

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Мурманский государственный технический университет»**

Кафедра общей и прикладной физики

*Методические указания к расчетно-графическим работам  
по дисциплине «Физика» для студентов очной формы, обучающихся по  
направлению 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника  
объектов морской инфраструктуры*

Мурманск  
2019

Составитель – Анна Владимировна Михайлюк, к. ф. н., доцент кафедры общей и прикладной физики Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой 11 сентября 2019 г., протокол № 1

© Мурманский государственный  
технический университет, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Требования к оформлению и общие методические указания по выполнению индивидуальных расчетно-графических работ .....	5
Варианты заданий для расчетно-графических работ.....	6
РГР № 1 по разделу «Физические основы механики».....	6
РГР № 1.1 по темам раздела «Физические основы механики» .....	6
РГР № 1.2 по теме «Динамика вращательного движения твердого тела» .....	7
РГР № 2 по разделам «Молекулярная физика и термодинамика» .....	10
РГР № 2.1 по темам разделов «Молекулярная физика и термодинамика».....	10
РГР № 2.2 по теме «Механика жидкостей и газов» .....	11
РГР № 3 по разделу «Электричество».....	15
РГР № 3.1 по темам раздела «Электричество» .....	15
РГР № 3.2. по теме «Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа» .....	16
РГР № 4 по разделам «Электромагнетизм».....	23
РГР № 5 по разделам «Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика» .....	24
РГР № 6 по разделам «Атомная и ядерная физика, физика элементарных частиц» .....	24
РГР № 6.1 по теме «Частица в бесконечно глубоком потенциальном ящике» .....	24
РГР № 6.2 по теме «Реакция деления и синтеза атомных ядер».....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ. Образец титульного листа расчетно-графической работы.....	29
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30
Основная литература .....	30
Дополнительная литература .....	30
Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет» .	30

## Введение

Настоящие методические указания предназначены для студентов очной формы, обучающихся по направлению 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры, изучающим курс общей физики в течение трех семестров. Они содержат варианты индивидуальных расчетно-графических заданий по физике, требования к их оформлению и общие методические указания к их решению.

Рабочей программой предусмотрено выполнение двух расчетно-графических работ (РГР) в каждом учебном семестре:

- 1) в первом семестре - РГР № 1 по разделу «Физические основы механики» и РГР № 2 по разделам «Молекулярная физика и термодинамика»;
- 2) во втором - РГР № 3 по разделу «Электричество» и РГР № 4 по разделам «Электромагнетизм»;
- 3) в третьем - РГР № 5 по разделам «Волновые процессы. Оптика» и РГР № 6 по разделам «Атомная и ядерная физика, физика элементарных частиц».

Вначале каждого семестра преподаватель сообщает студентам темы РГР и распределяет варианты. Если студент решил задания не своего варианта, то его работа не может быть зачтена. Ему необходимо заново выполнить работу, но уже своего варианта.

Расчетно-графические работы выполняются во время самоподготовки. Получить ответы на возникающие вопросы студент может у преподавателя на практических или лабораторных занятиях, либо на консультациях.

Расчетно-графические работы необходимо решать в течение семестра, сдать на проверку преподавателю, получить рецензию и защитить до начала зачетной недели. Если все задания в РГР решены верно, работа оформлена согласно предъявляемым требованиям и сдана в установленные сроки, то оценивается она по максимальному баллу. Защитить свою работу студент может в индивидуальной беседе с преподавателем. Тогда баллы за работу выставляются с учетом защиты.

## **Требования к оформлению и общие методические указания по выполнению индивидуальных расчетно-графических работ**

Расчетно-графическая работа оформляется рукописным текстом в отдельной тетради в клеточку (не более 12 листов) или на листах формата А4. Образец титульного листа смотрите в *приложении 1*.

Решать задания необходимо в той последовательности, в какой они указаны в вашем варианте работы. Решение каждой задачи должно начинаться с новой страницы

В расчетной части РГР необходимо записать условия заданий полностью и в сокращенной форме, рисунки и схемы делать с помощью чертежных принадлежностей, решения заданий сопровождать подробными пояснениями, в расчетные формулы подставлять числовые данные, выраженные в СИ. Графики необходимо строить на миллиметровой бумаге.

Решение задач рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Ввести буквенные обозначения всех используемых физических величин.

2. Под рубрикой «Дано» кратко записать условие задачи с переводом значений всех величин в единую систему единиц – СИ.

3. Сделать (если это необходимо) чертеж, поясняющий содержание задачи и ход решения.

4. Сформулировать физические законы, на которых базируется решение задачи, и обосновать возможность их использования.

5. На основе сформулированных законов составить уравнение или систему уравнений, решив которую, можно найти искомые величины.

6. Решить уравнение и получить в общем виде расчетную формулу, в левой части которой должна стоять искомая величина, а в правой – величины, приведенные в условии задачи.

7. Проверить размерности полученных величин по расчетной формуле и тем самым убедиться в ее правильности.

8. Произвести вычисления. Для этого необходимо все значения величин, выраженные в единицах СИ, подставить в расчетную формулу и выполнить вычисления с точностью не более 2-3 значащих цифр.

9. 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 десять в соответствующей степени. Например, вместо 6340 надо записать  $6,34 \cdot 10^3$ .

На практических занятиях у преподавателя из-за ограниченности аудиторного времени нет возможности уделить должное внимание всем методам решения задач по данной теме. Поэтому при решении РГР студентам необходимо использовать учебные пособия по курсу общей физики и задачки [1-9], в которых приводится необходимый теоретический и справочный материал, краткий перечень формул и законов, методические указания к решению задач, рассматриваются особенности задач данной темы, методы и приемы их решения.

### **Варианты заданий для расчетно-графических работ**

В данной части предлагается несколько расчетно-графических работ по каждому разделу курса общей физики. Какие работы необходимо выполнить, преподаватель сообщает студентам вначале каждого семестра. Если Вы по какой-либо причине не владеете этой информацией, то подойдите к преподавателю и уточните тему РГР и номер своего варианта.

### **РГР № 1 по разделу «Физические основы механики»**

#### **РГР № 1.1 по темам раздела «Физические основы механики»**

Данная расчетно-графическая работа состоит из 12 задач по следующим темам:

- тема 1 - кинематика поступательного движения;
- тема 2 - кинематика вращательного движения;
- тема 3 - динамика поступательного движения;
- тема 4 и тема 5 - закон сохранения импульса, работа и энергия;
- тема 6 - момент инерции;
- тема 7 - основное уравнение динамики вращательного движения;
- тема 8 - закон сохранения момента импульса;
- тема 9 - работа и энергия при вращательном движении;
- тема 10 - силы в механике;
- тема 11 и 12 - специальная теория относительности.

В табл.1.1 в первом столбце указаны номера вариантов РГР. Из строки, соответствующей определенному варианту, необходимо переписать номера задач. Условия задач следует взять из книги: А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. Задачник по физике : учеб. пособие для вузов – 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2001. – 640 с.

