$3,4 \cdot 10^{-5}$	320	?	5,4	0,9	?	$4,7 \cdot 10^{-2}$
13.165	?	950	0,3	3,8	0,07	2000	?
13.166	$2,2 \cdot 10^{-4}$	360	0,09	4,5	?	?	1,2
13.167	$7 \cdot 10^{-6}$?	0,55	2,4	0,85	?	$2,43 \cdot 10^{-2}$
13.168	$1,38 \cdot 10^{-4}$	800	?	5,6	0,12	950	?
13.169	?	900	0,75	4,0	?	700	$1,78 \cdot 10^{-4}$
13.170	$1,36 \cdot 10^{-4}$?	?	6,6	0,8	1100	$7,78 \cdot 10^{-2}$
13.171	$1,77 \cdot 10^{-5}$	450	0,25	?	0,55	?	$3,85 \cdot 10^{-2}$
13.172	$5,6 \cdot 10^{-5}$	1100	0,6	?	0,06	1400	?
13.173	$8,4 \cdot 10^{-6}$?	0,35	3,2	?	1650	$1,2 \cdot 10^{-2}$
13.174	$2,9 \cdot 10^{-5}$	830	?	?	0,25	2500	$1,08 \cdot 10^{-3}$
13.175	?	400	0,7	5,3	0,6	?	$3 \cdot 10^{-3}$
13.176	$4,77 \cdot 10^{-5}$	650	0,08	2,6	0,35	?	?

13.177 – 13.204. Катушка имеет сопротивление R и индуктивность L . Сила тока в катушке равна i_0 . Через время t после выключения сила тока в катушке становится равной i . Найти неизвестную величину и выполнить дополнительное задание согласно номеру задачи в табл. 13.6.

Таблица 13.6

Условия к задачам 13.177 – 13.204

Номер задачи	R , Ом	L , Гн	i_0 , А	i , А	t , с	Проанализировать зависимость
13.177	?	0,133	i_0	$0,5i_0$	$4 \cdot 10^{-3}$	$i = f(t)$ $i_0, R, L - \text{const}$
13.178	30	?	i_0	$0,2i_0$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	
13.179	12	0,036	?	0,1	$5,37 \cdot 10^{-3}$	
13.180	25	0,75	0,5	?	$2,08 \cdot 10^{-2}$	
13.181	11,1	0,032	i_0	$0,25i_0$?	$i = f(R)$ $i_0, L, t - \text{const}$
13.182	?	0,04	i_0	$0,1i_0$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	
13.183	120	?	i_0	$0,4i_0$	$9,16 \cdot 10^{-4}$	
13.184	230	0,115	?	0,2	$8,05 \cdot 10^{-4}$	
13.185	180	0,09	0,8	?	$6,93 \cdot 10^{-4}$	$i = f(L)$ $i_0, R, t - \text{const}$
13.186	138,6	0,1	i_0	$0,5i_0$?	
13.187	?	0,16	i_0	$0,25i_0$	$2,77 \cdot 10^{-3}$	
13.188	35	?	i_0	$0,4i_0$	$1,83 \cdot 10^{-2}$	
13.189	90	0,27	?	0,125	$4,16 \cdot 10^{-3}$	$\frac{i}{i_0} = f(t)$
13.190	146	0,073	0,6	?	$8,95 \cdot 10^{-4}$	
13.191	28	0,252	i_0	$0,2i_0$?	
13.192	?	0,24	i_0	$0,1i_0$	$6,9 \cdot 10^{-3}$	
13.193	180	?	i_0	$0,25i_0$	$9,7 \cdot 10^{-4}$	$\frac{i}{i_0} = f(R)$
13.194	110,9	0,84	?	0,05	$1,05 \cdot 10^{-2}$	
13.195	72	0,144	0,1	?	$3,22 \cdot 10^{-3}$	
13.196	45,8	0,15	i_0	$0,4i_0$?	
13.197	?	0,45	i_0	$0,5i_0$	$2,08 \cdot 10^{-3}$	$\frac{i}{i_0} = f(L)$
13.198	96,6	?	i_0	$0,2i_0$	$8 \cdot 10^{-4}$	
13.199	85	0,34	?	0,14	$6,44 \cdot 10^{-3}$	
13.200	35,8	0,26	0,12	?	$1,3 \cdot 10^{-2}$	
13.201	104	0,2	i_0	$0,125i_0$?	$\frac{i}{i_0} = f(t)$
13.202	?	0,024	i_0	$0,1i_0$	$9,2 \cdot 10^{-4}$	
13.203	183,2	?	i_0	$0,4i_0$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	
13.204	62	0,31	?	0,15	$1,04 \cdot 10^{-2}$	

