



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

Кафедра физики

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Методические указания по выполнению
расчетно-графических работ для студентов специальности
5В071800 - Электроэнергетика

Алматы 2014

СОСТАВИТЕЛИ: А.М. Саламатина, А.С. Жармухамбетова.
Электродинамика. Колебания и волны. Методические указания по
выполнению расчетно-графических работ для студентов специальности
5В071800 - Электроэнергетика. – Алматы: АУЭС, 2014. – 29 с.

Методические указания включают расчетно-графические задания (РГР),
методические рекомендации и требования к оформлению и содержанию РГР,
список необходимой литературы.

Ил.38, табл. – 4, библиограф. – 10 назв.

Рецензент: проф. Ю.А. Цыба

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи» на 2014 год.

Введение

Основные цели изучения элективного курса «Электродинамика. Колебания и волны» заключаются в расширении и углублении знаний основных понятий и законов электродинамики, теории колебаний и волн, умений и навыков их применения к решению задач.

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 умений решать типовые задачи по известному алгоритму;

- задания уровня С требуют умений 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.

1 Рекомендации к освоению дисциплин «Электродинамика. Колебания и волны»

Решение задач при изучении курса физики в техническом вузе имеет исключительно большое значение для будущих специалистов. Оно учит анализировать изучаемые явления, выделять главные факторы, отвлекаясь от случайных и несущественных деталей, учит моделировать реальные физические и физико-технические процессы. Задачи развивают навык в использовании общих законов материального мира для решения конкретных вопросов, имеющих практическое или познавательное значение.

Невозможно научиться решать задачи по физике, не зная и не понимая теории. Поэтому при выполнении расчетно-графической работы необходима самостоятельная проработка теоретического материала по темам задания и усвоение основных понятий, законов, теорем и принципов.

Процесс решения поставленной физической задачи состоит, как правило, из трех основных этапов. На первом, физическом, этапе проводится анализ условия задачи, выполняется рисунок, схема или векторная диаграмма для ее наглядной интерпретации; затем, на основании тех или иных законов, составляется система уравнений, в число неизвестных которой входят и искомые величины.

На втором, математическом, этапе находят решение системы уравнений, т.е. получают решение задачи сначала в общем виде, а затем, произведя вычисления, числовой ответ задачи.

После того, как получено общее решение, необходимо провести его анализ. На этом, третьем, этапе выясняют, как и от каких физических величин зависит найденная величина, в каких условиях эта зависимость проявляется. При анализе числового ответа проверяют размерность полученной величины и оценивают правдоподобность полученного ответа, то есть соответствие числового ответа физически возможным значениям искомой величины.

2 Общие требования к выполнению и оформлению расчетно-графических (контрольных) работ

Каждую расчетно-графическую работу следует выполнять 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

Кафедра физики

Электродинамика. Колебания и волны.

РГР №__ Тема «_____»

Вариант №__

Выполнил студент __ (Ф.И.О, группа)

Сдана на проверку __ (дата).

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

Условие каждой задачи переписывают полностью, без сокращений. Затем его записывают 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, производят вычисления, руководствуясь при этом правилами приближенных вычислений.

Работу выполняют шариковой (или иной) ручкой, рисунки - при помощи карандаша и линейки.

Решение каждой задачи начинают с новой страницы, оставляя место для замечаний преподавателя и дополнений, либо исправлений.

2.1 Примеры решения и оформления задач

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

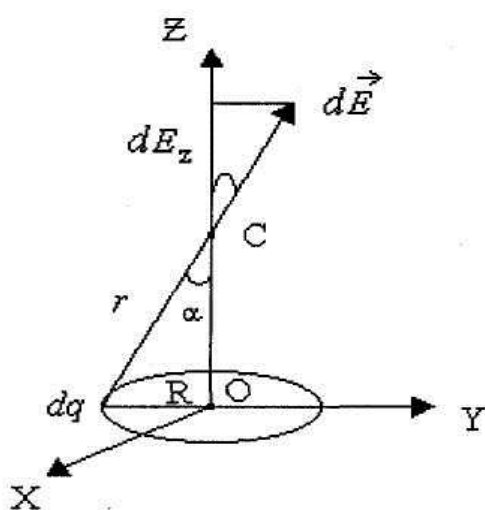


Рисунок 1

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, распределенный непрерывно заряд заменим эквивалентной ему системой точечных зарядов. Тогда модуль напряженности dE поля, создаваемого произвольно выделенным точечным зарядом в точке C , удаленной от него на расстоянии $r = \sqrt{R^2 + z^2}$

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{(R^2 + z^2)}. \quad (1.1)$$

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 лежат на поверхности 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:

$$dE_z = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{(R^2 + z^2)} \cos \alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{(R^2 + z^2)} \cdot \frac{z}{\sqrt{(R^2 + z^2)}} = \frac{z dq}{4\pi\epsilon_0 (R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}. \quad (1.2)$$

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 :

$$E_z = \int dE_z = \frac{z}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{(R^2 + z^2)^3}} \int dq = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{z \cdot q}{\sqrt{(R^2 + z^2)^3}}. \quad (1.3)$$

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:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{z \cdot q}{\sqrt{(R^2 + z^2)^3}}. \quad (1.4)$$

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

Пример 2. 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, ν, B

$U = ?$

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 2 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: $F_n = qvB \sin \alpha$; (1.5)

где скорость v электрона, обусловленная его движением вместе со стержнем, равна: $v = \omega r = 2\pi\nu r$. (1.6)

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 : $E = vB = 2\pi vrB$. (1.7)

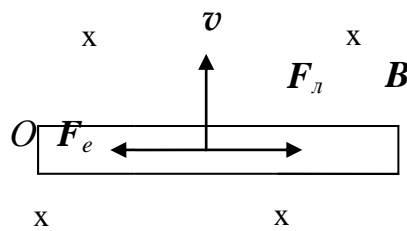


Рисунок 2

Разность потенциалов между концами стержня определим, используя соотношение:

$$U = \int_1^2 E dr = \int_0^{\ell} 2\pi vrB dr = \pi v B \ell^2 \quad (1.8)$$

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

Ответ: $U = \pi v B \ell^2$.

Пример 3. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=2,0 \cdot 10^{-8}$ Ф и катушки индуктивностью $L=5,0 \cdot 10^{-5}$ Гн. Начальное напряжение на обкладках конденсатора $U_0=120$ В. Определить максимальное напряжение U_m и начальную фазу φ колебаний напряжения на конденсаторе, если в начальный момент времени ($t=0$) энергия конденсатора W_3 равна магнитной энергии W_m катушки. Сопротивлением контура можно пренебречь.

Дано:
 $C=2,0 \cdot 10^{-8}$ Ф,
 $L=5,0 \cdot 10^{-5}$ Гн,
 $U_0=120$ В,
 $W_3 = W_m$.

Решение:

$U_m=?$ $\varphi=?$

Рассмотрим свободные гармонические колебания в электрическом колебательном контуре, состоящем из конденсатора емкости C , катушки индуктивности L и сопротивления R (см. рисунок 3). При замыкании на катушку предварительно заряженного конденсатора в колебательном контуре возникают свободные колебания заряда q на конденсаторе и силы тока в катушке i .

Согласно обобщенному закону Ома для неоднородного участка

$$iR = -\frac{q}{C} - L \frac{di}{dt}. \quad (1.9)$$

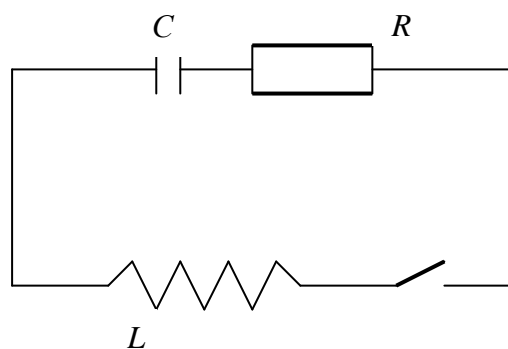


Рисунок 3

Так как по определению силы тока $i = \frac{dq}{dt}$, то уравнение (1.9) примет вид

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{q}{LC} = 0 \quad (1.10)$$

в случае идеального контура сопротивление $R=0$ получим:

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = 0. \quad (1.11)$$

Решение дифференциального уравнения (1.11) имеет вид

$$q(t) = q_m \cos(\omega t + \varphi), \quad (1.12)$$

где $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ - частота собственных колебаний в контуре.