Таблица 1.1. Варианты РГР № 1.1

№ п/п	тема 1	тема 2	тема 3	тема 4,5	тема 4,5	тема 6	тема 7	тема 8	тема 9	тема 10	тема 11	тема 12
1.	1.8	1.26	2.7	2.34	2.66	3.1	3.19	3.37	3.38	4.24	5.1	5.44
2.	1.9	1.27	2.8	2.35	2.67	3.18	3.20	3.36	3.39	4.25	5.2	5.43
3.	1.10	1.28	2.11	2.36	2.71	3.3	3.23	3.35	3.40	4.26	5.3	5.42
4.	1.11	1.29	2.12	2.37	2.72	3.4	3.24	3.34	3.41	4.28	5.4	5.41
5.	1.11	1.30	2.13	2.38	2.73	3.5	3.25	3.33	3.42	4.33	5.5	5.40
6.	1.12	1.31	2.14	2.39	2.74	3.6	3.26	3.32	3.43	4.34	5.6	5.39
7.	1.13	1.32	2.15	2.40	2.75	3.7	3.27	3.31	3.44	4.57	5.7	5.38
8.	1.14	1.33	2.16	2.41	2.76	3.8	3.28	3.30	3.45	4.58	5.8	5.37
9.	1.15	1.34	2.17	2.86	2.77	3.9	3.21	3.29	3.46	4.59	5.9	5.36
10.	1.16	1.35	2.20	2.87	2.57	3.10	3.22	3.36	3.47	4.60	5.10	5.35
11.	1.6	1.36	2.21	2.88	2.58	3.11	3.19	3.35	3.48	4.61	5.11	5.34
12.	1.7	1.37	2.27	2.89	2.59	3.12	3.20	3.34	3.49	4.62	5.12	5.33
13.	1.24	1.38	2.28	2.90	2.60	3.13	3.23	3.33	3.50	4.63	5.13	5.32
14.	1.25	1.39	2.29	2.91	2.61	3.14	3.24	3.32	3.51	4.64	5.14	5.31
15.	1.21	1.53	2.30	2.92	2.62	3.15	3.25	3.31	3.52	4.65	5.22	5.30
16.	1.14	1.54	2.31	2.82	2.63	3.16	3.26	3.30	3.53	4.66	5.23	5.29
17.	1.23	1.55	2.32	2.81	2.64	3.17	3.27	3.29	3.54	4.67	5.17	5.26
18.	1.24	1.56	2.33	2.80	2.65	3.2	3.28	3.37	3.55	4.56	5.18	5.25
19.	1.25	1.57	2.7	2.79	2.68	3.12	3.21	3.31	3.56	4.55	5.19	5.24
20.	1.12	1.58	2.27	2.78	2.70	3.9	3.22	3.23	3.53	4.54	5.20	5.28

### РГР № 1.2 по теме «Динамика вращательного движения твердого тела»

**Задание 1.** Вывести формулу для определения моментов инерции тел А и В относительно указанных осей. (Номера тел необходимо взять из табл. 1.2.1 согласно своему варианту. Названия тел и осей вращения, относительно которых необходимо найти момент инерции, - из табл. 1.2.2.)

Таблица 1.2.1

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
А	1	2	3	4	5	6	12	11	10	9	8	7	6	5
В	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 1.2.2

№ <i>n/n</i>	Название тела	Ось, относительно которой определяется момент инерции	Конечная формула момента инерции
1.	полый цилиндр массой $m$ , внутренним радиусом $r$ и внешним – $R$	проходит через центр, перпендикулярно плоскости основания	$\frac{1}{2} m(r^2 + R^2)$
2.	тонкостенный цилиндр массой $m$ и радиусом $R$	проходит через центр, перпендикулярно плоскости основания	$mR^2$
3.	однородный цилиндр массой $m$ и радиусом $R$	проходит через центр, перпендикулярно плоскости основания	$\frac{1}{2} mR^2$
4.	обруч массой $m$ и радиусом $R$	проходит через центр, перпендикулярно плоскости основания	$mR^2$
5.	сплошной диск массой $m$ и радиусом $R$	проходит через центр, перпендикулярно плоскости основания	$\frac{1}{2} mR^2$
6.	сплошной диск массой $m$ и радиусом $R$	совпадает с диаметром диска	$\frac{1}{4} mR^2$
7.	сплошной шар массой $m$ и радиусом $R$	совпадает с диаметром шара	$\frac{2}{5} mR^2$
8.	тонкостенный шар массой $m$ и радиусом $R$	совпадает с диаметром шара	$\frac{2}{3} mR^2$
9.	однородный тонкий стержень массой $m$ и длиной $l$	проходит через центр, перпендикулярно стержню	$\frac{1}{12} ml^2$
10.	однородный тонкий стержень массой $m$ и длиной $l$	проходит через центр и составляет с направлением стержня угол $\alpha$	$\frac{1}{12} ml^2 \sin^2 \alpha$
11.	однородный тонкий стержень массой $m$ и длиной $l$	проходит через конец стержня, перпендикулярно стержню	$\frac{1}{3} ml^2$
12.	однородный конус массой $m$ и радиусом основания $R$	проходит через центр, перпендикулярно плоскости основания	$\frac{3}{10} mR^2$

*Примечание: конечный результат сравнить с табличными формулами моментов инерции соответствующих тел А и В, приведенными в табл. 1.2.2.*

**Задание 2.** С наклонной плоскости длиной  $L$ , составляющей с горизонтом угол  $\alpha$ , скатываются без скольжения тела Б и С, имеющие одинаковые массы ( $m = 3$  кг) и радиусы ( $R = 10$  см). Для каждого тела найти:



- а) ускорение;  
 б) линейную скорость в конце наклонной плоскости;  
 с) полную кинетическую энергию.

*Примечание: В табл.1.2.3 каждое тело расположено под определенным номером. Зная номер своего варианта, по табл. 1.2.4 определите название тел Б и С, угол наклона плоскости  $\alpha$  и длину плоскости  $L$ . Например, для первого варианта: тело Б – однородный цилиндр, тело С – тонкостенный цилиндр,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $L = 6$  м.*

Таблица 1.2.3

№ п/п	Название тел
1	Однородный цилиндр
2	Тонкостенный цилиндр
3	Обруч
4	Сплошной диск
5	Сплошной шар
6	Тонкостенный шар

Таблица 1.2.4

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тело Б	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3
Тело С	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4
$\alpha$ , град	30	45	60	30	45	30	45	60	30	45	60	30	45	60
$L$ , м	6	8	5	10	7	6	10	6	8	5	10	7	6	10

### Контрольные вопросы:

1. Что такое момент инерции?
2. Какова роль момента инерции во вращательном движении?
3. Вывести формулу кинетической энергии тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
4. Сравнить скорости и ускорения поступательного движения при скатывании полых и сплошных тел одинаковой геометрической формы и массы.
5. Для какого тела на долю вращательного движения приходится большая энергия – сплошного или полого?

## РГР № 2 по разделам «Молекулярная физика и термодинамика»

### РГР № 2.1 по темам разделов «Молекулярная физика и термодинамика»

Данная расчетно-графическая работа состоит из 9 задач по следующим темам:

- тема 1 - основное уравнение МКТ идеального газа; теорема Больцмана о равнораспределении энергии по степеням свободы;
- тема 2, 3 - распределения Максвелла и Больцмана;
- тема 4, 5 - длина свободного пробега и число столкновений; явления переноса;
- тема 6 - теплоемкость газов и работа расширения газа;
- тема 7 - первое начало термодинамики;
- тема 8 - круговые процессы;
- тема 9 - энтропия.

В табл.2.1 в первом столбце указаны номера вариантов РГР. Из строки, соответствующей определенному варианту, необходимо переписать номера задач. Условия задач следует взять из книги: А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. Задачник по физике : учеб. пособие для втузов – 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2001. – 640 с.

