

Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Физика»

А. А. Бойко, Е. С. Петрова, П. Д. Петрашенко

ФИЗИКА

ПРАКТИКУМ

**по одноименному курсу
для студентов всех специальностей
заочной формы обучения**

В трех частях

Часть 2

Электричество и магнетизм

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2011

УДК 537(075.8)
ББК 22.33я73
Б77

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 9 от 01.06.2010 г.)*

Рецензент: канд. физ.-мат. наук, доц. каф. «Высшая математика»
ГГТУ им. П. О. Сухого *В. И. Лашкевич*

Бойко, А. А.
Б77 Физика : практикум по одному курсу для студентов всех специальностей заоч. формы обучения : в 3 ч. Ч. 2. Электричество и магнетизм / А. А. Бойко, Е. С. Петрова, П. Д. Петрашенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 44 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: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-985-2.

Представлены тестовые задания по разделу курса физики «Электричество и магнетизм», даны вопросы для самопроверки знаний.

Для студентов всех специальностей заочной формы обучения.

УДК 537(075.8)
ББК 22.33я73

ISBN 978-985-420-985-2 (ч. 2)
ISBN 978-985-420-906-7

© Бойко А. А., Петрова Е. С.,
Петрашенко П. Д., 2011
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2011

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 к тестовому контролю знаний по данному разделу физики.

Основные законы и формулы «Электростатика»

Закон сохранения
электрического заряда

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

где $\sum_{i=1}^n q_i$ – алгебраическая сумма зарядов, входящих в изолированную систему; n – число зарядов

Закон Кулона

$$\vec{F} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r},$$

где \vec{F} – сила взаимодействия двух точечных зарядов q_1 и q_2 ; \vec{r} – вектор, проведенный от q_1 к q_2 ; r – модуль этого вектора;

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{Кл}^2};$$

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

Напряженность
электрического поля

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

где q_0 – единичный пробный точечный положительный заряд

Модуль напряженности поля,
создаваемого точечным зарядом q

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

Результирующая сила \vec{F} ,
действующая на точечный заряд
в электрическом поле, созданном
системой точечных зарядов, равна
геометрической сумме сил,
действующих со стороны
каждого заряда в отдельности

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

Принцип суперпозиции
электрических полей

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

В случае протяженных зарядов

$$\vec{E} = \int d\vec{E},$$

где $d\vec{E}$ – поле, создаваемое зарядом dq

Поток вектора \vec{E} через произвольную поверхность S

$$\Phi_E = \oint_S E \cos \alpha dS,$$

или

$$\Phi_E = \oint_S E_n dS, \quad \Phi_E = \oint_S \vec{E} d\vec{S},$$

где α – угол между вектором \vec{E} и нормалью \vec{n} к элементу поверхности; dS – площадь элемента поверхности; E_n – проекция вектора напряженности на нормаль

Теорема Гаусса

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

где $\sum_{i=1}^n q_i$ – алгебраическая сумма зарядов, заключенных внутри замкнутой поверхности

Модуль напряженности поля, создаваемого бесконечно длинной равномерно заряженной нитью

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2\tau}{r},$$

где $\tau = \frac{dq}{dl}$ – линейная плотность заряда

Модуль напряженности поля, создаваемого бесконечной равномерно заряженной плоскостью

$$E = \frac{1}{2} \frac{\sigma}{\epsilon_0},$$

где $\sigma = \frac{dq}{dl}$ – поверхностная плотность заряда

Модуль напряженности поля, создаваемого заряженной металлической сферой

- а) внутри сферы – $E = 0$;
б) на поверхности сферы –

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R^2},$$

- где R – радиус сферы;
в) вне сферы –

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

где r – расстояние от центра сферы до точки

$$\vec{D} = \epsilon_0 \epsilon \vec{E},$$

где ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость

Связь вектора электрического смещения \vec{D} с вектором напряженности \vec{E} электрического поля

Теорема Гаусса для поля в диэлектрике

$$\Phi_D = \oint_S D_n dS = \sum_{i=1}^n q_i,$$

где $\sum_{i=1}^n q_i$ – алгебраическая сумма свободных зарядов, находящихся внутри объема, ограниченного замкнутой поверхностью S

Потенциал электрического поля в точке (B)

$$\varphi(B) = \frac{W(B)}{q_0} = \frac{A_{B,\infty}}{q_0} = \int_B^\infty E_e dl,$$

где $W(B)$ – потенциальная энергия заряда находящегося в точке (B); $A_{B,\infty}$ – работа сил электростатического поля по перемещению заряда из данной точки (B) в бесконечность; E_e – проекция вектора \vec{E} на направление перемещения; q_0 – пробный заряд

Потенциал поля, создаваемый точечным зарядом на расстоянии r от заряда q

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

Потенциал поля, созданного системой точечных зарядов

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i,$$

где $\sum_{i=1}^n \varphi_i$ – алгебраическая сумма потенциалов, создаваемых отдельными зарядами в данной точке

Потенциал поля связан с напряженностью электростатического поля соотношением

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi;$$
$$\text{grad}\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial\varphi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial\varphi}{\partial z} \vec{k}$$

Работа сил поля по перемещению точечного заряда q из одной точки поля в другую

$$A = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r} = q \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E}(\vec{r}) d\vec{r} = q \int_{r_1}^{r_2} E_r dr,$$

или

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2),$$

где E_r – проекция вектора напряженности \vec{E} на направление перемещения

Электрический момент диполя
Диполь – система двух равных по абсолютной величине, но противоположных по знаку зарядов

$$\vec{p} = |q|\vec{l},$$

где \vec{l} – плечо диполя

Емкость уединенного проводника

$$C = \frac{|q|}{|\varphi|},$$

где q – заряд проводника; φ – потенциал проводника

Емкость конденсатора

$$C = \frac{|q|}{|\Delta\varphi|},$$

где $\Delta\varphi$ – разность потенциалов пластин конденсатора; q – заряд пластины конденсатора

