

53(075)

Т367

№ 5437-2



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И  
НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Южный федеральный университет"**

**КАФЕДРА ФИЗИКИ**

**ТЕСТЫ  
для контроля знаний  
по дисциплине  
ФИЗИКА**

**Часть 2**



**Таганрог  
Издательство Южного федерального университета  
2016**

УДК 53(075.08)

Составители: А.Б. Колпачев, О.В. Колпачева, Е.Н.Погорелов.

Тесты для контроля знаний по дисциплине «Физика»  
Ч. 2. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – 84 с.

В пособии приведены тесты для промежуточного и итогового контроля знаний студентов по дисциплине «Физика» по разделам «Термодинамика», «Стационарное электрическое поле в вакууме», «Стационарное электрическое поле в веществе», «Постоянный электрический ток», «Стационарное магнитное поле», «Переменное электромагнитное поле». Пособие предназначено для студентов, обучающихся по техническим направлениям в ЮФУ и преподавателей дисциплины «Физика».

Тестовые задания могут использоваться также для проведения текущего контроля на практических занятиях по дисциплине «Физика».

Рецензент Г.В. Куповых, д-р физ.-мат. наук, профессор,  
зав. кафедрой высшей математики ИКТИБ ЮФУ.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Вашему вниманию предлагается учебно-методическое пособие по дисциплине «Физика» для студентов, обучающихся по инженерно-техническим специальностям.

Пособие содержит тестовые задания, которые были разработаны и использовались для проведения промежуточного и итогового контроля знаний студентов по курсу физики в Инженерно-технологической академии ЮФУ. Во второй части пособия представлены задания по темам «Термодинамика», и «Электродинамика». Здесь представлены тестовые задания двух типов: задания с выбором ответа и задания с числовым ответом.

Пособие может быть использовано для самостоятельной подготовки студентов при изучении курса физики. Содержание вопросов предоставляет студенту улучшить понимание предмета, видеть связь между понятиями и явлениями. Отвечая на предлагаемые вопросы, студент может судить о недостающей информации в своем конспекте и вносить в конспект дополнения. Таким образом, создаются условия для более внимательного и активного изучения лекционного материала.

Задания, предлагаемые в пособии, могут оказать существенную помощь при подготовке к практическим занятиям, защите лабораторных работ, зачету и экзамену. Пособие призвано внести в самостоятельную работу студентов организующее начало, сделать работу более целенаправленной.

Пособие также может быть использовано преподавателями для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля знаний по физике.

## ТЕРМОДИНАМИКА

**Термодинамическое равновесие и температура. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера.**

**Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах.**

**Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия.**

1. Для некоторого процесса в идеальном газе первое начало термодинамики можно записать так:  $\delta Q = \delta A$ . Выберите верную запись уравнения этого процесса. Обозначения везде – общепринятые.

$$1) p = const ; \quad 2) T = const ; \quad 3) V = const ;$$

$$4) S = const ; \quad 5) \frac{p}{V} = const .$$

2. Для некоторого обратимого процесса в идеальном газе первое начало термодинамики имеет вид  $dU + \delta A = 0$ . Выберите верную запись уравнения этого процесса. Обозначения везде – общепринятые.

$$1) p = const ; \quad 2) T = const ; \quad 3) V = const ;$$

$$4) S = const ; \quad 5) \frac{p}{V} = const .$$

3. Для некоторого процесса в идеальном газе первое начало термодинамики имеет вид  $\Delta Q = \Delta U + p\Delta V$ . Выберите верную запись уравнения этого процесса. Обозначения везде – общепринятые.

$$1) p = const ; \quad 2) T = const ; \quad 3) V = const ;$$

$$4) S = const ; \quad 5) \frac{p}{V} = const .$$

4. Если первое начало термодинамики записано в виде  $Q = \Delta U + A$ , где  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии тела, то:

1)  $Q$  – количество теплоты, полученное телом,  $A$  – работа, совершенная телом;

2)  $Q$  – количество теплоты, полученное телом,  $A$  – работа, совершенная над телом;

3)  $Q$  – количество теплоты, отданное телом,  $A$  – работа, совершенная телом;

4)  $Q$  – количество теплоты, отданное телом,  $A$  – работа, совершенная над телом;

5) для правильной расшифровки необходима информация о том, положительны величины  $Q$  и  $A$ , либо отрицательны.

5. Единица измерения теплоемкости тела в системе СИ ...

1) Дж/К;                      2) Дж/кг;                      3) Дж/моль;

4) Дж/(кг · К);              5) Дж/(моль · К).

6. Единица измерения удельной теплоемкости вещества в системе СИ ...

1) Дж/К;                      2) Дж/кг;                      3) Дж/моль;

4) Дж/(кг · К);              5) Дж/(моль · К).

7. Единица измерения молярной теплоемкости вещества в системе СИ –

1) Дж/К;    2) Дж/кг;              3) Дж/моль;

4) Дж/(кг · К);              5) Дж/(моль · К).

8. Если в некотором процессе идеальному газу сообщено 700 Дж теплоты, внешние силы совершили над газом работу 500 Дж, то в этом процессе внутренняя энергия газа

1) увеличилась на 200 Дж;              2) уменьшилась на 200 Дж;

3) увеличилась на 1200 Дж;              4) уменьшилась на 500 Дж;

5) не изменилась.

**9.** Какую часть от количества теплоты, сообщенной одноатомному идеальному газу в изохорическом процессе, составляет изменение внутренней энергии газа?

- 1) 0,2;    2) 0,4;    3) 0,6;    4) 0,8;    5) 1,0.

**10.** Какую часть от количества теплоты, сообщенной одноатомному идеальному газу в изобарическом процессе, составляет совершённая газом работа?

- 1) 0,2;    2) 0,4;    3) 0,6;    4) 0,8;    5) 1,0.

**11.** Какую часть от количества теплоты, сообщенной одноатомному идеальному газу в изотермическом процессе, составляет совершённая газом работа?

- 1) 0,2;    2) 0,4;    3) 0,6;    4) 0,8;    5) 1,0.

**12.** Первое начало термодинамики ...

1) определяет направление процессов в замкнутых макроскопических системах;

2) определяет направление обратимых процессов в макроскопических системах;

3) утверждает, что при понижении абсолютной температуры тела до нуля энтропия тела также понижается до нуля;

4) это закон сохранения энергии для механических и тепловых процессов;

5) определяет свойства равновесного состояния термодинамической системы.

**13.** Чему равен показатель адиабаты для аргона (Ar)?

- 1) 1,67;    2) 1,50;    3) 1,40;    4) 1,33;    5) 1,29.

**14.** Вычислить показатель адиабаты для гелия (He).

- 1) 1,67;    2) 1,50;    3) 1,40;    4) 1,33;    5) 1,29.

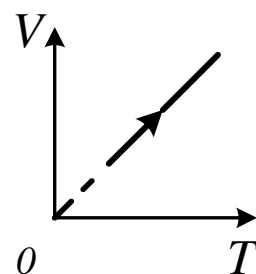
**15.** Чему равен показатель адиабаты для азота ( $N_2$ )? Молекулы считать жёсткими.

- 1) 1,67;    2) 1,50;    3) 1,40;    4) 1,33;    5) 1,29.

**16.** Чему равен показатель адиабаты для метана ( $CH_4$ )? Молекулы считать жёсткими.

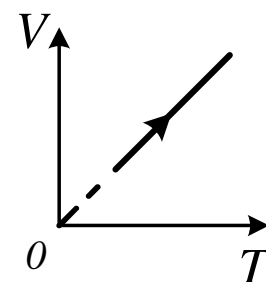
- 1) 1,67;    2) 1,50;    3) 1,40;    4) 1,33;    5) 1,29.

**17.** При нагревании азота ( $N_2$ ) его объем изменяется в соответствие с графиком, представленным на рисунке. Найти молярную теплоемкость газа для такого процесса.



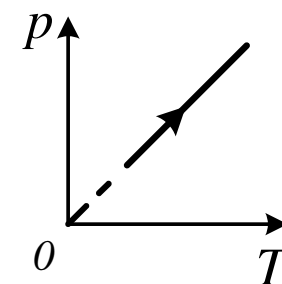
- 1) 12,5 Дж/ моль·К;                      2) 16,6 Дж/ моль·К;  
3) 20,8 Дж/ моль·К;                      4) 25,9 Дж/ моль·К;  
5) 29,1 Дж/ моль·К.

**18.** Объём кислорода ( $O_2$ ), взятого в количестве 20 моль, изменяется в соответствии с графиком, представленным на рисунке. Найти теплоемкость всей массы газа для такого процесса.



- 1) 166 Дж/К;                      2) 249 Дж/К;  
3) 332 Дж/К;                      4) 416 Дж/К;                      5) 582 Дж/К.

**19.** Давление гелия ( $He$ ), взятого в количестве 20 моль, изменяется в соответствие с графиком, представленным на рисунке. Найти теплоемкость данного количества газа для такого процесса.



- 1) 166 Дж/К;    2) 249 Дж/К;    3) 332 Дж/К;  
4) 416 Дж/К;    5) 582 Дж/К.

**20.** Обозначим массу одной молекулы одноатомного газа  $m_0$ , постоянную Больцмана  $k$ , универсальную газовую постоянную  $R$ . Удельная теплоемкость  $c_v$  при постоянном объеме такого газа определяется выражением:

$$1) \frac{3}{2} \frac{k}{m_0}; \quad 2) \frac{5}{2} \frac{R}{m_0}; \quad 3) \frac{5}{2} \frac{k}{m_0}; \quad 4) \frac{3}{2} \frac{R}{m_0}; \quad 5) \frac{7}{5} \frac{R}{m_0}.$$

**21.** Укажите неправильное утверждение среди приведенных ниже.

1) Невозможна циклическая работа тепловой машины, рабочее тело которой обменивается теплом только с одним тепловым резервуаром.

2) Невозможен любой процесс, в котором происходит передача тепла от менее нагретого тела к более нагретому.

3) Количество теплоты, получаемое холодильником тепловой машины не может превосходить количество теплоты, передаваемое рабочему телу от нагревателя.

4) Изменение энтропии в цикле Карно равно нулю.

5) В любом циклическом процессе изменение энтропии  $\Delta S \geq 0$ .

**22.** Обозначим:  $Q_1$  – количество теплоты, полученное рабочим телом тепловой машины от нагревателя за один цикл;  $Q'_2$  – количество теплоты, отданное рабочим телом тепловой машины холодильнику за один цикл. КПД машины выражается равенством ...

$$1) \eta = \frac{Q_1 - Q'_2}{Q_1}; \quad 2) \eta = \frac{Q'_2}{Q_1}; \quad 3) \eta = \frac{Q_1}{Q_1 + Q'_2};$$

$$4) \eta = \frac{Q'_2}{Q_1 + Q'_2}; \quad 5) \eta = \frac{Q_1 - Q'_2}{Q_1 + Q'_2}.$$



**23.** КПД теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равен 40 %. Во сколько раз количество теплоты, полученное двигателем от нагревателя, больше количества теплоты, отданной холодильнику?

- 1) 1,67;    2) 3,22;    3) 2,70;    4) 2,50;    5) 1,32.

**24.** Температура нагревателя идеального теплового двигателя 227 °С, а температура холодильника 27 °С. Какую часть тепла, полученного от нагревателя за один цикл работы, газ отдаст холодильнику?

- 1) 20 %;    2) 30 %;    3) 40 %;    4) 60 %;    5) 80 %.

**25.** Обозначим:  $A$  – работа, совершенная рабочим телом тепловой машины за один цикл;  $Q'_2$  – количество теплоты, отданное рабочим телом тепловой машины холодильнику за один цикл. КПД машины выражается равенством

$$\begin{aligned} 1) \eta &= \frac{A}{Q'_2}; & 2) \eta &= \frac{A}{Q'_2 + A}; & 3) \eta &= \frac{Q'_2}{Q'_2 + A}; \\ 4) \eta &= \frac{Q'_2 - A}{Q'_2 + A}; & 5) \eta &= \frac{A - Q'_2}{Q'_2 + A}. \end{aligned}$$

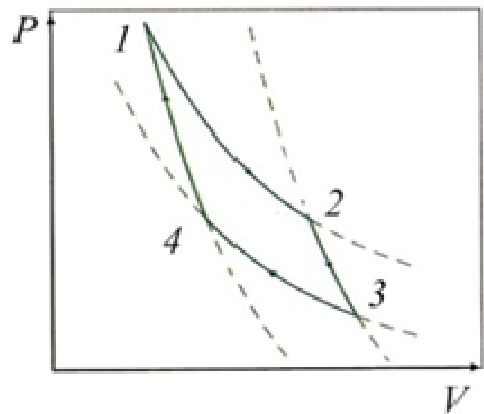
**26.** Процесс, единственным результатом которого является отбор тепла у некоторого тела и превращение его полностью в механическую работу, ...

- 1) запрещен первым началом термодинамики;
- 2) запрещен вторым началом термодинамики;
- 3) запрещен третьим началом термодинамики (теорема Нернста);
- 4) противоречит уравнению Пуассона и, следовательно, нереален;
- 5) вполне реален и осуществляется в тепловых двигателях.

27. Количество теплоты, поглощаемое газом в некотором процессе, и изменение его внутренней энергии связаны неравенством  $Q < \Delta U$ . Что можно сказать об изменении состояния газа?

- 1) газ охлаждается;
- 2) газ нагревается;
- 3) давление газа растет;
- 4) газ расширяется;
- 5) газ сжимается.

28. Цикл Карно состоит из процессов подвода тепла к рабочему телу (1-2), расширения рабочего тела (2-3), отвода тепла от рабочего тела (3-4) и сжатия рабочего тела (4-1). Каким соотношением связаны приращения энтропии, происходящие в цикле Карно в процессе



изотермического сообщения тела рабочему телу ( $\Delta S_{12}$ ) и при изотермическом отводе тепла от рабочего тела ( $\Delta S_{34}$ )?

- 1)  $\Delta S_{12} = \Delta S_{34} > 0$ ;
- 2)  $\Delta S_{12} = -\Delta S_{34}$ ;
- 3)  $\Delta S_{12} < \Delta S_{34}$ ;
- 4)  $\Delta S_{12} \leq \Delta S_{34}$ ;
- 5)  $\Delta S_{12} = \Delta S_{34} = 0$ .

29. Что такое статистический вес термодинамического состояния системы?

1) Средняя молярная масса молекулы системы (если в системе присутствуют молекулы разных типов).

2) Средний вес одной молекулы системы (если в системе присутствуют молекулы разных типов).

3) Вероятность реализации данного макросостояния.

4) Число способов (микросостояний), которыми может быть реализовано данное макросостояние системы.

5) Полное число микросостояний, доступное для системы.

**30.** Укажите обратимый процесс, при котором энтропия идеального газа (система не является изолированной!) увеличивается.

- 1) адиабатическое расширение;
- 2) адиабатическое сжатие;
- 3) изотермическое расширение;
- 4) изотермическое сжатие;
- 5) изобарическое сжатие.

**31.** Закон возрастания энтропии ...

- 1) является следствием закона сохранения энергии для механических и тепловых процессов;
- 2) определяет направление процессов в замкнутых макроскопических системах;
- 3) определяет направление обратимых процессов в макроскопических системах;
- 4) утверждает, что при понижении абсолютной температуры тела до нуля статистический вес макросостояния тела понижается до единицы;
- 5) определяет свойства равновесного состояния термодинамической системы.

**32.** Имеется один моль воды при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ . При такой температуре вода может существовать в виде пара, в виде жидкости и в виде льда. Пусть энтропия пара равна  $S_1$ , энтропия жидкости  $S_2$ , а энтропия льда  $S_3$ . Считать, что в каждом из случаев вся вода находится в твёрдом, жидком или газообразном состоянии. Укажите правильное соотношение между величинами  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$ .

- 1)  $S_1 > S_2 > S_3$ ;
- 2)  $S_1 = S_2 = S_3$ ;
- 3)  $S_1 < S_2 < S_3$ ;
- 4)  $S_1 > S_2 < S_3$ ;
- 5)  $S_1 < S_2 > S_3$ .

**33.** Укажите обратимый процесс, при котором энтропия идеального газа (система не является изолированной!) уменьшается.

- 1) адиабатическое расширение;      2) адиабатическое сжатие;  
 3) изотермическое расширение;      4) изотермическое сжатие;  
 5) изобарическое расширение.

**34.** Известно, что в ходе изотермического процесса с постоянной массой азота ( $N_2$ ) его объём увеличился в 2 раза. Найти приращение энтропии  $\Delta S = S_2 - S_1$  в этом процессе?  $m$  – масса азота;  $\mu$  – его молярная масса.

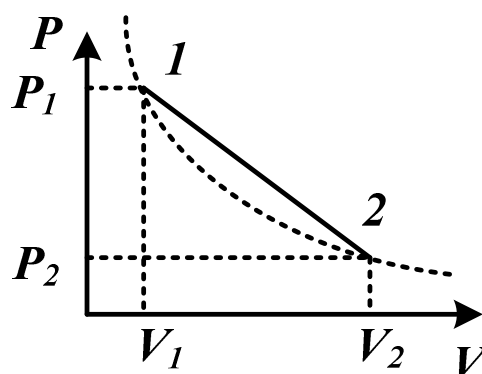
- 1)  $\Delta S = \frac{m}{\mu} R \ln 2$ ;      2)  $\Delta S = \frac{5m}{2\mu} R \ln 2$ ;  
 3)  $\Delta S = \frac{10m}{2\mu} R$ ;      4)  $\Delta S = 2\frac{m}{\mu} R$ ;      5)  $\Delta S = \frac{m}{\mu} R \ln \frac{1}{2}$ .

**35.** Единица измерения энтропии тела в системе СИ –

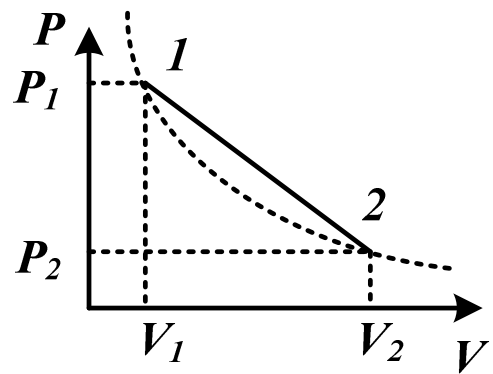
- 1) Дж/К;      2) Дж/кг;      3) Дж/моль;  
 4) Дж/(кг · К);      5) Дж/(моль · К).

### Задачи с числовым ответом

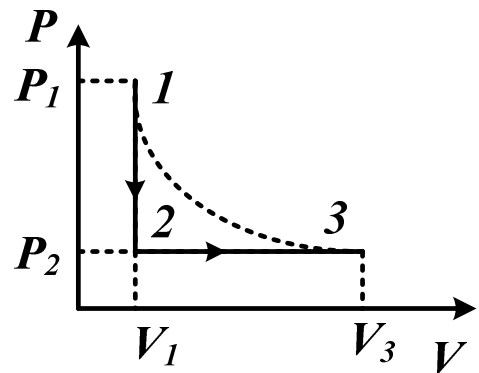
**36.** Идеальный газ расширяется так, что давление зависит от объёма по линейному закону. Начальная и конечная точки процесса лежат на одной изотерме. Какое количество теплоты было отведено от газа в данном процессе?  $P_1 = 500$  кПа,  $P_2 = 200$  кПа,  $V_1 = 1$  л,  $V_2 = 3$  л.



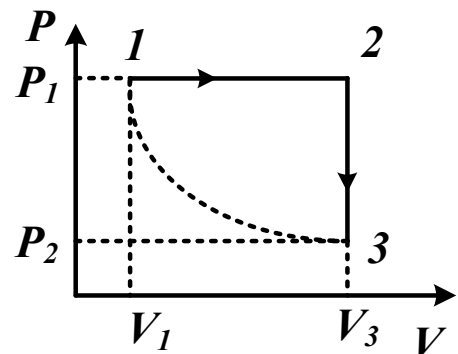
**37.** Идеальный одноатомный газ расширяется из начального состояния с параметрами  $P_1 = 100$  кПа,  $V_1 = 1$  л, в состояние  $P_2 = 200$  кПа,  $V_2 = 2$  л, в этом процессе давление зависит от объёма по линейному закону. Найти приращение внутренней энергии газа в этом процессе.



**38.** Идеальный газ сначала охлаждается изохорически, а затем расширяется изобарически. При этом начальная и конечная точки процесса лежат на одной изотерме. Какое количество теплоты было отведено от газа в процессе  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ ?  $P_1 = 400$  кПа,  $P_2 = 200$  кПа,  $V_1 = 1$  л,  $V_3 = 3$  л.



**39.** Идеальный газ сначала расширяется изобарически, а затем охлаждается изохорически. При этом начальная и конечная точки процесса лежат на одной изотерме. В процессе  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$  от газа было отведено 800 Дж теплоты. Найти давление  $P_1$ .  $V_1 = 1$  л,  $V_3 = 5$  л. Ответ выразить в килопаскалях.



**СТАЦИОНАРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ**  
**Закон Кулона. Теорема Гаусса и ее применение для расчета**  
**электрических полей. Напряженность и потенциал**  
**электростатического поля**

**40.** Заряд величиной  $q_3 = -2q$  помещают между зарядами  $q_1 = +q$  и



$q_2 = +q$  так, как это показано на рисунке. Как в результате этого изменится сила, действующая на пробный заряд в точке А, находящейся на расстоянии много большем расстояния между зарядами?

- 1) возрастет по величине;
- 2) не изменится;
- 3) уменьшится по величине;
- 4) станет равна нулю;
- 5) уменьшится в 2 раза.

