

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра общей и технической физики

ФИЗИКА

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

*Методические указания к расчетно-графическим работам
для студентов бакалавриата направлений 21.03.01, 20.03.01,
13.03.01, 13.03.02, 27.03.04 и специальности 08.05.01*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2020

УДК 530.10 (073)

ФИЗИКА. Электростатика: Методические указания к расчетно-графическим работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *Н.Н. Смирнова, В.В. Фицак*. СПб, 2020. 20 с.

Приведены краткое теоретическое содержание, примеры решения задач и справочные материалы, помогающие при выполнении заданий. Сформулированы задания для расчетно-графических работ и контрольные вопросы тестового характера. Изложены требования к содержанию отчета и рекомендации по его защите.

Даны 25 вариантов заданий для двух расчетно-графических работ.

Предназначены для студентов бакалавриата направлений 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 20.03.01 «Техносферная безопасность», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», 27.03.04. «Управление в технических системах» и специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», а также бакалавров, специалистов и магистрантов всех направлений.

Научный редактор проф. *А.С. Мустафаев*

Рецензент доц. *Н.И. Егорова* (СПБУ МЧС РФ)

ВВЕДЕНИЕ

В процессе изучения курса «Физики» в соответствии с требованиями программы студенты должны овладеть знаниями из различных его разделов, в том числе по «Электростатике», приобрести соответствующие компетенции и следующие навыки:

- самостоятельного поиска необходимой информации с использованием различных источников (учебных, справочных и научно-популярных изданий, ресурсов интернета);
- применения математического аппарата для аналитического решения физических задач;
- анализа, сравнительной оценки и формулирования выводов по результатам выполненной работы;
- использования в решениях и представлении результатов (в виде рисунков, схем, таблиц и графиков) основных программных средств.

Лучшей оценкой степени освоения материала учебной программы является умение студента использовать приобретенные теоретические знания в решении конкретных задач.

Одним из подходов к формированию необходимых для будущих выпускников компетенций у студентов, обучающихся по дисциплине «Физика», является использование традиционных фондов оценочных средств, к которым относятся расчетно-графические работы (РГР), разрабатываемые кафедрами по соответствующим дисциплинам. Как оценочное средство расчетно-графическая работа позволяет преподавателю оценить знания, умения и уровень приобретенных студентами компетенций в процессе самостоятельной творческой работы. Как обучающая технология она формирует у студентов умение определить, описать и объяснить физические понятия, явления и процессы, сочетая изучение физики с прикладными возможностями математики и информатики.

Выполнение студентами расчетно-графических работ способствует наиболее глубокому изучению теоретических основ соответствующего раздела курса физики.

I. КРАТКОЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Электрический заряд. Законы электростатики. Электрическое поле в вакууме

Электрический заряд. В электростатике рассматриваются свойства и взаимодействия, неподвижных в инерциальной системе отсчета, электрически заряженных тел или частиц, обладающих электрическим зарядом.

Электрический заряд – это физическая величина, характеризующая свойство заряженных частиц или тел вступать в электромагнитные взаимодействия и определяющая величину сил и энергий при таких взаимодействиях.

Все тела в природе способны электризоваться, т.е. приобретать электрический заряд. Наличие электрического заряда проявляется в том, что заряженное тело взаимодействует с другими заряженными телами. В природе существуют два вида электрических зарядов. Условно их называют положительными и отрицательными. Заряды одного знака отталкиваются, разных знаков притягиваются друг к другу. Наименьшим является заряд элементарных частиц. Этот заряд называется элементарным. Абсолютное значение элементарного заряда $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Устойчивыми частицами, которые входят в состав любого вещества, являются электрон (элементарный заряд отрицательный) и протон (элементарный заряд положительный).

Если каким-либо образом создать в теле избыток частиц одного знака, то тело окажется заряженным. Электрический заряд квантуется. Заряженное тело имеет заряд q , который равен целому числу элементарных зарядов, т.е. $q = Ne$, где N – число элементарных зарядов. Здесь $[N] =$ безразмерная величина, $[q] =$ Кл, $[e] =$ Кл.