Таблица 2.1. Варианты РГР № 2.1

№	тема 1	тема 2	тема 3	тема 4	тема 5	тема 6	тема 7	тема 8	тема 9
1	9.12	10.46	10.1	10.59	10.60	11.24	11.25	11.52	11.75
2	9.13	10.45	10.2	10.58	10.61	11.23	11.26	11.51	11.74
3	9.14	10.44	10.3	10.57	10.62	11.22	11.27	11.50	11.73
4	9.15	10.43	10.4	10.56	10.63	11.21	11.28	11.49	11.72
5	9.16	10.42	10.5	10.55	10.64	11.20	11.29	11.48	11.71
6	9.17	10.41	10.6	10.54	10.65	11.17	11.30	11.47	11.70
7	9.18	10.40	10.7	10.53	10.66	11.16	11.31	11.46	11.69
8	9.19	10.36	10.8	10.59	10.67	11.15	11.32	11.45	11.74
9	9.20	10.34	10.9	10.58	10.68	11.14	11.33	11.44	11.73
10	9.21	10.33	10.10	10.57	10.69	11.13	11.34	11.43	11.72
11	9.22	10.32	10.11	10.56	10.70	11.12	11.35	11.42	11.71
12	9.23	10.31	10.12	10.55	10.71	11.11	11.36	11.41	11.70
13	9.24	10.28	10.13	10.54	10.72	11.10	11.37	11.40	11.69
14	9.25	10.27	10.14	10.53	10.73	11.9	11.38	11.39	11.75
15	9.26	10.26	10.8	10.52	10.74	11.8	11.39	11.38	11.74
16	9.27	10.22	10.10	10.51	10.75	11.7	11.40	11.37	11.73
17	9.28	10.21	10.11	10.50	10.76	11.6	11.41	11.36	11.72
18	9.31	10.20	10.12	10.49	10.77	11.5	11.42	11.35	11.71
19	9.32	10.16	10.13	10.48	10.78	11.4	11.43	11.34	11.70
20	9.33	10.15	10.14	10.47	10.79	11.2	11.44	11.33	11.69

## РГР № 2.2 по теме «Механика жидкостей и газов»

**Задание 1.** В широкий сосуд налита жидкость, плотность которой  $\rho_0$  и динамическая вязкость  $\eta$ . В жидкость вдалеке от стенок сосуда погружают и отпускают без толчка шарик радиусом  $r$  и плотностью  $\rho$ . Уровень жидкости над дном сосуда  $h$ . Учитывая, что сила  $F_c$  сопротивления со стороны жидкости пропорциональна скорости  $v$  шарика, определить:

- 1) Скорость  $v_{уст}$  установившегося движения шарика в жидкости.
- 2) Время  $\tau$ , в течение которого, начиная от момента начала падения, скорость становится равной  $v_{уст} / n$ .
- 3) Время  $t$ , за которое шарик достигнет дна сосуда.
- 4) Отношение силы  $F_c$  сопротивления, действующей на шарик со стороны жидкости во время движения, к выталкивающей силе  $F_A$ , действующей на этот шарик.
- 5) Характер движения слоев жидкости (ламинарное или турбулентное), обусловленное падением в ней шарика. Критическое значение числа Рейнольдса  $Re_{кр}$  принять равным 0,5.

Получить формулы и построить графики:

- а) зависимости скорости  $v$  шарика, движущегося в жидкости, от времени  $t$ ;
- б) зависимости ускорения  $a$  падающего шарика от  $t$ ;
- в) пройденного пути  $S$  от времени  $t$  для шарика, падающего в жидкости.

*Численные данные к условию задания взять для своего варианта из табл. 2.2.1 и 2.2.2.*

**Задание 2.** (Необходимо решить одну задачу, номер которой соответствует номеру варианта курсанта.)

1. Снаряд массой  $m = 10$  кг выпущен из зенитного орудия вертикально вверх со скоростью  $v_0 = 800$  м/с. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной скорости, определить время  $t$  подъема снаряда до высшей точки. Коэффициент сопротивления  $k = 0,25$  кг/с.

2. Снаряд массой  $m = 10$  кг выпущен из зенитного орудия вертикально вверх со скоростью  $v_0 = 800$  м/с. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной квадрату скорости, определить коэффициент

сопротивления  $k$ , если время  $t$  подъема снаряда до высшей точки равно 45с.

3. Снаряд массой  $m = 10$  кг выпущен из зенитного орудия вертикально вверх со скоростью  $v_0 = 800$  м/с. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной скорости в третьей степени, определить время  $t$  подъема снаряда до высшей точки. Коэффициент сопротивления  $k = 0,25$  кг/с.

4. С вертолета, неподвижно висящего на некоторой высоте над поверхностью Земли, сброшен груз массой  $m = 100$  кг. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной скорости, определить, через какой промежуток времени  $\tau$  ускорение  $a$  груза будет равно половине ускорения свободного падения. Коэффициент сопротивления  $k = 10$  кг/с.

5. С вертолета, неподвижно висящего на некоторой высоте над поверхностью Земли, сброшен груз массой  $m = 100$  кг. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной квадрату скорости, определить, через какой промежуток времени  $\tau$  ускорение  $a$  груза будет равно половине ускорения свободного падения. Коэффициент сопротивления  $k = 10$  кг/с.

6. С вертолета, неподвижно висящего на некоторой высоте над поверхностью Земли, сброшен груз массой  $m = 100$  кг. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной скорости в третьей степени, определить коэффициент сопротивления  $k$ , если через промежуток времени  $\tau = 6,9$  с после начала движения ускорение  $a$  груза будет равно половине ускорения свободного падения.

7. Начальная скорость  $v_0$  пули равна 800 м/с. При движении в воздухе за время  $t = 0,8$  с ее скорость уменьшилась до  $v = 200$  м/с. Масса  $m$  пули равна 10 г. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной квадрату скорости, определить коэффициент сопротивления  $k$ . Действием силы тяжести пренебречь.

8. Начальная скорость  $v_0$  пули равна 315 м/с. При движении в воздухе за время  $t = 0,5$  с ее скорость уменьшилась до  $v = 200$  м/с. Масса  $m$  пули равна 32 г. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной квадрату скорости, определить коэффициент сопротивления  $k$ . Действием силы тяжести пренебречь.

9. Начальная скорость  $v_0$  пули равна 800 м/с. Масса  $m$  пули равна 10 г. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной квадрату скорости, определить, через какой промежуток времени скорость пули станет равной

$0,5v_0$ . Коэффициент сопротивления  $k = 4,7 \cdot 10^{-5}$  кг/м. Действием силы тяжести пренебречь.

10. Парашютист, масса которого  $m = 80$  кг, совершает затяжной прыжок. Считая, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости, определить, через какой промежуток времени  $\tau$  скорость движения парашютиста будет равна  $0,9$  от скорости установившегося движения. Коэффициент сопротивления  $k = 10$  кг/с. Начальная скорость парашютиста равна нулю.

11. Парашютист, масса которого  $m = 80$  кг, совершает затяжной прыжок. Считая, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости, определить, через какой промежуток времени  $\tau$  скорость движения парашютиста будет равна скорости  $v_{уст}$  установившегося движения. Коэффициент сопротивления  $k = 10$  кг/с. Начальная скорость парашютиста равна нулю.

12. Парашют ( $m_1 = 32$  кг) пилота ( $m_2 = 80$  кг) в раскрытом состоянии имеет форму полусферы диаметром  $d = 12$  м, обладая коэффициентом сопротивления  $C_x = 1,3$ . Определить максимальную скорость, развиваемую пилотом при плотности воздуха  $\rho_0 = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>.

13. Определить наибольшую скорость, которую может приобрести свободно падающий в воздухе ( $\rho_0 = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>) свинцовый шарик ( $\rho = 11,3$  г/м<sup>3</sup>) массой  $m = 12$  г. Коэффициент сопротивления  $C_x = 0,5$ .

14. Пробковый шарик (плотность  $\rho = 0,2$  г/см<sup>3</sup>) радиусом  $r = 5$  мм всплывает в сосуде, наполненном касторовым маслом. Найти динамическую и кинематическую вязкости касторового масла, если шарик всплывает с постоянной скоростью  $v = 3,5$  см/с.

