

1. Закон Кулона.

Напряженность электрического поля.

Принцип суперпозиции

1. В точку A , расположенную вблизи неподвижного заряженного тела, поместили пробный заряд q_1 и измерили действующую на него силу \vec{F}_1 : $F_{1x} = 3$ мкН, $F_{1y} = 4$ мкН, $F_{1z} = 0$. Затем заряд q_1 убрали на большое расстояние, поместили в точку A другой пробный заряд q_2 и измерили проекцию действующей на него силы: $F_{2x} = -9$ мкН. Определите F_{2y} , F_{2z} и отношение q_2/q_1 .

2. Закон сохранения заряда является:

А)	следствием закона Кулона
Б)	следствием закона сохранения энергии
В)	самостоятельным законом электродинамики

3. Неподвижные точечные заряды q_1 и q_2 находятся в вакууме. Вектор \vec{r} проведен от заряда q_1 к заряду q_2 . Сила \vec{F} , действующая на заряд q_2 со стороны q_1 , равна:

А)	$\vec{F} = \frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$	Б)	$\vec{F} = -\frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$	В)	$\vec{F} = \frac{ q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$
----	--	----	---	----	--

4. Пусть \vec{F} - сила, действующая со стороны электрического поля на неподвижный пробный заряд $q_{пр}$, помещенный в данную точку поля. Тогда вектор $\vec{E} = \vec{F}/q_{пр}$ не зависит от знака и величины заряда $q_{пр}$:

А)	только для электростатического поля
Б)	для произвольного электрического поля, зависящего от времени

5. Вектор \vec{r} проведен от неподвижного точечного заряда Q в точку A . Вектор напряженности электрического поля, созданного зарядом Q в точке A , равен:

А)	$\vec{E} = \frac{Q\vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$	Б)	$\vec{E} = \frac{ Q \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$	В)	$\vec{E} = \frac{Q\vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
----	---	----	---	----	---

6. Точечный заряд q находится в плоскости XU в точке с радиус-вектором $\vec{r} = a\vec{e}_x + b\vec{e}_y$, где \vec{e}_x , \vec{e}_y - орты осей. Вектор напряженности электрического поля в начале координат равен:

А)	$\vec{E} = \frac{q(a\vec{e}_x + b\vec{e}_y)}{4\pi\epsilon_0 (a^2 + b^2)^{3/2}}$	Б)	$\vec{E} = -\frac{q(a\vec{e}_x + b\vec{e}_y)}{4\pi\epsilon_0 (a^2 + b^2)^{3/2}}$
----	---	----	--

7. Имеются три неподвижных точечных заряда. В некоторой точке A первый и второй заряды создают электрическое поле суммарной напряженностью \vec{E}_{12} , первый и третий заряды создают в той же точке поле \vec{E}_{13} , а второй и третий - поле \vec{E}_{23} . Тогда вектор напряженности \vec{E} поля, созданного тремя зарядами в точке A , равен:

А)	$\vec{E} = \vec{E}_{12} + \vec{E}_{13} + \vec{E}_{23}$
Б)	$\vec{E} = (\vec{E}_{12} + \vec{E}_{13} + \vec{E}_{23})/2$
В)	$\vec{E} = (\vec{E}_{12} + \vec{E}_{13} + \vec{E}_{23})/3$

8. Точечные заряды q и $2q$ расположены в вершинах A и B прямоугольного равнобедренного треугольника ABC (C - вершина прямого угла). Во сколько раз уменьшится модуль вектора напряженности электрического поля в точке C , если заряд $2q$ убрать?

2. Теорема Гаусса

9. Найдите величину потока однородного электрического поля \vec{E} через поверхность, составленную из двух прямоугольников (рис. 2.1), если известны величины a, b, c, α, E .

А)	$ \Phi = abE \sin \alpha - bcE \cos \alpha $
Б)	$ \Phi = abE \sin \alpha + bcE \cos \alpha $
В)	$ \Phi = abE \cos \alpha + bcE \sin \alpha $

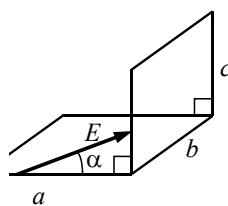


Рис. 2.1

10. На рис. 2.2 изображены однородно заряженное тело A и три воображаемые сферические поверхности. Считая, что заряд тела A положителен, укажите правильное соотношение между потоками Φ_1, Φ_2, Φ_3 вектора напряженности через эти поверхности.

А)	$\Phi_1 = \Phi_2 > \Phi_3$
Б)	$\Phi_1 = \Phi_2 < \Phi_3$
В)	$\Phi_1 > \Phi_2 > \Phi_3$
Г)	$\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi_3$

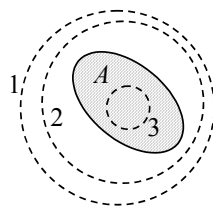


Рис. 2.2

11. На рис. 2.3 изображены воображаемая замкнутая поверхность в виде цилиндра и два точечных заряда q_1 и q_2 , один из которых находится внутри цилиндра. Определите поток Φ_0 вектора напряженности поля этих зарядов через боковую поверхность цилиндра, если потоки через его основания равны Φ_1 и Φ_2 .

А)	$\Phi_0 = 0$
Б)	$\Phi_0 = q_2 / \epsilon_0$
В)	$\Phi_0 = (q_2 / \epsilon_0) - \Phi_1 - \Phi_2$
Г)	$\Phi_0 = -\Phi_1 - \Phi_2$

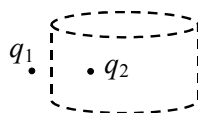


Рис. 2.3

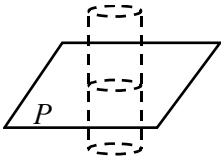


Рис. 2.4

12. На рис. 2.4 изображен плоский лист бумаги P , по которому однородно распределен заряд Q , и воображаемая замкнутая поверхность в виде прямого цилиндра, перпендикулярного плоскости листа. Найдите поток вектора напряженности через эту замкнутую поверхность, если площадь листа S , радиус цилиндра R .

13. Укажите ошибочные утверждения, относящиеся к теореме Гаусса

$$\oint_S E \cos \alpha \cdot dS = Q_{\text{внутри}} / \epsilon_0 :$$

А)	S – произвольная замкнутая поверхность
Б)	$Q_{\text{внутри}}$ – алгебраическая сумма зарядов, которые охватываются поверхностью S
В)	E – электрическое поле, созданное зарядами, расположенными внутри поверхности S
Г)	α – угол между вектором нормали к поверхности и вектором напряженности поля в данной точке поверхности
Д)	теорема Гаусса справедлива только для неподвижных зарядов
Е)	теорема Гаусса справедлива только для точечных зарядов

14. На каком рисунке (рис. 2.5) изображен график зависимости модуля E вектора напряженности электрического поля, созданного однородно заряженной по поверхности сферой, от расстояния r до центра сферы?

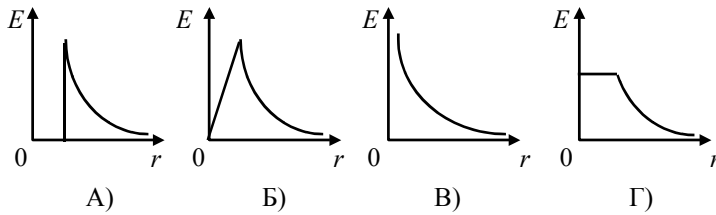


Рис. 2.5

15. Две однородно заряженные сферы имеют общий центр. Их радиусы равны R и $3R$, а заряды соответственно $3Q$ и $(-2Q)$. Найдите модуль вектора напряженности на расстоянии $2R$ от центра сфер.

16. Теорему Гаусса можно записать в дифференциальном виде (укажите ошибочную формулу):

А)	$\operatorname{div} \vec{E} = \rho / \varepsilon_0$	В)	$\frac{\partial^2 E_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E_z}{\partial z^2} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$
Б)	$\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$	Г)	$\nabla \cdot \vec{E} = \rho / \varepsilon_0$

3. Потенциал

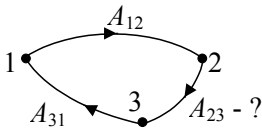


Рис. 3.1

17. При перемещении пробного заряда в электростатическом поле из точки 1 в точку 2 силы поля совершили работу A_{12} , а при его перемещении из точки 3 в точку 1 – работу A_{31} (рис. 3.1). Работа сил поля при перемещении этого пробного заряда из точки 2 в точку 3 равна:

А)	$A_{23} = A_{12} + A_{31}$	В)	$A_{23} = A_{12} - A_{31}$
Б)	$A_{23} = -A_{12} - A_{31}$	Г)	$A_{23} = -A_{12} + A_{31}$

18. При перемещении пробного заряда $q = 1$ нКл из точки 1 электростатического поля в точку 2 силы поля совершили работу $A_{12} = 100$ нДж. Определите разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ поля в точках 1 и 2.

19. Чтобы медленно переместить пробный заряд $q = -100$ нКл из точки 1 электростатического поля в точку 2 нужно совершить работу $A_{12} = 100$ нДж. Определите потенциал в точке 1, если потенциал в точке 2 равен нулю.

20. Расстояние между точками 1 и 2 однородного электростатического поля напряженностью \vec{E} равно d . Разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ в этих точках:

А)	$\varphi_1 - \varphi_2 = Ed$	Б)	$\varphi_2 - \varphi_1 = Ed$	В)	$ \varphi_1 - \varphi_2 \leq Ed$
----	------------------------------	----	------------------------------	----	-----------------------------------

21. Разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ в точках 1 и 2 электростатического поля можно вычислить, если вектор напряженности \vec{E} этого поля известен:

А)	в точках 1 и 2
Б)	во всех точках произвольной кривой, соединяющей точки 1 и 2

22. На рис. 3.2 изображен график зависимости проекции вектора напряженности на ось X от координаты x . Найдите разность потенциалов $\varphi(x_1) - \varphi(x_2)$ в точках лежащих на оси X , если $x_1 = 0$, $x_2 = 2$ см.

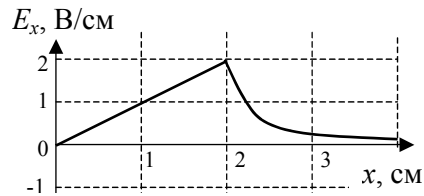


Рис. 3.2

23. В точке A электростатического поля потенциал равен 10 В. Если при изменении начала отсчета потенциала потенциал в этой точке становится равным 2 В, то потенциалы во всех других точках поля:

А)	уменьшатся в 5 раз
Б)	уменьшатся на 8 В
В)	увеличатся в 5 раз

24. Укажите ошибочное утверждение.

А)	Потенциал определен с точностью до произвольной аддитивной постоянной
Б)	Потенциал в бесконечно удаленной от заряженных тел точке всегда равен нулю

25. Какие из приведенных ниже формул для потенциала соответствуют одному и тому же электростатическому полю?

А)	$\varphi = A \ln(B / \sqrt{x^2 + y^2})$
Б)	$\varphi = 2A \ln(B / \sqrt{x^2 + y^2})$
В)	$\varphi = A \ln(2B / \sqrt{x^2 + y^2})$

26. Потенциал электростатического поля в точке с координатами $x = y = z = a$ равен φ . Чему равен модуль вектора напряженности электрического поля в этой точке?

