



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ ИМЕНИ
ГУМАРБЕКА
ДАУКЕЕВА**

Кафедра космической
инженерии

ФИЗИКА 1

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ
для студентов специальностей: 6В07107 – Предпринимательство в инженерии;
6В073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Алматы, 2022

СОСТАВИТЕЛИ: Абдикасова А.А., Алджамбекова Г.Т., Наурызбаева Г.К.

Физика 1. Методические указания к выполнению расчетно-графических работ для студентов, обучающихся по специальностям 6В07107 – “Предпринимательство в инженерии”; 6В073100 – “Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды”. – Алматы: АУЭС имени Гумарбека Даукеева, 2022. 29 с.

Методические указания включают варианты заданий 3-х расчетно-графических работ (РГР), методические рекомендации к их выполнению, требования к оформлению РГР, список рекомендуемой литературы.

Ил. 21, табл. 3, библиогр. – 5 наим.

Рецензент: ст. преподаватель

Л.Н. Рудакова

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева» на 2022 г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева», 2022 г.

Введение

Основные цели изучения обязательной дисциплины «Физика 1» – развитие естественнонаучного мировоззрения; формирование фундаментальной базы для изучения общетехнических и специальных дисциплин и для успешной последующей профессиональной деятельности; формирование у студентов умений и навыков использования фундаментальных физических законов и теорий, а также методов физического исследования.

Известно, что овладение знаниями как важнейший процесс человеческой активности подчиняется законам психологии: развитие и образование ни одному человеку не могут быть даны или сообщены. Всякий, кто желает развиваться и овладевать знаниями, достигает этого своим собственным трудом, собственным напряжением воли, собственной настойчивостью и целеустремленностью; успешная деятельность невозможна без осознания и принятия цели деятельности, четкого представления о результатах и о тех методах и средствах, которые необходимы для достижения поставленной цели.

В настоящем руководстве приведены варианты РГР, разделенные, по мере возрастания сложности их выполнения, на три уровня усвоения знаний: А, В и С. Критерии разделения задач таковы: задания уровня А – это задачи и качественные вопросы, требующие, в основном, умения решать задачи по заданному образцу; задания уровня В требуют умения решать типовые задачи по известному алгоритму; задания уровня С требуют умения выявлять внутренние связи в конкретной, достаточно сложной, физической ситуации и применять знание общих методов. Каждый студент самостоятельно выбирает уровень заданий и получает при распределении старостой группы номер варианта. Это распределение должно быть утверждено преподавателем, ведущим практические занятия в группе.

Общие требования к выполнению и оформлению расчетно-графических работ (РГР).

Каждую расчетно-графическую работу следует выполнить в отдельной школьной тетради, на обложке которой необходимо указать: наименование вуза и кафедры; дисциплину; номер и тему РГР; вариант РГР; ФИО и группу студента, выполнившего работу; дату сдачи на проверку; должность и ФИО преподавателя, проверившего работу.

Пример оформления обложки:

НАО АУЭС имени Гумарбека Даукеева

Кафедра КИ

Дисциплина: Физика

РГР №__ Тема «_____» Вариант №__

Выполнил студент ____ (Ф.И.О., группа)

Сдана на проверку ____ (дата).

Проверил ____ (должность и Ф.И.О. преподавателя)

Условие каждой задачи переписывать полностью, без сокращений. Затем записывать с помощью общепринятых символических обозначений в краткой форме, под заглавием «Дано». Если в задаче заданы числовые величины, то необходимо выразить их в системе единиц СИ. Решение каждой задачи следует сопровождать пояснениями, раскрывающими смысл и значение используемых обозначений. Необходимо указать физические законы, теоремы и принципы, положенные в основу решения. После того как задача решена в общем виде, т.е. получен ответ в виде расчетной формулы, произвести вычисления, руководствуясь при этом правилами приближенных вычислений. Работу выполнять шариковой (или иной) ручкой, рисунки – при помощи карандаша и линейки. Решение каждой задачи начинать с новой страницы, оставляя место для замечаний преподавателя и дополнений либо исправлений.

1. Задания к расчетно-графической работе РГР № 1.

Физические основы механики

Цель: овладеть основными методами решения типовых задач по физическим основам механики, статистической физике и термодинамике.

Задания по расчетно-графической работе № 1.

Таблица 1. Варианты заданий РГР 1

У Р О В Е Н Н Ь	В А Р И А Н Т	Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М., 2006. – 640 с.	Иродов И.Е. Задачник по общей физике. – М., 2001.	Приложение А
А	1	1.15; 2.64; 3.19(1);		1
	2	2.1; 3.39; 4.43;		2
	3	1.10; 3.23; 3.46;		3
	4	1.13; 2.59; 3.40;		4
	5	1.14; 3.19(1); 3.45;		5
	6	1.16; 3.20(1); 3.41;		6
	7	1.19; 3.20(2); 3.44;		7
	8	1.16; 3.19(3); 3.53;		8
	9	1.15; 3.20(3); 3.54(1);		9
	10	1.13; 3.21; 3.54(2);		10
В	11	1.48; 2.78; 3.54(2);		11
	12	1.49; 2.80; 3.19(3);		12
	13	1.56; 2.77; 3.56(1);		13
	14	2.78; 3.33; 4.53;		14
	15	2.84; 3.35; 4.51;		15

	16	1.59; 3.37; 3.56(3);		1
	17	1.54; 2.82; 3.33;		2
	18	1.55; 2.79; 3.34;		3
	19	1.58; 3.53;	1.131;	4
	20	1.48; 3.40; 4.44;		5
	21	1.59;	1.24; 1.126;	6
	22	1.49; 3.36;	1.121;	7
	23	4.59;	1.9; 1.133;	8
	24	1.57; 2.78; 3.40;	1.131;	9
	25	4.60;	1.10; 1.135;	10
	26	4.61;	1.10; 1.126;	11
С	27		1.44; 1.102; 1.228;	12
	28		1.47; 1.95; 1.324;	13
	29		1.48; 1.90; 1.323;	14
	30		1.1.53; 1.97; 1.326;	15
	31		1.47; 1.95; 1.324;	13
	32		1.48; 1.90; 1.160;	14

1.1 Методические указания к решению задач и примеры их выполнения

1.1 *Основная прямая задача кинематики* состоит в нахождении любого параметра движения (\vec{v} , \vec{a} , $\vec{\omega}$, $\vec{\varepsilon}$, v , a , ε , ω , a_τ , a_n) по известному закону движения $\vec{r} = \vec{r}(t)$ или $\varphi = \varphi(t)$.

Метод решения такой задачи кинематики заключается в последовательном применении определений кинематических величин и соотношений, связывающих эти величины. Зная закон движения, можно определить любой параметр движения.

Пример 1.

Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\vec{r}(t) = 3t^2\vec{i} + 5t\vec{j}$ (м). Найти векторы скорости \vec{v} и ускорения \vec{a} , а также их модули для произвольного момента времени t .

Дано:

$$\vec{r}(t) = 3t^2\vec{i} + 5t\vec{j} \text{ (м)}.$$

Найти: $\vec{v}(t)$, $\vec{a}(t)$, $v(t)$, a .