15. Смесь свинцовых дробинок с диаметрами  $d_1 = 3$  мм и  $d_2 = 1$  мм опустили в бак с глицерином высотой  $h = 1$  м. Насколько позже упадут на дно дробинки меньшего диаметра по сравнению с дробинками большего диаметра?

Таблица 2.2.1. Плотность и динамическая вязкость жидкостей при температуре 20° С

жидкость	Плотность $\rho_0$ , $10^3$ кг/м <sup>3</sup>	динамическая вязкость $\eta$ , $10^{-3}$ Па·с
глицерин	1,26	1480
Масло касторовое	0,96	987
Масло машинное	0,9	100

Таблица 2.2.2

№ варианта	жидкость	Плотность материала шарика $\rho$ , $10^3$ кг/м <sup>3</sup>	Радиус шарика $r$ , мм	Высота столба жидкости $h$ , м	Отношение скоростей: $n = v_{уст} / v$
1.	глицерин	2,7 (алюминий)	0,5	1,5	10
2.	масло касторовое	2,7 (алюминий)	0,5	1,5	10
3.	масло машинное	2,7 (алюминий)	0,5	1,5	10
4.	глицерин	8,93 (медь)	0,6	1,4	20
5.	масло касторовое	8,93 (медь)	0,6	1,4	20
6.	масло машинное	8,93 (медь)	0,6	1,4	20
7.	глицерин	11,3 (свинец)	0,7	1,3	50
8.	масло касторовое	11,3 (свинец)	0,7	1,3	50
9.	масло машинное	11,3 (свинец)	0,7	1,3	50
10.	глицерин	7,87 (железо)	0,8	2,0	100
11.	масло касторовое	7,87 (железо)	0,8	2,0	100
12.	масло машинное	7,87 (железо)	0,8	2,0	100
13.	глицерин	8,55 (латунь)	0,9	1,6	40
14.	масло касторовое	8,55 (латунь)	0,9	1,6	40
15.	масло машинное	8,55 (латунь)	0,9	1,6	40

### Контрольные вопросы:

1. Что изучает гидроаэромеханика?
2. Сила Архимеда. Чему она равна и как направлена?
3. Условия плавания тел.
4. Чему равна сила внутреннего трения?
5. Число Рейнольдса?
6. Чему равна сила Стокса?
7. Причины возникновения лобового сопротивления тела, движущегося в жидкости. Может ли оно быть равным нулю?
8. За счет чего возникает подъемная сила крыла самолета?

### РГР № 3 по разделу «Электричество»

#### РГР № 3.1 по темам раздела «Электричество»

Данная расчетно-графическая работа состоит из 11 задач по следующим темам:

- тема 1 - взаимодействие зарядов;
- тема 2 - напряженность электрического поля систем зарядов;
- тема 3 - сила, действующая на заряд в электрическом поле;
- тема 4 - потенциал поля различных систем зарядов;
- тема 5 - работа по перемещению заряда в поле и движение заряженных частиц в электрическом поле;
- тема 6 - электрическое поле в диэлектриках;
- тема 7 - электрическая емкость;
- тема 8 - энергия электрического поля;
- тема 9 - закон Ома;
- тема 10 - работа и мощность электрического тока;
- тема 11 - электрический ток в различных средах.

Таблица 3.1. Варианты РГР № 3.1

№ п/п	тема 1	тема 2	тема 3	тема 4	тема 5	тема 6	тема 7	тема 8	тема 9	тема 10	тема 11
1.	13.16	14.29	14.36	15.14	15.41	16.34	17.19	18.19	19.1	19.25	20.32
2.	13.2	14.28	14.37	15.15	15.42	16.33	17.17	18.18	19.2	19.26	20.31
3.	13.3	14.27	14.38	15.16	15.43	16.32	17.14	18.17	19.3	19.27	20.30
4.	13.4	14.30	14.39	15.17	15.44	16.31	17.4	18.16	19.4	19.28	20.29
5.	13.5	14.30	14.40	15.18	15.45	16.30	17.5	18.15	19.5	19.29	20.28
6.	13.6	14.26	14.41	15.19	15.46	16.29	17.6	18.14	19.6	19.30	20.27
7.	13.7	14.25	14.42	15.20	15.47	16.28	17.7	18.12	19.7	19.31	20.26
8.	13.8	14.24	14.43	15.21	15.48	16.27	17.8	18.11	19.8	19.32	20.25
9.	13.9	14.23	14.44	15.34	15.49	16.26	17.9	18.10	19.9	19.33	20.24
10.	13.10	14.22	14.45	15.33	15.69	16.2	17.10	18.9	19.10	19.34	20.9
11.	13.11	14.21	14.46	15.31	15.53	16.5	17.11	18.8	19.11	19.35	20.5
12.	13.12	14.20	14.47	15.30	15.61	16.11	17.12	18.7	19.12	19.36	20.7
13.	13.13	14.19	14.48	15.29	15.60	16.23	17.13	18.6	19.13	19.35	20.6
14.	13.14	14.18	14.36	15.28	15.50	16.24	17.14	18.5	19.14	19.34	20.8
15.	13.15	14.17	14.37	15.22	15.54	16.11	17.15	18.4	19.15	19.33	20.10
16.	13.16	14.16	14.38	15.21	15.55	16.19	17.16	18.3	19.16	19.32	20.11
17.	13.17	14.15	14.39	15.20	15.56	16.18	17.17	18.2	19.17	19.31	20.12
18.	13.18	14.14	14.40	15.19	15.57	16.17	17.18	18.8	19.18	19.30	20.15
19.	13.19	14.13	14.46	15.27	15.58	16.16	17.19	18.2	19.17	19.29	20.14
20.	13.20	14.12	14.47	15.26	15.59	16.15	17.20	18.3	19.16	19.28	20.13

В табл. 3.1 в первом столбце указаны номера вариантов РГР. Из строки, соответствующей определенному варианту, необходимо переписать номера задач. Условия задач следует взять из книги: А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. Задачник по физике : учеб. пособие для вузов – 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2001. – 640 с.

### **РГР № 3.2. по теме «Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа»**

#### **Вариант № 1**

**Задание 1.** Найти силу тока и его направление на каждом участке в схеме рис.1, где  $\varepsilon_1 = 6$  В,  $\varepsilon_2 = 8$  В,  $r_1 = 40$  Ом,  $r_2 = 20$  Ом,  $R = 13$  Ом. Определить полезную мощность, мощность потерь, затраченную мощность и к.п.д. источников тока.

**Задание 2.** На концах нихромового проводника длиной  $L = 2$  м и диаметром  $d = 3$  мм, включенного в цепь, напряжение равномерно меняется от  $U_1 = 2$  В до  $U_2 = 12$  В за время  $t = 20$  с. Определить количество электричества, прошедшего за это время через провод. Записать уравнения и построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$ , напряжения  $U = U(t)$  и заряда  $q = q(t)$ .

#### **Вариант № 2**

**Задание 1.** Найти силу тока и его направление на каждом участке в схеме рис.2, где  $\varepsilon_1 = 80$  В,  $\varepsilon_2 = 60$  В,  $r_1 = 20$  Ом,  $r_2 = 40$  Ом,  $R = 13$  Ом. Определить полезную мощность, мощность потерь, затраченную мощность и к.п.д. источников тока.

**Задание 2.** Через нихромовый проводник длиной  $L = 1$  м и диаметром  $d = 2$  мм пропускают ток, сила которого равномерно меняется от  $I_1 = 2$  А до  $I_2 = 20$  А за время  $t = 10$  с. Определить количество электричества, прошедшего за это время через провод. Записать уравнения и построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$ , напряжения  $U = U(t)$  и заряда  $q = q(t)$ .