Емкость сферы
радиусом R

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon R$$

Емкость плоского
конденсатора

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d},$$

где d – расстояние между пластинами конденсатора; S – площадь пластины (одной) конденсатора; ϵ – диэлектрическая проницаемость диэлектрика, заполняющего пространство между пластинами

Емкость сферического конденсатора (две концентрические сферы радиусом R_1 и R_2 , пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ):

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

Емкость цилиндрического конденсатора (два коаксиальных цилиндра длиной l и радиусами R_1 и R_2 , пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ)

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon l}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$

Общая емкость последовательно соединенных конденсаторов

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i},$$

где n – число конденсаторов

Общая емкость параллельно соединенных конденсаторов

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n = \sum_{i=1}^n C_i$$

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 электрон (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:

а) закон Кулона

$$1) \frac{\vec{F}}{q_0}$$

б) вектор напряженности
электрического поля \vec{E}

$$2) F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

в) принцип суперпозиции
электрических полей

$$3) \vec{E} = \sum_i^n \vec{E}_i$$

г) теорема Гаусса
для электростатического
поля в вакууме

$$4) \oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_i^n q_i$$

а) _;

б) _;

в) _;

г) _.

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) $q(\sqrt{2} + 0,5)$;

б) $q\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 0,5\right)$;

в) $q\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 0,25\right)$;

г) $q\frac{\sqrt{2}}{2}$;

д) $q\left(\frac{\sqrt{2} + 2}{2}\right)$.

3. Приведите в соответствие:

а) разность потенциалов

$$1) \vec{E} = -\text{grad}\phi$$

б) связь между \vec{E} и ϕ

$$2) \frac{A}{q_0}$$

в) емкость конденсатора C

$$3) \vec{E} = -\left(\frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}\right) \Phi$$

$$4) \frac{q}{\Phi_1 - \Phi_2}$$

а) _;

б) _;

в) _.

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

- а) равноускоренно, по направлению вектора 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:

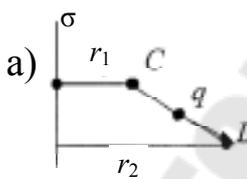
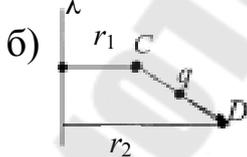
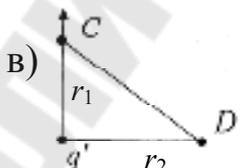
<i>Поле создано</i>	$E(r)$	$F =$
а) точечным зарядом q'	1) $\sigma / 2\epsilon_0$	4) $\sigma q / 2\epsilon_0$
б) длинной заряженной нитью	2) $q' / 4\pi\epsilon_0 r^2$	5) $q\lambda / 2\pi\epsilon_0 r$
в) бесконечно большой заряженной плоскостью	3) $\lambda / 2\pi\epsilon_0 r$	6) $qq' / 4\pi\epsilon_0 r^2$

а) _;

б) _;

в) _.

6. Заряд q перемещается из точки C в точку D . Приведите в соответствие:

	<i>Поле задано</i>	
а) 	бесконечно большой заряженной поверхностью σ [Кл/м]	1) $\frac{q\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$
б) 	длинной заряженной нитью λ [Кл/м]	2) $\frac{qq'}{2\epsilon_0} (r_2 - r_1)$
в) 	точечным зарядом q'	3) $\frac{qq'}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

а) _;

б) _;

в) _.

7. Укажите направление вектора \vec{E} в точке A (рис. 1).

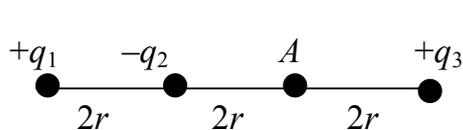


Рис. 1

а) \longrightarrow

б) \longleftarrow

в) \nearrow

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

а) $\underline{\quad}$;

б) $\underline{\quad}$;

в) $\underline{\quad}$.

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



Рис. 2

а) \vec{E}_{\max} в точке 2

б) \vec{E}_{\max} в точке 2

в) \vec{E}_{\max} в точке 1

Φ_{\max} в точке 2

Φ_{\max} в точках 1, 3

Φ_{\max} в точках 1, 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 $+q$ (рис. 3)?

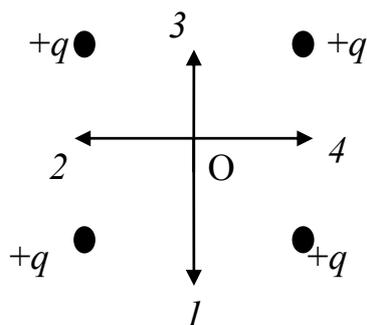


Рис. 3

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

12. В каких из четырех случаев различного распределения зарядов (рис. 4–7) напряженность электростатического поля в точке A равна нулю?

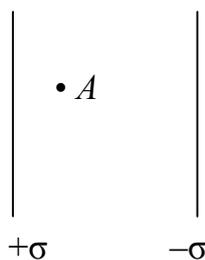


Рис. 4

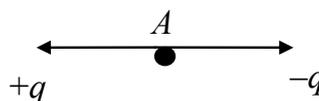


Рис. 5

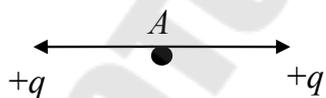
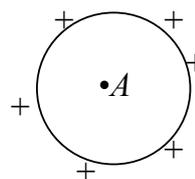


Рис. 6

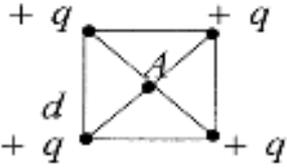
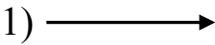
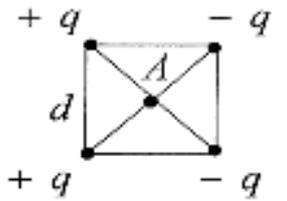
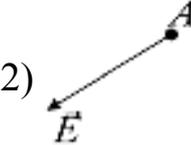
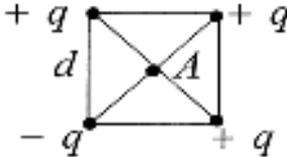


Заряженное кольцо

Рис. 7

- а) рис. 4, 5;
- б) рис. 5, 6;
- в) рис. 6;
- г) рис. 7;
- д) рис. 6, 7.