Энергия контура в любой момент времени складывается из электрической энергии заряженного конденсатора и магнитной энергии катушки индуктивности при протекании тока:

$$W = W_e + W_p = \frac{CU^2}{2} + \frac{Li^2}{2}.$$

По условию задачи $\frac{CU_0^2}{2} = \frac{Li_0^2}{2}$,

где i_0 – значение силы тока в начальный момент времени ($t=0$), равное

$$i_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

Поскольку значение силы тока в произвольный момент времени равно

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = -\omega q_m \sin(\omega t + \varphi),$$

то $i_0 = i(0) = -\omega q_m \sin \varphi$.

Следовательно, $\frac{CU_m^2}{2} = 2 \frac{CU_0^2}{2} = 2 \frac{L\omega^2 q_m^2 \sin^2 \varphi}{2}$.

Откуда, во-первых, $U_m = U_0 \sqrt{2}$,

а во-вторых, $CU_m^2 = 2L \cdot \frac{1}{LC} \cdot C^2 U_m^2 \sin^2 \varphi$.

Следовательно, $2 \sin^2 \varphi = 1$ и $\sin \varphi = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

Таким образом, начальная фаза $\varphi = \frac{\pi}{4}$.

Ответ: $U_m = U_0 \sqrt{2}$, $\varphi = \frac{\pi}{4}$.

2.2 Задание к РГР № 1 на тему «Электростатика и постоянный ток»

Цель: усвоение основных законов электростатики и постоянного тока, овладение методами их применения к решению обобщенных типовых задач.

Т а б л и ц а 1 – Варианты заданий к РГР № 1

Уровень	Вариант	Чертов А.Г., Воробьёв А.А.«Задачник по физике». - М., 2006.	Физика. Задания к практическим занятиям /Под ред. Ж.П. Лагутиной/ в электр. варианте	И.Е. Иродов «Задачи по общей физике». -М., 2001.	Приложение А
А	1	15-15; 15-36; 15-53; 18-2; 19-14			1, 43
	2	14-3; 15-16; 15-38; 17-4; 19-29			2, 44
	3	14-4; 15-14; 15-47; 18-4; 19-12			3, 50
	4	14-5; 15-23; 15-56; 19-17(a); 19-26			4, 52
	5	15-44; 15-63; 18-14; 19-29; 19-17(б)			5, 54
	6	15-62; 15-27; 19-18; 19.25	12.1(a);		6, 31
	7	14-3; 15-48; 15-58; 18-07; 19-27			7, 32
	8	15-16; 15-37; 15-55	12.1(б); 15.12		8, 33
	9	15-26; 15-45; 19-16	11.25; 15.14		9, 34
	10	14-7; 15-63; 17-10	14.15; 15.34		10, 35
В	11	14-1; 15-19(б),-64	14.27; 15.23		11, 36
	12	14-6; 15-19(a); 15-65	13.35; 15.22		12, 37
	13	14-12; 15-17; 15-66	15.14; 15.36		13, 38
	14	14-9; 15-67; 19-16	12.4; 14.28		14, 39
	15	15-22(1); 15-50	11.39; 14.13; 15.35		15, 40
	16	15-43; 15-59; 19-28	14.14; 12.1		16, 41
	17	15-14; 15-54	12.14; 14.12; 15.14		17, 42
	18	15-64; 18-7	11.42; 13.45; 15.23		19, 47
	19	15-65	12.2(a); 13.50; 14.19; 15.22		20, 48
	20	15-49	11.45; 13.47; 14.22(б); 15.23		22, 49
	21	15-22(1); 18-10	14.3; 13.21; 15.20		26, 56
	22	14-17; 15-50	13.35; 14.24; 15.37		27, 57
	23	14-23; 15-19(2)	14.3; 15.36; 13.29		23, 55
	24	15-50; 18-14	12.4; 15.17; 13.34		24, 53
	25	14-23; 17-10	14.26; 15.2; 13.40		25, 45
	26	14-22; 17-23	14.19; 15.34; 13.36		28, 51
	27	13-20; 15-19(2); 17-18	13.33; 15.36		21, 46
С	28		14.29; 13-38	2.39; 2.139; 2.180	18, 58
	29		12.30; 11.46; 14.28	2.183; 2.95	29, 59
	30		13.47; 15.40	2.40; 2.131; 2.211	30, 60

Приложение А

А.1 Напряженность электростатического поля задана уравнением: $\vec{E} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{k}$, где a , b и c – константы, а i , j и k – единичные вектора (орты). Укажите, является ли это поле однородным? Чему равен модуль вектора напряженности $|E|$ поля в точке с координатами x, y, z ?

А.2 Определить работу A_{12} силы электрического поля, создаваемого точечным зарядом q , над зарядом q_0 при перемещении заряда q_0 из точки 1 с радиус-вектором r_1 в точку 2 с радиус-вектором r_2 по траекториям, изображенным на рисунке А.1 а - в. Воспользоваться общей формулой для вычисления работы $A_{12} = \int_1^2 \vec{F} d\vec{r}$.

А.3 Радиусы внутренней и внешней обкладок цилиндрического конденсатора увеличили вдвое, сохранив заряды на обкладках. Изменилась ли напряженность E электрического поля вблизи внутренней обкладки конденсатора

А.4 Совпадает ли траектория движения заряженной частицы в электростатическом поле с силовой линией этого поля?

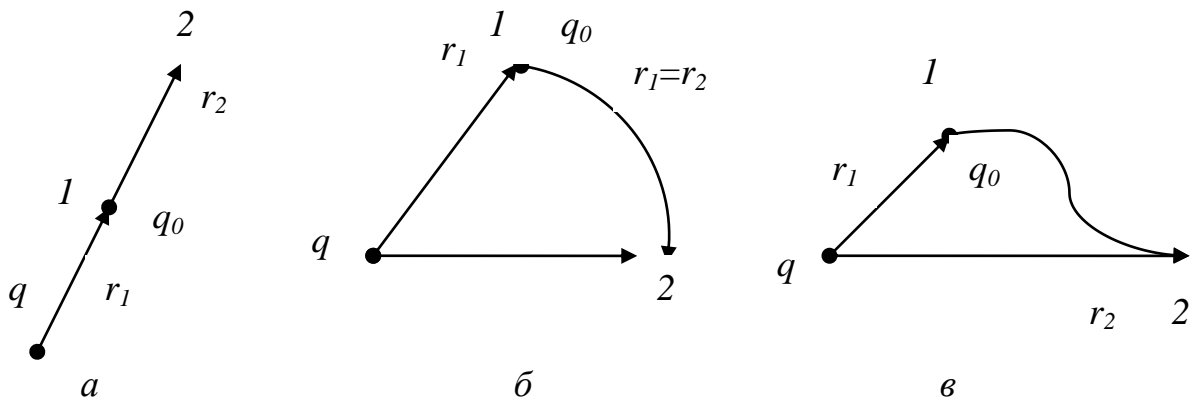


Рисунок А.1

А.5 Конденсатор заполняют маслом. Как изменяется его электрическая энергия, если конденсатор присоединен к источнику постоянной э.д.с.?

А.6 Конденсатор заполняют маслом. Как изменяется его электрическая энергия, если конденсатор заряжен и отключен от источника?

А.7 В однородное электрическое поле помещают металлический незаряженный шар радиуса R . Запишите граничные условия для тангенциальной и нормальной составляющих вектора E . Изобразите качественную картину эквипотенциальных поверхностей и линий напряженности E с учетом граничных условий.

А.8 Раздувается мыльный заряженный пузырь. Как изменяется при этом: а) емкость пузыря C ; б) его электрическая энергия W ?

А.9 Пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ , изменяющейся в

направлении, перпендикулярном пластинам. Однородны ли векторные поля E и D внутри конденсатора?

А.10 Сферический слой, ограниченный двумя концентрическими сферами, заряжен электричеством с постоянной объемной плотностью. Пользуясь законом Кулона, показать, что электрическое поле E в полости, ограниченной таким слоем, равно нулю.

А.11 Начертить схему силовых линий и эквипотенциальных поверхностей для системы двух точечных зарядов: а) $+q$ и $+4q$; б) $+q$ и $-4q$, находящихся на расстоянии d друг от друга. У к а з а н и е. Найти точку, в которой напряженность E поля равна нулю. Найти точку на прямой, соединяющей заряды, в которой потенциал тот же, что и в точке, где напряженность E поля равна нулю.