#### **Вариант № 3**

**Задание 1.** Найти силу тока и его направление на каждом участке в схеме рис.3, где  $\varepsilon_1 = 3$  В,  $\varepsilon_2 = 4$  В,  $\varepsilon_3 = 5$  В,  $r_1 = 2$  Ом,  $r_2 = 1$  Ом,  $r_3 = 2$  Ом.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 100$  Ом увеличивается от  $I_0 = 0$  А до  $I_{max} = 30$  А по закону  $I = I_0 + k t$  за время



$t = 10$  с. Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике, а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$ , заряда  $q = q(t)$  и количества теплоты  $Q = Q(t)$ .

#### Вариант № 4

**Задание 1.** Найти силу тока и его направление на каждом участке в схеме рис.4, где  $\varepsilon_1 = 5$  В,  $\varepsilon_2 = 6$  В,  $\varepsilon_3 = 2$  В,  $r_1 = 1$  Ом,  $r_2 = 2$  Ом,  $r_3 = 3$  Ом.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 20$  Ом уменьшается от  $I_{max} = 30$  А до  $I_{min} = 3$  А по закону  $I = I_0 - k t$  за время  $t = 5$  с. Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике, а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$ , заряда  $q = q(t)$  и количества теплоты  $Q = Q(t)$ .

#### Вариант № 5

**Задание 1.** Найти токи в отдельных ветвях мостика Уитстона (рис.5) при условии, что через гальванометр идет ток  $I_g = 0$  А. ЭДС элемента  $\varepsilon = 20$  В, его внутреннее сопротивление  $r = 10$  Ом, а сопротивления  $R_1 = 30$  Ом,  $R_2 = 45$  Ом и  $R_3 = 20$  Ом. Определить КПД элемента.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 10$  Ом изменяется по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ ,  $I_0 = 10$  А,  $\omega = 2$  рад/с. Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике за время  $t = 10$  с, а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$  и заряда  $q = q(t)$ .

#### Вариант № 6

**Задание 1.** Найти силу тока и его направление на каждом участке в схеме рис.6, где  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 8$  В,  $r_1 = r_2 = r_3 = 20$  Ом,  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 15$  Ом. Определить полезную мощность, мощность потерь, затраченную мощность и к.п.д. источников тока.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 20$  Ом изменяется по закону,  $I = I_0 (\cos \omega t - 1)$ ,  $I_0 = 5$  А,  $\omega = 4$  рад/с. Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике за время  $t = 10$  с, а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$  и заряда  $q = q(t)$ .

### Вариант № 7

**Задание 1.** Найти силу тока и его направление на каждом участке в схеме рис.7, где  $\varepsilon_1 = 40 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_2 = 50 \text{ В}$ ,  $r_1 = r_2 = 10 \text{ Ом}$ ,  $\varepsilon_3 = 60 \text{ В}$ ,  $r_3 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R = 50 \text{ Ом}$ . Определить полезную мощность, мощность потерь, затраченную мощность и КПД источников тока.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 40 \text{ Ом}$  изменяется по закону  $I = I_0 \sin^2 \omega t$ ,  $I_0 = 5 \text{ А}$ ,  $\omega = 2 \text{ рад/с}$ . Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике за время  $t = 10 \text{ с}$ , а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$  и заряда  $q = q(t)$ .

### Вариант № 8

**Задание 1.** Найти силу тока и его направление на каждом участке в схеме рис.8, где  $\varepsilon_1 = 50 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_2 = 40 \text{ В}$ ,  $r_1 = 15 \text{ Ом}$ ,  $r_2 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 15 \text{ Ом}$ . Определить полезную мощность, мощность потерь, затраченную мощность и КПД источников тока.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 20 \text{ Ом}$  изменяется по закону,  $I = I_0 (\cos^2 \omega t - 1)$ ,  $I_0 = 10 \text{ А}$ ,  $\omega = 4 \text{ рад/с}$ . Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике за время  $t = 20 \text{ с}$ , а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$  и заряда  $q = q(t)$ .

### Вариант № 9

**Задание 1.** Элементы цепи, схема которой изображена на рис.9, имеют следующие значения:  $\varepsilon_1 = 1,5 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_2 = 1,6 \text{ В}$ ,  $R_1 = 1 \text{ кОм}$ ,  $R_2 = 2 \text{ кОм}$ . Определить показания вольтметра, если его сопротивление  $R_v = 2 \text{ кОм}$ . Сопротивлением источников напряжения и соединительных проводов пренебречь.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 20 \text{ Ом}$  изменяется по закону,  $I = I_0 e^{-\alpha t}$ ,  $I_0 = 20 \text{ А}$ ,  $\alpha = 4 \text{ рад/с}$ . Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике за время  $t = 10 \text{ с}$ , а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$  и заряда  $q = q(t)$ .

**Вариант № 10**

**Задание 1.** Батареи имеют ЭДС  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ , сопротивления  $R_1 = R_2 = 100 \text{ Ом}$ , сопротивление вольтметра  $R_v = 150 \text{ Ом}$  (рис. 10). Показания вольтметра  $U = 150 \text{ В}$ . Найти ЭДС  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  батарей. Определить токи в каждой ветке цепи.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 20 \text{ Ом}$  изменяется по закону,  $I = I_0 e^{\alpha t}$ ,  $I_0 = 20 \text{ А}$ ,  $\alpha = 2 \text{ рад/с}$ . Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике за время  $t = 20 \text{ с}$ , а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$  и заряда  $q = q(t)$ .

**Вариант № 11**

**Задание 1.** Найти силу тока и его направление на каждом участке в схеме рис.11, где  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 50 \text{ В}$ ,  $r_1 = r_2 = 10 \text{ Ом}$ ,  $\varepsilon_3 = 60 \text{ В}$ ,  $r_3 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R = 50 \text{ Ом}$ . Определить полезную мощность, мощность потерь, затраченную мощность и КПД источников тока.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 100 \text{ Ом}$  увеличивается от  $I_0 = 0 \text{ А}$  до  $I_{max} = 30 \text{ А}$  по закону  $I = I_0 + k t^2$  за время  $t = 10 \text{ с}$ . Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике, а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$ , заряда  $q = q(t)$  и количества теплоты  $Q = Q(t)$ .

**Вариант № 12**

**Задание 1.** Найти силу тока и его направление на каждом участке в схеме рис.8, где  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 40 \text{ В}$ ,  $r_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $r_2 = 15 \text{ Ом}$ ,  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 15 \text{ Ом}$ . Определить полезную мощность, мощность потерь, затраченную мощность и КПД источников тока.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$  уменьшается от  $I_{max} = 30 \text{ А}$  до  $I_{min} = 3 \text{ А}$  по закону  $I = I_0 - k t^2$  за время  $t = 5 \text{ с}$ . Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике, а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$ , заряда  $q = q(t)$  и количества теплоты  $Q = Q(t)$ .

**Вариант № 13**

**Задание 1.** Элементы цепи, схема которой изображена на рис.13, имеют следующие значения:  $\varepsilon_1 = 2,5 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_2 = 2,6 \text{ В}$ ,  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 200$

Ом. Определить показания вольтметра, если его сопротивление  $R_v = 200$  Ом. Сопротивлением источников напряжения и соединительных проводов пренебречь.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 30$  Ом уменьшается от  $I_{max} = 30$  А до  $I_{min} = 0$  А по закону  $I = I_0 - k t^3$  за время  $t = 5$  с. Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике, а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$ , заряда  $q = q(t)$  и количества теплоты  $Q = Q(t)$ .