Решение: запишем компоненты радиус-вектора и кинематические уравнения движения:

$$x(t) = 3t^2 \text{ (м)},$$

$$y(t) = 5t \text{ (м)}.$$

По определению скорость – это первая производная по времени от радиус-вектора, а ее компоненты – первые производные от соответствующих координат. Следовательно:

$$v_x = \dot{x} = \frac{dx}{dt} = \frac{d(3t^2)}{dt} = 6t \text{ м/с};$$

$$v_y = \dot{y} = \frac{dy}{dt} = \frac{d(5t)}{dt} = 5 \text{ м/с.}$$

Ускорение, согласно определению, есть первая производная по времени от вектора скорости. Соответственно:

$$a_x = 6 \text{ м/с}^2; \quad a_y = 0.$$

Таким образом:

$$\vec{v}(t) = 6t\vec{i} + 5\vec{j}; \quad \vec{a} = 6\vec{i}.$$

Модуль вектора находим как корень квадратный из суммы квадратов его компонентов:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{36t^2 + 25} \text{ (м/с)}, \quad a=6 \text{ м/с}^2.$$

$$\text{Ответ: } \vec{v}(t) = 6t\vec{i} + 5\vec{j}; \quad \vec{a} = 6\vec{i}; \quad v = \sqrt{36t^2 + 25} \text{ (м/с)}; \quad a=6 \text{ м/с}^2.$$

1.2 *Обратная задача кинематики* заключается в определении кинематического закона движения по какому-либо известному параметру движения и заданным начальным условиям.

Метод решения обратной задачи также основан на применении определений кинематики, но вместо дифференцирования по времени t теперь выполняется интегрирование дифференциальных уравнений. Появляющиеся при этом константы интегрирования находят из начальных условий.

Пример 2.

Поезд движется прямолинейно со скоростью $v_0 = 90$ км/ч. Внезапно на пути возникает препятствие, и машинист включает тормозной механизм. С этого момента скорость поезда изменяется по закону:

$$v = v_0 - bt^2, \text{ где } b=1 \text{ м/с}^3.$$

Каков тормозной путь поезда? Через какое время после начала торможения он остановится?

Дано:
 $v_0 = 90 \text{ км/ч} = 25 \text{ м/с};$
 $v = v_0 - bt^2;$
 $b=1 \text{ м/с}^3.$

Найти: $t_{\text{торм}},$
 $S_{\text{торм}}.$

Решение: По определению мгновенная путевая скорость есть производная от пути по времени:

$$v = \frac{dS}{dt}. \quad (1.1.1)$$

Тогда бесконечно малый отрезок пути dS , проходимый телом за бесконечно малый промежуток времени dt , равен произведению:

$$dS = vdt = (25 - t^2)dt. \quad (1.1.2)$$

Время торможения можно найти из условия, что скорость равна нулю:

$$t_{\text{торм.}} = \sqrt{\frac{v_0}{b}} = \sqrt{\frac{25}{1}} = 5 \text{ с.}$$

Интегрируя уравнение (1.2.2) и подставляя пределы, получим величину тормозного пути:

$$S_{\text{торм}} = \int_0^5 (25 - t^2)dt = \left(25t - \frac{t^3}{3}\right) \Big|_0^5 = 125 - \frac{125}{3} = 83,3 \text{ м.}$$

Ответ: $t_{\text{торм}}=5$ с; $S_{\text{торм}}=83,3$ м.

1.3 *Основная задача динамики* заключается в определении механического состояния системы в произвольный момент времени по заданным силам и состоянию системы в начальный момент времени.

Метод решения основной задачи динамики заключается в применении соответствующих рассматриваемой системе основных законов динамики. Интегрированием полученных при этом уравнений движения находят зависимости $\vec{p}(t)$ и $\vec{L}(t)$, которые показывают, как в процессе движения изменяются, соответственно, векторы импульса и момент импульса частицы или твердого тела.

Пример 3.

Частице массой m сообщена начальная скорость \vec{v}_0 под некоторым углом к горизонту. Траектория полета частицы лежит в плоскости xu . Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти зависимость от времени импульса частицы $\vec{p}(t)$.

Дано: $m; \vec{v}_0$. Решение: Основной закон динамики материальной точки имеет вид:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}. \quad (1.1.3)$$

Найти: $\vec{p}(t)$.

Единственная сила, действующая на частицу в данном случае – это сила тяжести, направленная вертикально вниз и равная:

$$\vec{F} = m\vec{g}. \quad (1.1.4)$$

Подставим (1.1.4) в (1.1.3), получим для бесконечно малого приращения вектора импульса частицы $d\vec{p}(t)$, которое она приобретает за бесконечно малый промежуток времени dt :

$$d\vec{p} = m\vec{g}dt. \quad (1.1.5)$$

Проинтегрируем (1.1.5) и получим:

$$\vec{p}(t) = m\vec{g}t + \vec{C}, \quad (1.1.6)$$

где \vec{C} – постоянная интегрирования.

Для нахождения постоянной интегрирования применим начальные условия: при $t=0$ импульс $\vec{p}_0 = m\vec{v}_0$. Выходит: $\vec{C} = m\vec{v}_0$.

Таким образом, решение задачи имеет вид:

$$\vec{p}(t) = m\vec{v}_0 + m\vec{g}t. \quad (1.1.7)$$

Ответ: $\vec{p}(t) = m\vec{v}_0 + m\vec{g}t$.

1.4 *Общий метод решения* задач динамики состоит в определении ускорения частицы или центра масс твердого тела. В этом случае следует:

- выяснить, с какими телами взаимодействует рассматриваемое тело, найти величину, направление и точку приложения каждой из сил;
- сделать схематический рисунок и указать на нем с помощью векторов все приложенные силы и ускорение;
- выбрать инерциальную систему отсчета и записать для рассматриваемого тела уравнение динамики в векторной форме:

$$ma = F_1 + F_2 + \dots + F_N.$$

Если силы действуют не по одной прямой, то выбирают две взаимно перпендикулярные оси OX и OY . Спроектировав все векторы, входящие в векторное уравнение на эти оси, записывают второй закон Ньютона в виде двух скалярных уравнений:

$$ma_x = \sum F_{ix};$$

$$ma_y = \sum F_{iy}.$$

Если задано криволинейное движение, то одну из осей направляют вдоль касательной к траектории, а другую – по нормали к ней.

Если в задаче рассматривается движение системы связанных между собой тел, то следует уравнение движения записать для каждого тела в отдельности. Затем записывают в виде уравнений кинематические условия, связывающие ускорения отдельных тел системы.

Проверив, совпадает ли число неизвестных с числом уравнений, решают полученную систему уравнений.

После того, как найдено ускорение частицы (или центра масс твердого тела), определение скорости (импульса) и закона движения сводится к решению обратной задачи кинематики.

1.5 *Законы сохранения* в механике позволяют рассматривать общие свойства движения без решения дифференциальных уравнений и детальной информации о развитии процессов во времени.

Общим для всех законов сохранения является утверждение о сохранении какой-то физической величины, обозначим ее A , при определенных условиях. Набор этих условий обозначим через B .

Метод применения законов сохранения в самом общем виде предполагает:

- выяснить, какие тела следует включить в рассматриваемую физическую систему;
- рассмотреть процесс взаимодействия тел в данной системе, выделив:
 - а) состояние системы до взаимодействия;
 - б) состояние тел после их взаимодействия;
 - в) сам процесс взаимодействия;
- проверить, выполняются ли условия B в данной системе, то есть, в случае применения закона сохранения механической энергии следует

убедиться, что все силы, действующие в данной механической системе, являются консервативными;

- выбрать инерциальную систему отсчета, относительно которой определяют значение величины A_1 (до взаимодействия);
- определить значение величины A_2 в конце взаимодействия;
- записать закон сохранения в виде уравнения:

$$A_1 = A_2$$

и решить его относительно искомой величины;

- если сохраняющаяся величина векторная, то полученное векторное уравнение спроецировать на соответствующие оси координат. Решить совместно полученную систему уравнений.