А.12 Радиусы внутренней и внешней обкладок цилиндрического конденсатора увеличили вдвое, сохранив заряды на обкладках. Изменилось ли напряжение на конденсаторе ?

А.13 Вблизи заряженного металлического шара поместили точечный положительный заряд q . При этом оказалось, что электрическая сила, действующая на точечный заряд, равна нулю. Каков знак заряда шара Q ?

А.14 Правильно ли утверждение, что вольтметр, подключенный к клеммам разомкнутого источника, показывает э.д.с.?

А.15 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?

А.16 Почему нить электролампы сильно нагревается, а подводящие провода остаются холодными?

А.17 Как изменится ток короткого замыкания $I_{кз}$, если два одинаковых источника тока пересоединить из параллельного соединения в последовательное ?

А.18 Превышает ли полезная мощность, расходуемая при зарядке аккумулятора, мощность, затрачиваемую на тепловыделение?

А.19 Показать, что в однородном проводнике при протекании постоянного тока объемная плотность зарядов равна нулю. Какие заряды создают поле E внутри проводника?

А.20 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?

А.21 Для передачи электроэнергии на большие расстояния используются очень высокие напряжения. Объяснить, почему высокие напряжения позволяют уменьшить потери в линиях передачи.

А.22 Какому условию, следующему из потенциальности электростатического поля, должна удовлетворять плотность постоянного тока j в однородном изотропном проводнике при отсутствии сторонних сил?

А.23 Две лампы, рассчитанные на одинаковое напряжение, но потребляющие различные мощности, включены в сеть последовательно. Почему одна из них будет гореть ярче?

А.24 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.

А.25 Можно ли, имея два одинаковых конденсатора, получить емкость, вдвое меньшую и вдвое большую, чем у одного из них? Если можно, то как это сделать?

А.26 Вокруг точечного заряда в однородном изотропном полярном диэлектрике мысленно проведена сфера. Как изменится абсолютное значение связанного заряда, охватываемого сферой, если: а) диэлектрик нагреть; б) увеличить радиус сферы?

А.27 Диэлектрическая пластина ширины $2a$ с проницаемостью $\epsilon=2$ помещена в однородное электрическое поле напряженности E , линии которого перпендикулярны пластине. Изобразить на рисунке линии напряженности E и электрического смещения D .

А.28 Расстояние между обкладками плоского конденсатора, присоединенного к источнику постоянной э.д.с., удвоили. Как изменилась сила взаимодействия между обкладками? Краевыми эффектами пренебречь.

А.29 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 (см. рисунок А.2), затем один из параметров (U_0 , R , C) изменяют так, что новая зависимость имеет вид 2. Какой из параметров и в какую сторону изменен

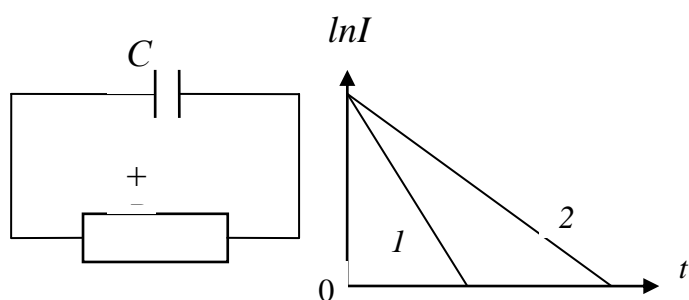


Рисунок А.2

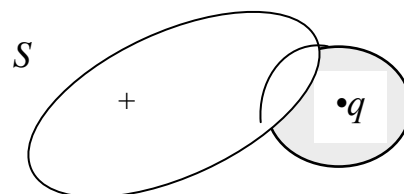


Рисунок А.3

А.30 Точечный заряд q находится в центре диэлектрического шара (см. рисунок А.3). Отличны ли от нуля интегралы: а) $\oint_S E_n dS$; б) $\oint_S D_n dS$ - по замкнутой поверхности S , частично захватывающей диэлектрик?

А.31 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?

А.32 На рисунке А.4 (а, б и с) показаны картины трех электрических полей. Как будет вести незаряженный металлический шарик, помещенный в каждое из полей?

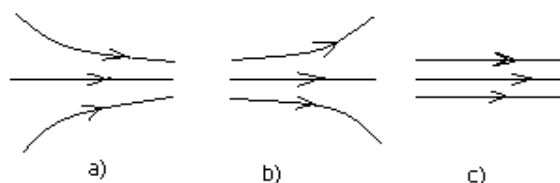


Рисунок А.4

А.33 В центре куба находится точечный заряд q . Чему равен поток Φ вектора напряженности E через: а) полную поверхность куба; б) одну из граней куба? Изменятся ли ответы, если заряд находится не в центре куба, но внутри него?

А.34 Заряженный конденсатор разряжается через сопротивление R . Зависимость логарифма тока разряда от времени имеет вид для двух разрядов (см. рисунок А.5). 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.

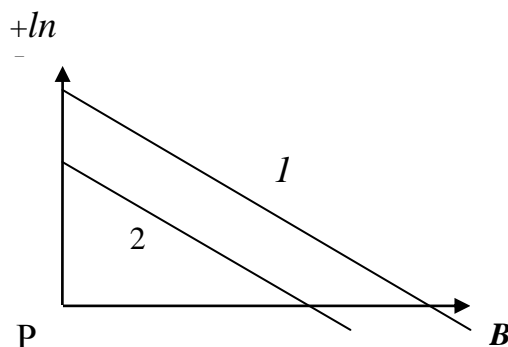


Рисунок А.5

А.35 Бесконечная плоскость заряжена с постоянной поверхностной плотностью $\sigma > 0$. Найти напряженность E и потенциал φ по обе стороны от плоскости, считая потенциал плоскости равным нулю. Построить графики зависимостей E_x и φ от x (ось X перпендикулярна плоскости, точка $x=0$ лежит на плоскости).

А.36 По какому закону спадает плотность энергии электрического поля при удалении от: а) точечного заряда; б) от прямой бесконечно длинной равномерно заряженной нити?

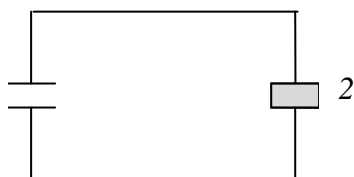


Рисунок А.6

А.37 Чему равен Φ поток вектора напряженности E через поверхность сферы, в центре которой находится: а) заряд q ; б) электрический диполь с моментом p ?

А.38 Два плоских конденсатора, один воздушный, а другой заполнен диэлектриком, имеют одинаковые геометрические размеры, соединены параллельно и заряжены до некоторой разности потенциалов (см. рисунок А.6). Определить, в каком из конденсаторов большая напряженность E , а в каком – смещение D , в каком – плотность энергии, и на обкладках какого конденсатора больше поверхностная плотность зарядов σ .

А.39 Оценить среднюю скорость упорядоченного движения электронов $\langle u \rangle$ в проводнике с концентрацией электронов $n = 10^{29} \text{ м}^{-3}$ при плотности тока $j = 100 \text{ А/см}^2$. Сравнить эту скорость со средней скоростью теплового движения $\langle v \rangle$ электронов при комнатной температуре.

А.40 В какой области графика $\varphi(x)$ (см. рисунок А.7): а) напряженность поля $E = \text{const}$ и направлена в положительную сторону оси Ox ; б) плотность энергии w электрического поля достигает наибольшего значения?

А.41 Два точечных заряда $-q$ и $+q$, одинаковых по модулю, но противоположных по знаку, расположены на расстоянии d друг от друга. Построить график зависимости $E_x(x)$ (ось Ox проходит через оба точечных заряда).

А.42 Как изменится показание амперметра, если замкнуть ключ K (см. рисунок А.8)?