#### Вариант № 14

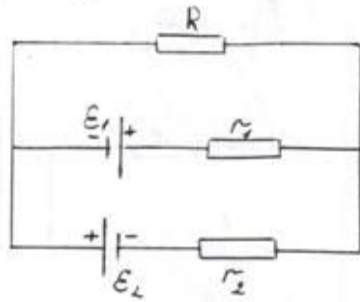
**Задание 1.** Батареи имеют ЭДС  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ , сопротивления  $R_1 = R_2 = 100$  Ом, сопротивление вольтметра  $R_v = 150$  Ом (рис. 14). Показания вольтметра  $U = 50$  В. Найти ЭДС  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  батарей. Определить токи в каждой ветке цепи.

**Задание 2.** Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 30$  Ом изменяется по закону,  $I = I_0 (1 + e^{-\alpha t})$ ,  $I(0) = 20$  А,  $\alpha = 2$  рад/с. Определить количество электричества  $q$ , протекающее в этом проводнике за время  $t = 10$  с, а также количество теплоты  $Q$ , выделившееся за это время. Построить графики зависимости от времени силы тока  $I = I(t)$  и заряда  $q = q(t)$ .

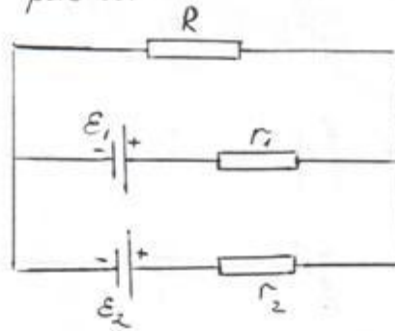
#### Контрольные вопросы:

1. Что называется силой тока? Единица силы тока?
2. Условия возникновения и существования электрического тока.
3. В чем заключается физический смысл электродвижущей силы, действующей в цепи, напряжения, разности потенциалов?
4. Правила Кирхгофа. На чем они основаны?
5. Как составляются уравнения, выражающие правила Кирхгофа?
6. Частные случаи обобщенного закона Ома в интегральной форме.
7. Закон Джоуля - Ленца.

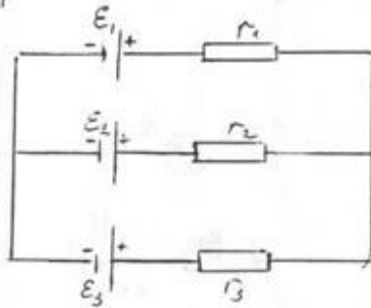
puc. 1.



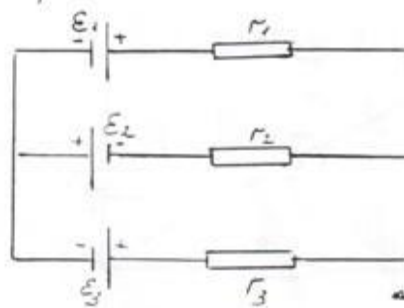
puc. 2.



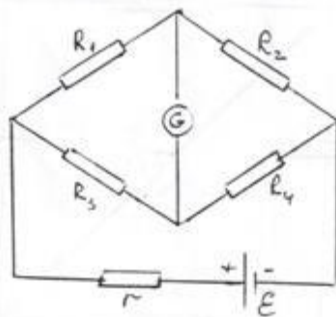
puc. 3.



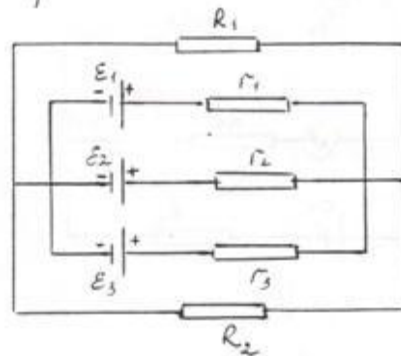
puc. 4.



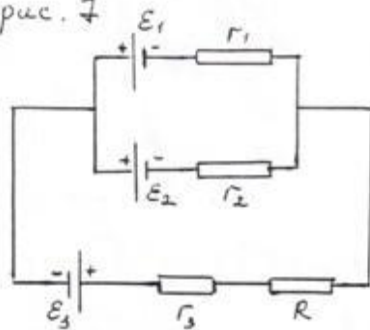
puc. 5.



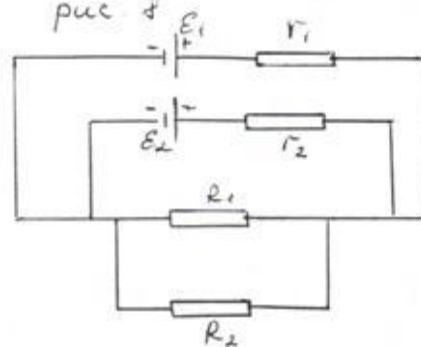
puc. 6.



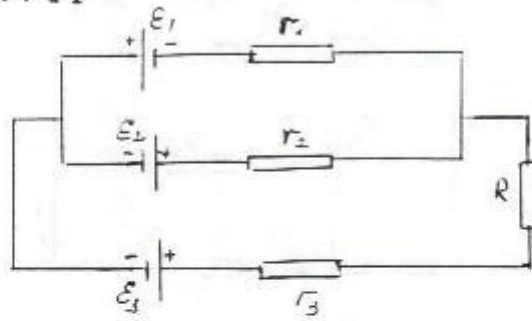
puc. 7.



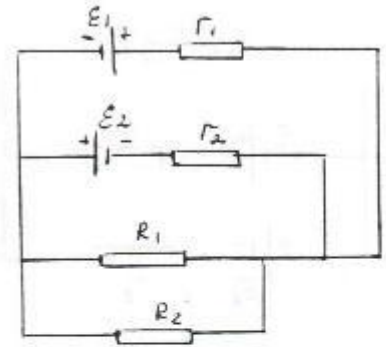
puc. 8.



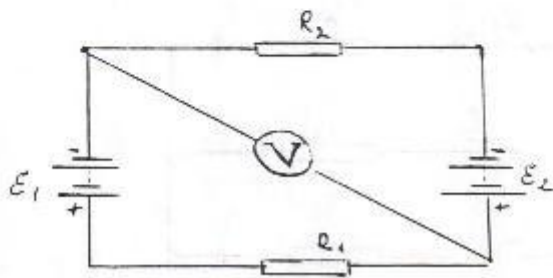
puc. 11



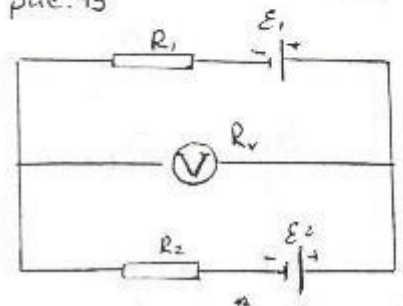
puc. 12



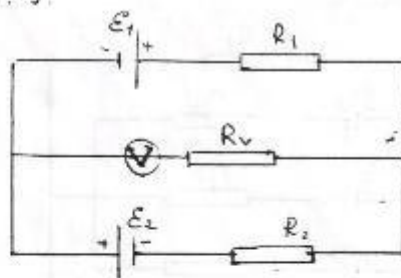
puc. 10.



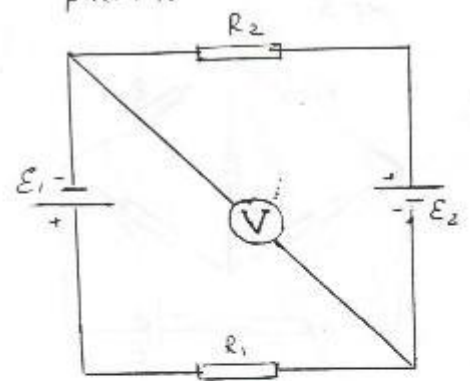
puc. 13



puc. 9.



puc. 14.