А)	$E = \varphi / a\sqrt{3}$
Б)	$E = \varphi / a\sqrt{2}$
В)	$E = \varphi / a$
Г)	Не достаточно информации для ответа

27. Даны потенциалы $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ и φ_4 в четырех вершинах малого кубика с ребром a (рис. 3.3). Вектор напряженности электростатического поля внутри кубика примерно равен:

А)	$\vec{E} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{a} \vec{e}_x + \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{a} \vec{e}_y + \frac{\varphi_4 - \varphi_3}{a} \vec{e}_z$
Б)	$\vec{E} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{a} \vec{e}_x + \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{a} \vec{e}_y + \frac{\varphi_4 - \varphi_1}{a} \vec{e}_z$

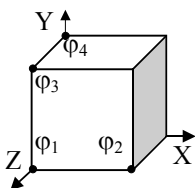


Рис. 3.3

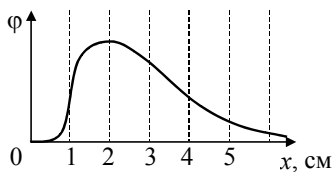


Рис. 3.4

28. В точках, лежащих на оси X , потенциал φ некоторого электростатического поля зависит от координаты x , как показано на рис. 3.4. В какой точке проекция вектора напряженности на ось X максимальна по модулю?

А)	$x = 1$ см	Б)	$x = 2$ см	В)	$x = 3$ см
----	------------	----	------------	----	------------

29. Определите модуль вектора напряженности электрического поля, потенциал которого зависит от координат x, y по закону $\varphi = ax^2 - by$, где a и b – постоянные.

30. Потенциал электрического поля заряда q в вакууме на расстоянии r от заряда можно рассчитать по формуле $\varphi = q/(4\pi\epsilon_0 r)$, если заряд q является:

А)	точечным
Б)	точечным и неподвижным
В)	точечным, неподвижным и положительным

31. Точечные положительные заряды q и $2q$ расположены в вершинах A и B прямоугольного равнобедренного треугольника ABC (C - вершина прямого угла). Во сколько раз уменьшится потенциал¹ электрического поля в точке C , если знак меньшего по величине заряда изменить на противоположный?
32. Два точечных заряда $+q$ и $-q$ закреплены в точках с координатами $(a/2, 0, 0)$ и $(-a/2, 0, 0)$ соответственно. Определите работу A сил электрического поля, создаваемого этими зарядами, при удалении точечного заряда Q из начала координат в бесконечность.
33. На каком рисунке (рис. 3.5) изображен график зависимости потенциала φ от расстояния r до центра однородно заряженной по поверхности сферы?

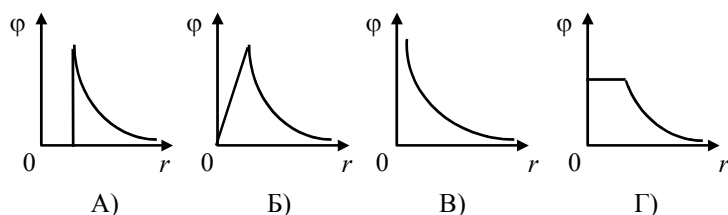


Рис. 3.5

34. По поверхности сферы радиуса R однородно распределен заряд Q . Разность потенциалов в точках 1 и 2, расположенных соответственно на расстояниях $R/2$ и $2R$ от центра сферы, равна:

А)	$\varphi_1 - \varphi_2 = Q/8\pi\epsilon_0 R$	Б)	$\varphi_1 - \varphi_2 = 3Q/8\pi\epsilon_0 R$
----	--	----	---

35. На рис. 3.6 приведены несколько эквипотенциальных поверхностей (их сечения плоскостью чертежа) электрического поля двух разноименных точечных зарядов. В каких точках проекция вектора напряженности этого поля на ось X равна нулю?

¹ При рассмотрении заряженных тел и систем тел конечных размеров принято, что потенциал в бесконечно удаленной точке равен нулю

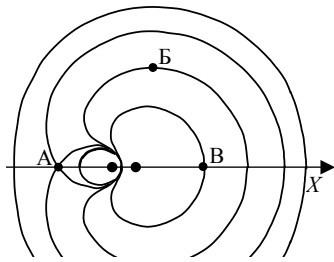


Рис. 3.6

4. Диполь

36. Точечные заряды $2q$ и $(-2q)$ расположены на оси x в точках с координатами: $0, 3a$. Считая известными величины q и a , определите модуль p дипольного момента этой системы зарядов.
37. Точечные заряды $2q, q$ и $(-3q)$ расположены на оси x в точках с координатами: $0, a, 2a$. Считая известными величины q и a , определите модуль p дипольного момента этой системы зарядов.

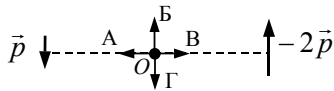


Рис. 4.1

38. Укажите направление вектора напряженности электрического поля в точке O , расположенной посередине между точечными диполями с моментами \vec{p} и $-2\vec{p}$ (рис. 4.1).

39. Потенциал электрического поля неподвижного точечного диполя с моментом \vec{p} в точке, положение которой относительно диполя определяется вектором \vec{r} , равен

А)	$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p}\vec{r}}{r^2}$	Б)	$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p}\vec{r}}{r^3}$
----	---	----	---

40. Для вектора напряженности электрического поля неподвижного точечного диполя с моментом \vec{p} в точке, положение которой отно-

сительно диполя определяется вектором \vec{r} , справедливо выражение:

А)	$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{p}}{r^3} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}$
Б)	$ \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{ \vec{p} }{r^3} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}$

41. Точечные диполи с дипольными моментами \vec{p} и $3\vec{p}$ расположены на оси X в точках с координатами $x_1 = -0,5$ м и $x_1 = 1$ м. Если проекция вектора \vec{p} на ось X положительна, то потенциал в начале координат:

А)	положительный	Б)	отрицательный
----	---------------	----	---------------

42. Точки А, Б, В и Г расположены на равных расстояниях от точечного диполя, как показано на рис. 4.2. Расположите потенциалы φ_A , φ_B , φ_V и φ_Γ электрического поля в этих точках в порядке возрастания, начиная с наименьшего.

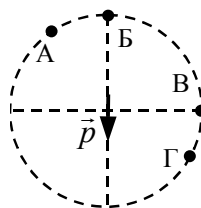


Рис. 4.2

43. Точки А, Б, В и Г расположены на равных расстояниях от точечного диполя, как показано на рис. 4.2. Расположите модули E_A , E_B , E_V и E_Γ векторов напряженности электрического поля в этих точках в порядке возрастания, начиная с наименьшего.

44. На диполь со стороны электрического поля напряженностью \vec{E} действует момент сил:

А)	$\vec{M} = [\vec{p}\vec{E}]$	Б)	$\vec{M} = [\vec{E}\vec{p}]$
----	------------------------------	----	------------------------------

45. Два диполя расположены на оси X так, что векторы их дипольных моментов направлены в положительном направлении оси X . В этом случае:

А)	диполи притягиваются друг к другу
Б)	диполи отталкиваются друг от друга
В)	сила взаимодействия диполей равна нулю

46. Энергия взаимодействия диполя с электрическим полем напряженностью \vec{E} равна:

А)	$W = -\vec{p}\vec{E}$	Б)	$W = \vec{p}\vec{E}$
----	-----------------------	----	----------------------

5. Проводники в электростатическом поле

47. К одному концу стержня из металла поднесен без соприкосновения положительный электрический заряд Q . Если от стержня в этот момент отделить удаленную от заряда Q половину, то какой электрический заряд будет на ней обнаружен?

А)	положительный
Б)	отрицательный
В)	любая часть стержня в целом электрически нейтральна

48. Электростатическое поле внутри проводника равно нулю, если:

А)	суммарный заряд проводника равен нулю
Б)	вблизи проводника отсутствуют другие заряды
В)	заряд однородно распределен по поверхности проводника
Г)	во всех случаях

49. Три тонкие одинаковые металлические пластины, зарядом q каждая, сложили в стопку (рис. 5.1). Одну из крайних пластин, перемещая, как показано на рисунке, унесли на большое расстояние, затем таким же образом разъединили две оставшиеся пластины. Какие заряды будут на пластинах?

А)	$q, \quad q, \quad q$
Б)	$3q/2, \quad 3q/4, \quad 3q/4$
В)	$3q/2, \quad 0, \quad 3q/2$

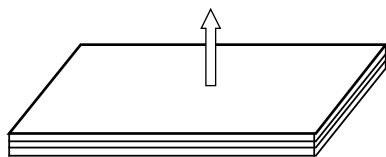


Рис. 5.1

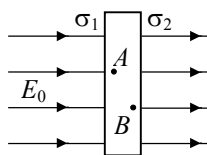


Рис. 5.2

50. В однородное электрическое поле напряженностью E_0 внесли тонкую металлическую незаряженную пластину. Укажите ошибочное утверждение, относящееся к поверхностным плотностям σ_1 , σ_2 индуцированных на пластине зарядов, напряженностям поля и потенциалам в точках A и B (рис. 5.2).

А)	$\sigma_2 > 0$
Б)	$\sigma_2 = E_0 / \varepsilon_0$
В)	$E_A = E_B = 0$
Г)	$\varphi_A = \varphi_B$

51. Положительно заряженный металлический шар находится на большом расстоянии от точечного заряда Q . Потенциал в бесконечно удаленной точке, как обычно, принят равным нулю. Укажите ошибочное утверждение:

А)	напряженность электрического поля внутри шара равна нулю
Б)	потенциал электрического поля внутри шара равен нулю
В)	разность потенциалов между любыми точками шара равна нулю

Г)	в точке A , расположенной на поверхности шара, вектор напряженности \vec{E}_A направлен вдоль нормали к поверхности в этой точке
Д)	поверхностная плотность заряда в точке A равна $ \sigma = \varepsilon_0 \vec{E}_A $

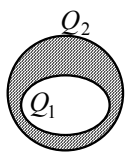


Рис. 5.3

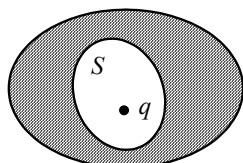


Рис. 5.4

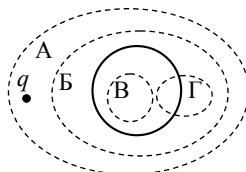


Рис. 5.5

52. Полому металлическому шару сообщили заряд Q . Если Q_1 – заряд на внутренней поверхности, а Q_2 – заряд на внешней поверхности шара (рис. 5.3), то:

А)	$Q_1 = Q, Q_2 = 0$
Б)	$Q_1 = 0, Q_2 = Q$
В)	$Q_1 = Q_2 = Q/2$
Г)	Q_1 и Q_2 зависят от формы полости

53. Если заряд q расположен внутри полости в проводнике (рис. 5.4), то заряд на внутренней поверхности S :

А)	равен нулю
Б)	равен $-q$
В)	зависит от положения заряда q и формы полости

54. Вблизи незаряженного металлического шара находится положительный точечный заряд q . Через какие замкнутые поверхности (одну или несколько, рис. 5.5) поток вектора напряженности равен нулю?

55. Если заряд уединенного заряженного проводника увеличить в 2 раза, то поверхностная плотность заряда:

А)	в каждой точке поверхности проводника увеличится 2 раза
Б)	изменится в разных точках поверхности проводника по-разному – наиболее сильно в точках с максимальной кривизной поверхности

56. Во сколько раз увеличится сила электрического взаимодействия неподвижного незаряженного проводника и расположенного вблизи него точечного заряда, если величину этого заряда увеличить в 2 раза?

