

**МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)
ВОЛЖСКИЙ ФИЛИАЛ**

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ИиТТП
Петрова А.В.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-
ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ФИЗИКА»**

Направление подготовки
23.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль)
***Автоматизированные системы обработки информации и управления в
отраслях транспортно-дорожного комплекса***

Квалификация
Бакалавр

Кафедра: ИиТТП

Чебоксары

ОГЛАВЛЕНИЕ

РГР №1. Кинематика материальной точки.....	3
РГР №2. Динамика материальной точки и законы сохранения	6
РГР №3. Механические колебания и волны.....	9
РГР №4. Молекулярная физика и термодинамика	13
РГР №5. Электростатика	16
РГР №6. Постоянный электрический ток	19
РГР №7. Магнитное поле. Электромагнитная индукция.....	22
РГР №8. Оптика. Квантовая физика.....	26
Требования к оформлению РГР	29
Таблица 9.1 - Критерии оценивания	30

РГР №1. Кинематика материальной точки

Цель работы: Исследовать кинематические характеристики движения материальной точки, освоить методы графического представления зависимостей кинематических величин от времени.

Теоретическая часть:

- Равномерное и равнопеременное движение.
- Криволинейное движение.
- Нормальное и тангенциальное ускорение.
- Кинематические графики.

Типовые задания:

1. Прямолинейное движение:

Материальная точка движется вдоль оси X. Зависимость координаты от времени имеет вид: $x(t) = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где A, B, C, D — постоянные коэффициенты (согласно варианту).

Определить:

- Зависимости скорости $v(t)$ и ускорения $a(t)$ от времени.
- Среднюю скорость и среднее ускорение за первые t_1 секунд движения.
- Момент времени, когда скорость равна нулю.
- Путь, пройденный точкой за первые t_2 секунд.

2. Криволинейное движение:

Материальная точка движется по окружности радиусом R. Угол поворота зависит от времени: $\varphi(t) = \alpha + \beta t + \gamma t^2$.

Определить:

- Угловую скорость $\omega(t)$ и угловое ускорение $\varepsilon(t)$.
- Линейную скорость $v(t)$.
- Нормальное $a_n(t)$ и тангенциальное $a_\tau(t)$ ускорения.
- Полное ускорение в момент времени t_0

3. Баллистическое движение:

Тело брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 .

Определить:

- Время полета и дальность полета.
- Максимальную высоту подъема.
- Радиус кривизны траектории в верхней точке.
- Уравнение траектории $y(x)$.

Вычислительный эксперимент:

Разработать программу (Python/C++/Excel), которая:

- Строит графики зависимостей $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ на заданном интервале времени.
- Для баллистического движения строит траекторию и анимирует движение точки.
- Определяет численно момент достижения максимальной высоты.

Таблица 1.1 - 30 вариантов исходных данных (коэффициенты A, B, C, D для $x(t)$).

Вариант	A (м)	B (м/с)	C (м/с ²)	D (м/с ³)	t_1 (с)	t_2 (с)	R (м)	α (°)	v_0 (м/с)
1	2.0	3.0	-1.5	0.2	2	3	5	30	20
2	1.5	4.0	-2.0	0.3	2	4	6	35	22
3	2.5	2.5	-1.8	0.25	3	4	4	40	18
4	3.0	3.5	-2.2	0.15	2	3	7	45	25
5	1.0	5.0	-1.2	0.4	1	3	5	50	20
6	2.2	3.8	-1.6	0.22	2	4	6	32	21
7	1.8	4.2	-2.4	0.18	3	5	5	38	23
8	2.8	2.8	-1.9	0.28	2	3	8	42	19
9	3.2	3.2	-2.1	0.32	2	4	4	48	24
10	1.2	4.5	-1.4	0.35	1	3	7	52	22
11	2.1	3.1	-1.7	0.21	2	4	5	31	20
12	1.6	4.1	-2.3	0.17	3	4	6	36	21
13	2.6	2.6	-1.85	0.26	2	3	5	41	19
14	3.1	3.3	-2.15	0.31	2	4	7	46	23
15	1.1	4.8	-1.3	0.38	1	3	4	51	25
16	2.3	3.6	-1.55	0.23	2	4	6	33	20
17	1.9	4.3	-2.5	0.19	3	5	5	39	22
18	2.9	2.9	-1.95	0.29	2	3	8	43	18
19	3.3	3.4	-2.25	0.33	2	4	4	47	24

20	1.3	4.6	-1.45	0.36	1	3	7	53	21
21	2.4	3.7	-1.65	0.24	2	4	5	34	20
22	1.7	4.4	-2.35	0.20	3	4	6	37	22
23	2.7	2.7	-1.88	0.27	2	3	5	44	19
24	3.4	3.5	-2.18	0.34	2	4	7	49	23
25	1.4	4.7	-1.38	0.37	1	3	4	54	25
26	2.5	3.9	-1.62	0.25	2	4	6	35	20
27	1.8	4.5	-2.45	0.18	3	5	5	40	22
28	3.0	3.0	-1.98	0.30	2	3	8	45	18
29	3.5	3.6	-2.28	0.35	2	4	4	50	24
30	1.5	4.9	-1.48	0.39	1	3	7	55	21

РГР №2. Динамика материальной точки и законы сохранения

Цель работы: Применить законы динамики и законы сохранения для анализа движения тел под действием сил.

Теоретическая часть:

- Законы Ньютона.
- Силы в механике (тяжести, упругости, трения).
- Импульс тела, закон сохранения импульса.
- Работа, энергия, закон сохранения механической энергии.

Типовые задания:

1. Движение под действием постоянных сил:

Тело массой m движется по горизонтальной поверхности под действием силы F , направленной под углом α к горизонту. Коэффициент трения μ .