13. Заряды расположены в вершинах квадрата. Приведите в соответствие рисунок, вектор напряженности электрического поля \vec{E} в точке A и потенциал φ в точке A .

	\vec{E}	φ
а) 	1) 	4) $\varphi = 0$
б) 	2) 	5) $\varphi = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 d}$
в) 	3) $ \vec{E} = 0$	6) $\varphi = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 d}$

а) _;

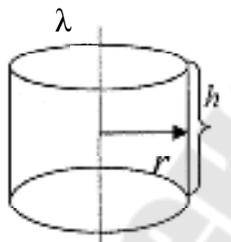
б) _;

в) _.

14. Приведите в соответствие.

Поток вектора \vec{E}

а) длинная заряженная нить λ – линейная плотность заряда λ [Кл/м]	через боковую поверхность цилиндра	через основание цилиндра
---	--	-----------------------------



1) 0

2) $h\lambda / \epsilon_0$

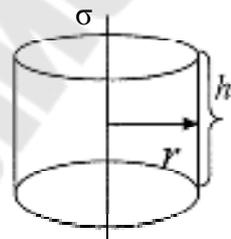
3) $E2\pi rh$

4) 0

5) $E\pi r^2$

6) $\sigma\pi r^2 / 2\epsilon_0$

б) бесконечно большая заряженная плоскость, σ – поверхностная плотность заряда σ [Кл/м]



а) _;

б) _.

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 | 3) $q / 8\pi\epsilon_0 R^2$ |
| г) $2R$ | 4) 0 |

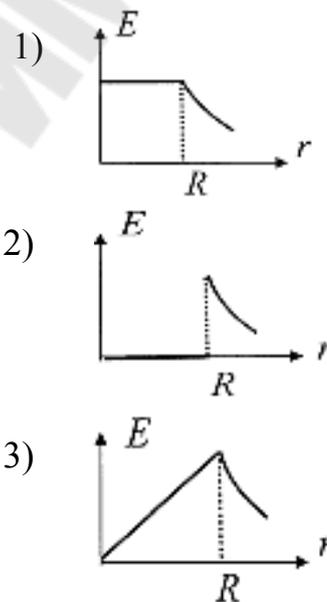
а) _; б) _; в) _; г) _.

16. Шар радиуса R равномерно заряжен по поверхности зарядом q . \vec{E} – напряженность электрического поля, r – расстояние от центра шара. Приведите в соответствие:

Заряд распределен

- а) по поверхности
б) по объему

График $E(r)$ имеет вид



а) _; б) _.

17. Какая линия A или B (рис. 8) соответствует большему потенциалу? В какой точке (C или D) больше напряженность электрического поля?

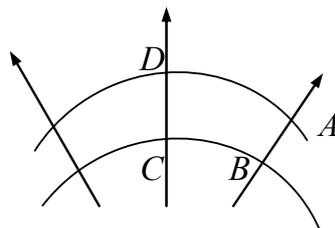


Рис. 8

18. Приведите рисунок линий напряженности и эквипотенциальных поверхностей, если заряд $Q < 0$ распределен по поверхности полый сферы.

19. Приведите рисунок линий напряженности и эквипотенциальных поверхностей, если заряд $Q > 0$ распределен по поверхности полый сферы.

20. Две бесконечные параллельные плоскости заряжены разноименными зарядами с поверхностной плотностью $|\sigma_1| = -0,3 \text{ мКл/м}^2$ и $|\sigma_2| = 0,4 \text{ мКл/м}^2$. Найдите напряженность электрического поля в областях I, II, III (рис. 9). Постройте график зависимости $E = f(r)$.

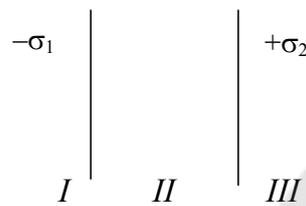


Рис. 9

21. Запишите форму связи напряженности с потенциалом.

22. Покажите на рис. 10, как будет направлена результирующая напряженность в точке A, если электростатическое поле создано двумя положительными зарядами q_1 и q_2 , находящимися на расстоянии r друг от друга.

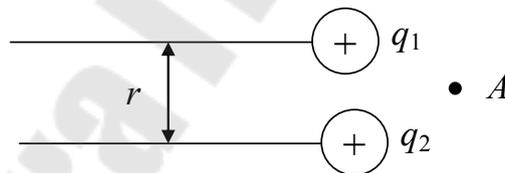


Рис. 10

23. Две бесконечно параллельные плоскости заряжены одноименными зарядами с поверхностной плотностью $\sigma_1 = 0,3 \text{ мКл/м}^2$ и $\sigma_2 = 0,5 \text{ мКл/м}^2$. Найдите напряженность электрического поля в областях I, II, III (рис. 11).

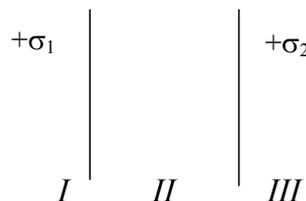


Рис. 11

24. Поле создано двумя бесконечно большими заряженными плоскостями, σ – поверхностная плотность заряда. Приведите в соответствие.

	<i>Напряженность электрического поля \vec{E} между пластинами</i>	<i>Напряженность электрического поля \vec{E} вне пластин</i>
а) $+\sigma -\sigma$ 	1) 0	5) 0
б) $+\sigma +\sigma$ 	2) $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$	6) $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$
в) $-\sigma -\sigma$ 	3) $\frac{3\sigma}{2\epsilon_0}$	7) $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$
	4) $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$	8) $\frac{3\sigma}{2\epsilon_0}$
	а) _;	б) _; в) _.