**41.** Принцип суперпозиции для электростатического поля...

- 1) является следствием закона Кулона;
- 2) является следствием закона сохранения заряда;
- 3) легко вывести, используя определение напряженности поля;
- 4) легко вывести, используя определение потенциала;
- 5) является экспериментальным фактом.

**42.** Точечный заряд  $q$  расположен в начале отсчета, положение точечного заряда  $q'$  определяется радиусом – вектором  $\vec{r}$ . Если  $k$  – коэффициент из закона Кулона, то сила, действующая со стороны  $q$  на  $q'$  в вакууме, определяется равенством ( $r = |\vec{r}|$ )

- 1)  $\vec{F} = -kqq' \frac{\vec{r}}{r^3}$ ;
- 2)  $\vec{F} = k|qq'| \frac{\vec{r}}{r^3}$ ;
- 3)  $\vec{F} = kqq' \frac{\vec{r}}{r^3}$ ;
- 4)  $\vec{F} = -kqq' \frac{\vec{r}}{r^2}$ ;
- 5)  $\vec{F} = kqq' \frac{\vec{r}}{r^2}$ .

**43.** Состояние равновесия системы неподвижных точечных зарядов, между которыми действуют только кулоновские силы, ...

- 1) всегда устойчиво;
- 2) неустойчиво, если система содержит заряды разных знаков;
- 3) всегда неустойчиво;
- 4) устойчиво, если система содержит заряды разных знаков;
- 5) устойчиво, если суммарный заряд системы равен нулю.

**44.** Точечный заряд  $q$  расположен в начале отсчета. Если  $k$  – коэффициент из закона Кулона, то напряженность электростатического поля в вакууме в точке с радиус-вектором  $\vec{r}$  определяется равенством ( $r = |\vec{r}|$ ) ...

- 1)  $\vec{E}(\vec{r}) = -kq \frac{\vec{r}}{r^3}$ ;
- 2)  $\vec{E}(\vec{r}) = k|q| \frac{\vec{r}}{r^3}$ ;
- 3)  $\vec{E}(\vec{r}) = -kq \frac{\vec{r}}{r^2}$ ;
- 4)  $\vec{E}(\vec{r}) = kq \frac{\vec{r}}{r^3}$ ;
- 5)  $\vec{E}(\vec{r}) = kq \frac{\vec{r}}{r^2}$ .

**45.** Как направлен вектор напряжённости электрического поля в точке  $A$ , находящейся посередине между зарядами (см. рис.)? Величины зарядов  $q_1 = +2q$ ,  $q_2 = +q$ .



- 1)  $\uparrow$ ;
- 2)  $\downarrow$ ;
- 3)  $\rightarrow$ ;
- 4)  $\leftarrow$ ;
- 5)  $E = 0$ .

**46.** В прямоугольном треугольнике  $ABC$  углы  $A$  и  $B$  – острые, а угол  $C$  – прямой. В вершинах  $A$  и  $B$  располагаются одинаковые заряды  $q$ , вершина  $C$  – свободна. Длины катетов –  $a$  и  $2a$ . Выберите верное выражение для величины напряженности поля системы в вершине  $C$ . В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

- 1)  $k \frac{|q|}{2a^2} \sqrt{5}$ ;
- 2)  $k \frac{|q|}{2a^2} \sqrt{7}$ ;
- 3)  $k \frac{|q|}{4a^2} \sqrt{17}$ ;
- 4)  $k \frac{|q|}{2a^2} \sqrt{11}$ ;
- 5)  $k \frac{|q|}{4a^2} \sqrt{21}$ .

**47.** В углах правильного треугольника стороной  $a$  расположены заряды  $q, -2q, -q$ . Указать условие, которому подчиняется величина напряженности поля  $E$  системы зарядов на больших расстояниях  $r$  ( $r \gg a$ ) от центра треугольника. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

$$\begin{aligned}
 1) E \approx \frac{6k|q|}{r^2}; & \quad 2) E \approx \frac{4k|q|}{r^2}; & \quad 3) E \approx \frac{6k|q|a}{r^3}; \\
 4) E \approx \frac{2k|q|}{r^2}; & \quad 5) E \approx \frac{2k|q|a}{r^3}.
 \end{aligned}$$

**48.** В углах правильного треугольника стороной  $a$  расположены заряды  $3q, 2q, -q$ . Указать условие, которому подчиняется величина напряженности поля  $E$  системы зарядов на больших расстояниях  $r$  ( $r \gg a$ ) от центра треугольника. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

$$\begin{aligned}
 1) E \approx \frac{4k|q|}{r^2}; & \quad 2) E \approx \frac{6k|q|}{r^2}; & \quad 3) E \approx \frac{2k|q|}{r^2}; \\
 4) E \approx \frac{6k|q|a}{r^3}; & \quad 5) E \approx \frac{4k|q|a}{r^3}.
 \end{aligned}$$

**49.** В двух углах равностороннего треугольника стороной  $a$  располагаются заряды  $q$  и  $-q$ . Найти величину напряженности поля системы в третьем углу треугольника. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

$$\begin{aligned}
 1) k \frac{|q|}{2a^2} \sqrt{3}; & \quad 2) k \frac{|q|}{a^2}; & \quad 3) k \frac{|q|}{2a^2} \sqrt{2}; \\
 4) k \frac{|q|}{a^2} \sqrt{2}; & \quad 5) k \frac{|q|}{a^2} \sqrt{3}.
 \end{aligned}$$



**50.** В трех углах квадрата стороной  $a$  располагаются одинаковые заряды  $q$ . Найти величину напряженности поля системы в четвертом углу квадрата в вакууме. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

- 1)  $k \frac{|q|}{2a^2} (2\sqrt{2} + 1)$ ;                      2)  $k \frac{|q|}{2a^2} (\sqrt{2} + 1)$ ;  
 3)  $k \frac{|q|}{2a^2} (\sqrt{2} + 2)$ ;                      4)  $k \frac{|q|}{2a^2} (\sqrt{2} + 3)$ ;  
 5)  $k \frac{|q|}{2a^2} (2\sqrt{2} + 3)$ .

**51.** В углах квадрата стороной  $a$  расположены заряды  $q, 3q, q, q$ . Указать условие, которому подчиняется величина напряженности поля  $E$  системы зарядов на больших расстояниях  $r$  ( $r \gg a$ ) от центра квадрата. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

- 1)  $E \approx \frac{4k|q|}{r^2}$ ;                      2)  $E \approx \frac{2k|q|}{r^2}$ ;                      3)  $E \approx \frac{6k|q|a}{r^3}$ ;  
 4)  $E \approx \frac{4k|q|a}{r^3}$ .                      5)  $E \approx \frac{6k|q|}{r^2}$ .

**52.** В двух противоположных углах прямоугольника со сторонами  $a$  и  $2a$  располагаются одинаковые заряды  $q$ . Найдите величину напряженности поля системы в вакууме в свободных углах прямоугольника. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

- 1)  $k \frac{|q|}{4a^2} \sqrt{21}$ ;                      2)  $k \frac{|q|}{2a^2} \sqrt{11}$ ;                      3)  $k \frac{|q|}{4a^2} \sqrt{17}$ ;  
 4)  $k \frac{|q|}{2a^2} \sqrt{7}$ ;                      5)  $k \frac{|q|}{2a^2} \sqrt{5}$ .

**53.** В углах правильного шестиугольника стороной  $a$  расположены заряды  $q, q, q, q, -q, -q$ . Указать условие, которому подчиняется величина напряженности поля  $E$  системы зарядов на больших расстояниях  $r$  ( $r \gg a$ ) от центра шестиугольника. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

$$1) E \approx \frac{6k|q|}{r^2}; \quad 2) E \approx \frac{2k|q|}{r^2}; \quad 3) E \approx \frac{4k|q|}{r^2};$$

$$4) E \approx \frac{6k|q|a}{r^3}; \quad 5) E \approx \frac{2k|q|a}{r^3}.$$

**54.** Замкнутая поверхность  $\Sigma$  – граница области  $D$ . Равенство  $\oint_{\Sigma} E_n dS = 0$ , где  $\vec{E}$  – напряженность электростатического поля, – означает, что...

- 1) поле  $\vec{E}$  консервативно;
- 2) в области  $D$  отсутствуют электрические заряды;
- 3) на поверхности  $\Sigma$  отсутствуют электрические заряды;
- 4) алгебраическая сумма зарядов в области  $D$  равна нулю;
- 5) алгебраическая сумма зарядов на поверхности  $\Sigma$  равна нулю.

**55.** В каком случае поток вектора напряженности электростатического поля  $\vec{E}$  через поверхность  $\Sigma$  площадью  $S$  можно вычислять по формуле  $\Phi_E = ES$ ?

- 1) поле  $\vec{E}$  однородно;
- 2)  $\Sigma$  – эквипотенциальная поверхность или ее часть, во всех точках  $\Sigma$  значение  $E$  – одно и то же;
- 3) поверхность  $\Sigma$  – плоская;
- 4) силовые линии поля  $\vec{E}$  перпендикулярны поверхности  $\Sigma$  в точках их пересечения;
- 5) поле  $\vec{E}$  однородно, поверхность  $\Sigma$  – плоская.

**56.** Укажите неверное выражение для потока вектора напряженности через поверхность  $\Sigma$ ;  $\vec{n}$  – вектор нормали к поверхности,  $\vec{dS} = \vec{n} dS$ ,  $\alpha$  – угол между  $\vec{n}$  и  $\vec{E}$ .

$$1) \int_{\Sigma} \vec{E} \cdot \vec{n} dS; \quad 2) \int_{\Sigma} E_n dS; \quad 3) \int_{\Sigma} E dS;$$

$$4) \int_{\Sigma} \vec{E} \cdot \vec{dS}; \quad 5) \int_{\Sigma} E \cos \alpha dS.$$

**57.** В основе теоремы Гаусса для электростатического поля лежат следующие физические факты ...

- 1) закон Кулона;
- 2) закон Кулона; поле  $\vec{E}$  подчиняется принципу суперпозиции;
- 3) поле  $\vec{E}$  подчиняется принципу суперпозиции;
- 4) поле  $\vec{E}$  консервативно;
- 5) поле  $\vec{E}$  консервативно и подчиняется принципу суперпозиции.

**58.** На рисунке темный кружок – заряд ( $2q$ ), светлый кружок – заряд ( $-q$ ). Система зарядов располагается в вакууме. Произведение потока вектора напряженности  $\Phi_E$  через сферу (см. рис.) на электрическую постоянную  $\epsilon_0$  равно



$$1) 2q; \quad 2) 5q; \quad 3) -4q; \quad 4) -2q; \quad 5) -q.$$

**59.** На рисунке темный кружок – заряд ( $-2q$ ), светлый кружок – заряд ( $q$ ). Система зарядов располагается в вакууме. Произведение потока вектора напряженности  $\Phi_E$  через сферу (см. рис.) на электрическую постоянную  $\epsilon_0$  равно



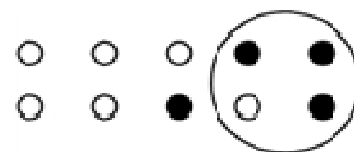
$$1) -2q; \quad 2) -7q; \quad 3) 7q; \quad 4) -5q; \quad 5) 5q.$$

60. На рисунке темный кружок – заряд  $(2q)$ , светлый кружок – заряд  $(-q)$ . Система зарядов располагается в вакууме. Произведение потока вектора напряженности  $\Phi_E$  через сферу (см. рис.) на электрическую постоянную  $\epsilon_0$  равно



- 1)  $-2q$ ;    2)  $-2q$ ;    3)  $-3q$ ;    4)  $3q$ ;    5)  $q$ .

61. На рисунке темный кружок – заряд  $-2q$ , светлый кружок – заряд  $q$ . Система зарядов располагается в вакууме. Произведение потока вектора напряженности  $\Phi_E$  через сферу (см. рис.) на электрическую постоянную  $\epsilon_0$  равно



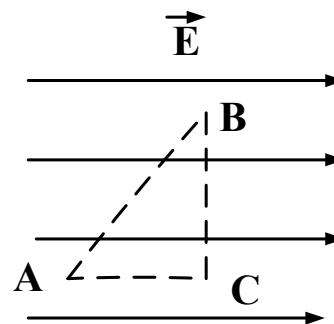
- 1)  $-2q$ ;    2)  $-2q$ ;    3)  $-3q$ ;    4)  $3q$ ;    5)  $q$ .

**Работа по перемещению заряда в электростатическом поле.**

**Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Потенциал системы точечных зарядов.**

**Энергия системы точечных зарядов**

62. Точечный заряд  $q = +1$  мкКл перемещают в однородном электрическом поле с напряженностью  $1000$  В/м из точки  $A$  в точку  $B$ . Направление вектора напряженности поля показано на рисунке. Длина отрезка  $AB$  равна  $5$  см, длина отрезка  $BC$  равна  $3$  см. Найти работу сил электрического поля при таком перемещении заряда.



- 1)  $50$  мкДж;    2)  $40$  мкДж;  
3)  $30$  мкДж;    4)  $-40$  мкДж;  
5)  $-50$  мкДж.

**63.** Точечный заряд  $q = +1$  мкКл перемещают в однородном электрическом поле с напряженностью  $1000$  В/м из точки  $B$  в точку  $A$ . Направление вектора напряженности поля показано на рисунке. Длина отрезка  $AB$  равна  $5$  см, длина отрезка  $BC$  равна  $3$  см. Найти работу сторонних (неэлектрических) сил при таком перемещении заряда.

- 1)  $50$  мкДж;                      2)  $40$  мкДж;                      3)  $30$  мкДж;  
 4)  $-40$  мкДж;                      5)  $-50$  мкДж.

**64.** Заряженная частица с зарядом  $+1$  мкКл переместилась из точки с потенциалом  $15$  В в точку с потенциалом  $25$  В. Какую работу совершили при этом сторонние по отношению к электрическому полю силы?

- 1)  $10$  мкДж;                      2)  $-10$  мкДж;                      3)  $15$  мкДж;  
 4)  $-15$  мкДж;                      5)  $25$  мкДж.

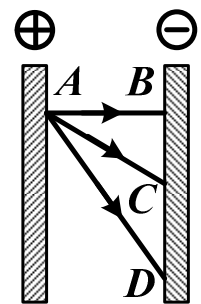
**65.** Заряженная частица с зарядом  $+1$  мкКл переместилась из точки с потенциалом  $15$  В в точку с потенциалом  $25$  В. Какую работу совершили при этом силы электрического поля?

- 1)  $10$  мкДж;                      2)  $-10$  мкДж;  
 3)  $15$  мкДж;                      4)  $-15$  мкДж;                      5)  $25$  мкДж.

**66.** Заряженная частица с зарядом  $+2$  мкКл переместилась из точки с потенциалом  $20$  В в точку с потенциалом  $10$  В. Какую работу совершили при этом сторонние силы?

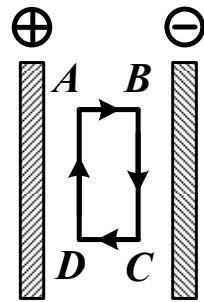
- 1)  $20$  мкДж;                      2)  $-20$  мкДж;                      3)  $30$  мкДж;  
 4)  $-30$  мкДж;                      5)  $10$  мкДж.

**67.** В плоском заряженном конденсаторе положительный точечный заряд переносят так, как это указано на рисунке. Вначале из точки  $A$  в точку  $B$ . Затем из точки  $A$  в точку  $C$ . Затем из точки  $A$  в точку  $D$ . Выберите правильный ответ, в котором сравниваются значения работ, совершённых электростатическим полем при перемещении заряда.



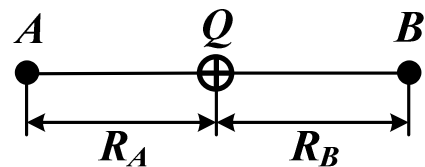
- 1) Работы на участках  $AD$ ,  $AC$  и  $AB$  одинаковы.  
 2) Работа на участке  $AC$  больше, чем на  $AB$ .  
 3) Работа на участке  $AC$  меньше, чем на  $AB$ .  
 4) Работа на участках  $AD$ ,  $AC$  и  $AB$  отрицательна.  
 5) Работа на участке  $AB$  равна нулю.

68. В плоском заряженном конденсаторе положительный точечный заряд  $q$  переносят по траектории  $ABCD$ , как это указано на рисунке. Величина напряжённости однородного поля плоского конденсатора  $E$ . Длина отрезков  $AB$  и  $CD$  равна  $d$ , а длина отрезков  $BC$  и  $AD$  равна  $b$ . Найти работу, совершаемую электрическим полем при перемещении заряда.



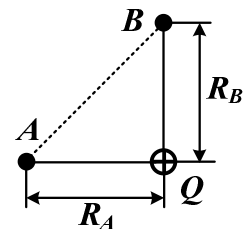
- 1)  $A = 2qEd - 2qEb$ ;      2)  $A = 0$ ;  
 3)  $A = 2qEd$ ;      4)  $A = qEd$ ;      5)  $A = 2qEd + 2qEb$ .

69. Точечный заряд  $q = +1$  мкКл перемещают из точки  $B$  в точку  $A$  в электрическом поле, созданном зарядом  $Q$ . Какую работу при этом совершают силы электрического поля?  $Q = +2$  мкКл,  $R_A = 3$  см,  $R_B = 3$  см.



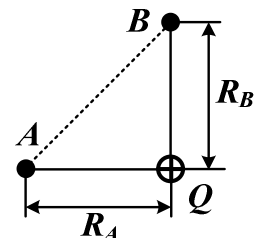
- 1)  $-1$  Дж;      2)  $0$ ;      3)  $2$  Дж;      4)  $-2$  Дж;      5)  $1$  Дж.

70. Точечный заряд  $q = +1$  мкКл перемещают из точки  $A$  в точку  $B$  в электрическом поле, созданном зарядом  $Q$ . Какую работу при этом совершают сторонние по отношению к электрическому полю силы?  $Q = +2$  мкКл,  $R_A = 4$  см,  $R_B = 3$  см.



- 1)  $-1$  Дж;      2)  $-0,56$  Дж;      3)  $-0,56$  Дж;      4)  $1$  Дж;      5)  $0,15$  Дж.

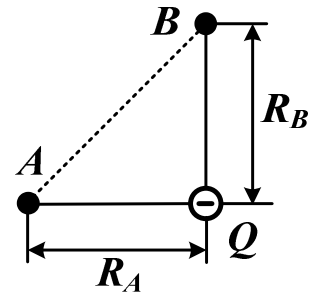
71. Точечный заряд  $q = +1$  мкКл перемещают из точки  $B$  в точку  $A$  в электрическом поле, созданном зарядом  $Q$ . Какую работу при этом совершают силы электрического поля?  $Q = +2$  мкКл,  $R_A = 4$  см,  $R_B = 3$  см.



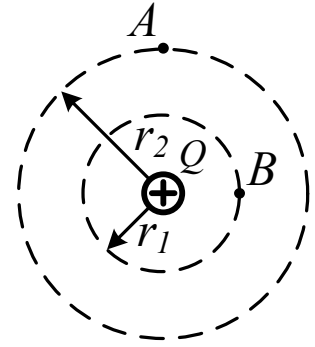
- 1)  $0,15$  Дж;      2)  $-1$  Дж;      3)  $0,56$  Дж;      4)  $-0,56$  Дж;      5)  $1$  Дж.

72. Точечный заряд  $q = -1$  мкКл перемещают из точки  $B$  в точку  $A$  в электрическом поле, созданном зарядом  $Q$ . Какую работу при этом совершают силы электрического поля?  $Q = +2$  мкКл,  $R_A = 4$  см,  $R_B = 3$  см.

- 1)  $-1$  Дж;      2)  $-0,15$  Дж;      3)  $0,56$  Дж;  
4)  $-0,56$  Дж;      5)  $1$  Дж.



73. Точечный заряд  $q$  перемещают из точки  $B$  в точку  $A$  в электрическом поле, созданном малым заряженным телом с положительным зарядом  $Q$  (см. рис.). Расстояния от заряда  $Q$  до точек  $A$  и  $B$  соответственно равны  $r_2$  и  $r_1$ . Какую работу совершают силы электрического поля при перемещении заряда?



- 1)  $A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ\sqrt{r_1^2 + r_2^2}}{r_1 r_2}$ ;
- 2)  $A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ\sqrt{r_2^2 - r_1^2}}{r_1 r_2}$ ;
- 3)  $A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ(r_1 + r_2)}{r_1 r_2}$ ;
- 4)  $A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ(r_2 - r_1)}{r_1 r_2}$ ;
- 5)  $A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ(r_1 - r_2)}{r_1 r_2}$ .

74. Консервативность электростатического поля  $\vec{E}$  означает, что ...

- 1) можно указать такой замкнутый контур  $L$ , для которого  $\oint_L E_\ell d\ell = 0$ ;
- 2)  $\oint_L E d\ell = 0$  для любого замкнутого контура  $L$ ;
- 3)  $\oint_L E_\ell d\ell = 0$  для любого замкнутого контура  $L$ ;
- 4) можно указать такой замкнутый контур  $L$ , для которого  $\oint_L E d\ell = 0$ ;

5) для любой замкнутой поверхности  $\Sigma$  имеем  $\oint_{\Sigma} E_n dS = 0$ .

**75.** Вычислять работу электростатического поля над зарядом  $q$  на перемещении  $\vec{S}$  по формуле  $A_k = q(\vec{E}\vec{S})$ , где  $\vec{E}$  – напряженность поля, – можно только ...