Заряд, сосредоточенный на теле, линейные размеры которого пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием до других тел, с которыми он взаимодействует, называется точечным.

Величина заряда, измеряемая в различных инерциальных

системах отсчета, оказывается одинаковой.

Система называется электрически изолированной, если через ограничивающую ее поверхность не могут проникать заряженные частицы.

Закон сохранения электрического заряда. Закон сохранения электрического заряда является фундаментальным и тесно связан с релятивистской инвариантностью заряда.

Формулировка закона: в электрически изолированной системе взаимодействующих заряженных тел алгебраическая сумма электрических зарядов остается постоянной:

$$\sum_{i=1}^n q_i = \text{const}, \quad (1)$$

где q_i – i -й заряд системы, Кл; n – число зарядов.

Закон Кулона. Закон Кулона справедлив для взаимодействия неподвижных точечных зарядов, а также заряженных тел шарообразной формы, если их заряды равномерно распределены по всему объему или по всей поверхности этих тел.

Формулировка закона: сила взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами, находящимися в вакууме, пропорциональна зарядам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2} \vec{e}_r, \quad (2)$$

где \vec{F} – сила взаимодействия зарядов q_1 и q_2 ; r – расстояние между зарядами; ϵ_0 – электрическая постоянная; ϵ – диэлектрическая проницаемость среды; \vec{e}_r – орт-вектор направления действия силы.

Линейная плотность заряда

$$\tau = \frac{dq}{dl}, \quad (3)$$

поверхностная плотность заряда

$$\sigma = \frac{dq}{dS}, \quad (4)$$

объемная плотность заряда

$$\rho = \frac{dq}{dV}, \quad (5)$$

где dq – элементарный заряд; $d\ell$, dS и dV – элементы длины, площади и объема соответственно.

Электрическое поле. Всякий электрический заряд или заряженное тело изменяет свойства окружающего его пространства, создавая в нем электрическое поле. Электрическое поле проявляет себя в действии силы на электрический заряд, помещенный в какую-либо точку этого поля.

Векторной силовой характеристикой электрического поля является напряженность поля.

Напряженность электрического поля

$$\vec{E} = \vec{F}/q, \quad (6)$$

где q – заряд, помещенный в электрическом поле (пробный заряд).

Если $q > 0$, вектор \vec{E} направлен по \vec{F} ; если $q < 0$, векторы \vec{E} и \vec{F} в (6) имеют противоположные направления.

Пробный заряд должен быть настолько мал, чтобы он не мог исказить исследуемое с его помощью поле.

Напряженность поля точечного заряда в вакууме

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}, \quad (7)$$

где \vec{r} – радиус-вектор, соединяющий заряд q с точкой, в которой вычисляется напряженность поля; q – точечный заряд, создающий поле; ϵ_0 – электрическая постоянная.

Если $q > 0$, вектор \vec{E} направлен по радиус-вектору от заряда; если $q < 0$ – к заряду (рис.1)

Однородное электрическое поле – поле, в каждой точке которого напряженность \vec{E} одинакова по величине и направлению.

Если \vec{E} не зависит от времени, то однородное поле является стационарным (или постоянным). Поле точечного заряда неоднородное.

Принцип суперпозиции электрических полей

Формулировка принципа: напряженность электрического поля системы точечных зарядов в любой точке пространства равна геометрической сумме напряженностей полей каждого из этих зарядов в отдельности.

Заряды в пространстве распределяются либо дискретно, либо непрерывно.

В случае дискретного распределения электрических зарядов

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i, \quad (8)$$

где \vec{E}_i – напряженность, создаваемая i -м зарядом в рассматриваемой точке поля; n – число дискретных зарядов, входящих в состав системы.