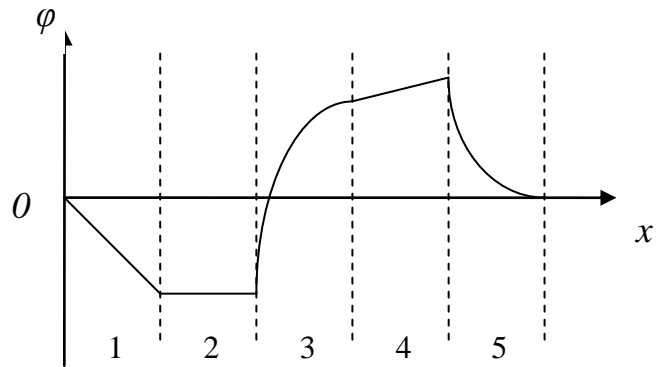


Рисунок А.7

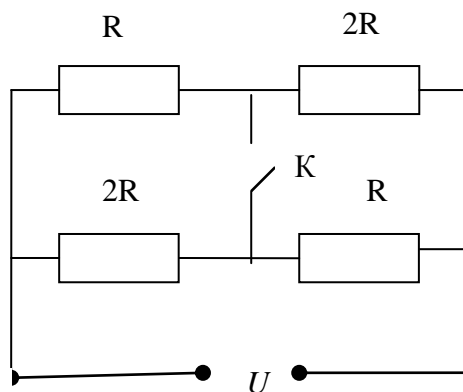


Рисунок А.8

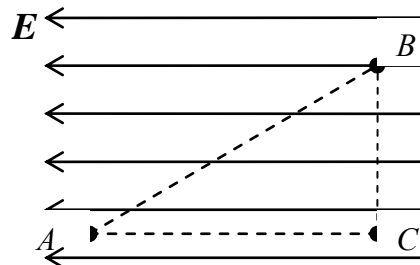


Рисунок А.9

А.43 Плоский воздушный конденсатор после зарядки отключают от источника напряжения и погружают в керосин. Что произойдет с энергией конденсатора? Нет ли здесь нарушения?

А.44 В однородном электрическом поле, напряженность которого $E=600 \text{ В/м}$, взяты три точки A, B и C как показано на рисунке (см. рисунок А.9). Определить напряжения между точками U_{AB}, U_{BC} и U_{AC} . $AC=12 \text{ см}$, $BC=5 \text{ см}$.

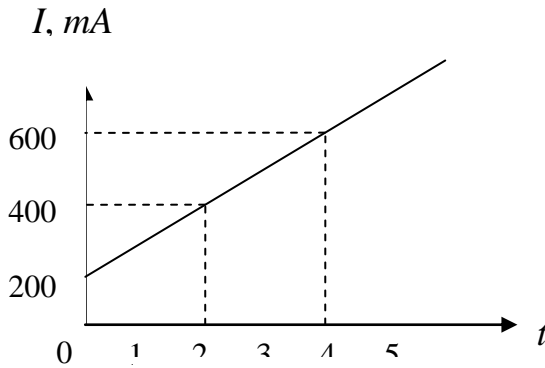


Рисунок А.10

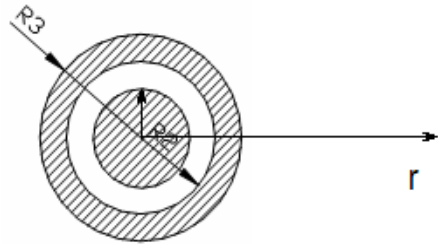


Рисунок А.11

А.45 На рисунке В10 дан график зависимости силы тока от времени. Напишите формулу, выражающую эту зависимость $I=f(t)$.

А.46 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 (см. рисунок А.11). Как будет меняться напряженность поля в зависимости от расстояния r от центра системы? Построить график $E(r)$.

А.47 Диэлектрик, проницаемость которого ϵ , занимает область $Z < 0$. Выберем контур Γ , показанный на рисунке А.12. Вектор напряженности поля E коллинеарен плоскости рисунка. Определить: а) знаки выражений $\oint \vec{E} d\vec{l}$ и $\oint \vec{D} d\vec{l}$; б) как связаны между собой составляющие поля E_{2x} и E_{1x} .

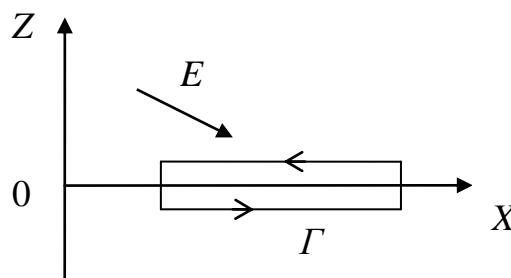


Рисунок А.12

А.48 Внутри полый проводящей незаряженной сферы помещен шарик с зарядом q : а) заряд находится в центре сферы; в) заряд вне центра. Как распределяются индуцированные заряды на сфере? Нарисовать примерную картину силовых линий электрического поля внутри и вне сферы.

А.49 Длинная тонкая диэлектрическая палочка длиной ℓ помещена в однородное электрическое поле (рисунок А.13). Изобразить качественную картину линий поля E и график зависимости $E_x(x)$.

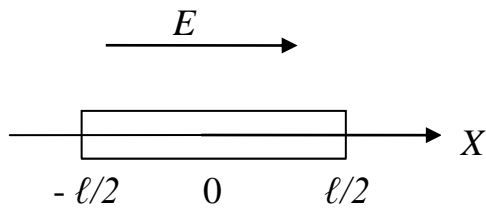


Рисунок А.13

А.50 В двух цепях, содержащих каждая источник тока и внешнее сопротивление, максимальные силы тока одинаковы, а максимальная мощность во внешней цепи в одном случае в два раза больше, чем во втором. Какими параметрами отличаются эти цепи?

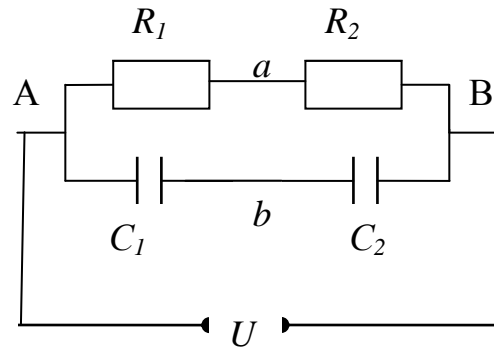


Рисунок А.14

А.51 Два последовательно соединенных сопротивления R_1 и R_2 соединены параллельно с конденсаторами емкостями C_1 и C_2 (см. рисунок А.14). К цепи приложено внешнее напряжение. Какими должно быть соотношение между R_1 и R_2 и емкостями C_1 и C_2 , чтобы разность потенциалов между точками a и b была равна нулю?

А.52 Диэлектрическая пластина с проницаемостью $\epsilon=2$ помещена в однородное электрическое поле напряженности E см. (см. рисунок А.15). Линии коллинеарны плоскости рисунка и образуют некоторый угол с пластиной: а) изобразить качественно линии полей E и D в вакууме и пластине; б) построить качественно графики E_x, D_x, E_y, D_y, E и D .

А.53 На рисунке А.16 представлено распределение потенциала между двумя точечными зарядами, равными по модулю. Определить знаки зарядов. Получить зависимости E от x .

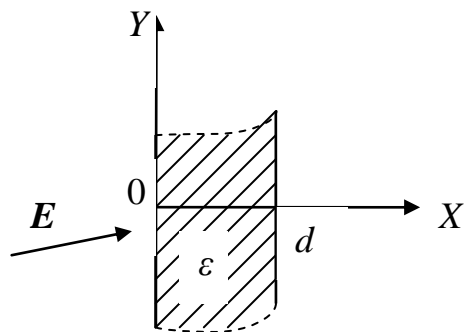


Рисунок А.15

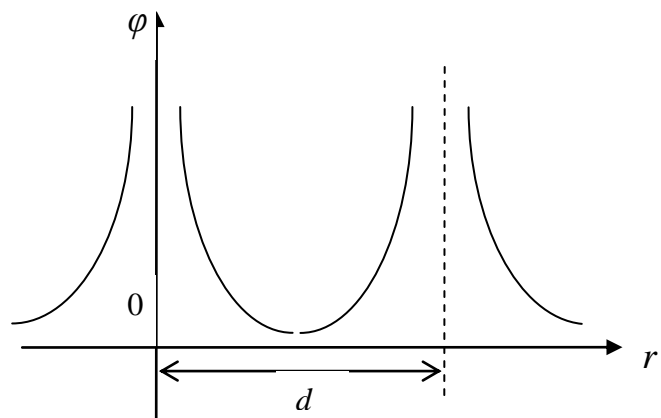


Рисунок А.16

А.54 Построить качественно графики зависимостей напряженности E и потенциала φ на участке схемы, изображенной на рисунке А.18.

А.55 Конденсатор частично заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε . В какой из его частей больше напряженность поля E , в какой - смещение D и в какой - плотность энергии w (см. рисунок А.17)?