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

26. Найдите общую емкость.

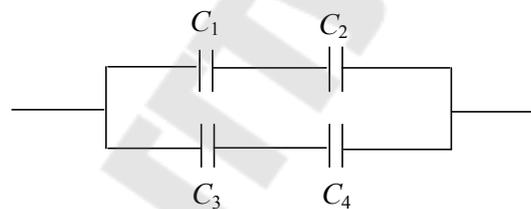


Рис. 12

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

а) $C = 4\pi\epsilon_0\epsilon R$;

б) $C = \frac{\epsilon_0\epsilon S}{d}$;

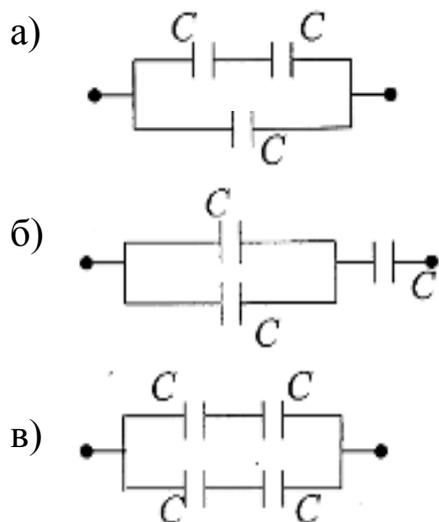
в) $C = \frac{q}{U}$;

г) $C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$;

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

а) _; б) _; в) _; г) _; д) _.

28. Приведите в соответствие.



Эквивалентная
емкость

- 1) $2C/3$;
- 2) $3C/2$;
- 3) C ;
- 4) $2C$.

а) _;

б) _;

в) _.

29. 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.

30. Плоский воздушный конденсатор подключили к источнику напряжения, затем, не отключая его от источника, сдвинули пластины, уменьшая зазор в два раза. Как изменится заряд на обкладках конденсатора?

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

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, находящимися на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определите 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. Найдите напряженность электрического поля на оси кольца на расстоянии $r = 0,15$ м от его центра.

5. Заряд распределен равномерно по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 10$ нКл/м². Определите 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. Определите 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. Определите 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, $\epsilon_1 = 7,0$, и эбонита, толщиной $d_2 = 0,3$ мм, $\epsilon_2 = 3,0$. Определите емкость C конденсатора.

10. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина толщиной $d = 1$ см, $\epsilon = 2,0$, 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

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t},$$

где Δq – заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за время Δt

Модуль плотности тока

$$j = \frac{I}{S},$$

где S – площадь поперечного сечения проводника

Связь плотности тока со средней скоростью $\langle \vec{u} \rangle$ направленного движения заряженных частиц

$$\vec{j} = q \cdot n \cdot \langle \vec{u} \rangle,$$

где q – заряд частицы; n – концентрация частиц

Проводимость G проводника и удельная проводимость γ вещества

$$G = \frac{1}{R}, \quad \gamma = \frac{1}{\rho},$$

где R – сопротивление проводника; ρ – удельное сопротивление

Сопротивление однородного проводника

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

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 t и 0° ; t – температура (по шкале Цельсия); 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; n – число проводников

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

$$\pm I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) \pm \varepsilon_{12}}{R},$$

где $(\varphi_1 - \varphi_2)$ – разность потенциалов на концах участка цепи; ε_{12} – ЭДС источников тока, входящих в участок; R – сопротивление цепи (участка цепи)

Закон Ома для однородного участка цепи ($\varepsilon_{12} = 0$)

$$I = \frac{U}{R},$$

где U – напряжение на участке цепи

Закон Ома для полной цепи ($\varphi_1 = \varphi_2$)

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

где r – внутреннее сопротивление источника тока

Правила Кирхгофа для разветвленных цепей:

1. 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

2. 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

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

Работа электрического тока
за время t

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

Мощность тока

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

Закон Джоуля–Ленца

$$Q = I^2 R t,$$

где Q – количество теплоты, выделяющееся в цепи за время t

Закон Ома в дифференциальной
форме

$$\vec{j} = \gamma \vec{E}$$

Закон Джоуля–Ленца
в дифференциальной форме

$$\omega = \gamma E^2,$$

где ω – тепловая мощность тока

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–Ленца 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 (рис. 1).

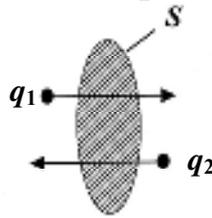


Рис. 1

Приведите в соответствие:

	Сила тока I	Ток течет
а) $q_1 = +1$ Кл; $q_2 = 0$ Кл; $t = 1$ с	1) 0 А	4) вправо
б) $q_1 = +1$ Кл; $q_2 = -1$ Кл; $t = 2$ с	2) 1 А	5) влево
в) $q_1 = +2$ Кл; $q_2 = +2$ Кл; $t = 2$ с	3) 2 А	
а) _;	б) _;	в) _.

2. Через сечение S за время t переносятся заряды q_1 и q_2 (рис. 2).

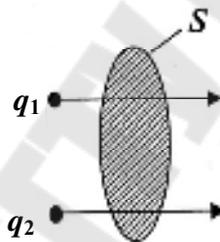


Рис. 2

Приведите в соответствие:

	Сила тока I	Ток течет
а) $q_1 = +1$ Кл; $q_2 = -2$ Кл; $t = 1$ с	1) 0 А	4) вправо
б) $q_1 = +4$ Кл; $q_2 = -8$ Кл; $t = 2$ с	2) 1 А	5) влево
в) $q_1 = +4$ Кл; $q_2 = +2$ Кл; $t = 3$ с	3) 2 А	
а) _;	б) _;	в) _.