### РГР № 4 по разделам «Электромагнетизм»

Данная расчетно-графическая работа состоит из 11 задач по следующим темам:

- тема 1 - магнитное поле кругового тока;
- тема 2 - магнитное поле прямого тока;
- тема 3 - магнитный момент;
- тема 4 - сила Ампера;
- тема 5 - сила Лоренца;
- тема 6 - закон полного тока и магнитный поток;
- тема 7 - работа по перемещению проводника с током в магнитном поле;
- тема 8 - электромагнитная индукция, индуктивность;
- тема 9 - энергия магнитного поля;
- тема 10 - магнитные свойства вещества;

Таблица 4.

№ п/п	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10
1.	21.13	21.14	22.24	22.1	23.30	24.1	25.1	25.16	26.14	27.1
2.	21.12	21.15	22.23	22.2	23.29	24.2	25.2	25.15	26.13	27.6
3.	21.11	21.16	22.22	22.3	23.28	24.3	25.3	25.14	26.12	27.7
4.	21.10	21.17	22.21	22.4	23.27	24.4	25.4	25.13	26.11	27.8
5.	21.9	21.18	22.20	22.5	23.26	24.5	25.5(1)	25.12	26.10	27.9
6.	21.8	21.19	22.19	22.6	23.25	24.6	25.5(2)	25.11	26.9	27.10
7.	21.7	21.20	22.18	22.7	23.24	24.7	25.17	25.10	26.8	27.11
8.	21.7	21.21	22.17	22.8	23.23	24.8	25.18	25.9	26.7	27.12
9.	21.8	21.22	22.16	22.9	23.22	24.9	25.19	25.8	26.6	27.17
10.	21.9	21.23	22.17	22.10	23.21	24.10	25. 20	25.7	26.5	27.18
11.	21.10	21.24	22.18	22.11	23.20	24.11	25.21	25.6	26.4	27.19
12.	21.11	21.25	22.19	22.10	23.19	24.12	25.22	25.17	26.3	27.20
13.	21.12	21.26	22.20	22.9	23.18	24.11	25.23	25.18	26.2	27.21
14.	21.13	21.27	22.21	22.8	23.17	24.10	25.24	25.19	26.1	27.1
15.	21.13	21.28	22.22	22.7	23.16	24.9	25.23	25.20	26.2	27.6
16.	21.12	21.29	22.23	22.6	23.15	24.8	25.22	25.21	26.3	27.7
17.	21.11	21.30	22.24	22.5	23.14	24.7	25.21	25.22	26.4	27.8
18.	21.10	21.31	22.23	22.4	23.13	24.6	25.20	25.23	26.5	27.9
19.	21.9	21.32	22.22	22.3	23.12	24.5	25.19	25.24	26.6	27.10
20.	21.8	21.31	22.21	22.2	23.11	24.4	25.18	25.25	26.7	27.11

В табл. 4 в первом столбце указаны номера вариантов РГР. Из строки, соответствующей определенному варианту, необходимо переписать номера задач. Условия задач следует взять из книги: А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. Задачник по физике : учеб. пособие для втузов – 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2001. – 640 с.

**РГР № 5 по разделам «Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика»**

В табл. 5 в первом столбце указаны номера вариантов РГР. Из строки, соответствующей определенному варианту, необходимо переписать номера задач. Условия задач следует взять из книги: А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. Задачник по физике : учеб. Пособие для втузов – 7-е изд., перераб. И доп. – М. : Физматлит, 2001. – 640 с.

Таблица 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	30.1	31.28	32.1	34.30	35.1	37.11	40.49	41.1	43.13	44.3	45.25
2.	30.2	31.27	32.2	34.29	35.2	37.10	40.48	41.2	43.12	44.4	45.24
3.	30.3	31.26	32.3	34.28	35.3	37.9	40.47	41.3	43.11	44.5	45.23
4.	30.4	31.25	32.4	34.25	35.4	37.8	40.46	41.4	43.10	44.6	45.22
5.	30.5	31.24	32.5	34.24	35.5	37.7	40.45	41.5	43.9	44.7	45.21
6.	30.6	31.23	32.6	34.23	35.6	37.6	40.44	41.6	43.8	44.8	45.20
7.	30.7	31.22	32.7	34.10	35.7	37.5	40.43	41.7	43.7	44.9	45.19
8.	30.8	31.21	32.8	34.9	35.8	37.4	40.42	41.8	43.6	44.10	45.18
9.	30.9	31.20	32.9	34.8	35.9	37.3	40.41	41.9	43.5	44.11	45.17
10.	30.10	31.19	32.10	34.7	35.10	37.2	40.50	41.10	43.4	44.12	45.16
11.	30.11	31.18	32.11	34.6	36.1	37.1	40.26	41.11	43.3	44.13	45.15
12.	30.12	31.17	32.12	34.5	36.2	38.1	40.20	41.12	42.14	44.14	45.14
13.	30.13	31.16	32.13	34.4	36.3	38.2	40.21	41.13	42.13	44.15	45.13
14.	30.15	31.15	32.14	34.3	36.4	38.3	40.31	41.14	42.12	44.16	45.12
15.	30.16	31.14	32.15	34.2	36.5	38.4	40.29	41.15	42.11	44.17	45.11
16.	30.17	31.13	32.16	34.1	36.6	38.5	40.17	41.16	42.10	44.18	45.10
17.	30.18	31.12	32.17	34.22	36.7	38.6	40.11	41.17	42.9	44.19	45.9
18.	30.19	31.11	32.18	34.21	36.8	38.7	40.10	41.18	42.8	44.20	45.8
19.	30.20	31.10	32.19	34.20	36.9	38.8	40.8	41.19	42.7	44.21	45.7
20.	30.21	31.8	32.20	34.19	36.10	38.9	40.7	41.20	42.6	44.22	45.6
21.	30.22	31.5	32.21	34.18	36.11	38.13	40.6	41.21	42.5	44.23	45.5
22.	30.23	31.4	32.22	34.17	36.12	38.14	40.5	41.22	42.4	44.24	45.4
23.	30.24	31.3	34.13	34.16	37.1	38.15	40.4	41.23	42.3	44.25	45.3
24.	30.25	31.2	34.12	34.15	37.2	38.19	40.3	41.24	42.2	44.26	45.2
25.	30.28	31.1	34.11	34.14	37.3	38.20	40.1	41.25	42.1	44.27	45.1

**РГР № 6 по разделам «Атомная и ядерная физика, физика элементарных частиц»**

**РГР № 6.1 по теме «Частица в бесконечно глубоком потенциальном ящике»**

**Задание 1.** Используя соотношение неопределенности, оцените минимальную энергию  $E_1$ , которой может обладать частица массой  $m$ ,



находящаяся в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной  $l$ .

**Задание 2.** Найдите пси-функции и значения энергии частицы массой  $m$ , находящейся в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной  $l$ . (Бесконечная глубина ямы означает, что потенциальная энергия частицы внутри ямы равна нулю, а вне ямы – бесконечности.) Сравните результаты для  $E_1$  с ответом к заданию 1.

**Задание 3.** Зная пси-функции частицы массой  $m$ , находящейся в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной  $l$ , вычислите вероятность того, что эта частица, находясь в возбужденном состоянии, характеризуемом главным квантовым числом  $n$ , будет обнаружена в интервале от  $x_1 < x < x_2$ . Постройте графики зависимости пси-функции  $\psi(x)$  и плотности вероятности  $|\psi(x)|^2$  от координаты  $x$ . Расчеты произведите для двух частиц: электрона ( $m = 9,11 \cdot 10^{-31}$  кг) и протона ( $m = 1,67 \cdot 10^{-31}$  кг). Данные возьмите из таблицы 6.1.

