

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Физика»

ФИЗИКА

ПРАКТИКУМ

**по выполнению тестовых заданий
по курсу «Электричество и магнетизм»
для студентов технических специальностей
заочной формы обучения**

Гомель 2016

УДК 531/534+539.194(075.8)
ББК 22.33я73
Ф50

*Рекомендовано научно-методическим советом
заочного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 04.06.2015 г.)*

Составители: А. А. Бойко, П. С. Шаповалов

Рецензент: зав. каф. «Высшая математика» ГГТУ им. П. О. Сухого канд. физ.-мат. наук,
доц. А. А. Бабич

Физика : практикум по выполнению тестовых заданий по курсу «Электричество и магнетизм» для студентов техн. специальностей заоч. формы обучения / сост.: А. А. Бойко, П. С. Шаповалов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 41 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Представлены тестовые задания по разделу курса физики «Электричество и магнетизм». Ориентированы на проверку знаний, определений, основных законов и положений курса. Для студентов технических специальностей заочной формы обучения.

УДК 531/534+539.194(075.8)
ББК 22.33я73

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2016

Предисловие

Практикум представляет собой образцы тестовых заданий по разделам курса физики «Электростатика», «Постоянный ток», «Магнетизм». Тестовые задания составлены по типу заданий закрытой формы, один или несколько из которых являются правильными. Часть заданий составлена на установление соответствий, в каждом разделе предлагается ряд задач без выбора ответа.

Практикум предназначен в помощь студентам заочной формы обучения для проверки усвоения ими учебного материала, а также может быть использован при подготовке тестовому контролю знаний по данному разделу физики.

Основные законы и формулы «Электростатика.»

Закон сохранения электрического заряда.

В изолированной системе суммарный заряд системы сохраняется

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \sum_{i=1}^n q_i = \text{const}.$$

Закон Кулона

Два точечные заряда взаимодействуют с силами прямо пропорционально величине этих зарядов и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними, причем если заряды одноименные - отталкиваются, если разноименные – притягиваются.

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}, \text{ где } \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м - электрическая постоянная.}$$

Напряженность электрического поля

Силовая характеристика электрического поля равная силе действующей на единичный положительный заряд помещенный в данную точку поля

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}.$$

Модуль напряженности поля, создаваемого точечным зарядом q

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}.$$

Принцип суперпозиции

Напряженность поля, создаваемая системой точечных зарядов, равна векторной сумме напряженностей, создаваемого каждым зарядом в отдельности

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i.$$

Поток вектора напряженности через замкнутую поверхность

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}.$$

Теорема Гаусса

Поток вектора напряженности через замкнутую поверхность равно сумме зарядов внутри этой поверхности деленной на электрическую постоянную

$$\Phi_E = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n q_i.$$

Поле равномерно заряженной плоскости

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0}, \text{ где } \sigma = \frac{dq}{dS} - \text{поверхностная плотность заряда.}$$

Поле бесконечно длинной равномерно заряженной нити

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2\tau}{r}, \text{ где } \tau = \frac{dq}{dl} - \text{линейная плотность заряда.}$$

Поле заряженной сферы

$$E = \begin{cases} 0; & r < R; \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}; & r \geq R; \end{cases}, \text{ где } R - \text{радиус сферы.}$$

Потенциал электрического поля

Энергетическая характеристика электрического поля равная работе по перемещению единичного положительного точечного заряда из данной точки поля на бесконечность

$$\varphi(B) = \frac{A_{B,\infty}}{q_0}.$$

Потенциал точечного заряда

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}.$$

Разность потенциалов

Работа по перемещению единичного положительного точечного заряда между двумя точками поля

$$\Delta\varphi = \frac{A_{AB}}{q_0}, \text{ где } A_{AB} - \text{работа по перемещению заряда } q_0 \text{ между точками}$$

A и B .

Связь напряженности поля с потенциалом

$\vec{E} = -\text{grad } \varphi$. Для однородного поля $E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta l}$, где $\Delta\varphi$ изменение потенциала на длине Δl

Диполь

Система двух разных по абсолютной величине, но противоположных по знаку зарядов, расстояние между которыми значительно меньше, чем расстояния до точки наблюдения.

Электрический дипольный момент

$\vec{p} = q\vec{l}$, где \vec{l} - вектор проведенный из отрицательного заряда к положительному.

Емкость проводника

Физическая величина равная заряду, который нужно сообщить проводнику, чтобы увеличить его потенциал на единицу

$$C = \frac{q}{\phi}$$

Емкость шара

$C = 4\pi\epsilon_0 R$, где R - радиус шара.

Емкость плоского конденсатора

$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$, где S - площадь обкладок, d - расстояния между ними, ϵ - диэлектрическая проницаемость среды между обкладками.

Емкость сферического конденсатора

$C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$, где R_1, R_2 - радиусы внутренней и внешней концентрических сфер.

Емкость цилиндрического конденсатора

$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon l}{\ln(R_2/R_1)}$, где R_1, R_2 - радиусы внутреннего и внешнего соосных цилиндров, l - длина цилиндров.

Емкость блока последовательно соединенных конденсаторов

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Емкость блока параллельно соединенных конденсаторов

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Энергия заряженного конденсатора

$$W = \frac{q\Delta\phi}{2} = \frac{C\Delta\phi^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

**Вопросы для самоконтроля по разделу
«Электростатика».**

1. В чем заключается закон сохранения электрического заряда?
2. Запишите и сформулируйте закон Кулона.
3. Какие поля называют электростатическими?
4. Что такое напряженность \vec{E} электростатического поля? Каково направление вектора напряженности \vec{E} ?
5. Дайте определение однородного электростатического поля.
6. Изобразите графически поле двух точечных разноименных зарядов.
7. Дайте определение потенциала данной точки поля и разности потенциалов двух точек поля. Каковы их единицы?
8. Что такое эквипотенциальные поверхности? Какова связь между напряженностью и потенциалом. Выведите ее и объясните.
9. Рассчитайте ускорение, с которым движется электрона (протон) в поле с напряженностью \vec{E} .
10. В чем заключается физический смысл теоремы Гаусса для электростатического поля?
11. Чему равна работа по перемещению заряда вдоль эквипотенциальной поверхности?
12. Запишите формулы для расчета напряженности электростатического поля и потенциала создаваемого: а) равномерно заряженной сферической поверхностью; б) бесконечно длинной равномерно заряженной нитью (цилиндром); в) бесконечной равномерно заряженной плоскостью и двумя плоскостями.
13. Приведите графики зависимостей $E(r)$ и $\varphi(r)$ для равномерно заряженной сферической поверхности. Дайте их обоснование.
14. Что такое линейная, поверхностная и объемная плотность заряда?
15. Что называется циркуляцией вектора напряженности.
16. Как доказать, что электростатическое поле является потенциальным?
17. Что такое электрический диполь. Как направлено плечо диполя?
18. Как определяется вектор электрического смещения? Что он характеризует?

Тестовые задания:

1. Приведите в соответствие:

1.) Закон Кулона

а. $\frac{\vec{F}}{q_0}$

2.) Вектор напряженности электрического поля \vec{E}

б. $\frac{A_\infty}{q_0}$

3.) Принцип суперпозиции электрических полей

в. $\vec{E} = \sum_i^n \vec{E}_i$

4.) Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме

г. $\oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i^n q_i$

5.) Потенциал электрического поля

д. $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

2. В центре квадрата, в вершинах которого находится по заряду q , помещен отрицательный заряд q_1 . Равнодействующая сил, действующих на каждый из зарядов равна нулю. Величина заряда q_1 равна:

а) $\sqrt{2}q$; б) $q(\frac{\sqrt{2}}{2} + 0,5)$; в) $q(\frac{\sqrt{2}}{2} + 0,25)$; г) $q \frac{\sqrt{2}}{2}$; д) $q(\frac{\sqrt{2} + 2}{2})$.