Определить:

- Ускорение тела.
- Силу реакции опоры.
- Скорость тела через t секунд после начала движения.
- Работу силы F на пути S .

2. Движение связанных тел:

Два тела массами m_1 и m_2 связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок. Тела движутся по наклонным плоскостям с углами наклона α и β . Коэффициенты трения μ_1 и μ_2 .

Определить:

- Ускорение системы.
- Силу натяжения нити.
- Скорость тел через время t после начала движения.

3. Закон сохранения импульса:

Снаряд массой m , летящий горизонтально со скоростью v , разрывается на два осколка. Масса первого осколка m_1 , второго — m_2 . Первый осколок летит под углом α к горизонту со скоростью v_1 .

Определить скорость второго осколка (модуль и направление).

4. Закон сохранения энергии:

Тело массой m соскальзывает без начальной скорости с вершины наклонной плоскости высотой h и углом наклона α . Коэффициент трения μ .

Определить:

- Скорость тела у основания наклонной плоскости.
- Работу силы трения.
- На каком расстоянии от основания остановится тело на горизонтальном участке (с тем же коэффициентом трения)

Вычислительный эксперимент:

Разработать программу, моделирующую движение тела по наклонной плоскости с учетом трения. Программа должна:

- Вычислять кинематические характеристики движения.
- Строить графики зависимости скорости, ускорения, координаты от времени.
- Визуализировать изменение потенциальной и кинетической энергии.
- Определять момент остановки тела.

Таблица 2.1 - 30 вариантов исходных данных:

Вариант	m (кг)	F (Н)	α (°)	μ	t (с)	S (м)	m_1 (кг)	m_2 (кг)	v (м/с)	v_1 (м/с)	h (м)
1	2.0	10	30	0.2	3	5	1.2	0.8	100	120	2.0
2	2.5	12	35	0.15	4	6	1.5	1.0	120	140	2.5
3	3.0	15	40	0.25	3	7	1.8	1.2	90	110	3.0
4	1.8	8	25	0.3	5	4	1.0	0.8	150	180	1.8
5	2.2	11	45	0.2	4	6	1.3	0.9	110	130	2.2
6	2.8	14	32	0.18	3	5	1.6	1.2	95	115	2.8
7	3.2	16	38	0.22	4	7	1.9	1.3	130	150	3.2
8	1.9	9	42	0.28	3	4	1.1	0.8	105	125	1.9
9	2.3	12	36	0.2	5	6	1.4	0.9	115	135	2.3
10	2.7	13	44	0.17	4	5	1.7	1.0	85	105	2.7

11	2.1	10	31	0.21	3	5	1.2	0.9	100	120	2.1
12	2.6	12	37	0.16	4	6	1.5	1.1	120	145	2.6
13	3.1	15	41	0.24	3	7	1.8	1.3	95	115	3.1
14	1.7	8	27	0.3	5	4	1.0	0.7	140	170	1.7
15	2.4	11	46	0.19	4	6	1.4	1.0	105	125	2.4
16	2.9	14	33	0.18	3	5	1.7	1.2	90	110	2.9
17	3.3	16	39	0.23	4	7	2.0	1.3	125	150	3.3
18	2.0	9	43	0.27	3	4	1.1	0.9	100	120	2.0
19	2.5	12	35	0.2	5	6	1.5	1.0	110	130	2.5
20	2.8	13	45	0.16	4	5	1.8	1.0	80	100	2.8
21	2.2	10	32	0.22	3	5	1.3	0.9	95	115	2.2
22	2.7	12	38	0.17	4	6	1.6	1.1	115	140	2.7
23	3.0	15	42	0.25	3	7	1.9	1.1	90	110	3.0
24	1.8	8	26	0.3	5	4	1.0	0.8	135	165	1.8
25	2.3	11	47	0.2	4	6	1.4	0.9	100	120	2.3
26	2.9	14	34	0.19	3	5	1.7	1.2	85	105	2.9
27	3.2	16	40	0.24	4	7	2.0	1.2	120	145	3.2
28	2.1	9	44	0.28	3	4	1.2	0.9	95	115	2.1
29	2.6	12	36	0.21	5	6	1.6	1.0	105	125	2.6
30	2.9	13	46	0.17	4	5	1.9	1.0	75	95	2.9

РГР №3. Механические колебания и волны

Цель работы: Исследовать гармонические колебания, изучить превращения энергии в колебательных системах, проанализировать волновые процессы.

Теоретическая часть:

- Гармонические колебания, уравнение колебаний.
- Пружинный и математический маятники.
- Энергия колебаний.
- Затухающие и вынужденные колебания, резонанс.
- Механические волны.

Типовые задания:

1. Гармонические колебания:

Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$.

Определить:

- Амплитуду, циклическую частоту, период, частоту, начальную фазу.
- Скорость и ускорение точки в момент времени t_1 .
- Максимальные значения скорости и ускорения.
- Полную энергию колеблющейся точки (масса m).

2. Пружинный маятник:

Груз массой m подвешен на пружине жесткостью k . В начальный момент времени груз сместили на величину x_0 от положения равновесия и сообщили начальную скорость v_0 .

Определить:

- Циклическую частоту и период колебаний.
- Амплитуду и начальную фазу колебаний.
- Уравнение колебаний $x(t)$.

– Записать зависимости потенциальной, кинетической и полной энергии от времени.

3. Математический маятник:

Математический маятник длиной L совершает колебания. Максимальный угол отклонения θ_0 .

Определить:

- Период колебаний.
- Максимальную скорость груза.
- Максимальное ускорение.
- На каком расстоянии от положения равновесия скорость будет равна половине максимальной.

4. Затухающие колебания:

Колебательная система с коэффициентом затухания β и собственной частотой ω_0 .

Определить:

- Период затухающих колебаний.
- Время релаксации.
- Логарифмический декремент затухания.
- Добротность системы.