57. Два металлических шара радиусами R и $2R$ расположены на большом по сравнению с R расстоянии друг от друга. Заряд одного шара Q , другой шар не заряжен. После соединения шаров тонкой проволокой в установившемся состоянии станут равными:

А)	потенциалы шаров
Б)	заряды шаров
В)	поверхностные плотности зарядов на шарах
Г)	напряженности электрического поля вблизи каждого из шаров

58. На точечный заряд q , расположенный на расстоянии h от бесконечной проводящей плоскости, со стороны плоскости действует сила:

А)	$F = 0$	Б)	$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h^2}$	В)	$F = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 h^2}$
----	---------	----	--------------------------------------	----	---------------------------------------

59. Напряженность \vec{E} и потенциал ϕ электрического поля, созданного несколькими заряженными неподвижными телами, вне этих тел в вакууме удовлетворяют уравнениям:

А)	$\text{div}\vec{E} = 0$	Б)	$\text{rot}\vec{E} = 0$	В)	$\text{grad}\phi = 0$	Г)	$\Delta\phi = 0$
----	-------------------------	----	-------------------------	----	-----------------------	----	------------------

6. Электрическое поле в диэлектриках

60. К одному концу стержня из незаряженного диэлектрика поднесен без соприкосновения положительный электрический заряд Q . Если от стержня в этот момент отделить удаленную от заряда Q половину, то какой электрический заряд будет на ней обнаружен?

А)	Положительный
Б)	Отрицательный
В)	Равный нулю

61. Если незаряженный диэлектрик поместить в однородное электрическое поле \vec{E}_0 , то диэлектрик поляризуется. Это означает, что каж-

дый физически бесконечно малый объем диэлектрика ΔV (в нем содержится много атомов) приобретает дипольный момент. Поляризованный диэлектрик характеризуется вектором поляризации \vec{P} , который:

А)	равен дипольному моменту единицы объема диэлектрика: $\vec{P} = \sum \vec{p}_i / \Delta V$
Б)	является, как и объемная плотность заряда $\rho = \sum q_i / \Delta V$ локальной характеристикой поляризованного диэлектрика, то есть зависит от положения точки (объема ΔV) в диэлектрике
В)	параллелен во всех точках диэлектрика вектору \vec{E}_0

62. Между обкладками плоского заряженного конденсатора поместили параллельно им незаряженную стеклянную пластину. На поверхностях стеклянной пластины появились заряды Q_1 и Q_2 . Укажите ошибочные утверждения:

А)	заряды Q_1 и Q_2 называются сторонними зарядами
Б)	$Q_1 > 0$
В)	$Q_1 + Q_2 = 0$
Г)	векторы напряженности внутри стеклянной пластины и вне пластины направлены в противоположные стороны

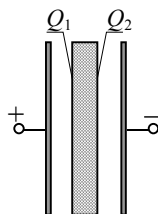


Рис. 6.1

63. Векторы индукции \vec{D} и напряженности \vec{E} в одной и той же точке диэлектрика связаны соотношением $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$, где ϵ - скалярная величина, если диэлектрик:

А)	однородный и изотропный
Б)	однородный и анизотропный
В)	неоднородный и изотропный

64. Если Φ_E - поток вектора напряженности \vec{E} через замкнутую поверхность, $q_{ст}$ и $q_{св}$ - сторонний и связанный заряды, охватываемые этой поверхностью, то:

А)	$\Phi_E = q_{\text{ст}} / \epsilon_0$
Б)	$\Phi_E = q_{\text{св}} / \epsilon_0$
В)	$\Phi_E = (q_{\text{ст}} + q_{\text{св}}) / \epsilon_0$

65. Если Φ_D - поток вектора индукции \vec{D} электрического поля через замкнутую поверхность, а $q_{\text{ст}}$ и $q_{\text{св}}$ - сторонний и связанный заряды, охватываемые этой поверхностью, то:

А)	$\Phi_D = q_{ст}$
Б)	$\Phi_D = q_{св}$
В)	$\Phi_D = q_{ст} + q_{св}$

66. Как изменятся потоки векторов напряженности \vec{E} и индукции \vec{D} через замкнутую поверхность S , которая охватывает часть наэлектризованного трением диэлектрика (рис. 6.2), если включить внешнее электрическое поле?

А)	поток вектора \vec{E} изменится, поток вектора \vec{D} не изменится
Б)	поток вектора \vec{D} изменится, поток вектора \vec{E} не изменится
В)	оба потока изменятся

67. Вблизи незаряженного стеклянного шара поместили положительный точечный заряд q . Через какие замкнутые поверхности (рис. 6.3) поток вектора напряженности \vec{E} равен нулю?

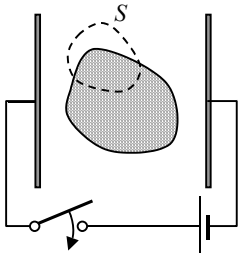


Рис. 6.2

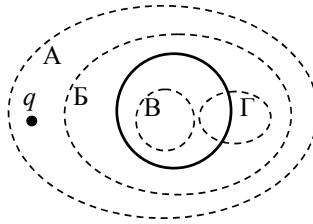


Рис. 6.3

68. Вблизи незаряженного стеклянного шара поместили положительный точечный заряд q . Через какие замкнутые поверхности (рис. 6.3) поток вектора электрической индукции \vec{D} равен нулю?

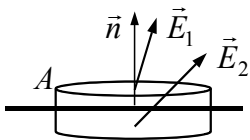


Рис. 6.4

69. К границе раздела двух диэлектриков прилежит воображаемая замкнутая поверхность A в виде бесконечно тонкого прямого цилиндра с площадью основания S . На границе отсутствуют сторонние заряды. Если \vec{E}_1 и \vec{E}_2 - векторы напряженности электрического поля вблизи

границы в первом и втором диэлектриках, E_{1n} и E_{2n} - проекции этих векторов на нормаль \vec{n} к границе раздела, то:

А)	поток через замкнутую поверхность A равен $\Phi = (E_{1n} + E_{2n})S$;
Б)	поток через замкнутую поверхность A равен $\Phi = (E_{1n} - E_{2n})S$;
В)	поверхностная плотность связанных зарядов на границе раздела $\sigma_{св} = \epsilon_0(E_{1n} - E_{2n})$.

70. Точки 1 и 2 примыкают к границе раздела двух диэлектриков и расположены по разные стороны от нее. Вектор напряженности \vec{E}_1 электрического поля в точке 1 показан на рис. 6.5 сплошной стрелкой. Укажите вектор напряженности \vec{E}_2 в точке 2 (штриховые стрелки).

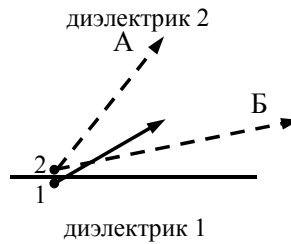


Рис. 6.5

71. Точки 1 и 2 примыкают к границе раздела двух диэлектриков и расположены по разные стороны от нее. Вектор индукции \vec{D}_1 электрического поля в точке 1 показан на рис. 6.5 сплошной стрелкой. Укажите вектор индукции \vec{D}_2 в точке 2 (штриховые стрелки), если на границе раздела отсутствуют сторонние заряды.

72. В однородном изотропном диэлектрике проницаемости ϵ объемные плотности сторонних и связанных зарядов удовлетворяют уравнениям:

А)	$\text{div} \vec{E} = (\rho_{ст} + \rho_{св}) / \epsilon_0$, $\epsilon \epsilon_0 \text{div} \vec{E} = \rho_{ст}$
Б)	$\text{div} \vec{E} = \rho_{ст} / \epsilon_0$, $\epsilon \epsilon_0 \text{div} \vec{E} = \rho_{св}$

73. В однородном изотропном диэлектрике проницаемости ϵ объемные плотности сторонних и связанных зарядов связаны соотношением:

А)	$\rho_{\text{ст}} = -\rho_{\text{св}}(\epsilon - 1)/\epsilon$
Б)	$\rho_{\text{св}} = -\rho_{\text{ст}}(\epsilon - 1)/\epsilon$

74. В изотропном диэлектрике объемная плотность связанного заряда отлична от нуля, если:

А)	объемная плотность стороннего заряда в данной точке отлична от нуля
Б)	диэлектрик неоднородный

75. В таблице приведены формулы, некоторые из которых далее будут использованы при решении задач. Укажите ошибочные формулы.

А)	Связь между векторами \vec{E} и \vec{D} в изотропном диэлектрике:	$\vec{D} = \epsilon\epsilon_0\vec{E}$	
Б)	Теорема Гаусса для вектора \vec{E} :	$\oint_S \vec{E}d\vec{S} = \frac{q_{\text{ст}} + q_{\text{св}}}{\epsilon_0}$	$\text{div}\vec{E} = \frac{\rho_{\text{ст}} + \rho_{\text{св}}}{\epsilon_0}$
В)	Теорема Гаусса для вектора \vec{D} :	$\oint_S \vec{D}d\vec{S} = q_{\text{ст}}$	$\text{div}\vec{D} = \rho_{\text{ст}}$
Г)	Поверхностная плотность заряда:	$\sigma_{\text{св}} + \sigma_{\text{ст}} = (E_{2n} - E_{1n})\epsilon_0$	
Д)	Объемная плотность связанного заряда в однородном диэлектрике:	$\rho_{\text{св}} = -\rho_{\text{ст}}(\epsilon - 1)/\epsilon$	
Е)	Граничные условия:	$E_{1n} = E_{2n}$	$D_{1\tau} = D_{2\tau}$

7. Электроёмкость

76. Если заряд уединенного заряженного проводника, расположенного в некоторой непроводящей среде, увеличить в 2 раза, то:

А)	поверхностная плотность заряда в каждой точке поверхности проводника увеличится в 2 раза
Б)	вектор напряженности электрического поля и потенциал ¹ в каждой точке среды увеличатся в 2 раза
В)	потенциал проводника увеличится в 2 раза

77. Электроёмкость уединенного проводника зависит от:

А)	формы проводника
Б)	диэлектрической проницаемости среды
В)	заряда проводника

78. Ёмкость уединенного металлического шара радиуса R в вакууме равна:

А)	$C = 4\pi\epsilon_0 R$	Б)	$C = 4\pi\epsilon_0 R^2$	В)	$C = 1/(4\pi\epsilon_0 R)$
----	------------------------	----	--------------------------	----	----------------------------

79. Если уединенный проводник покрыть слоем диэлектрика, то его ёмкость:

А)	увеличится
Б)	уменьшится
В)	не изменится
Г)	может увеличиться или уменьшиться в зависимости от формы проводника и толщины слоя диэлектрика

80. Если полый металлический шар заполнить диэлектриком, то его ёмкость:

А)	увеличится
Б)	уменьшится
В)	не изменится

81. Укажите ошибочные утверждения:

А)	Ёмкость конденсатора – коэффициент пропорциональности между зарядом положительной обкладки и разностью по-
----	--

¹ При рассмотрении заряженных тел и систем тел конечных размеров принято, что потенциал в бесконечно удаленной точке равен нулю

	тенциалов между обкладками
Б)	Емкость любого конденсатора определяется формулой $C = \epsilon\epsilon_0 S/d$
В)	Если расстояние между обкладками плоского конденсатора, подключенного к источнику напряжения, уменьшить в два раза, то напряжение на конденсаторе не изменится, а заряд увеличится в два раза
Г)	Если пространство между обкладками плоского конденсатора, заряженного и отключенного от источника напряжения, заполнить диэлектриком с проницаемостью ϵ , то заряд конденсатора не изменится, а напряжение на нем уменьшится в ϵ раз
Д)	Если первоначально незаряженные конденсаторы соединить последовательно и подключить к источнику напряжения, то на конденсаторах установятся одинаковые заряды, а напряжение будет большим на том конденсаторе, емкость которого меньше
Е)	Если параллельно соединенные конденсаторы подключить к источнику напряжения, то на конденсаторах установятся одинаковые напряжения, а заряд будет большим у того конденсатора, емкость которого больше
Ж)	Если к заряженному конденсатору емкостью C_1 подключить заряженный конденсатор емкостью C_2 , как показано на рис. 7.1, то напряжения и заряды конденсаторов не изменятся
З)	Если к заряженному конденсатору емкостью C_1 подключить заряженный конденсатор емкостью C_2 , как показано на рис. 7.2, то напряжения на конденсаторах станут одинаковыми, а суммарный заряд обкладок, которые соединили, не изменится

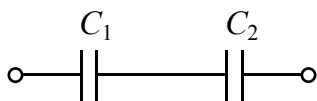


Рис. 7.1

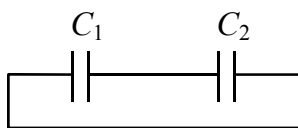


Рис. 7.2

8. Энергия электрического поля

82. Расстояние между точечными зарядами q и $2q$ уменьшили в 2 раза, медленно перемещая заряды различными способами, как показано на рис. 8.1. Если A_1, A_2, A_3 и A_4 – соответствующие работы внешних сил, то:

- А) $A_1 = A_2 = A_3 = A_4$; Б) $A_1 > A_3$; В) $A_2 < A_4$.