Напряженность поля в точке A , создаваемая двумя точечными зарядами q_1 и q_2 , (рис. 2)

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2, \quad (9)$$

где \vec{E}_1 – напряженность, создаваемая зарядом q_1 в точке A ; \vec{E}_2 – напряженность, создаваемая зарядом q_2 в точке A .

Модуль напряженности в случае суперпозиции двух полей

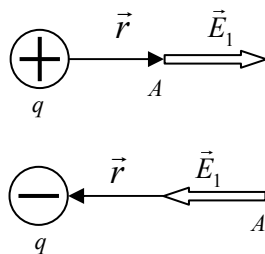


Рис.1

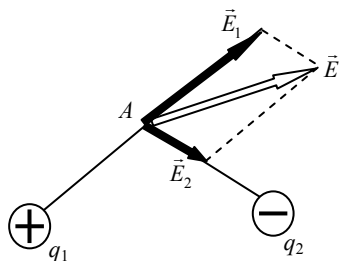


Рис. 2

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha}, \quad (10)$$

где α – угол между векторами \vec{E}_1 и \vec{E}_2

Напряженность электростатического поля, создаваемого системой неподвижных точечных зарядов q_1, q_2, \dots, q_n ,

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i^3} \vec{r}_i, \quad (11)$$

где \vec{r}_i – радиус-вектор, проведенный из точечного заряда q_i в рассматриваемую точку поля ϵ_0 – электрическая постоянная.

Потенциал поля. Потенциал поля является энергетической характеристикой электрического поля

$$\varphi = W_{\text{п}}/q, \quad (12)$$

где $W_{\text{п}}$ – потенциальная энергия поля точечного заряда.

Потенциал электрического поля точечного заряда q на расстоянии r от него

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}. \quad (13)$$

Потенциал поля металлической сферы радиусом R , несущей заряд q на расстоянии r от центра, при $r = R$ и $r > R$ соответственно

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}; \quad \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}. \quad (14)$$

Связь напряженности и потенциала электростатического поля

$$\vec{E} = -\text{grad } \varphi, \quad (15)$$

где $\text{grad } \varphi$ – градиент потенциала.

Для сферической симметрии поля

$$\vec{E} = -\frac{d\phi}{dr} \cdot \frac{\vec{r}}{r} = \frac{d\phi}{dr} \vec{e}_r. \quad (15)$$

II. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Пример 1. Электрическое поле создано бесконечной плоскостью, заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 400 \text{ нКл/м}^2$, и бесконечной прямой нитью, заряженной с линейной плотностью $\tau = 100 \text{ нКл/м}$. Нить расположена перпендикулярно плоскости. На расстоянии $r = 10 \text{ см}$ от нити находится точечный заряд $q = 10 \text{ нКл}$. Определить силу, действующую на заряд.

Решение. Модуль силы, действующей на заряд, помещенный в поле

$$F = Eq,$$

где E – модуль напряженности поля в точке, где находится заряд q .

Согласно принципу суперпозиции электрических полей (8), напряженность поля, в точке, где находится заряд q

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

Поле, создаваемое плоскостью, однородно, и модуль напряженности в любой точке поля

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}.$$

Поле заряженной линии неоднородно, и модуль его напряженности

$$E_2 = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 r}$$

Так как векторы \vec{E}_1 и \vec{E}_2 взаимно перпендикулярны, модуль результирующего вектора \vec{E}

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

или

$$E = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 r}\right)^2}.$$

Используя формулу для силы (1.1), получим

$$F = \frac{q}{2\varepsilon_0} \sqrt{\sigma^2 + \frac{\tau^2}{\pi^2 r^2}}.$$

Проверка размерности

$$[F] = \frac{\text{Кл} \cdot \text{м}}{\Phi} \sqrt{\frac{\text{Кл}^2}{\text{м}^2} + \frac{\text{Кл}^2}{\text{м}^2}} = \frac{\text{Кл} \cdot \text{м} \cdot \text{Кл}}{\Phi \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{Кл} \cdot \text{В} \cdot \text{Кл}}{\text{Кл} \cdot \text{м}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \text{Н}.$$

Вычисления

$$F = \frac{10^{-8}}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \sqrt{4^2 \cdot 10^{-14} + \frac{10^{-16}}{3,14^2 \cdot 10^{-2}}} \approx \frac{10^{-3} \cdot 4}{2 \cdot 8,85} = 289 \cdot 10^{-6} \text{ Н}.$$

Ответ: сила, действующая на заряд, $F = 289 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$.

