

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Агафонов Александр Викторович

Должность: директор филиала

Дата подписания: 18.06.2025 22:54:16

Уникальный программный ключ:

2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab06

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

**УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала**

А.В. Агафонов

« 26 » мая 2022г.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению расчетно-графических работ №2
по дисциплине
«Физика»**

Направление
подготовки

**13.03.02 «Электроэнергетика и
электротехника»**

**(код и наименование направления
подготовки)**

Направленность
подготовки

«Электроснабжение»

(наименование профиля подготовки)

Квалификация
выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная и заочная

Чебоксары, 2022

Методические указания разработаны
в соответствии с требованиями ФГОС ВО по
направлению подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Автор Самсонов Алексей Михайлович, ст.преподаватель кафедры Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)

Методические рекомендации одобрены на заседании кафедры Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

(протокол № 10 от 14.05.2022 г.).

1. Цель расчетно-графической работы - выявить знания студентов основ физики, производить расчеты, привить обучающимся навыки самостоятельной работы с применением математических методов.

В ходе выполнения расчетно-графической работы обучающийся должен проявить умение самостоятельно работать с учебной литературой, применять теоретические знания для решения задач и анализа конкретных данных.

Расчетно-графическая работа должна быть выполнена и представлена в срок, установленный графиком учебного процесса.

Выполнение расчетно-графической работы включает следующие этапы:

- ознакомление с программой дисциплины «Физика», методическими рекомендациями по выполнению расчетно-графической работы;
- проработка соответствующих разделов физики: «Электричество и магнетизм» по рекомендованной учебной литературе, конспектам лекций;
- выполнение расчетов с применением освоенных методов.

Завершенная работа представляется для проверки на кафедру преподавателю в установленные учебным графиком сроки. Срок проверки не более 5-7 дней. Преподаватель проверяет качество работы, отмечает положительные стороны, недостатки работы и оценивает ее. Обучающиеся, не подготовившие расчетно-графическую работу, к зачету и экзамену не допускаются.

2. Выбор варианта и структура расчетно-графической работы

Задания для расчетно-графических работ составляются преподавателем, который ведет данную дисциплину, и утверждаются кафедрой.

Номер варианта расчетно-графической работы выбирается обучающимся по последней цифре в шифре номера зачетной книжки. Так, например, если последняя цифра шифра 1, то обучающийся выполняет расчетно-графическую работу по варианту № 1.

По этому номеру и по таблице вариантов (таблицы 1 и 2) находятся задачи, которые должен решить студент.

Таблица 1

Задачи	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310
2	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
3	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
4	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
5	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350
6	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
7	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370
8	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380

Таблица 2

Задачи	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410
2	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
3	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430
4	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440
5	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450
6	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460
7	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470
8	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480

Например, если номер зачетной книжки 803681 и по учебному плану необходимо выполнить две контрольные работы, то по таблицам 1 и 2 находим номера задач, которые нужно решить:

– 301, 311, 321, 331, 341, 351, 361, 371;

– 401, 411, 441, 431, 441, 451, 461, 471.

Задания выполняются в течение 2-го семестра.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо придерживаться следующей структуры:

- титульный лист;
- введение;
- расчетная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей расчетно-графической работы. Образец его оформления приведен в Приложении.

Во введении содержатся общие сведения о выполненной работе (0,5-1 с).

В расчетной части обучающийся должен показать умение применять математические методы расчетов, рассчитывать необходимые данные, делать на их основе аргументированные выводы.

Условия задач в расчетной части должны быть приведены полностью. Решение задач следует сопровождать развернутыми расчетами, ссылками на математические формулы, анализом и выводами. Задачи, в которых даны только ответы без промежуточных вычислений, считаются нерешенными.

Следует обратить особое внимание на выводы, которые должны быть обоснованными, подтверждаться предварительным анализом цифрового материала.

В заключении расчетно-графической работы (1 с.) в краткой форме резюмируются результаты работы.

После заключения приводится список литературы, включающий только те

источники, которые были использованы при выполнении расчетно-графической работы и на которые имеются ссылки в тексте работы.

При описании литературных источников необходимо указать:

- фамилии и инициалы авторов;
- название книги, сборника, статьи;
- место издания;
- издательство;
- год издания;
- количество страниц или конкретные страницы (последние в случае ссылки на статью или статистический сборник).

Стандартный формат описания источников приведен в списке литературы.

3. Требования к оформлению расчетно-графической работы

При оформлении расчетно-графической работы необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Объем работы - 5-10 страниц текста на стандартных листах формата А4, набранных на компьютере с использованием текстового редактора или вручную (письменно), табличного процессора или других программных средств (размер шрифта - 14 пунктов, интервал - 1,5).
2. Страницы должны быть пронумерованы и иметь поля слева и справа не менее 25 мм для замечаний преподавателя-консультанта.
3. В тексте не должно быть сокращений слов, кроме общепринятых.
4. Все промежуточные данные проводимых расчетов и результаты следует представлять в явном виде.
5. Все таблицы должны иметь сквозную нумерацию. Приведенные в работе иллюстрации (графики, диаграммы) должны иметь подрисовочные надписи.
6. Описание литературных источников выполняется в соответствии со стандартными требованиями, приведенными в предыдущем разделе.

4. Задания и методические указания для выполнения расчетно-графической работы студентами очной формы обучения

Электростатическое поле и его характеристики: Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Поле диполя. Энергетическая характеристика электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности.

Теорема Гаусса для электростатического поля: Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме и ее применение для расчета электрических полей. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.

Электрическое поле в веществе: Типы диэлектриков и их поляризация. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Условия на границе двух диэлектриков. Сегнетоэлектрики. Проводник в электростатическом поле. Электростатическая индукция. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Пондеромоторная сила. Энергия системы неподвижных точечных зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля.

Постоянный электрический ток: Электрический ток, сила и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС) и напряжение. Сопротивление проводников. Сверхпроводимость. Закон Ома для однородного и неоднородного участка цепи. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.

Электрические токи в металлах, вакууме и газах: Элементарная классическая теория электропроводности металлов. Работа выхода электронов из металла. Эмиссионные явления: термоэлектронная, фотоэлектронная, вторично-электронная, автоэлектронная эмиссии. Ионизация газов. Несамостоятельный и самостоятельный газовые разряды. Типы самостоятельного разряда. Плазма и ее свойства. Полупроводники.

Магнитное поле в вакууме: Магнитное поле и его характеристики. Магнитная постоянная. Единицы магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Магнитное поле движущегося заряда. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Ускорители заряженных частиц. Эффект Холла. Циркуляция вектора индукции магнитного поля в вакууме. Магнитные поля соленоида и тороида. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для поля $\mathbf{B}$. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

Электромагнитная индукция: Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Вращение рамки в магнитном поле. Вихревые токи. Индуктивность контура. Самоиндукция. Токи при замыкании и размыкании цепи. Взаимная индукция. Трансформаторы. Энергия магнитного поля.

Магнитное поле в веществе: Магнитные моменты электронов и атомов. Диа- и парамагнетизм. Намагниченность. Магнитная восприимчивость и проницаемость среды. Магнитное поле в веществе. Условия на границе раздела двух магнетиков. Ферромагнетики. Природа ферромагнетизма.

Основы теории Максвелла для электромагнитного поля: Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной формах.

Материальные уравнения. Принцип относительности в электродинамике.

Электромагнитные колебания: Свободные гармонические колебания в колебательном контуре. Формула Томсона. Свободные затухающие колебания в колебательном контуре. Дифференциальное уравнение вынужденных электромагнитных колебаний.

Переменный электрический ток: Квазистационарные токи. Переменный ток. Активное, реактивное и полное сопротивление. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Работа и мощность переменного тока. Действующее (эффективное) значения тока и напряжения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются по таблицам вариантов.

2. Контрольные работы надо выполнять в школьной тетради, на обложке которой привести следующие сведения: номер контрольной работы, наименование дисциплины, специальность, курс и форму обучения, учебный шифр, фамилия и инициалы студента, а также фамилия ведущего преподавателя.