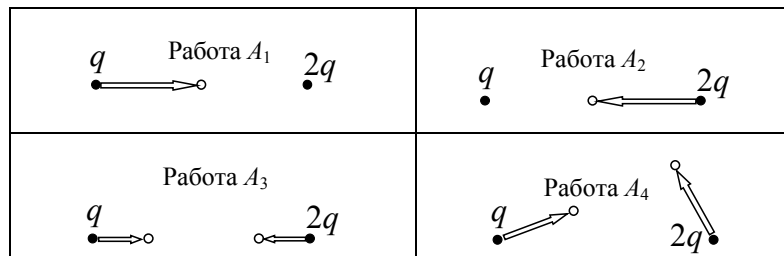


Рис. 8.1

83. Укажите ошибочное утверждение:

А)	Электрическая энергия системы заряженных тел зависит не только от состояния системы, но и от способа, каким система была переведена в это состояние
Б)	Энергия взаимодействия системы точечных зарядов равна работе, которую совершают электрические силы при медленном перемещении точечных зарядов из их исходных положений на бесконечно большие расстояния друг от друга

84. В вершинах квадрата находятся точечные заряды (рис.8.2). В каком случае электрическая энергия взаимодействия этих зарядов равна нулю?

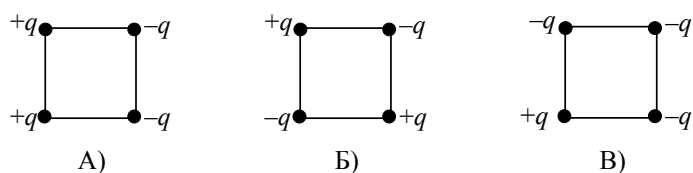


Рис. 8.2

85. Укажите ошибочное утверждение.

Электрическая энергия уединенного заряженного проводника:

А)	равна работе, которую следует совершить, чтобы нанести на проводник данный заряд, медленно перемещая его бесконечно малыми порциями из бесконечности
Б)	определяется формулой $W = q\varphi/2$, где q – заряд проводника, φ – его потенциал
В)	всегда положительна
Г)	совпадает по знаку с зарядом проводника

86. В каком случае запасена большая электрическая энергия?

А)	Заряд q сообщен уединенному проводящему шару
Б)	Заряд q сообщен в равных долях двум таким же проводящим шарам, расположенным на большом расстоянии друг от друга

87. Укажите ошибочные утверждения:

А)	Если расстояние между обкладками плоского конденсатора, подключенного к источнику напряжения, уменьшить в 2 раза, то его энергия увеличится в 4 раза
Б)	Если расстояние между обкладками плоского заряженного и отключенного от источника напряжения конденсатора уменьшить в 2 раза, то его энергия уменьшится в 2 раза
В)	Если при медленном увеличении расстояния между обкладками плоского конденсатора, заряженного и отключенного от источника напряжения, внешние силы совершили работу A , то энергия конденсатора увеличилась на $\Delta W = A$
Г)	Если незаряженный конденсатор подсоединить параллельно к такому же, но первоначально незаряженному конденсатору, то через большой промежуток времени после подключения энергия первого конденсатора уменьшится в 2 раза

88. Формула $w = \varepsilon\varepsilon_0 E^2 / 2$ для объемной плотности энергии электрического поля справедлива:

А)	только для электростатического поля
Б)	для любого электрического поля, произвольным образом изменяющегося во времени

89. Во сколько раз увеличится объемная плотность энергии в каждой точке электрического поля, созданного неподвижным точечным зарядом q , если величину заряда увеличить в 2 раза?

А)	в 2 раза
Б)	в 4 раза
В)	в $\sqrt{2}$ раза

90. Объемные плотности энергии электрического поля в точках A и B одинаковы. Во сколько раз отличаются величины напряженности электрического поля в этих точках, если точка A расположена в вакууме, а точка B в диэлектрике с проницаемостью $\epsilon = 4$?

91. Электрическая энергия системы заряженных проводников в вакууме может быть вычислена по формулам:

А)	$W = (1/2) \sum q_i \varphi_i$, где q_i и φ_i - заряд и потенциал i -го проводника
Б)	$W = (1/2) \sum C_i \varphi_i^2$, где C_i - емкость уединенного i -го проводника
В)	$W = \int (\epsilon_0 E^2 / 2) dV$, где интегрирование ведется по объему всего пространства, а E - модуль вектора напряженности электрического поля

92. Может ли быть отрицательной электрическая энергия системы заряженных проводников, расположенных в вакууме? В диэлектрике?

9. Электрический ток

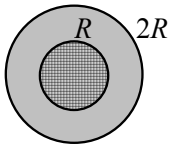


Рис. 9.1

93. На рис. 9.1 показано поперечное сечение провода, изготовленного из двух различных проводников: внутреннего цилиндрического проводника радиуса R и внешнего проводника в виде цилиндрического слоя. Если при $r < R$ модуль вектора плотности тока равен j_1 , а при $R < r < 2R$ равен j_2 (r - расстояние от оси

симметрии провода), то величина тока через сечение провода равна:

А)	$I = \pi R^2 (j_1 + j_2)$
Б)	$I = \pi R^2 (j_1 + 2j_2)$

В)	$I = \pi R^2 (j_1 + 3j_2)$
----	----------------------------

94. В некотором плоском сечении проводника вектор плотности тока \vec{j} однороден и составляет угол α с нормалью к этому сечению. Если площадь сечения S , модуль вектора плотности тока j , то величина тока I через сечение:

А)	$I = jS$	Б)	$I = jS \cos \alpha$	В)	$I = jS \sin \alpha$
----	----------	----	----------------------	----	----------------------

95. В однородном проводнике квадратного сечения со стороной a протекает постоянный электрический ток, однородно распределенный по сечению. Если модуль вектора плотности тока равен j , то величина тока I через сечение A (рис. 9.2):

А)	$I = a^2 j$	Б)	$I > a^2 j$	В)	$I < a^2 j$
----	-------------	----	-------------	----	-------------

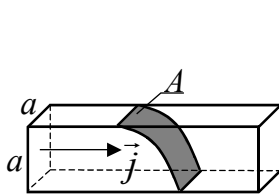


Рис. 9.2

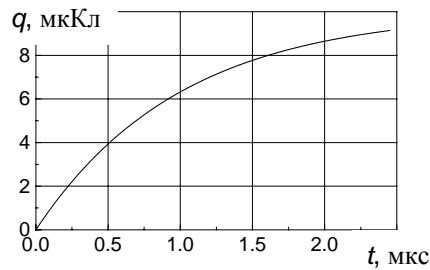


Рис. 9.3

96. На рис. 9.3 приведен график зависимости заряда конденсатора от времени в процессе его зарядки от источника ЭДС. Максимальная величина тока через источник равна:

А)	10 А	Б)	5 А	В)	20 А
----	------	----	-----	----	------

97. Ток в проводе увеличивается со временем t по закону $I = \alpha t^2$, где α - известная постоянная. За время от $t_1 = 0$ до $t_2 = \tau$ через сечение провода пройдет заряд:

А)	$q = \alpha \tau^3 / 3$
Б)	$q = \alpha \tau^2 S$, где S - площадь сечения
В)	$q = \alpha \tau^3$

98. В некоторой точке проводника с удельной проводимостью λ напряженность электрического поля равна \vec{E} . Определите вектор плотности тока в этой точке.
99. Резистор подключен к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В. За некоторое время через резистор прошел заряд $q = 10$ Кл. Определите работу сторонних сил источника и количество теплоты, выделившегося в цепи за это время.
100. Если ЭДС источника $\mathcal{E} = 20$ В, а его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, то при токе через источник $I = 5$ А разность потенциалов $\varphi_2 - \varphi_1$ на клеммах источника (рис. 9.6) равна:

А)	15 В	Б)	-15 В	В)	25 В
----	------	----	-------	----	------

101. ЭДС источника $\mathcal{E} = 12$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Определите ток через источник, если разность потенциалов на его клеммах равна нулю.

А)	$I = 12$ А	Б)	$I = 24$ А	В)	$I = 0$
----	------------	----	------------	----	---------

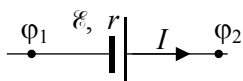


Рис. 9.6

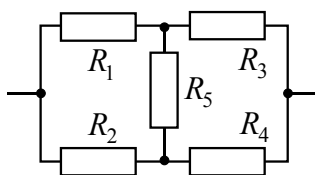


Рис. 9.7

102. Нужно определить токи, протекающие в цепи через каждый резистор (рис. 9.7). Какое минимальное число измерений величины тока для этого потребуется?
103. Нужно определить напряжения на каждом резисторе (рис. 9.7). Какое минимальное число измерений напряжения для этого потребуется?
104. Укажите ошибочное утверждение:

А)	Первое правило Кирхгофа относится к узлам цепи: алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле равна нулю: $\sum I_k = 0$ (токи, идущие к узлу, и токи, исходящие из него, считаются величинами разных знаков)
Б)	Второе правило Кирхгофа относится к любому выделенно-

	му в разветвленной цепи контуру: алгебраическая сумма произведений сил токов в отдельных участках контура на их сопротивления равна алгебраической сумме ЭДС, действующих в этом контуре: $\sum I_k R_k = \sum \mathcal{E}_k$
В)	Первое правило Кирхгофа следует из закона Ома для неоднородного участка цепи, второе правило – из закона сохранения заряда

105. Конденсатор разряжается через резистор и за время $t_1 = 1$ мс напряжение на нем уменьшается в 3 раза. За какое время t_2 напряжение на конденсаторе уменьшится в 300 раз?