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

q		I
а) kt		1) $2kt$
б) kt^2		2) kt^2
в) $-k/t$		3) k
а) _;	б) _;	в) _.

4. Обозначения: q – заряд, I – сила тока, j – плотность тока, σ – удельная проводимость, \vec{E} – напряженность электрического поля. Составьте формулы.

- | | | |
|--------------|----------|-----------|
| а) I | d/dt | I |
| б) j | d/dS | q |
| в) \vec{j} | σ | \vec{E} |
| а) _; | б) _; | в) _. |

5. Составьте уравнения по первому и второму правилу Кирхгофа (схема приведена на рис. 3).

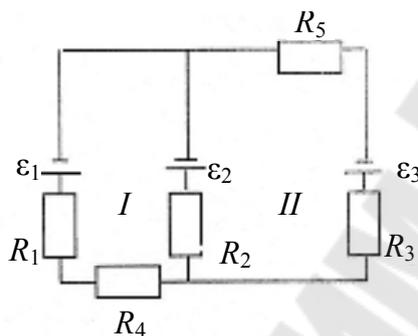


Рис. 3

6. Второе правило Кирхгофа для контура I (рис. 4) имеет вид:

$$I_1(R_1 + R_4) + I_2R_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2.$$

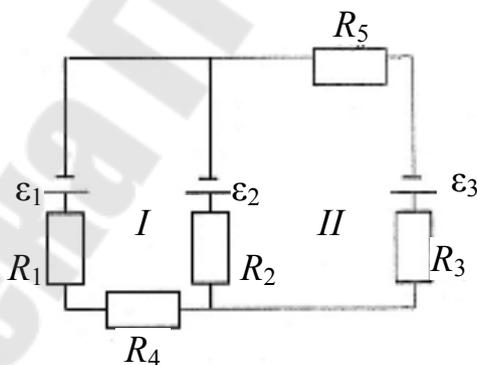


Рис. 4

Приведите в соответствие:

Направления

- а) обхода контура
- б) тока I_1 в R_2
- в) тока I_2 в R_2

Выбраны

- 1) по часовой стрелке
- 2) против часовой стрелки
- 3) вверх
- 4) вниз

- | | | |
|-------|-------|-------|
| а) _; | б) _; | в) _. |
|-------|-------|-------|

7. Второе правило Кирхгофа для контура II (рис. 5) имеет вид:

$$I_2 R_2 - I_3 (R_3 + R_5) = \varepsilon_2 - \varepsilon_3.$$

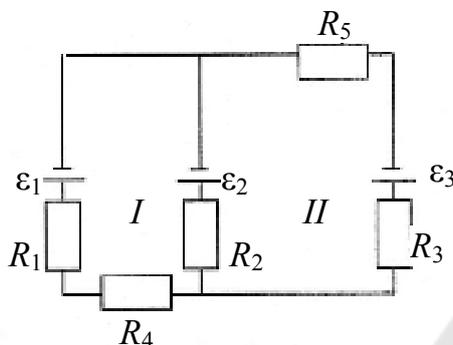


Рис. 5

Приведите в соответствие:

Направления

Выбраны

а) обхода контура

1) по часовой стрелке

б) тока I_2 в R_2

2) против часовой стрелки

в) тока I_3 в R_3

3) вверх

4) вниз

а) _;

б) _;

в) _.

8. Приведите в соответствие (рис. 6).

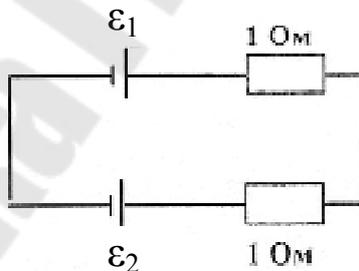


Рис. 6

Сила тока равна

Ток течет

а) $\varepsilon_1 = 5$ В; $\varepsilon_2 = 3$ В

1) 1 А

4) по часовой стрелке

б) $\varepsilon_1 = 5$ В; $\varepsilon_2 = 7$ В

2) 4 А

5) против часовой

3) 6 А

стрелки

а) _;

б) _;

в) _.

9. Приведите в соответствие:

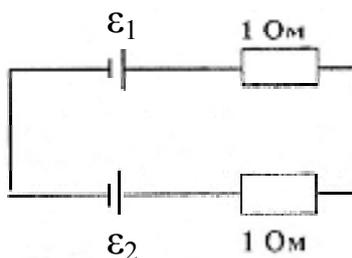


Рис. 7

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

б) $\varepsilon_1 = 5 \text{ В}$; $\varepsilon_2 = 7 \text{ В}$

а) _;

Сила тока равна

1) 1 А

2) 4 А

3) 6 А

б) _;

Ток течет

4) по часовой стрелке

5) против часовой

стрелки

в) _.

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

Эквивалентная ЭДС

а) 2 В

б) 4 В

в) 6 В

а) _;

Ток в нагрузке R

1) 1,6 А

2) 1,5 А

3) 1,4 А

в) _.

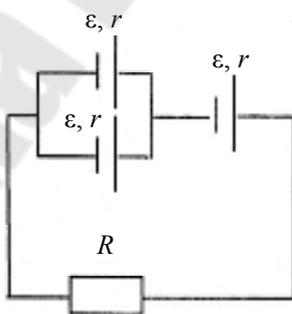


Рис. 8

11. Составьте формулы:

а) закон Ома в дифференциальной форме

б) закон Джоуля–Ленца в дифференциальной форме

а) _;

1) $j \sim$

2) $w \sim$

б) _;

3) $\sigma \times$

4) $j \times$

в) _.

5) E

6) E^2

12. r – внутреннее сопротивление источника; R – сопротивление нагрузки (рис. 9).

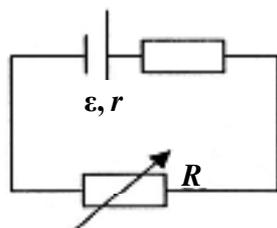


Рис. 9

Приведите в соответствие:

Достигает максимума

если $R =$

- а) мощность, выделяемая в нагрузке
- б) КПД источника

- 1) 0
- 2) ∞
- 3) r
- 4) $r/2$

а) _; б) _.