3. Условия задач в контрольной работе надо переписать полностью без сокращений. Каждую задачу необходимо начинать с новой страницы.

4. В конце контрольной работы следует указать учебники или учебные пособия, которые использовались студентом при решении задач.

5. Контрольную работу на проверку следует сдать в деканаты своих факультетов до начала экзаменационной сессии.

6. Если контрольная работа при проверке не зачтена, студент обязан исправить неверные решения и представить исправленную работу на повторную проверку непосредственно преподавателю. Исправления необходимо сделать в той же тетради.

7. Студент должен быть готов во время зачета или экзамена дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.

8. Решения задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями; в тех случаях, когда это, возможно, сделать схематический чертеж или рисунок, поясняющий содержание задачи.

9. Решать задачу необходимо в общем, виде, т.е. выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задач. При таком способе решения не производится вычисления промежуточных величин.

10. После получения сложной расчетной формулы для проверки правильности ее следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин обозначения единиц этих величин, произвести с ним необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица

соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена неверно.

11. Числовые значения величин при подставке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах СИ. В виде исключения допускает выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющие одинаковые степени.

12. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записать $3,52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1,29 \cdot 10^{-3}$ и т. п.

13. Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.

Задачи

301. Сила гравитационного притяжения двух водяных капель уравнивается кулоновской силой отталкивания. Определить заряд капель, если их радиус 0,1 м; плотность воды 1 г/см³.

302. Два заряда величиной 0,5 и 2 нКл находятся на расстоянии $r = 10$ см. На каком расстоянии от первого заряда надо поместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны первых двух зарядов уравнивали друг друга?

303. В вершинах квадрата помещены заряды по 10 нКл. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центре квадрата, чтобы вся система находилась в равновесии?

304. В вершинах равностороннего треугольника находятся одинаковые заряды $q = 2$ нКл. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центр треугольника, чтобы система находилась в равновесии?

305. Два одинаковых заряда величиной 0,4 нКл находятся на расстоянии 2 см. Какой заряд и где надо поместить, чтобы система находилась в равновесии?

306. Определить расстояние r_2 , между двумя одинаковыми зарядами, находящимися в масле с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 3$, если сила взаимодействия между ними такая же, как в вакууме на расстоянии $r_1 = 30$ см.

307. Расстояние между двумя точечными зарядами $q_1 = 1$ мкКл и $q_2 = -1$ мкКл равно 10 см. Определить силу F , действующую на заряд $q = 0,1$ мкКл, удаленный на 6 см от первого и на 8 см от второго зарядов.

308. Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются в керосин плотностью 0,8 г/см³. какова должна быть

плотность материалов шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и керосине был один и тот же? Диэлектрическая проницаемость керосина .

309. В центр квадрата, в каждой вершине которого находится заряд $q = 2,33$ нКл, помещен отрицательный заряд q_0 . Найти этот заряд, если на каждый заряд q действует результирующая сила $F = 0$.

310. Два шарика одинакового радиуса и массы подвешены на нитях одинаковой длины так, что их поверхности соприкасаются. Какой заряд q нужно сообщить шарикам, чтобы сила натяжения нитей стала равной $T = 98$ мН? Расстояние от центра шарика до точки подвеса $l = 10$ см; масса каждого шарика $m = 5$ г.

311. Заряды по $q = 10$ нКл расположены на расстоянии 6 см друг от друга. Найти напряженность поля и потенциал в точке, удаленной на 5 см от каждого заряда.

312. Два заряда, один из которых по модулю в 4 раза больше другого, расположены на расстоянии r друг от друга. В какой точке пространства а) напряженность поля равна нулю? б) потенциал равен нулю? Заряды считать разноименными.

313. В вершинах равностороннего треугольника со стороной $a = 5$ см находятся заряды $+q$, $+q$ и $-q$. Найти напряженность поля E и потенциал φ в центре треугольника, если $q = 5$ нКл.

314. Найти напряженность поля E и потенциал φ в центре квадрата со стороной $a = 16$ см, если в его вершинах находятся одинаковые положительные заряды $q = 2$ нКл.

315. Два шарика массой по 2 мг подвешены в общей точке на нитях длиной 0,5 м. Шарикам сообщили заряд и нити разошлись, образовав угол 90° . Определить напряженность и потенциал поля в точке подвеса шариков.

316. Два одинаковых заряда находятся в воздухе на расстоянии 0,1 м друг от друга. Напряженность поля в точке, удаленной на расстояние 6 см от одного и 8 см от другого зарядов, равна 10 кВ/м. Определить потенциал поля в этой точке и значения зарядов.

317. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = -20$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определить напряженность E и потенциал φ поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1 = 30$ см и от второго на $r_2 = 40$ см.

318. Расстояние d между двумя точечными положительными зарядами $q_1 = 9q$ и $q_2 = 9q$ равно 8 см. На каком расстоянии r от первого заряда находится точка, в которой напряженность E поля зарядов равна нулю? Чему равен потенциал φ поля в этой точке.

319. Расстояние d между зарядами $q = \pm 2$ нКл равно 20 см. Определить напряженность E и потенциал φ поля, созданного этими зарядами в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 15$ см от первого и $r_2 = 10$ см от второго зарядов.

320. В вершинах правильного шестиугольника расположены три отрицательных и три положительных заряда. Найти напряженность E и потенциал φ электрического поля в центре шестиугольника при различных комбинациях в расположении этих зарядов. Каждый заряд $q = 1,5$ нКл; сторона шестиугольника $a = 3$ см.

321. Кольцо радиусом $r = 10$ см из тонкой проволоки равномерно заряжено с линейной плотностью $\lambda = 10$ нКл/м. Определить напряженность поля на оси, проходящей через центр кольца в точке A , удаленной на расстояние $a = 20$ см от центра кольца.

322. Шар радиусом $R = 10$ см заряжен равномерно с объемной плотностью $\rho = 5$ нКл/м³. Определить напряженность электростатического поля: 1) на расстоянии $r_1 = 2$ см от центра шара; 2) на расстоянии $r_2 = 12$ см от центра шара. Постройте зависимость $E(r)$.

323. Внутренний цилиндрический проводник длинного прямолинейного коаксиального провода радиусом $R_1 = 1,5$ мм заряжен с линейной плотностью $\lambda_1 = 0,20$ нКл/м. Внешний цилиндрический проводник этого провода радиусом $R_2 = 3$ мм заряжен с линейной плотностью $\lambda_2 = -0,15$ нКл/м. Пространство между проводниками заполнено резиной ($\epsilon = 3$). Определить напряженность электростатического поля в точках, лежащих от оси провода на расстояниях: 1) $r_1 = 1$ мм; 2) $r_1 = 2$ мм; 3) $r_1 = 5$ мм.

324. Две концентрические металлические заряженные сферы с радиусами $R_1 = 6$ см и $R_2 = 10$ см несут соответственно заряды $Q_1 = 1$ нКл $Q_2 = -0,5$ нКл. Найти напряженность E поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях $r_1 = 5$ см; $r_2 = 9$ см; $r_3 = 15$ см. Построить график зависимости $E(r)$.

325. Построить на одном графике кривые зависимости напряженности E электрического поля от расстояния r в интервале $1 \leq r \leq 5$ см через каждый 1 см, если поле образовано: 1) точечным зарядом $q = 33,3$ нКл; 2) бесконечно длинной заряженной нитью с линейной плотностью заряда $\lambda = 1,67$ мкКл/м; 3) бесконечно протяженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда 25 мкКл/м².

326. Электростатическое поле создается двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными равномерно разноименными зарядами с поверхностной плотностью $\sigma_1 = 1$ нКл/м² и $\sigma_2 = -2$ нКл/м². Определить напряженность электростатического поля: 1) между плоскостями; 2) за пределами плоскостей. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной плоскостям.

327. Шар радиусом $R = 10$ см заряжен равномерно зарядом $Q = 41,9$

пКл. Определите напряженность электростатического поля: 1) на расстоянии $r_1 = 5$ см от центра шара; 2) на расстоянии $r_2 = 15$ см от центра шара. Постройте зависимость $E(r)$.