3. Приведите в соответствие:

1.) Разность потенциалов

а. $\vec{E} = -\text{grad } \varphi$

2.) Связь между \vec{E} и φ

б. $q/(\varphi_1 - \varphi_2)$

3.) Емкость конденсатора C

в. A/q_0

4. Электрон, помещенный в однородное электрическое поле, начинает двигаться:

- а) равноускоренно, перпендикулярно вектору напряженности;
- б) равномерно, по направлению вектора напряженности;
- в) равноускоренно, против направления вектора напряженности;
- г) равномерно, против направления вектора напряженности;
- д) покоится.

5. Приведите в соответствие:

| Поле создано: | Напряженность $E(r)$ | Сила F на заряд Q |
|---|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. Точечным зарядом | а. $\sigma / 2\epsilon_0$ | г. $\sigma Q / 2\epsilon_0$ |
| 2. Длинной заряженной нитью | б. $q / 4\pi\epsilon_0 r^2$ | д. $Q\lambda / 2\pi\epsilon_0 r$ |
| 3. Бесконечно большой заряженной плоскостью | в. $\lambda / 2\pi\epsilon_0 r$ | е. $qQ / 4\pi\epsilon_0 r^2$ |

6. Какое из приведённых ниже выражений есть определение напряженности электрического поля?

а) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$ б) $\nabla \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$; в) $\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0 \epsilon}$; г) $\oint_S \vec{E} dS = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$;

д) $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$.

7. Величина напряженности электрического поля заряженного тела (поставьте в соответствие математическое выражение).

Напряженность эл. поля Математическое выражение

а) точечного заряда на расстоянии r 1) $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon}$

б) внутри объёмно-заряжённого шара

$$2) E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon r}$$

в) бесконечно длинной равномерно

$$3) E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon}$$

заряжённой нити на расстоянии r от ее оси

г) бесконечной равномерно заряжённой

$$4) E = \frac{4\pi\rho r^3}{3\epsilon_0}$$

плоскости

д) плоского конденсатора

$$5) E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$$

8. Установите соответствие между определением физической величины и его математическим соответствием:

Определение

Математическое выражение

а) линейная плотность заряда

$$1) \rho = \frac{dq}{dV},$$

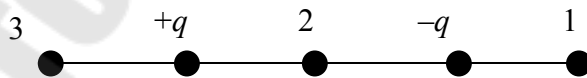
б) поверхностная плотность заряда

$$2) \lambda = \frac{dq}{dl},$$

в) объемная плотность заряда

$$3) \sigma = \frac{dq}{dS}.$$

9. В какой из отмеченных точек 1, 2 или 3 напряженность поля максимальна? Потенциал максимален?



а

б

в

г.

\vec{E}_{\max} в точке 2

\vec{E}_{\max} в точке 2

\vec{E}_{\max} в точке 1

\vec{E}_{\max} в точке 3

φ_{\max} в точке 2

φ_{\max} в точ. 1,3

φ_{\max} в точке 1

φ_{\max} в точке 3

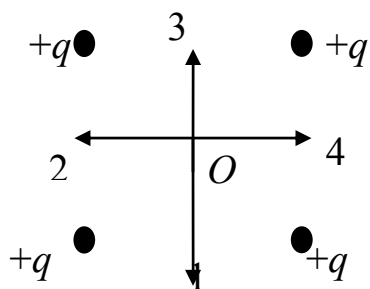
10. Как изменится по модулю напряженность электрического поля точечного заряда при уменьшении расстояния до заряда в 4 раза?

а) уменьшится в 2 раза; б) уменьшится в 4 раза; в) уменьшится в 16 раз;

г) увеличится в 2 раза; д) увеличится в 4 раза; е) увеличится в 16 раз.

Ответ поясните.

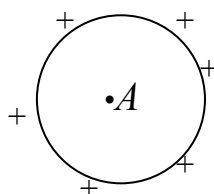
11. Каково направление вектора напряженности электрического поля в точке O , созданного по модулю зарядами $+q$?



а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) напряженность в точке O равна нулю.

12. В каких из четырех случаев различного распределения зарядов, приведенных ниже напряженность электростатического поля в точке A равна нулю?

| | | |
|----|----|----|
| | | |
| 1) | 2) | 3) |



4) Заряженное кольцо

- а) 1, 2; б) 2, 3; в) 3; г) 4; д) 3, 4.

13. Пусть имеется цилиндрическая поверхность внутри которой находится на его оси заряженная нить. Как изменится модуль потока вектора напряжённости электрического поля через поверхность цилиндра, если радиус цилиндрической поверхности увеличить в два раза? Среда однородна.

- а) увеличится в 4 раза; б) увеличится в 2 раза; в) уменьшится в 4 раза; г) не изменится; д) уменьшится в 2 раза.

14. Установите соответствие между определением и его математическим выражением.

Определение

Математическое выражение

а) теорема Гаусса

$$1) \oint_L E dl = 0$$

б) закон Кулона

$$2) \oint_S E dS = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$$

в) теорема о циркуляции

$$3) \epsilon_2 E_{2n} = \epsilon_{1n}$$

г) дипольный момент

$$4) F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$$

д) условие на границе двух однородных изотропных диэлектриков

$$5) \vec{p} = q\vec{l}$$

15. Шар радиуса R равномерно заряжен по поверхности зарядом q . \vec{E} - напряженность электрического поля, r - расстояние от центра шара.

Приведите в соответствие:

$r =$

$E =$

а) 0

1) $q/4\pi\epsilon_0 R^2$

б) $R/2$

2) $q/8\pi\epsilon_0 R^2$

- в) R
 г) $2R$

- 3) $q/16\pi\epsilon_0 R^2$
 4) 0

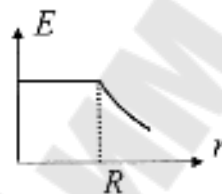
16. Шар радиуса R имеет заряд q . \vec{E} - напряженность электрического поля, r - расстояние от центра шара.
 Приведите в соответствие:

Заряд равномерно распределен по:

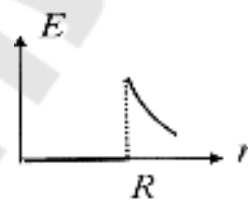
График $E(r)$ имеет вид:

- 1.) поверхности
 2.) объему

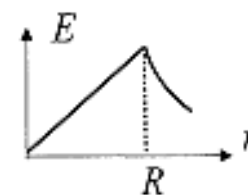
а.



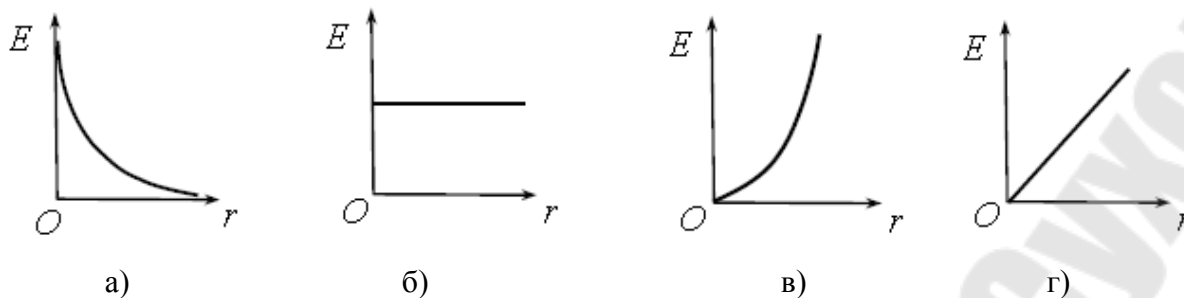
б.



в.



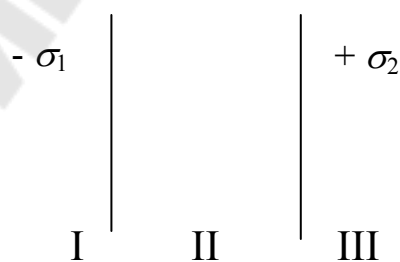
17. Укажите, на каком графике правильно показана зависимость напряжённости электростатического поля \vec{E} от расстояния r для тонкой равномерно заряженной бесконечной нити r ?