13. r – внутреннее сопротивление источника; R – сопротивление нагрузки (рис. 10).

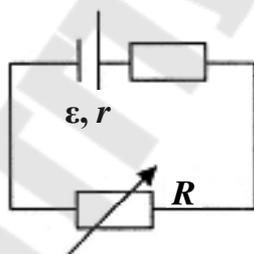
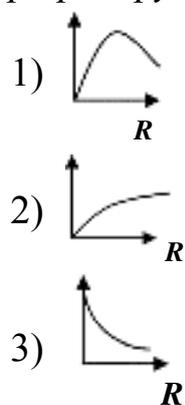


Рис. 10

Приведите в соответствие:

- а) мощность, выделяемая в нагрузке
- б) сила тока в цепи
- в) коэффициент полезного действия

График функции



а) _; б) _;

в) _.

14. Запишите закон Ома для участка цепи, полной цепи.
 15. Запишите первое и второе правило Кирхгофа для цепи (рис. 11).

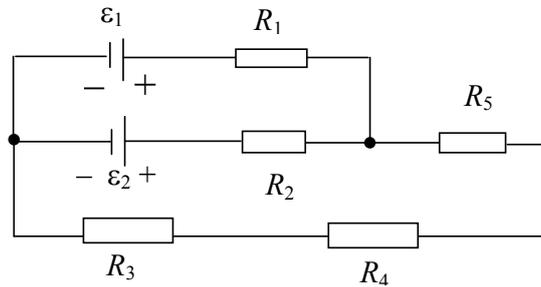


Рис. 11

16. На графике (рис. 12) дана зависимость полезной мощности P и R . По данным этой кривой найдите внутреннее сопротивление r и ЭДС элемента.

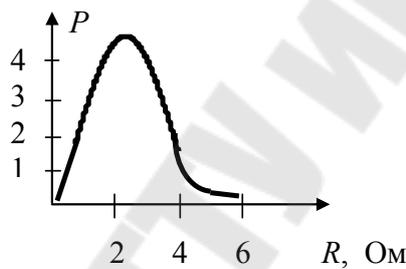


Рис. 12

17. Найдите ток короткого замыкания, если при внешнем сопротивлении $R_1 = 8$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,8$ А, а при сопротивлении $R_2 = 15$ Ом сила тока $I_2 = 0,5$ А.

18. Запишите все возможные формулы для расчета полезной мощности источника тока.

19. Запишите первый закон Кирхгофа для узлов 1 и 2 (рис. 13).

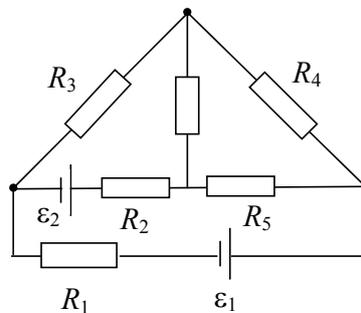


Рис. 13

Задачи без выбора ответа

1. Определите заряд q , прошедший по проводу с сопротивлением $R = 5$ Ом, при равномерном нарастании напряжения на концах провода от $U_0 = 3$ В до $U = 7$ В в течение 15 с.

2. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от $I_0 = 4$ А до $I = 10$ А в течении $t = 15$ с. Определите заряд q , прошедший в проводнике.

3. При внешнем сопротивлении $R_1 = 8$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,8$ А, при сопротивлении $R_2 = 15$ Ом сила тока $I_2 = 0,5$ А. Определите 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 . Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

5. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 40$ Ом равномерно нарастает от $I_0 = 3$ А до $I_{\max} = 10$ А в течение времени $t = 10$ с. Определите количество теплоты Q , выделившееся за это время в проводнике.

6. В проводнике за время $t = 15$ с при равномерном возрастании силы тока от $I_1 = 4$ А до $I_2 = 12$ А выделилось количество теплоты $Q = 8$ кДж. Найдите сопротивление R проводника.

7. ЭДС батареи $\varepsilon = 12$ В при силе тока $I = 4$ А, КПД батареи $\eta = 0,6$. Определите внутреннее сопротивление r батареи.

8. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через $t_1 = 15$ мин, если только вторая, то через $t_2 = 30$ мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? Параллельно?

9. При силе тока $I = 3$ А во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность $P_1 = 18$ Вт, при силе тока $I_2 = 1$ А соответственно $P = 10$ Вт. Определите ЭДС и внутреннее сопротивление r батареи.

Основные законы и формулы «Магнитное поле»

Закон Био–Савара–Лапласа

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3},$$

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 элемента проводника с током $d\vec{l}$, I – сила тока

Индукция магнитного поля бесконечно длинного проводника с током на расстоянии r

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

Индукция магнитного поля в центре кругового тока

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R},$$

где R – радиус витка

Индукция магнитного поля соленоида

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l},$$

где N – число витков обмотки соленоида; l – длина соленоида; I – ток, текущий в соленоиде

Если магнитное поле создается несколькими проводниками с током, то вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля согласно принципа суперпозиции равен

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

Вращающий момент, действующий на рамку с током в магнитном поле

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

Магнитный момент, действующий на рамку с током в магнитном поле

$$p_m = I \cdot S$$

Сила Ампера

$$F_A = BIl \sin \alpha,$$

где I – сила тока в проводнике; B – индукция магнитного поля; l – длина проводника с током; α – угол, образованный проводником и вектором \vec{B}

Сила Лоренца

$$F_L = qVB \sin \alpha,$$

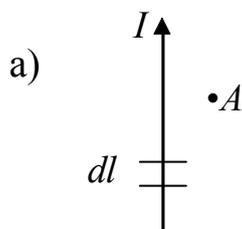
где q – величина заряда; B – индукция магнитного поля; V – скорость движения заряженной частицы; α – угол, образованный вектором скорости и вектором \vec{B}

Вопросы для самоконтроля по разделу «Магнитное поле».