- 1) для поля точечного заряда;
- 2) для однородного электростатического поля;
- 3) для поля системы точечных зарядов;
- 4) для поля заряженного шара;
- 5) для поля равномерно заряженной бесконечно длинной нити.

**76.** Частица с зарядом  $+2$  мкКл прошла расстояние  $5$  см в однородном электрическом поле вдоль силовой линии. При этом ее потенциальная энергия возросла на  $10$  мкДж. Напряженность электрического поля ...

- 1) равна  $100$  В/м и ее направление совпадает с направлением перемещения частицы;
- 2) равна  $200$  В/м и ее направление совпадает с направлением перемещения частицы;
- 3) равна  $100$  В/м и ее направление противоположно направлению перемещения частицы;
- 4) равна  $200$  В/м и ее направление противоположно направлению перемещения частицы;

**77.** Напряженность однородного электрического поля равна  $1000$  В/м. На сколько изменится потенциальная энергия частицы с зарядом  $-1$  мкКл, если она переместится в этом поле вдоль силовой линии на  $1$  м (направление перемещения и направление силовой линии составляют между собой угол  $60^\circ$ )?

- 1) возрастет на  $0,5$  мДж;
- 2) уменьшится на  $0,5$  мДж;
- 3) возрастет на  $0,866$  мДж;
- 4) уменьшится на  $0,866$  мДж;
- 5) возрастет на  $1$  мДж.



**78.** В углах правильного треугольника стороной  $a$  расположены заряды  $q, -2q, -q$ . Указать условие, которому подчиняется потенциал поля  $\varphi$  системы зарядов на больших расстояниях  $r$  ( $r \gg a$ ) от центра треугольника. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

$$1) \varphi \approx -\frac{6kq}{r}; \quad 2) \varphi \approx -\frac{4kq}{r}; \quad 3) \varphi \approx -\frac{6kqa}{r^2};$$

$$4) \varphi \approx -\frac{2kqa}{r^2}; \quad 5) \varphi \approx -\frac{2kq}{r}.$$

**79.** В углах правильного шестиугольника стороной  $a$  расположены заряды  $q, q, q, q, -q, -q$ . Указать условие, которому подчиняется потенциал поля  $\varphi$  системы зарядов на больших расстояниях  $r$  ( $r \gg a$ ) от центра шестиугольника. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

$$1) \varphi \approx \frac{2kq}{r}; \quad 2) \varphi \approx \frac{6kq}{r}; \quad 3) \varphi \approx \frac{4kq}{r};$$

$$4) \varphi \approx \frac{6kqa}{r^2}; \quad 5) \varphi \approx \frac{2kqa}{r^2}.$$

**80.** В углах правильного шестиугольника стороной  $a$  расположены заряды  $2q, q, q, q, -q, -3q$ . Указать условие, которому подчиняется потенциал поля  $\varphi$  системы зарядов на больших расстояниях  $r$  ( $r \gg a$ ) от центра шестиугольника. В вариантах ответа  $k$  – коэффициент из закона Кулона.

$$1) \varphi \approx \frac{6kq}{r}; \quad 2) \varphi \approx \frac{4kq}{r}; \quad 3) \varphi \approx \frac{2kq}{r};$$

$$4) \varphi \approx \frac{kq}{r}; \quad 5) \varphi \approx \frac{kqa}{r^2}.$$

**81.** В вершинах квадрата со стороной 9 см расположены точечные заряды  $+2q, +2q, -q, -q$  ( $q = 0,7071$  нКл). Потенциал электрического поля этой системы зарядов в центре квадрата равен

- 1) 800 В;      2) 600 В;      3) 200 В;      4) 0;      5) 400 В.

**82.** В некоторой области  $D$  создано электростатическое поле;  $\vec{E}$  – его напряженность,  $\varphi$  – потенциал. Если из некоторой точки области  $D$  совершить бесконечно малое перемещение  $d\vec{r}$ , то изменение потенциала  $d\varphi$  при таком перемещении окажется равным

- 1)  $\vec{E}d\vec{r}$ ;    2)  $E|d\vec{r}|$ ;    3)  $-\vec{E}d\vec{r}$ ;    4)  $-E|d\vec{r}|$ ;    5)  $|\vec{E}d\vec{r}|$

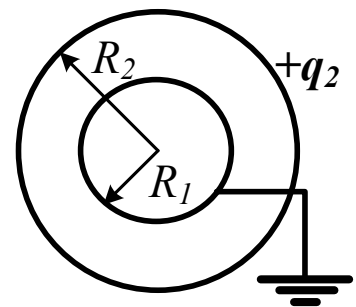
**83.** Две металлические сферы имеют общий центр, а их радиусы равны  $R_1 = 2$  см и  $R_2 = 10$  см. Заряды сфер соответственно  $Q_1 = -2$  нКл,  $Q_2 = +10$  нКл. Найти потенциал электрического поля на расстоянии  $r = 1$  см от общего центра сфер, считая потенциал на очень большом расстоянии от сфер равным нулю.

- 1) 1800 В;    2) 2100 В;    3) -3600 В;    4) 14400 В;    5) 0.

**84.** Две металлические сферы имеют общий центр, а их радиусы равны  $R_1 = 2$  см и  $R_2 = 10$  см. Заряды сфер соответственно  $Q_1 = -2$  нКл,  $Q_2 = +10$  нКл. Найти потенциал электрического поля на расстоянии  $r = 3$  см от общего центра сфер, считая потенциал на очень большом расстоянии от сфер равным нулю.

- 1) 1800 В;    2) 2400 В;    3) 3600 В;    4) 2100 В;    5) 300 В.

**85.** Две концентрические сферы имеют радиусы  $R_1 = 10$  см и  $R_2 = 20$  см. Внешняя сфера заряжена и имеет заряд  $+q_2$ . Внутренняя сфера заземлена. Каковы заряд ( $q_1$ ) и потенциал ( $\varphi_1$ ) внутренней сферы?

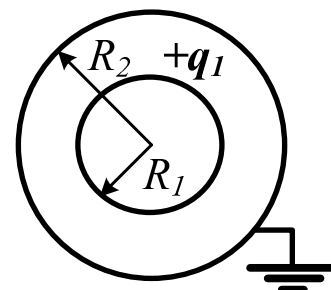


- 1)  $q_1 = -2q_2, \varphi_1 = 0$ ;    2)  $q_1 = 0, \varphi_1 = 2\varphi_2$ .

$$3) q_1 = \frac{1}{2} q_2, \varphi_1 = 0; \quad 4) q_1 = -q_2, \varphi_1 = -\varphi_2;$$

$$5) q_1 = -\frac{1}{2} q_2, \varphi_1 = 0.$$

**86.** Две concentric сфeры имеют радиусы  $R_1 = 10$  см и  $R_2 = 20$  см. Внутренняя сфера заряжена и имеет заряд  $+q_1$ . Внешняя сфера заземлена. Чему равны заряд и потенциал внешней сфeры?



$$1) q_2 = -2q_1, \varphi_2 = 0. \quad 2) q_2 = 0, \varphi_2 = 0.$$

$$3) q_2 = -q_1, \varphi_2 > 0. \quad 4) q_2 = -\frac{1}{2} q_1, \varphi_2 = 0.$$

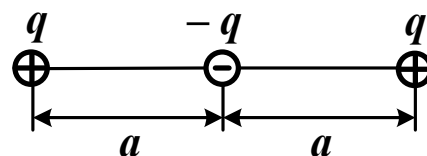
$$5) q_2 = -q_1, \varphi_2 = 0.$$

**87.** Найти потенциальную энергию электростатического взаимодействия системы из двух положительных и одного отрицательного точечных зарядов  $q$ , расположенных в вакууме в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a$ . Считать, что потенциальная энергия бесконечно удалённых друг от друга зарядов равна нулю.

$$1) -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{a}; \quad 2) 3 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{a}; \quad 3) -\frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{a};$$

$$4) +\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{a}; \quad 5) +\frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{a}.$$

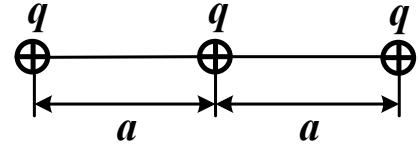
**88.** Найти потенциальную энергию электростатического взаимодействия системы трех точечных зарядов  $q$ , одинаковых по величине, но разных по знаку, расположенных в вакууме на одной прямой так, как показано на рисунке. Расстояние между ближайшими зарядами равно  $a$ . Считать, что потенциальная энергия бесконечно удалённых друг от друга зарядов равна нулю.



$$1) \frac{3}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a}; \quad 2) -\frac{1}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a}; \quad 3) -\frac{3}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a};$$

$$4) \frac{1}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a}; \quad 5) -\frac{5}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a}.$$

**89.** Найти потенциальную энергию электростатического взаимодействия системы трех точечных положительных зарядов  $q$ , одинаковых по величине, и расположенных в вакууме на одной прямой так, как показано на рисунке. Расстояние между ближайшими зарядами равно  $a$ . Считать, что потенциальная энергия бесконечно удаленных друг от друга зарядов равна нулю.



$$1) \frac{3}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a}; \quad 2) \frac{1}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a}; \quad 3) -\frac{1}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a};$$

$$4) -\frac{3}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a}; \quad 5) \frac{5}{24\pi\epsilon_0} \frac{1}{a} \frac{q^2}{a}.$$

**90.** Два удаленных друг от друга металлических шарика радиусами  $R_1 = 1$  см и  $R_2 = 2$  см несут заряды  $q_1$  и  $q_2$ . На короткое время шарики соединяют тонким проводником, емкостью которого можно пренебречь. Укажите верное соотношение между поверхностными плотностями заряда шариков  $\sigma'_1$  и  $\sigma'_2$  и их потенциалами  $\phi'_1$  и  $\phi'_2$  после соединения.

$$1) \sigma'_1 = \sigma'_2, \phi'_1 < \phi'_2. \quad 2) \sigma'_1 = \sigma'_2, \phi'_1 > \phi'_2.$$

$$3) \sigma'_1 = \sigma'_2, \phi'_1 = \phi'_2. \quad 4) \sigma'_1 > \sigma'_2, \phi'_1 = \phi'_2.$$

$$5) \sigma'_1 < \sigma'_2, \phi'_1 = \phi'_2.$$

### Задачи с числовым ответом

91. В некоторой области пространства напряженность электрического поля зависит от координаты  $x$  по закону  $E(x)=A/x^2+C$ , где  $A = 2 \text{ В}\cdot\text{м}$ ,  $C = 10 \text{ В/м}$ . Какова разность потенциалов между точками с координатами  $x_1 = 50 \text{ см}$  и  $x_2 = 1 \text{ м}$ ?

92. В некоторой области пространства напряженность электрического поля зависит от координаты  $x$  по закону  $E(x)=Bx+C$ , где  $B = 3 \text{ В/м}^2$ ,  $C = 10 \text{ В/м}$ . Какова разность потенциалов между точками с координатами  $x_1 = 50 \text{ см}$  и  $x_2 = 1 \text{ м}$ ?

93. В некоторой области пространства напряженность электрического поля зависит от координаты  $x$  по закону  $E(x)=Ax^2+Bx+C$ , где  $A = 2 \text{ В/м}^3$ ,  $B = 3 \text{ В/м}^2$ ,  $C = 10 \text{ В/м}$ . Какова разность потенциалов между точками с координатами  $x_1 = 50 \text{ см}$  и  $x_2 = 1 \text{ м}$ ?

94. В некоторой области пространства напряженность электрического поля зависит от координаты  $x$  по закону  $E(x)=Ax^2+Bx+C$ , где  $A = 2 \text{ В/м}^3$ ,  $B = 3 \text{ В/м}^2$ ,  $C = 10 \text{ В/м}$ . Какова разность потенциалов между точками с координатами  $x_1 = 10 \text{ см}$  и  $x_2 = 40 \text{ см}$ ?

95. В некоторой области пространства напряженность электрического поля зависит от координаты  $x$  по закону  $E(x)=A/x^2+C$ , где  $A = 2 \text{ В}\cdot\text{м}$ ,  $C = 10 \text{ В/м}$ . Какова разность потенциалов между точками с координатами  $x_1 = 10 \text{ см}$  и  $x_2 = 50 \text{ см}$ ?

96. В некоторой области пространства напряженность электрического поля зависит от координаты  $x$  по закону  $E(x)=Bx+C$ , где  $B = 3 \text{ В/м}^2$ ,  $C = 10 \text{ В/м}$ . Какова разность потенциалов между точками с координатами  $x_1 = 10 \text{ см}$  и  $x_2 = 50 \text{ см}$ ?

## СТАЦИОНАРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ

**Поляризация диэлектриков. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества.**

**Электрическое поле в однородном диэлектрике.**

**Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора**

**97.** В некоторой точке  $M$  в диэлектрике с относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  известны напряженность поля  $\vec{E}$  и вектор поляризации  $\vec{P}$ . Вектор электрического смещения в этой точке определяется выражением ...

- 1)  $\epsilon_0 \vec{E} - \vec{P}$ ;                      2)  $\epsilon \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$ ;                      3)  $\epsilon \epsilon_0 \vec{E} - \vec{P}$ ;  
4)  $\epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$ ;                      5)  $\vec{P} - \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$ .

**98.** Укажите *неверное в общем случае* выражение для потока вектора электрического смещения  $\vec{D}$  через поверхность  $S$ ;  $\vec{n}$  – вектор нормали к поверхности,  $\vec{dS} = \vec{n} dS$ ,  $\alpha$  – угол между  $\vec{n}$  и  $\vec{D}$ .

- 1)  $\int_S \vec{D} \cdot \vec{n} dS$ ;                      2)  $\int_S D dS$ ;                      3)  $\int_S D_n dS$ ;  
4)  $\int_S \vec{D} \cdot \vec{dS}$ ;                      5)  $\int_S D \cos \alpha dS$ .

**99.** Диэлектрик заполняет пространство между обкладками заряженного плоского конденсатора. Известны величина вектора поляризации  $P$  и величина электрического смещения  $D$ . Найти относительную диэлектрическую проницаемость диэлектрика.

- 1)  $P/(D-P)$ ;                      2)  $D/(D-P)$ ;                      3)  $(D+P)/D$ ;  
4)  $D/P$ ;                              5)  $D/P+1$ .

**100.** Укажите правильное соотношение между следующими величинами:  $\chi$  – диэлектрическая восприимчивость среды;  $\vec{D}$  – вектор электрического смещения;  $\vec{E}$  – вектор напряжённости поля;  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная.

$$1) \chi = \frac{\vec{D} + \epsilon_0 \vec{E}}{\epsilon_0 \vec{E}}; \quad 2) \chi = \frac{\vec{D} - \epsilon_0 \vec{E}}{\epsilon_0 \vec{E}};$$

$$3) \chi = \frac{\epsilon_0 \vec{E} - \vec{D}}{\epsilon_0 \vec{E}}; \quad 4) \chi = \frac{\epsilon_0 \vec{E}}{\vec{D} + \epsilon_0 \vec{E}}; \quad 5) \chi = \frac{\epsilon_0 \vec{E}}{\vec{D} - \epsilon_0 \vec{E}}.$$

**101.** Физический смысл диэлектрической проницаемости среды состоит в том, что это ...

1) величина, показывающая во сколько раз напряжённость электрического поля в данной среде больше, чем в вакууме;

2) величина, показывающая во сколько раз вектор электрического смещения в данной среде больше, чем в вакууме;

3) величина, показывающая во сколько раз вектор электрического смещения в данной среде меньше, чем в вакууме;

4) величина, показывающая во сколько раз вектор электрического смещения и вектор напряжённости в данной среде больше, чем в вакууме;

5) величина, показывающая во сколько раз напряжённость электрического поля в данной среде меньше, чем в вакууме.

Примечание. Во всех ответах предполагается, что электрическое поле в вакууме и в данной среде создаётся одними и теми же зарядами, а среда изотропна и однородна.

**102.** Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 400 В и отключен от источника тока. Если расстояние между обкладками конденсатора увеличить в 4 раза, то разность потенциалов станет равной ...

1) 400 В;    2) 1600 В;    3) 100 В;    4) 25 В;    5) 6400 В.

**103.** Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C$  подсоединен к источнику тока, который поддерживает разность потенциалов между обкладками, равную  $U$ . При заполнении такого конденсатора диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$  через источник пройдет заряд, равный по величине

1)  $CU\varepsilon$ ; 2)  $CU(\varepsilon - 1)$ ; 3)  $CU$ ; 4)  $\frac{CU}{\varepsilon}$ ; 5) 0.

**104.** Плоский воздушный конденсатор подключили к источнику с ЭДС  $E_0$ . Затем конденсатор отключили от источника и заполнили диэлектриком с проницаемостью  $\varepsilon = 4$ . Чему стало равно после этого напряжение  $U$  на обкладках конденсатора?

1)  $U = E_0/16$ ; 2)  $U = 16E_0$ ; 3)  $U = E_0$ ;  
4)  $U = 4E_0$ ; 5)  $U = E_0/4$ .

**105.** Плоский воздушный конденсатор емкости  $C$  подключили к источнику с ЭДС  $E_0$ . Затем расстояние между пластинами конденсатора, не отключая конденсатор от источника, уменьшили в два раза. Чему стал равен после этого заряд  $Q$  конденсатора?

1)  $Q = CE_0/2$ ; 2)  $Q = 2CE_0$ ; 3)  $Q = CE_0$ ;  
4)  $Q = 4CE_0$ ; 5)  $Q = CE_0/4$ .

**106.** Если к заряженному изолированному конденсатору, энергия электрического поля которого равна  $W$ , подключить параллельно второй такой же, но незаряженный конденсатор, то общая энергия электрического поля батарей конденсаторов будет равна

1)  $4W$ ; 2)  $2W$ ; 3)  $W$ ; 4)  $0,5W$ ; 5)  $0,25W$ .

**107.** Батарея из двух одинаковых плоских воздушных конденсаторов, соединенных последовательно, заряжена от источника напряжения и затем отсоединена от него. Как изменится разность потенциалов на клеммах этой батареи, если расстояние между пластинами одного из конденсаторов увеличить в два раза?



- 1) уменьшится в 3 раза;    2) уменьшится в 2 раза;  
 3) не изменится;            4) увеличится в 1,5 раза;  
 5) увеличится в 3 раза.

**108.** Батарея из двух одинаковых плоских воздушных конденсаторов, соединенных параллельно, заряжена от источника напряжения и затем отсоединена от него. Как изменится разность потенциалов на клеммах этой батареи, если расстояние между пластинами одного из конденсаторов увеличить в два раза?

- 1) уменьшится в 1,33 раза;    2) уменьшится в 1,5 раза;  
 3) не изменится;                4) увеличится в 1,33 раза;  
 5) увеличится в 1,5 раза.

**109.** Заряженный конденсатор емкостью  $C_1 = 4$  мкФ подключили параллельно к незаряженному конденсатору емкостью  $C_2$ . При этом напряжение на батарее конденсаторов стало равно 200 В, а ее энергия 0,1 Дж. Определите емкость конденсатора  $C_2$ .

- 1) 0,5 мкФ;    2) 4,0 мкФ;    3) 1,5 мкФ;    4) 2,0 мкФ;    5) 1,0 мкФ.

**110.** Плоский воздушный заряженный конденсатор обладает энергией  $W$ . Если при той же разности потенциалов между пластинами конденсатора все его геометрические размеры увеличить в  $k$  раз, то энергия конденсатора станет равной

- 1)  $Wk^2$ ;    2)  $Wk$ ;    3)  $\frac{W}{k}$ ;    4)  $W(k-1)$ ;    5)  $W$ .

**111.** Между обкладками плоского конденсатора находится пластинка из диэлектрика. Поверхностные плотности свободного и связанного зарядов равны соответственно  $\sigma = 6$  мкКл/м<sup>2</sup>,  $\sigma' = 2$  мкКл/м<sup>2</sup>. Найти диэлектрическую восприимчивость диэлектрика.

- 1) 0,5;    2) 1,0;    3) 1,5;    4) 2,0;    5) 2,5.

**112.** Между обкладками заряженного плоского конденсатора находится пластинка из диэлектрика. Поверхностная плотность связанного заряда  $\sigma' = 2$  мкКл/м<sup>2</sup>. Относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 2$ . Найти поверхностную плотность свободного заряда.

- 1) 1 мкКл/м<sup>2</sup>;                      2) 2 мкКл/м<sup>2</sup>;                      3) 3 мкКл/м<sup>2</sup>;  
 4) 4 мкКл/м<sup>2</sup>;                      5) 5 мкКл/м<sup>2</sup>.

**113.** Пластика из диэлектрика располагается между обкладками заряженного плоского конденсатора. Поверхностная плотность свободного заряда  $\sigma = 6$  мкКл/м<sup>2</sup>, относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 1,5$ . Найти поверхностную плотность связанного заряда.

- 1) 1 мкКл/м<sup>2</sup>;                      2) 2 мкКл/м<sup>2</sup>;                      3) 3 мкКл/м<sup>2</sup>;  
4) 4 мкКл/м<sup>2</sup>;                      5) 5 мкКл/м<sup>2</sup>.

**114.** Пластика из диэлектрика располагается между обкладками заряженного плоского конденсатора. Относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 2$ . Найти отношение поверхностной плотности свободного заряда к поверхностной плотности связанного.

- 1) 1,0;    2) 1,5;    3) 2,0;    4) 2,5;    5) 3,0.

### Задачи с численным ответом

**115.** На расстоянии  $a = 10$  нм друг от друга находятся два протона. Один из них закреплен, а второй начинает движение. Какой максимальной скорости достигнет этот протон? Заряд электрона  $q = +1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, масса протона  $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг. Ответ разделить на  $10^5$  и округлить до сотых.