18. Проведите рисунок линий напряженности и эквипотенциальных поверхностей, если отрицательный заряд равномерно распределен по поверхности полый сферы.

19. Проведите рисунок линий напряженности и эквипотенциальных поверхностей, если заряд положительный заряд равномерно распределен по объему шара.

20. Две бесконечные параллельные плоскости заряжены разноименными зарядами с поверхностной плотностью $\sigma_1 = -0,3$ мКл/м² и $\sigma_2 = +0,4$ мКл/м². Найдите напряженность электрического поля в областях I, II, III.

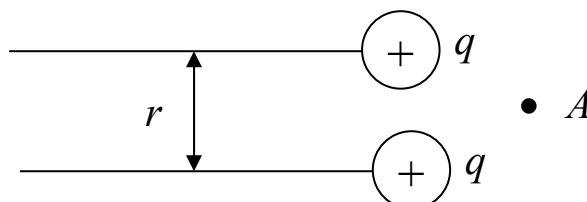


Постройте график зависимости $E = f(r)$.

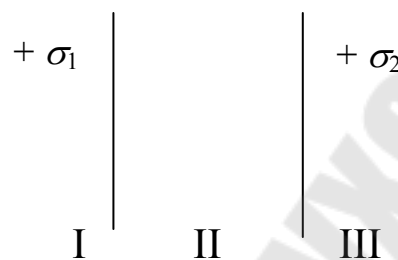
21. Какое из приведённых ниже выражений есть определение потенциала электрического поля?

- а) $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$; б) $\varphi = \frac{W_p}{q'}$; в) $\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i$;
 г) $d\varphi = -E dr$; д) $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$.

22. Покажите на рисунке как будет направлена результирующая напряженность в точке A, если электростатическое поле создано двумя положительно заряженными равными зарядами q, находящимися на расстоянии r друг от друга.



23. Две параллельные плоскости заряжены одноименными зарядами с поверхностной плотностью $\sigma_1 = +0,3$ мкКл/м² и $\sigma_2 = +0,5$ мкКл/м². Найдите напряженность электрического поля в областях I, II, III.

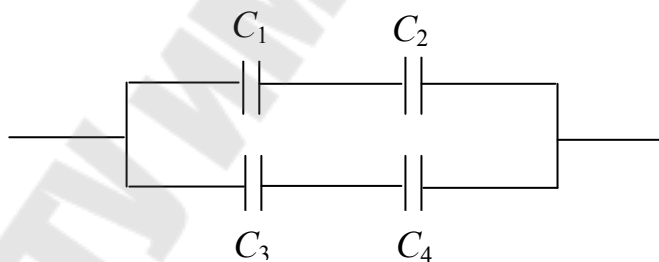


24. Какое из приведённых ниже выражений определяет энергию диполя в электрическом поле?

а) $W = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0 r}$; б) $W = q\phi$; в) $W = -pE \cos \alpha$; г) $W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i \phi_i$.

25. Найдите напряженность поля \vec{E} , если потенциал $\phi = c \cdot r$, где c – константа, r – расстояние от начала координат до точки наблюдения.

26. Найдите общую емкость блока конденсаторов.



27. Какое из приведенных ниже выражений есть определение емкости конденсатора?

а) $C = 4\pi\epsilon_0\epsilon R$; б) $C = \frac{\epsilon_0\epsilon S}{d}$; в) $C = \frac{q}{U}$; г) $C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$;

д) $C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon l}{\ln(R_2/R_1)}$.

28. Плоский воздушный конденсатор подключили к источнику напряжения, затем, не отключая его от источника, сдвинули пластины, уменьшая зазор в два раза. Как изменится энергия конденсатора

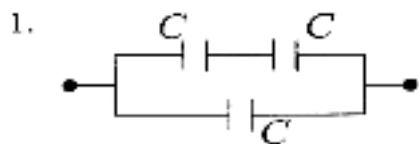
а) уменьшится в 2 раза; б) уменьшится в 4 раза; в) увеличится в 2 раза; г) увеличится в 4 раза.

29. Плоский воздушный конденсатор подключили к источнику напряжения, затем, не отключая его от источника, вдвинули вплотную между об-

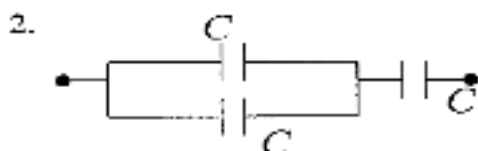
кладками диэлектрическую пластинку с $\epsilon = 2$. Как изменится энергия конденсатора

- а) уменьшится в 2 раза; б) уменьшится в 4 раза; в) увеличится в 2 раза; г) увеличится в 4 раза.

30. Приведите в соответствие:

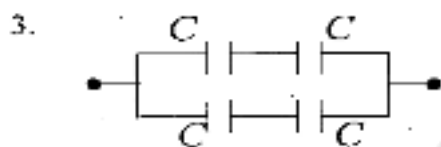


Эквивалентная емкость равна:



а. $2C/3$

б. $3C/2$



в. C

г. $2C$

31. От каких факторов зависит емкость уединенного проводника, расположенного в вакууме?

- а) только от размеров проводника; б) только от формы проводника; в) от формы и размеров проводника; г) от формы, размеров и материала проводника; д) от формы, размеров и заряда проводника.

Задачи без выбора ответа

1. Пользуясь принципом суперпозиции, найдите в поле двух точечных зарядов $+q$ и $+2q$, находящихся на расстоянии l друг от друга, точку, где напряженность поля равна нулю.
2. Три одинаковых конденсатора один раз соединены последовательно, другой – параллельно. Во сколько раз и когда емкость батареи будет больше?
3. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = -20$ нКл, находящимся на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определить напряженность E поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1 = 80$ см и от второго на $r_2 = 50$ см.
4. Кольцо из проволоки радиусом $R = 0,1$ м имеет отрицательный заряд $q = -5$ нКл. Найти напряженность электрического поля на оси кольца на расстоянии $r = 15$ м от его центра.
5. Заряд распределен равномерно по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 10$ нКл/м². Определить разность потенциалов двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от плоскости на расстояние $d = 10$ см.
6. Два шарика с зарядами $q_1 = 20$ нКл и $q_2 = 40$ нКл находятся на расстоянии $r_1 = 40$ см. Какую надо совершить работу, чтобы сблизить их до расстояния $r_2 = 25$ см.
7. Заряженная частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 600$ кВ, приобрела скорость $V = 5,4$ Мм/с. Определить удельный заряд частицы (отношение заряда к массе).
8. Протон движется вдоль силовой линии однородного электрического поля. В некоторой точке поля с потенциалом $\phi_1 = 250$ В протон имел скорость $V_1 = 12$ Мм/с. Определить потенциал ϕ_2 точки поля, в которой скорость V_2 протона будет равна $4V_1$.
9. Расстояние d между пластинами плоского конденсатора равно $1,33$ мм, площадь S пластин равна 20 см². В пространстве между пластинами конденсатора находятся два слоя диэлектриков: слюды толщиной $d_1 = 0,7$ мм, $\epsilon_1 = 7$ и эбонит толщиной $d_2 = 0,3$ мм, $\epsilon_2 = 3$. Определить емкость C конденсатора.
10. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина толщиной $d = 1$ см, $\epsilon = 2$, которая вплотную прилегает к его пластинам. На сколько нужно увеличить расстояние между пластинами, чтобы получить прежнюю емкость?

Основные законы и формулы «Постоянный ток»

Сила постоянного тока

Количества заряда переносимого током через поперечное сечение проводника в единицу времени $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$.