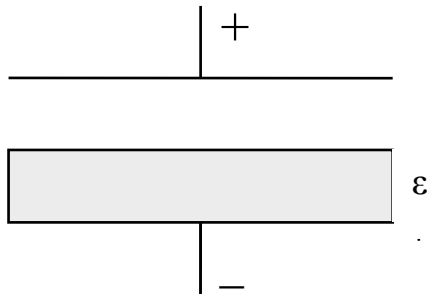


Рисунок А.17

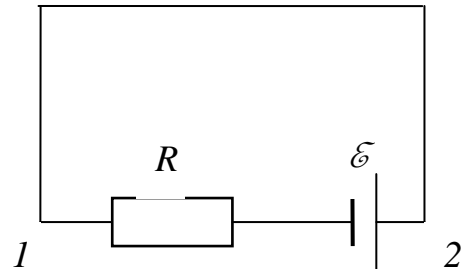


Рисунок А.18

А.56 Однородный шар заряжен по объему равномерно и положительно. Как изменится поток вектора напряженности E через единицу площади сферы, концентрической с шаром, при увеличении ее радиуса, если она располагается: а) внутри шара; б) снаружи (вакуум)?

А.57 Батарея с Э.Д.С. E и внутренним сопротивлением r замкнута на внешнее переменное сопротивление R . Построить графики: а) зависимости силы тока от сопротивления R ; б) изменения напряжения U во внешней цепи в зависимости от R .

А.58 Внутри полой проводящей незаряженной сферы помещен шарик с отрицательным зарядом $-q$ (см.рисунок А.19). Как распределяются на сфере индуцированные заряды? Нарисовать примерную картину силовых линий электрического поля и эквипотенциальных поверхностей внутри и вне шара. Будет ли заряд шара $-q$ действовать на заряженный шарик, находящийся вне сферы ?

А.59 Расстояние между пластинами плоского воздушного конденсатора a значительно меньше размера пластин, поверхностная плотность зарядов σ (см.рисунок А.20). Найти напряженность E и потенциал φ внутри и вне конденсатора. Построить графики зависимости E_x и φ от x , считая $\varphi(0)=0$.

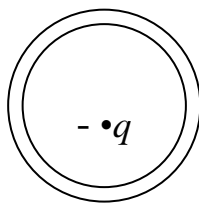


Рисунок А.19

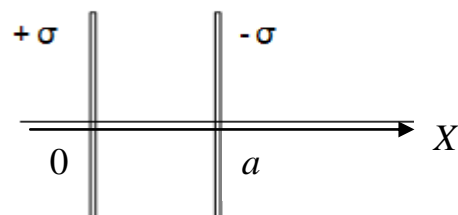


Рисунок А.20

А.60 Бесконечная пластина толщиной a заряжена с постоянной объемной плотностью ρ (см. рисунок А.21). Найти напряженность поля $E(x)$. Построить график зависимости E_x от x , и по нему восстановить график зависимости потенциала φ от x , считая $\varphi(0)=0$.

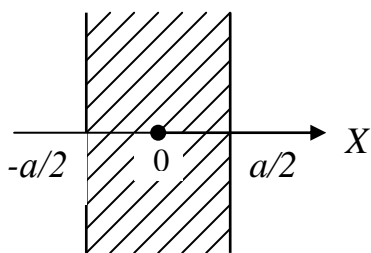


Рисунок А.21

2.3 Задание к РГР № 2 на тему «Электромагнетизм»

Цель: усвоение основных понятий и законов электромагнетизма и овладение методами их применения к решению обобщенных типовых задач.

Т а б л и ц а 2 – Варианты заданий к РГР № 2

Уровень	Вариант	Чертов А.Г., Воробьев А.А.«Задачник по физике». – М., 2006.	Физика.Задания к практическим занятиям /Под ред. Ж.П. Лагутиной/ в электр. вар.	И.Е. Иродов «Задачи по общей физике». -М., 2001.	Приложение Б
А	1	24-13; 25-8	18-27,18-14,18-32		1 (а), 28 (а)
	2	24-14(а); 25-30; 25-18	18-23;18-33		2 (а), 10
	3	24-14(б); 25-5	18-24,18-34,18-41		3 (а), 11
	4	24-15; 25-3, 25-7, 26-3	18-22		4 (а), 22
	5	24-16; 25-7, 25-17	18-23,18-33		5 (а), 27
	6	24-17; 25-8, 25-19	18-26,18-35		6, 19
	7	24-16; 25-7,25-22	18-28,18-32		7, 13 (а)
	8	24-17; 25-13,26-14	18-30,18-42		8,22
	9	24-15; 25-12,25-25	18-31, 18-43		12, 23
В	10	24-21; 25-37, 26-2	18-9,18-46		14, 28 (б)
	11	24-22; 25-14,26-10	18-37, 18-25		23, 7
	12	24-23; 25-37, 26-12	18-4,18-31		24 (а), 8
	13	24-24; 25-10;25-38	18-40,18-24		20, 27
	14	24-18; 25-16; 25-42	18-33,18-21		28, 13 (б)
	15	24-19; 25-20; 25-43	18-39,18-22		16, 26
	16	24-20; 25-22; 25-44	18-34,18-23		18, 25 (б)
	17	24-18; 25-23; 25-45; 26-14	18-24		14, 24 (б)
	18	24-19; 25-33; 25-16	18-28,18-35		21 (а), 3 (б)
	19	24-20; 25-15; 25-28	18-27,18-32		26, 9 (б)
	20	24-21; 25-41; 25-46; 26-13	18-6		5 (б), 17

	21	24-22; 25-18; 25-39	18-8; 18-40		12, 20
	22	24-23; 25-20, 25-41	18-35, 18-26		6, 15 (б)
	23	24-24; 25-11, 25-48, 26-3	18-30		9 (а), 19
	24	25-46; 26-9	18-8, 18-22	2.307	11, 21 (б)
	25	25-48, 25-45	18-39; 18-14	2.303	18, 1 (б)
	26	24-20; 25-32; 26-11	18-21; 18-35		3 (а), 15(б),
	27	24-23; 25-18; 25-15	18-23; 18-39		18, 25 (а)
С	28	25-44, 26-14	18-19	2.304; 2.337	16, 25 (а)
	29	25-40	18-28	2.302; 2.340, 2.363	15 (а), 4 (б)
	30	25-41	18-29	2.304; 2.341; 2.361	17, 2 (б)

Приложение Б

Б.1 Можно ли утверждать, что в проводящем замкнутом контуре всегда возникает индукционный ток, если: а) контур перемещается в магнитном поле, пересекая линии индукции (привести примеры); б) изменяется поток магнитной индукции, сцепленный с контуром?

Б.2 Плоская проводящая рамка вращается в однородном магнитном поле. Индуцируется ли в рамке ЭДС, если ось вращения: а) параллельна линиям индукции; б) перпендикулярна линиям индукции?

Б.3 На тороидальный железный сердечник надеты катушка и проводящее кольцо. Индуцируется ли ток в кольце, если: а) по обмотке катушки течет постоянный ток, а кольцо перемещается вдоль сердечника; б) по обмотке катушки течет переменный ток, кольцо неподвижно. Магнитное поле катушки считать сосредоточенным в сердечнике.

Б.4 Проводящий контур вынимают из межполюсного пространства электромагнита. Зависит ли от времени перемещения контура: а) количество выделившейся в контуре теплоты; б) заряд, протекший по контуру?

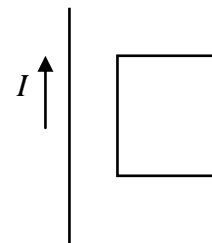


Рисунок Б.1

Б.5 Проводящая рамка (см. рисунок Б.1) перемещается в поле бесконечного прямолинейного проводника с током: а) параллельно проводнику; б) вращаясь вокруг проводника таким образом, что проводник все время остается в плоскости рамки на неизменном расстоянии от нее. Индуцируется ли ток в рамке в обоих случаях?

Б.6 Две одинаковые проводящие квадратные рамки расположены параллельно. Как изменится их взаимная индуктивность, если одну из рамок повернуть на угол 60° ? Положение центра и направление одной из средних линий контура, подвергающегося изменению, сохраняются.

Б.7 В плоскости прямолинейного проводника с током расположена проводящая рамка (см. рисунок Б.1). Ток в проводнике изменяется по закону

$I \sim t^2$, при этом сила, действующая на рамку, $F \sim t^k$. Найти значение k . Поле тока самоиндукции пренебречь.

Б.8 Как изменится сила, действующая на рамку, в задаче Б.7, если учесть поле тока самоиндукции в рамке?