**116.** К бесконечной гладкой плоскости, расположенной вертикально в поле тяжести Земли и имеющей поверхностную плотность заряда  $\sigma = 1$  мкКл/м<sup>2</sup>, прикреплен на нити одноименно заряженный шарик массы  $m = 0,5$  г и с зарядом  $q = 0,1$  мкКл. Считать ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Найти тангенс угла отклонения нити от вертикали.

**117.** Сфера с радиусом 2 см окружена концентрической сферической оболочкой радиуса 4 см и с зарядом 1 нКл. Внутренняя сфера заземлена. Найти потенциал внешней сферы.

**118.** Сфера с радиусом 5 см и зарядом 1 нКл окружена концентрической сферической оболочкой радиуса 10 см. Внешняя сфера заземлена. Найти потенциал внутренней сферы.

**119.** Плоский воздушный конденсатор ёмкостью 5 мкФ до напряжения 10 В. Конденсатор отключён от источника. Какую работу совершат силы электрического поля конденсатора, при заполнении его диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 2$ ? Ответ выразить в микроджоулях.

**120.** Две параллельные (бесконечные) плоскости заряжены равномерно. Поверхностные плотности заряда плоскостей:  $\sigma_1 = 2$  мкКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = -3$  мкКл/м<sup>2</sup>. Обозначим:  $E_1$  – величина напряженности электростатического поля в вакууме в области между плоскостями,  $E_2$  – величина напряженности поля вне этой области. Найти  $E_1/E_2$ .

**121.** Плоский воздушный конденсатор ёмкостью 5 мкФ до напряжения 10 В. Конденсатор отключён от источника. Какую работу нужно совершить сторонним силам, чтобы увеличить расстояние между пластинами конденсатора в 2 раза? Ответ выразить в микроджоулях.

**122.** Три конденсатора с ёмкостями  $C_1 = 5$  мкФ,  $C_2 = 10$  мкФ и  $C_3 = 5$  мкФ соединены последовательно и подключены к батарее. Напряжение на клеммах батареи 15 В. Найти напряжение на конденсаторе  $C_2$ .

**123.** Плоский воздушный конденсатор ёмкостью 5 мкФ до напряжения 10 В. Конденсатор отключён от источника. Какую работу совершат силы электрического поля конденсатора, при заполнении его диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 2$ ? Ответ выразить в микроджоулях.

**124.** Два конденсатора с ёмкостями  $C_1 = C_2 = 10$  мкФ соединены последовательно и подключены к батарее. Напряжение на клеммах батареи 10 В. Конденсатор  $C_1$ , не отключая конденсаторы от источника, заполняют диэлектриком с  $\varepsilon = 4$ . На сколько изменится заряд на конденсаторе  $C_2$ ? Ответ выразить в микрокулонах. (Если заряд возрастёт, знак «+» в ответе не указывать, если уменьшится, знак «-» указать).

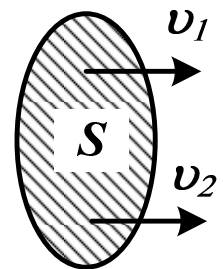
**125.** Внутри плоского воздушного конденсатора ёмкостью 5 мкФ поместили две диэлектрические пластины одинаковой толщины, которые полностью заполнили пространство между обкладками конденсатора. Площадь каждой из пластин равна площади обкладок конденсатора. Диэлектрическая

проницаемость первой пластины  $\varepsilon_1 = 2$ , второй –  $\varepsilon_2 = 3$ . Найти новую ёмкость конденсатора. Ответ выразить в микрофарадах.

## ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

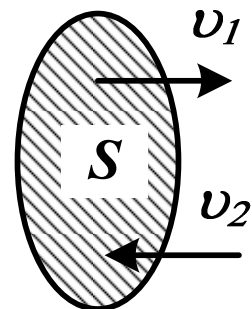
**Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля – Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа**

**126.** Через сечение  $S = 1 \text{ мм}^2$  за 2 с равномерно переносятся заряды  $q_1 = +2 \text{ Кл}$   $q_2 = -6 \text{ Кл}$ . Стрелками с соответствующими номерами указано направление скоростей движения зарядов.  $\vec{j}$  – вектор плотности тока в сечении  $S$ . Укажите правильный ответ:



- 1)  $|\vec{j}| = 8 \text{ А/мм}^2$ , ток течет слева направо;
- 2)  $|\vec{j}| = 4 \text{ А/мм}^2$ , ток течет справа налево;
- 3)  $|\vec{j}| = 2 \text{ А/мм}^2$ , ток течет справа налево;
- 4)  $|\vec{j}| = 8 \text{ А/мм}^2$ , ток течет справа налево;
- 5)  $|\vec{j}| = 2 \text{ А/мм}^2$ , ток течет слева направо.

**127.** Через сечение  $S = 1 \text{ мм}^2$  за 2 с равномерно переносятся заряды  $q_1 = -2 \text{ Кл}$   $q_2 = +6 \text{ Кл}$ . Стрелками с соответствующими номерами указано направление скоростей движения зарядов.  $\vec{j}$  – вектор плотности тока в сечении  $S$ . Укажите правильный ответ:



- 1)  $|\vec{j}| = 4 \text{ А/мм}^2$ , ток течет справа налево;
- 2)  $|\vec{j}| = 8 \text{ А/мм}^2$ , ток течет слева направо;
- 3)  $|\vec{j}| = 8 \text{ А/мм}^2$ , ток течет справа налево;
- 4)  $|\vec{j}| = 2 \text{ А/мм}^2$ , ток течет справа налево;

5)  $|\vec{j}| = 2 \text{ А/мм}^2$ , ток течет слева направо.

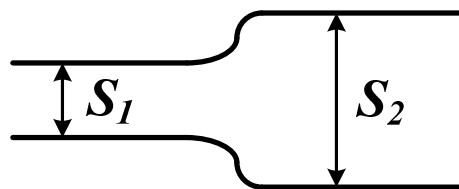
**128.** Какова средняя скорость упорядоченного движения электронов в проводнике с поперечным сечением  $1 \text{ мм}^2$ , по которому течет ток  $6,4 \text{ А}$ . Концентрация свободных зарядов в проводнике равна  $10^{29} \text{ 1/м}^3$ , элементарный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

- 1)  $0,4 \text{ м/с}$ ;    2)  $4000 \text{ м/с}$ ;    3)  $0,4 \text{ мм/с}$ ;    4)  $6,4 \text{ м/с}$ ;  
5) скорость движения электронов равна скорости распространения электрического поля,  $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

**129.** Найти среднюю скорость упорядоченного движения электронов в проводнике с поперечным сечением которого составляет  $1 \text{ мм}^2$ . Ток в проводнике равен  $9,6 \text{ А}$ . Концентрация свободных зарядов в проводнике  $1,0 \cdot 10^{29} \text{ 1/м}^3$ .

- 1)  $1,67 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$ ;    2)  $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ;    3)  $6 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}$ ;  
4)  $6 \cdot 10^2 \text{ м/с}$ ;    5)  $16,7 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$ .

**130.** Постоянный ток течет по проводнику переменного сечения, выполненного из одного и того же металла.  $\vec{E}_1$  – напряженность электрического поля в сечении  $S_1$



проводника.  $\vec{E}_2$  – напряженность электрического поля в сечении  $S_2$  проводника. Укажите правильный ответ ( $E = |\vec{E}|$ ):

- 1) внешнее электрическое поле в проводник не проникает, поэтому  $E_1 = E_2 = 0$ ;  
2)  $E_1 < E_2$ ;    3)  $E_1 > E_2$ ;    4)  $E_1 = E_2 \neq 0$ .

**131.** Закон Ома в дифференциальной форме имеет вид:  $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ . Укажите **неправильное** утверждение среди следующих:

- 1)  $\sigma$  – удельное сопротивление материала проводника;

- 2) направление вектора  $\vec{j}$  совпадает с направлением вектора напряженности поля  $\vec{E}$ ;
- 3)  $\vec{E}$  – вектор напряженности поля в проводнике;
- 4)  $\vec{j}$  – вектор плотности тока.

**132.** Два проводника с сопротивлениями 10 Ом и 100 Ом соединены последовательно. Общее напряжение на них 11 В. Чему равна сила тока в проводнике с меньшим сопротивлением?

- 1) 10;    2) 10/11 А;    3) 1 А;    4) 1,1 А;    5) 0,1 А

**133.** Чему равна сила тока в стальном проводнике (удельное сопротивление  $\rho = 1,2 \cdot 10^{-7}$  Ом/м) длиной 100 м и сечением 5 мм<sup>2</sup>, если к нему приложено напряжение 6 В?

- 1) 14,4 мА;    2) 0,4 мА;    3) 2500 А;    4) 2,5 А;    5) 70 А.

**134.** Каким станет сопротивление проводника, если его разрезать на три равные части, а затем эти части соединить параллельно? Сопротивление неразрезанного проводника 3 Ом.

- 1) 9 Ом;    2) 27 Ом;    3) 3 Ом;    4) 1 Ом;    5) 0,333 Ом.

**135.** Сопротивление куска провода без изоляции 10 Ом. Каким станет сопротивление, если провод свернуть вдвое и скрутить?

- 1) 40 Ом;    2) 20 Ом;    3) 10 Ом;    4) 5 Ом;    5) 2,5 Ом.

**136.** Имеется два медных проводника. Один из них имеет длину  $L$  и диаметр  $d$ , а другой - длину  $2L$  и диаметр  $d/2$ . Сопротивление первого проводника 10 Ом. Каково сопротивление второго?

- 1) 2,5 Ом;    2) 1,25 Ом;    3) 10 Ом;    4) 20 Ом;    5) 80 Ом.

**137.** Сила тока в проводнике 8 А. Какой станет сила тока в проводнике, если его длину уменьшить в 2 раза, площадь сечения увеличить в 2 раза, а напряжение на его концах уменьшить в 4 раза?

- 1) 1 А;    2) 2 А;    3) 8 А;    4) 16 А;    5) 4 А.

**138.** К батарее с внутренним сопротивлением  $0,5 \text{ Ом}$  и ЭДС  $4,5 \text{ В}$  подключен резистор. Каково его сопротивление, если идеальный вольтметр, присоединенный к зажимам батареи показывает  $4,45 \text{ В}$ ?

- 1)  $0,5 \text{ Ом}$ ; 2)  $44,5 \text{ Ом}$ ; 3)  $445 \text{ Ом}$ ; 4)  $49,4 \text{ Ом}$ ; 5)  $0,445 \text{ Ом}$ .

**139.** Две лампы с одинаковым сопротивлением  $R = 5 \text{ Ом}$  каждая включены последовательно в сеть с напряжением  $U = 12 \text{ В}$ . Какова электрическая мощность одной лампы в данных условиях?

- 1)  $10 \text{ Вт}$ ; 2)  $28,8 \text{ Вт}$ ; 3)  $7,2 \text{ Вт}$ ; 4)  $14,4 \text{ Вт}$ ; 5)  $30 \text{ Вт}$ .

**140.** Гирлянда из  $12$  электрических ламп, соединенных последовательно, подключена к источнику постоянного напряжения. Как изменится расход электроэнергии, если количество ламп сократить до  $10$ ?

- 1) уменьшится в  $1,44$  раза; 2) увеличится в  $1,44$  раза;  
3) увеличится в  $1,2$  раза; 4) уменьшится в  $1,2$  раза;  
5) не изменится.

**141.** Гирлянда из  $24$  электрических ламп, соединенных последовательно, подключена к источнику постоянного напряжения. Как изменится расход электроэнергии, если количество ламп сократить до  $20$ ?

- 1) уменьшится в  $1,44$  раза; 2) увеличится в  $1,44$  раза;  
3) увеличится в  $1,2$  раза; 4) уменьшится в  $1,2$  раза;  
5) не изменится.

**142.** Два сопротивления величиной  $R$  каждое подключают к электрической сети, соединив их последовательно или параллельно. Напряжение в сети постоянно. Полезная мощность, выделяющаяся на обоих сопротивлениях при последовательном соединении  $P_1$ , а при параллельном –  $P_2$ . Укажите правильный ответ:

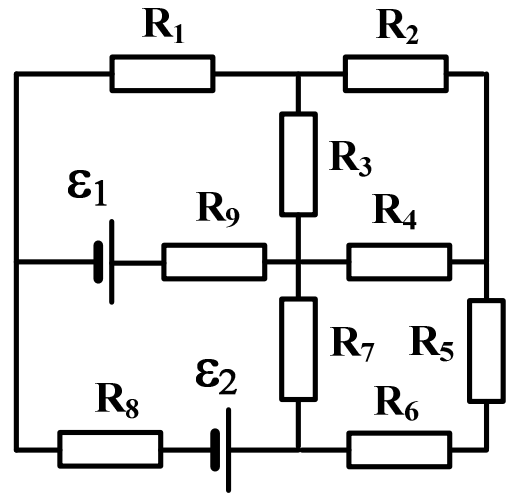
- 1)  $\frac{P_1}{P_2} = 4$ ; 2)  $\frac{P_1}{P_2} = 2$ ; 3)  $\frac{P_1}{P_2} = 0,25$ ; 4)  $\frac{P_1}{P_2} = 1$ ; 5)  $\frac{P_1}{P_2} = 0,5$ .

**143.** Уравнение второго правила Кирхгофа для одного из контуров схемы имеет вид:

$$I_1 R_9 + I_4 R_4 + I_5 R_5 + I_5 R_6 + I_6 R_8 = \varepsilon_1.$$

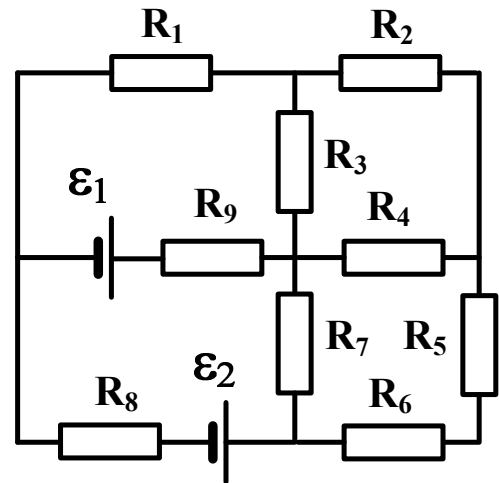
Как выбрано направление обхода контура?

- 1) против часовой стрелки;
- 2) по часовой стрелке;
- 3) ответить невозможно, допустимы разные формы записи этого уравнения;
- 4) уравнение записано неверно.



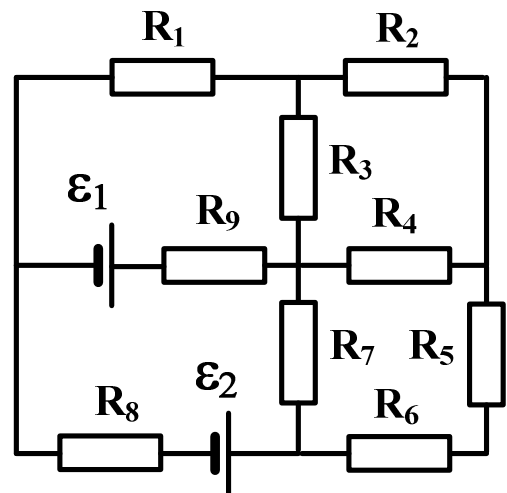
**144.** Второе правило Кирхгофа для одного из контуров схемы имеет вид:  $I_1 R_9 + I_4 R_4 + I_5 R_5 + I_5 R_6 + I_6 R_8 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$ . Как выбрано направление обхода контура?

- 1) по часовой стрелке;
- 2) ответить невозможно, допустимы разные формы записи этого уравнения;
- 3) против часовой стрелки;
- 4) уравнение записано неверно.

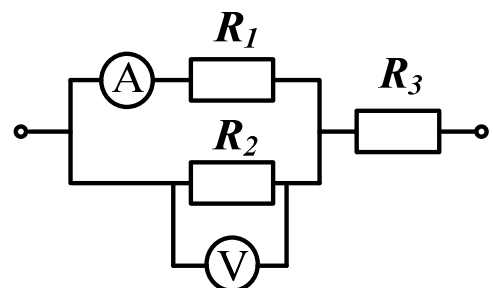


**145.** Второе правило Кирхгофа для одного из контуров схемы имеет вид:  $I_1 R_9 + I_4 R_4 + I_5 R_5 + I_5 R_6 + I_6 R_8 = \varepsilon_2 + \varepsilon_1$ . Как выбрано направление обхода контура?

- 1) уравнение записано неверно;
- 2) по часовой стрелке;
- 3) против часовой стрелки;
- 4) ответить невозможно, допустимы разные формы записи этого уравнения.



**146.** Вольтметр (см. схему) показывает 12 В.  $R_1 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 12 \text{ Ом}$ ,



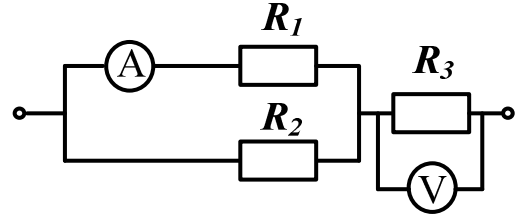


$R_3 = 4 \text{ Ом}$ . Что показывает ампер-метр?

- 1) 2 А; 2) 1 А; 3) 3 А;  
4) 0,5 А; 5) 4 А.

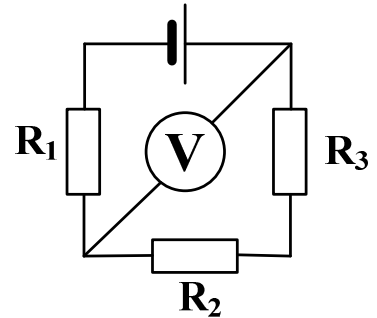
**147.** Вольтметр (см.схему) показывает 12 В.  $R_1 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 12 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 4 \text{ Ом}$ . Что показывает ампер-метр?

- 1) 2 А; 2) 1 А; 3) 3 А;  
4) 0,5 А; 5) 4 А.

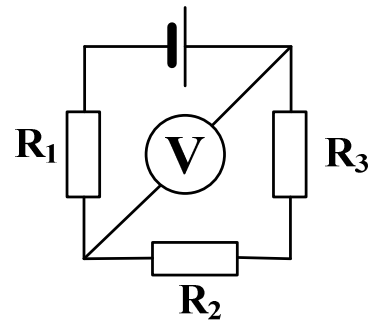


### Задачи с числовым ответом

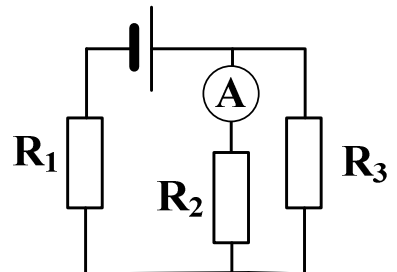
**148.** На рисунке  $R_1 = 130 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = 100 \text{ Ом}$ , ЭДС батареи 300 В, а её внутреннее сопротивление 10 Ом. Какое напряжение покажет вольтметр? Сопротивление вольтметра  $R_V = 800 \text{ Ом}$ .



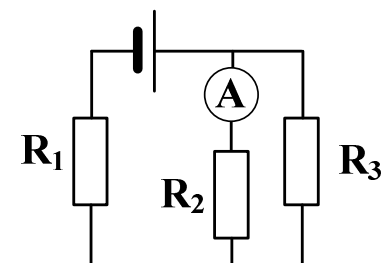
**149.** На рисунке  $R_1 = 40 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = 100 \text{ Ом}$ . Вольтметр показывает  $U_V = 200 \text{ В}$ , сопротивление вольтметра  $R_V = 800 \text{ Ом}$ . Определить ЭДС батареи, пренебрегая её сопротивлением.



**150.** На рисунке  $R_1 = 7 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 30 \text{ Ом}$ . ЭДС батареи 80 В, её внутреннее сопротивление 1 Ом. Определить показания амперметра. Амперметр считать идеальным.

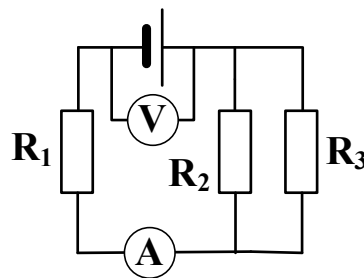


**151.** На рисунке  $R_1 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 400 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 100 \text{ Ом}$ . Амперметр показывает  $I_2 = 0,2 \text{ А}$ , сопротивление амперметра пренебре-



жимо мало. Определить ЭДС батареи, пренебрегая ее сопротивлением.

**152.** На рисунке  $R_1 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 400 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 100 \text{ Ом}$ . Амперметр показывает  $I = 0,1 \text{ А}$ . Вольтметр и амперметр идеальные. Определить показания вольтметра.



## СТАЦИОНАРНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ

**Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Закон Био – Савара – Лапласа. Теорема о циркуляции. Магнитный момент тока**

**153.** Если на линейный проводник длиной 50 см с током 2 А, помещенный в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл, действует сила 0,05 Н, то угол между проводником и вектором магнитной индукции равен ...

- 1)  $0^\circ$ ;      2)  $90^\circ$ ;      3)  $45^\circ$ ;      4)  $60^\circ$ ;      5)  $30^\circ$ .

**154.** Линейный проводник длиной 20 см при силе тока в нем 5 А находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл. Если угол, образованный проводником с направлением вектора индукции, равен  $30^\circ$ , то на проводник действует сила, модуль которой равен ...

- 1) 0,1Н;      2) 10,0 Н;      3) 0,2Н;      4) 20,0 Н;      5) 1,0 Н.