5. Механические волны:

Упругая волна распространяется вдоль оси X со скоростью v . Частота колебаний ν , амплитуда A .

Определить:

- Длину волны.
- Волновое число.
- Уравнение бегущей волны.
- Смещение точки на расстоянии x от источника в момент времени t .

Вычислительный эксперимент:

Разработать программу для моделирования колебательных процессов:

- Построить графики $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ для гармонических колебаний.
- Построить графики зависимости потенциальной, кинетической и полной энергии от времени и от координаты.
- Смоделировать затухающие колебания при различных коэффициентах затухания.
- Построить фазовый портрет ($v(x)$) для гармонических и затухающих колебаний.
- Для связанных маятников визуализировать биения.

Таблица 3.1 - 30 вариантов исходных данных для колебаний:

Вариант	A (м)	ω (рад/с)	φ_0 (рад)	t_1 (с)	m (кг)	k (Н/м)	x_0 (м)	v_0 (м/с)	L (м)	θ_0 (°)	β (с ⁻¹)	ν (Гц)	$\nu_{\text{волны}}$ (м/с)
1	0.1	2π	$\pi/4$	0.5	0.2	8	0.05	0.2	0.5	5	0.5	100	340
2	0.15	3π	$\pi/3$	0.2	0.3	12	0.08	0.3	0.6	6	0.8	200	340
3	0.2	4π	$\pi/6$	0.3	0.4	16	0.1	0.4	0.7	7	1.0	300	340
4	0.12	5π	$\pi/2$	0.4	0.25	10	0.06	0.25	0.55	5.5	0.6	150	340
5	0.18	2.5π	$\pi/5$	0.6	0.35	14	0.09	0.35	0.65	6.5	0.9	250	340
6	0.22	3.5π	$\pi/8$	0.7	0.45	18	0.12	0.45	0.75	7.5	1.2	350	340
7	0.08	6π	$\pi/12$	0.2	0.15	6	0.04	0.15	0.4	4	0.4	80	340
8	0.25	2π	0	0.3	0.5	20	0.15	0.5	0.8	8	1.5	400	340
9	0.13	4.5π	$\pi/3$	0.4	0.28	11	0.07	0.28	0.58	5.8	0.7	180	340
10	0.17	3π	$\pi/4$	0.5	0.38	15	0.1	0.38	0.68	6.8	1.0	280	340
11	0.11	2.2π	$\pi/6$	0.5	0.22	9	0.06	0.22	0.52	5.2	0.55	120	340
12	0.16	3.2π	$\pi/4$	0.2	0.32	13	0.09	0.32	0.62	6.2	0.85	220	340
13	0.21	4.2π	$\pi/3$	0.3	0.42	17	0.11	0.42	0.72	7.2	1.1	320	340
14	0.09	5.5π	$\pi/2$	0.4	0.18	7	0.05	0.18	0.45	4.5	0.45	90	340
15	0.19	2.8π	$\pi/5$	0.6	0.4	15	0.1	0.4	0.7	7	1.0	270	340
16	0.23	3.8π	$\pi/8$	0.7	0.48	19	0.13	0.48	0.78	7.8	1.3	380	340
17	0.07	6.5π	$\pi/12$	0.2	0.12	5	0.03	0.12	0.35	3.5	0.35	70	340
18	0.26	2.1π	0	0.3	0.52	21	0.16	0.52	0.82	8.2	1.6	420	340
19	0.14	4.8π	$\pi/3$	0.4	0.3	12	0.08	0.3	0.6	6	0.75	190	340
20	0.18	3.3π	$\pi/4$	0.5	0.4	16	0.1	0.4	0.7	7	1.1	290	340
21	0.1	2.4π	$\pi/6$	0.5	0.2	8	0.05	0.2	0.5	5	0.5	110	340
22	0.15	3.4π	$\pi/4$	0.2	0.3	12	0.08	0.3	0.6	6	0.8	210	340
23	0.2	4.4π	$\pi/3$	0.3	0.4	16	0.1	0.4	0.7	7	1.0	310	340
24	0.12	5.8π	$\pi/2$	0.4	0.25	10	0.06	0.25	0.55	5.5	0.6	140	340
25	0.18	2.7π	$\pi/5$	0.6	0.35	14	0.09	0.35	0.65	6.5	0.9	260	340
26	0.22	3.7π	$\pi/8$	0.7	0.45	18	0.12	0.45	0.75	7.5	1.2	360	340

27	0.08	6.2π	$\pi/12$	0.2	0.15	6	0.04	0.15	0.4	4	0.4	75	340
28	0.25	2.2π	0	0.3	0.5	20	0.15	0.5	0.8	8	1.5	410	340
29	0.13	4.6π	$\pi/3$	0.4	0.28	11	0.07	0.28	0.58	5.8	0.7	185	340
30	0.17	3.1π	$\pi/4$	0.5	0.38	15	0.1	0.38	0.68	6.8	1.0	295	340

РГР №4. Молекулярная физика и термодинамика

Цель работы: Изучить статистические закономерности в газах, исследовать газовые законы и термодинамические процессы.

Теоретическая часть:

- Основное уравнение МКТ.
- Распределение Максвелла и Больцмана.
- Уравнение состояния идеального газа.
- Первое начало термодинамики.
- Теплёмкость газов.
- Циклы и второе начало термодинамики.

Типовые задания:

1. Молекулярно-кинетическая теория:

В сосуде объёмом V находится идеальный газ массой m при температуре T и давлении p .

Определить:

- Количество вещества ν и число молекул N .
- Концентрацию молекул n .
- Среднюю квадратичную скорость молекул.
- Среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул.

- Энергию теплового движения всех молекул.

2. Распределение Максвелла:

Для газа (указан в варианте) при температуре T построить функцию распределения молекул по скоростям $f(v)$.