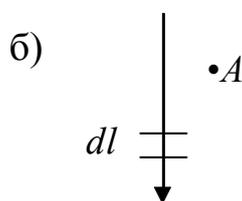
1. Что называют индукцией магнитного поля?
2. Как определяют направление вектора магнитной индукции \vec{B} ?
3. Нарисуйте и покажите, как ориентированы линии магнитной индукции прямого тока.
4. Что такое линии магнитной индукции? Как определяется их направление? Чем они отличаются от линий напряженности электрического поля?
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 схему 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.

Тестовые задания

1. Закон Био–Савара–Лапласа имеет вид: $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}$. Проводник током I и точка A лежат в плоскости листа. Приведите в соответствие:



Вектор $d\vec{B}$ в точке A направлен «к нам»

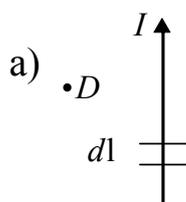


Вектор $d\vec{B}$ в точке A направлен «от нас»

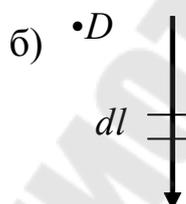
а) _;

б) _.

2. Закон Био–Савара–Лапласа имеет вид: $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}$. Проводник током I и точка D лежат в плоскости листа. Приведите в соответствие:



Вектор $d\vec{B}$ в точке D направлен «к нам»

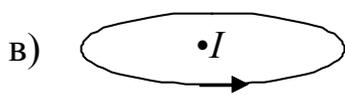
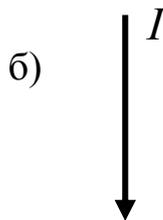
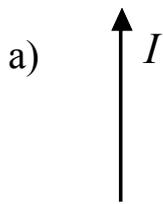


Вектор $d\vec{B}$ в точке D направлен «от нас»

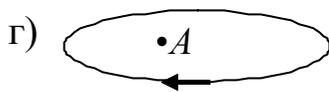
а) _;

б) _.

3. Приведите в соответствие направление тока I и вектора H (точка A находится в центре кругового тока).

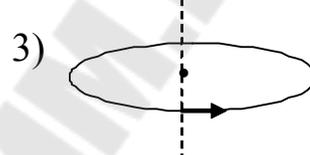
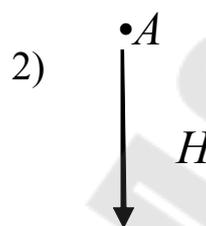
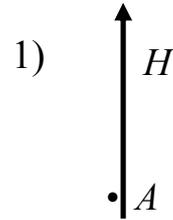


круговой ток направлен против часовой стрелки

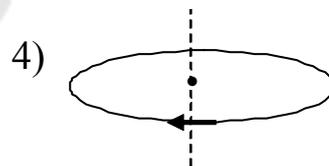


круговой ток направлен по часовой стрелке

а) ; б)



\vec{H} направлен против часовой стрелки

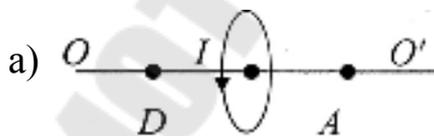


\vec{H} направлен по часовой стрелке

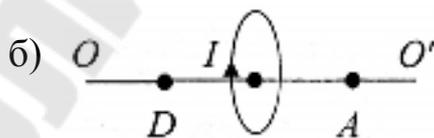
в) ; г)

4. Точки A, D лежат на оси OO' кругового тока I . B_A, B_D – соответственно индукция магнитного поля в точках A и D . Приведите в соответствие:

Вектор направлен



\vec{B}_A 1) вправо

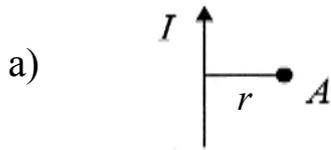


\vec{B}_D 2) влево

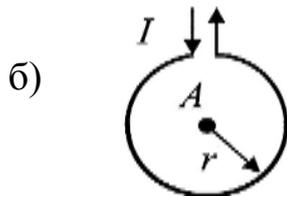
а) ; б)

5. Точка A и проводник с током I лежат в одной плоскости. H_A – напряженность магнитного поля в точке A . Приведите в соответствие:

$$H_A =$$



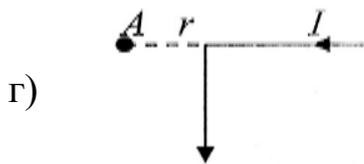
1) $I/2r$



2) $I/2\pi r$



3) $I/4\pi r$



4) $I/4r$

а) ; б) ; в) ; г) .

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:



1) $B_A = 0$



2) $B_A \neq 0$

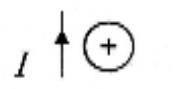
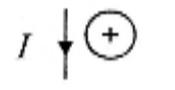
а) ; б) .

7. Приведите в соответствие:

- | | | |
|--|--|-------|
| а) Закон Био–Савара–Лапласа $d\vec{H}$ | 1) $q[\vec{V}, \vec{B}]$ | |
| б) Сила Ампера $d\vec{F}_A$ | 2) $\frac{1}{4\pi} \frac{I[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}$ | |
| в) Сила Лоренца \vec{F}_l | 3) $I[d\vec{l}, \vec{B}]$ | |
| а) _; | б) _; | в) _. |

8. Проводник с током I находится в однородном магнитном поле индукции \vec{B} . Проводник лежит в плоскости листа, поле – перпендикулярно листу. Приведите в соответствие:

*Сила Ампера,
действующая на проводник*

- | | | | |
|--|-----------|-------|-------|
| а)  | 1) вправо | | |
| б)  | 2) влево | | |
| в)  | | | |
| г)  | | | |
| а) _; | б) _; | в) _; | г) _. |

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

- | | |
|--|---------------------------------------|
| а)  | <i>Проводники</i>
1) притягиваются |
| б)  | 2) отталкиваются |
| а) _; | б) _ |

10. Прямолинейный проводник с током расположен на оси кругового тока (рис. 1).