Плотность тока

Векторная величина численно равное количеству заряда переносимого током через единичную площадь поперечное сечение проводника в единицу времени, и совпадающее по направлению с направлением тока $\vec{j} = \frac{I}{S} \vec{i} = \frac{\Delta q}{S \Delta t} \vec{i}$, где \vec{i} — единичный вектор направления тока.

Связь плотности тока со средней скоростью $\langle \vec{v} \rangle$ направленного движения заряженных частиц $\vec{j} = q \cdot n \cdot \langle \vec{v} \rangle$.

Закон Ома для однородного проводника

Сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на концах проводника $I = \Lambda U$, где коэффициент пропорциональности Λ — проводимость проводника. Обратная величина проводимости называется сопротивлением $R = \frac{1}{\Lambda}$. Используя сопротивление, закон Ома

для проводника можно записать в виде: $I = \frac{U}{R}$.

Удельное сопротивление ρ

Сопротивления проводника единичной длины и единичной площади поперечного сечения. Величина обратная удельному сопротивлению называется удельной проводимостью $\lambda = \frac{1}{\rho}$.

Сопротивление цилиндрического проводника

$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$, где l - длина проводника; S - площадь поперечного сечения проводника.

Зависимость удельного сопротивления от температуры

$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$, где ρ и ρ_0 - удельное сопротивление при температуре t и 0°C , α - температурный коэффициент сопротивления.

Сопротивление последовательно соединенных проводников

$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$, где R_i - сопротивление i -го проводника.

Сопротивление параллельно соединенных проводников

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}.$$

Закон Ома для неоднородного участка цепи

$$I = \frac{\varepsilon + (\varphi_1 - \varphi_2)}{R + r}, \text{ где } (\varphi_1 - \varphi_2) - \text{разность потенциалов на концах участ-}$$

ка цепи, ε - э.д.с. источников тока, входящих в участок, R - внешнее сопротивление цепи, r - внутреннее сопротивление э.д.с. источника.

Закон Ома для полной цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}.$$

Первое правило Кирхгофа

Алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в узловых точках цепи,

равна нулю: $\sum_{i=1}^n I_i = 0$, где n - число токов сходящихся в узле

Второе правило Кирхгофа

Для любого замкнутого контура, произвольно выбранного в сложной цепи, алгебраическая сумма произведений сил токов I_k на сопротивление R_k соответствующих участков цепи равна алгебраической сумме всех ЭДС, действующих в этом контуре:

$$\sum_{i=1}^n I_k R_k = \sum_{i=1}^m \varepsilon_i.$$

Работа тока за время t

$$A = qU = IUt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t.$$

Мощность тока

$$P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

Закон Джоуля

$$Q = IUt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t, \text{ где } Q - \text{количество теплоты выделяемой в цепи}$$

за время t .

Закон Ома в дифференциальной форме

$$\vec{j} = \lambda \vec{E}.$$

Закон Джоуля в дифференциальной форме

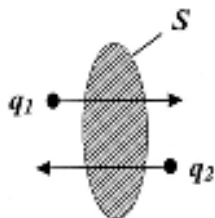
$\omega = \lambda E^2$, где ω – количество тепла выделяемая в единичном объеме за единицу времени.

**Вопросы для самоконтроля по разделу
«Постоянный ток».**

1. Каковы условия возникновения и существования электрического тока?
2. Что называется силой тока, плотностью тока?
3. Что такое сторонние силы? Какова их природа?
4. В чем заключается физический смысл электродвижущей силы, действующей в цепи?
5. Какая взаимосвязь существует между сопротивлением и проводимостью?
6. Как формулируются правила Кирхгофа?
7. Как составить уравнения, выражающие правила Кирхгофа.
8. Выведите законы Ома и Джоуля в дифференциальной форме.
9. Проанализируйте обобщенный закон Ома, какие частные законы можно получить на его основании?

Тестовые задания:

1. Через сечение S за время t переносятся заряды q_1 и q_2 . Приведите в соответствие:



Величина зарядов

Сила тока $I =$

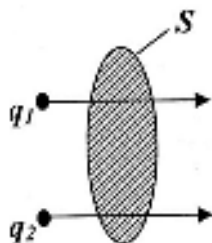
Ток течет

1. $q_1 = +1 \text{ Кл}; q_2 = 0 \text{ Кл}; t = 1 \text{ с}$
2. $q_1 = +1 \text{ Кл}; q_2 = -1 \text{ Кл}; t = 2 \text{ с}$
3. $q_1 = +2 \text{ Кл}; q_2 = +2 \text{ Кл}; t = 2 \text{ с}$

- а. 0 А
- б. 1 А
- в. 2 А
- г. 4 А

- г. вправо
- д. влево
- е. тока нет

2. Через сечение S за время t переносятся заряды q_1 и q_2 . Приведите в соответствие:



Величина зарядов

Сила тока $I =$

Ток течет

1. $q_1 = +1 \text{ Кл}; q_2 = -2 \text{ Кл}; t = 1 \text{ с}$
2. $q_1 = +3 \text{ Кл}; q_2 = -1 \text{ Кл}; t = 2 \text{ с}$
3. $q_1 = +2 \text{ Кл}; q_2 = -3 \text{ Кл}; t = 2 \text{ с}$

- а. 0 А
- б. 1 А
- в. 2 А
- г. 4 А

- г. вправо
- д. влево
- е. тока нет

3. Если q - заряд, перенесенный по цепи за время t , k - постоянная. Тогда сила тока I в цепи равна. Приведите в соответствие:

$$q =$$

$$I =$$

1. kt

- а) $2kt$

2. $2kt^2$ б) kt
 3. $-kt^2$ в) k

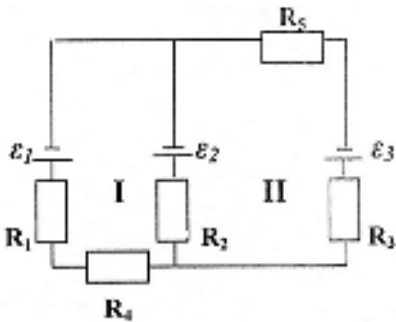
4. Проводящей среде поставьте в соответствие носители зарядов.

| Среда | Носитель заряда |
|------------------|---------------------------------|
| а) металл | 1) носители зарядов отсутствуют |
| б) электролит | 2) электроны |
| в) полупроводник | 3) ионы |
| г) диэлектрик | 4) ионы и электроны |
| д) плазма | 5) электроны и дырки |

5. Какое из приведённых выражений есть определение плотности тока?

а) $I = \frac{dq}{dt}$; б) $j = \frac{dI}{dS_{\perp}}$; в) $I = \int \vec{j} d\vec{S}$; г) $I = \frac{q}{t}$; д) $\vec{j} = e^+ n^+ \vec{u}^+ + e^- n^- \vec{u}^-$.

6. Составьте уравнения по I и II правилу Кирхгофа (схема приведена на рис.).



7. Проводящей среде поставьте в соответствие функциональную зависимость ее удельного сопротивления от температуры.

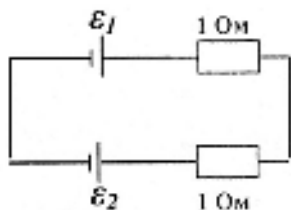
| Среда | Функциональная зависимость |
|------------------|--|
| а) металл | 1) $\rho = \rho_0 e^{\Delta E/kT}$ |
| б) полупроводник | 2) $\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$ |
| в) электролит | 3) $\rho = \frac{1}{\alpha n q (b_+ + b_-)}$ |

8. По медному проводнику сечением $0,8 \text{ мм}^2$ течёт ток 80 мА. Найдите величину средней скорости упорядоченного движения электронов вдоль проводника, предполагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Плотность меди $\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

а) $\langle v \rangle = 7,4 \cdot 10^{-6} \frac{\text{М}}{\text{с}}$; б) $\langle v \rangle = 9,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{М}}{\text{с}}$; в) $\langle v \rangle = 10,5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{М}}{\text{с}}$

г) $\langle v \rangle = 12,6 \cdot 10^{-6} \frac{\text{М}}{\text{с}}$; д) $\langle v \rangle = 14,8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

9.