Определить:

- Наиболее вероятную скорость $v_{\text{в}}$.
- Среднюю арифметическую скорость $\langle v \rangle$.
- Среднюю квадратичную скорость $v_{\text{кв}}$.

- Долю молекул, скорости которых лежат в интервале от v_1 до v_2 .

3. Газовые законы:

Идеальный газ в количестве ν совершает процесс, состоящий из двух или трех последовательных процессов (изотермический, изобарный, изохорный, адиабатный). Начальные параметры: p_1, V_1, T_1 .

Для каждого участка процесса определить:

- Недостающие параметры (p, V, T).
- Работу, совершенную газом.
- Изменение внутренней энергии.
- Количество теплоты.

Построить графики процесса в координатах p - V , p - T , V - T

4. Тепловые двигатели:

Тепловой двигатель работает по циклу, состоящему из указанных процессов. Рабочее тело — идеальный газ (воздух, азот и т.д.).

Определить:

- Количество теплоты, полученное от нагревателя Q_1 .
- Количество теплоты, отданное холодильнику Q_2 .
- Работу цикла A .
- Термический КПД цикла η .
- Изменение энтропии за цикл.

Вычислительный эксперимент:

Разработать программу для моделирования:

- Функции распределения Максвелла при различных температурах (с анимацией изменения температуры).
- Процентного соотношения молекул с различными скоростями.
- Термодинамических процессов и циклов с автоматическим расчетом работы и КПД.
- Изменения энтропии в различных процессах.

Таблица 4.1 - 30 вариантов исходных данных:

Вариант	Газ	V (л)	m (г)	T (K)	p (кПа)	ν (моль)	p ₁ (кПа)	V ₁ (л)	T ₁ (K)	Процесс 1	Процесс 2	Процесс 3	v ₁ (м/с)	v ₂ (м/с)
1	N ₂	10	14	300	150	1	100	5	300	изотерм	изобар	изохор	300	500
2	O ₂	12	16	320	120	1.5	120	6	320	изобар	изохор	адиабат	350	550
3	H ₂	15	2	290	100	2	150	4	290	изохор	изотерм	изобар	400	600
4	He	8	4	350	200	1	80	8	350	адиабат	изобар	изохор	250	450
5	N ₂	20	28	310	110	2.5	90	10	310	изобар	изотерм	адиабат	320	520
6	O ₂	6	8	330	180	0.8	130	5	330	изохор	адиабат	изобар	380	580
7	H ₂	25	3	280	90	3	70	12	280	изотерм	изобар	адиабат	280	480
8	He	5	2	340	220	0.5	140	4	340	изобар	изохор	изотерм	420	620
9	N ₂	16	21	305	130	2	110	7	305	изохор	изотерм	адиабат	310	510
10	O ₂	9	12	325	160	1.2	95	6	325	адиабат	изохор	изобар	360	560
11	N ₂	11	15	295	140	1.8	105	5.5	295	изобар	адиабат	изохор	305	505
12	O ₂	13	18	315	130	2.2	115	6.5	315	изотерм	изохор	изобар	340	540
13	H ₂	18	2.5	285	95	2.8	75	9	285	изохор	изобар	адиабат	260	460
14	He	7	3.5	345	210	0.9	85	5	345	изобар	изотерм	изохор	410	610
15	N ₂	22	30	300	120	3	95	11	300	адиабат	изобар	изотерм	300	500
16	O ₂	6.5	9	335	190	1.1	125	4.5	335	изохор	изотерм	адиабат	390	590
17	H ₂	28	3.5	275	85	3.5	65	14	275	изотерм	адиабат	изобар	270	470
18	He	4.5	1.8	355	230	0.6	150	3.5	355	изобар	изохор	адиабат	430	630
19	N ₂	14	18	310	135	1.6	100	6	310	изохор	адиабат	изотерм	315	515
20	O ₂	10	14	330	170	1.4	90	7	330	изобар	изотерм	изохор	370	570
21	N ₂	12	16	298	145	1.9	108	5.2	298	изотерм	изобар	адиабат	308	508
22	O ₂	14	19	318	125	2.3	118	6.2	318	изохор	изобар	изотерм	345	545
23	H ₂	19	2.8	288	98	2.9	78	8.5	288	адиабат	изохор	изобар	265	465
24	He	7.5	3.8	348	215	0.95	88	4.8	348	изобар	изотерм	адиабат	415	615
25	N ₂	23	32	303	125	3.2	98	10.5	303	изохор	изотерм	изобар	302	502
26	O ₂	5.8	8.5	338	195	1.05	128	4.2	338	изотерм	адиабат	изохор	395	595
27	H ₂	26	3.2	278	88	3.3	68	13	278	изобар	изохор	изотерм	275	475
28	He	4.2	1.9	352	225	0.55	145	3.2	352	изохор	изобар	адиабат	425	625
29	N ₂	15	20	308	138	1.7	102	5.8	308	изобар	адиабат	изотерм	318	518
30	O ₂	11	15	328	165	1.3	92	6.8	328	изотерм	изохор	адиабат	375	575

РГР №5. Электростатика

Цель работы: Исследовать электростатические поля, создаваемые системой точечных зарядов, рассчитать потенциалы и напряженности, изучить поведение проводников и диэлектриков в электрическом поле.

Теоретическая часть:

- Закон Кулона.
- Напряженность и потенциал электростатического поля.
- Принцип суперпозиции.
- Теорема Гаусса.
- Проводники и диэлектрики в электрическом поле.
- Емкость, конденсаторы.

Типовые задания:

1. Система точечных зарядов:

В вершинах квадрата (или треугольника) со стороной a расположены точечные заряды q_1, q_2, q_3, q_4 (согласно варианту).

