

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА: ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ, ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА, МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

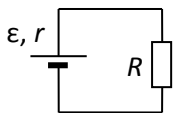
Какие позиции кодификатора элементов содержания проверяет

В экзаменационной работе содержательные элементы из раздела «Электрическое поле», «Законы постоянного тока» и «Магнитное поле» проверяются заданиями 12, 13, 15–17 части 1 и задачами 24, 28 и 29 части 2.

Ниже представлена таблица, составленная на основе Кодификатора элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена по физике в 2023 году¹. В таблицу включены все элементы содержания по данным темам, которые будут проверяться в КИМ текущего года.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	
<i>ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ</i>	
1	Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда
2	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона: $F = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{ q_1 \cdot q_2 }{r^2}$
3	Электрическое поле. Его действие на электрические заряды
4	Напряжённость электрического поля: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пробный}}}$ Поле точечного заряда: $E_r = k \frac{q}{r^2}$, однородное поле: $\vec{E} = \text{const}$ Картины линий этих полей
5	Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. $A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\Delta\varphi = qU$ Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле: $W = q\varphi$ Потенциал электростатического поля: $\varphi = \frac{W}{q}$ Связь напряженности поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: $U = Ed$
6	Принцип суперпозиции электрических полей: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$, $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$
7	Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника $\vec{E} = 0$, внутри и на поверхности проводника $\varphi = \text{const}$
8	Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ
9	Конденсатор. Электроёмкость конденсатора: $C = \frac{q}{U}$ Электроёмкость плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} = \epsilon C_0$
10	Параллельное соединение конденсаторов:

¹ На сайте ФГБНУ «ФИПИ» в соответствующем разделе или по ссылке <https://fipi.ru/egje/demoversii-spezifikacii-kodifikatory#!tab/151883967-3> размещены демоверсии, спецификации и кодификаторы КИМ ЕГЭ 2023 г. В архиве с материалами по физике присутствует Кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена по физике.

	$q = q_1 + q_2 + \dots, U_1 = U_2 = \dots, C_{\text{паралл}} = C_1 + C_2 + \dots$ Последовательное соединение конденсаторов: $U = U_1 + U_2 + \dots, q_1 = q_2 = \dots, \frac{1}{C_{\text{послед}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$
11	Энергия заряженного конденсатора: $W_C = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$
ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА	
1	Сила тока: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0}$. Постоянный ток: $I = const$ Для постоянного тока $q = It$
2	Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС \mathcal{E}
3	Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$
4	Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества: $R = \rho \frac{l}{S}$
5	Источники тока. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока: $\mathcal{E} = \frac{A_{\text{сторонних сил}}}{q}$
6	Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: $\mathcal{E} = IR + Ir$, откуда $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$
	
7	Параллельное соединение проводников: $I = I_1 + I_2 + \dots, U_1 = U_2 = \dots, \frac{1}{R_{\text{паралл}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ Последовательное соединение проводников: $U = U_1 + U_2 + \dots, I_1 = I_2 = \dots, R_{\text{послед}} = R_1 + R_2 + \dots$
8	Работа электрического тока: $A = IUt$ Закон Джоуля – Ленца: $Q = I^2 Rt$
9	Мощность электрического тока: $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = IU$ Тепловая мощность, выделяемая на резисторе: $P = I^2 R = \frac{U^2}{R}$ Мощность источника тока: $P_{\mathcal{E}} = \frac{\Delta A_{\text{ст. сил}}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \mathcal{E}I$
МАГНИТНОЕ ПОЛЕ	
1	Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots$. Линии магнитного поля. Картина линий поля полосового и подковообразного постоянных магнитов
2	Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током
3	Сила Ампера, её направление и величина: $F_A = IBl \sin \alpha$, где α – угол между направлением проводника и вектором \vec{B}
4	Сила Лоренца, её направление и величина: $F_{\text{Лор}} = q vB \sin \alpha$, где α – угол между векторами \vec{v} и \vec{B} . Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле

Что нужно знать/уметь по теме

Ниже приведены описания проверяемых элементов содержания и умений, которые необходимо проявить при выполнении каждого из заданий 12, 13, 15-17 части 1 и задачами 24 и 28 части 2, а также ссылки на примеры заданий данной линии из открытого банка заданий ЕГЭ, раздел «Электродинамика».