Приведите в соответствие:

ЭДС источников:

$\varepsilon_1 = 5\text{В}; \varepsilon_2 = 3\text{В}$

$\varepsilon_1 = 5\text{В}; \varepsilon_2 = 9\text{В}$

Сила тока равна:

а. 1А

б. 2А

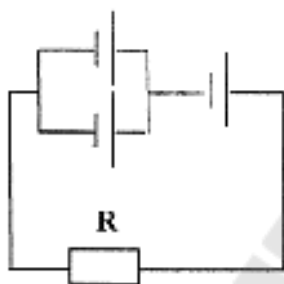
в. 4А

Направление тока:

г. по часовой стрелке

д. против часовой стрелки

10. Три одинаковых элемента ($\varepsilon = 2\text{В}$, $r = 1\text{Ом}$) подключены к нагрузке $R = 1\text{Ом}$. Приведите в соответствие:



Эквивалентная ЭДС

1. 2 В

2. 4 В

3. 6 В

Ток в нагрузке R

а. 1,6 А

б. 1,5 А

в. 1,4 А

г. 0,8 А

11. По медному проводу (удельное сопротивление меди $\rho = 0,018 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$) длиной $l = 2000\text{м}$ и поперечным сечением площади $S = 4\text{мм}^2$ течёт ток I . При каком значении тока падение напряжения U на проводе будет равно 18В?

а) $I = 2\text{А}$; б) $I = 5\text{А}$; в) $I = 8\text{А}$; г) $I = 12\text{А}$; д) $I = 15\text{А}$.

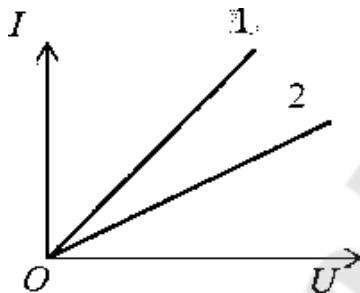
12. Составьте формулы:

- а. Закон Ома в дифференциальной форме 1. $j =$ 3. $\lambda \times$ 5. E
- б. Закон Джоуля в дифференциальной форме 2. $w =$ 4. $\rho \times$ 6. E^2

13. Чтобы изготовить печь сопротивлением $R = 40$ Ом, при комнатной температуре $t = 20^\circ \text{C}$ на фарфоровый цилиндр диаметром $d = 5$ см наматывают никелиновую проволоку радиусом $r = 0,5$ мм. Сколько витков проволоки потребуется для изготовления такой печи? Удельное сопротивление никелина $\rho = 4 \cdot 10^{-7}$ Ом·м при температуре $t = 20^\circ \text{C}$.

- а) $N = 300$; б) $N = 500$; в) $N = 600$; г) $N = 800$; д) $N = 1000$.

14. Сравните сопротивления двух проводников, для которых приведён график $I = f(U)$.



- а) $R_1 > R_2$; б) $R_1 < R_2$; в) $R_1 = R_2$;
 г) по приведенным графикам о сопротивлениях 1 и 2 сказать ничего нельзя.

15. Верны ли следующие утверждения:

- 1) при соединении двух проводников из различных металлов между ними возникает контактная разность потенциалов, которая зависит только от их химического состава и температуры;
- 2) разность потенциалов между концами цепи, состоящей из последовательно соединенных металлических проводников, находящихся при одинаковой температуре, не зависит от химического состава промежуточных проводников.

- а) верно, только 1; б) верно, только 2; в) верны оба суждения; г) оба суждения неверны.

16. Поставьте в соответствие закону его математическое выражение

| Закон | Математическое выражение |
|--|--|
| а) закон Ома для однородного участка цепи; | 1) $\vec{j} = \lambda \vec{E}$ |
| б) закон Ома в дифференциальной форме; | 2) $I = \frac{\varepsilon + (\varphi_1 - \varphi_2)}{R + r}$ |
| в) закон Ома для неоднородного участка цепи; | 3) $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ |
| г) закон Ома для замкнутой цепи; | 4) $\vec{j} = anq(b_+ + b_-)\vec{E}$ |
| д) закон Ома для электролитов | 5) $I = \frac{U}{R}$ |

17. Являются ли тождественными понятия: разность потенциалов и напряжение?

- а) да, являются;
- б) нет, не являются, но они совпадают для однородного участка цепи;
- в) нет, не являются и никогда не совпадают.

18. Какую наибольшую мощность P_{\max} можно получить во внешней цепи от батареи аккумуляторов? ЭДС батареи $\varepsilon = 12\text{В}$. Ток короткого замыкания 6А .

- а) $P_{\max} = 24\text{Вт}$; б) $P_{\max} = 46\text{Вт}$; в) $P_{\max} = 18\text{Вт}$; г) $P_{\max} = 72\text{Вт}$;
- д) $P_{\max} = 86\text{Вт}$.

19. Какое из приведённых ниже выражении определяет полную мощность тока в цепи?

- а) IU ; б) $I(\varphi_1 - \varphi_2)$; в) εI ; г) $I^2 R$.

20. Какую наибольшую мощность P_{\max} можно получить во внешней цепи от батареи аккумуляторов? ЭДС батареи $\varepsilon = 12\text{В}$. Ток короткого замыкания 6А .

- а) $P_{\max} = 24\text{Вт}$; б) $P_{\max} = 46\text{Вт}$; в) $P_{\max} = 18\text{Вт}$; г) $P_{\max} = 72\text{Вт}$;
- д) $P_{\max} = 86\text{Вт}$.

21. Какое из приведённых ниже уравнений выражает дифференциальную форму закона Джоуля?

$$\text{а) } \int_S \vec{j} d\vec{S} = -\frac{dq}{dt}; \quad \text{б) } Q = IUt; \quad \text{в) } P = IU; \quad \text{г) } \omega = \lambda E^2.$$

22. Определите количество теплоты Q , выделившееся в проводнике сопротивлением $R = 50$ Ом, при пропускании по нему электрического тока. Сила тока в проводнике равномерно нарастает с $I_0 = 0$ до $I = 10$ А в течение времени $\tau = 20$ с.

а) $Q = 15$ кДж; б) $Q = 35$ кДж; в) $Q = 25$ кДж; г) $Q = 50$ кДж.

23. По проводнику сопротивлением $R = 3$ Ом течёт постоянный ток. Количество теплоты, выделившееся в проводнике за время $\tau = 8$ с, равно $Q = 216$ Дж. Определить количество заряда q , протёкшее за это время по проводнику.

а) $q = 10$ Кл; б) $q = 5$ Кл; в) $q = 15$ Кл; г) $q = 36$ Кл; д) $q = 24$ Кл.

24. В проводнике в течение времени $\tau = 10$ с равномерно убывает сила тока от $I_0 = 5$ А до $I = 0$. При этом в проводнике выделяется количество теплоты $Q = 1$ кДж. Каково сопротивление R проводника?

а) $R = 8$ Ом; б) $R = 10$ Ом; в) $R = 12$ Ом; г) $R = 14$ Ом; д) $R = 16$ Ом.

25. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20$ Ом нарастает по линейному закону от $I_0 = 0$ до $I_{\max} = 6$ А за $t = 2$ с. Определите количество выделившейся теплоты Q_1 за первую секунду и Q_2 за вторую секунду.

а) $Q_1 = 20$ Дж, $Q_2 = 300$ Дж; б) $Q_1 = 45$ Дж, $Q_2 = 405$ Дж;

в) $Q_1 = 60$ Дж, $Q_2 = 420$ Дж; г) $Q_1 = 80$ Дж, $Q_2 = 490$ Дж;

д) $Q_1 = 100$ Дж, $Q_2 = 510$ Дж.