Б.9 Определить направление силы, действующей на проводящую рамку (см. рисунок Б.1), если ток в проводе: а) возрастает; б) убывает.

Б.10 Проводящее кольцо (см. рисунок Б.2а) пронизывает магнитный поток, изменяющийся согласно графику (см. рисунок Б.2б). Указать направление индукционного тока в кольце и определить, как изменяется ток.

Б.11 Как изменится взаимная индуктивность двух контуров, находящихся в парамагнитной среде, если среду охладить?

Б.12 Наматывают соленоид в один слой, укладывая витки вплотную друг к другу. Как изменяется отношение индуктивности соленоида к сопротивлению обмотки L/R с увеличением числа витков? Соленоид считать длинным.

Б.13 Две одинаковые обмотки соленоида намотаны в одном направлении и соединены параллельно. Как изменится индуктивность соленоида, если: а) обмотки соединить последовательно; б) отключить одну из обмоток?

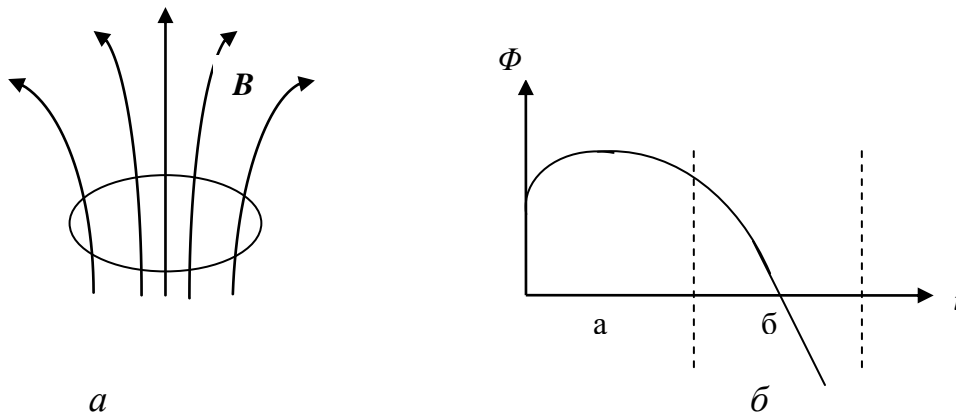


Рисунок Б.2

Б.14 Прямоугольная рамка с подвижной перемычкой MN находится в постоянном однородном магнитном поле (см. рисунок Б.3). Перемычка равномерно перемещается. Какое поле существует в системе отсчета, связанной с перемычкой?

Б.15 Зависит ли индуктивность тороида с железным сердечником: а) от тока в обмотке; б) от температуры сердечника?

Б.16 На некотором расстоянии друг от друга расположены два контура, плоскости которых параллельны друг другу и по которым текут токи в одинаковом направлении. Оставляя один контур неподвижным, меняют различным образом положение второго. В одном случае его плоскость поворачивают на 90° , в другом - на 180° и в третьем - удаляют параллельно самому себе на некоторое расстояние. В каком из этих случаев придется совершить наибольшую, а в каком - наименьшую работу?

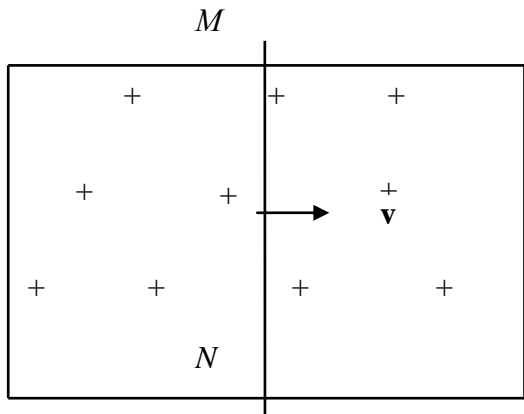


Рисунок Б. 3

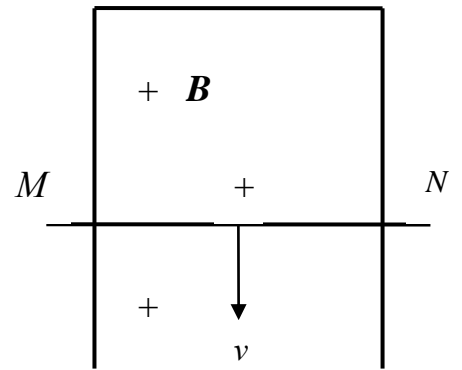


Рисунок Б. 4

Б.17 По вертикальной П-образной проводящей раме из состояния покоя соскальзывает стержень MN (см. рисунок Б.4). Устройство находится в горизонтально направленном однородном магнитном поле индукции B . Как изменяются скорость и ускорение стержня на начальной стадии движения? Электрическим сопротивлением рамы и полем индукционного тока пренебречь.

Б.18 Два проводящих контура расположены так, что их плоскости параллельны друг другу. По контуру 1 течет ток, направленный по часовой стрелке. Контур, сохраняя параллельность своих плоскостей, движется друг относительно друга. Как направлен индукционный ток в контуре 2, когда контуры сближаются и когда удаляются?

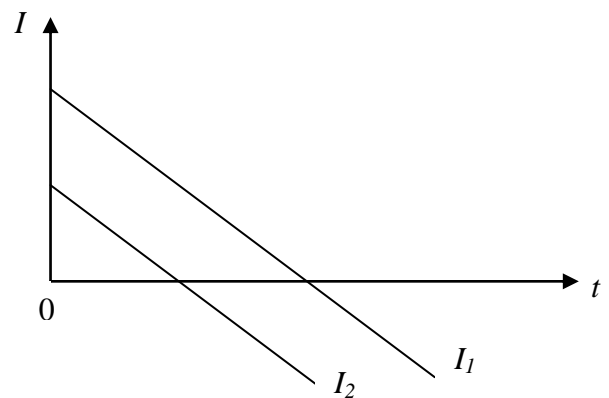


Рисунок Б.5

Б.19 Через две одинаковые катушки индуктивности текут токи, спадающие со временем по линейному закону, показанному на рисунке Б.5. В какой из катушек возникающая ЭДС самоиндукции больше? Изменяется ли значение или знаки ЭДС самоиндукции, когда токи, пройдя через нуль, начнут возрастать в противоположном направлении, сохраняя тот же линейный закон?

Б.20 В однородном магнитном поле вращается с постоянной угловой скоростью ω проводящее колесо с четырьмя радиальными спицами. Ось колеса параллельна линиям индукции. Определить индуцированную разность потенциалов между осью колеса и его ободом.

Б.21 Проводящий контур, содержащий конденсатор и подвижную перемычку MN , находится в однородном магнитном поле индукции B , направленном перпендикулярно плоскости контура (см. рисунок Б.6). Есть ли ток в контуре, если перемычка движется: а) равномерно; б) ускоренно? Активное сопротивление цепи пренебрежимо мало.

Б.22 Пусть перемычка MN в ситуации, описанной в задаче Б.21, перемещается согласно закону $x \sim t^4$. При этом зависимость индукционного тока от времени выражается степенной функцией $I \sim t^n$. Найти значение n .

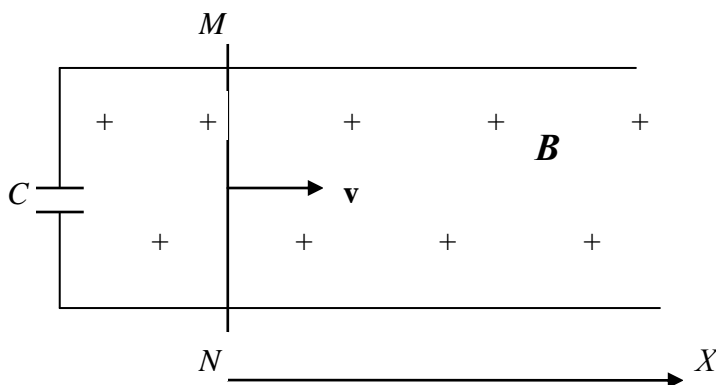


Рисунок Б.6

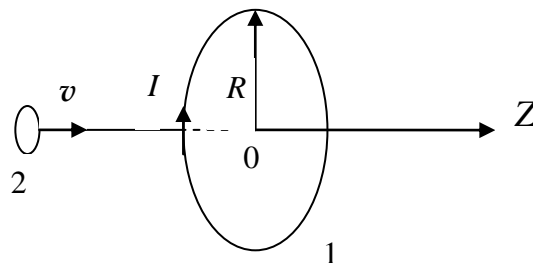


Рисунок Б.71

Б.23 По круговому контуру 1, радиус которого R , течет ток. Другой контур 2, радиус которого значительно меньше R , движется с постоянной скоростью v вдоль оси OZ так, что плоскости контуров остаются все время параллельными друг другу (см. рисунок Б.7). На каком расстоянии z от контура 1 ЭДС индукции, возникающая в контуре 2, может иметь максимальное значение?