**155.** Прямолинейный проводник, по которому течет постоянный ток, находится в однородном магнитном поле и расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции. Если

этот проводник повернуть так, чтобы он располагался под углом  $45^\circ$  к линиям магнитной индукции, то сила Ампера, действующая на него, ...

- 1) увеличится в  $\sqrt{2}$  раз;
- 2) уменьшится в 2 раза;
- 3) останется неизменной;
- 4) станет равной нулю;
- 5) уменьшится в  $\sqrt{2}$  раз.

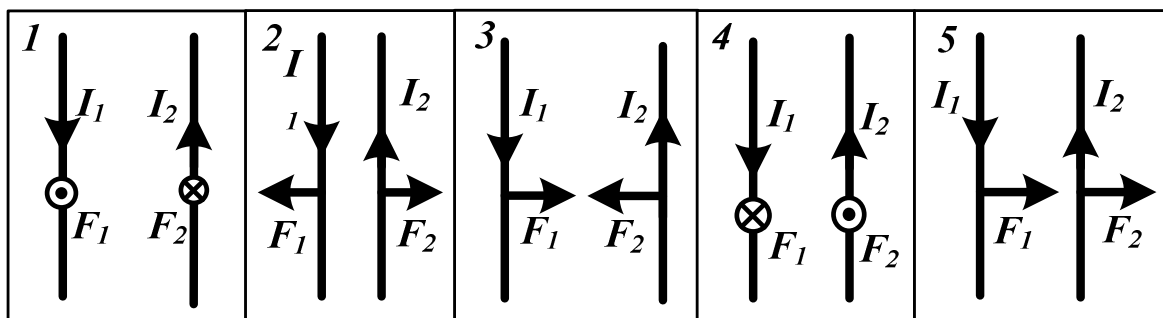
**156.** Прямолинейный проводник, по которому течет постоянный ток, находится в однородном магнитном поле и расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции. Если этот проводник повернуть так, чтобы он располагался параллельно к линиям магнитной индукции, то сила Ампера, действующая на него,

- 1) увеличится в  $\sqrt{2}$  раз;
- 2) уменьшится в 2 раза;
- 3) останется неизменной;
- 4) станет равной нулю;
- 5) уменьшится в  $\sqrt{2}$  раз.

**157.** На сколько отличаются наибольшее и наименьшее значения модуля силы, действующей на прямой провод длиной 20 см с током 10 А, при различных положениях провода в однородном магнитном поле, индукция которого равна 1 Тл?

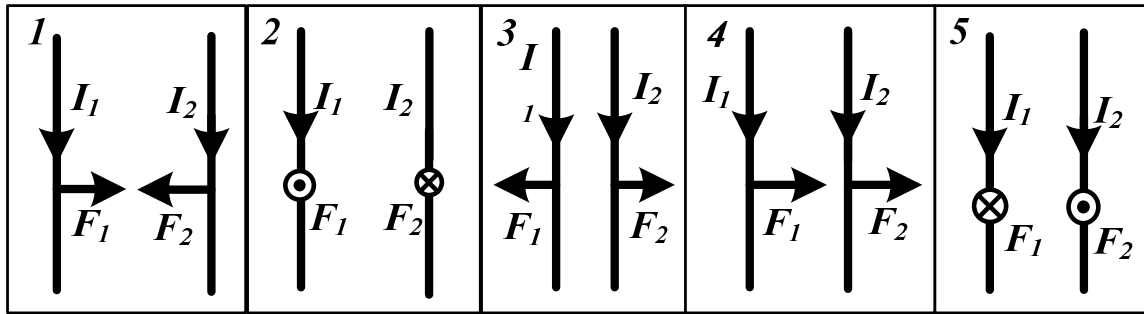
- 1) 200Н;
- 2) 2 Н;
- 3) 1 Н;
- 4) 20 Н;
- 5) 10 Н.

**158.** По двум параллельным прямым проводникам текут токи в противоположных направлениях. Как направлены силы, действующие на эти проводники? В качестве ответа укажите номер рисунка с правильными направлениями сил.



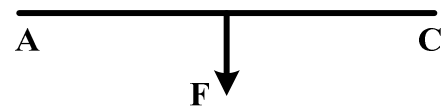
**159.** По двум параллельным прямым проводникам текут токи в одном направлении. Как направлены силы, действующие на эти

проводники? В качестве ответа укажите номер рисунка с правильными направлениями сил.



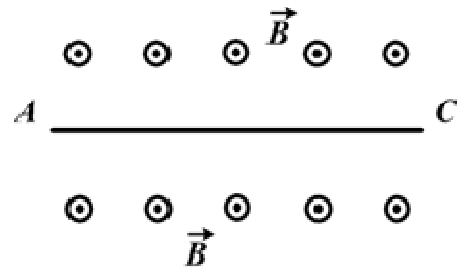
**160.** Прямой проводник с током помещен в однородное магнитное поле индукции  $\vec{B}$ . На проводник действует сила Ампера, направление которой указано на рисунке. Как может быть направлен вектор магнитной индукции, если потенциал точки  $A$  больше потенциала точки  $C$ ?

- 1) перпендикулярно плоскости рисунка, от наблюдателя;
- 2) перпендикулярно плоскости рисунка, на наблюдателя;
- 3) вправо;
- 4) вверх;
- 5) влево.

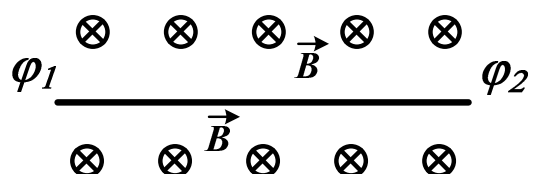


**161.** Прямой проводник с током помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции  $B$  (вектор индукции направлен «на наблюдателя»). Как направлена сила Ампера, действующая на проводник, если потенциал электрического поля в точке  $A$  меньше потенциала электрического поля в точке  $C$ ?

- 1) вниз;
- 2) вверх;
- 3) перпендикулярно плоскости рисунка, от наблюдателя;
- 4) перпендикулярно плоскости рисунка, на наблюдателя;
- 5) в данном случае сила Ампера на проводник не действует.



**162.** Прямой проводник с током помещен в однородное



магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции  $B$  (вектор индукции направлен «от наблюдателя»). Как направлена сила Ампера, действующая на проводник, если потенциал электрического поля в точке 1 больше потенциала электрического поля в точке 2 ( $\varphi_1 > \varphi_2$ )?

- 1) вниз;
- 2) вверх;
- 3) перпендикулярно плоскости рисунка, от наблюдателя;
- 4) перпендикулярно плоскости рисунка, на наблюдателя;
- 5) в данном случае сила Ампера на проводник не действует.

**163.** Протон (заряд положителен), двигавшийся равномерно в горизонтальной плоскости, влетает в область однородного магнитного поля, вектор магнитной индукции которого направлен вертикально вверх. Под действием однородного магнитного поля он ...

- 1) будет двигаться по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки;
- 2) продолжит равномерное прямолинейное движение;
- 3) будет двигаться по окружности в вертикальной плоскости по часовой стрелке;
- 4) будет двигаться по окружности в вертикальной плоскости против часовой стрелки;
- 5) будет двигаться по окружности в горизонтальной плоскости по часовой стрелке.

**164.** Протон (заряд положителен), двигавшийся равномерно в горизонтальной плоскости, влетает в область однородного магнитного поля, вектор магнитной индукции которого направлен вертикально вниз. Под действием однородного магнитного поля он ...

- 1) будет двигаться по окружности в горизонтальной плоскости по часовой стрелке;
- 2) будет двигаться по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки;
- 3) продолжит равномерное прямолинейное движение;
- 4) будет двигаться по окружности в вертикальной плоскости по часовой стрелке;
- 5) будет двигаться по окружности в вертикальной плоскости против часовой стрелки.

**165.** Первоначально покоящийся протон (заряд положителен) под действием однородного магнитного поля, вектор магнитной индукции которого направлен вертикально вниз, ...

- 1) придет в движение по окружности, лежащей в горизонтальной плоскости;
- 2) придет в движение по окружности, лежащей в вертикальной плоскости;
- 3) придет в равноускоренное движение вниз;
- 4) придет в равноускоренное движение вверх;
- 5) останется в состоянии покоя.

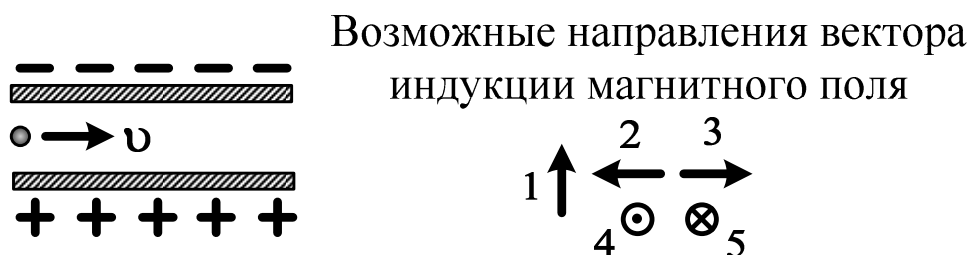
**166.** Электрон (заряд отрицателен), двигавшийся равномерно в горизонтальной плоскости, влетает в область однородного магнитного поля, вектор магнитной индукции которого направлен вертикально вниз. Под действием однородного магнитного поля он...

- 1) будет двигаться по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки;
- 2) продолжит равномерное прямолинейное движение;
- 3) будет двигаться по окружности в горизонтальной плоскости по часовой стрелке;
- 4) будет двигаться по окружности в вертикальной плоскости по часовой стрелке;
- 5) будет двигаться по окружности в вертикальной плоскости против часовой стрелки.

**167.** Первоначально покоящийся электрон (заряд отрицателен) под действием однородного магнитного поля, вектор магнитной индукции которого направлен вертикально вверх, ...

- 1) придет в движение по окружности, лежащей в горизонтальной плоскости;
- 2) останется в состоянии покоя;
- 3) придет в движение по окружности, лежащей в вертикальной плоскости;
- 4) придет в равноускоренное движение вниз;
- 5) придет в равноускоренное движение вверх.

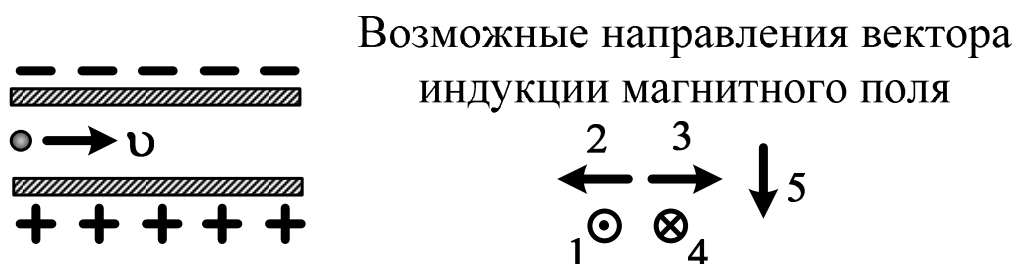
**168.** Положительно заряженная частица влетела в электрическое поле конденсатора параллельно его обкладкам. Для того чтобы частица не отклонялась по вертикали, направление вектора



магнитной индукции должно совпадать с направлением вектора номер ...

- 1) 1;                      2) 2;                      3) 3;                      4) 4;                      5) 5.

**169.** Отрицательно заряженная частица влетела в электрическое поле конденсатора параллельно его обкладкам. Для того чтобы частица не отклонялась по вертикали, направление вектора



магнитной индукции должно совпадать с направлением вектора номер ...

- 1) 1;                      2) 2;                      3) 3;                      4) 4;                      5) 5.

**170.** Как изменится период обращения заряженной частицы в циклотроне при увеличении её скорости в два раза? Рассмотрите нерелятивистский случай ( $v \ll c$ ).

- 1) увеличится в 4 раза;                      2) увеличится в 8 раз;  
3) не изменится;                                4) увеличится в 2 раза;  
5) увеличится в 16 раз.

**171.** Как изменится период обращения заряженной частицы в циклотроне при увеличении её импульса в два раза? Рассмотрите нерелятивистский случай ( $v \ll c$ ).

- 1) увеличится в 1,41 раза;                      2) увеличится в 2 раза;

- 3) уменьшится в 2 раза;                      4) уменьшится в 1,41 раза;  
5) не изменится.

**172.** Как изменится радиус окружности, по которой движется заряженная частица в магнитном поле, при увеличении импульса частицы в четыре раза? Рассмотрите нерелятивистский случай ( $v \ll c$ ).

- 1) не изменится;                      2) увеличится в 4 раза;  
3) увеличится в 2 раза;              4) увеличится в 8 раз;  
5) увеличится в 16 раз.

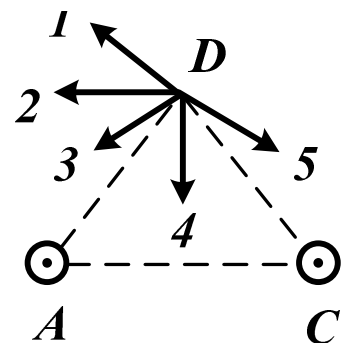
**173.** Как изменится радиус окружности, по которой движется заряженная частица в магнитном поле при увеличении её кинетической энергии в 4 раза? Рассмотрите нерелятивистский случай ( $v \ll c$ ).

- 1) не изменится;                      2) увеличится в 2 раза;  
3) увеличится в 4 раза;              4) увеличится в 8 раз;  
5) увеличится в 16 раз.

**174.** Если заряженная частица, заряд которой  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиуса  $R$ , то модуль импульса частицы равен ...

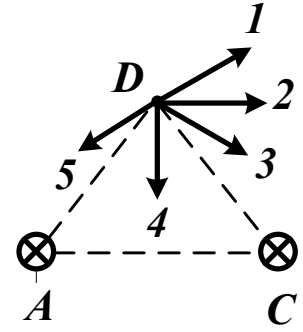
- 1)  $p = \sqrt{qBR}$ ;              2)  $p = qBR$ ;              3)  $p = \frac{qB}{R}$ ;  
4)  $p = \frac{R}{qB}$ ;              5)  $p = \sqrt{\frac{qB}{R}}$ .

**175.** По двум проводникам текут одинаковые токи, направление которых совпадает (см. рис.). Определите правильное направление вектора индукции магнитного поля в точке D, если длины отрезков  $AC = AD = CD$ . В качестве ответа укажите номер стрелки, указывающей верное направление.

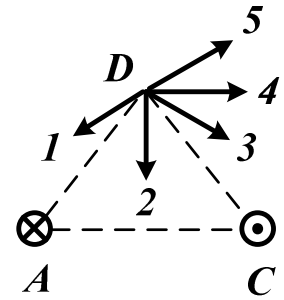




**176.** По двум проводникам текут одинаковые токи, направление которых совпадает (см. рис.). Определите правильное направление вектора индукции магнитного поля в точке  $D$ , если длины отрезков  $AC = AD = CD$ . В качестве ответа укажите номер стрелки, указывающей верное направление.



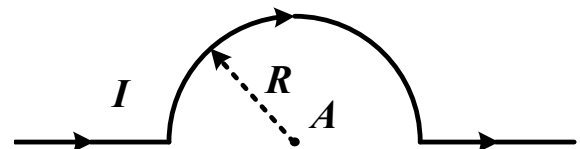
**177.** По двум проводникам текут одинаковые по величине токи, направление которых противоположно (см. рис.). Определите правильное направление вектора индукции магнитного поля в точке  $D$ , если длины отрезков  $AC = AD = CD$ . В качестве ответа укажите номер стрелки, указывающей верное направление.



**178.** Длинный провод образует плоскую петлю круглой формы так, что провод лежит в плоскости петли. По проводу течет ток  $I$ . Найти величину магнитной индукции  $B$  в центре петли, если известно, что радиус петли  $R$ .

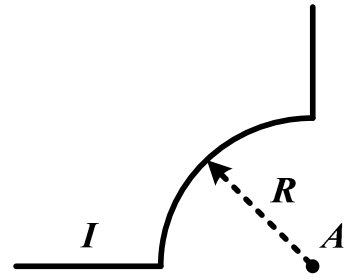
- 1)  $\frac{\mu_0 I}{2R}$ ;      2)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ ;      3)  $\frac{\mu_0 I}{R}$ ;  
 4)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}(\pi + 2)$ ;      5)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}(\pi + 1)$ .

**179.** Найти величину индукции магнитного поля в центре полуокружности радиуса  $R$  (точка  $A$  на рисунке). Подводящие провода прямые и очень длинные. Сила тока в проводах  $I$ .



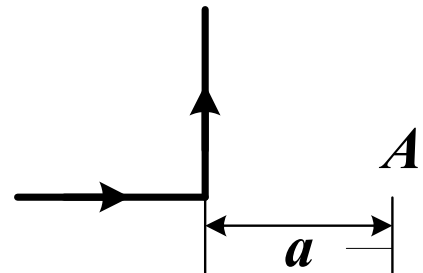
- 1)  $B = \frac{\mu_0 I}{2R} + \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ ;      2)  $B = \frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ ;  
 3)  $B = \frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$ ;      4)  $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$ ;      5)  $B = \frac{\mu_0 I}{4R}$ .

**180.** Найти величину индукции магнитного поля в центре дуги радиуса  $R$  (точка  $A$  на рисунке). Подводящие провода прямые и очень длинные. Сила тока в проводах  $I$ .



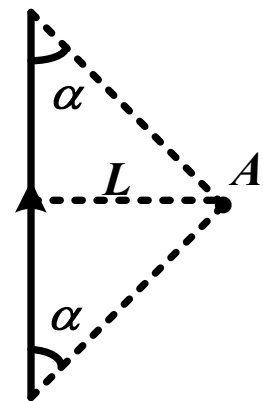
- 1)  $B = \frac{\mu_0 I}{2R} + \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ ;    2)  $B = \frac{\mu_0 I}{8R} + \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ ;  
 3)  $B = \frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$ ;    4)  $B = \frac{\mu_0 I}{8R}$ ;    5)  $B = \frac{\mu_0 I}{4R}$ .

**181.** Прямой бесконечно длинный проводник с током  $I$  согнут под прямым углом. Чему равен модуль магнитной индукции поля, созданного в точке  $A$  на продолжении одной из частей провода на расстоянии  $a$  от вершины прямого угла?



- 1)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \frac{\sqrt{2}}{2}$ ;    2)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \sqrt{2}$ ;    3)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$ ;  
 4) 0;    5)  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ .

**182.** Постоянный ток течёт по участку прямого проводника. Сила тока  $I$ . Чему равна индукция магнитного поля, создаваемого этим участком проводника с током, в точке  $A$  на рисунке. Расстояние от проводника до точки наблюдения равно  $L$ . Угол  $\alpha = 45^\circ$ .



- 1)  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi L}$ ;    2)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi L \cos 45^\circ}$ ;  
 3)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi L} (\cos 45^\circ - \cos 45^\circ)$ ;  
 4)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi L} \cos 45^\circ$ ;    5)  $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi L} \cdot 2 \cos 45^\circ$ .

**183.** Плоский контур с током находится в магнитном поле. Какое положение является для него положением устойчивого равновесия?  $\vec{B}$  – вектор индукции магнитного поля,  $\vec{p}_m$  – магнитный момент контура.

- 1) Положение, при котором  $\vec{p}_m$  параллелен  $\vec{B}$ , причём векторы направлены в одну сторону.
- 2) Положение, при котором  $\vec{p}_m$  параллелен  $\vec{B}$ , причём эти векторы направлены в противоположные стороны.
- 3) Положение, при котором  $\vec{p}_m$  перпендикулярен  $\vec{B}$ .
- 4) Положение, при котором  $\vec{p}_m$  параллелен  $\vec{B}$ , при этом безразлично, направлены векторы в одну сторону или противоположны по направлению.
- 5) Положение устойчивого равновесия определяется минимумом потенциальной энергии, величина которой не зависит от направления векторов  $\vec{B}$  и  $\vec{p}_m$ .

**184.** Виток с током помещён в неоднородное магнитное поле с индукцией  $\vec{B}$  (см. рис.). Магнитный момент витка  $\vec{p}_m$ . Как будет вести себя этот виток?

- 1) Виток будет перемещаться по направлению к точке  $A$ , не изменяя ориентации магнитного момента.
- 2) Виток будет перемещаться по направлению к точке  $C$ , не изменяя ориентации магнитного момента.
- 3) Виток будет перемещаться по направлению к точке  $A$  и развернётся так, что его магнитный момент  $\vec{p}_m$  будет сориентирован по направлению от  $A$  к  $C$ .
- 4) Виток развернётся так, что его магнитный момент  $\vec{p}_m$  будет сориентирован по направлению от  $A$  к  $C$ . Центр витка останется на месте.
- 5) Виток развернётся так, что его магнитный момент  $\vec{p}_m$  будет сориентирован по направлению от  $C$  к  $A$ . Центр витка останется на месте.

**185.** По плоскому контуру в виде окружности радиуса  $R$  течёт ток  $I$ . Направление тока – против часовой стрелки. Контур расположен в горизонтальной плоскости. Чему равен и куда направлен магнитный момент этого контура?

- 1)  $p_m = I \cdot 2\pi R$ , вверх;      2)  $p_m = I \cdot 2\pi R$ , вниз;  
3)  $p_m = I \cdot \pi R^2$ , вниз;      4)  $p_m = I \cdot \pi R^2$ , вверх;  
5)  $p_m = I \cdot \pi R^2$ , по направлению тока.