Приложение А

А.1 Какие системы отсчета называются инерциальными? Перечислите основные кинематические характеристики движения материальной точки и систематизируйте их в две группы: а) инвариантные величины; б) неинвариантные. (Для случая нерелятивистских движений $v \ll c$).

А.2 Тело брошено с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало: а) нарисовать траекторию тела. Изобразить на рисунке векторы мгновенной скорости, ускорения \vec{a} , нормального a_n и тангенциального a_τ ускорений в точках траектории, соответствующих: 1) началу движения (сразу после броска); 2) наивысшей точке подъема; 3) концу движения (непосредственно перед падением).

А.3 Что можно сказать о скорости и ускорении точки, если ее траектория – винтовая линия? Ответ поясните рисунком.

А.4 Точка движется по расширяющейся спирали так, что ее нормальное ускорение остается постоянным. Как изменяются при этом линейная v и угловая ω скорости?

А.5 Шар массы m_2 , имеющий скорость \vec{v} , налетает на покоящийся шар массы m_1 . Могут ли после соударения скорости шаров \vec{v}_1 и \vec{v}_2 иметь направления, показанные на рисунке А.1? В случае положительного ответа сформулируйте условия для угла α .

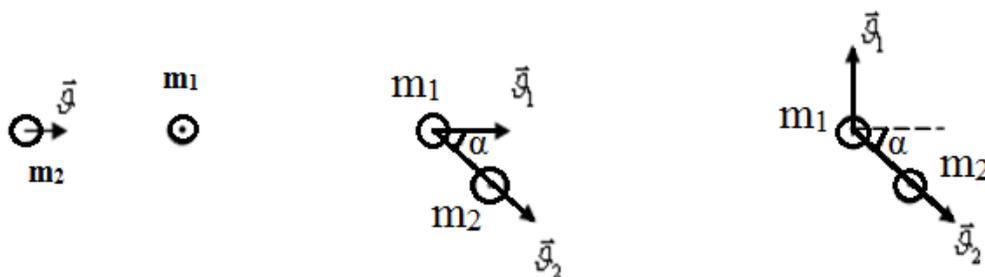


Рисунок А.1

А.6 Нормальное ускорение частицы постоянно по модулю. Что можно сказать о форме траектории частицы в случаях, когда проекция тангенциального ускорения на направление движения: а) равна нулю; б) положительная; в) отрицательная?

А.7 Движение материальной точки задано уравнениями $x=R \cdot \sin \omega t$, $y=R \cdot \cos \omega t$, где R – положительная постоянная. Найдите уравнение траектории движения этой материальной точки. Изобразите на рисунке траекторию и покажите для двух ее произвольных точек направления векторов скорости и ускорения. Изменяется ли сила, действующая на материальную точку: а) по модулю; б) по направлению?

А.8 Движение материальной точки задано уравнениями $x=\alpha t^2$, $y=\beta t$, где α и β – положительные постоянные. Найдите уравнение траектории движения этой материальной точки. Изобразите на рисунке траекторию и покажите для двух ее произвольных точек направления векторов скорости и ускорения. Изменяется ли сила, действующая на материальную точку: а) по модулю; б) по направлению?

А.9 Частица движется равномерно по окружности против часовой стрелки. Изобразите на рисунке траекторию движения и укажите:

а) направление импульса \vec{p} частицы для двух моментов времени, разделенных промежутком времени, равным $\Delta t=T/4$ (T – период обращения);

б) вектор приращения $\Delta\vec{p}$ импульса за указанный промежуток времени. Чему равен его модуль $|\Delta\vec{p}|$, если модуль импульса равен $|\vec{p}| = 0,5 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$?

А.10 Сравните модуль силы натяжения нити математического маятника в крайнем положении с модулем силы натяжения нити конического маятника. Длины нитей, массы грузов и углы отклонения маятников одинаковы.

А.11 Прыгун, отталкиваясь от трамплина, выполняет в воздухе несколько полных оборотов, при этом свертывается клубком, а затем при входе в воду снова выпрямляет тело: а) какую траекторию описывает при этом его центр масс? б) какие законы сохранения выполняются при этом? в) опишите кинематику движения (характер изменения линейной скорости центра масс и угловой скорости вращения).

А.12 Выведите формулы для скоростей тел после абсолютно неупругого удара для случая, когда тело массы m_1 налетает со скоростью \vec{v}_1 на покоящееся тело массы m_2 . Проанализируйте полученные результаты для случаев: а) $m_1 \gg m_2$; б) $m_1 \ll m_2$.

А.13 Человеку, стоящему на неподвижной скамье Жуковского, дали в руки вращающееся колесо с вертикально ориентированной осью. Сначала человек держал вращающееся колесо над головой, затем повернул ось колеса на 180° . В каком направлении будет вращаться скамья? Какой закон следует применить, чтобы дать ответ на вопрос?

А.14 Горный ручей с сечением потока S образует водопад высотой h . Скорость течения воды в ручье v . Найти мощность водопада. Подобрать числовые параметры задачи для мощности $N=10 \text{ кВт}$.

А.15 Предположим, что вниз по наклонной плоскости скатываются три тела одинаковой массы, имеющие одинаковые радиусы: полый цилиндр, шар и сплошной цилиндр. Какое тело скатится быстрее? Что изменится, если у тел будут разные массы? Разные радиусы? Ответы обоснуйте.

А.16 Начертите и объясните графики зависимости плотности ρ идеального газа в зависимости от температуры T при изотермическом, изобарном и изохорном процессах.

А.17 Почему, как бы велика ни была скорость воздуха, образующего сильный ветер, она не делает его горячим?

А.18 Обсудите и перечислите факторы, которые не позволяют реальным двигателям достигать предельного КПД двигателя Карно.

А.19 Давление газа $p \sim n \langle \varepsilon_{\text{пост}} \rangle$. В каком изопроцессе одновременно с возрастанием n увеличивается и $\langle \varepsilon_{\text{пост}} \rangle$? Объясните ответ.

А.20 Некоторый газ с неизменной массой переводится из одного равновесного состояния в другое. Изменяется ли в распределении молекул по скоростям:

а) положение максимума кривой Максвелла; б) площадь под этой кривой? Если изменяется, то почему?

А.21 Имеются два разных газа в цилиндрах, находящихся при одинаковых параметрах состояния. Один газ одноатомный, другой – двухатомный. Сначала они в одинаковой степени расширяются изотермически, а затем адиабатически. Какой из них совершил большую работу при изотермическом расширении? Почему? Какой – при адиабатическом расширении? Почему? Покажите процессы на p -, V - диаграмме.

А.22 Для газа дано: p , V , $i=5$. Что можно вычислить по этим данным:

а) внутреннюю энергию газа; б) энергию поступательного движения всех молекул; в) удельные теплоемкости C_v и C_p ? Ответы поясните.

А.23 Газ расширяется изотермически, затем сжимается адиабатно до начального объема. Объясните, как изменилась энтропия газа.

А.24 Газ расширяется обратимо: а) изотермически; б) изобарно; в) адиабатно. Начальные и конечные объемы во всех процессах совпадают. В каких случаях прирост энтропии газа минимален и максимален?

А.25 Газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (рисунок А.2) в одном случае непосредственно, во втором – через состояния 3 и 4. Что можно сказать о приращении энтропии в этих случаях? Ответ доказать прямым расчетом.