328. На металлической сфере $R = 10$ см находится заряд $Q = 1$ нКл. Определить напряженность E электростатического поля в следующих точках: 1) на расстоянии $r_1 = 8$ см от центра сферы; 2) на поверхности ее; 3) на расстоянии $r_2 = 15$ см от центра сферы. Построить зависимость $E(r)$.

329. Две длинные тонкостенные коаксиальные трубки с радиусами $R_1 = 2$ см и $R_2 = 4$ см несут заряды, равномерно распределенные по длине с линейными плотностями $\lambda_1 = 1$ нКл/м $\lambda_2 = -0,5$ нКл/м. пространство между трубками заполнено эбонитом. Определить напряженность поля в точках, находящихся на расстояниях $r_1 = 1$ см; $r_2 = 3$ см; $r_3 = 5$ см. Построить график зависимости $E(r)$.

330. Бесконечно длинная тонкостенная металлическая трубка с радиусом $R = 2$ см несет равномерно распределенный по поверхности заряд (1 нКл/м²). Определить напряженность E поля в точках, отстоящих от оси трубки на расстояниях $r_1 = 1$ см; $r_2 = 3$ см. Построить график зависимости $E(r)$.

331. Электростатическое поле создается сферой радиусом $R = 4$ см, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 1$ нКл/м². Определите разность потенциалов между двумя точками поля, лежащими на расстояниях $r_1 = 6$ см до $r_2 = 10$ см.

332. Определите линейную плотность бесконечно длинной заряженной нити, если работа сил поля по перемещению заряда $q = 1$ нКл с расстояния $r_1 = 10$ см до $r_2 = 5$ см в направлении, перпендикулярном нити, равна $0,1$ мДж.

333. Найти потенциал φ точки поля, находящейся на расстоянии $r = 10$ см от центра заряженного шара радиусом $R = 1$ см. Задачу решить, если:

1) задана поверхностная плотность заряда на шаре $\sigma = 0,1$ мкКл/м²; 2) задан потенциал шара $\varphi_0 = 300$ В.

334. Около заряженной бесконечно протяженной плоскости находится точечный заряд $q = 0,66$ нКл. Заряд перемещается по линии напряженности поля на расстояние $a = 2$ см; при этом совершается работа $A = 5$ мкДж. Найти поверхностную плотность заряда σ на плоскости.

335. Электростатическое поле создается бесконечной плоскостью, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 1$ нКл/м². Определите разность потенциалов между двумя точками этого поля, на расстоянии $r_1 = 20$ см и $r_2 = 50$ см от плоскости.

336. Электростатическое поле создается сферой радиусом $R = 5$ см,

равномерно заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 1 \text{ нКл/м}^2$. Определите разность потенциалов между двумя точками поля, лежащими на расстояниях $r_1 = 10 \text{ см}$ до $r_2 = 15 \text{ см}$.

337. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d = 0,5 \text{ см}$ друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 0,2 \text{ мКл/м}^2$ и $\sigma_2 = 0,3 \text{ мКл/м}^2$. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

338. Электростатическое поле создано бесконечно равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 2 \text{ мКл/м}^2$. В этом поле вдоль прямой, составляющей угол $\alpha = 60^\circ$ с плоскостью, из точки 1 в точку 2, расстояние l между которыми равно 20 см , перемещается точечный электрический заряд $Q = 10 \text{ нКл}$. Определить работу A сил поля по перемещению заряда.

339. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d = 1 \text{ см}$ друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 0,2 \text{ мКл/м}^2$ и $\sigma_2 = 0,5 \text{ мКл/м}^2$. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

340. На отрезке тонкого прямого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\lambda = 10 \text{ нКл/м}$. Вычислить потенциал φ , создаваемый этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца отрезка на расстояние, равное длине этого отрезка.

341. Конденсатор с парафиновым диэлектриком $\epsilon = 2$ заряжен до разности потенциалов 150 В . Напряженность поля 600 кВ/м , площадь пластин 6 см^2 . Определить емкость конденсатора и поверхностную плотность заряда на обкладках.

342. Вычислить емкость батареи, состоящей из трех конденсаторов емкостью по 1 мкФ каждый, при всех возможных случаях их соединений. В каком случае будет максимальна энергия, запасаемая батареей?

343. Заряд на каждом из двух последовательно соединенных конденсаторов емкостью 18 и 10 пФ равен $0,09 \text{ нКл}$. Определить напряжение: а) на батарее конденсаторов; б) на каждом конденсаторе.

344. Два конденсатора одинаковой емкости по 3 мкФ заряжены один до напряжения 100 В , а другой до 200 В . Определить напряжение между обкладками конденсаторов, если их соединить параллельно: а) одноименно; б) разноименно заряженными обкладками.

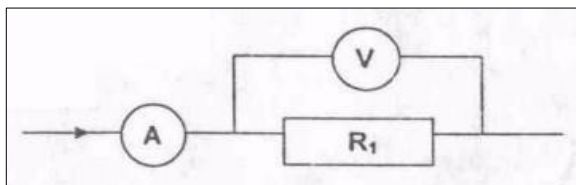
345. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 300 В . Площадь пластин 2 см^2 , напряженность поля в зазоре между ними 300 кВ/м . Определить поверхностную плотность заряда на пластинах, емкость и энергию конденсатора.

346. Площадь пластин плоского слюдяного конденсатора $S = 2 \text{ см}^2$, зазор между ними 3 мм. При разряде конденсатора выделилась энергия 1 мкДж. До какой разности потенциалов был заряжен конденсатор?

347. Энергия плоского воздушного конденсатора 0,4 нДж, напряжение на обкладках 600 В, площадь пластин 1 см^2 . Определить расстояние между обкладками и напряженность поля.

348. Расстояние между пластинами плоского воздушного конденсатора, присоединенного к источнику с ЭДС 12 В увеличивают от 1 до 2 см. Площадь пластин конденсатора 100 см^2 . Определить работу по раздвиганию пластин в случае, когда конденсатор перед раздвиганием пластин отключен от источника.

349. Три конденсатора емкостями 1, 2 и 3 мкФ соединены последовательно и присоединены к источнику напряжения с разностью потенциалов 220 В. Каковы заряд и напряжение на каждом конденсаторе?



350. Конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом 10 см, разделенных, диэлектриком ($\epsilon = 7$)

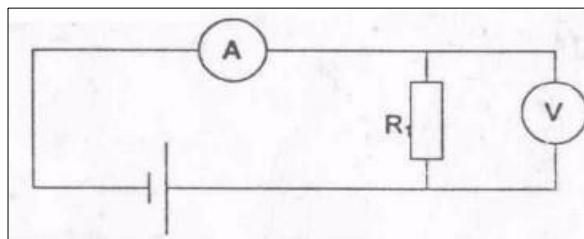
толщиной 0,5 мм, разность потенциалов между обкладками 120 В.

Определить заряд на пластинах и энергию конденсатора

351. Определить сопротивление R_V (рис. 5) если амперметр показывает ток 5 А, а вольтметр – напряжение $U = 100 \text{ В}$. Внутреннее сопротивление вольтметра $R_{\text{в}} = 2500 \text{ Ом}$. Какова ошибка в определении R_1 , если в расчетах пренебречь током, текущим через вольтметр.

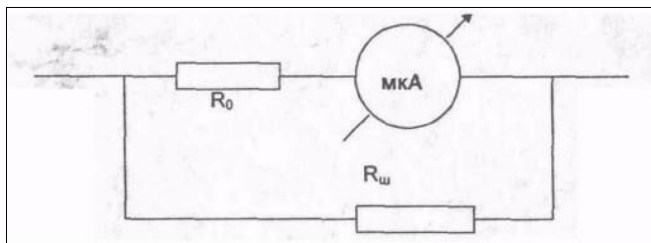
352.

353. В электрической цепи, изображенной на рис. 6, амперметр показывает ток $I = 0,05 \text{ А}$, а вольтметр – напряжение $U = 20 \text{ В}$. Определить сопротивление R_V вольтметра, если $R_1 = 1000 \text{ Ом}$.



355.