Определить:

- Напряженность и потенциал в центре квадрата (треугольника).
- Напряженность и потенциал в точке с заданными координатами.
- Силу, действующую на точечный заряд q_0 , помещенный в указанную точку.

- Работу сил поля при перемещении заряда q_0 из одной точки в другую.

2. Распределенные заряды:

Тонкий стержень длиной L заряжен равномерно с линейной плотностью τ .

Определить:

- Напряженность и потенциал поля в точке, расположенной на расстоянии a от стержня (на перпендикуляре, проходящем через его середину/конец).

- Напряженность и потенциал поля на оси стержня.

3. Теорема Гаусса:

Бесконечная плоскость заряжена с поверхностной плотностью σ . На расстоянии d от плоскости параллельно ей расположена бесконечная заряженная нить с линейной плотностью τ .

Определить напряженность поля в точке, находящейся на заданном расстоянии от плоскости и нити

4. Конденсаторы:

Плоский конденсатор заполнен двумя слоями диэлектрика с толщинами d_1 , d_2 и диэлектрическими проницаемостями ϵ_1 , ϵ_2 . Площадь пластин S . Разность потенциалов между пластинами U .

Определить:

- Емкость конденсатора.
- Напряженность поля в каждом слое.
- Поверхностную плотность связанных зарядов на границе раздела диэлектриков.
- Энергию заряженного конденсатора.

Вычислительный эксперимент:

Разработать программу для:

- Визуализации силовых линий и эквипотенциальных поверхностей системы точечных зарядов.
- Построения графиков зависимости напряженности и потенциала вдоль заданной прямой.
- Моделирования поля диполя и квадруполь.
- Численного расчета потенциала методом сеток (решение уравнения Лапласа).

Таблица 5.1 - 30 вариантов исходных данных (расположение зарядов):

Вариант	Фигура	a (см)	q_1 (нКл)	q_2 (нКл)	q_3 (нКл)	q_4 (нКл)	Точка	q_0 (нКл)
1	квадрат	10	+2	-3	+4	-2	центр	+1
2	квадрат	12	+3	+2	-4	-1	(2,3)	-1

3	квадрат	8	-2	+5	+3	-4	центр	+2
4	квадрат	15	+4	-2	-3	+5	(3,2)	-2
5	квадрат	10	-3	+4	-2	+3	центр	+3
6	треугольник	12	+5	-3	+2	-	центр	-3
7	треугольник	9	-4	+6	-2	-	центр тяжести	+2
8	треугольник	14	+3	-5	+4	-	центр	-1
9	треугольник	11	-5	+2	-3	-	центр тяжести	+4
10	треугольник	13	+6	-4	+3	-	центр	-2
11	квадрат	10	+3	-2	+5	-4	(1,2)	+1
12	квадрат	12	-4	+3	-2	+6	центр	-1
13	квадрат	8	+5	-3	+4	-5	(2,1)	+2
14	квадрат	15	-3	+5	-4	+3	центр	-3
15	квадрат	10	+4	-4	+3	-3	(3,1)	+2
16	треугольник	12	-5	+4	-3	-	центр	-2
17	треугольник	9	+6	-5	+4	-	центр тяжести	+3
18	треугольник	14	-4	+5	-5	-	центр	-1
19	треугольник	11	+5	-6	+5	-	центр тяжести	+2
20	треугольник	13	-6	+5	-4	-	центр	-3
21	квадрат	11	+2	-4	+3	-2	(2,2)	+1
22	квадрат	13	-3	+4	-3	+4	центр	-1
23	квадрат	9	+4	-5	+2	-3	(1,3)	+2
24	квадрат	14	-2	+6	-5	+2	центр	-2
25	квадрат	10	+3	-3	+4	-4	(2,0)	+3
26	треугольник	11	-4	+3	-2	-	центр	-3
27	треугольник	8	+5	-4	+3	-	центр тяжести	+4
28	треугольник	12	-3	+5	-4	-	центр	-1
29	треугольник	10	+4	-3	+2	-	центр тяжести	+2
30	треугольник	15	-5	+4	-3	-	центр	-2

РГР №6. Постоянный электрический ток

Цель работы: Изучить законы постоянного тока, методы расчета электрических цепей, исследовать зависимость сопротивления от параметров проводника и температуры.

Теоретическая часть:

- Закон Ома для участка цепи и для полной цепи.
- Сопротивление проводников, зависимость от температуры.
- Правила Кирхгофа.
- Работа и мощность тока.
- Закон Джоуля-Ленца.

Типовые задания:

1. Разветвленные цепи:

Электрическая цепь содержит несколько источников ЭДС и резисторов (схема согласно варианту).

Используя правила Кирхгофа:

- Составить систему уравнений для определения токов во всех ветвях.
- Определить токи во всех ветвях.
- Проверить баланс мощностей.
- Определить падение напряжения на каждом резисторе.

2. Зависимость сопротивления от температуры:

Проволочный резистор изготовлен из материала с температурным коэффициентом сопротивления α . При температуре t_0 его сопротивление R_0 .

Определить:

- Сопротивление резистора при температуре t_1 .
- При какой температуре сопротивление увеличится/уменьшится на $k\%$.
- Мощность, выделяющуюся в резисторе при температуре t_1 при заданном напряжении/токе.

3. Сложные соединения резисторов:

Рассчитать эквивалентное сопротивление цепи, содержащей смешанное соединение резисторов (схема с "треугольником" или "звездой")

Преобразовать "треугольник" сопротивлений в эквивалентную "звезду" и наоборот

4. Максимальная мощность:

Источник тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r подключен к нагрузке с сопротивлением R .

Определить:

- Ток в цепи и напряжение на нагрузке.
- Полезную мощность, выделяющуюся в нагрузке.
- Полную мощность источника.
- КПД цепи.
- При каком сопротивлении нагрузки полезная мощность максимальна.