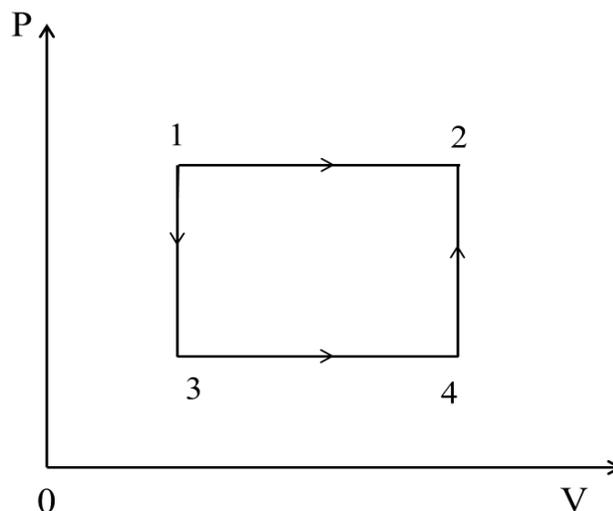


Рисунок А.2

А.26 В равновесном процессе в газе, представленном графиком ABC (рисунок А.3), точки А и С лежат на адиабате. Отличны ли от нуля в этом процессе:

а) количество поглощенной газом теплоты; б) изменение энтропии?

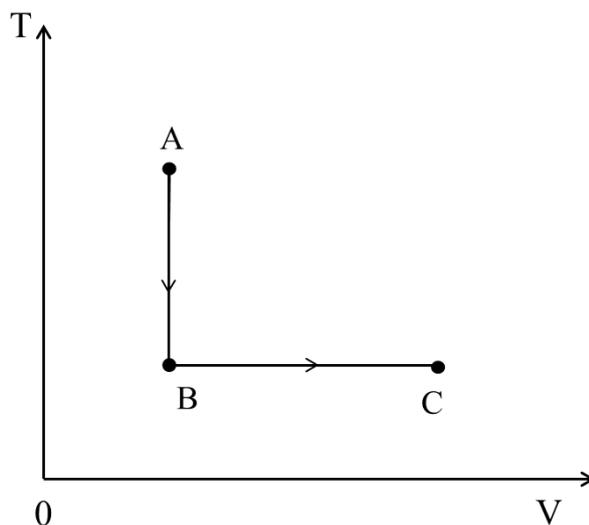


Рисунок А.3

А.27 Можно ли вычислить: а) массу m_0 молекулы газа по данному значению его молярной массы M ; б) концентрацию молекул по данным значениям плотности ρ и молярной массы M ; в) среднее расстояние между молекулами по данным значениям M , V , m ? Ответы обоснуйте.

А.28 До какой температуры при нормальном атмосферном давлении надо нагреть кислород, чтобы его плотность стала равна плотности азота при нормальных условиях?

А.29 Что такое вечный двигатель второго рода? Почему невозможно осуществить периодически действующий вечный двигатель, комбинируя изотермическое расширение с адиабатическим процессом сжатия?

А.30 Что такое вечный двигатель второго рода? Может ли вечный двигатель второго рода в качестве нагревателя использовать воду океанов и морей, забирая из нее внутреннюю энергию в форме теплоты и непрерывно преобразовывая ее в работу?

2. Задания к расчетно-графической работе РГР № 2.
Статистическая физика и термодинамика

Таблица 2. Варианты заданий РГР 2

У Р О В Е Н Ь	В А Р И А Н Т	Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М., 2006. – 640 с.	Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М., 2003.	Прило жение А
А	1	8.4; 9.14; 10.1;		16
	2	8.5; 9.15; 10.2;		16
	3	8.6; 9.16; 10.3;		16
	4	8.7; 9.17; 10.5; 11.28; 11.61;		16
	5	10.6; 11.29; 11.62;		16
	6	8.9; 9.19; 11.63;		16
	7	10.47 ; 11.31; 11.64;		16
	8	8.11; 9.21; 11.65;		16
	9	8.3; 9.22; 11.66;		16
	10	10.50; 11.34;	5.179;	16
В	11	10.8; 11.35; 11.55;		19
	12	8.18; 9.24; 11.56;		20
	13	8.19; 9.26;	5.68;	27
	14	8.20; 9.27;	5.69;	28
	15	8.21; 9.28;	5.70;	21
	16	8.22; 9.29;	5.181;	22
	17	8.23; 9.30;	5.182;	17
	18	9.31; 11.42;	5.69; 5.183;	21
	19		5.20; 5.70; 5.184;	19
	20	8.26;	5.21; 5.185;	27
	21	8.27;	5.16; 5.186;	28
	22	11.46;	5.14; 5.187;	23
	23	11.47;	5.15; 5.182;	24
	24		5.11; 5.69; 5.181;	25
	25		5.9; 5.70; 5.185;	26
	26		5.8; 5.161; 5.184;	23
	27		5.7; 5.162; 5.183;	24
	28		5.4; 5.160; 5.187;	25
	29		5.31; 5.155; 5.186;	26
С	30		5.38; 5.160; 5.188;	18
	31		5.39; 5.189; 5.214;	29
	32		5.40; 5.5.192; 5.208;	30

2.1 Методические указания к решению задач и примеры их выполнения

2.1 *Основная задача* термодинамики равновесных процессов заключается в нахождении всех термодинамических состояний системы. Если известны начальное и все промежуточные состояния системы, то можно определить изменение внутренней энергии, найти работу, совершенную системой, рассчитать количество теплоты, полученное (или отданное) системой и т.д.

Метод решения типовых задач термодинамики основан на применении уравнения состояния (например, идеального газа), первого и второго законов термодинамики, соотношений для внутренней энергии и теплоемкостей, которые дает классическая теория. Но, прежде всего, приступая к решению задачи, необходимо выяснить характер процесса, протекающего в газе (если об этом не оговорено в условии).

Пример 4.

Баллон емкостью V с известным газом, находящимся при давлении P_1 и температуре T_1 , нагревают до T_2 . Какое количество теплоты при этом поглощает газ?

Дано:
 V, P_1, T_1, T_2, i .

Найти: Q .

Решение: объем V баллона постоянный, поэтому процесс нагревания газа является изохорным. При изохорном процессе работа не совершается. Поэтому первое начало термодинамики для изохорного процесса:

$$Q = \Delta U.$$

Внутренняя энергия идеального газа равна:

$$U = C_V \frac{m}{\mu} T = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} RT = \frac{i}{2} PV,$$

здесь использовано уравнение Менделеева – Клапейрона и выражение для молярной теплоемкости идеального газа (по классической теории теплоемкости) при постоянном объеме.

Таким образом, искомое количество теплоты равно:

$$Q = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} V(P_2 - P_1) = \frac{i}{2} P_1 V \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right).$$

Здесь мы применили закон Шарля для изохорного процесса:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}.$$

Ответ: $Q = \frac{i}{2} P_1 V \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$.

3. Задания к расчетно-графической работе РГР № 3. Электродинамика

Цель: изучить основные законы электростатики, постоянного тока и электромагнетизма, научиться применять их при решении типовых задач по теме.

Задания по расчетно-графической работе № 3.