Пример 2. В углах при основании равнобедренного треугольника с боковой стороной 8 см расположены заряды Q_1 и Q_2 , причем $|Q_1| = |Q_2| = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Определить силу, действующую на заряд $Q_3 = 1 \text{ нКл}$, помещенный в вершине треугольника. Угол при вершине 120° , $\varepsilon = 1$. Рассмотреть случаи: 1) $Q_1 = Q_2 = 2 \text{ нКл}$; 2) $Q_1 = -2 \text{ нКл}$, $Q_2 = 2 \text{ нКл}$.

Решение. В соответствии с принципом суперпозиции поле каждого из зарядов Q_1 и Q_2 действует на заряд Q_3 независимо. Это значит, что на заряд Q_3 действуют силы, модули которых

$$F_{13} = \frac{Q_1 Q_3}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}, \quad F_{23} = \frac{Q_2 Q_3}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r^2}.$$

Так как $|Q_1| = |Q_2|$, то $|\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}|$. Векторная сумма $\vec{F}_1 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$ является искомой величиной. Модуль этой результирующей силы

$$F_1 = \sqrt{F_{13}^2 + F_{23}^2 + 2F_{13}F_{23} \cos \beta}.$$

В случае одноименных зарядов $Q_1 = Q_2 = 2$ нКл из рис. 3 видно, что угол $\beta = 120^\circ$, следовательно $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}|$. Отсюда

$$F_1 = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}.$$

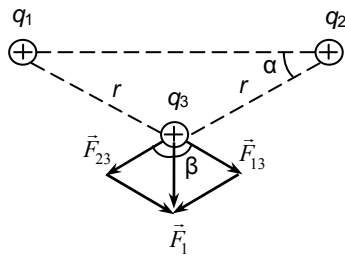


Рис. 3

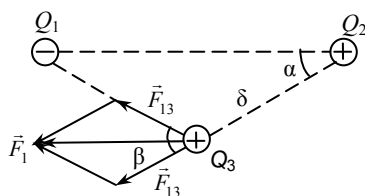


Рис. 4

При разноименных зарядах Q_1 и Q_2 (рис. 4) видно, что угол β равен 60° и, следовательно

$$F_2 = \sqrt{F_{13}^2 + F_{23}^2 + 2F_{13}F_{23} \cos \beta} = \sqrt{3}F_1$$

Вычисления

$$F_1 = \frac{2 \cdot 10^{-9} \cdot 1 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 3.14 \cdot 1.8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 64 \cdot 10^{-4}} = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 2,8 \text{ мкН}.$$

$$F_2 = 2,8 \cdot 10^{-6} \sqrt{3} = 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 4,8 \text{ мкН}.$$

Ответ: силы, действующие на заряд в первом и во втором случаях, $F_1 = 2,8$ мкН и $F_2 = 4,8$ мкН.

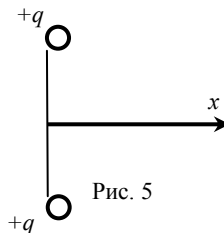
III. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Точечный заряд $+q$ находится в центре сферической поверхности. Если добавить заряд $+q$ за пределами сферы, то поток

вектора напряженности статического поля \vec{E} через поверхность сферы....

1. станет равным 0.
2. не изменится.
3. увеличится.
4. уменьшится.
5. сначала уменьшится, затем увеличится.