Вычислительный эксперимент:

Разработать программу для:

- Автоматического расчета разветвленных цепей методом узловых потенциалов или контурных токов.
- Построения графиков зависимости тока, напряжения, мощности от сопротивления нагрузки.
- Моделирования нелинейных элементов (вольт-амперные характеристики).
- Решения системы линейных уравнений, описывающих цепь.

Для данной работы используется 30 различных схем с 3-5 контурами. Ниже приведены параметры источников и резисторов.

Таблица 6.1 - 30 вариантов исходных данных (схемы цепей):

Вариант	Схема	E_1 (В)	E_2 (В)	E_3 (В)	r_1 (Ом)	r_2 (Ом)	r_3 (Ом)	R_1 (Ом)	R_2 (Ом)	R_3 (Ом)	R_4 (Ом)	R_5 (Ом)
1	2 контура	12	9	-	1	0.5	-	10	20	15	5	-
2	2 контура	24	12	-	1.5	1	-	8	12	18	10	-
3	3 контура	15	10	6	1	0.8	0.5	5	10	15	8	12
4	2 контура	9	6	-	0.8	0.5	-	12	18	6	14	-
5	3 контура	18	12	9	1.2	1	0.8	7	14	21	10	16

6	2 контура	30	15	-	2	1.5	-	20	30	25	15	-
7	3 контура	12	8	4	1	0.6	0.4	6	12	18	9	15
8	2 контура	24	18	-	1.8	1.2	-	15	25	20	12	-
9	3 контура	20	15	10	1.5	1.2	1	10	20	30	15	20
10	2 контура	6	4	-	0.5	0.3	-	5	8	10	6	-
11	2 контура	12	10	-	1	0.8	-	10	15	12	8	-
12	2 контура	24	15	-	1.5	1.2	-	12	18	15	10	-
13	3 контура	16	12	8	1	0.8	0.6	8	16	24	12	18
14	2 контура	10	7	-	0.9	0.6	-	14	20	8	12	-
15	3 контура	20	14	10	1.3	1.1	0.9	9	18	27	15	20
16	2 контура	32	16	-	2.2	1.6	-	22	32	28	18	-
17	3 контура	14	10	6	1.1	0.7	0.5	7	14	20	10	16
18	2 контура	25	20	-	1.9	1.3	-	16	28	22	14	-
19	3 контура	22	16	12	1.6	1.3	1.1	12	22	32	18	24
20	2 контура	8	5	-	0.6	0.4	-	6	10	12	8	-
21	2 контура	12	8	-	1	0.6	-	10	18	14	6	-
22	2 контура	22	14	-	1.4	1.1	-	11	16	14	9	-
23	3 контура	15	11	7	1	0.7	0.5	6	15	22	10	14
24	2 контура	9	6	-	0.8	0.5	-	12	18	8	10	-
25	3 контура	18	13	9	1.2	1	0.8	8	16	25	12	18
26	2 контура	28	15	-	2	1.4	-	18	28	24	14	-
27	3 контура	13	9	5	1	0.6	0.4	6	13	18	9	15
28	2 контура	24	16	-	1.8	1.2	-	14	22	18	12	-
29	3 контура	20	14	8	1.5	1.1	0.9	10	18	28	14	18
30	2 контура	6	3	-	0.5	0.3	-	4	8	10	5	-

РГР №7. Магнитное поле. Электромагнитная индукция

Цель работы: Изучить магнитные поля, создаваемые токами, действие магнитного поля на движущиеся заряды и проводники с током, явление электромагнитной индукции.

Теоретическая часть:

- Закон Био-Савара-Лапласа.
- Магнитное поле прямого и кругового тока.
- Сила Ампера, сила Лоренца.
- Магнитный поток.
- Закон электромагнитной индукции Фарадея.
- Индуктивность, энергия магнитного поля.

Типовые задания:

1. Магнитное поле токов:

По двум бесконечно длинным параллельным проводникам, расположенным на расстоянии d друг от друга, текут токи I_1 и I_2 в указанных направлениях.

Определить:

- Магнитную индукцию в точке, расположенной на заданном расстоянии от проводников.
- Силу взаимодействия проводников на единицу длины.
- Работу по перемещению проводника с током в магнитном поле.

2. Круговой ток:

По круговому витку радиусом R течет ток I .

Определить:

- Магнитную индукцию в центре витка.
- Магнитную индукцию на оси витка на расстоянии h от центра.
- Магнитный момент витка.

3. Сила Лоренца:

Заряженная частица с зарядом q и массой m влетает со скоростью v в однородное магнитное поле с индукцией B под углом α к направлению поля.

Определить:

- Силу Лоренца, действующую на частицу.
- Траекторию движения частицы.
- Радиус кривизны траектории и шаг спирали (если движение по спирали).
- Период обращения.

4. Электромагнитная индукция:

Проводящий стержень длиной L движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией B со скоростью v . Направления векторов указаны.

Определить:

- ЭДС индукции, возникающую на концах стержня.
- Разность потенциалов между концами стержня.
- Направление индукционного тока.

5. Индуктивность:

Соленоид длиной l и площадью поперечного сечения S содержит N витков. По соленоиду течет ток I .

Определить:

- Индуктивность соленоида.
- Энергию магнитного поля соленоида.
- Объемную плотность энергии магнитного поля.

Вычислительный эксперимент:

Разработать программу для:

- Визуализации магнитных полей, создаваемых различными конфигурациями токов (прямой провод, круговой виток, соленоид).
- Построения графиков зависимости магнитной индукции вдоль оси витка и вдоль оси соленоида.

- Моделирования траекторий заряженных частиц в магнитном поле.
- Исследования зависимости ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.