26. В цепь источника постоянного тока с ЭДС $\varepsilon = 6$ В включён резистор сопротивления $R = 80$ Ом. Площадь поперечного сечения проводов $S = 2$ мм². Определите число N электронов, проходящих через сечение проводов за время $t = 1$ с. Сопротивлением источника тока и соединительных проводов пренебречь.

а) $N = 4,69 \cdot 10^{17}$ электронов; б) $N = 1,79 \cdot 10^{17}$ электронов;

в) $N = 2,15 \cdot 10^{17}$ электронов; г) $N = 3,64 \cdot 10^{17}$ электронов;

д) $N = 4,3 \cdot 10^{17}$ электронов.

27. Установите соответствие между определением ЭДС и ее математическим выражением.

Определение ЭДС

- а) ЭДС - физическая величина, численно равная работе, совершаемой сторонними силами при перемещении положительного единичного заряда по замкнутой цепи;
- б) ЭДС равна сумме падений напряжения на внешнем и внутреннем участках цепи;
- в) ЭДС равна разности потенциалов на клеммах источника тока при разомкнутой внешней цепи;
- г) ЭДС есть циркуляция вектора напряженности поля сторонних сил по замкнутому контуру.

Математическое выражение

$$1) \varepsilon = \int_L Edl$$

$$2) \varepsilon = \frac{A}{q}$$

$$3) \varepsilon = IR + Ir$$

$$4) \varepsilon = \varphi_1 - \varphi_2$$

Задачи без выбора ответа

1. Определить заряд q , прошедший по проводу с сопротивлением $R = 5 \text{ Ом}$, при равномерном нарастании напряжения на концах провода от $U_0 = 3 \text{ В}$ до $U = 7 \text{ В}$ в течение 15 с .
2. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от $I_0 = 4 \text{ А}$ до $I = 10 \text{ А}$ в течении $t = 15 \text{ с}$. Определить заряд q , прошедший в проводнике.
3. При внешнем сопротивлении $R_1 = 8 \text{ Ом}$ сила тока в цепи $I_1 = 0,8 \text{ А}$, при сопротивлении $R_2 = 15 \text{ Ом}$ сила тока $I_2 = 0,5 \text{ А}$. Определить силу тока $I_{к.з}$ короткого замыкания источника ЭДС.
4. При внешнем сопротивлении R_1 по цепи идет ток I_1 . При внешнем сопротивлении R_2 по цепи идет ток I_2 . Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.
5. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 40 \text{ Ом}$ равномерно нарастает от $I_0 = 3 \text{ А}$ до $I_{\max} = 10 \text{ А}$ в течение времени $t = 10 \text{ с}$. Определить количество теплоты Q , выделившееся за это время в проводнике.

6. Найдите ток короткого замыкания, если для источника ЭДС $\varepsilon = 10\text{В}$ при внешнем сопротивлении $R = 8\text{Ом}$ сила тока в цепи $I = 1\text{А}$.
7. В проводнике за время $t = 15\text{с}$ при равномерном возрастании силы тока от $I_1 = 4\text{А}$ до $I_2 = 12\text{А}$ выделилось количество теплоты $Q = 8\text{кДж}$. Найти сопротивление R проводника.
8. ЭДС батареи $\varepsilon = 12\text{В}$ при силе тока $I = 4\text{А}$, КПД батареи $\eta = 0,6$. Определить внутреннее сопротивление r батареи.
9. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через $t_1 = 15\text{мин}$, если только вторая, то через $t_2 = 30\text{мин}$. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? параллельно?
10. При силе тока $I_1 = 3\text{А}$ во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность $P_1 = 18\text{Вт}$, при силе тока $I_2 = 1\text{А}$ соответственно $P_2 = 10\text{Вт}$. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление r батареи.

Основные законы и формулы «Магнитное поле»

Закон Био-Савара-Лапласа

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}, \text{ где магнитная постоянная } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Тл} \cdot \text{м}}{\text{А}},$$

$d\vec{B}$ – индукция магнитного поля на расстоянии r от элемента проводника с током $d\vec{l}$, I – сила тока.

Магнитное поле бесконечно длинного проводника

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \text{ где } r \text{ – расстояния от проводника до рассматриваемой точки}$$

поля.

Магнитного поле в центре кругового тока

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}, \text{ где } R \text{ – витка тока.}$$

Магнитное поле соленоида

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l}, \text{ где } N \text{ – число витков обмотки соленоида, } l \text{ – длина соленоида, } I \text{ – ток, текущий в соленоиде.}$$

Принцип суперпозиции

Если магнитное поле создается несколькими проводниками с током, то вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля равен векторной сумме магнитных индукций полей, созданными каждым током в отдельности.

$$\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$$

Магнитный момент контура с током

$\vec{p}_m = I S \vec{n}$, где I – сила тока, S – площадь контура, \vec{n} – единичный вектор перпендикулярный контуру.

Момент сил, действующий на контур с током в магнитном поле

$$\vec{M} = [\vec{p}_m, \vec{B}]$$

Сила Ампера

Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле

$$d\vec{F}_A = I [d\vec{l}, \vec{B}], \text{ где } Id\vec{l} \text{ – элемент тока.}$$

Сила Ампера, действующая на прямой ток в однородном магнитном поле: $F_A = B I l \sin \alpha$, α – угол между током и вектором \vec{B} .

Сила Лоренца

Сила действующая на заряд в электромагнитном поле $\vec{F}_\pi = q\vec{E} + q[\vec{V}, \vec{B}]$, где q - величина заряда, \vec{E} – напряженность электрического поля, \vec{B} – вектор индукция магнитного поля, V - скорость движения заряженной частицы.

Магнитный поток

$d\Phi = (\vec{B}, d\vec{S})$, где $d\vec{S} = dS \cdot \vec{n}$ – элемент вектора площади, \vec{n} – нормаль к площади. В случае однородного магнитного поля и плоской поверхности $\Phi = BS \cos \alpha$ где S - площадь контура, α - угол между нормалью к плоскости контура и вектором магнитной индукции.

ЭДС индукции

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}.$$

Индуктивность

Коэффициент пропорциональности между силой тока в контуре и магнитным потоком пронизывающий этот контур. $\Phi = LI$.

ЭДС самоиндукции:

$$\varepsilon_c = -L \frac{dI}{dt}.$$

Индуктивность соленоида

$L = \mu\mu_0 n^2 V$, где n – число витков соленоида на единице длины. V - объём соленоида.

Энергия магнитного поля контура

$$W = \frac{LI^2}{2}.$$

Вопросы для самоконтроля по разделу «Магнитное поле».

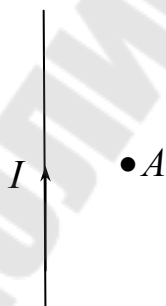
1. Что называют индукцией магнитного поля?
2. Как определяют направление вектора магнитной индукции \vec{B} ?
3. Что такое линии магнитной индукции? Как определяется их направление? Чем они отличаются от линий напряженности электрического поля?
4. Нарисуйте и покажите, как ориентированы линии магнитной индукции прямого тока.
5. Почему магнитное поле является вихревым?
6. Запишите закон Био-Савара-Лапласа, объясните его смысл.

7. Применяя закон Био-Савара-Лапласа, определите значения \vec{H} и \vec{B} для прямого тока и в центре кругового тока.
8. Нарисуйте рисунок для силы взаимодействия двух бесконечных прямолинейных одинаковых токов противоположного направления.
9. Почему движущийся заряд по своим магнитным свойствам эквивалентен элементу тока?
10. Чему равен и как направлен магнитный момент рамки с током?
11. Чему равна работа по перемещению проводника с током в магнитном поле?
12. В чем заключается явление электромагнитной индукции?
13. Каков механизм намагничивания ферромагнетиков?
14. Объясните петлю гистерезиса ферромагнетика.
15. Чем отличается индукция от самоиндукции?