Задания 12 и 13 являются заданиями с кратким ответом, в которых, как правило, необходимо рассчитать значение величины и записать ответ в виде числа

Задание 12

№	Что нужно знать	Что нужно уметь
1	Закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля	Использовать закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля для расчета физических величин
2	Электроёмкость конденсатора, энергия заряженного конденсатора	Использовать формулы электроёмкости конденсатора, электроёмкости плоского конденсатора, энергии заряженного конденсатора для расчета физических величин
3	Сила тока. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление	Использовать формулы $q = It$, $R = \rho \frac{l}{S}$ и закон Ома для участка цепи для вычисления физических величин. Определять: силу тока по графику зависимости от времени для заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника; сопротивление проводника по графику зависимости силы тока от напряжения между его концами
4	Последовательное и параллельное соединение проводников	Читать схемы электрических цепей постоянного тока. Определять общее сопротивление участков цепей с последовательным и параллельным соединениями резисторов. Использовать закон Ома для участка цепи для расчёта цепей
5	Работа электрического тока. Закон Джоуля–Ленца. Мощность электрического тока	Использовать формулы $A = IUt$, $Q = I^2Rt$, $P = IU$, $P = I^2R = \frac{U^2}{R}$ для вычисления физических величин

Задание 13

№	Что нужно знать	Что нужно уметь
1	Сила Ампера	Применять формулу для силы Ампера $F_A = IBl \sin \alpha$ в типовых ситуациях для расчета физических величин
2	Сила Лоренца	Использовать формулу для силы Лоренца $F_{\text{Лор}} = q vB \sin \alpha$, В типовых ситуациях для расчета физических величин

Задания 15–17

Задания 15–17 в соответствии со Спецификацией КИМ ЕГЭ 2023 г. могут проверять элементы содержания по любой из тем раздела «Электродинамика». Как правило, в экзаменационном варианте эти задания базируются на материале разных тем.

В задании 15 необходимо из пяти предложенных утверждений выбрать все верные утверждения, характеризующие процесс, описанный в тексте задания. Для этого необходимо уметь проводить интегрированный анализ указанного процесса.

В задании 16 необходимо проанализировать описанный процесс и определить характер изменения двух физических величин, характеризующих этот процесс.

В задании 17 необходимо установить соответствие между графиками и физическими величинами или между формулами и физическими величинами, описывающими какой-либо процесс.

Задания 15–17 являются заданиями с кратким ответом, которые оцениваются максимально 2 баллами.

Задание 17

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле	Анализировать процессы, связанные с взаимодействием неподвижных заряженных тел, электризацией тел, с изменением характеристик плоского конденсатора, с протеканием постоянного тока в электрических цепях, взаимодействием токов, действием магнитного поля на проводники с током и движением заряженных частиц в магнитном поле, которые представлены в виде таблиц, графиков или словесного описания: выделять их основные свойства, уметь определять физические величины, характеризующие процесс.

Задание 18

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле	Анализировать изменение физических величин в процессах, в которых наблюдаются взаимодействие неподвижных заряженных тел, электризация тел, процессы зарядки (разрядки) конденсатора, протекание постоянного тока в электрических цепях, взаимодействие токов, проявляются действие силы Ампера и силы Лоренца, или при изменении условий проведения опытов, изучающих данные процессы

Задание 19

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле	Распознавать траектории движения частиц в электрическом и магнитном полях. Получать формулы для расчета физических величин, характеризующих процессы электродинамики

Во второй части работы могут предлагаться следующие задачи по данному разделу:

- качественная задача с развернутым ответом повышенного уровня сложности, максимальный балл – 3 (позиция 24);
- расчетная задача с развернутым ответом высокого уровня сложности максимальный балл – 3 (позиции 28).

Задачи могут базироваться на любых содержательных элементах раздела. Как правило, в одном экзаменационном варианте эти задачи предлагаются на материале разных тем.

Задание 24

Что нужно знать	Что нужно уметь
Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле	Решать качественные задачи по физике: работать с условием задачи, проводить рассуждения, объясняющие описанные в условии процессы и явления, подтверждая рассуждения ссылками на изученные свойства явлений, законы и закономерности

Задание 28

Что нужно знать	Что нужно уметь
Электрическое поле. Законы постоянного тока. Магнитное поле	Решать расчетные задачи по физике: работать с условием задачи, записывать краткое условие задачи, искать необходимые справочные данные, делать рисунок (например, с указанием сил, действующих на тело), если это необходимо для понимания физической ситуации; описывать физическую модель, выбирать законы и формулы, необходимые для решения задачи, проводить математические преобразования и расчеты, анализировать полученный результат.