2. Ось x проходит через середину отрезка, соединяющего два одинаковых заряда, и перпендикулярна ему (рис. 5). Как изменяется напряжённость электрического поля вдоль оси x ?



1. Увеличивается.
2. Уменьшается.
3. Уменьшается, достигая минимума, затем увеличивается.
4. Остаётся постоянной.
5. Увеличивается, достигая максимума, затем уменьшается.

3. Как зависит модуль напряженности электрического поля E от координаты x , если в этом поле потенциал изменяется согласно уравнению $\varphi = 2 - 3x^2$?

1. $E \sim x^2$.
2. E не зависит от x .
3. $E \sim \sqrt{x}$.
4. $E \sim 1/x$.
5. $E \sim x$.

4. Три заряда, величиной $+q$ каждый, расположены в вершинах равностороннего треугольника. Вектор результирующей силы, действующей на заряд в вершине треугольника...

1. направлен вправо.
2. направлен вниз.
3. равен нулю.
4. направлен влево.
5. направлен вверх.

5. Силовой характеристикой электрического поля является...

1. напряженность электрического поля.
2. электрическая индукция.
3. поляризованность.
4. поток вектора напряжённости электрического поля.
5. сила Кулона.

6. Какое заряженное тело создает вокруг себя поле, модуль

напряженности E и потенциал которого, изменяются так, как показано на рисунке 6? (r -расстояние от центра.)

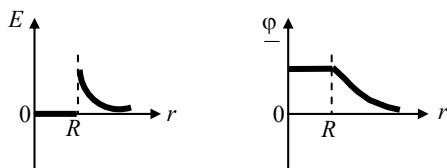


Рис. 6

1. Положительно заряженная по поверхности сфера.
 2. Отрицательно заряженный по объему шар.
 3. Положительно заряженный по объему шар.
 4. Отрицательно заряженная по поверхности сфера.
 5. Положительный точечный заряд.
7. Выберите правильное утверждение: электростатическое поле...
1. не имеет источников.
 2. всегда однородно.
 3. вихревое.
 4. потенциально.
 5. частный случай магнитного поля.
8. Выберите правильную формулу, соответствующую теореме Гаусса для электростатического поля в вакууме.

$$1. \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon \cdot \epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i \quad 2. \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i$$

$$3. \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0^2} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i \quad 4. \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i$$

$$5. \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n Q_i$$

9. На точечный заряд q со стороны точечного заряда Q действует сила притяжения равная F . Заряд q увеличивают в 4 раза. Как изменится напряженность поля, создаваемого зарядом Q , в точке пространства, где расположен заряд q ?

1. Уменьшится в 4 раза.
2. Увеличится в 4 раза.
3. Увеличится в 16 раз.
4. Уменьшится в 16 раз.
5. Не изменится.

10. Чему равен потенциал электростатического поля создаваемого в вакууме точечным зарядом Q на расстоянии r от него? (ϵ_0 - электрическая постоянная.)

1. $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} Q$.
2. $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} Q$.
3. $\varphi = \frac{1}{\pi\epsilon_0} Q$.
4. $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r} Q^2$.
5. $\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^3} Q$.

IV. РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Расчётно-графическая работа 1

Тема. Сила Кулона.

Формулировка задания. На рисунке 7 представлена решетка с ячейкой в форме квадрата. Сторона квадрата равна 5 см. Узлы решетки пронумерованы.

В некоторых из них расположены точечные заряды q_1, \dots, q_9 , величина которых указана в таблице 1, в остальных точках заряды отсутствуют.

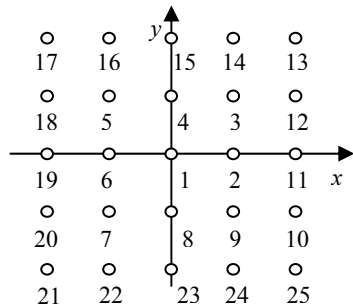


Рис. 7

Определить результирующую силу, действующую со стороны нескольких зарядов на заряд величиной N нКл, помещенный в точку электрического поля, указанную в последней графе таблицы 1, где величина N численно равна номеру варианта.