А)	$t_2 = 300$ мс
Б)	$t_2 = t_1 \left(\frac{\ln 300}{\ln 3} \right) \approx 5,2$ мс
В)	$t_2 = t_1 \sqrt{300/3} = 10$ мс
Г)	$t_2 = t_1 \ln \left(\frac{300}{3} \right) = 4,6$ мс

106. Незаряженный конденсатор емкостью C в момент $t = 0$ подключили к источнику с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Когда конденсатор полностью зарядился:

А)	энергия конденсатора стала равной $W = C\mathcal{E}^2 / 2$
Б)	сторонние силы источника совершили работу $A_{\text{стор}} = C\mathcal{E}^2 / 2$
В)	в цепи выделилось количество теплоты $Q = C\mathcal{E}^2 / 2$

107. Плоский конденсатор, резистор и источник ЭДС соединены последовательно. При изменении расстояния между обкладками конденсатора внешняя сила совершила работу A . Если при этом в цепи выделилось количество теплоты Q , а энергия конденсатора изменилась от W_1 до W_2 , то сторонние силы источника совершили работу:

А)	$A_{\text{стор}} = Q + W_2 - W_1 - A$
----	---------------------------------------

Б)	$A_{\text{стоп}} = -Q + W_2 - W_1 + A$
В)	$A_{\text{стоп}} = Q + W_1 - W_2 + A$

10. Закон Био-Савара

108. Укажите ошибочное утверждение:

А)	магнитное поле действует на движущиеся заряды
Б)	движущиеся заряды создают магнитное поле
В)	на покоящийся заряд магнитное поле не действует
Г)	сила \vec{F} , действующая на движущийся заряд в электрическом и магнитном полях, определяется формулой $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{V}\vec{B}],$ где вектор \vec{B} индукции магнитного поля зависит от величины заряда q и скорости его движения \vec{V}

109. Электрон движется в вакууме с постоянной скоростью $V = 2 \cdot 10^8$ м/с. Если вектор \vec{r} проведен от точки C к точке D , то в момент времени, когда электрон находится в C , индукция магнитного поля в D определяется формулой:

А)	$\vec{B} = -\frac{\mu_0 e [\vec{V}\vec{r}]}{4\pi r^3}$	Б)	$\vec{B} = \frac{\mu_0 e [\vec{V}\vec{r}]}{4\pi r^3}$	В)	Обе формулы не верны
----	--	----	---	----	----------------------

110. В формуле $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{[d\vec{l} \vec{r}]}{r^3}$, выражающей закон Био-Савара:

А)	$d\vec{l}$ - малый элемент провода с током, который создает поле $d\vec{B}$
Б)	\vec{r} - вектор, указывающий направление тока
В)	\vec{r} - вектор, определяющий положение точки, в которой рассчитывается поле $d\vec{B}$

111. В тонком проводнике, в котором течет ток I , выделен малый отрезок длины Δl . Этот отрезок с током I создает в точке A_1 магнитное поле с индукцией \vec{B}_1 , а в точке A_2 - поле с индукцией \vec{B}_2

(рис. 10.1). Определите отношение $|\vec{B}_1|/|\vec{B}_2|$, если $\alpha_1 = 90^\circ$, $\alpha_2 = 30^\circ$ и $r_2/r_1 = 2$.

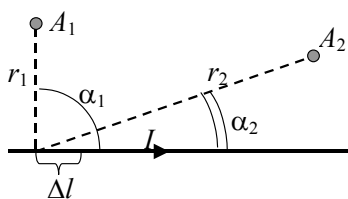


Рис. 10.1

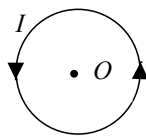


Рис. 10.2

112. Вектор индукции магнитного поля \vec{B} в центре кругового витка, по которому течет ток I , как показано на рис. 10.2, направлен:

А)	от нас
Б)	на нас
В)	лежит в плоскости рисунка
Г)	$\vec{B} = 0$

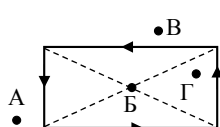


Рис. 10.3

113. По прямоугольному проводящему контуру течет ток I , как показано на рис. 10.3. В каких точках, лежащих в одной плоскости с этим контуром, вектор \vec{B} индукции магнитного поля направлен «на нас» перпендикулярно плоскости контура?

114. Постоянный электрический ток течет в некотором проводящем контуре, расположенном в вакууме. Во сколько раз изменится вектор индукции магнитного поля этого тока в произвольной точке поля, если ток в контуре увеличить в 2 раза?

А)	в 2 раза
Б)	в 4 раза
В)	Ответ зависит от положения точки А

115. На рис. 10.4 изображена примерная картина линий поля \vec{B} , созданного токами, протекающими в двух длинных прямых параллельных проводях. По левому проводу ток течет «от нас» перпендикулярно плоскости чертежа. Укажите направление тока в правом проводе и направление линий вектора \vec{B} .

А)	Ток течет «от нас», линии поля направлены «по часовой стрелке»
Б)	Ток течет «на нас», линии поля направлены «по часовой стрелке»
В)	Ток течет «от нас», линии поля направлены «против часовой стрелки»

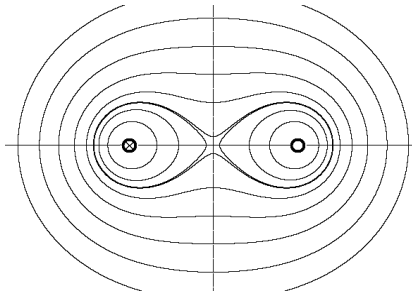


Рис. 10.4

116. На рис.10.5 изображена примерная картина линий поля \vec{B} , созданного токами, протекающими в двух длинных прямых параллельных проводах. По левому проводу ток течет «от нас» перпендикулярно плоскости чертежа. Укажите направление тока в правом проводе и направление линий вектора \vec{B} .

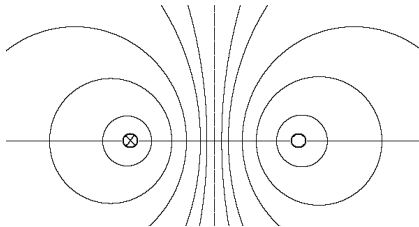


Рис. 10.5

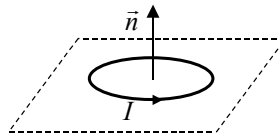


Рис. 10.6

117. На рис. 10.6 изображен плоский проводящий контур, в котором течет ток I . Если площадь контура S , единичный вектор нормали к плоскости контура \vec{n} , то магнитный момент \vec{p}_m контура с током равен:

А)	$\vec{p}_m = SI\vec{n}$
----	-------------------------

Б)	$\vec{p}_m = -SI\vec{n}$
----	--------------------------

118. Модуль вектора магнитного момента токов, протекающих в плоской рамке, изображенной на рис. 10.7, равен:

А)	$p_m = 6Ia^2$
Б)	$p_m = 4Ia^2$
В)	$p_m = 8Ia^2$

119. Прямоугольный проволочный контур согнули под прямым углом, как показано на рис. 10.8. Если ток в контуре равен I , то модуль вектора магнитного момента контура с током равен:

А)	$p_m = Ic\sqrt{a^2 + b^2}$
Б)	$p_m = I(a+b)c$
В)	$p_m = I(a+b+c)$

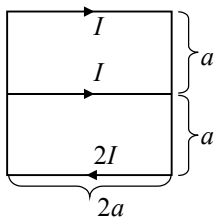


Рис. 10.7

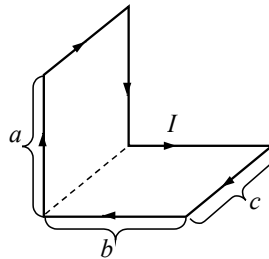


Рис. 10.8

120. Постоянный ток течет в квадратном контуре из тонкой проволоки длины $4a$. Если при неизменном токе квадрат растянуть в окружность радиуса $R = 2a/\pi$, лежащую в той же плоскости, что и квадрат, то индукция магнитного поля в точке A , расположенной на большом расстоянии от контура:

А)	изменится по величине в $4/\pi$ раз
Б)	изменится по величине в $2/\pi$ раз
В)	не изменится по величине
Г)	изменится и по величине и по направлению

11. Теоремы о циркуляции и потоке вектора магнитной индукции

121. Воображаемый контур, образованный дугой окружности радиуса R и ее диаметром, расположен в вакууме в постоянном однородном магнитном поле, вектор \vec{B} индукции которого составляет угол α с диаметром (рис. 11.1). Криволинейный интеграл $\Gamma = \int \vec{B} d\vec{l}$ вдоль дуги окружности 1-2-3 равен:

А)	$2\pi RB \cos \alpha$	В)	$\pi RB \sin \alpha$
Б)	$2RB \cos \alpha$	Г)	$2RB \sin \alpha$

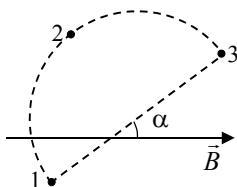


Рис. 11.1

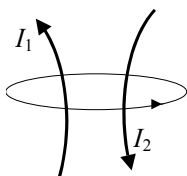


Рис. 11.2

122. Циркуляция вектора магнитной индукции по контуру, охватывающему проводники с токами I_1 и I_2 (рис. 11.2), равна $8 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Тл·м. Найдите величину тока I_1 , если $I_2 = 1$ А. Магнитная постоянная $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

123. Укажите ошибочные утверждения, относящиеся к теореме о циркуляции вектора \vec{B} : $\oint_L \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I$.

А)	L – произвольный замкнутый контур
Б)	I – величина тока через произвольную поверхность, опирающуюся на контур L
В)	\vec{B} – индукция магнитного поля, созданного током I
Г)	$d\vec{l}$ – вектор, направленный по касательной к контуру в данной точке, его модуль равен длине бесконечно малого фрагмента контура

124. Имеется длинный прямой провод круглого сечения радиуса R , по которому течет ток I , однородно распределенный по сечению. Воображаемый контур представляет собой окружность радиуса $r < R$, плоскость которой перпендикулярна оси провода, а центр лежит на этой оси. Циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру равна:

А)	$\mu_0 I(r/R)$	Б)	$\mu_0 I(r/R)^2$	В)	$\mu_0 I(r/R)^3$
----	----------------	----	------------------	----	------------------

125. Имеется длинный прямой провод круглого сечения радиуса R , по которому течет ток I . Воображаемый контур представляет собой окружность радиуса $r > R$, плоскость которой перпендикулярна оси провода, а центр лежит на этой оси. Циркуляция вектора индукции магнитного поля по этому контуру равна $\mu_0 I$:

А)	только при однородном распределении тока по сечению провода
Б)	только при симметричном относительно оси провода распределении плотности тока в сечении
В)	при произвольном распределении плотности тока по сечению провода

126. На каком рисунке (рис. 11.3) изображен график зависимости модуля B вектора индукции магнитного поля тока, однородно распределенного по поверхности длинного прямого цилиндра круглого сечения, от расстояния r до его оси?

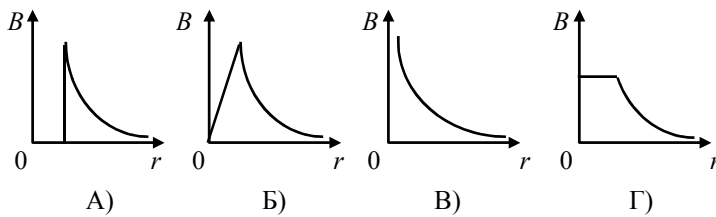


Рис. 11.3

127. Теорему о циркуляции вектора \vec{B} можно записать в дифференциальном виде (укажите ошибочную формулу):

А)	$\text{rot}\vec{B} = \mu_0\vec{j}$	Г)	$\begin{vmatrix} \vec{e}_x & \vec{e}_y & \vec{e}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = \mu_0\vec{j}$
Б)	$[\nabla\vec{B}] = \mu_0\vec{j}$		
В)	$\nabla\vec{B} = \mu_0\vec{j}$		

128. Теорему Гаусса для вектора \vec{B} можно записать в виде (укажите ошибочную формулу)

А)	$\text{div}\vec{B} = 0$	Б)	$\oint_S \vec{B}d\vec{S} = 0$
Б)	$\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0$	Г)	$[\nabla\vec{B}] = 0$

12. Сила Лоренца. Сила Ампера

129. Сила, действующая на электрон со стороны магнитного поля, равна нулю, если:

А)	вектор скорости электрона параллелен вектору магнитной индукции
Б)	вектор скорости электрона перпендикулярен вектору магнитной индукции
В)	скорость электрона равна 0

130. В каких случаях силу, действующую на частицу зарядом q , движущуюся со скоростью \vec{V} в электромагнитном поле, можно вычислить по формуле $\vec{F} = q[\vec{V}\vec{B}] + q\vec{E}$?