Тестовые задания:

- | 1. Определению поставьте в соответствии математическое выражение | Определение | Математическое выражение |
|--|-------------|--|
| а) сила Лоренца | | 1) $\vec{M} = [\vec{p}_m, \vec{B}]$ |
| б) сила Ампера | | 2) $F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2}{b} l$ |
| в) сила взаимодействия двух прямых параллельных токов | | 3) $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{V}, \vec{B}]$ |
| г) момент сил, действующих на контур с током | | 4) $d\vec{F} = I[d\vec{l}, \vec{B}]$ |

2. Проводник током I и точка A лежат в плоскости листа. Выберите направление вектора магнитной индукции \vec{B} в точке A .



- а) $\otimes \vec{B}$
- б) $\odot \vec{B}$
- в) $\longrightarrow \vec{B}$
- г) $\longleftarrow \vec{B}$

3. Определению поставьте в соответствии математическое выражение

а) циркуляция вектора \vec{B}

$$1) \vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$$

б) закон Био-Савара-Лапласа

$$2) \int_L \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^n I_i$$

в) принцип суперпозиции

$$3) \int_S \vec{B} d\vec{S} = 0$$

г) теорема Гаусса для поля \vec{B}

$$4) \vec{F} = I[d\vec{l} \times \vec{B}]$$

д) закон Ампера

$$5) dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}$$

4. Какая из ниже приведённых формул представляет закон Био-Савара-Лапласа.

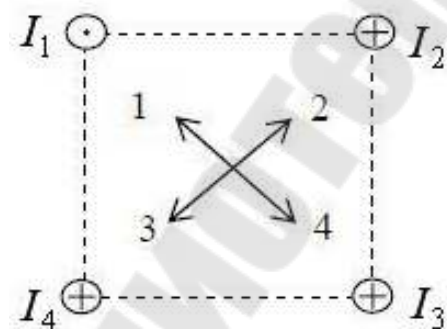
а) $\vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H}$;

б) $d\vec{B} = \frac{I}{r^3} [d\vec{l}, \vec{r}]$;

в) $\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$;

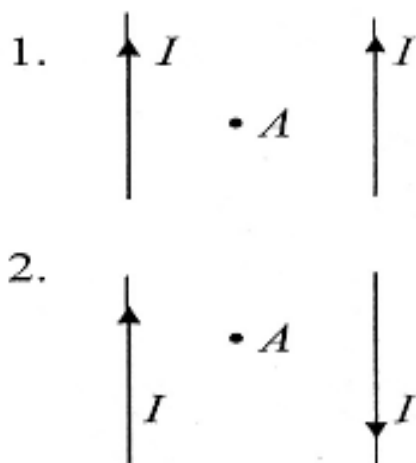
г) $\int_L H \cos(\vec{H} d\vec{l}) = \sum_{i=1}^n I_i$.

5. Четыре параллельных тока одинаковой величины текут так, как показано на рисунке. Какая из стрелок указывает направление магнитной индукции в центре квадрата?



а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) ни одна из стрелок не указывает направление магнитной индукции в центре квадрата.

6. По двум длинным параллельным проводникам текут одинаковые токи. Проводники и точка A , расположенная на одинаковых расстояниях от проводников, лежат в плоскости листа. \vec{B} - индукция магнитного поля в точке A . Приведите в соответствие:



а. $B_A = 0$

б. $B_A \neq 0$

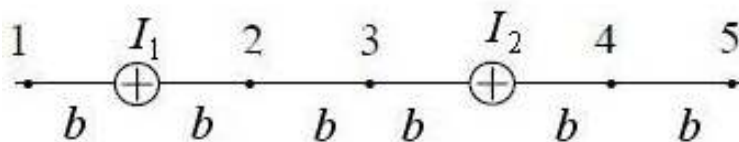
7. Приведите в соответствие:

1. Закон Био-Савара-Лапласа $d\vec{B}$ а. $q[\vec{V}, \vec{B}]$

2. Сила Ампера $d\vec{F}_A$ б. $\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}$

3. Сила Лоренца $d\vec{F}_L$ в. $I[d\vec{l}, \vec{B}]$

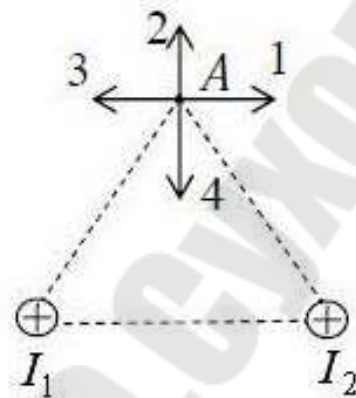
8. На рисунке изображены два бесконечно длинных проводника, перпендикулярных плоскости чертежа. Токи текут «от нас»,



$I_1 = 2I_2$. В какой из пяти указанных точек $B = 0$?

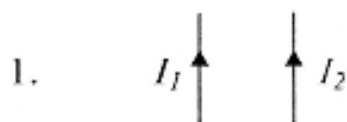
- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5.

9. На рисунке изображено сечение двух параллельных проводов, по которым протекают токи одинаковой величины. Какая из стрелок указывает направление вектора магнитной индукции в точке A , одинаково удалённой от токов?



- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

10. По параллельным проводникам текут токи. Приведите в соответствие:



Проводники:

- а. притягиваются
б. отталкиваются



11. Из ниже приведённых величин выберите физическую величину, которую можно приравнять к выражению

к выражению $\frac{\mu_0 I \sin \alpha dl}{4\pi r^2}$ при определённом смысле входящих в него величин.

- а) dH ; б) H ; в) dB ; г) B ; д) F .

12. Определению поставьте в соответствии математическое выражение.

Определение

Математическое выражение

а) магнитное поле движущегося

$$1) B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r}$$

заряда

б) магнитное поле прямого тока

$$2) B = \mu_0 nI$$

в) магнитное поле в центре

$$3) B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

кругового тока

г) магнитное поле соленоида

$$4) \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q[\vec{V}, \vec{r}]}{r^3}$$

д) магнитное поле тороида

$$5) B = \frac{\mu_0}{2} \frac{I}{R}$$

13. \vec{p}_m - магнитный момент рамки с током. Приведите в соответствие:



Вектор \vec{p}_m направлен:

а. вверх

б. вниз

14. Приведите в соответствие:

1. Магнитный момент рамки с током а. $\vec{M} =$

в. $IS\vec{n}$

2. Вращающий момент сил действующий на рамку с током б. $\vec{p}_m =$

г. $[\vec{p}_m, \vec{B}]$

15. Приведите в соответствие обозначения к формулам теста 14:

1. I -

а. площадь рамки

2. S -

б. сила тока в рамке

3. \vec{B}

в. нормаль к площадке S , направление нормали определяется правилом буравчика

4. \vec{n}

г. индукция магнитного поля, в

котором находится рамка

16. Два прямолинейных проводника с током противоположного направления по 20 А находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Индукция магнитного поля в точке, лежащей посередине между проводниками, равна:

- 1) $5,0 \cdot 10^{-4}$ Тл; 2) $1,6 \cdot 10^{-4}$ Тл; 3) $1,0 \cdot 10^{-4}$ Тл; 4) $8,0 \cdot 10^{-5}$ Тл; 5) $4,0 \cdot 10^{-5}$ Тл.

17. Две частицы с одинаковыми зарядами, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, попадают в однородное магнитное поле и движутся по круговым орбитам. Если отношение масс этих частиц

$\frac{m_1}{m_2} = 4$, то отношение $\frac{R_1}{R_2}$ радиусов их траекторий равно:

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

18. Пройдя ускоряющую разность потенциалов 25 кВ, электрон ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) влетает в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции $B = 10$ мТл. Радиус окружности, по которой движется электрон, составляет:

- 1) 0,002 см; 2) 0,53 см; 3) 4,3 см; 4) 17 см; 5) 29 см.