**186.** По плоскому контуру в виде окружности радиуса  $R$  течёт ток  $I$ . Направление тока – против часовой стрелки. Контур расположен в горизонтальной плоскости. Чему равен и куда направлен магнитный момент этого контура?

- 1)  $p_m = I \cdot 2\pi R$ , вверх;      2)  $p_m = I \cdot 2\pi R$ , вниз;  
3)  $p_m = I \cdot \pi R^2$ , вниз;      4)  $p_m = I \cdot \pi R^2$ , вверх;  
5)  $p_m = I \cdot \pi R^2$ , по направлению тока.

**187.** Плоский контур с током в виде окружности радиуса  $R$  находится в однородном магнитном поле, вектор индукции которого параллелен плоскости контура. В контуре течёт ток  $I$ . Величина индукции магнитного поля  $B$ . По какой формуле следует вычислять величину момента сил, действующих на этот контур?

- 1)  $M = I \cdot 2\pi R \cdot B \sin 90^\circ$ ;      2)  $M = I \cdot 2\pi R \cdot B \sin 0^\circ$ ;  
3)  $M = I \cdot \pi R^2 \cdot B \sin 90^\circ$ ;      4)  $M = I \cdot \pi R^2 \cdot B \sin 0^\circ$ ;  
5)  $M = 2B\pi R^2 I \sin 90^\circ$ .

**188.** Квадратный контур, длина стороны которого равна 20 см, находится в магнитном поле с индукцией 1 Тл. По контуру течёт ток 10 А. На контур действует момент сил 0,2 Н·м. Какой угол составляет направление вектора магнитной индукции с направлением нормали к плоскости контура?

- 1)  $45^\circ$ ;    2)  $60^\circ$ ;    3)  $30^\circ$ ;    4)  $0^\circ$ ;    5)  $90^\circ$ .

**189.** Квадратный контур, длина стороны которого равна 20 см, находится в магнитном поле с индукцией 1 Тл. По контуру течёт ток 10 А. На контур действует момент сил 0,2 Н·м. Какой угол составляет направление вектора магнитной индукции с нормалью к контуру?

- 1) 45°;    2) 60°;    3) 30°;    4) 0°;    5) 90°.

**190.** Квадратный контур, длина стороны которого равна 10 см, находится в магнитном поле с индукцией 1 Тл. По контуру течёт ток 10 А. Какова величина механического вращающего момента, действующего на контур, если линии магнитной индукции составляют с плоскостью контура угол 60°?

- 1) 0,0866 Н·м;    2) 0,2 Н·м;    3) 0,1 Н·м;  
4) 0,05 Н·м;    5) 0,346 Н·м.

**191.** Квадратный контур, длина стороны которого равна 10 см, находится в магнитном поле с индукцией 1 Тл. По контуру течёт ток 10 А. Какова величина механического вращающего момента, действующего на контур, если линии магнитной индукции составляют с плоскостью контура угол 30°?

- 1) 0,0866 Н·м;    2) 0,2 Н·м;    3) 0,1 Н·м;  
4) 0,05 Н·м;    5) 0,346 Н·м.

**192.** Плоский контур с током в виде окружности находится в однородном магнитном поле, направление вектора индукции которого параллельно плоскости контура. Площадь, охватываемая контуром, равна  $S$ . Величина индукции магнитного поля  $B$ . Какое изменение магнитного потока, пронизывающего контур, происходит при повороте контура вокруг его диаметра на угол 180°?

- 1)  $\Delta\Phi = 0$ ;    2)  $\Delta\Phi = -BS$ ;    3)  $\Delta\Phi = -2BS$ ;  
4)  $\Delta\Phi = 2BS$ ;    5)  $\Delta\Phi = BS$ .

**193.** Плоский контур с током в виде окружности находится в однородном магнитном поле, направление вектора индукции

которого совпадает с направлением магнитного момента контура. Площадь, охватываемая контуром, равна  $S$ . Величина индукции магнитного поля  $B$ . Какое изменение магнитного потока, пронизывающего контур, происходит при повороте контура вокруг его диаметра на угол  $180^\circ$ ?

- 1)  $\Delta\Phi = 0$ ;      2)  $\Delta\Phi = -BS$ ;      3)  $\Delta\Phi = -2BS$ ;  
4)  $\Delta\Phi = 2BS$ ;      5)  $\Delta\Phi = BS$ .

**194.** Плоский контур с током в виде окружности находится в однородном магнитном поле, направление вектора индукции которого противоположно направлению магнитного момента контура. Площадь, охватываемая контуром, равна  $S$ . Величина индукции магнитного поля  $B$ . Какое изменение магнитного потока, пронизывающего контур, происходит при повороте контура вокруг его диаметра на угол  $180^\circ$ ?

- 1)  $\Delta\Phi = 0$ ;      2)  $\Delta\Phi = -BS$ ;      3)  $\Delta\Phi = -2BS$ ;  
4)  $\Delta\Phi = BS$ ;      5)  $\Delta\Phi = 2BS$ .

**195.** Плоский контур с током в виде окружности находится в однородном магнитном поле, направление вектора индукции которого совпадает с направлением магнитного момента контура. Площадь, охватываемая контуром, равна  $S$ . Величина индукции магнитного поля  $B$ . Какое изменение магнитного потока, пронизывающего контур, происходит при повороте контура вокруг его диаметра на угол  $90^\circ$ ?

- 1)  $\Delta\Phi = 0$ ;      2)  $\Delta\Phi = -BS$ ;      3)  $\Delta\Phi = -2BS$ ;  
4)  $\Delta\Phi = BS$ ;      5)  $\Delta\Phi = 2BS$ .

**196.** Плоский контур с током в виде окружности находится в однородном магнитном поле, направление вектора индукции которого противоположно направлению магнитного момента контура. Площадь, охватываемая контуром, равна  $S$ . Величина индукции магнитного поля  $B$ . Какое изменение магнитного потока, пронизывающего контур, происходит при повороте контура вокруг его диаметра на угол  $90^\circ$ ?

- 1)  $\Delta\Phi = 0$ ;      2)  $\Delta\Phi = -BS$ ;      3)  $\Delta\Phi = -2BS$ ;  
4)  $\Delta\Phi = BS$ ;      5)  $\Delta\Phi = 2BS$ .

**197.** В однородном магнитном поле расположен прямой цилиндр, основания которого перпендикулярны, а боковая поверхность параллельна вектору индукции магнитного поля. Площадь боковой поверхности  $S_{бок}$ , основания –  $S_{осн}$ . Величина индукции магнитного поля  $B$ . Чему равен поток вектора магнитной индукции через поверхность цилиндра?

- 1)  $\Phi = 0$ ;      2)  $\Phi = BS_{бок}$ ;      3)  $\Phi = 2BS_{осн}$ ;  
 4)  $\Phi = BS_{осн}$ ;      5)  $\Phi = 2BS_{бок}$ .

**198.** В однородном магнитном поле расположен прямой цилиндр, основания которого параллельны, а боковая поверхность перпендикулярна вектору индукции магнитного поля. Площадь боковой поверхности  $S_{бок}$ , основания –  $S_{осн}$ . Величина индукции магнитного поля  $B$ . Чему равен поток вектора магнитной индукции через поверхность цилиндра?

- 1)  $\Phi = 0$ ;      2)  $\Phi = BS_{бок}$ ;      3)  $\Phi = 2BS_{осн}$ ;  
 4)  $\Phi = BS_{осн}$ ;      5)  $\Phi = 2BS_{бок}$ .

**199.** Прямой бесконечно длинный проводник с током  $I$  окружен цилиндрической поверхностью радиуса  $R$  и высотой  $h$ . Проводник находится на оси этой поверхности. Чему равен поток вектора магнитной индукции через эту поверхность?

- 1) 0;      2)  $\mu_0 I h$ ;      3)  $\frac{\mu_0 I h}{2}$ ;      4)  $\frac{\mu_0 I h^2}{2\pi R}$ ;      5)  $\frac{\mu_0 I h^2}{R}$ .

**200.** Укажите правильную математическую формулировку теоремы Гаусса для магнитного поля.

1) Поток вектора магнитной индукции через любую поверхность равен нулю,  $\int_S (\vec{B} d\vec{S}) = 0$ .

2) Поток вектора магнитной индукции через любую поверхность равен сумме токов, текущих по этой поверхности, умноженных на магнитную постоянную,  $\int_S (\vec{B} d\vec{S}) = \mu_0 \sum_k I_k$ .

3) Поток вектора магнитной индукции через любую замкнутую поверхность равен сумме токов, текущих по этой

поверхности, умноженных на магнитную постоянную,  
$$\oint_S (\vec{B} d\vec{S}) = \mu_0 \sum_k I_k.$$

4) Поток вектора магнитной индукции через любую замкнутую поверхность равен нулю  $\oint_S (\vec{B} d\vec{S}) = 0.$

5) Поток вектора магнитной индукции через любую замкнутую поверхность равен сумме электрических зарядов, расположенных в области, охваченной этой поверхностью, умноженных на магнитную постоянную,  $\oint_S (\vec{B} d\vec{S}) = \mu_0 \sum_k q_k.$

**201.** Плоский контур с током в виде окружности находится в однородном магнитном поле, вектор индукции которого составляет с магнитным моментом контура угол  $60^\circ$ . Площадь, охватываемая контуром, равна  $0,02 \text{ м}^2$ . В контуре течёт ток  $10 \text{ А}$ . Величина индукции магнитного поля  $0,1 \text{ Тл}$ . Какую работу совершают силы поля при повороте контура вокруг его диаметра в положение устойчивого равновесия?

- 1)  $0,0866 \text{ Дж}$ ;    2)  $0,02 \text{ Дж}$ ;    3)  $0,01 \text{ Дж}$ ;  
4)  $0,0366 \text{ Дж}$ ;    5)  $0,0134 \text{ Дж}$ .

**202.** Плоский контур с током в виде окружности находится в однородном магнитном поле, вектор индукции которого составляет с плоскостью контура угол  $30^\circ$ . Площадь, охватываемая контуром, равна  $0,02 \text{ м}^2$ . В контуре течёт ток  $10 \text{ А}$ . Величина индукции магнитного поля  $0,1 \text{ Тл}$ . Какую работу совершают силы поля при повороте контура вокруг его диаметра в положение устойчивого равновесия?

- 1)  $0,0866 \text{ Дж}$ ;    2)  $0,01 \text{ Дж}$ ;    3)  $0,02 \text{ Дж}$ ;  
4)  $0,0366 \text{ Дж}$ ;    5)  $0,0134 \text{ Дж}$ .



**203.** Плоский квадратный контур с током находится в однородном магнитном поле. Сторона квадрата равна 0,2 м. В контуре течёт ток 10 А. Величина индукции магнитного поля 0,1 Тл. При повороте контура вокруг одной из его сторон в положение устойчивого равновесия силами поля была совершена работа 0,02 Дж. Какой угол с направлением магнитного момента контура составлял вектор магнитной индукции первоначально?

- 1)  $45^\circ$ ;    2)  $60^\circ$ ;    3)  $30^\circ$ ;    4)  $0^\circ$ ;    5)  $90^\circ$ .

**204.** Плоский контур с током в виде окружности радиуса  $R$  находится в однородном магнитном поле, вектор индукции которого параллелен плоскости контура. В контуре течёт ток  $I$ . Величина индукции магнитного поля  $B$ . По какой формуле следует вычислять работу сил поля при повороте контура в положение устойчивого равновесия?

- 1)  $A = I \cdot 2\pi R \cdot B(\sin 90^\circ - \sin 0^\circ)$  ;  
 2)  $M = I \cdot 2\pi R \cdot B(\cos 0^\circ - \cos 90^\circ)$  ;  
 3)  $M = I \cdot \pi R^2 \cdot B(\sin 0^\circ - \sin 90^\circ)$  ;  
 4)  $M = I \cdot \pi R^2 \cdot B(\cos 0^\circ - \cos 90^\circ)$  ;  
 5)  $M = 2B\pi R^2 I \sin 90^\circ$  .

**205.** Укажите правильную математическую формулировку теоремы о циркуляции вектора индукции магнитного поля.

1) Циркуляция вектора магнитной индукции по любому контуру равна нулю,  $\int_L (\vec{B} d\vec{\ell}) = 0$ .

2) Циркуляция вектора магнитной индукции по любому контуру равна сумме токов, текущих по этому контуру, умноженных на магнитную постоянную,  $\int_L (\vec{B} d\vec{\ell}) = \mu_0 \sum_k I_k$ .

3) Циркуляция вектора магнитной индукции по любому замкнутому контуру равна нулю  $\oint_L (\vec{B} d\vec{\ell}) = 0$ .

4) Циркуляция вектора магнитной индукции по любому замкнутому контуру равна сумме токов, охваченных этим

контуром, умноженных на магнитную постоянную,

$$\oint_L (\vec{B} d\vec{\ell}) = \mu_0 \sum_k I_k$$

**206.** Электрический кабель содержит 5 изолированных проводов. По трём из них текут токи по  $2\pi$  А в каждом. По двум оставшимся текут токи по  $3\pi$  А в каждом в направлении, противоположном направлению трёх первых токов. Найти величину вектора напряжённости магнитного поля на расстоянии 1 м, от кабеля. Кабель считать прямым и очень длинным.

- 1) 24 А/м;    2) 6 А/м;    3) 12 А/м;    4) 0;    5) 1 А/м.

**207.** Электрический кабель содержит 5 изолированных проводов. По трём из них текут токи по  $4\pi$  А в каждом. По двум оставшимся текут токи по  $5\pi$  А в каждом в направлении, противоположном направлению трёх первых токов. Найти величину вектора напряжённости магнитного поля на расстоянии 1 м, от кабеля. Кабель считать прямым и очень длинным.

- 1) 11 А/м;    2) 22 А/м;    3) 11/2 А/м;  
4) 1/2 А/м;    5) 1 А/м.

**208.** Электрический кабель содержит 4 изолированных провода. По двум из них текут токи по  $3\pi$  А в каждом. По двум оставшимся текут токи по  $2,5\pi$  А в каждом в направлении, противоположном направлению двух первых токов. Найти величину вектора напряжённости магнитного поля на расстоянии 2 м, от кабеля. Кабель считать прямым и очень длинным.

- 1) 0;    2) 11/4 А/м;    3) 1/4 А/м;    4) 11/2 А/м;    5) 1 А/м.

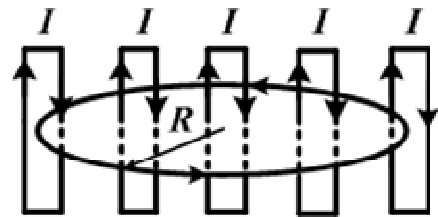
**209.** Электрический кабель содержит 5 изолированных проводов. По двум из них текут токи по 5 А в каждом. По трём оставшимся текут токи по 3 А в каждом в направлении, противоположном двум первым токам. Найти величину вектора напряжённости магнитного поля на расстоянии 1 м, от кабеля. Кабель считать прямым и очень длинным.

- 1)  $1/2\pi$  А/м;    2) 19 А/м;    3)  $19/(4\pi)$  А/м;  
4)  $(1/4\pi)$  А/м;    5) 1 А/м.

**210.** Электрический кабель содержит 4 изолированных провода. По двум из них текут токи по  $4\pi$  А в каждом. По двум оставшимся текут токи по  $5\pi$  А в каждом в направлении, противоположном направлению двух первых токов. Найти величину вектора напряжённости магнитного поля на расстоянии 2 м, от кабеля. Кабель считать прямым и очень длинным.

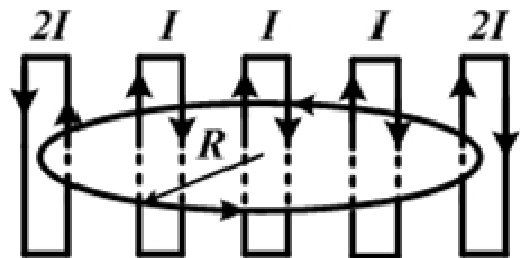
- 1) 9 А/м;    2)  $9/2$  А/м;    3) 18 А/м;    4)  $1/2$  А/м;    5) 1 А/м.

**211.** Чему равна циркуляция  $C_H = \oint \vec{H} \vec{d\ell}$  вектора напряжённости магнитного поля по контуру радиуса  $R$ ? Плоскость контура пересекают 5 замкнутых контуров с током так, как это показано на рисунке. Сила тока в каждом из контуров равна  $I$ . Направления токов и направление обхода контура показаны на рисунке.



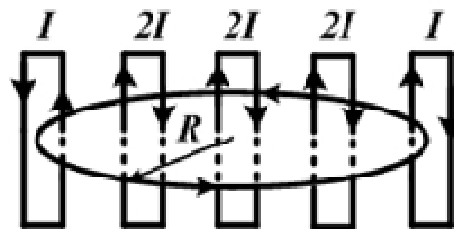
- 1)  $5I$ ;    2)  $2I$ ;    3)  $8I$ ;    4)  $10I$ ;    5) 0.

**212.** Чему равна циркуляция  $C_H = \oint \vec{H} \vec{d\ell}$  вектора напряжённости магнитного поля по контуру радиуса  $R$ ? Плоскость контура пересекают 5 замкнутых контуров с током так, как это показано на рисунке. Сила тока в каждом из контуров указана на рисунке. Направления токов и направление обхода контура также показаны на рисунке.



- 1)  $4I$ ;    2)  $11I$ ;    3)  $7I$ ;    4)  $9I$ ;    5) 0.

**213.** Чему равна циркуляция  $C_H = \oint \vec{H} \vec{d\ell}$  вектора напряжённости магнитного поля по контуру радиуса  $R$ ? Плоскость контура пересекают 5 замкнутых контуров с током так, как это показано на рисунке. Сила тока в каждом из контуров указана на рисунке. Направления токов и направление обхода контура также показаны на рисунке.



- 1)  $6I$ ;    2)  $14I$ ;    3)  $12I$ ;    4)  $2I$ ;    5) 0.

**214.** Катушка длиной 30 см имеет 1500 витков. Найти напряжённость магнитного поля внутри катушки, вдали от её краёв, если по катушке проходит ток 2 А. Диаметр катушки считать малым по сравнению с её длиной.

- 1) 900 А/м;    2) 225 А/м;    3) 10 кА/м;  
4) 15 кА/м;    5) 30 кА/м.

**215.** Катушка длиной 30 см имеет 1500 витков. Напряжённость магнитного поля внутри катушки, вдали от её краёв, равна 30 кА/м. Найти силу тока в катушке. Диаметр катушки считать малым по сравнению с её длиной.

- 1) 9 А;    2) 2,25 А;    3) 2 А;    4) 6 А;    5) 3 А.

**216.** Катушка длиной 20 см имеет  $N$  витков. Сила тока в катушке 5 А. Напряжённость магнитного поля внутри катушки, вдали от её краёв, равна 10 кА/м. Найти число витков катушки  $N$ . Диаметр катушки считать малым по сравнению с её длиной.

- 1) 400;    2) 1500;    3) 10000;    4) 1000;    5) 500.

**217.** Торойд диаметром (по средней линии) 25 см имеет  $N$  витков. При токе в обмотке 6,28 А напряжённость магнитного поля внутри тороида составляет 10 кА/м. Найти число витков катушки  $N$ . Диаметр сечения тороида считать малым по сравнению с длиной его средней линии.

- 1) 1000;    2) 1250;    3) 1500;    4) 1750;    5) 2500.

**218.** Тороид диаметром (по средней линии) 30 см имеет 1500 витков. Найти напряжённость магнитного поля внутри тороида, если по обмотке проходит ток 3,14 А. Диаметр сечения тороида считать малым по сравнению с длиной его средней линии.

- 1) 15 А/м; 2) 600 А/м; 3) 10 кА/м; 4) 5 кА/м; 5) 30 кА/м.

### Задачи с числовым ответом

**219.** По двум прямым тонким бесконечно длинным проводникам текут одинаковые по величине и одинаково направленные токи силой  $I = 0,3$  А. Расстояние между проводниками  $b = 6$  см. Найти индукцию магнитного поля в точке, удаленной на расстояние  $b$  от каждого из проводников. Ответ выразить в микротеслах, округлив до десятых долей.

**220.** По двум прямым тонким бесконечно длинным проводникам текут одинаковые по величине и одинаково направленные токи силой  $I = 0,3$  А. Расстояние между проводниками  $b = 5$  см. Найти индукцию магнитного поля в точке, удаленной на расстояние  $r_1 = 4$  см от первого из проводников и на расстояние  $r_2 = 3$  см – от второго. Ответ выразить в микротеслах и округлить до десятых долей.

**221.** Чему равна сила тока, проходящего по периметру квадрата со стороной 28,2 см, если в его центре индукция магнитного поля равна 40 мкТл? Ответ записать с точностью до целого числа.

**222.** Чему равна сила тока, проходящего по периметру квадрата со стороной 28,2 см, если в его центре индукция магнитного поля равна 20 мкТл? Ответ записать с точностью до десятых долей.

**223.** Чему равна сила тока, проходящего по периметру квадрата со стороной 28,2 см, если в его центре индукция магнитного поля равна 20 мкТл? Ответ записать с точностью до десятых долей.

**224.** Чему равна сила тока, проходящего по периметру правильного шестиугольника со стороной 20 см, если в его центре индукция магнитного поля равна 17,3 мкТл? Ответ (в системе СИ) округлить до целого числа.

**225.** Электрон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 500 В, попал в вакууме в однородное магнитное поле и движется по окружности радиусом 7,54 см. Определить величину вектора магнитной индукции, если скорость электрона перпендикулярна силовым линиям. Ответ выразить в миллitesлах с точностью до десятых долей.