356. Микроамперметр имеет сопротивление $R_0 = 200 \text{ Ом}$, и при силе тока $I = 100 \text{ мкА}$ стрелка отклоняется на всю шкалу. Шунт, какого сопротивления $R_{\text{ш}}$ надо к нему подключить, чтобы его можно было использовать как миллиамперметр для



измерения силы тока до 10 мА? Схема подключения шунта приведена на рис. 7.

357. Отклонение стрелки вольтметра до конца шкалы соответствует

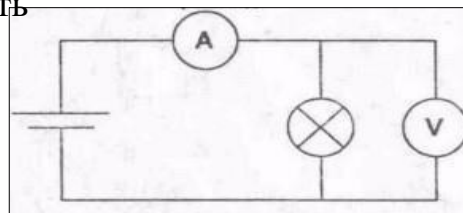
напряжению $U_1 = 15$ В. Ток, текущий при этом через вольтметр, $I_1 = 7,5$ мА. Определить ток I_2 , текущий через вольтметр, когда вольтметр показывает напряжение $U_2 = 5$ В, и внутреннее сопротивление вольтметра.

358. Вольтметр рассчитан на измерение максимального напряжения $U_0 = 100$ В. При этом через вольтметр идет ток $I_0 = 10$ мА. Какое дополнительное сопротивление R_d нужно последовательно присоединить к вольтметру, чтобы им можно было измерять напряжение $U_2 = 150$ В?

359. К источнику тока с внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключаются два одинаковых сопротивления по $R = 0,5$ Ом. Один раз сопротивления подключаются последовательно друг с другом, другой раз – параллельно. Найти отношение мощностей, выделяющихся во внешней среде в первом и во втором случаях.

360.

361. Определить ЭДС $\mathcal{E}$ и внутреннее сопротивление r источника тока, если во внешней цепи при силе тока $I_1 = 4$ А развивается мощность $P_1 = 10$ Вт, а при силе тока $I_2 = 2$ А мощность $P_2 = 8$ Вт.



362. Сопротивление одного из последовательно включенных проводников в n раз больше другого. Во сколько раз изменится сила тока в цепи

(напряжение постоянно), если эти проводники включить параллельно?

363. Определить сопротивление R_n нити лампочки по показаниям вольтметра ($U = 50$ В) и амперметра ($I = 0,5$ А), включенные по приведенной ниже схеме (рис. 8). Сопротивление вольтметра $R_v = 40$ кОм.

364. В сеть с напряжением $U = 120$ В включены три электрические лампы, сопротивлением по $R_0 = 240$ Ом каждая. Какой ток I пойдет через каждую лампу при параллельном, последовательном и двух вариантах смешанного их соединения?

365. Батареи имеют э.д.с. $\mathcal{E}_1 = 2$ В и $\mathcal{E}_2 = 4$ В, сопротивление $R_1 = 0,5$ Ом (рис. 9). Падение потенциала на сопротивлении R_2 равно $U_2 = 1$ В (ток через R_2 направлен справа налево). Найти показание амперметра.

366. Батареи имеют э.д.с. $\mathcal{E}_1 = 2$ В и $\mathcal{E}_2 = 3$ В, сопротивление $R_3 = 1,5$ кОм, сопротивление амперметра $R_A = 0,5$ кОм (рис. 10). Падение потенциала на сопротивлении R_2 равно $U_2 = 1$ В (ток через R_2 направлен сверху вниз). Найти показание амперметра.

367. Батареи имеют э.д.с. $\mathcal{E}_1 = 2$ В, $\mathcal{E}_2 = 4$ В и $\mathcal{E}_3 = 6$ В, сопротивления $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом и $R_3 = 8$ Ом (рис. 11). Найти токи I во всех участках цепи.

- 368.** В схеме, изображенной на рис. 11, токи I_1 и I_3 направлены справа налево, ток I_2 – сверху вниз. Падение потенциала на сопротивлениях R_1 , R_2 и R_3 равны $U_1=U_3=2U_2=10$ В. Найти э.д.с. $\mathcal{E}_2$ и $\mathcal{E}_3$, если $\mathcal{E}_1=25$ В.
- 369.** Батареи имеют э.д.с. $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ 100 В, сопротивления $R_1=20$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=40$ Ом и $R_4=30$ Ом (рис. 12). Найти показание амперметра.
- 370.** Батареи имеют э.д.с. $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$, сопротивления $R_1=R_3=20$ Ом, $R_2=15$ Ом и $R_4=30$ Ом. Через амперметр течет ток $I=1,5$ А, направленный снизу вверх (рис. 13). Найти э.д.с. $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$, а также токи I_2 и I_3 , текущие через сопротивления R_2 и R_3 .
- 371.** Два одинаковых элемента имеют э.д.с. $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ 2 В и внутренние сопротивления r_1 и r_2 0,5 Ом (рис. 14). Найти токи I_1 и I_2 , текущие через сопротивления $R_1=0,5$ Ом и $R_2=1,5$ Ом, а также ток I через элемент с э.д.с. $\mathcal{E}_1$.
- 372.** Элементы имеют э.д.с. $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ 1,5 В и внутренние сопротивления r_1 и r_2 0,5 Ом, сопротивления $R_1=R_2=2$ Ом и $R_3=1$ Ом, сопротивление амперметра $R_A=3$ Ом (рис. 15). Найти показание амперметра.
- 373.** Три источника тока с э.д.с. $\mathcal{E}_1$ 11 В, $\mathcal{E}_2$ 4 В и $\mathcal{E}_3$ 6 В и три реостата с сопротивлениями $R_1=5$ Ом, $R_2=10$ Ом и $R_3=2$ Ом соединены, как показано на рисунке (рис. 16). Определить силы токов I в реостатах. Внутренние сопротивления источников тока пренебрежимо малы.
- 374.** Определить силу тока I_3 в резисторе сопротивлением R_3 и напряжение U_3 на концах резистора, если $\mathcal{E}_1$ 4 В, $\mathcal{E}_2$ 3 В, $R_1=2$ Ом, $R_2=6$ Ом, $R_3=1$ Ом. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь (рис. 17).
- 375.** Сила тока в проводнике сопротивлением 10 Ом равномерно убывает от $I_0=3$ А до $I=0$ за 30 с. Определить выделившееся за это время в проводнике количество теплоты.
- 376.** Сила тока в проводнике сопротивлением $R=10$ Ом равномерно убывает от $I_0=0$ до $I_{\max}=5$ А за время $\Delta t=15$ с. Определить выделившееся за это время в проводнике количество теплоты.
- 377.** Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от $I_0=0$ до некоторого максимального значения в течение времени 10 с. За это время в проводнике выделилось количество теплоты $Q=1$ кДж. Определить скорость нарастания тока в проводнике, если сопротивление R его равно 3 Ом.
- 378.** Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через $t_1=15$ мин, если только вторая, то через $t_2=30$ мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно.
- 379.** Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через $t_1=15$ мин, если

только вторая, то через $t_2 \approx 30$ мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить параллельно.

380. Температура водяного термостата объемом $V=1$ л поддерживается постоянной при помощи нагревателя мощностью $P=26$ Вт. На нагревание воды тратится 80 % этой мощности. На сколько понизится температура воды в термостате за время $\Delta t=10$ мин, если нагреватель выключить?

381. Какую мощность P потребляет нагреватель электрического чайника, если объем $V=1$ л воды закипает через время $\Delta t \approx 5$ мин? Каково сопротивление R нагревателя, если напряжение в сети $U=120$ В? Начальная температура воды $t_0 \approx 13,5$ °С.

382. На плитке мощностью $P=0,5$ кВт стоит чайник, в который налит объем $V=1$ л воды при $t_0 \approx 16$ °С. Вода в чайнике закипела через время $\Delta t \approx 20$ мин после включения плитки. Какое количество теплоты Q потеряно при этом на нагревание самого чайника, на излучение и т.д.?

383. Объем $V=4,5$ л воды можно вскипятить, затратив электрическую энергию $W=0,5$ кВт·ч. Начальная температура воды $t_0 \approx 23$ °С. Найти КПД нагревателя.

384. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от $I_0=0$ до $I_{\max}=10$ А в течение времени $\Delta t \approx 30$ с. Определить сопротивление R проводника, если за это время в проводнике выделяется количество теплоты $Q=100$ кДж.

401. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам, расстояние между которыми $d=15$ см, в одном направлении текут токи $I_1=4$ и $I_2=6$ А. Определить кратчайшее расстояние r от проводника с меньшим током до прямой, во всех точках в которой, напряженность магнитного поля равна нулю.

402. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи $I_1=5$ и $I_2=10$ А в одном направлении. Геометрическое место точек, в котором индукция магнитного поля равна нулю, находится на расстоянии $d=10$ см от проводника с меньшим током. Определить расстояние r между проводниками.

403. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи $I_1=2$ и $I_2=5$ А в одном направлении. Расстояние между проводами $d=5$ см. Определить величину индукции магнитного поля B на половине расстояния между проводами.

404. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи $I_1=5$ и $I_2=3$ А в разных направлениях. Расстояние между проводами $d=8$ см. Определить напряженность магнитного поля H на расстояниях $r_1=3$ и $r_2=5$ см от первого и второго проводов соответственно.

405. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи $I_1=5$ и $I_2=1$ А в разных направлениях.

Расстояние между проводами $d = 2$ см. Определить индукцию магнитного поля B в точке находящейся на расстоянии $r_1 = 1$ см и $r_2 = 3$ см от первого и второго провода соответственно.

406. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи в одном направлении. Сила тока в первом проводе $I_1 = 1$ А, расстояние между проводами – 10 см. В точке, лежащей между проводами на расстоянии $d = 3$ см от первого провода напряженность поля равна нулю. Найти силу тока I_2 во втором проводе.

407. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи $I_1 = 5$ А и $I_2 = 10$ А в одном направлении. Определить напряженность магнитного H поля на прямой, находящейся на расстояниях $r_1 = 20$ и $r_2 = 15$ см от первого и второго проводов соответственно. Расстояние между проводами $d = 25$ см.

408. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи $I_1 = 1$ А и $I_2 = 10$ А в разных направлениях. Расстояние между проводами $d = 5$ см. Найти напряженность поля H на прямой, находящейся на расстоянии $r_1 = 5$ см и $r_2 = 8$ см от первого и второго проводов соответственно.

409. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи $I_1 = 2$ А и $I_2 = 1$ А в одном направлении. Расстояние между проводами $d = 3$ см. Найти напряженность поля H на прямой, находящейся на расстоянии $r = 4$ см от проводов.

410. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводниками, расстояние между которыми $d = 15$ см, текут токи $I_1 = 70$ А и $I_2 = 50$ А в противоположных направлениях. Определить магнитную индукцию B в точке, удаленной от первого на $r_1 = 20$ см и от второго на $r_2 = 30$ см.

411. Между полюсами магнита на двух тонких нитях подвешен горизонтально линейный проводник массой 1 г и длиной $l = 10$ см. Определить напряженность однородного магнитного поля H , если проводник под действием поля отклонился на угол $\alpha = 30^\circ$ при пропускании по нему тока $I = 5$ А.

412. Между полюсами магнита на двух тонких нитях подвешен горизонтально линейный проводник массой 10 г и длиной $l = 0,2$ м. Напряженность однородного магнитного поля $H = 200$ кА/м и направлена вертикально. На какой угол α отклонится проводник, если по нему пропустить ток $I = 2$ А?

413. Шины генератора представляют собой две параллельные медные полосы длиной $l = 2$ м каждая, отстоящие друг от друга на расстоянии $d = 20$ см. Определить силу F взаимного отталкивания шин в случае короткого замыкания, когда по ним течет ток $I_{кз} = 10$ кА.

414. Определить силу взаимодействия, приходящуюся на единицу длины проводов воздушной линии электропередачи, если ток в линии I

= 500 А, а расстояние между проводами $r = 50$ см.

415. По прямолинейным длинным параллельным проводникам, находящимся на расстоянии $d_1 = 2$ см друг от друга, в одном направлении текут токи по $I = 1$ А. Какую работу на единицу длины проводников нужно совершить, чтобы раздвинуть их до расстояния $d_2 = 4$ см?

416. Два бесконечных прямолинейных параллельных проводника с одинаковыми токами, текущими в одном направлении, находятся друг от друга на расстоянии a . Чтобы их раздвинуть до расстояния $2a$, на каждый сантиметр длины проводника затрачивается работа $A = 138$ нДж. Определить силу тока в проводниках.

417. Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на расстоянии $d_1 = 10$ см друг от друга. По проводникам в одном направлении текут токи $I_1 = 20$ А и $I_2 = 30$ А. Какую работу A надо совершить (на единицу длины проводников), чтобы раздвинуть эти проводники до расстояния $d_2 = 20$ см.

418. По двум параллельным прямым проводам длиной $l = 2,5$ м каждый, находящимся на расстоянии $d = 20$ см друг от друга, текут одинаковые токи силой $I = 1$ кА. Вычислить силу взаимодействия токов.

419. По двум параллельным проводам длиной $l = 1$ м каждый текут токи одинаковой силы. Расстояние d между проводами равно 1 см. Токи взаимодействуют с силой $F = 1$ мН. Найти силу тока I в проводах.

420. По прямому горизонтально расположенному проводу пропускают ток $I_1 = 10$ А. Под ним на расстоянии $d = 1,5$ см находится параллельный ему алюминиевый провод, по которому пропускают ток $I_2 = 1,5$ А. Определить, какой должна быть площадь поперечного сечения алюминиевого провода, чтобы он удерживался незакрепленным. Плотность алюминия $\rho = 2,7$ г/см³.

421. Определить силу Лоренца F , действующую на электрон, влетевший со скоростью $v = 500$ км/с в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 30^\circ$ к линиям индукции. Индукция магнитного поля $B = 0,5$ Тл.

422. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле напряженностью $H = 10$ кА/м. Вычислить период T вращения электрона.

423. Определить частоту вращения электрона по круговой орбите в магнитном поле, индукция которого $B = 0,2$ Тл.

424. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл перпендикулярно линиям напряженности. Найти силу F , действующую на электрон со стороны поля, если радиус кривизны траектории $R = 0,5$ см.

425. Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью $H = 4$ кА/м со скоростью $v = 10$ Мм/с. Вектор скорости направлен перпендикулярно линиям напряженности. Найти

силу F , с которой поле действует на электрон, и радиус R окружности, по которой он движется.

426. Заряженная частица, обладающая скоростью $v = 2 \cdot 10^7$ м/с, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,52$ Тл. Найти отношение Q/m заряда частицы к ее массе, если частица в поле описала дугу окружности радиусом $R = 4$ см. По этому отношению определить какая это частица.

427. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $B = 0,02$ Тл по окружности радиусом $R = 1$ см. Определить кинетическую энергию электрона.

428. α -частица движется в однородном магнитном поле напряженностью $H = 100$ кА/м по окружности радиусом $R = 10$ см. Определить скорость v частицы.

429. Вычислить радиус R дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией $B = 15$ мТл, если скорость протона равна 800 км/с.

430. Определить силу Лоренца F , действующую на электрон, влетевший со скоростью $v = 500$ км/с в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 30^\circ$ к линиям индукции. Индукция магнитного поля $B = 0,5$ Тл.

431. Две длинные катушки намотаны на общий сердечник, причем индуктивности этих катушек $L_1 = 0,64$ и $L_2 = 0,04$ Гн. Определить, во сколько раз число витков в первой катушке больше, чем во второй.

432. Катушка длиной $l = 50$ см и диаметром $d = 5$ см содержит $N = 200$ витков. По катушке течет ток $I = 1$ А. Определить индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий ее площадь поперечного сечения.

433. Длинный соленоид индуктивностью $L = 4$ мГн содержит $N = 600$ витков. Площадь поперечного сечения соленоида $S = 20$ см². Определить магнитную индукцию поля внутри соленоида, если сила тока, протекающего по его обмотке, равна 6 А.