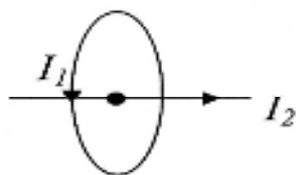


Рис. 1

Приведите в соответствие:

Сила Ампера, действующая на

- а) круговой ток
- б) прямой ток

Перемещает его

- 1) вправо
- 2) влево
- 3) равна 0

а) _;

б) _.

11. Заряд q движется со скоростью V в однородном магнитном поле. Скорость V лежит в плоскости листа, вектор магнитной индукции B – перпендикулярен листу. Приведите в соответствие:

Сила Лоренца направлена

а) 1) $q > 0$

3) вверх

б) 2) $q < 0$

4) вниз

а) _;

б) _.

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

Вектор \vec{p}_m направлен

а) I

1) вверх

б) I

2) вниз

а) _;

б) _.

13. Приведите в соответствие:

- | | | |
|--|----------------|-------------------------------|
| а) магнитный момент рамки с током | 1) $\vec{M} =$ | 3) $I S \vec{n}$ |
| б) вращающий момент сил действует на рамку с током | 2) \vec{p}_m | 4) $\vec{p}_m \times \vec{B}$ |
- а) _; б) _.

14. Приведите в соответствие обозначения к формулам теста 13:

- | | |
|--------------|---|
| 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 |
- а) _; б) _; в) _; г) _.

15. 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:

- а) $5,0 \cdot 10^{-4}$ Тл;
- б) $1,6 \cdot 10^{-4}$ Тл;
- в) $1,0 \cdot 10^{-4}$ Тл;
- г) $8,0 \cdot 10^{-5}$ Тл;
- д) $4,0 \cdot 10^{-5}$ Тл.

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

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

- а) 0,3;
- б) 0,5;
- в) 2;
- г) 4;
- д) 8.

17. Пройдя ускоряющую разность потенциалов 25 кВ, электрон влетает в магнитное поле под углом 30° к линиям магнитной индукции $B = 10$ мТл. Радиус окружности, по которой движется электрон, составляет:

- а) 1,2 см;
- б) 1,8 см;
- в) 2,3 см;
- г) 2,7 см;
- д) 2,9 см.

18. 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 :

- а) увеличится в 2 раза;
- б) увеличится в $\frac{\sqrt{3}}{2}$ раза;
- в) уменьшится в 2 раза;
- г) уменьшится в $\frac{\sqrt{3}}{2}$ раза;
- д) уменьшится в 4 раза.

Задачи без выбора ответа

1. Бесконечный провод с током 3 А образует круговую петлю, радиусом 20 см. Найдите напряженность 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. Найдите напряженность 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 $I = 10$ А каждый. Найдите напряженность H 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. Определите 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. Найдите 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. Определите 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 $1 \text{ А} \cdot \text{м}^2$. Вычислите силу тока I в витке и радиус витка.

11. Проволочный виток радиусом $R = 5$ см находится в однородном магнитном поле напряженностью $H = 2$ кА/м. Плоскость витка образует угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением поля. По витку течет ток силой $I = 4$ А. Найдите 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 напряженностью $H = 100$ кА/м по окружности радиусом $R = 100$ см. Найдите 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. Определите нормальное ускорение электрона.

15. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл по окружности. Определите угловую скорость вращения электрона.

16. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов $\varphi = 2$ кВ, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 15,1$ мТл по окружности радиусом $R = 1$ см. Определите отношение q/m заряда частицы к ее массе и скорость v частицы.

17. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 100$ мкТл движется электрон по винтовой линии. Определите скорость v электрона, если шаг h винтовой линии равен 20 см, а радиус $R = 5$ см.

18. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 2$ Тл движется протон. Траектория его движения представляет собой винтовую линию с радиусом $R = 10$ см и шагом $h = 60$ см. Определите кинетическую энергию протона.

19. Плоский контур, площадь S которого равна 25 см², находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,04$ Тл. Определите магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол $\beta = 30^\circ$ с линиями индукции.

20. Соленоид длиной $l = 1$ м и сечением $S = 16$ см² содержит $N = 2000$ витков. Вычислите потокосцепление ψ при силе тока I в обмотке 10 А.

21. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,35$ Тл равномерно с частотой $n = 480$ мин⁻¹ вращается рамка, содержащая $N = 1500$ витков площадью $S = 50$ см². Ось вращения лежит в плоско-

сти рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определите 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 $0,01 \text{ с}$?

Содержание

Предисловие.....	3
Основные законы и формулы «Электростатика».....	4
Вопросы для самоконтроля по разделу «Электростатика»	9
Тестовые задания.....	10
Задачи без выбора ответа.....	19
Основные законы и формулы «Постоянный ток».....	20
Вопросы для самоконтроля по разделу «Постоянный ток»	23
Тестовые задания.....	24
Задачи без выбора ответа.....	30
Основные законы и формулы «Магнитное поле».....	31
Вопросы для самоконтроля по разделу «Магнитное поле».....	33
Тестовые задания.....	34
Задачи без выбора ответа.....	41

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

**Бойко Андрей Андреевич
Петрова Елена Сергеевна
Петрашенко Петр Дмитриевич**

ФИЗИКА

Практикум по одноименному курсу для студентов всех специальностей заочной формы обучения В трех частях Часть 2 Электричество и магнетизм

Электронный аналог печатного издания

Редактор *М. В. Аникеенко*
Компьютерная верстка *М. В. Аникеенко*

Подписано в печать 25.03.11.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,21.

Изд. № 57.

E-mail: ic@gstu.by
<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.