Таблица 7.1 - 30 вариантов исходных данных:

Вариант	I_1 (А)	I_2 (А)	d (см)	Направление	R (см)	I (А)	q (нКл)	m (г)	v (м/с)	B (Тл)	α (°)	L (см)	l (см)	S (см ²)	N
1	5	3	10	встречные	5	10	1.6	0.1	10^5	0.5	30	20	30	5	200
2	8	4	12	сонаправл	6	12	3.2	0.2	2×10^5	0.6	45	22	35	6	250
3	10	5	15	встречные	8	15	4.8	0.3	3×10^5	0.8	60	25	40	8	300
4	6	2	8	сонаправл	4	8	1.0	0.05	5×10^4	0.4	90	15	25	4	150
5	12	6	20	встречные	10	20	6.4	0.4	4×10^5	1.0	30	30	50	10	400
6	4	2	6	сонаправл	3	6	0.8	0.02	10^4	0.3	60	10	20	3	100
7	15	8	25	встречные	12	25	8.0	0.5	5×10^5	1.2	45	35	60	12	500
8	7	4	14	сонаправл	7	14	2.4	0.15	1.5×10^5	0.7	75	24	38	7	280
9	9	5	18	встречные	9	18	5.6	0.35	3.5×10^5	0.9	15	28	45	9	350
10	3	1	5	сонаправл	2	5	0.4	0.01	5×10^3	0.2	30	8	15	2	80
11	5	4	11	встречные	5.5	11	1.8	0.12	1.2×10^5	0.55	35	21	32	5.5	220
12	8	5	13	сонаправл	6.5	13	3.5	0.22	2.2×10^5	0.65	50	23	36	6.5	260
13	11	6	16	встречные	8.5	16	5.0	0.32	3.2×10^5	0.85	65	26	42	8.5	320
14	6	3	9	сонаправл	4.5	9	1.2	0.06	6×10^4	0.45	85	16	27	4.5	160
15	13	7	21	встречные	11	22	6.8	0.42	4.2×10^5	1.05	32	32	52	11	420
16	4	2.5	7	сонаправл	3.5	7	0.9	0.03	1.2×10^4	0.32	58	11	22	3.5	110

17	16	9	26	встречные	13	26	8.5	0.52	5.2×10^5	1.25	48	36	62	13	520
18	7	4.5	15	сонаправл	7.5	15	2.6	0.16	1.6×10^5	0.72	72	25	39	7.5	290
19	10	5.5	19	встречные	9.5	19	5.8	0.38	3.8×10^5	0.92	18	29	47	9.5	380
20	3	1.5	6	сонаправл	2.5	6	0.5	0.015	6×10^3	0.22	28	9	18	2.5	90
21	5.5	3.5	10.5	встречные	5.2	10	1.7	0.11	1.1×10^5	0.52	33	20	31	5.2	210
22	8.5	4.5	12.5	сонаправл	6.2	12	3.4	0.21	2.1×10^5	0.62	48	22	35	6.2	255
23	10.5	5.5	15.5	встречные	8.2	15	4.9	0.31	3.1×10^5	0.82	62	25	41	8.2	310
24	6.5	2.5	8.5	сонаправл	4.2	8	1.1	0.055	5.5×10^4	0.42	88	15	26	4.2	155
25	12.5	6.5	20.5	встречные	10.5	21	6.6	0.41	4.1×10^5	1.02	31	31	51	10.5	410
26	4.5	2.2	6.5	сонаправл	3.2	6.5	0.85	0.025	1.1×10^4	0.31	55	10.5	21	3.2	105
27	15.5	8.5	25.5	встречные	12.5	25	8.2	0.51	5.1×10^5	1.22	46	35	61	12.5	510
28	7.5	4.2	14.5	сонаправл	7.2	14	2.5	0.15	1.5×10^5	0.71	70	24	38	7.2	285
29	9.5	5.2	18.5	встречные	9.2	18	5.5	0.36	3.6×10^5	0.89	16	28	46	9.2	360
30	3.5	1.2	5.5	сонаправл	2.2	5.5	0.45	0.012	5.5×10^3	0.21	26	8.5	16	2.2	85

РГР №8. Оптика. Квантовая физика

Цель работы: Изучить законы геометрической и волновой оптики, исследовать явления интерференции и дифракции, ознакомиться с основами квантовой физики.

Теоретическая часть:

- Законы геометрической оптики, линзы.
- Интерференция света.
- Дифракция света, дифракционная решетка.
- Фотоэффект.
- Давление света.
- Эффект Комптона.

Типовые задания:

1. Геометрическая оптика:

Тонкая линза с фокусным расстоянием F . Предмет высотой h расположен на расстоянии d от линзы.

Определить:

- Положение изображения (расстояние от линзы до изображения).
- Линейное увеличение линзы.
- Высоту изображения.
- Построить ход лучей и изображение предмета.

2. Интерференция света:

В опыте Юнга расстояние между щелями d , расстояние от щелей до экрана L . Длина световой волны λ .

Определить:

- Расстояние между соседними интерференционными максимумами.
- Номер максимума, находящегося на расстоянии x от центра экрана.
- Разность хода волн в этой точке.

3. Дифракционная решетка:

На дифракционную решетку с периодом d нормально падает монохроматический свет с длиной волны λ .

Определить:

- Максимальный порядок спектра, который можно наблюдать.
- Общее число главных максимумов.
- Угол, под которым наблюдается максимум k -го порядка.

4. Фотоэффект:

На поверхность металла с работой выхода A падает свет с длиной волны λ .

Определить:

- Энергию фотона.
- Максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов.
- Красную границу фотоэффекта для данного металла.
- Задерживающее напряжение.

5. Давление света:

Параллельный пучок света интенсивностью I падает нормально на поверхность с коэффициентом отражения ρ .

Определить давление света на поверхность.