434. Сколько витков проволоки диаметром $d = 0,6$ мм имеет однослойная обмотка катушки, индуктивность которой $L = 1$ мГн и диаметр $D = 4$ см? Витки плотно прилегают друг к другу.

435. Катушка длиной $l = 20$ см имеет $N = 400$ витков. Площадь поперечного сечения катушки $S = 9$ см². Найти индуктивность L_1 катушки. Какова будет индуктивность L_2 катушки, если внутрь катушки введен железный сердечник? Магнитная проницаемость материала сердечника $\mu = 400$.

436. На картонный каркас длиной $l = 50$ см и площадью S сечения, равной 4 см², намотан в один слой провод диаметром $d = 0,2$ мм так, что витки плотно прилегают друг к другу (толщиной изоляции пренебречь). Вычислить индуктивность L получившегося соленоида.

437. Индуктивность L соленоида длиной $l = 1$ м, намотанного в один

слой на немагнитный каркас, равна $1,6 \text{ мГн}$. Площадь S сечения соленоида равна 20 см^2 . Определить число n витков на каждом сантиметре длины соленоида.

438. Обмотка соленоида состоит из N витков медной проволоки, поперечное сечение которой $S = 1 \text{ мм}^2$. Длина соленоида $l = 25 \text{ см}$; его сопротивление $R = 0,2 \text{ Ом}$. Найти индуктивность L соленоида.

439. Имеется соленоид с железным сердечником длиной $l = 50 \text{ см}$, площадью поперечного сечения $S = 10 \text{ см}^2$ и числом витков $N = 1000$. Найти индуктивность L этого соленоида, если по обмотке соленоида течёт ток $I = 0,2 \text{ А}$?

440. Катушка длиной $l = 50 \text{ см}$ и диаметром $d = 5 \text{ см}$ содержит $N = 200$ витков. По катушке течёт ток $I = 1 \text{ А}$. Определить индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий площадь её поперечного сечения.

441. Определить магнитный поток сквозь площадь поперечного сечения катушки (без сердечника), с плотностью намотки $n = 8$ витков/см. Радиус соленоида $r = 2 \text{ см}$, сила тока $I = 2 \text{ А}$.

442. В однородное магнитное поле напряженностью $H = 100 \text{ кА/м}$ помещена квадратная рамка со стороной $a = 10 \text{ см}$. Плоскость рамки составляет с направлением магнитного поля угол 60° . Определить магнитный поток, пронизывающий рамку.

443. Прямой провод, длиной $l = 20 \text{ см}$ с током $I = 5 \text{ А}$, находящийся в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$, расположен перпендикулярно силовым линиям магнитного поля. Определить работу сил поля, под действием которых проводник переместился на 2 см .

444. Квадратный проводящий контур со стороной $a = 20 \text{ см}$ и током $I = 10 \text{ А}$ свободно подвешен в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0,2 \text{ Тл}$. Определить работу, которую необходимо совершить, чтобы повернуть контур на 90° вокруг оси, перпендикулярной направлению магнитного поля.

445. В однородном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ находится квадратный проводящий контур со стороной $a = 10 \text{ см}$ и током $I = 10 \text{ А}$. Плоскость квадрата составляет с направлением поля угол 30° . Определить работу удаления контура за пределы поля.

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

447. На длинный картонный каркас, диаметром $D = 5 \text{ см}$ уложена однослойная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром $d = 0,2 \text{ мм}$. Определить магнитный поток, создаваемый таким соленоидом при силе тока $I = 1 \text{ А}$.

448. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока $I = 50 \text{ А}$,

свободно установился в однородном магнитном поле индукцией $B = 20$ мТл. Диаметр витка $d = 10$ см. Какую работу A нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром на угол $\alpha = 60^\circ$?

449. Плоский контур с током $I = 10$ А расположен в однородном магнитном поле ($B = 2$ Тл) так, что нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура около оси, лежащей в плоскости контура, на угол 30° .

450. Плоский контур, площадь S которого равна 25 см², находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,05$ Тл. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол 30° с линиями индукции.

451. Рамка площадью $S = 400$ см² равномерно вращается с частотой 50 Гц относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно силовым линиям магнитного поля ($B = 0,5$ Тл). Определить амплитудное значение ЭДС индукции, возникающее в рамке.

452. Магнитная индукция B поля между полюсами двухполюсного генератора равна $0,5$ Тл. Ротор имеет $N = 200$ витков площадью $S = 400$ см². Определить частоту вращения якоря, если максимальное значение ЭДС равно 220 В.

453. Короткая катушка, содержащая $N = 100$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B = 0,1$ Тл) с угловой скоростью $\omega = 5$ рад/с относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной силовым линиям магнитного поля. Определить мгновенное значение ЭДС индукции для тех моментов времени, когда плоскость катушки составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с линиями индукции поля. Площадь катушки $S = 100$ см².

454. В однородном магнитном поле равномерно вращается прямоугольная рамка с частотой 50 Гц. Амплитуда индуцируемой ЭДС $\mathcal{E} = 3$ В. Определить максимальный поток через рамку.

455. В однородном магнитном поле ($B = 0,2$ Тл) равномерно вращается прямоугольная рамка, содержащая $N = 200$ витков, плотно прилегающих друг к другу. Площадь рамки $S = 100$ см². Определить частоту вращения рамки, если максимальная ЭДС, индуцируемая в ней равна $12,6$ В.

456. Магнитная индукция B поля между полюсами двухполюсного генератора равна 1 Тл. Ротор имеет 140 витков (площадь каждого витка $S = 500$ см²). Определить частоту вращения якоря, если максимальное значение ЭДС индукции равно 220 В.

457. В однородном магнитном поле ($B = 0,2$ Тл) равномерно с частотой 20 Гц вращается рамка, содержащая $N = 500$ витков, плотно прилегающих друг к другу. Площадь рамки $S = 100$ см². Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить максимальную ЭДС, возникающую в рамке.

- 458.** В однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,4$ Тл помещена прямоугольная рамка с подвижной стороной, длина которой $a = 30$ см. Определить ЭДС индукции, возникающей в рамке, если ее подвижная сторона перемещается перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $v = 10$ м/с.
- 459.** В магнитном поле, изменяющемся со временем по закону $B = B_0 \cos \omega t$ ($B_0 = 0,1$ Тл, $\omega = 4$ рад/с), помещена квадратная рамка со стороной $a = 20$ см, причем нормаль к рамке образует с направлением поля угол $\varphi = 45^\circ$. Определить ЭДС индукции, возникающую в рамке в момент времени $t = 5$ сек.
- 460.** Соленоид диаметром $d = 4$ см, имеющий $N = 500$ витков, помещен в магнитное поле, индукция которого изменяется со временем со скоростью 5 мТл/с. Определить ЭДС индукции, возникающую в соленоиде, если ось соленоида составляет с вектором магнитной индукции угол $\varphi = 60^\circ$.
- 461.** Определить через сколько времени, сила тока замыкания достигнет $0,95$ предельного значения, если источник тока замыкают на катушку сопротивлением $R = 12$ Ом и индуктивностью $L = 0,5$ Гн.
- 462.** Катушку индуктивностью $L = 0,6$ Гн подключают к источнику тока. Определить сопротивление катушки, если за время $t = 3$ с сила тока достигла 80% предельного значения.
- 463.** Источник тока замкнули на катушку сопротивлением $R = 20$ Ом и индуктивностью $L = 0,2$ Гн. Через какое время сила тока в цепи достигнет 50% от максимального значения?
- 464.** Проволочный виток радиусом $r = 4$ см, имеющий сопротивление $R = 0,01$ Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,04$ Тл. Плоскость рамки составляет угол $\varphi = 30^\circ$ с линиями индукции поля. Какое количество электричества Q протечет по проводнику, если магнитное поле исчезнет?
- 465.** Проволочное кольцо радиусом $r = 10$ см лежит на столе. Какое количество электричества Q протечет по кольцу, если его перевернуть с одной стороны на другую? Сопротивление R кольца равно $0,05$ Ом. Вертикальная составляющая индукции B магнитного поля Земли равна 50 мкТл.
- 466.** Обмотка соленоида имеет сопротивление $R = 10$ Ом. Какова его индуктивность, если при прохождении тока за $0,05$ с в нем выделяется количество теплоты, эквивалентное энергии магнитного поля соленоида?
- 467.** Через катушку, индуктивность L которой равна 200 мГн, протекает ток, изменяющийся по закону $I = 2 \cos 3t$. Определить закон изменения ЭДС самоиндукции и максимальное значение ЭДС самоиндукции.
- 468.** Катушка имеет индуктивность $L = 0,2$ Гн и сопротивление $R = 1,64$ Ом. Во сколько раз уменьшится ток в катушке через время $t = 0,05$ с после того, как ЭДС выключена и катушка замкнута накоротко?