19. Линии магнитной индукции однородного поля перпендикулярны плоскому прямоугольному контуру. Если плоскость контура повернуть относительно направления линий индукции на 60° , то величина магнитного потока, пронизывающего контур :

- 1) увеличится в 2 раза; 2) увеличится в $\frac{\sqrt{3}}{2}$ раза; 3) уменьшится в 2 раза; 4) уменьшится в $\frac{\sqrt{3}}{2}$ раза; 5) уменьшится в 4 раза.

19. Стороны прямоугольника, изготовленного из тонкого провода, равны $a = 30$ см и $b = 40$ см. Величина магнитной индукции \vec{B}_0 в точке пересечения диагоналей равна 400 мкТл, если по проводнику пропустить ток I . Определите величину тока I .

- а) $I = 96$ А; б) $I = 120$ А; в) $I = 140$ А; г) $I = 136$ А; д) $I = 68$ А.

20. Какая из приведённых ниже формул задает ЭДС индукции?

$$\text{а) } \varepsilon = \oint_L E_1 dl; \quad \text{б) } \varepsilon = I(R + r); \quad \text{в) } dB = \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}; \quad \text{г) } \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt};$$

21. Определению поставьте в соответствие математические выражения.

Определение

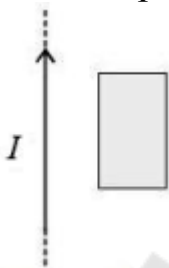
Математическое выражение

- | | |
|------------------------------------|--|
| а) закон электромагнитной индукции | 1) $\varepsilon = -L_{21} \frac{dI_1}{dt}$ |
| б) ЭДС самоиндукции | 2) $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$ |
| в) ЭДС взаимной индукции | 3) $\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$ |

21. Какие из приведённых ниже словосочетаний можно поставить вместо многоточия в предложении: «ЭДС индукции в контуре зависит от ...»?

- а) ... площади контура;
- б) ... расположения контура в магнитном поле;
- в) ... магнитного потока, пронизывающего контур;
- г) скорости изменения магнитного потока, пронизывающего контур.

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



- а) да, да; б) нет, нет; в) нет, да; г) да, нет.

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

- а) да, да; б) нет, нет; в) да, нет; г) нет, да.

24. Выберите все окончания, которые можно поставить вместо многоточия в предложении: “ЭДС самоиндукции в катушке пропорциональна ...”?

- а) скорости изменения силы тока, протекающего через катушку;
- б) силе тока, протекающего через катушку;
- в) скорости изменения магнитного потока, пронизывающего катушку;
- г) величине магнитного потока, пронизывающего катушку.

25. Через катушку, индуктивность которой равна L , течет ток, изменяющийся во времени по закону $I = I_0 \sin \omega t$. Определить максимальное значение ЭДС индукции.

- а) $LI_0\omega$;
- б) $\frac{LI_0^2}{2}$;
- в) $\frac{L\omega I_0^2}{2}$;
- г) $LI_0\omega \cos \omega t$.

26. Какие из приведённых ниже выражений дают энергию магнитного поля внутри соленоида?

- а) $\frac{BH}{2}$;
- б) $\frac{B^2}{2\mu_0\mu}$;
- в) $\frac{\mu_0\mu H^2}{2}$;
- г) $\frac{LI^2}{2}$.

Задачи без выбора ответа

1. Бесконечный провод с током 3 А образует круговую петлю, радиусом 20 см. Найти индукцию магнитного поля в центре кривизны.
2. Два длинных, параллельных провода находятся на расстоянии 5 см один от другого. По проводам текут токи в противоположных направлениях, величиной 10 А каждый. Найти индукцию магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 4 см от одного и 3 см от другого провода (египетский треугольник).
3. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии $r = 5$ см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи силой $I = 5$ А каждый. Найти индукцию магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 2$ см от одного и $r_2 = 3$ см от другого провода.
4. Бесконечно длинный прямой провод согнут под прямым углом. По проводнику течет ток силой $I = 20$ А. Какова магнитная индукция B в

точке, расположенной от изгиба на оси одного из проводов на расстоянии $r = 5$ см.

5. По тонкому проволочному кольцу течет ток. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Во сколько раз изменилась магнитная индукция в центре контура?

6. По контуру в виде квадрата идет ток силой $I = 50$ А. Длина стороны квадрата $a = 20$ см. Определить магнитную индукцию B в точке пересечения диагоналей.

7. Прямой провод, по которому течет ток силой $I = 1$ кА, расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции. С какой силой F действует поле на отрезок провода длиной $l = 1$ м, если магнитная индукция $B = 1$ Тл?

8. Прямой провод длиной $l = 10$ см, по которому течет ток силой $I = 20$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01$ Тл. Найти угол α между направлением вектора B и тока, если на провод действует сила $F = 10$ мН.

9. Магнитный момент p_m витка равен $0,2$ Дж/Тл. Определить силу тока I в витке, если его диаметр $d = 10$ см.

10. Напряженность H магнитного поля в центре кругового витка равна 200 А/м. Магнитный момент p_m витка равен 1 А·м². Вычислить силу тока I в витке, и радиус витка.

11. Проволочный виток радиусом $R = 5$ см находится в однородном магнитном поле индукцией $B = 2$ мТл. Плоскость витка образует угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением поля. По витку течет ток силой $I = 4$ А. Найти механический момент M , действующий на виток.

12. Проволочный виток диаметром 20 см помещен в однородное магнитное поле, индукция которого 10^{-3} Тл. При пропускании по витку тока в 2 А виток повернулся на 90° . Какой момент сил действовал на виток?

13. Протон движется в однородном магнитном поле индукцией $B = 5$ мкТл по окружности радиусом $R = 5$ см. Найти скорость V протона.

14. Электрон, обладая скоростью $V = 10$ Мм/с, влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл. Определить нормальное ускорение электрона.

15. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 5 \text{ мТл}$ по окружности. Определить угловую скорость вращения электрона.
16. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов $\varphi = 2 \text{ кВ}$, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 15,1 \text{ мТл}$ по окружности радиусом $R = 1 \text{ см}$. Определить отношение q/m заряда частицы к ее массе и скорость V частицы.
17. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 100 \text{ мкТл}$ движется электрон по винтовой линии. Определить скорость V электрона, если шаг h винтовой линии равен 20 см , а радиус $R = 5 \text{ см}$.
18. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 2 \text{ Тл}$ движется протон. Траектория его движения представляет собой винтовую линию с радиусом $R = 10 \text{ см}$ и шагом $h = 60 \text{ см}$. Определить кинетическую энергию протона.
19. Плоский контур, площадь S которого равна 25 см^2 , находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,04 \text{ Тл}$. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол $\beta = 30^\circ$ с линиями индукции.
20. Соленоид длиной $l = 1 \text{ м}$ и сечением $S = 16 \text{ см}^2$ содержит $N = 2000$ витков. Вычислить потокосцепление Ψ при силе тока I в обмотке 10 А .
21. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,35 \text{ Тл}$ равномерно с частотой $n = 480 \text{ мин}^{-1}$ вращается рамка, содержащая $N = 1500$ витков площадью $S = 50 \text{ см}^2$. Ось вращения лежит в плоскости рамки перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке.
22. Круговой проволочный виток площадью $S = 100 \text{ см}^2$ находится в однородном магнитном поле, индукция которого $B = 1 \text{ Тл}$. Плоскость витка перпендикулярна направлению магнитного поля. Чему будет равно среднее значение ЭДС индукции, возникающей в витке при выключении поля в течение $0,01 \text{ с}$?

ФИЗИКА

Практикум

**по выполнению тестовых заданий
по курсу «Электричество и магнетизм»
для студентов технических специальностей
заочной формы обучения**

Составители: **Бойко Андрей Андреевич**
Шаповалов Петр Степанович

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 28.03.16.

Рег. № 50Е.
<http://www.gstu.by>