Где взять информацию по теме

➤ Учебники

1. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Электродинамика. 10-11 класс. Углубленное изучение / ООО «Дрофа».
2. Мякишев Г.Я., Петрова М.А. и др. Физика. 10 класс. / ООО «Дрофа».
Мякишев Г.Я., Петрова М.А. и др. Физика. 11 класс. / ООО «Дрофа».
3. Касьянов В.А. Физика. 10 класс. Углубленное обучение. / ООО «Дрофа».
Касьянов В.А. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / ООО «Дрофа».
4. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. и др. Физика. 10 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Пинского А.А., Кабардина О.Ф. / АО «Издательство «Просвещение».
Кабардин О.Ф., Орлов В.А. и др. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Пинского А.А., Кабардина О.Ф. / АО «Издательство «Просвещение».
5. Пурышева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А. Физика. 10 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Пурышевой Н.С. / ООО «Дрофа».
Пурышева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Пурышевой Н.С. / ООО «Дрофа».
6. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика. 10 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Парфентьевой Н.А. / АО «Издательство «Просвещение».
Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Парфентьевой Н.А. / АО «Издательство «Просвещение».
7. Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Боков П.Ю. Физика. 10 класс. Углубленное обучение. / ООО «Издательский центр «ВЕНТАНА-ГРАФ».
Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Боков П.Ю. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / ООО «Издательский центр «ВЕНТАНА-ГРАФ».
8. Генденштейн Л.Э., Булатова А.А., Корнильев А.Н., Кошкина А.В. Физика. 10 класс. /ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний».
Генденштейн Л.Э., Булатова А.А., Корнильев А.Н., Кошкина А.В. Физика. 11 класс. /ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний».
9. Генденштейн Л.Э., Булатова А.А., Корнильев А.Н., Кошкина А.В. Физика. 10 класс. Углубленное обучение. /Под редакцией Орлова В.А. /ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний».
Генденштейн Л.Э., Булатова А.А., Корнильев А.Н., Кошкина А.В. Физика. 11 класс.

- Углубленное обучение. /Под редакцией Орлова В.А. /ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний».
10. Белага А.В., Ломанченков И.А., Панебратцев Ю.А. Физика. 10 класс. / АО «Издательство «Просвещение».
- Белага А.В., Ломанченков И.А., Панебратцев Ю.А. Физика. 11 класс. / АО «Издательство «Просвещение».
11. Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И. Физика. 10 класс. Углубленное обучение. /Под редакцией Орлова В.А. /ООО «ИОЦ Мнемозина».
- Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. /Под редакцией Орлова В.А. /ООО «ИОЦ Мнемозина».

➤ **Уроки «Российской электронной школы»**

Физика. 10 класс, уроки 26-35. 11 класс, уроки 3, 4.

<https://resh.edu.ru/subject/28/10/>

Какие задания открытого банка выполнить для тренировки

Задание 12

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=E2BFCB03F81F8D36467C060F6110AF55>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=D4FB35561E16A90A4FB1172F9481B2CB>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=7892D01FC2B4B8E64D6CB2913F4BF662>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=FE983E1CF4BF99D14DF6FE056AFDCC6F>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=B9A1DCA952A4A79C42888964B0CF45E6>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=CFD4CF01BC5680BD459CC265FC1835E5>

Задание 13

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=DA9DADD77726A98F47AACCAFFED2E190>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=AA9EEA2622658DE84269DD71EBEF8913>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=1BD950D2D5F8B4BA4A7F4E5AB6B5AB6B>

Задание 15

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=C874DD8047F9A9D64800992E76C945ED>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=F592422B91B3945240BA9831C761F922>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=0897D108BB4BBB924EA25287AA5A4729>

Задание 16

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=AA2294AA9376A8134DDAEFE19F3F24D0>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=7DA9E9AA50B6A4184D573883F9724748>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=D25E7EA95E71A720402F0CC08DFF9D3A>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=31E600DEBB12B6B04F4164F88308FD2E>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=232AADACC70A83FE422A7DD30EAA5C3F>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=524690B6C519A9084443746C215DCE5B>

Задание 17

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=67F754ACDD6899064A39838D27258973>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=F00EE921078CA50141C8FBB46FBD5435>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=F738156192ED92454DD2410F91A677E0>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=B068569135B6A21A4754C8FD02A21FB2>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=B06F476D3778AD5A455B807A7F880825>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=05A683741DE2AEBD4791D474EBFFC9EB>

Задание 24

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=F578062302FE8815456E4FCB57958205>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=5AD38F97699AA11B47125D59854B15FA>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=8F0A524B8673A1754883F05D22A48538>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=91E2071C6C2788D944400F05A8F83835>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=6320D7914FD9828844EA93893CA78205>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=FAD580B596DB89184923303341E7C5CE>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=E42A80084096856D4BD48CCA560F6396>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=C209FA39C54CB3AD471B4418D4ACD63A>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=FBD3FFA641B4B547415BC61EA3873AE1>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=D0CD76BC663A8ED04AD26168442D9160>

Задание 28

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=C5CE2E56861894294313EA5BFD811BB5>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=9EC0BE497506905D4680C84580B9E13A>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=5A5739603F64A0B54133F625B79C5A3C>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=B43A74162BB091DA43A14AB721EBBAAA>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=9316243A682C823B4C8F63E1DE708E07>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=A7F2E6D1AFF4BF32424F9081F86A441E>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=774D5CE2535086554C47C4E27AEE86D3>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=80F9330C0879A77E4FBB269FBBD886A6>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=82D1A5D04E06993747D3FAE7A2608E57>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=490AAC16CE2985FD4DDF7919213FD892>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=9298AB50244EB2774C719D073056466E>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=AE92CCA6445ABA8D4DF45D2E9FAA5D98>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=50ED2BB0DD34BB334E47F8A348941B46>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=863718C55296A47246278C548F48D2DB>
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=E610096DD47E819F499996BF56FC9A67>