Таблица 3 – Варианты заданий

№		Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М., 2006. – 640 с.	Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М., 2003.	Иродов И.Е. Задачник по общей физике. – М., 2001.	Приложение В
А	1	15.41;	10.8; 11.93;		1
	2	22.5;	9.37; 11.94;		2
	3		9.40; 10.36; 11.7;		3
	4	14.6;	10.22; 11.84;		4
	5	14.4; 18.5; 19.27;			5
	6		11.17; 11.95; 11.109;		6
	7	26.6;	9.46; 11.98;		7
	8		9.13; 10.9; 11.81;		8
	9		9.42; 11.9; 11.97;		9
В	10	26.10;	10.25; 11.79;		10
	11	14.8; 15.44;	11.130;		11
	12		9.31; 10.29; 11.81;		12
	13	14.9; 15.47;	11.110;		13
	14		9.69; 10.30; 11.23;		14
	15	23.27, 25.24;	10.23;		15
	16	25.23;	11.26; 11.111;		16
	17	14.13; 15.49;	11.87;		17
	18	15.48;	11.25; 11.113;		18
	19	14.18; 15.45; 26.22;			19
	20	14.25; 15.47;	11.83;		20
	21	14.12;	9.101; 11.112;		21
	22	14.20; 15.46; 18.9;			22
	23	14.19; 15.49;	11.85;		23
	24	14.15; 15.42; 18.7;			24
	25	19.32; 21.27; 25.26;	11.86;		25
	26	21.30; 23.15; 26.18;	10.49;		26
	27	21.32(6); 23.33; 25.42;	10.29;		27
	28	23.34; 25.45;	9.39; 10.12;		28
	29	23.35; 25.46;	10.34; 11.130;		29

С	30			3.13; 3.131; 3.186;	30
	31			3.236; 3.335; 3.294;	28
	32			3.227; 3.334; 3.302;	29

3.2 Методические указания и примеры решения задач по теме РГР № 3

Основная задача электростатики заключается в расчете электрического поля, созданного произвольным распределением зарядов. Рассчитать электростатическое поле – это значит в каждой его точке определить вектор напряженности E или потенциал φ .

Общий универсальный метод расчета электростатического поля в вакууме основан на: а) применении принципа суперпозиции и б) решении уравнения Пуассона (или Лапласа).

Обратить внимание на то, что применение теоремы Гаусса в интегральной форме для расчета полей эффективно в тех случаях, когда поле обладает специальной симметрией.

Пример 1. Положительный заряд q равномерно распределен по проволочному кольцу радиуса R (рисунок 3.1). Определить напряженность E поля в точке C , лежащей на оси кольца на расстоянии z от его центра O .

Решение: в соответствии с общим методом решения основной задачи электростатики разделим кольцо на элементарные (т.е. очень малые) участки $d\ell$ так, чтобы заряд dq каждого такого участка можно было считать точечным. Иначе говоря, заряд, распределенный непрерывно, заменим эквивалентной ему системой точечных зарядов.

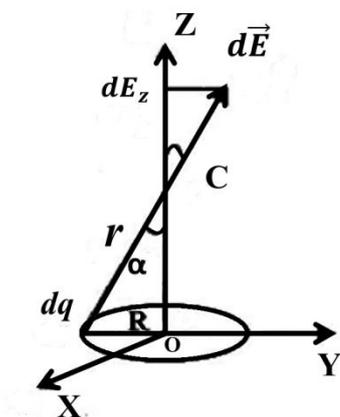


Рисунок 3.1

Тогда модуль напряженности dE поля, создаваемого произвольно выделенным точечным зарядом в точке C , удаленной от него на расстоянии:

$$r = \sqrt{R^2 + z^2};$$

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{(R^2 + z^2)}.$$

(3.2.1)

Согласно принципу суперпозиции напряженность поля равна геометрической сумме всех полей, создаваемых каждым из

точечных зарядов dq кольца: $\vec{E} = \int_{\Gamma} d\vec{E}$,

где Γ обозначает линию, вдоль которой распределен заряд – кольцо в нашем случае.

Поскольку направления векторов dE не совпадают между собой (они образуют поверхность конуса с вершиной в точке C), то следует найти проекцию вектора dE на ось OZ .

Для этого воспользуемся свойством прямоугольного треугольника, которое связывает прилежащий катет с гипотенузой:

$$dE_z = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{(R^2 + z^2)} \cos \alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{(R^2 + z^2)} \cdot \frac{z}{\sqrt{(R^2 + z^2)}} = \frac{z dq}{4\pi\epsilon_0 (R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}. \quad (3.2.2)$$

В соответствии с принципом суперпозиции необходимо сложить проекции dE_z полей, создаваемых в искомой точке C всеми точечными зарядами dq кольца. Предел этой суммы – это криволинейный (контурный) интеграл, взятый вдоль проволочного кольца – окружности радиуса R :

$$E_z = \int dE_z = \frac{z}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{(R^2 + z^2)^3}} \int dq = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{z \cdot q}{\sqrt{(R^2 + z^2)^3}}. \quad (3.2.3)$$

При равномерном распределении заряда по кольцу из соображений симметрии следует, что в точках, лежащих на оси кольца, напряженность поля направлена вдоль этой оси. Следовательно, остальные ее проекции равны нулю:

$E_y = E_x = 0$, а модуль, таким образом, равен:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{z \cdot q}{\sqrt{(R^2 + z^2)^3}}. \quad (3.2.4)$$

Ответ: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{z \cdot q}{\sqrt{(R^2 + z^2)^3}}.$

Основная задача теории постоянного тока — это расчет электрической цепи, когда задана некоторая электрическая цепь и отдельные ее параметры, например ЭДС и сопротивление, и требуется найти силы токов, напряжение на некотором участке цепи, работу, мощность, коэффициент полезного действия и т.п.

Общий метод решения основан на последовательном применении закона Ома для замкнутой цепи и закона Ома для неоднородного (или однородного) участка цепи, законов Джоуля – Ленца. Применение законов Ома позволяет полностью рассчитать токи в цепи с одним источником ЭДС либо несколькими источниками ЭДС, соединенными последовательно, а также в тех случаях, когда имеются батареи, состоящие из совершенно одинаковых источников тока. В последнем случае такую батарею в расчетах заменяют одним эквивалентным источником тока ($\mathcal{E}_{\text{эКВ}}, r_{\text{эКВ}}$).

Основная задача теории магнитного поля заключается в расчете магнитной индукции поля, созданного системой токов и движущихся электрических зарядов.

Общий метод расчета магнитных полей основан на применении закона Био – Савара – Лапласа в дифференциальной форме и принципа суперпозиции.

Второй метод расчета полей основан на применении теоремы о циркуляции вектора магнитной индукции или напряженности (закон полного тока). Однако его применение ограничено симметричными полями, когда через точку, в которой требуется определить вектор $B(H)$, можно провести замкнутый контур Γ , совпадающий с линией индукции поля, во всех точках которого индукция была бы одинакова по модулю. В этом случае циркуляция вектора B по контуру Γ находится как произведение:

$$\int B \cdot d\ell = B \cdot \ell,$$

где ℓ – длина данного контура.

Основная задача по теме «Электромагнитная индукция» заключается в нахождении ЭДС индукции или индукционных токов. В этом случае вначале необходимо определить закон изменения полного магнитного потока, пронизывающего заданный контур, и затем применить закон Фарадея.

Пример 2.

Два параллельных бесконечно длинных провода D и C, по которым текут в одном направлении электрические токи силой $I = 60$ А, расположены на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого проводниками с током в точке A (рисунок 2.2), отстоящей от оси одного проводника на расстоянии $r_1 = 5$ см, от другого $r_2 = 12$ см.