**226.** В вертикальном однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,4$  Тл на двух тонких невесомых нитях подвешен горизонтально проводник массой  $m = 200$  г и длиной  $\ell = 80$  см. Концы проводника при помощи гибких проводов, находящихся вне поля, подсоединены к источнику тока. Найдите  $tg\alpha$ , где  $\alpha$  – угол, на который отклоняются от вертикали нити подвеса, если по проводнику течет ток  $I = 5$  А. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Ответ записать с точностью до десятых долей.

**227.** В однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $B = 1$  Тл находится плоская катушка из 200 витков. Катушка находится в положении устойчивого равновесия в магнитном поле. Площадь поперечного сечения катушки 15 см<sup>2</sup>. По катушке течет ток 10 А. Какую работу  $A$  нужно совершить внешним силам при повороте катушки вокруг её диаметра на угол  $\alpha=180^\circ$ . В процессе поворота ток, протекающий по катушке, считать неизменным. Ответ записать с точностью до целого числа.

**228.** В однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $B = 1$  Тл находится плоская катушка из 100 витков. Катушка находится в положении устойчивого равновесия в магнитном поле. Площадь поперечного сечения катушки 10 см<sup>2</sup>. По катушке течет ток 10 А. Какую работу  $A$  нужно совершить внешним силам при повороте катушки вокруг её диаметра на угол  $\alpha=180^\circ$ . В процессе поворота ток, протекающий по катушке, считать неизменным.

**229.** В однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $B = 1$  Тл находится плоская катушка из 100 витков, плоскость которой составляет с магнитным полем угол  $30$  градусов. Площадь поперечного сечения катушки  $10 \text{ см}^2$ . По катушке течет ток  $10$  А. Определить работу, которую следует произвести, чтобы удалить катушку из магнитного поля. Ответ (в системе СИ) округлить до десятых долей.

**230.** Квадратная рамка со стороной  $a = 20$  см, по которой течет ток  $I = 5$  А, находится в равновесии в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,2$  Тл. Ось вращения рамки перпендикулярна линиям индукции поля. Какую работу  $A$  нужно совершить внешним силам при повороте рамки вокруг этой оси на угол  $\alpha = 180^\circ$ . В процессе поворота ток, протекающий по рамке, считать неизменным. Ответ выразить в миллиджоулях и округлить до целых чисел.

**231.** Прямой проводник длиной  $l = 1$  м с током  $I = 5$  А помещен в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 1$  Тл. Концы проводника замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Какая мощность  $P$  потребуется для того, чтобы двигать проводник перпендикулярно линиям индукции и проводнику со скоростью  $v = 2$  м/с? Ответ (в системе СИ) записать с точностью до целого числа.

**СТАЦИОНАРНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ**  
**Намагничивание магнетиков. Молекулярные токи Ампера.**  
**Напряженность магнитного поля. Магнитная**  
**проницаемость. Классификация магнетиков**

**232.** Наличие парамагнитных свойств у вещества объясняется

- 1) упорядочением магнитных моментов атомов во внешнем магнитном поле;
- 2) изменением радиусов электронных орбит в атомах во внешнем магнитном поле;
- 3) прецессией электронных орбит во внешнем магнитном поле;
- 4) взаимодействием собственного магнитного момента электрона (спина) с электрическим полем атомного ядра;
- 5) образованием магнитных доменов (областей спонтанной намагниченности).

**233.** Наличие ферромагнитных свойств у вещества объясняется ...

- 1) упорядочением магнитных моментов атомов во внешнем магнитном поле;
- 2) изменением радиусов электронных орбит в атомах во внешнем магнитном поле;
- 3) прецессией электронных орбит во внешнем магнитном поле;
- 4) взаимодействием собственного магнитного момента электрона (спина) с электрическим полем атомного ядра;
- 5) образованием магнитных доменов (областей спонтанной намагниченности).

**234.** Наличие диамагнитных свойств у вещества объясняется

- 1) упорядочением магнитных моментов атомов во внешнем магнитном поле;
- 2) изменением радиусов электронных орбит в атомах во внешнем магнитном поле;
- 3) прецессией электронных орбит во внешнем магнитном поле;



4) взаимодействием собственного магнитного момента электрона (спина) с электрическим полем атомного ядра;

5) образованием магнитных доменов (областей спонтанной намагниченности).

**235.** Индукция магнитного поля в веществе  $B = 0,02$  Тл, величина вектора намагничивания  $J = 15700$  А/м. Найти напряженность магнитного поля.

- 1) 165 А/м;      2) 215 А/м;      3) 265 А/м;  
4) 315 А/м;      5) 365 А/м.

**236.** Какое из приведенных ниже равенств является определением напряженности магнитного поля?  $\vec{B}$  – магнитная индукция;  $\vec{J}$  – вектор намагничивания;  $\mu_0$  – магнитная постоянная;  $\mu$  – относительная магнитная проницаемость;  $\chi$  – относительная магнитная восприимчивость.

- 1)  $\vec{H} \equiv \frac{\vec{B}}{\mu_0 \mu}$ ;      2)  $\vec{H} \equiv \frac{\vec{J}}{\chi}$ ;      3)  $\vec{H} \equiv \frac{\vec{J}}{\mu}$ ;  
4)  $\vec{H} \equiv \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{J}$ ;      5)  $\vec{H} \equiv \frac{\vec{B}}{\mu_0} + \vec{J}$ .

**237.** Укажите правильное соотношение между величинами нормальных составляющих векторов магнитной индукции  $\vec{B}_1$  и  $\vec{B}_2$  вблизи границы раздела двух магнетиков с магнитными проницаемостями  $\mu_1$  и  $\mu_2$  и магнитными восприимчивостями  $\chi_1$  и  $\chi_2$ .

- 1)  $B_{1n} = \frac{\chi_1}{\chi_2} B_{2n}$ ;      2)  $B_{1n} = \frac{\mu_1}{\mu_2} B_{2n}$ ;      3)  $B_{1n} = \frac{\mu_2}{\mu_1} B_{2n}$ ;  
4)  $B_{1n} = B_{2n}$ ;      5)  $B_{1n} = \frac{\chi_2}{\chi_1} B_{2n}$ .

**238.** Укажите правильное соотношение между тангенциальными составляющими векторов магнитной индукции  $\vec{B}_1$  и  $\vec{B}_2$  вблизи границы раздела двух магнетиков с магнитными проницаемостями  $\mu_1$  и  $\mu_2$  и магнитными восприимчивостями  $\chi_1$  и  $\chi_2$ .

$$1) \vec{B}_{1\tau} = \vec{B}_{2\tau}; \quad 2) \vec{B}_{1\tau} = \frac{\mu_1}{\mu_2} \vec{B}_{2\tau}; \quad 3) \vec{B}_{1\tau} = \frac{\mu_2}{\mu_1} \vec{B}_{2\tau};$$

$$4) \vec{B}_{1\tau} = \frac{\chi_1}{\chi_2} \vec{B}_{2\tau}; \quad 5) \vec{B}_{1\tau} = \frac{\chi_2}{\chi_1} \vec{B}_{2\tau}.$$

**239.** Укажите правильное соотношение между величинами нормальных составляющих векторов напряжённости магнитного поля  $\vec{H}_1$  и  $\vec{H}_2$  вблизи границы раздела двух магнетиков с магнитными проницаемостями  $\mu_1$  и  $\mu_2$  и магнитными восприимчивостями  $\chi_1$  и  $\chi_2$ .

$$1) H_{1n} = \frac{\chi_1}{\chi_2} H_{2n}; \quad 2) H_{1n} = \frac{\mu_1}{\mu_2} H_{2n}; \quad 3) H_{1n} = \frac{\mu_2}{\mu_1} H_{2n};$$

$$4) H_{1n} = H_{2n}; \quad 5) H_{1n} = \frac{\chi_2}{\chi_1} H_{2n}$$

**240.** Укажите правильное соотношение между величинами тангенциальных составляющих векторов напряжённости магнитного поля  $\vec{H}_1$  и  $\vec{H}_2$  вблизи границы раздела двух магнетиков с магнитными проницаемостями  $\mu_1$  и  $\mu_2$  и магнитными восприимчивостями  $\chi_1$  и  $\chi_2$ .

$$1) H_{1t} = \frac{\chi_1}{\chi_2} H_{2t}; \quad 2) H_{1t} = \frac{\mu_1}{\mu_2} H_{2t}; \quad 3) H_{1t} = \frac{\mu_2}{\mu_1} H_{2t};$$

$$4) H_{1t} = H_{2t}; \quad 5) H_{1t} = \frac{\chi_2}{\chi_1} H_{2t}.$$

## ПЕРЕМЕННОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция.

Индуктивность соленоида. Включение и отключение катушки от источника постоянной ЭДС. Энергия магнитного поля. Ток смещения. Система уравнений Максвелла

**241.** Разность потенциалов между концами проводника, движущегося в постоянном магнитном поле, возникает в результате ...

- 1) действия силы Ампера на этот проводник;
- 2) действия силы Лоренца на заряды внутри проводника;
- 3) пропускания через проводник тока;
- 4) взаимодействия магнитного момента проводника с магнитным полем;
- 5) нагревания проводника протекающим через него током.

**242.** Какое из перечисленных уравнений правильно описывает закон электромагнитной индукции?

$$\begin{aligned} 1) \oint_S \vec{D} \vec{dS} &= \int_V \rho dV; & 2) \oint_S \vec{B} \vec{dS} &= 0; & 3) \oint_S \vec{j} \vec{dS} &= \frac{d}{dt} \int_V \rho dV; \\ 4) \oint_L \vec{B} \vec{dl} &= \mu_0 \sum_k I_k + \frac{d}{dt} \int_S \vec{D} \vec{dS}; & 5) \oint_L \vec{E} \vec{dl} &= -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \vec{dS}. \end{aligned}$$

**243.** Прямоугольная квадратная рамка из мягкой проволоки находится в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ , линии которой перпендикулярны плоскости рамки. Какие из перечисленных причин могут привести к возникновению индукционного тока в рамке?

- А) Поворот рамки вокруг оси, параллельной линиям индукции поля.
- Б) Поворот рамки вокруг оси, перпендикулярной линиям индукции поля.
- В) Деформация рамки, превращение её в окружность...

- 1) Только А;                      2) Только Б;                      3) Только В;
- 4) Б и В;                              5) А, Б и В.

**244.** Катушка из 10 витков присоединена к амперметру так, что сопротивление всей цепи равно 100 Ом. Если при помещении катушки в равномерно изменяющееся однородное магнитное поле амперметр показывает ток 100 мА, то магнитный поток через один виток катушки за 2 с изменяется на ...

- 1) 0,1 Вб;    2) 0,2 Вб;    3) 2,0 Вб;    4) 10,0 Вб;    5) 20,0 Вб.

**245.** Проволочная рамка, имеющая форму равностороннего треугольника, помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,06$  Тл, направление линий которой составляет угол  $\alpha = 30^\circ$  с перпендикуляром к плоскости рамки. Если при равномерном уменьшении индукции до нуля за время  $t = 0,03$  с в рамке индуцируется ЭДС  $\varepsilon = 30$  мВ, то длина стороны рамки равна ...

- 1) 0,1 м;    2) 0,2 м;    3) 5 см;    4) 15 см;    5) 2,5 см.

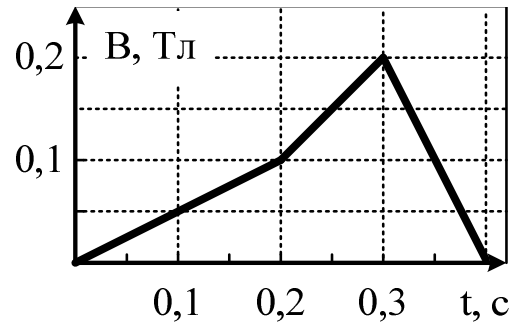
**246.** Какой магнитный поток пронизывал каждый виток катушки, имеющей  $N = 100$  витков, если при равномерном исчезновении магнитного поля в течение промежутка времени, равного  $t = 0,1$  с, в катушке протекает индукционный ток  $I = 0,2$  А? Сопротивление замкнутой цепи, включающей катушку и амперметр, равно  $R = 50$  Ом.

- 1) 0,1 Вб;    2) 0,001 Вб    3) 0,01 Вб;    4) 1 Вб;    5) 10 Вб.

**247.** Проводящая квадратная рамка с длиной стороны 10 см помещена в однородное магнитное поле, линии индукции которого составляют угол в  $60^\circ$  с плоскостью рамки. Определите модуль индукции магнитного поля, если известно, что при его равномерном исчезновении за время 0,02 с в рамке индуцируется ЭДС, равная 10 мВ.

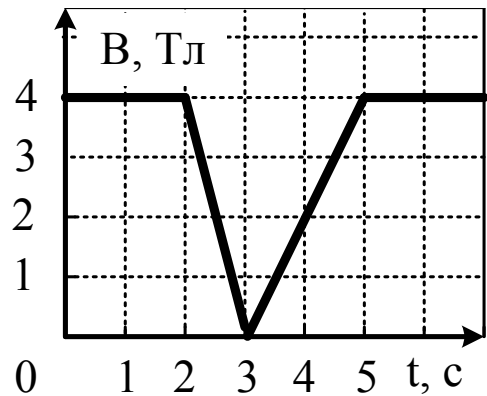
- 1) 0,023 Тл;    2) 0,04 Тл;    3) 0,06 Тл;    4) 0,08 Тл;    5) 0,20 Тл.

**248.** Индукция магнитного поля изменяется в зависимости от времени так, как показано на графике. Линии индукции этого однородного поля перпендикулярны плоскости проволочного кольца площадью  $100 \text{ см}^2$ . Чему равно максимальное значение индуцируемой в кольце ЭДС?



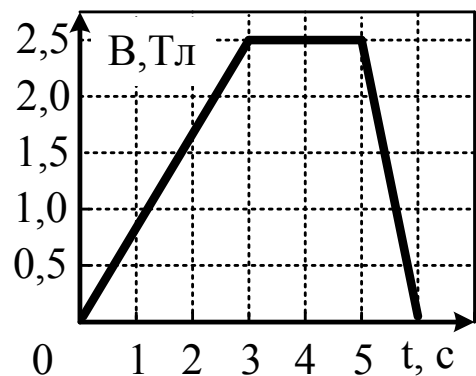
- 1) 1,0 В;    2) 2,0 В;    3) 20,0 мВ;    4) 1,0 мВ;    5) 0,7 МВ.

**249.** Круговой проволочный виток площадью  $100 \text{ см}^2$  находится в однородном магнитном поле, зависимость индукции которого от времени показана на графике. Плоскость витка перпендикулярна линиям индукции поля. Максимальное значение ЭДС индукции, возникающей в витке, равно



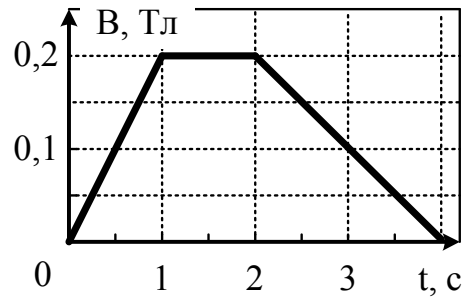
- 1) 0,01 В;    2) 0,02 В;    3) 0,04 В;    4) 0,08 В;    5) 0,10 В.

**250.** Катушка в виде соленоида сечением  $10 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле, индукция которого изменяется со временем, как показано на графике. Линии индукции параллельны оси катушки. Сколько витков имеет катушка, если максимальная по величине ЭДС индукции в ней равна 0,1 В?



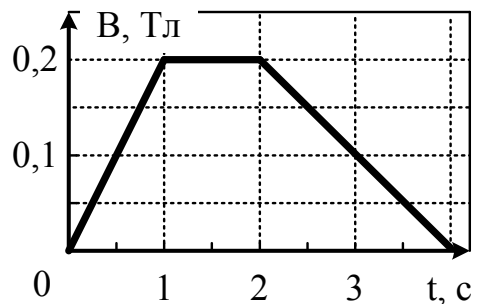
- 1) 20;    2) 50;    3) 40;    4) 200;    5) 80.

**251.** Катушка в виде соленоида сечением  $10 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле, индукция которого изменяется со временем, как показано на графике. Линии индукции параллельны оси катушки. Сколько витков имеет катушка, если в момент времени  $t = 0,5 \text{ с}$  в ней действовала ЭДС индукции, величина которой равна  $0,01 \text{ В}$ ?



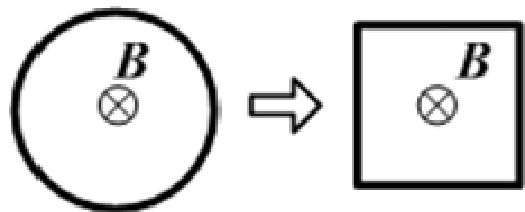
- 1) 20; 2) 50; 3) 100; 4) 200; 5) 150.

**252.** Катушка в виде соленоида сечением  $10 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле, индукция которого изменяется со временем, как показано на графике. Линии индукции параллельны оси катушки. Сколько витков имеет катушка, если в момент времени  $t = 3 \text{ с}$  в ней действовала ЭДС индукции, равная  $0,01 \text{ В}$ ?



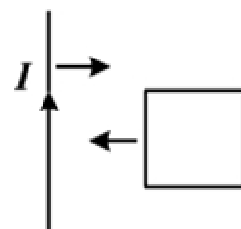
- 1) 20; 2) 50; 3) 100; 4) 200; 5) 150.

**253.** Замкнутый проводящий контур, согнутый в виде окружности и расположенный в однородном магнитном поле, перпендикулярном площадке, ограниченной контуром, без изменения длины трансформируют в квадрат. В каком направлении при этом течет индукционный ток? Направление вектора магнитной индукции указано на рисунке.



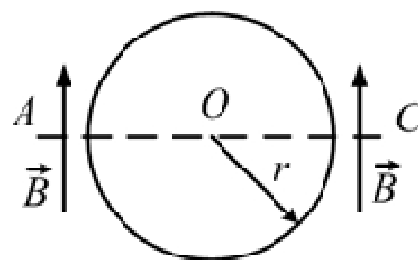
- 1) по часовой стрелке;
- 2) против часовой стрелки;
- 3) индукционный ток не возникает;
- 4) направление тока невозможно определить по этим данным.

**254.** Прямой проводник с током и замкнутый проводящий контур движутся с одинаковой скоростью навстречу друг другу. При этом в контуре ...



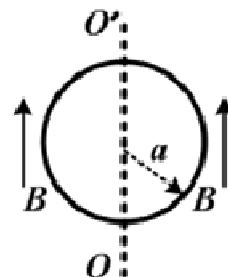
- 1) индукционный ток течет по часовой стрелке;
- 2) индукционный ток течет против часовой стрелки;
- 3) индукционный ток не возникает;
- 4) направление тока невозможно определить по этим данным.

**255.** В однородном магнитном поле, индукция которого равна  $\mathbf{B}$ , равномерно вращается плоский виток провода. Площадь поперечного сечения витка  $S$ . Ось вращения витка  $AC$  лежит в его плоскости и перпендикулярна вектору индукции магнитного поля. Период вращения витка равен  $T$ . ЭДС индукции в момент времени, когда угол между плоскостью витка и вектором  $\mathbf{B}$  составляет  $60^\circ$ , равна ...



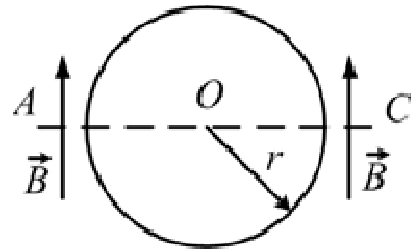
- 1)  $\varepsilon = \frac{2\pi BS}{T} \sin 60^\circ$ ;
- 2)  $\varepsilon = \frac{2\pi BS}{T} \sin 30^\circ$ ;
- 3)  $\varepsilon = \frac{BST}{2\pi} \sin 60^\circ$ ;
- 4)  $\varepsilon = -\frac{BST}{2\pi} \sin 60^\circ$ ;
- 5)  $\varepsilon = -\frac{BST}{2\pi} \sin 30^\circ$ .

**256.** Рамка, содержащая  $N$  витков, вращается в однородном магнитном поле вокруг оси  $OO'$  с частотой  $\nu$ . Вектор  $\mathbf{B}$  параллелен оси  $OO'$ , радиус рамки витка –  $a$ . Максимальная ЭДС индукции, возникающая в рамке, равна ...



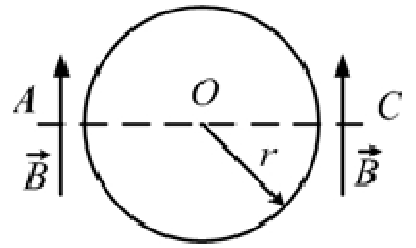
- 1)  $\pi a^2 BN \nu$ ;
- 2)  $2\pi a^2 BN \nu$ ;
- 3)  $\pi^2 a^2 BN \nu$ ;
- 4)  $2\pi^2 a^2 BN \nu$ ;
- 5) 0.

**257.** Рамка, содержащая  $N$  витков, вращается в однородном магнитном поле вокруг оси  $AC$  с частотой  $\nu$ . Вектор  $\vec{B}$  перпендикулярен оси  $AC$ , радиус рамки -  $r$ . Максимальная ЭДС индукции, возникающая в рамке, равна ...