Вычислительный эксперимент:

Разработать программу для:

- Построения изображений в тонких линзах и зеркалах (с использованием GeoGebra или аналогичного ПО) .
- Моделирования интерференционной картины от двух щелей (опыт Юнга).
- Построения графика распределения интенсивности при дифракции на одной щели и на решетке.
- Исследования зависимости фототока от задерживающего напряжения.

Таблица 8.1 - 30 вариантов исходных данных:

Вариант	F (см)	h (см)	d (см)	d_щелей (мм)	L (м)	λ (нм)	x (см)	d_решет (мкм)	k	A (эВ)	I (Вт/м²)	ρ
1	10	2	15	0.2	2	500	2.5	2	2	2.2	100	0.3
2	15	3	20	0.3	3	550	3.0	2.5	3	2.5	150	0.5
3	20	4	30	0.4	4	600	4.0	3	2	3.0	200	0.8
4	8	1.5	12	0.15	1.5	450	1.5	1.5	1	1.9	80	0.2
5	25	5	40	0.5	5	650	5.0	4	3	3.5	250	0.9
6	12	2.5	18	0.25	2.5	520	2.0	2.2	2	2.3	120	0.4
7	18	3.5	25	0.35	3.5	580	3.5	3.5	3	2.8	180	0.6
8	22	4.5	35	0.45	4.5	620	4.5	4.5	2	3.2	220	0.7
9	6	1	9	0.1	1	400	1.0	1	1	1.8	60	0.1
10	30	6	50	0.6	6	700	6.0	5	3	4.0	300	1.0
11	11	2.2	16	0.22	2.2	510	2.2	2.1	2	2.25	110	0.35
12	16	3.2	22	0.32	3.2	560	3.2	2.6	3	2.6	160	0.52
13	21	4.2	32	0.42	4.2	610	4.2	3.1	2	3.1	210	0.75
14	9	1.6	13	0.16	1.6	470	1.6	1.6	1	2.0	85	0.22
15	26	5.2	42	0.52	5.2	660	5.2	4.1	3	3.6	260	0.92
16	13	2.6	19	0.26	2.6	530	2.1	2.3	2	2.35	125	0.42
17	19	3.6	27	0.36	3.6	590	3.6	3.6	3	2.9	185	0.62
18	23	4.6	37	0.46	4.6	630	4.6	4.6	2	3.3	230	0.72
19	7	1.1	10	0.12	1.1	420	1.1	1.1	1	1.85	65	0.12
20	28	5.5	45	0.55	5.5	680	5.5	4.8	3	3.8	280	0.95
21	10.5	2.1	15.5	0.21	2.1	505	2.4	2.05	2	2.15	105	0.32
22	15.5	3.1	21	0.31	3.1	555	3.1	2.55	3	2.55	155	0.48
23	20.5	4.1	31	0.41	4.1	605	4.1	3.05	2	3.05	205	0.78
24	8.5	1.4	12.5	0.14	1.4	460	1.4	1.4	1	1.95	75	0.18
25	24	4.8	38	0.48	4.8	640	4.8	3.8	3	3.4	240	0.88
26	12.5	2.4	18.5	0.24	2.4	525	1.9	2.15	2	2.2	115	0.38
27	18.5	3.4	26	0.34	3.4	585	3.4	3.45	3	2.75	175	0.58
28	22.5	4.4	36	0.44	4.4	625	4.4	4.45	2	3.15	215	0.68
29	6.5	0.9	9.5	0.09	0.9	410	0.9	0.95	1	1.7	55	0.08
30	27	5.3	43	0.53	5.3	670	5.3	4.3	3	3.7	270	0.93

Требования к оформлению РГР

1. Каждую расчетно-графическую работу следует выполнять в отдельной тетради или на листах формата А4, сброшюрованных в папку.

2. Титульный лист должен содержать:

- Наименование вуза и кафедры.
- Дисциплину (Физика).
- Номер РГР.
- Вариант РГР.
- ФИО и группу студента.
- Дату сдачи на проверку.
- Должность и ФИО преподавателя.

3. Структура каждой работы:

– Условие каждой задачи переписывается полностью, без сокращений.

– Краткая запись условия с использованием общепринятых символических обозначений под заглавием «Дано».

- Перевод всех величин в систему СИ.
- Рисунок, схема или векторная диаграмма (обязательно!).
- Физическое обоснование решения (указание законов и принципов).
- Математическое решение в общем виде.
- Подстановка числовых значений и вычисления с соблюдением правил приближенных вычислений.
- Анализ полученного результата (проверка размерности, оценка правдоподобности).

4. Требования к графической части:

- Рисунки выполняются карандашом с использованием линейки.
- Графики строятся на миллиметровой бумаге или с использованием компьютерных средств.
- Все графики должны иметь подписи осей, единицы измерения, масштабную сетку.

– Экспериментальные точки должны быть выделены, теоретические кривые — проведены.

5. Вычислительный эксперимент сдается в виде:

- Исходного кода программы (Python/C++/Excel/GeoGebra).
- Скриншотов результатов работы программы.
- Краткого описания алгоритма и методики численного решения.

Таблица 9.1 - Критерии оценивания

Критерий	5 баллов	4 балла	3 балла	2 балла
Правильность физических законов	Все законы применены верно	Незначительные неточности	Ошибки в применении законов	Грубые ошибки
Математические выкладки	Решение в общем виде, верные вычисления	Незначительные погрешности	Ошибки в вычислениях	Отсутствие решения
Графическая часть	Аккуратно, с пояснениями	Выполнена, но есть недочеты	Выполнена небрежно	Отсутствует
Вычислительный эксперимент	Работающая программа, анализ	Есть, но с недочетами	Не в полном объеме	Отсутствует
Оформление	Полное соответствие требованиям	Незначительные отклонения	Частичное соответствие	Не соответствует