Дано:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_2 = I = 60 \text{ А}; \\ d &= 10 \text{ см} = 10^{-1} \text{ м}; \\ r_1 &= 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \\ r_2 &= 12 \text{ см} = 12 \cdot 10^{-2} \text{ м}; \end{aligned}$$

Решение: для нахождения магнитной индукции B в точке A воспользуемся принципом суперпозиции магнитных полей. Для этого определим направления магнитной индукции B_1 и B_2 полей, создаваемых каждым проводником с током в отдельности, и сложим их геометрически:

Найти: $B = ?$

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2.$$

Абсолютное значение магнитной индукции B может быть найдено по теореме косинусов для параллелограмма:

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 - 2B_1B_2 \cos \alpha}, \quad (3.2.5)$$

где α – угол между векторами \vec{B}_1 и \vec{B}_2 . Значения магнитных индукций (здесь и далее, если не указана среда, имеется в виду, что проводник находится в вакууме и, следовательно, $\mu = 1$) B_1 и B_2 выражаются соответственно через силу тока и расстояния r_1 и r_2 от проводов до точки A:

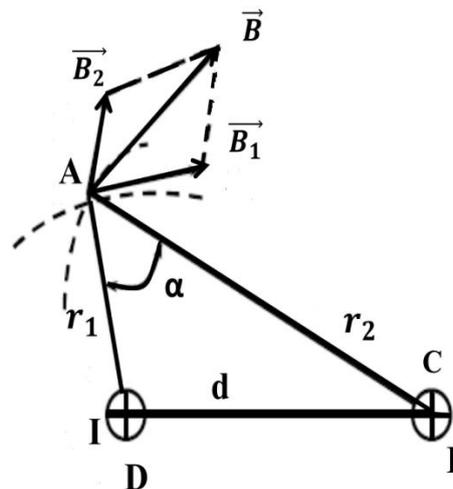


Рисунок 3.2

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_1}; B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r_2}.$$

Подставляя выражения B_1 и B_2 в формулу (2.2.1) и вынося $\left(\frac{\mu_0 I}{2\pi}\right)$ за знак корня, получим:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{r_2^2} - \frac{2}{r_1 r_2} \cos \alpha}. \quad (3.2.6)$$

Вычислим $\cos \alpha$. Заметив, что $\alpha = \angle DAC$ (как углы с соответственно перпендикулярными сторонами), по теореме косинусов (для треугольника) запишем:

$$d^2 = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 \cos \alpha},$$

где d – расстояние между проводами. Отсюда

$$\cos \alpha = \frac{r_1^2 + r_2^2 - d^2}{2r_1 r_2}.$$

После подстановки числовых значений получим:

$$\cos \alpha = \frac{5^2 + 12^2 - 10^2}{2 \cdot 5 \cdot 12} = \frac{23}{40}.$$

Подставляя в формулу (2.2.2) значения I , r_1 и $r_2 \cos \alpha$, определяем искомую индукцию:

$$B = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 60}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{1}{(0,05)^2} + \frac{1}{(0,12)^2} + \frac{1}{0,05 \cdot 0,12} \cdot \frac{23}{40}} \text{Тл} = 308 \text{ мкТл}.$$

Ответ: $B = 308 \text{ мкТл}$.

Пример 3.

Рассмотрим простейшую схему генератора переменного тока. В однородном магнитном поле равномерно с частотой $n=50$ оборотов в секунду вращается рамка, содержащая $N=100$ витков прямоугольной формы, размеры которых $40 \text{ см} \times 30 \text{ см}$. Катушка вращается вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной к направлению магнитного поля (рисунок 3.3). Найти величину индукции B магнитного поля, если действующее значение ЭДС индукции равно 220 В .

Дано:

$N=100$;

$a \times b = 40 \text{ см} \times 30 \text{ см}$;

$\nu = 50 \text{ с}^{-1}$;

$U = 220 \text{ В}$.

Найти: $B=?$

Решение: в нашем случае проводящий контур вращается в постоянном магнитном поле так, что изменение магнитного потока есть результат изменения ориентации плоскости рамки относительно направления вектора B магнитной индукции. В случае однородного магнитного поля

и плоского контура магнитный поток через один из витков равен: $\Phi_1 = B \frac{\pi d^2}{4} \cos \alpha$.

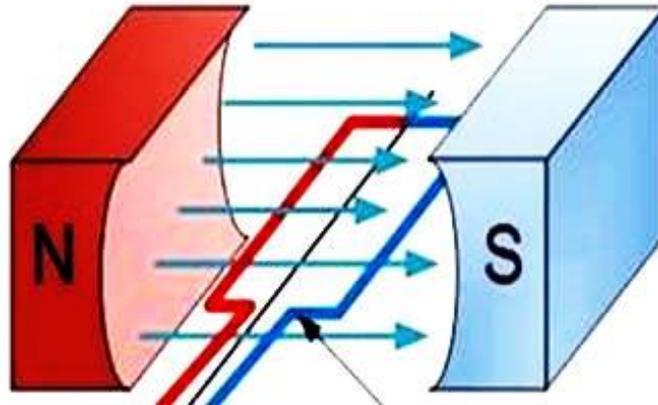


Рисунок 3.3

Угол α меняется вследствие равномерного вращения по закону $\alpha = \omega t = 2\pi\nu t$. Поэтому магнитный поток сквозь один и витков равен:

$$\Phi_1 = Bab \cdot \cos 2\pi\nu t,$$

а полный магнитный поток (потокосцепление) сквозь все витки катушки равен:

$$\Psi = NBab \cdot \cos 2\pi\nu t.$$

Применив закон Фарадея, получим для мгновенных значений ЭДС индукции:

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Psi}{dt} = 2\pi\nu NBab \cdot \sin 2\pi\nu t.$$

Откуда находим амплитудное значение индуцированного напряжения:

$$U_{max} = \mathcal{E}_{imax} = 2\pi\nu NBab.$$

Действующее значение для напряжения, изменяющегося по закону синуса или косинуса, в $\sqrt{2}$ меньше. Окончательно:

$$B = \frac{2U_{max}}{\nu NBab} = \frac{2 \cdot 310}{50 \cdot 100 \cdot 0.4 \cdot 0.3} = 1,033 \text{ Тл.}$$

Ответ: $B = 1,033 \text{ Тл.}$

В некоторых задачах такой контур указать невозможно. Ниже рассмотрен пример решения такой задачи.

Пример 4.

Тонкий металлический стержень длины ℓ вращается с частотой ν в однородном магнитном поле индукцией B вокруг оси, перпендикулярной к стержню и проходящей через один из его концов. Определить разность потенциалов U , возникающую между концами стержня.

Дано:
 ℓ, v, B

Найти:
 $U = ?$

Решение: поскольку величина U определяется как работа сил электрического поля по перемещению единичного заряда, то необходимо сначала уяснить, как в заданной физической ситуации возникает электрическое поле, и затем определить его напряженность E .

Для этого рассмотрим свободные электроны в металлическом стержне. Из-за вращения стержня в магнитном поле на свободные электроны действует сила Лоренца, которая зависит от скорости их движения. На рисунке 3.4 стержень вращается против часовой стрелки вокруг оси, проходящей через его левый конец (точка O), вектор магнитной индукции B направлен перпендикулярно плоскости рисунка «от нас» (отмечено крестиками). Магнитная сила, действующая на электрон, находящийся на расстоянии r от точки O , равна:

$$F_L = qvB \sin \alpha,$$

где скорость v электрона, обусловленная его движением вместе со стержнем, равна:

$$v = \omega r = 2\pi v r.$$

Под действием силы Лоренца электроны станут перемещаться в стержне, при этом произойдет перераспределение заряда и возникнет электрическое поле, которое действует на электроны силой F_e , направленной противоположно силе F_m . Равновесное распределение заряда установится при равенстве этих сил $F_m = F_e$, при этом напряженность электрического поля в стержне зависит от расстояния r до точки O :

$$E = vB = 2\pi v r B.$$

Разность потенциалов между концами стержня определим, используя соотношение:

$$U = \int_1^2 E dr = \int_0^{\ell} 2\pi v r B dr = \pi v B \ell^2.$$

Таким образом, искомая разность потенциалов равна: $U = \pi v B \ell^2$.