- 469.** Электрическая лампочка, сопротивление которой в горячем состоянии $R = 10$ Ом, подключается через дроссель к 12-вольтовому аккумулятору. Индуктивность дросселя $L = 2$ Гн, сопротивление $r = 1$ Ом. Через какое время t после включения лампочка загорится, если она начинает заметно светиться при напряжении на ней $U = 6$ В?
- 470.** Соленоид содержит $N = 1000$ витков. Площадь S сечения сердечника равна 10 см^2 . По обмотке течёт ток, создающий поле с индукцией $B = 1,5$ Тл. Найти среднюю ЭДС индукции, возникающей в соленоиде, если ток уменьшился до нуля за время $t = 500$ мкс.
- 471.** На какой диапазон длин волн можно настроить колебательный контур, если его индуктивность $L = 2$ мГн, а ёмкость может меняться от $C_1 = 69$ пФ до $C_2 = 533$ пФ?
- 472.** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 0,2$ мкФ и катушки с индуктивностью $L = 5,07$ мГн. При каком логарифмическом декременте затухания Θ разность потенциалов на обкладках конденсатора за время $t = 1$ мс уменьшится в три раза? Каково при этом сопротивление R цепи?
- 473.** Индуктивность L колебательного контура равна $0,5$ мГн. Какова должна быть ёмкость C контура, чтобы он резонировал на длину волны $\lambda = 300$ нм?
- 474.** Катушка длиной $l = 50$ см и площадью поперечного сечения $S = 10 \text{ см}^2$ включена в цепь переменного тока частотой $\nu = 50$ Гц. Число витков катушки $N = 3000$. Найти сопротивление R катушки. Если сдвиг фаз между напряжением и током $\varphi = 60^\circ$.
- 475.** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 2,22$ нФ и катушки длиной $l = 20$ см из медной проволоки диаметром $d = 0,5$ мм. Найти логарифмический декремент затухания колебаний.
- 476.** Колебательный контур содержит катушку индуктивности $L = 25$ мГн, конденсатор ёмкостью $C = 10$ мкФ и резистор сопротивлением $R = 1$ Ом. Конденсатор заряжен количеством электричества $Q_m = 1$ мКл. Определить период колебаний контура, логарифмический декремент затухания колебаний и уравнение зависимости изменения напряжения на обкладках конденсатора от времени.
- 477.** В цепь переменного тока частотой $\nu = 50$ Гц включена катушка длиной $l = 30$ см и площадью поперечного сечения $S = 10 \text{ см}^2$, содержащая $N = 1000$ витков. Определить сопротивление R катушки, если сдвиг фаз между напряжением и током $\varphi = 30^\circ$.
- 478.** Колебательный контур содержит конденсатор ёмкостью $C = 8$ пФ и катушку индуктивностью $L = 0,5$ мГн. Каково максимальное напряжение $U_{\max}$ на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока $I_{\max} = 4$ мА?
- 479.** Катушка индуктивностью $L = 1$ мГн и воздушный конденсатор, состоящий из двух круглых пластин диаметром $D = 20$ см каждая, соединены параллельно. Расстояние d между пластинами равно 1 см.

Определить период T колебаний.

Колебательный контур имеет индуктивность $L = 1,6$ мГн, емкость $C = 0,04$ мкФ и максимальное напряжение на зажимах $U_{\max} = 200$ В. Чему равна максимальная сила тока $I_{\max}$ в контуре? Сопротивление контур ничтожно мало.

5. Критерии оценки расчетно-графической работы и типовые ошибки при ее выполнении.

Критерии оценки расчетно-графической работы:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся в том случае, если все задачи решены, к задачам приведены пояснения;
- оценка «не зачтено» ставится в том случае, если какая-либо задача отсутствует или приведены недостаточные пояснения к решению задачи.

При выполнении расчетно-графической работы по физике часто встречаются следующие ошибки:

1. Не соблюдены правила оформления расчетно-графической работы.
2. Не выдержана структура расчетно-графической работы (отсутствует библиографический список, теоретическая часть к задаче и т. д.).
3. Не указаны единицы измерения полученных результатов.
4. В задаче отсутствуют выводы или содержимое выводов к задаче неконструктивны.
5. Отсутствие готовности обучающегося отвечать на теоретические вопросы, являющиеся основой для решения задачи.
6. Задание на расчетно-графическую работу выполнено не по своему варианту.

6. Рекомендуемая литература

Основная литература

Механика, молекулярная физика и основы термодинамики : учебное пособие для выполнения лабораторных работ / В. А. Андреев [и др.] ; под ред. В. В. Самарина. - Чебоксары : ЧПИ (ф) МГОУ, 2010.

Оптика и квантовая физика : учебное пособие для выполнения лабораторных работ / В. А. Андреев [и др.] ; под ред. С. М. Казакова. - Чебоксары : ЧПИ (ф) МГОУ, 2010.

Самарин, В. В. Атомная и ядерная физика : учеб. пособие для выполнения лабораторных работ / В. В. Самарин. - Чебоксары : ЧПИ (ф) МГОУ, 2012.

Трофимова, Т. И. Курс физики [Текст] : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 14-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 559 с.

Демидченко В. И. Физика [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2016. — 581 с.
- Режим доступа : <http://znanium.com/bookread2.php?book=469821>

Дополнительная литература

Чертов, А. Г. Задачник по физике : учебное пособие / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1988.

Трофимова, Т. И. Сборник задач по курсу физики с решениями : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. - 7-е изд., стереотип. - М. : Высш. шк., 2006.

Хавруняк В. Г. Курс физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Г. Хавруняк. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. - Режим доступа : <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=375844>

Периодика

Наука и Жизнь[Электронный ресурс] :научно-популярный журнал / гл. ред. Лозовская Е.Л. – М.: Наука и жизнь, 2018. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&jid=430673

Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика [Электронный ресурс] :научно-теоретический журнал / Белорусский государственный университет. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/journal/2495#journal_name

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для написания РГР

1. Профессиональная база данных и информационно-справочные системы	Информация о праве собственности (реквизиты договора)
Ассоциация инженерного образования России http://www.ac-raee.ru/	Совершенствование образования и инженерной деятельности во всех их проявлениях, относящихся к учебному, научному и технологическому направлениям, включая процессы преподавания, консультирования, исследования, разработки инженерных решений, включая нефтегазовую отрасль, трансфера технологий, оказания широкого спектра образовательных услуг, обеспечения связей с общественностью, производством, наукой и интеграции в международное научно-образовательное пространство. свободный доступ
научная электронная библиотека Elibrary http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший

1. Профессиональная база данных и информационно-справочные системы	Информация о праве собственности (реквизиты договора)
	российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 26 млн научных статей и публикаций, в том числе электронные версии более 5600 российских научно-технических журналов, из которых более 4800 журналов в открытом доступе свободный доступ
Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] – http://www.edu.ru	Федеральный портал «Российское образование» – уникальный интернет-ресурс в сфере образования и науки. Ежедневно публикует самые актуальные новости, анонсы событий, информационные материалы для широкого круга читателей. Еженедельно на портале размещаются эксклюзивные материалы, интервью с ведущими специалистами – педагогами, психологами, учеными, репортажи и аналитические статьи. Читатели получают доступ к нормативно-правовой базе сферы образования, они могут пользоваться самыми различными полезными сервисами – такими, как онлайн-тестирование, опросы по актуальным темам и т.д.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Кафедра Информационных технологий, электроэнергетики и систем
управления**

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
по дисциплине «ФИЗИКА»

Наименование темы

Выполнил: студент__курса
заочного отделения
по направлению

Ф.И.О.