А)	Поля \vec{B} и \vec{E} не зависят от времени, $V = 1$ м/с
Б)	Поля \vec{B} и \vec{E} не зависят от времени, $V = 2 \cdot 10^8$ м/с
В)	Поля \vec{B} и \vec{E} зависят от времени, $V = 1$ м/с
Г)	Поля \vec{B} и \vec{E} зависят от времени, $V = 2 \cdot 10^8$ м/с

131. Возможные траектории движения заряженной частицы в однородном постоянном магнитном поле:

А)	окружность	Г)	эллипс
----	------------	----	--------

Б)	прямая	Д)	винтовая линия
В)	парабола	Е)	спираль

132. В выражении для силы Ампера $d\vec{F} = I[d\vec{l}, \vec{B}]$ вектор $d\vec{l}$ означает:

А)	элемент провода с током, который создает поле \vec{B}
Б)	элемент провода с током, на который действует сила Ампера

133. Формула $d\vec{F} = I[d\vec{l}, \vec{B}]$ для силы Ампера справедлива:

А)	только для постоянного тока
Б)	только для постоянного магнитного поля
В)	для токов и полей, произвольным образом изменяющихся во времени

134. Вектор индукции однородного магнитного поля \vec{B} составляет угол α с нормалью к плоскости прямоугольного контура, по которому протекает ток I , и перпендикулярен двум противоположным сторонам контура. На стороны контура a и b (рис. 12.1) действуют силы Ампера, модуль которых равен:

А)	$F_a = IBa, F_b = IBb \cos \alpha$
Б)	$F_a = IBa, F_b = IBb \sin \alpha$
В)	$F_a = IBa \sin \alpha, F_b = IBb \cos \alpha$

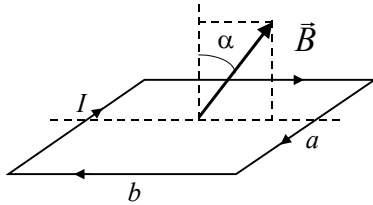


Рис. 12.1

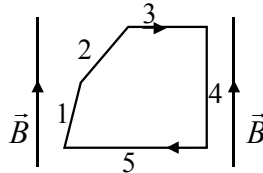


Рис. 12.2

135. В однородном магнитном поле B находится контур с током (рис. 12.2). Стороны 1, 2 и 3 имеют одинаковые длины. Запишите силы F_1, F_2, F_3, F_4, F_5 , действующие со стороны магнитного поля на соответствующие стороны контура с током, в порядке возрастания их величин, начиная с наименьшей.

136. Прямоугольный виток, в котором протекает ток I , расположен в однородном магнитном поле \vec{B} , как показано на рис. 12.1. Если \vec{F} - сила Ампера, действующая на контур, \vec{M} - момент силы Ампера, то:

А)	$\vec{F} = 0, \vec{M} \neq 0$	В)	$\vec{F} \neq 0, \vec{M} = 0$
Б)	$\vec{F} = 0, \vec{M} = 0$	Г)	$\vec{F} \neq 0, \vec{M} \neq 0$

137. Формула $\vec{M} = [\vec{p}_m \vec{B}]$, определяющая момент сил Ампера, действующих на виток с током, магнитный момент которого \vec{p}_m , справедлива:

А)	только для плоского витка
Б)	для витка произвольной формы

138. Круговой виток, в котором протекает ток I , расположен в однородном магнитном поле. В положении устойчивого равновесия угол α (рис. 12.3) равен:

А)	0
Б)	180^0
В)	90^0

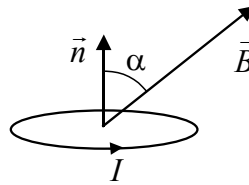


Рис. 12.3

13. Электромагнитная индукция

139. На рис. 13.1 изображен круговой проводящий контур, помещенный в однородное магнитное поле, вектор индукции \vec{B} которого направлен от нас перпендикулярно плоскости чертежа. Индукционный ток в контуре протекает по часовой стрелке, если:

А)	величина B растет
Б)	величина B убывает
В)	контур растягивается
Г)	контур сжимается

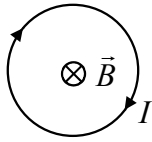


Рис. 13.1

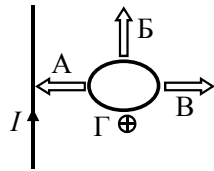


Рис. 13.2

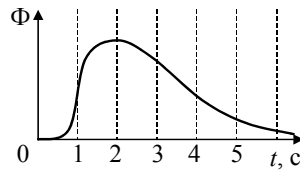


Рис. 13.3

140. Вблизи длинного прямого проводника с током I находится проволочная рамка, которую поступательно перемещают, как показано на рис. 13.2. В каком направлении нужно перемещать рамку, чтобы индукционный ток в ней протекал по часовой стрелке?

141. Замкнутый проволочный виток пронесут мимо магнита. При этом магнитный поток Φ через поверхность, ограниченную витком, меняется, как показано на рис. 13.3. В какой момент времени ток в контуре максимален?

А)	$t = 0$;	Б)	$t = 1$ с;	В)	$t = 2$ с;	Г)	$t = 4$ с.
----	-----------	----	------------	----	------------	----	------------

142. Квадратная рамка со стороной a , изготовленная из тонкой проволоки сопротивлением R , находится в однородном магнитном поле, величина индукции которого зависит от времени по закону $B = At + D$, где A и D – постоянные. Вектор магнитной индукции составляет угол α с нормалью к плоскости рамки. Определите зависимость индукционного тока в рамке от времени.

А)	$I(t) = \frac{2a^2 A}{R} \sin \alpha$	Б)	$I(t) = \frac{a^2 A}{R} \cos \alpha$
Б)	$I(t) = \frac{a^2 (At + D)}{tR} \cos \alpha$	Г)	$I(t) = \frac{a^2 (At + D)}{tR} \sin \alpha$

143. В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} расположен П-образный проводник, плоскость которого перпендикулярна вектору магнитной индукции. По проводнику со скоростью V перемещают поступательно, как показано на рис. 13.4, жесткую проводящую перемычку. В каких случаях ЭДС индукции в замкнутом контуре равна $|\mathcal{E}_i| = BVL$?

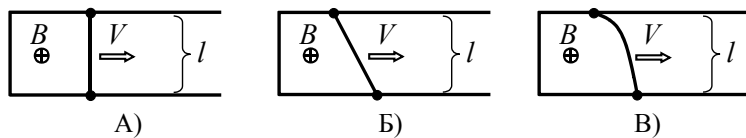


Рис. 13.4

144. Причиной возникновения ЭДС индукции в проводящем контуре, движущемся в постоянном магнитном поле, является:

А)	магнитная составляющая силы Лоренца, действующая на носители тока в проводнике
Б)	электрическая составляющая силы Лоренца, действующая со стороны вихревого электрического поля на носители тока в проводнике

145. В формуле $\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -d\Phi/dt$, выражающей закон электромагнитной индукции, буквой Φ обозначен поток вектора \vec{B} через поверхность:

А)	произвольную, опирающуюся на контур L
Б)	произвольную замкнутую, которая охватывает контур L
В)	плоскую, ограниченную контуром L

146. Длинный прямой провод с током I и три воображаемых контура в виде одинаковых окружностей расположены в одной плоскости (рис. 13.5). Если ток I линейно возрастает со временем, то для циркуляций C_1, C_2, C_3 вектора напряженности электрического поля по контурам 1, 2, 3 верны соотношения:

А)	$C_1 < 0, \quad C_2 > C_3 > 0$
Б)	$C_1 > 0, \quad C_2 < C_3 < 0$
В)	$C_1 < 0, \quad C_3 > C_2 > 0$
Г)	$C_1 > 0, \quad C_3 < C_2 < 0$

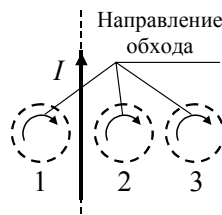


Рис. 13.5

147. Какие из перечисленных ниже эффектов относятся к явлению электромагнитной индукции?

А)	при движении проводников в постоянном магнитном поле в проводниках и в окружающем их пространстве возникает электрическое поле
Б)	изменяющееся во времени магнитное поле порождает поле электрическое
В)	диэлектрики поляризуются при их движении в постоянном магнитном поле

14. Самоиндукция. Энергия магнитного поля

148. Укажите ошибочное утверждение:

А)	Изменение тока в контуре ведет к возникновению ЭДС индукции в том же самом контуре. Такое явление называется самоиндукцией
Б)	Явление самоиндукции обусловлено действием магнитной составляющей силы Лоренца на носители тока в проводнике
В)	Самоиндукцию следует рассматривать как одно из проявлений электромагнитной индукции - ЭДС самоиндукции определяется формулой $\mathcal{E}_s = -d\Phi/dt$

149. Укажите ошибочное утверждение, относящееся к замкнутому проводу, в котором протекает постоянный ток I (рис. 14.1). Если s – произвольный математический контур, проходящий внутри провода параллельно его оси, \vec{B} – магнитное поле тока I , Φ – поток вектора \vec{B} через произвольную поверхность, опирающуюся на контур s , то¹:

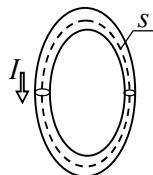


Рис. 14.1

А)	В любой точке пространства вектор \vec{B} пропорционален току I
Б)	Магнитный поток Φ пропорционален току: $\Phi = LI$, где L - коэффициент пропорциональности, зависящий от формы и геометрических размеров контура s , а также от магнитной проницаемости среды
В)	Если провод достаточно тонкий, то магнитный поток Φ и величина L практически не зависят от того, как проведен

¹ Здесь и далее предполагается, что в пространстве отсутствуют ферромагнетики

	математический контур s внутри провода. Величина L называется в этом случае индуктивностью замкнутого провода
Г)	Индуктивность L замкнутого провода не зависит от радиуса поперечного сечения провода

150. Индуктивность кругового витка, изготовленного из тонкого провода равна L_0 . Если два таких витка разрезать и соединить, как показано на рис. 14.2, то индуктивность L полученного замкнутого контура:

А)	$L = 2L_0$
Б)	$L > 2L_0$
В)	$L < 2L_0$

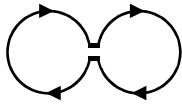


Рис. 14.2

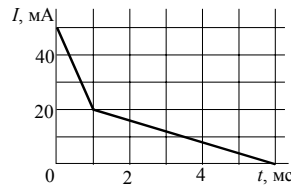


Рис. 14.3

151. Ток I через катушку индуктивностью $L = 100$ мГн уменьшают до нуля в соответствии с графиком, приведенным на рис. 14.3. Определите максимальное напряжение на катушке во время выключения тока. Сопротивлением провода катушки пренебречь.