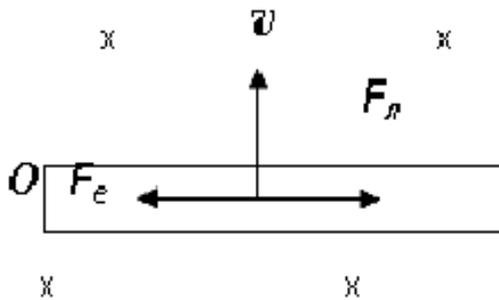


Рисунок 3.4

Ответ: $U = \pi v B \ell^2$.

Приложение Б

Б.1 В однородное электростатическое поле напряженности E влетает протон, движущийся со скоростью v . Опишите характер движения протона и нарисуйте траектории в случаях, когда направление его скорости: а) совпадает с направлением вектора напряженности; б) противоположно направлению вектора напряженности; в) перпендикулярно линиям напряженности поля.

Б.2 Известно, что поле плоского конденсатора однородно. Пусть напряженность его E , а заряд на обкладках конденсатора q . Равна ли произведению qE сила, действующая на каждую из пластин конденсатора? Дайте ответ и докажете справедливость своего утверждения.

Б.3 В однородное электростатическое поле помещена плоская пластина из диэлектрика, в результате чего поле изменилось, как показано на рисунке Б.1. Исходя из свойств векторов \vec{D} и \vec{E} , определите: а) линии какого из векторов показаны на рисунке? б) какая из диэлектрических проницаемостей больше – вещества пластины ϵ_2 или окружающей среды ϵ_1 ?

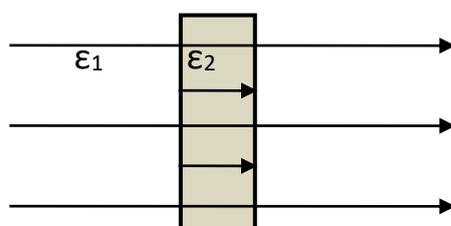


Рисунок Б.1

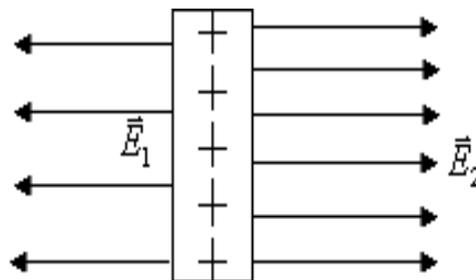


Рисунок Б.2

Б.4 Заряженная металлическая пластинка находится в электрическом поле, показанном на рисунке Б.2. Заряд пластинки равен q . Слева от пластинки напряженность поля равна E_1 , справа – E_2 . Правильно ли предположение, что сила, действующая на пластинку, равна $F=q(E_2-E_1)$? Краевыми эффектами пренебречь.

Б.5 Два плоских конденсатора, один с воздушным зазором, а в другом зазор заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=2$, имеют одинаковые геометрические размеры, соединены параллельно и заряжены до некоторой разности потенциалов. Определить, в каком из конденсаторов большая напряженность E , в каком – смещение D , в каком – плотность энергии и на обкладках какого конденсатора больше поверхностная плотность зарядов σ .

Б.6 Можно ли прочесть формулу $C=q/U$ так: емкость проводника прямо пропорциональна величине заряда и обратно пропорциональна его потенциалу, а формулу $R=\Delta\phi/I$ – сопротивление проводника прямо пропорционально разности потенциалов и обратно пропорционально проходящему току? Ответ обоснуйте.

Б.7 Ток течет по проводнику переменного сечения. Используя законы постоянного тока, определите, одинакова ли напряженность поля (E) в узком (площадью S_1) и широком (S_2) сечениях? На основании полученного результата определите соотношение между скоростями дрейфа (упорядоченного движения)

$\langle u_1 \rangle$ и $\langle u_2 \rangle$ электронов в этих сечениях.

Б.8 Имеется ли вблизи поверхности проводника, по которому течет постоянный ток, электрическое поле? Каковы свойства этого поля? Что общего и каковы различия в свойствах этого поля по сравнению с электростатическим полем?

Б.9 Что такое короткое замыкание? Как изменится ток короткого замыкания $I_{кз}$, если два одинаковых источника тока пересоединить из параллельного соединения в последовательное?

Б.10 В каком случае два последовательно соединенных гальванических элемента, замкнутые на внешнее сопротивление, дадут меньший ток, чем один из этих элементов, включенный на то же сопротивление?

Б.11 Согласно формуле $P = \frac{U^2}{R}$, мощность, рассеиваемая резистором, должна уменьшаться с ростом сопротивления, а формула $P = I^2 R$ подразумевает обратное. Нет ли здесь противоречия? Объясните.

Б.12 Почему нить электролампы сильно нагревается, а подводящие провода остаются холодными?

Б.13 Для передачи электроэнергии на большие расстояния используются очень высокие напряжения. Объяснить, почему высокие напряжения позволяют уменьшить потери в линиях передачи.

Б.14 Превышает ли полезная мощность, расходуемая при зарядке аккумулятора, мощность, затрачиваемую на тепловыделение?

Б.15 Электромотор постоянного тока подключили к напряжению U . Сопротивление обмотки якоря R . При каком значении тока через обмотку полезная мощность будет максимальной? Чему она равна? Каков при этом К.П.Д. мотора?

Б.16 Пространство между двумя электродами, представляющими собой концентрические сферы радиусов R_1 и R_2 , заполнено однородной проводящей средой с удельным сопротивлением ρ . На электроды подана разность потенциалов U . Начертите на рисунке линии тока в среде между электродами. Чему равно сопротивление среды между электродами? Какова сила тока? Получите выражение для плотности тока в среде как функции расстояния r от центра сфер.

Б.17 Две лампы, рассчитанные на одинаковое напряжение, но потребляющие различные мощности, включены в сеть последовательно. Какая из них будет гореть ярче? Почему?

Б.18 Конденсатор емкостью C , заряженный до разности потенциалов U_0 , разряжается через сопротивление R . Ток разряда постепенно спадает, согласно графику зависимости $I(t)$, причем по оси абсцисс отложено время, а по оси ординат $\ln I$. Этому процессу соответствует прямая 1 (рисунок Б.3). Затем один

из параметров (U_0 , R , C) изменяют так, что новая зависимость имеет вид 2. Какой из параметров и в какую сторону изменен?

Б.19 Заряженный конденсатор разряжается через сопротивление R .

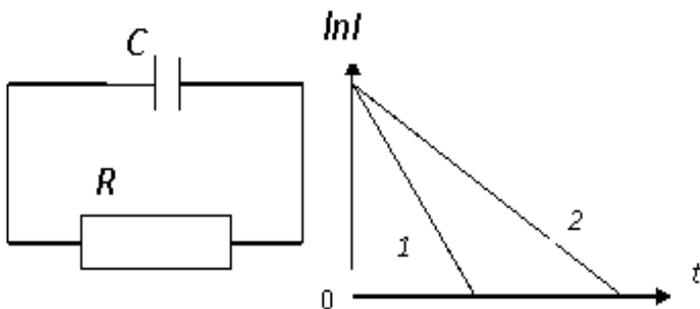


Рисунок Б.3

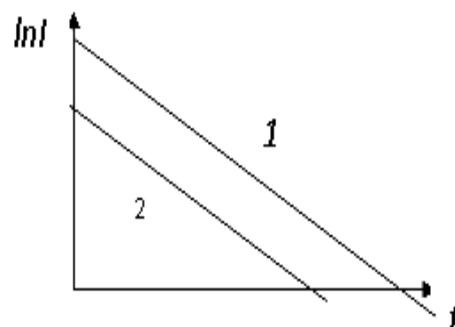


Рисунок Б.4

Зависимость логарифма тока разряда от времени имеет вид для двух разрядов (рисунок Б.4). Условия опыта отличаются лишь одним из параметров: U_0 , C и R . Определить, каким параметром отличаются друг от друга оба разряда и в каком случае этот параметр больше. Здесь U_0 – начальное напряжение на конденсаторе.