Выполнить схематический рисунок с указанием сил, действующих со стороны электрического поля каждого заряда, и результирующей силы заданной системы зарядов.

Таблица 1

Вариант	Заряд, нКл									Номер точки
	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	
1	+1	+1	-1	-1	-1	+1				8
2			+1	-1	-2	+1	+1			9
3	+2			-1		-1				9
4		+1	-2	+1						12
5				-1	+1					1
6			+1	-2	+1					12
7		+1		+1			-2			1
8	+3	-1		-1			-1			3
9				-1		-1			+2	21
10	+3	-1		-1		-1				8
11			+1				+1		-2	17
12	+2	-1				-1				23
13	+1	+1	-1	-1						8
14		+2		+2		-2		-2		1
15		-2			+1		+1			6
16		-1		+1		+1		-1		7
17		-2	+2						+2	19
18							+3	-2	+3	15
19				-4		-2	-1	-1		20
20		-4			+2	+1				22
21	+3		+1						+3	13
22			-1		+2		-1			25
23		-2			+1		+1			6
24		-1		-3				+2	+2	10
25	+2	+1				-2			+4	11

Расчётно-графическая работа 2

Тема. Принцип суперпозиции полей в электростатике

Формулировка задания. На рисунке 7 представлена решетка с ячейкой в форме квадрата. Сторона квадрата равна 0,1 м. Узлы решетки пронумерованы. В некоторых из них расположены точечные заряды q_1, \dots, q_9 , величина которых указана в таблице 1, в остальных точках заряды отсутствуют.

Определить потенциал, вектор и модуль напряженности электрического поля в точке, номер которой указан в последней графе таблицы 1.

Выполнить схематический рисунок линий напряженности электрического поля заданной системы зарядов.

V. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ОТЧЁТА И РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ РАСЧЁТНО–ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

При выполнении расчётно-графических работ (РГР) по общей физике необходимо оформить отчёт в печатном виде на листах формата А4 ниже следующего содержания.

1. Титул в соответствии с требованиями университета.
2. Формулировка задания в соответствии с вариантом.
3. Теоретические основы работы.

В краткое содержание теоретической части работы необходимо включить:

- явление, изучаемое в РГР;
 - определения основных физических понятий, объектов, процессов и величин, касающихся данной работы;
 - законы и соотношения, описывающие изучаемые процессы;
 - пояснение к физическим величинам, входящим в формулы, и единицы их измерения.
4. Решение задач расчётно-графической работы.

При решении задач необходимо:

- представить необходимые для решения задач РГР рисунки и схемы в соответствии с вариантом задания;

- сопровождать используемые при решении законы, уравнения, соотношения и определения пояснениями, мотивирующими решение;

- представить результат в общем виде, т.е. преобразовать выражение для определяемой величины так, чтобы в него входили лишь буквенные обозначения величин, заданных в формулировке задания, и необходимые физические константы;

- проверить размерность величин, полученных в результате решения;

- выполнить необходимые вычисления и представить результат в Международной системе единиц;

- сформулировать полный ответ в соответствии с вопросами задания.

5. Графическая часть.

При построении графиков, указанных в задании следует:

- представить таблицы с данными для построения графиков;
- указать аналитическое выражение функциональной зависимости, которую необходимо построить;

- представить графики функций (на осях координат указать физические величины и единицы их измерения в СИ).

6. Анализ и выводы по результатам работы.

VI. РЕКОМЕНДАЦИИ К ЗАЩИТЕ ОТЧЕТА

К защите допускаются студенты, подготовившие отчет в соответствии с требованиями по пункту VI и сдавшие его на проверку в установленные сроки. После проверки преподавателем содержания отчёта, при наличии ошибок и недочетов, работа возвращается студенту на доработку.