Научный руководитель:

должность, звание

Ф.И.О.

Оценка _____

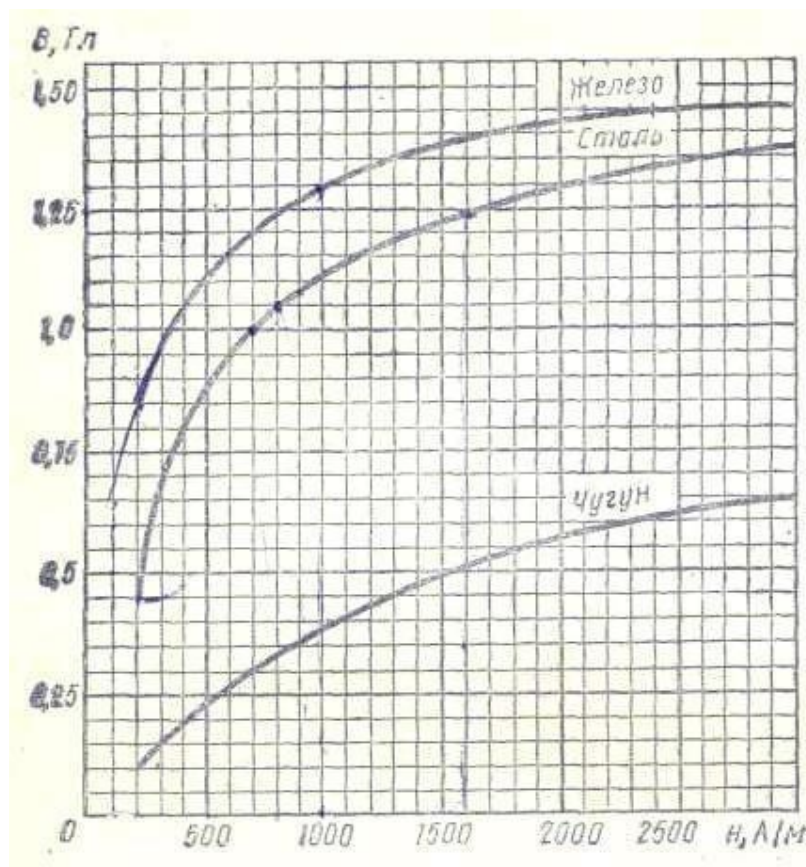
Дата «__» _____ 20__ г.

Чебоксары 20__

I. ТАБЛИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН Основные физические постоянные (округленные значения)

Таблица 1

Ускорение свободного падения	g	9,81 м/с ²
Гравитационная постоянная	G	6,67 · 10 ⁻¹¹ м ² /(кг · с)
Постоянная Авогадро	N_A	6,02 · 10 ²³ моль ⁻¹
Молярная газовая постоянная	R	8,31 Дж/(моль · К)
Постоянная Больцмана	k	1,38 · 10 ⁻²³ Дж/К
Элементарный заряд	e	1,60 · 10 ⁻¹⁹ Кл
Масса электрона	m_e	9,11 · 10 ⁻³¹ кг
Удельный заряд электрона	e/m	1,76 · 10 ¹¹ Кл/кг
Постоянная Фарадея	F	9,65 · 10 ⁷ Кл/моль
Скорость света в вакууме	c	3,00 · 10 ⁸ м/с
Электрическая постоянная	ϵ_0	8,85 · 10 ⁻¹² Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	4 · 10 ⁻⁷ Гн/м
Электрон-вольт	эВ	1,60 · 10 ⁻¹⁹ Дж



Связь между магнитной индукцией B поля в ферромагнетике и напряженностью H намагничивающего поля

Таблица 2

Диэлектрическая проницаемость ϵ

Вода	81	Воск	7,8
Масло (трансформаторное)	2,2	Керосин	2,0
Парафин	2,0	Масло	5,0
Слюда	7,0	Фарфор	5,0
Стекло	7,0	Эбонит	3,0

Удельное электрическое сопротивление

Таблица Вещество	$\rho, 10^{-6}$ Ом/м	Вещество	$\rho, 10^{-6}$ Ом/м
Алюминий	0,026	Нихром	100
Графит	0,039	Ртуть	0,94
Медь	0,017	Свинец	0,22
Железо	0,098	Сталь	0,1

II. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЕДИНИЦАХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Таблица 4

**Основные и производные
единицы электрических и магнитных
величин в СИ**

Величина	Единица		
	определение	наименование	обозначение
Электрический заряд	$Q = I \cdot \Delta t$	кулон	Кл
Линейная плотность электрического заряда	$\lambda = Q/l$	кулон на метр	Кл/м
Поверхностная плотность электрического заряда	$\sigma = Q/S$	кулон на метр в квадрате	Кл/м ²
Объемная плотность электрического заряда	$\rho = Q/V$	кулон на метр в кубе	Кл/м ³
Напряженность электрического поля	$E = U/d$	вольт на метр	В/м
Электрический момент диполя	$P = Q \cdot l$	кулон · метр	Кл · м
Потенциал электрического поля	$\phi = \int E \cdot dl$ $\psi = D \cdot A$ $S \cdot P$	вольт	В
Электрическое смещение	$C = Q/U$	кулон на квадратный метр	Кл/м ²
Поток электрической напряженности	I	кулон · метр в квадрате	Кл · м ²
Поток электрического смещения	$j = I/S$	кулон	Кл
Поляризованность	$R = U/I$	кулон на квадратный метр	Кл/м
Электрическая емкость	$\epsilon = R \cdot S/l$	фарад	Ф
Сила тока	$G = 1/R$	ампер	А
Плотность электрического тока	$\rho = 1/\epsilon$	ампер на квадратный метр	А/м ²
Электрическое сопротивление	$U = A/Q$	ом	Ом

Удельное электрическое сопротивление Электрическая проводимость Удельная электрическая проводимость Напряжение	$\square = A_{cm}/Q$ $b = \langle v \rangle / E$ $B = M_{max} / (I \cdot S)$	ом·метр сименс сименс на метр вольт	Ом·м См См/м В
ЭДС (электродвижущая сила)		вольт	В
Подвижность ионов			м ² /(В·с)
Магнитная индукция		тесла	Тл
Напряженность магнитного поля Намагниченность Магнитный момент	$H =$ B / μ_0 $P = I \cdot S$	ампер на метр ампер на метр ампер·метр в квадрате	А/м А/м А·м ²
Магнитный поток	$\Phi = B \cdot \Delta S$	вебер	Вб
Потокосцепление	$\Psi = N \cdot \Phi$	вебер	Вб
Индуктивность	$L = \Phi / I$	генри	Гн

Таблица 5

Коэффициенты перевода внесистемных единиц в единицы СИ

Величина	Название	Обозначение	Связь с единицами СИ
Электрический момент диполя	дебай	D	1D = 3,34 · 10 ⁻³⁰ Кл·м
Удельное электрическое сопротивление		Ом·мм ² /м	1 Ом·мм ² /м = 10 ⁻⁶ Ом·м
Магнитная индукция	гаусс	Гс	1 Гс = 10 ⁻⁴ Тл
Магнитный поток	максвелл	Мк	1 Мкс = 10 ⁻⁸ Вб
Напряженность магнитного поля	эрстед	с	1 Э = 10 ³ / 79,6 А/м

Таблица 6

Приставка		Множитель	Приставка		Множитель
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение	
атто	а	10 ⁻¹⁸	дека	да	10 ¹
фемто	ф	10 ⁻¹⁵	гекто	г	10 ²
пико	п	10 ⁻¹²	кило	к	10 ³
нано	н	10 ⁻⁹	мега	М	10 ⁶
микро	мк	10 ⁻⁶	гига	Г	10 ⁹
милли	м	10 ⁻³	тера	Т	10 ¹²
санти	с	10 ⁻²	пета	П	10 ¹⁵
деци	д	10 ⁻¹	экса	Э	10 ¹⁸