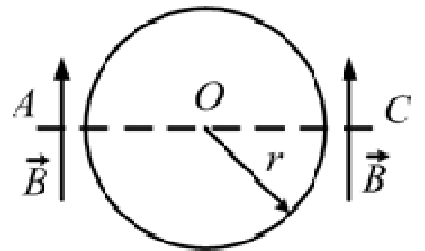
- 1)  $\pi r^2 B N \nu$ ; 2) 0; 3)  $\pi^2 r^2 B N \nu$ ; 4)  $2\pi^2 r^2 B N \nu$ ; 5)  $2\pi r^2 B N \nu$ .

**258.** В однородном магнитном поле, индукция которого равна  $5 \cdot 10^{-2}$  Тл, равномерно вращается плоская катушка (её высота много меньше диаметра), содержащая 200 витков проволоки. Площадь поперечного сечения катушки  $50 \text{ см}^2$ . Ось вращения катушки  $AC$  лежит в её плоскости и перпендикулярна вектору индукции магнитного поля. Угловая скорость вращения катушки равна 20 рад/с. Максимальная ЭДС, возникающая в катушке, равна ...



- 1) 1В; 2) 0,1В; 3) 2В; 4) 4В; 5) 10В.

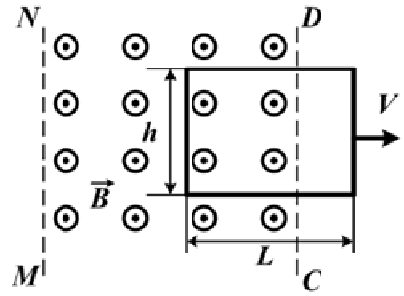
**259.** В однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,1 Тл, равномерно вращается плоская катушка (её высота много меньше диаметра), состоящая из 100 витков проволоки. Площадь поперечного сечения катушки  $100 \text{ см}^2$ . Ось вращения катушки  $AC$  лежит в её плоскости и эта ось перпендикулярна линиям индукции магнитного поля. Угловая скорость вращения катушки равна 10 рад/с. Максимальная ЭДС, возникающая в катушке, равна ...



- 1) 1 В; 2) 2 В; 3) 3,14 В; 4) 6,28 В; 5) 0,32 В

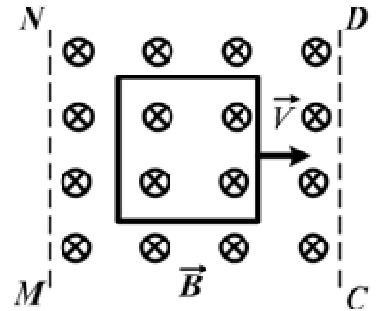


**260.** Прямоугольная проволочная рамка со сторонами  $L$  и  $h$  перемещается с постоянной скоростью  $\vec{v}$  в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ , линии которой перпендикулярны плоскости рамки. Область, в которой сосредоточено магнитное поле, ограничена линиями  $MN$  и  $CD$ . Стрелкой указано направление движения рамки. Величина ЭДС индукции, возникающая в рамке, равна ...



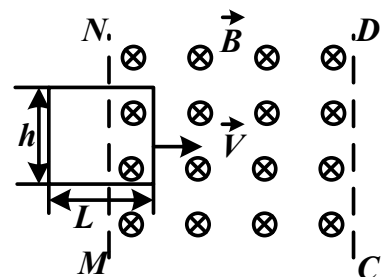
- 1)  $BLv$ ;    2)  $Bhv$ ;    3) 0;    4)  $\frac{1}{2}Bhv$ ;    5)  $\frac{1}{2}BLv$ .

**261.** Однородное магнитное поле существует внутри области, ограниченной прямыми  $MN$  и  $CD$ . Замкнутый проводящий контур движется внутри этой области. Направление векторов индукции магнитного и скорости движения контура поля указано на рисунке. При этом в контуре ...



- 1) возникает индукционный ток, который течет против часовой стрелки;
- 2) возникает индукционный ток, который течет по часовой стрелке;
- 3) индукционный ток не возникает;
- 4) возникает индукционный ток, но направление тока невозможно определить по этим данным;
- 5) возникают вихревые токи в плоскости, перпендикулярной плоскости контура.

**262.** Прямоугольная проволочная рамка со сторонами  $L$  и  $h$  перемещается с постоянной скоростью  $\vec{v}$ , вдвигаясь в область с однородным магнитным полем индукции  $\vec{B}$ . Линии индукции перпендикулярны плоскости рамки. Стрелкой указано направление



движения рамки. Величина ЭДС индукции, возникающей в рамке, равна

- 1)  $Bhv$ ; 2)  $\frac{1}{2}Bhv$ ; 3) 0; 4)  $BLv$ ; 5)  $\frac{1}{2}BLv$ .

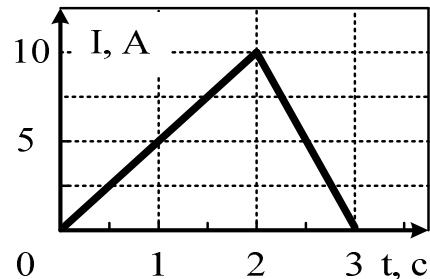
**263.** Явление самоиндукции заключается в возникновении тока и ЭДС в замкнутом контуре при ...

- 1) изменении силы тока в нем;
- 2) изменении положения контура в пространстве;
- 3) изменении величины индукции внешнего магнитного поля, пронизывающего контур;
- 4) изменении площади, ограниченной этим контуром, находящимся в магнитном поле;
- 5) при вращении контура в магнитном поле.

**264.** Если при протекании по виткам соленоида тока силой 10 А через него проходит магнитный поток в 100 мВб, то индуктивность соленоида равна ...

- 1) 0,5 мГн; 2) 1 мГн; 3) 5 мГн; 4) 10 мГн; 5) 100 Гн.

**265.** Если сила тока в катушке индуктивностью 0,4 Гн изменяется со временем, как показано на графике, то максимальное значение ЭДС самоиндукции в катушке равно ...



- 1) 1 В; 2) 2 В; 3) 3 В; 4) 4 В; 5) 5 В.

**266.** Когда можно использовать уравнение  $\oint B_n dS = 0$  ?

- 1) в отсутствие вихревого электрического поля;
- 2) в отсутствие консервативного электрического поля;
- 3) если среда непроводящая;
- 4) если и электрическое и магнитное поля – статические;
- 5) всегда, при произвольном электромагнитном поле и в любой среде.

**267.** Как проявляется явление электромагнитной индукции в вакууме?

- 1) переменное электрическое поле возбуждает поле магнитное;
- 2) переменное магнитное поле возбуждает консервативное электрическое поле;
- 3) в некоторой области появляется (и может быть обнаружено с помощью магнитной стрелки) магнитостатическое поле;
- 4) переменное магнитное поле возбуждает вихревое электрическое поле;
- 5) в некоторой области возбуждается поле, действующее на движущиеся заряды и не действующее на покоящиеся.

**268.** Если в цепь переменного тока включён конденсатор, то говорят, что в нём возникает ток смещения. Током смещения в данном случае называется ...

- 1) процесс поляризации диэлектрика, происходящий под воздействием изменяющегося во времени вихревого электрического поля;
- 2) ток, возникающий при перемещении обкладок заряженного конденсатора;
- 3) переменный индукционный ток, возникающий в замкнутом проводнике, помещённом в переменное магнитное поле;
- 4) ток, возникающий при перемещении заряженного тела в пространстве;
- 5) переменный ток, связанный с переносом заряда через диэлектрик.

**269.** Если магнитный поток через проводящий контур увеличивается на 0,02 Вб в результате изменения тока в контуре с 4 А до 8 А, то индуктивность контура равна ...

- 1) 1 мГн;    2) 2,5 мГн;    3) 5 мГн;    4) 10 мГн;    5) 25 мГн.

**270.** Если при равномерном уменьшении силы тока на 0,2 А за 0,04 с в катушке возникает ЭДС самоиндукции 10 В, то индуктивность катушки равна ...

- 1) 1 Гн;    2) 2 Гн;    3) 5 Гн;    4) 50 Гн;    5) 80 Гн.

**271.** Если при протекании по виткам соленоида тока силой 10 А через него проходит полный магнитный поток (потокосцепление) в 100 мВб, то индуктивность соленоида равна...

- 1) 100 мГн; 2) 50 мГн; 3) 10 мГн; 4) 5 мГн; 5) 0,05 Гн.

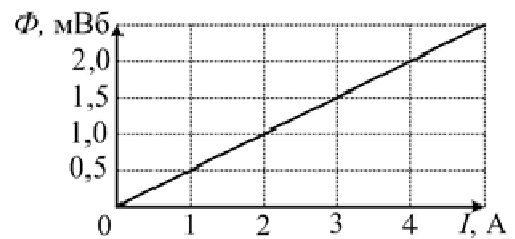
**272.** Если энергия магнитного поля в дросселе равна 4 Дж, а произведение магнитного потока на число витков дросселя (потокосцепление) равно 0,2 Вб, то дроссель имеет индуктивность...

- 1) 1 мГн; 2) 5 мГн; 3) 10 мГн; 4) 2,23 мГн; 5) 3,16 мГн.

**273.** Энергия магнитного поля соленоида, в котором при токе  $I = 10$  А и числе витков  $N = 1000$  возникает магнитный поток  $\Phi = 1$  мВб, равна ...

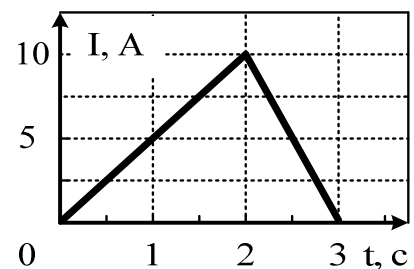
- 1) 10 Дж; 2) 25 Дж; 3) 2,5 Дж; 4) 20 Дж; 5) 5 Дж.

**274.** Если магнитный поток в катушке числом витков  $N = 100$  изменяется в зависимости от силы тока, как показано на графике, то значение энергии магнитного поля катушки при силе тока  $I_1 = 4$  А равно



- 1) 0,1 Дж; 2) 0,4 Дж; 3) 20 Дж; 4) 0,2 Дж; 5) 4 Дж.

**275.** Если сила тока в катушке индуктивностью 0,4 Гн изменяется со временем, как показано на графике, то максимальное значение энергии магнитного поля катушки равно



- 1) 10 Дж; 2) 20 Дж;  
3) 25 Дж; 4) 50 Дж; 5) 100 Дж.

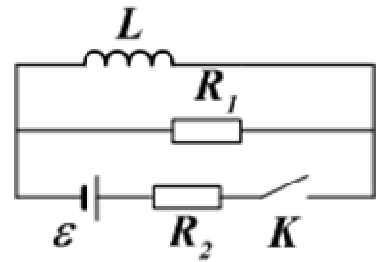
**276.** Энергия магнитного поля соленоида, с числом витков  $N = 1000$  достигает 20 Дж при токе  $I = 10$  А. Какой магнитный поток  $\Phi$  при этом пронизывает соленоид?

- 1) 1 мВб; 2) 2,5 мВб; 3) 2 мВб; 4) 20 мВб; 5) 4 мВб.

**277.** По обмотке бесконечно длинного соленоида без сердечника течет ток  $I$ , на участке соленоида длиной  $\ell$  намотано  $N$  витков. Чему равна плотность энергии магнитного поля соленоида?

- 1)  $\frac{1}{2}\mu_0 I^2 N^2 \ell$ ;      2)  $\mu_0 I^2 N^2 \ell$ ;      3)  $\mu_0 \frac{N^2}{2\ell^2} I^2$ ;  
 4)  $\mu_0 I^2 \frac{N^2}{2\ell}$ ;      5)  $\mu_0 I N^2$ .

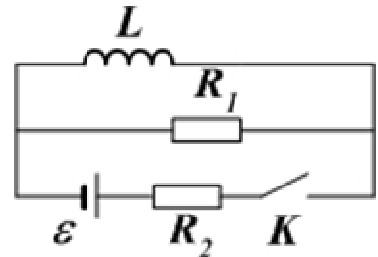
**278.** На схеме  $R_1 \gg R_2$ , а внутренние сопротивления катушки и источника пренебрежимо малы. Какая тепловая энергия  $Q$  выделится в резисторе  $R_1$  после размыкания ключа  $K$ ?



- 1)  $Q = \frac{L\varepsilon^2}{2(R_1 + R_2)^2}$ ;      2)  $Q = \frac{L\varepsilon^2}{2R_1^2}$ ;  
 3)  $Q = \frac{L\varepsilon^2}{2R_2^2}$ ;      4)  $Q = \frac{\varepsilon^2}{R_1 + R_2} t$ ,  $t$  – время протекания тока;

5)  $R_1 \gg R_2$ , следовательно, ток через  $R_1$  не течёт, тепло в  $R_1$  не выделяется.

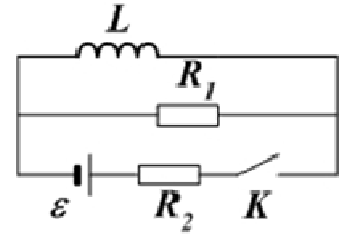
**279.** На схеме  $R_1 \gg R_2$ , а внутренние сопротивления катушки и источника пренебрежимо малы. Какой будет сила тока в катушке  $I$  через время  $t$  после размыкания ключа  $K$ ?



- 1)  $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \exp\left(-\frac{R_1 + R_2}{L} t\right)$ ;  
 2)  $I = \frac{\varepsilon}{R_2} \exp\left(-\frac{R_2}{L} t\right)$ ;  
 3)  $I = \frac{\varepsilon}{R_2} \exp\left(-\frac{R_1}{L} t\right)$ ;      4)  $I = \frac{\varepsilon(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} \exp\left(-\frac{R_1 + R_2}{L} t\right)$ ;

5)  $I = 0$ , так как ключ разомкнут и батарея отключена.

**280.** При замыкании ключа через катушку индуктивности течет ток, изменяющийся по закону (сопротивление резистора  $R_1 \gg R_2$ ):



- 1)  $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \left( 1 - \exp\left(-\frac{R_1}{L}t\right) \right)$ ;      2)  $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \exp\left(-\frac{R_1}{L}t\right)$ ;
- 3)  $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \left( 1 - \exp\left(-\frac{R_1 + R_2}{L}t\right) \right)$ ;      4)  $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \left( \exp\left(-\frac{R_1}{L}t\right) - 1 \right)$ ;
- 5)  $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \exp\left(-\frac{R_1 + R_2}{L}t\right)$ .

**281.** По обмотке бесконечно длинного соленоида без сердечника течет ток, длина соленоида  $\ell$ . Плотность энергии магнитного поля соленоида  $w$ . Чему равно произведение числа витков на силу тока в соленоиде (число ампер-витков)?  $V$  – объём этого участка,  $S$  – площадь сечения соленоида.

- 1)  $IN = \frac{w\ell}{\mu_0}$ ; 2)  $IN = \frac{w\ell}{2\mu_0}$ ; 3)  $IN = \sqrt{\frac{w\ell}{2\mu_0}}$ ; 4)  $IN = \sqrt{\frac{2w}{\mu_0}}\ell$ ; 5)  $IN = \frac{2w\ell^2}{\mu_0}$ .

### Задачи с числовым ответом

**282.** Проволочное кольцо радиусом 20 см лежит на столе. Какой заряд пройдёт по кольцу, если его перевернуть с одной стороны на другую? Сопротивление кольца 3,14 Ом, вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли равна 50 мкТл. Ответ выразить в микрокулонах, округлив до целых.

**283.** Обмотка тороида содержит  $n = 10$  витков на каждый сантиметр его длины. Сердечник тороида немагнитный. При какой силе тока в обмотке плотность энергии магнитного поля тороида составит 1,256 Дж/м<sup>3</sup>? Ответ (в системе СИ) записать с точностью до сотых долей.

**284.** Обмотка тороида содержит  $n = 10$  витков на каждый сантиметр его длины. Сердечник тороида немагнитный. При какой силе тока в обмотке плотность энергии магнитного поля тороида составит  $2,513 \text{ Дж/м}^3$ ? Ответ записать в единицах системы СИ, округлив до десятых долей .

**285.** Полный магнитный поток (потокосцепление) через поперечное сечение катушки  $\Psi = 0,1 \text{ мВб}$ . При какой силе тока энергия магнитного поля катушки равна  $W = 100 \text{ мкДж}$ ? Ответ записать с точностью до целого числа.

**286.** Катушка, намотанная на немагнитный цилиндрический каркас, имеет 400 витков и индуктивность  $16 \text{ мГн}$ . Чтобы увеличить индуктивность катушки до  $49 \text{ мГн}$ , обмотку с катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчётом, чтобы длина катушки осталась прежней. Определить число витков катушки после перемотки.

**287.** Сколько ампер-витков  $NI$  потребуется для того, чтобы внутри соленоида малого диаметра с немагнитным сердечником длиной  $l = 0,2 \text{ м}$  объемная плотность энергии магнитного поля была равна  $w = 0,628 \text{ Дж/м}^3$  ?

## СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Постоянная Больцмана

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К.}$$

Число Авогадро

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Универсальная газовая постоянная

$$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К).}$$

Молярные массы некоторых газов, г/моль					
Водород, H <sub>2</sub>	Кислород, O <sub>2</sub>	Азот, N <sub>2</sub>	Воздух	Гелий, He	Аргон, Ar
2	32	28	29	4	40
Неон, Ne	Углекислый газ, CO <sub>2</sub>	Озон, O <sub>3</sub>	Криптон, Kr	Метан, CH <sub>4</sub>	
10	44	48	84	16	

Элементарный электрический заряд

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Постоянная в законе Кулона (в системе СИ)

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ м/Ф.}$$

Электрическая постоянная

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м.}$$

Магнитная постоянная

$$\mu_0 = 1/(4\pi\epsilon_0).$$

Масса электрона

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$$

Масса протона

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Масса  $\alpha$ -частицы

$$m_\alpha = 6,68 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Натуральные логарифмы некоторых чисел						
$x$	1	2	3	4	5	10
$\ln(x)$	0	0,693	1,099	1,386	1,609	2,303
$x$	1/2	1/3	1/4	1/5	1/8	1/10
$\ln(x)$	-0,693	-1,099	-1,386	-1,609	-2,079	-2,303



## Библиографический список

1. Савельев И.В. Курс общей физики в 3–х т. : учеб. пособие для студ. вузов. Т.1: Механика. Молекулярная физика. – СПб.: Лань, 2007.
2. Савельев И. В. Курс общей физики в 3–х т. : учеб. пособие для студ. вузов. Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – СПб.: Лань, 2007.
3. Савельев И. В. Курс общей физики в 3-х т. : учеб. пособие для студ. вузов. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - СПб.: Лань, 2007.
4. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. М.: Наука, 1982.
5. Учебник для вузов: Т.1./ Под ред. В.Н.Лозовского. – СПб.: Лань, 2000.
6. Учебник для вузов: Т.2./ Под ред. В.Н.Лозовского. – СПб.: Лань, 2000.
7. Трофимова, Т.И. Курс физики: учеб. пособие для инженерно-техн. спец. вузов – М. : Высшая школа, 2006.
8. Трофимова, Т. И. Сборник задач по курсу физики с решениями : учеб. пособие для студ. – М. : Высшая школа, 2008.
9. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики. – М.: Высшая школа, 1991.
10. Чертов А.Г. Задачник по физике. – М.: Интеграл Пресс, 1997.
11. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1979.
12. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.:Наука, 1990.
13. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. – М.: Высшая школа, 2000.
14. Грибов В.А., Ханнанов Н.К. ЕГЭ 2009. Физика. Репетитор. – М.: Эксмо, 2009.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
.....	
Термодинамика.....	4
.....	
Задачи с числовым ответом	
.....	12
Стационарное электрическое поле в вакууме.....	14
Закон Кулона. Теорема Гаусса и ее применение для расчета электрических полей. Напряженность и потенциал электростатического поля. ....	14
Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Потенциал системы точечных зарядов. Энергия системы точечных зарядов .....	20
Задачи с числовым ответом .....	29
Стационарное электрическое поле в веществе.....	30
Поляризация диэлектриков. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле в однородном диэлектрике. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.....	30
Задачи с числовым ответом.....	34
Постоянный электрический ток .....	36
Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля – Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа ...	36
Задачи с числовым ответом.....	41
Стационарное магнитное поле в вакууме.....	42

Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Закон Био – Савара – Лапласа. Теорема о циркуляции. Магнитный момент тока.....	42
Задачи с числовым ответом.....	61
Стационарное магнитное поле в веществе.....	64
Намагничивание магнетиков. Молекулярные токи Ампера. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Классификация магнетиков.....	64
Переменное электромагнитное поле.....	67
Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Включение и отключение катушки от источника постоянной ЭДС. Энергия магнитного поля. Ток смещения. Система уравнений Максвелла.....	67
Задачи с числовым ответом.....	78
Справочные данные.....	80
Библиографический список.....	81

**Колпачев Алексей Борисович  
Колпачева Ольга Валерьевна  
Погорелов Евгений Николаевич**

**ТЕСТЫ  
для контроля знаний  
по дисциплине  
Физика  
Часть 2**

Для студентов технических специальностей  
очной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск Колпачева О.В.

Редактор Кочергина Т.Ф.

Корректор Надточий З.И.

Подписано к печати

Заказ № Тираж 50 экз.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> Усл. п.л. – 5,25. Уч.-изд. л. –5,0.

---

Издательство Южного федерального университета  
344091, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1.  
Тел. (863)2478051.

Отпечатано в Секторе обеспечения полиграфической  
продукцией кампуса в г. Таганроге отдела полиграфической,  
корпоративной и сувенирной продукции  
ИПК КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ  
ГСП 17А, Таганрог, 28, Энгельса, 1  
Тел.(8863)371717, 371665.