При соблюдении всех требований к оформлению отчёта, правильном выполнении задания и решении соответствующих задач студент допускается к защите отчёта.

Для успешной защиты отчета необходимо изучить теоретический материал по теме работы, а так же освоить математический аппарат, необходимый для решения задач включённых в расчётно-графическую работу.

При подготовке к защите, помимо данного методического указания, необходимо использовать учебники и учебно-методические разработки, рекомендованные к учебному процессу по дисциплине "Физика", содержащие раздел "Электростатика".

Во время защиты студент должен уметь ответить на вопросы преподавателя в полном объёме теоретического и методического содержания данной РГР, уметь самостоятельно вывести необходимые расчётные формулы, и прокомментировать полученные результаты.

VII. СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Таблица 2

Множители и приставки для образования кратных единиц

Множитель	Приставка	
	Наименование	Обозначение
10^{12}	Тера	Т
10^9	Гига	Г
10^6	Мега	М
10^3	Кило	к
10^{-1}	Деци	д
10^{-2}	Санتي	с
10^{-3}	Милли	м
10^{-6}	Микро	мк
10^{-9}	Нано	н
10^{-12}	Пико	п

Таблица 3

Производные единицы СИ, имеющие наименование

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	Выражение через основные единицы СИ
Сила	Ньютон	Н	$\text{м} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Электрический заряд	Кулон	Кл	$\text{А} \cdot \text{с}$
Напряжение, потенциал.	Вольт	В	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-1}$

Таблица 4

Основные величины, их обозначения и единицы величин в СИ

Величина		Единица		
Наименование	Обозначение размерности	Наименование	Обозначение	
			Международное	Русское
Длина	L	метр	<i>m</i>	м
Время	T	секунда	<i>s</i>	с
Масса	M	килограмм	<i>kg</i>	кг
Сила электрического тока	I	Ампер	<i>A</i>	А
Термодинамическая температура	Θ	Кельвин	<i>K</i>	К
Количество вещества	N	моль	<i>mol</i>	моль
Сила света	J	кандела	<i>cd</i>	кд

VIII. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- электронная база данных учебно-методической литературы кафедры Общей и технической физики (СПГУ);
- электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных вузовской рабочей программой, находящиеся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе, на внутри сетевом сервере <http://www.spmi.ru/>;
- научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru/>;
- информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>);
- рекомендуемые поисковые системы <http://www.yandex.ru/>, <http://www.google.ru/>, <http://www.google.com/> и др.

2. Савельев И.В. Курс физики. Т. 1-3. СПб., М.: Издательство «Лань», 2008.

3. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике СПб., М., Лань, 2006.

4. Физика. Электромагнетизм. Методические указания для

самостоятельной работы студентов бакалавриата направления подготовки 140400. /Национальный минерально-сырьевой университет "Горный". Сост.: *Н.Н. Смирнова* СПб, 2013. 27 с.

5. *Чертов А.Г. Воробьев А.А.* Задачник по физике. М.: Физматлит, 2003.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
I. Краткое теоретическое содержание	4
II. Примеры решения задач.....	4
III. Контрольные вопросы.....	11
IV. Расчётно-графическое работы.....	14
V. Требования к содержанию отчёта и решению задач расчётно-графической работы	16
VI. Рекомендации к защите отчета	17
VII. Справочные таблицы	18
VIII. Библиографический список.....	19

ФИЗИКА

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

*Методические указания к расчетно-графическим работам
для студентов бакалавриата направлений 21.03.01, 20.03.01,
13.03.01, 13.03.02, 27.03.04 и специальности 08.05.01*

Сост.: *Н.Н. Смирнова, В.В. Фицак*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
общей и технической физики

Ответственный за выпуск *Н.Н. Смирнова*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 24.01.2020. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 1,2. Усл.кр.-отт. 1,2. Уч.-изд.л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 34. С 13.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2