Б.24 Два медных кольца с равными массами и диаметрами d_1 и d_2 ($d_2 > d_1$) находятся в однородном магнитном поле, индукция которого изменяется во времени. Плоскости колец перпендикулярны линиям индукции поля. Сравнить в один и тот же момент времени: а) ЭДС индукции; б) индукционные токи в кольцах.

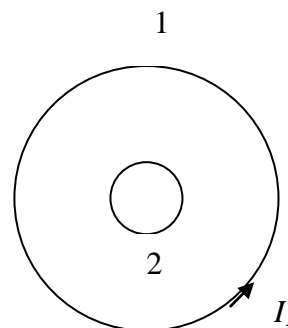


Рисунок Б.8

Б.25 Как изменится взаимная индуктивность контуров (см. рисунок Б.8), если малое кольцо: а) повернуть на 30° относительно оси, лежащей в плоскости рисунка; б) сместить поступательно перпендикулярно плоскости большого кольца?

Б.26 В однородном магнитном поле скользят друг по другу с равными постоянными скоростями v четыре неизолированных провода (см. рисунок Б.10). Плоскость пересечения проводов перпендикулярна линиям индукции поля. Как изменяется со временем индукционный ток в расширяющемся квадратном контуре?

Б.27 Пусть перемычка MN (см. рисунок Б.6) совершает гармонические колебания, график которых дан на рисунке Б.9. Какой точке графика соответствует положительный максимальный заряд на верхней обкладке конденсатора?

Б.28 Ток в обмотке тороида 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 не изменилась?

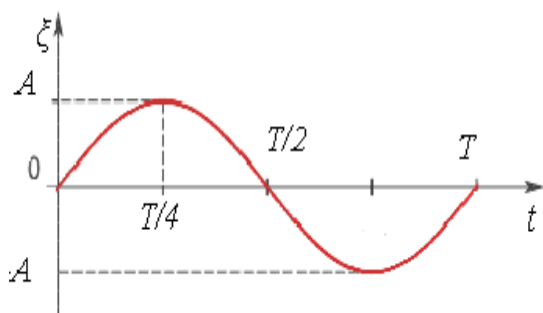


Рисунок Б.10

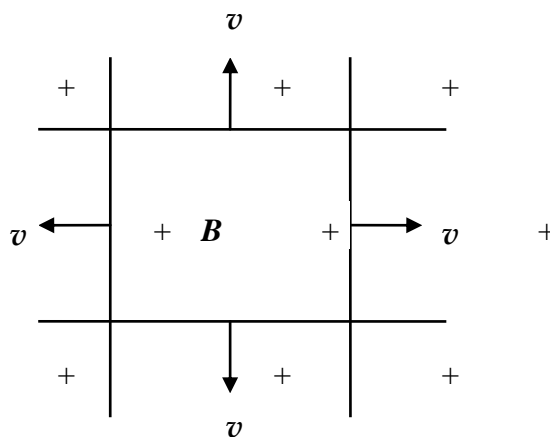


Рисунок Б.9

2.3 Задание к РГР № 3 на тему «Колебания и волны»

Цель: усвоение основных понятий и законов физики колебаний и волн, овладение методами их применения к решению обобщенных типовых задач, связанных с расчетами параметров колебательных систем и характеристик волновых процессов.

Т а б л и ц а 3 - Варианты заданий к РГР № 3

Уровень	Вариант	А.Г. Чертов, А.А. Воробьев «Задачник по физике». - М., 2006.	Физика. Задания к практическим занятиям /Под ред. Ж.П. Лагутиной/ в электр. варианте	И.Е. Иродов «Задачи по общей физике» -М., 2001	Приложение В
А	1	6.19; 6.32; 6.60; 26.15; 30.4	19.1		21
	2	6.67; 6.33; 26.16; 30.14	7.13; 19.2		22
	3	6.20(1); 6.34; 6.68; 7.4; 26.17; 30.26			23
	4	6.20(2); 6.59; 26.18; 30.27	19.4; 21.19		24
	5	6.16; 6.35; 6.58; 26.19; 30.8	19.7		25
	6	6.15; 6.38; 6.57; 7.7; 26.20; 30.15			26
	7	6.17; 6.36; 6.69; 26.21; 30.16	19.8		27
	8	6.63; 7.9; 26.22; 30.17	7.15; 21.17		28
	9	6.22; 6.65; 7.10; 7.20; 30.25	21.18		27
	10	6.23; 6.40; 7.21; 30.9	7.21; 19.9		26
В	11	6.37; 7.22; 30.28	7.22; 19.11		18
	12	6.24(2); 6.41; 7.23; 30.29	7.25; 19.12		20

	13	6.24(3); 6.42; 26.23; 30.12	7.26; 19.15		17
	14	6.43; 6.24(4); 6.66; 30.12	19.13; 19.36;		1
	15	6.24(5); 6.44; 30.18	7.27; 19.26; 19.37		2
	16	6.24(6); 6.45; 30.21	7.28; 19.25; 19.38		3
	17	6.24(7); 6.46; 31.26	7.29; 19.27; 19.39		4
	18	6.24(8); 6.47; 30.22	7.30; 19.28; 19.41		5
	19	6.25; 6.54; 30.30	7.31; 19.14; 20.45		6
	20	6.26; 30.31	7.32; 19.16; 19.29; 19.50		7
	21	6.50(δ); 30.32	7.19; 7.33; 19.17; 19.30		8
	22	6.55; 31.27	7.34; 7.18; 19.18; 19.34		9
	23	6.29(1); 6.50(ε); 31.28	7.35; 19.20; 19.33		10
	24	6.29(2); 6.51(a); 31.30	7.36; 19.22; 19.32		11
	25	6.29(3); 6.51(δ)	7.23; 19.31; 19.48; 21.47		12
	26	6.29(4); 6.51(θ); 7.38; 26.25	19.23; 20.37		13
	27	6.30; 6.51(ε); 7.39; 26.24	19.21; 20.38		14
С	28	7.36		3.13; 3.113; 3.165; 3.259; 4.72	15
	29	6.64;		3.167; 3.291; 3.322 4.73; 4.132	16
	30	6.31(3);		3.10; 3.32; 3.111; 3.262; 4.144	19

Приложение В

В.1 Зависимость от времени t координаты q некоторой системы с одной степенью свободы имеет вид: $q = q^* + A \sin(\omega_0 t + \alpha)$, где q^* , A , ω_0 и α – константы. Какое движение совершает эта система? Перечислить его основные параметры.

В.2 Зависимость от времени координаты q одномерного гармонического осциллятора имеет вид: $q = q^* + A \sin(\omega_0 t + \alpha)$. Найти зависимости от времени t скорости \dot{q} и ускорения \ddot{q} .

В.3 Зависимость от времени координаты q одномерного гармонического осциллятора имеет вид: $q = q^* + A \sin(\omega_0 t + \delta)$. Найти амплитуды скорости \dot{q}_m и ускорения \ddot{q}_m .

В.4 Изобразить на векторной диаграмме колебания а) $x = A \cos(\omega t + p/4)$, б) $x = -2A \cos(\omega t - p/6)$ в моменты времени $t_1 = 0$ и $t_2 = p/(2\omega)$. Константа $A > 0$.

В.5 Изобразить на векторной диаграмме в момент времени $t = 0$ смещение $x = A \cos(\omega t + p/3)$, скорость \dot{x} , ускорение \ddot{x} .

В.6 Частица массы m может двигаться вдоль оси OX . На частицу действует сила $F_x = -k(x - x^*)$, где k и x^* – константы, причем $k > 0$. Написать уравнение движения частицы.

В.7 В молекуле азота N_2 частота колебаний атомов ω_0 , масса одного атома m . Найти коэффициент k квазиупругой силы, действующей между атомами.

В.8 Зависимость от времени t координаты q гармонического осциллятора имеет вид $q = A \sin(\omega_0 t + \phi)$. Выразить через A и ϕ начальные (в момент времени $t=0$) значения координаты q_0 .