Б.20 Сравните работу электрических сил и количество теплоты, выделяемое в течение 1 секунды, в следующих случаях: а) в резисторе, по которому течет ток I при разности потенциалов на концах проводника U ; б) в аккумуляторе, который заряжается током I , при разности потенциалов на его зажимах U ; в) в батарее аккумуляторов, дающей ток I на внешнее сопротивление, при той же разности потенциалов U на зажимах батареи.

Б.21 На двухпроводной линии постоянного тока (рисунок Б.5) взяты произвольно две точки А и В, по одной на каждом из проводов. Как при помощи вольтметра и магнитной стрелки определить, с какой стороны находится источник напряжения?

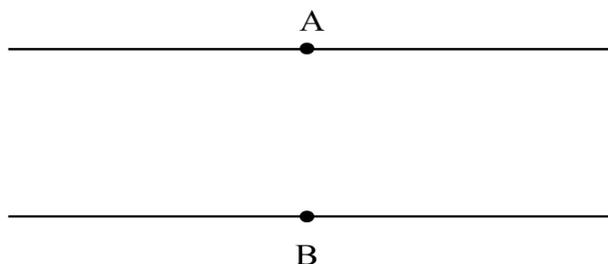


Рисунок Б.5

Б.22 Зависит ли индуктивность тороидальной катушки с железным сердечником: а) от силы тока в обмотке; б) от температуры сердечника?

Б.23 Через две одинаковые катушки индуктивности текут токи, спадающие со временем по линейному закону, показанному на рисунке Б.6. В какой из катушек возникающая ЭДС самоиндукции больше? Изменяются ли значение или знаки ЭДС самоиндукции, когда токи, пройдя через нуль, начнут возрастать в противоположном направлении, сохраняя тот же линейный закон?

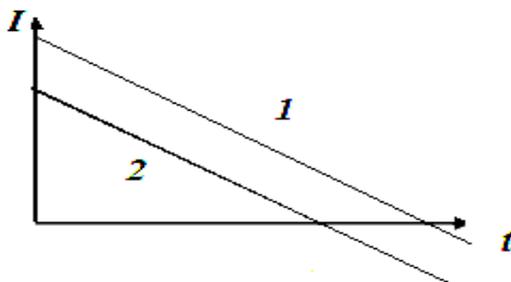


Рисунок Б.6

Б.24 Как изменится взаимная индуктивность двух проводящих контуров, имеющих форму концентрических колец, лежащих в одной плоскости, если малое кольцо: а) растянуть (увеличить его радиус); б) повернуть на некоторый угол относительно оси, лежащей в плоскости большого кольца; в) сместить поступательно перпендикулярно плоскости большого кольца?

Б.25 Ток в обмотке тороидальной катушки с железным сердечником удвоили. Верно ли, что при этом: а) индукция магнитного поля внутри соленоида удвоилась; б) энергия магнитного поля, заключенная в соленоиде, увеличилась вчетверо; в) индуктивность соленоида не изменилась?

Б.26 Заряженная частица движется в однородном магнитном поле по окружности. Определите траекторию частицы после того, как в дополнение к магнитному полю включается электрическое, направленное в ту же сторону.

Б.27 Постройте график изменения индукционного тока при размыкании цепи, в которой имеется соленоид. Какой физический смысл имеет площадь фигуры, ограниченной графиком и осью времени? Покажите, изменение какой магнитной величины можно определить по графику.

Б.28 Металлическому шару радиусом R_1 сообщили заряд $+q_1$, а металлическому слою, имеющему общий центр с шаром, заряд $+q_2$. Внутренний радиус слоя R_2 , внешний — R_3 (рисунок Б.7). Как будет меняться напряженность поля в зависимости от расстояния r от центра системы? Построить график $E(r)$.

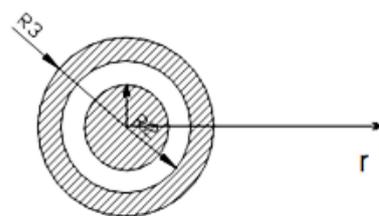


Рисунок Б.7

Б.29 В схеме, изображенной на рисунке Б.8, в момент времени $t=0$ замыкают ключ К. Постройте качественно графики зависимости силы тока I в

цепи и напряжения U на вольтметре от времени t (сопротивлением катушки пренебречь, вольтметр считать идеальным).

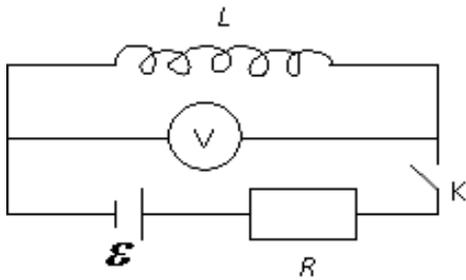


Рисунок Б.8

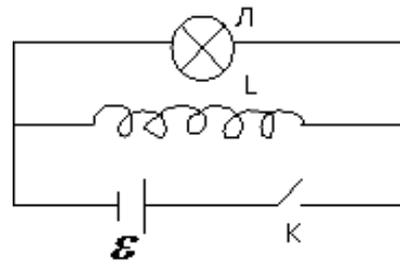


Рисунок Б.9

Б.30 При демонстрации опыта по возникновению ЭДС самоиндукции при размыкании цепи используют следующую схему (рисунок Б.9). Каким должно быть соотношение между активным сопротивлением катушки и сопротивлением лампочки накаливания и какой должна быть индуктивность L , чтобы эксперимент был убедительным? Постройте качественно графики зависимости $I(t)$ в цепи для различных параметров цепи (сравнительные).

Список литературы

1. Савельев И.В. Курс общей физики в 4 т.: Учебное пособие для вузов. – Т. 1 – Механика. Молекулярная физика и термодинамика / И.В. Савельев; под ред. В.И. Савельева. – 2-е изд. стереотип. – М.: КноРус, 2012. – 528 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики в 4 т. – Т. 2. – Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – М.: КНОРУС, 2012. – 576 с.

Содержание

Введение	3
1.Задания к расчетно-графической работе РГР № 1. Физические основы механики	4
1.1.Методические указания к решению задач и примеры их выполнения	5
Приложение А	10
2.Задания к расчетно-графической работе РГР № 2. Статистическая физика и термодинамика	14
2.1.Методические указания к решению задач и примеры их выполнения	15
3. Задания к расчетно-графической работе РГР № 3. Электродинамика	16
3.2 Методические указания и примеры решения задач по теме РГР № 3	17
Приложение Б	24
Список литературы	28

Алмагуль Абдыгалиевна Абдикасова
Гулдана Тлеужановна Алджамбекова
Гульнара Кадырбековна Наурызбаева

ФИЗИКА 1

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ
для студентов специальностей: 6В07107 – Предпринимательство в инженерии
6В073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Редактор:
Специалист по стандартизации:

Жанабаева Е.Б.
Ануарбек Ж.А.

Подписано к печати ____
Тираж 50 экз.
Объем 2,0 уч.-изд. л.

Формат 60×84 1/16
Бумага типографская № 1
Заказ ____ Цена 1000 тенге

Копировально-множительное бюро
некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, Байтурсынова, 126/1