Таблица 6.1

Номер варианта	Главное квантовое число $n$	Границы интервала	
		$x_1$	$x_2$
1.	2	0	$l/2$
2.	2	$l/2$	$3l/4$
3.	2	$l/4$	$l$
4.	3	$l/4$	$3l/4$
5.	3	$l/3$	$2l/3$
6.	3	$2l/3$	$l$
7.	5	$2l/5$	$l$
8.	5	0	$l/5$
9.	5	$l/5$	$3l/5$
10.	1	$l/4$	$3l/4$
11.	1	$l/3$	$2l/3$
12.	1	$l/2$	$l$
13.	4	0	$l/4$
14.	4	$l/4$	$3l/4$
15	4	$3l/8$	$3l/4$

### Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте гипотезу де Бройля.
2. Сформулируйте и запишите соотношение неопределенностей Гейзенберга.
3. Запишите стационарное и временное уравнения Шредингера.
4. Что определяет квадрат волновой функции?

5. Может ли частица находиться на дне потенциальной ямы?
6. Какими свойствами микрочастиц обусловлен туннельный эффект?

### РГР № 6.2 по теме «Реакция деления и синтеза атомных ядер»

Данная работа состоит из трех заданий. Первые два задания общие для всех вариантов. Результаты, полученные при решении этих заданий, необходимо использовать при решении третьего задания. Из третьего задания каждый курсант решает только одну задачу. Номер задачи соответствует номеру его варианта.

**Задание 1:** Оценить выход энергии в реакции деления ядра урана 235, в котором на нуклон приходится энергия связи 7,6 МэВ, с образованием осколков – бария 139 и криптона 94, для которых энергия связи на нуклон равна 8,7 МэВ. Считать, что около 40 МэВ энергии уносится нейтронами и гамма-излучением. Определить энергию на один нуклон, освобождающуюся при этой реакции. Записать уравнение реакции.

**Задание 2:** Оценить на примере реакции синтеза энергию, выделяемую на один нуклон. Рассмотреть следующие реакции:

- 1)  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^1_1\text{p}$ ;
- 2)  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$ ;
- 3)  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ ;
- 4)  ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$ .

Сравнить эту энергию с аналогичной величиной для реакции деления ядра урана 235. Оценить температуру ее протекания.

#### Задание 3:

1. Вычислить к.п.д. атомного ледокола, если он развивает мощность 32000 кВт и потребляет в сутки около 200 г урана 235.

2. Подводная лодка имеет полезную мощность атомной установки 16 МВт, топливом служит обогащенный уран 235. Определить запас ядерного горючего, необходимого для месячного плавания лодка. К.п.д. энергетической 0,2.

3. Какова полезная электрическая мощность атомной электростанции, расходующей в сутки 220 г урана 235 и имеющей к.п.д. 0.25?

4. Определить энергию, выделяющуюся при распаде всех ядер изотопа урана  $^{235}\text{U}$  массой 1 кг и массу каменного угля, эквивалентную в тепловом отношении данному количеству урана.

5. Какому количеству энергии соответствует “сжигание” в ядерном реакторе 1 г урана  $^{235}\text{U}$ ? Какое количество условного топлива с теплотворной способностью 3 МДж/кг выделяет такую же энергию?

6. Определить массу изотопа урана  $^{235}\text{U}$ , подвергающегося делению при взрыве атомной бомбы с тротиловым эквивалентом 30 кг, если тепловой эквивалент тротилового эквивалент тротила равен 4 МДж/кг.

7. Найдите часовой расход урана  $^{235}\text{U}$  в атомном реакторе судна, если его к.п.д. 0,15, а мощность, получаемая двигательной установкой, 32 000 кВт.

8. Определить суточный расход урана  $^{235}\text{U}$  на атомной электростанции, обеспечивающей полезную мощность 500 МВт, полагая к.п.д. станции равным 0,2.

9. Определить энергию, которая выделится при “сгорании” 1 моля урана  $^{235}\text{U}$ . Сколько воды, взятой при температуре 273 К, можно нагреть до кипения за счет этой энергии?

10. Какая масса урана  $^{235}\text{U}$  расходуется в сутки на атомной электростанции с полезной мощностью 5 МВт? К.п.д. преобразования энергии считать равным 0,25.

11. Определить суточный расход обогащенного урана  $^{235}\text{U}$  атомной электростанцией с полезной мощностью 500 МВт? К.п.д. электростанции считать равным 0,3.

12. Мощность двигателя атомного судна составляет 30 МВт. К.п.д. его энергетической установки равен 0,3. Определить месячный расход урана.

13. Сколько граммов урана  $^{235}\text{U}$  расходуется ежедневно при производстве 1000 МВт электроэнергии? К.п.д. преобразования энергии 0,3.

14. В 1л воды содержится  $1/30$  г дейтерия. Оцените энергию, которая выделится при “сжигании” этого количества дейтерия в ходе термоядерной реакции образования ядер трития из ядер дейтерия.

### Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте частицы, входящие в состав атомных ядер. Сколько их?

2. Что называют дефектом массы и энергией связи атомного ядра?
3. Какие свойства ядерных сил?
4. Какие реакции называются ядерными? В чем отличие ядерных реакций от химических?
5. Типы ядерных реакций.
6. Под действием каких частиц ядерные реакции более эффективны? Почему?
7. Опишите реакции деления и синтеза атомных ядер. Когда на один нуклон выделяется больше энергии? Почему?

**ПРИЛОЖЕНИЕ. Образец титульного листа расчетно-графической работы**

**ФГБОУ ВО  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт Морская академия**

Кафедра общей и  
прикладной физики

**РГР № 1.1  
по темам раздела «Физические основы механики»**

Выполнил:

Студент \_\_\_ курса института Морская академия группа КОБ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Ф.и.о

Проверил:

\_\_\_\_\_

Мурманск-2019

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 19-е и другие ранние изд., стер. - Москва: Академия, 2012, 2010, 2008 - 2004. - 557, [1] с.: ил. - (Высшее профессиональное образование) **(аб.184, чз. 11)**
2. Курс физики: учеб. пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. - 4-е изд., испр. - Москва: Высш. шк., 2002. - 718 с.: ил. **(аб.169, чз.1)**
3. Задачник по физике: учеб. пособие для втузов / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - Изд. 8-е, 7-е перераб. и доп. - Москва: Физматлит, 2009, 2006, 2005, 2003, 2001. - 640 с. **(аб.665, чз.16)**

### Дополнительная литература

4. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов техн. вузов / В. С. Волькенштейн. - Изд. 3-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург: Кн. мир, 2005. - 327 с. **(аб.138, чз.3)**
5. Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Наука, 1970. - Т. 1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика. - 505 с.: ил. - Режим доступа: по подписке. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477374> - Текст: электронный.
6. Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. - Изд. 4-е, перераб. - Москва: Наука, 1970. - Т. 2. Электричество. - 430 с.: ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494689> - Текст : электронный.
7. Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев; под ред. Л.Л. Енковского. - Изд. 3-е, доп., перераб. - Москва: Наука, 1970. - Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. - 527 с.: ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483316> - Текст: электронный.

### Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://biblioclub.ru/>
2. <http://ito.edu.ru/>
3. <http://window.edu.ru>
4. <http://www.edu.ru>
5. <http://www.wikiznanie.ru>
6. <http://dic.academic.ru>