В.9 Зависимость от времени t координаты q гармонического осциллятора имеет вид $q = A \sin(\omega_0 t + \phi)$. Выразить через A и ϕ начальные (в момент времени $t=0$) значения скорости $\dot{q}(0)$.

В.10 Чему равна сила, действующая на частицу, совершающую гармоническое колебание, при прохождении ею положения равновесия?

В.11 Чему равна скорость частицы, совершающей гармоническое колебание, в тот момент, когда она находится «в крайнем» положении?

В.12 Энергия одномерного гармонического осциллятора имеет вид $W = \frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$, m – масса, k – коэффициент квазиупругой силы. Найти амплитуду колебаний x_m .

В.13 Энергия одномерного гармонического осциллятора имеет вид $E = m\dot{x}^2/2 + kx^2/2$, здесь m – масса, k – коэффициент квазиупругой силы. Найти амплитуду скорости \dot{x}_m .

В.14 Груз массы m подвешен к двум пружинам, соединенным последовательно. Определить частоту колебаний груза, если коэффициенты жесткости пружин равны k_1 и k_2 (см. рисунок Б.1).

В.15 Груз массы m подвешен к двум пружинам, соединенным «параллельно». Определить частоты колебаний груза, если коэффициенты жесткости пружин равны k_1 и k_2 .

В.16 Определить частоту колебаний системы, показанной на рисунке Б.3. Блок считать однородным диском массой m , масса груза M , жесткость пружины k . Нить по блоку не проскальзывает.

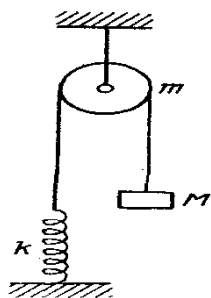


Рисунок Б.1

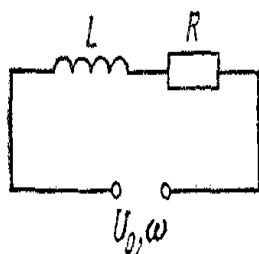


Рисунок Б.2

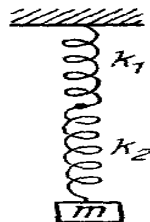


Рисунок Б.3

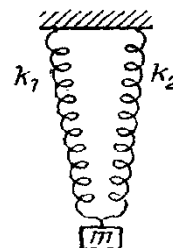


Рисунок Б.4

В.17 Зависимость координаты q от времени t некоторой системы с одной степенью свободы имеет вид $q = a_0 \exp(-bt) \cos(\omega t + \phi)$, где a_0 , b , ω , ϕ – константы. Какое движение совершает эта система? Перечислить его основные параметры.

В.18 Амплитуда затухающих колебаний уменьшилась в e^2 раз за $N=50$ колебаний. Чему равны логарифмический декремент затухания λ и добротность Q системы?

В.19 Кусок сыра бросили на весы. Три последовательных крайних положений стрелки весов были такие: $a_1 = 560$ г, $a_2 = 440$ г, $a_3 = 520$ г. Какова действительная масса куска сыра?

В.20 Система совершает затухающее колебание. Зависимость её координаты q от времени t имеет вид: $q = a_0 \exp(-bt) \cos(\omega t + \phi)$. Выразить через a_0 и ϕ смещение q_0 и скорость \dot{q}_0 в начальный момент времени $t=0$.

В.21 Для схемы, изображенной на рисунке Б.4, найти амплитуду тока I_0 и разность фаз ϕ между напряжением и током. Частота тока равна ω . Ответ выразить через амплитуду приложенного напряжения U_0 , сопротивление R и индуктивность катушки L .

В.22 Для схемы, изображенной на рисунке Б.5, найти амплитуду тока I_0 и разность фаз ϕ между напряжением и током. Частота тока равна ω . Ответ выразить через амплитуду приложенного напряжения U_0 , сопротивление R и емкость конденсатора C .

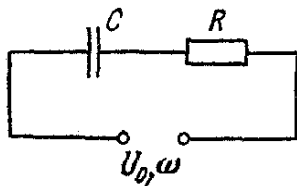


Рисунок Б.5

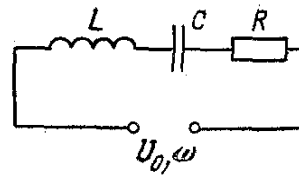


Рисунок Б. 6

В.23 Для схемы, изображенной на рисунке Б.6, найти амплитуду тока I_0 и разность фаз ϕ между напряжением и током. Частота тока равна ω . Ответ выразить через амплитуду приложенного напряжения U_0 , сопротивление R , емкость конденсатора C и индуктивность катушки L .

В.24 Для схемы, изображенной на рисунке Б.7, найти среднюю мощность $\langle P \rangle$, выделяющуюся в сопротивлении R . Ответ выразить через амплитуды тока I_0 , напряжения U_0 и сдвиг фаз ϕ между напряжением и током.

В.25 Для схемы изображенной на рисунке Б.5, найти среднюю мощность $\langle P \rangle$, выделяющуюся в сопротивлении R . Ответ выразить через амплитуды тока I_0 , напряжения U_0 и сдвиг фаз ϕ между напряжением и током.

В.26 В схеме на рисунке Б.8 вольтметры V_2 , V_3 , V_4 показывают напряжения соответственно U_2 , U_3 , U_4 . Какое напряжение U_1 показывает вольтметр V_1 ?

В.27 В схеме на рисунке Б.8 вольтметры V_2, V_3, V_4 показывают амплитуды напряжения соответственно U_2, U_3, U_4 . Определить среднюю тепловую мощность P , выделяющуюся в цепи, если величина сопротивления R .

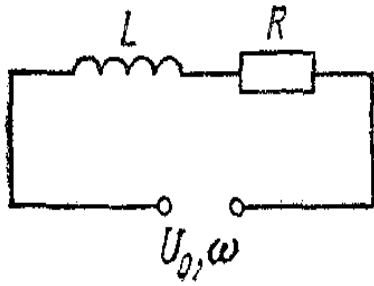


Рисунок Б.7

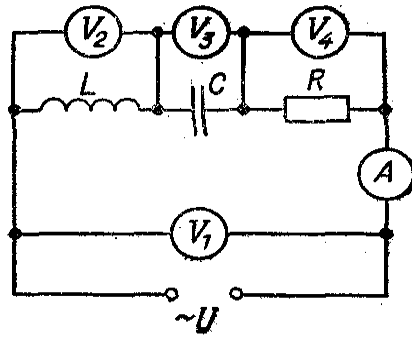


Рисунок Б.8

В.28 В схеме на рисунке Б.8 вольтметры V_2, V_3, V_4 показывают модули амплитуды напряжения соответственно U_2, U_3, U_4 . Изобразить векторную диаграмму колебания напряжений на элементах схемы, считая фазу напряжения U_4 равной нулю.

Список литературы

1. Савельев И.В. Курс физики. Кн. 2: Электричество и магнетизм. – М.: «Издательство АСТ», 2004.
2. Савельев И.В. Курс физики: Кн. 4: Волны. Оптика. – М.: «Издательство АСТ», 2004.
3. Савельев И.В. Курс физики: Кн. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: «Издательство АСТ», 2004.
4. Трофимова Т.И. Курс физики. -М.: Высш. шк. , 2006.
5. Иродов И.Е. Волновые процессы. – М.: «Лаборатория Базовых Знаний», 2000.
6. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике.- М.: Высш. шк., 2006.
7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике.- М.: «Физматлит»., 2007
8. Трофимова Т.И. Физика. Курс физики. Задачи и решения.– М.: «Академия», 2011.
9. Дмитриева Е.И. Физика в примерах и задачах.- М.: «Форум, Инфра», 2011.
10. Физика. Задания к практическим занятиям. /Под ред. Ж.П. Лагутиной/ Высшая школа. В электронном варианте.

Алевтина Магаметжановна Саламатина,
Акмарал Секеновна Жармухамбетова,

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Методические указания по выполнению
расчетно-графических работ для студентов специальности
5В071800 - Электроэнергетика

Редактор Л.Т. Сластихина
Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать
Тираж 150 экз.
Объем 1,8 уч. – изд л.

Формат 60×84 1/16
Бумага типографская № 1
Заказ ____ . Цена 900 тг.

Копировально-множительное бюро
Некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, ул. Байтурсынова, 126