152. Катушку, индуктивность которой L , подключили к источнику с ЭДС \mathcal{E} . Если сопротивление всей замкнутой цепи равно R , то зависимость тока I в цепи от времени t определяется уравнением:

А)	$\mathcal{E} - L(dI / dt) = IR$
Б)	$\mathcal{E} + L(dI / dt) = IR$
В)	$L(dI / dt) = IR$

153. На рис. 14.4 приведены графики зависимости величины тока I в катушке от времени t после ее подключения в момент $t = 0$ к источнику постоянной ЭДС с пренебрежимо ма-

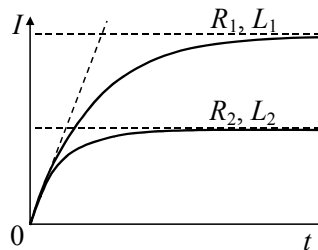


Рис. 14.4

лым внутренним сопротивлением. Один график соответствует катушке индуктивностью L_1 и сопротивлением R_1 , а второй – катушке индуктивностью L_2 и сопротивлением R_2 . Если ЭДС источника в обоих случаях одинакова, то:

А)	$R_1 < R_2, L_1 = L_2$
Б)	$R_1 = R_2, L_1 < L_2$
В)	$R_1 < R_2, L_1 < L_2$
Г)	$R_1 > R_2, L_1 > L_2$

154. За некоторое время после подключения катушки индуктивности к источнику ЭДС сторонние силы источника совершили работу A , а в цепи выделилось количество теплоты Q . При этом:

А)	$A = Q$
Б)	$A > Q$
В)	$A < Q$
Г)	недостаточно информации для выбора правильного соотношения между A и Q

155. Магнитная энергия W неподвижного замкнутого контура из тонкого провода, по которому течет ток I :

А)	равна работе $A_{\text{стор}}$ сторонних сил по созданию тока I в контуре
Б)	равна разности работы сторонних сил $A_{\text{стор}}$ по созданию тока I в контуре и количества теплоты Q , которое выделилось при этом в контуре: $W = A_{\text{стор}} - Q$
В)	определяется формулой $W = LI^2 / 2$, где L – индуктивность контура
Г)	не зависит от способа наращивания тока в контуре

156. Катушку индуктивностью $L = 1$ Гн подключили к источнику напряжения. За некоторое время источник совершил работу $A = 200$ Дж, а ток в цепи стал равным $I = 10$ А. Какое количество теплоты выделилось в цепи за это время?

157. Магнитная энергия системы из двух проводящих контуров, в которых протекают токи I_1 и I_2 , может быть рассчитана по формулам:

А)	$W = \frac{1}{2}(\Phi_1 I_1 + \Phi_2 I_2)$, где Φ_1 и Φ_2 – магнитные потоки через первый и второй контуры
Б)	$W = \frac{1}{2}[L_{11}I_1^2 + (L_{12} + L_{21})I_1I_2 + L_{22}I_2^2]$, где L_{11} – индуктивность первого контура, L_{22} – индуктивность второго контура, $L_{12} = L_{21}$ – взаимная индуктивность контуров
В)	$W = \int (B^2 / 2\mu\mu_0) dV$, где интегрирование ведется по объему всего пространства, а B – модуль вектора индукции магнитного поля

158. Может ли быть отрицательной магнитная энергия системы проводников с токами?

159. Формула $w = B^2 / 2\mu\mu_0$ для объемной плотности энергии магнитного поля справедлива:

А)	только для постоянного магнитного поля
Б)	для любого магнитного поля, произвольным образом изме-

	няющегося во времени
--	----------------------

160. Во сколько раз увеличится объемная плотность энергии в каждой точке магнитного поля, созданного неподвижным контуром с током I , если величину тока увеличить в 2 раза?

А)	в 2 раза
Б)	в 4 раза
В)	в $\sqrt{2}$ раза
Г)	ответ зависит от положения точки

161. Если объемные плотности энергии магнитного поля в точках 1 и 2 одинаковы, причем точка 1 расположена в вакууме, а точка 2 – в однородной среде с магнитной проницаемостью μ , то отношение B_2/B_1 модулей векторов индукции магнитного поля в этих точках равно:

А)	$\sqrt{\mu}$	Б)	μ	В)	$1/\mu$	Г)	$1/\sqrt{\mu}$
----	--------------	----	-------	----	---------	----	----------------

15. Электрические колебания

162. В каких случаях после перевода ключа K из положения 1 в положение 2 (рис. 15.1) возникают электрические колебания?

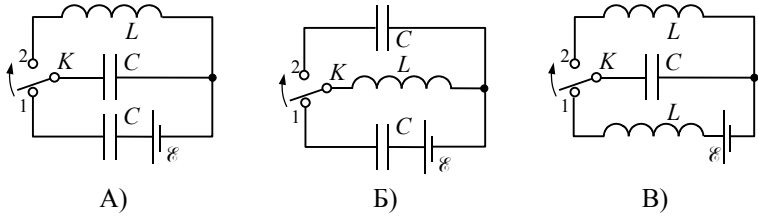


Рис. 15.1

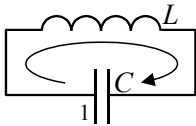


Рис. 15.2

163. Ток в идеальном колебательном контуре изменяется по закону $I(t) = I_m \sin \omega t$, где $I_m = 0,1$ А, $\omega = 1000$ с⁻¹. Если направление обхода выбрано, как показано на рис. 15.2, то заряд обкладки «1» конденсатора в момент времени $t = 2$ мс:

А)	положительный
Б)	отрицательный
В)	равен нулю

164. В идеальном колебательном контуре происходят электрические колебания. На рис. 15.3 приведены графики зависимости от времени:

А)	тока в контуре и напряжения на конденсаторе
Б)	энергии конденсатора и энергии катушки
В)	энергии катушки и полной энергии
Г)	энергии конденсатора и тока в контуре

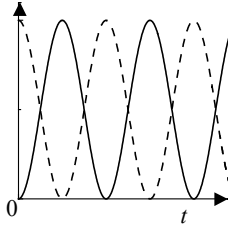


Рис. 15.3

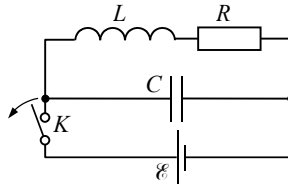


Рис. 15.4

165. Дифференциальное уравнение, описывающее свободные колебания заряда конденсатора в идеальном колебательном контуре, имеет вид $A\ddot{q} + Bq = 0$, где A и B – известные положительные постоянные. Чему равен период T колебаний заряда?

166. Дифференциальное уравнение, описывающее свободные колебания заряда конденсатора в колебательном контуре, имеет вид $A\ddot{q} + B\dot{q} + Cq = 0$, где A и B – положительные постоянные. Коэффициент затухания колебаний β равен:

А)	B	Б)	C
Б)	$B/2A$	Г)	$C/2A$

167. После размыкания ключа K (рис. 15.4) в момент $t = 0$ в контуре возникают затухающие электрические колебания. При этом зависимость от времени заряда конденсатора описывается формулой

$$q(t) = q_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \alpha), \text{ где:}$$

А)	$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$ - частота затухающих колебаний
----	---

Б)	$\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ - собственная частота
В)	$\beta = R/2L$ - коэффициент затухания
Г)	α - начальная фаза колебаний
Д)	q_0 - заряд конденсатора в момент $t = 0$

168. За миллисекунду амплитуда колебаний тока в колебательном контуре уменьшилась от $I_0 = 2,7$ мА до $I_1 = 1$ мА. Чему равен коэффициент β затухания колебаний?

169. При увеличении емкости конденсатора колебательного контура:

А)	собственная частота колебаний уменьшается
Б)	коэффициент затухания не изменяется
В)	логарифмический декремент затухания увеличивается

170. На рис. 15.5 приведены графики зависимости от времени токов в колебательных контурах 1 и 2. Если активные сопротивления контуров одинаковы, то емкости и индуктивности контуров связаны соотношениями:

А)	$L_1 = L_2,$ $C_1 > C_2$
Б)	$L_1 < L_2,$ $C_1 = C_2$
В)	$L_1 = L_2,$ $C_1 < C_2$
Г)	$L_1 < L_2,$ $C_1 > C_2$

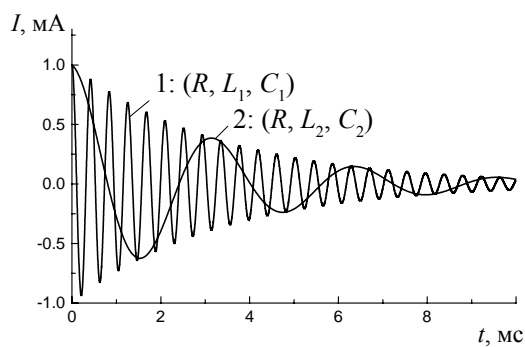


Рис. 15.5

171. На рис. 15.6 приведены графики зависимости от времени токов в колебательных контурах 1 и 2. Если индуктивности контуров одинаковы, то емкости и активные сопротивления этих контуров связаны соотношениями:

А)	$R_1 = R_2,$ $C_1 > C_2$
Б)	$R_1 < R_2,$ $C_1 = C_2$
В)	$R_1 > R_2,$ $C_1 = C_2$
Г)	$R_1 = R_2,$ $C_1 < C_2$

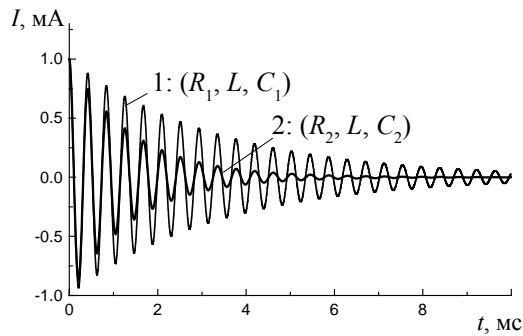


Рис. 15.6

172. Сравните добротности колебательных контуров, колебания тока в которых показаны на рис. 15.5 и рис. 15.6.

173. При замене в колебательном контуре катушки на другую индуктивность контура и его активное сопротивление увеличились в 2 раза. Во сколько раз изменился логарифмический декремент затухания контура, если известно, что он значительно меньше единицы?

16. Переменный ток

174. Конденсатор подключили к источнику синусоидального напряжения постоянной амплитуды. С ростом частоты амплитуда тока через конденсатор:

А)	увеличивается
Б)	уменьшается
В)	может как увеличиваться, так и уменьшаться
Г)	равна нулю

175. К источнику синусоидального напряжения подключены соединенные последовательно резистор сопротивлением R и конденсатор емкостью C . Если ток в цепи изменяется по закону $i = I_m \cos \omega t$, то в момент времени t напряжение:

А)	на конденсаторе	$u_C = \left(\frac{I_m}{\omega C}\right) \cos(\omega t - \pi/2)$
Б)	на резисторе	$u_R = (I_m R) \cos \omega t$
В)	на клеммах источника	$u = \left(I_m R + \frac{I_m}{\omega C}\right) \cos(\omega t - \varphi),$ где $0 \leq \varphi \leq \pi/2$

176. К источнику синусоидального напряжения подключены соединенные последовательно резистор сопротивлением R и конденсатор емкостью C . Если I_m - амплитуда колебаний тока в цепи, U_{Cm} , U_{Rm} , U_m - амплитудные значения напряжений на конденсаторе, резисторе и клеммах источника, $u_C(t)$, $u_R(t)$, $u(t)$ - мгновенные значения этих напряжений, ω - циклическая частота, то:

А)	$u(t) = u_C(t) + u_R(t)$
Б)	$U_m = U_{Cm} + U_{Rm}$
В)	$U_m = \sqrt{U_{Cm}^2 + U_{Rm}^2}$
Г)	$U_{Cm} = I_m / \omega C$
Д)	$U_{Rm} = I_m R$

177. К источнику синусоидального напряжения подключены соединенные последовательно конденсатор и резистор. Если U_C , U_R и U - эффективные (действующие) значения напряжений на конденсаторе, резисторе и на клеммах источника, то:

А)	$U = U_R + U_C$
Б)	$U > U_R + U_C$
В)	$U < U_R + U_C$

178. К источнику синусоидального напряжения подключены соединенные последовательно резистор сопротивлением R и конденсатор емкостью C . Если ток в цепи изменяется по закону $i = I_m \cos \omega t$, а напряжение на клеммах источника $u = U_m \cos(\omega t - \varphi)$, то средняя мощность переменного тока:

А)	на резисторе	$P_R = I_m^2 R / 2 = I_{\text{эфф}}^2 R$
Б)	на конденсаторе	$P_C = I_m^2 (1 / \omega C)$
В)	на всей RC - цепи	$P = P_C + P_R$
Г)	на всей RC - цепи	$P = (I_m U_m / 2) \cos \varphi = I_{\text{эфф}} U_{\text{эфф}} \cos \varphi$, где $U_{\text{эфф}} = U_m / \sqrt{2}$, $I_{\text{эфф}} = I_m / \sqrt{2}$

179. Катушку подключили к источнику синусоидального напряжения постоянной амплитуды. С ростом частоты амплитуда тока через катушку:

А)	увеличивается
Б)	уменьшается
В)	не изменяется
Г)	может как увеличиваться, так и уменьшаться

180. К источнику синусоидального напряжения подключены соединенные последовательно резистор сопротивлением R и катушка индуктивностью L (ее активное сопротивление пренебрежимо мало). Если ток в цепи изменяется по закону $i = I_m \cos \omega t$, то в момент времени t напряжение:

А)	на катушке	$u_L = (I_m \omega L) \cos(\omega t + \pi / 2)$
Б)	на резисторе	$u_R = (I_m R) \cos \omega t$
В)	на клеммах источника	$u = \sqrt{u_L^2 + u_R^2}$

181. К источнику синусоидального напряжения подключены соединенные последовательно резистор сопротивлением R и катушка индуктивностью L (ее активное сопротивление пренебрежимо мало). Если I_m - амплитуда колебаний тока в цепи, U_{Lm} , U_{Rm} , U_m - амплитудные значения напряжений на катушке, резисторе и клеммах источника, $u_L(t)$, $u_R(t)$, $u(t)$ - мгновенные значения этих напряжений, ω - циклическая частота, то:

А)	$u(t) = u_L(t) + u_R(t)$
Б)	$U_m = U_{Lm} + U_{Rm}$

В)	$U_m = \sqrt{U_{Lm}^2 + U_{Rm}^2}$
Г)	$U_{Lm} = I_m \omega L$

182. К источнику синусоидального напряжения подключены соединенные последовательно катушка с пренебрежимо малым активным сопротивлением, конденсатор и резистор. Если U_R , U_L , U_C и U - эффективные значения напряжений на резисторе, на катушке, на конденсаторе и на клеммах генератора, то:

А)	$U = U_R + U_L + U_C$
Б)	$U > U_R + U_L + U_C$
В)	$U = \sqrt{U_R^2 + (U_C - U_L)^2}$

183. К источнику синусоидального напряжения подключены соединенные последовательно катушка и конденсатор. На графике рис. 16.1 приведена зависимость эффективного значения тока в цепи от частоты ν переменного напряжения. Эффективное значение напряжения на клеммах источника при изменении частоты поддерживалось постоянным: $U_{\text{эфф}} = 1,2$ В. Определите активное сопротивление катушки.

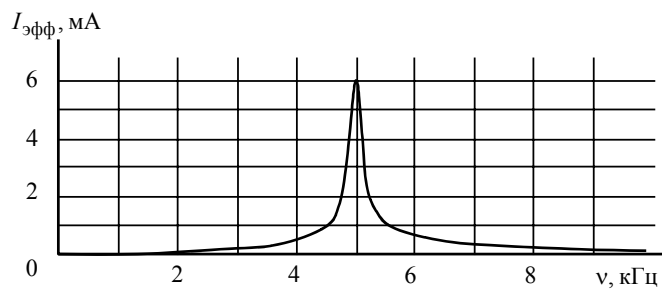


Рис. 16.1

17. Ток смещения. Система уравнений Максвелла

184. Рассмотрим конденсатор с пластинами круглой формы, который заряжается током I . Магнитное поле в некоторой точке P можно вычислить при помощи теоремы о циркуляции вектора \vec{B} , выбрав в качестве контура окружность радиуса r , проходящую через точку P , как показано на рис. 17.1. Согласно этой теореме

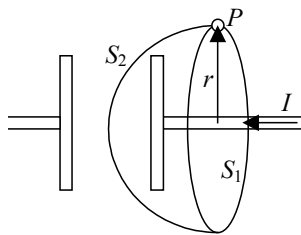


Рис. 17.1

$$B2\pi r = \mu_0 I_{\text{внутр}}, \quad \text{где}$$

А)	$I_{\text{внутр}} = \int_{S_1} \vec{j}_{\text{пр}} d\vec{s} = I$ - ток проводимости через плоскую поверхность S_1
Б)	$I_{\text{внутр}} = \int_{S_2} \vec{j}_{\text{пр}} d\vec{s} = 0$ - ток проводимости через куполообразную поверхность S_2
В)	$I_{\text{внутр}} = \int_{S_1} (\vec{j}_{\text{пр}} + \vec{j}_{\text{см}}) d\vec{s} = I$ - полный ток (проводимости и смещения) через плоскую поверхность S_1
Г)	$I_{\text{внутр}} = \int_{S_2} (\vec{j}_{\text{пр}} + \vec{j}_{\text{см}}) d\vec{s} = I$ - полный ток (проводимости и смещения) через куполообразную поверхность S_2

185. Плоский конденсатор с круглыми обкладками подключен к источнику переменного напряжения. Магнитное поле между обкладками:

А)	равно нулю
Б)	отлично от нуля

186. Теорема о циркуляции $\text{rot}\vec{H} = \vec{j}$, где j – плотность тока проводимости, $\vec{H} = \vec{B}/\mu\mu_0$, в случае переменных токов противоречит:

А)	теореме Гаусса для вектора \vec{B} : $\text{div}\vec{B} = 0$
----	--

Б)	теореме Гаусса для вектора \vec{D} : $\text{div}\vec{D} = \rho$
	закону электромагнитной индукции: $\text{rot}\vec{E} = \partial\vec{B}/\partial t$
В)	закону сохранения заряда: $\text{div}\vec{j} + \partial\rho/\partial t = 0$

187. Из теоремы о циркуляции $\text{rot}\vec{H} = \vec{j} + \partial\vec{D}/\partial t$ и теоремы Гаусса $\text{div}\vec{D} = \rho$ следует:

А)	теорема Гаусса для вектора \vec{B}
Б)	закон электромагнитной индукции
В)	закон сохранения заряда

188. Если в некоторой точке пространства вектор электрической индукции зависит от времени t по закону $\vec{D} = (A \sin \omega t, 0, 0)$, где A и ω - постоянные, то вектор плотности тока смещения в этой точке равен:

А)	$\vec{j}_{\text{см}} = (A\omega \sin \omega t, 0, 0)$
Б)	$\vec{j}_{\text{см}} = (A\omega \cos \omega t, 0, 0)$
В)	$\vec{j}_{\text{см}} = (A \cos \omega t, A \sin \omega t, 0)$

189. Укажите ошибочное утверждение, относящееся к уравнениям Максвелла:

	$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{s}$	$\oint_S \vec{D} d\vec{s} = \oint_V \rho_{\text{стоп}} dV$
	$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{s}$	$\oint_S \vec{B} d\vec{s} = 0$
А)	Уравнения Максвелла нельзя вывести, они являются основными законами классической электродинамики, полученными на основе обобщения опытных фактов	
Б)	Уравнения Максвелла линейны. Это свойство связано с принципом суперпозиции: если два каких-либо поля удовлетворяют уравнениям Максвелла, то это относится и к сумме этих полей	
В)	Уравнения Максвелла выполняются во всех инерциальных системах отсчета	

Г)	Уравнения Максвелла не симметричны относительно электрического и магнитного полей – это связано с тем, что в природе существуют электрические заряды, но нет зарядов магнитных
Д)	Уравнения Максвелла можно представить в дифференциальном виде: $\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}; \quad \operatorname{div} \vec{D} = \rho_{\text{стоп}};$ $\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}; \quad \operatorname{div} \vec{B} = 0$
Е)	Если поля стационарные, то уравнения Максвелла распадаются на две независимые группы уравнений: одна группа описывает электростатику, другая – магнитостатику. Электростатика: $\oint_L \vec{E} d\vec{l} = 0;$ $\oint_S \vec{D} d\vec{s} = 0;$ Магнитостатика: $\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \vec{j} d\vec{s} = I;$ $\oint_S \vec{B} d\vec{s} = 0$

190. Поток вектора электрической индукции \vec{D} через произвольную замкнутую поверхность равен нулю в том и только в том случае, если

А)	магнитное поле не зависит от времени
Б)	электрическое поле не зависит от времени
В)	сторонний заряд внутри замкнутой поверхности равен нулю
Г)	сторонний заряд внутри замкнутой поверхности не зависит от времени

191. Дивергенция вектора электрической индукции \vec{D} равна нулю в том и только в том случае, если в данной точке:

А)	объемная плотность стороннего заряда равна нулю
Б)	плотность тока смещения равна нулю
В)	магнитное поле не зависит от времени
Г)	объемная плотность стороннего заряда не зависит от времени

192. Поток вектора магнитной индукции \vec{B} через произвольную замкнутую поверхность равен нулю в том и только в том случае, если:

А)	магнитное поле не зависит от времени
Б)	электрическое поле не зависит от времени
В)	отсутствуют токи проводимости
Г)	Всегда, в том числе, в случаях А), Б) и В)

193. Дивергенция вектора магнитной индукции \vec{B} равна нулю в том и только в том случае, если в данной точке:

А)	магнитное поле не зависит от времени
Б)	электрическое поле не зависит от времени
В)	отсутствуют токи проводимости
Г)	Всегда, в том числе, в случаях А), Б) и В)

194. Циркуляция вектора напряженности \vec{E} по произвольному замкнутому контуру равна нулю в том и только в том случае, если:

А)	поток вектора магнитной индукции \vec{B} через поверхность, ограниченную данным контуром, не зависит от времени
Б)	поток вектора электрической индукции \vec{D} через поверхность, ограниченную данным контуром, не зависит от времени
В)	ток проводимости через поверхность, ограниченную данным контуром, равен нулю
Г)	во всех случаях

195. Ротор вектора напряженности электрического поля равен нулю в том и только в том случае, если в данной точке:

А)	магнитное поле не зависит от времени
Б)	отсутствуют токи проводимости
В)	объемная плотность заряда равна нулю
Г)	во всех случаях

196. Циркуляция вектора \vec{H} по произвольному замкнутому контуру равна нулю в том и только в том случае, если:

А)	поток вектора электрической индукции \vec{D} через поверхность, ограниченную данным контуром, не зависит от времени
Б)	ток проводимости через поверхность, ограниченную дан-

	ным контуром, не зависит от времени
В)	суммарный поток векторов плотности тока смещения и плотности тока проводимости через поверхность, ограниченную данным контуром, равен нулю
Г)	суммарный поток векторов плотности тока смещения и плотности тока проводимости через поверхность, ограниченную данным контуром, не зависит от времени

18. Релятивистские преобразования полей и их источников

197. Укажите ошибочное утверждение:

А)	Величина электрического заряда тела (частицы) не зависит от выбора системы отсчета и от скорости движения тела
Б)	Причины одного и того же электромагнитного явления для наблюдателей в разных инерциальных системах отсчета могут быть различными: например, один наблюдатель обнаружит электрическую силу, другой – магнитную. Источники электрического и магнитного полей для разных наблюдателей также могут быть различными.
В)	Если магнитное поле в данной инерциальной системе отсчета равно нулю, то оно будет равным нулю и во всех других инерциальных системах отсчета
Г)	Уравнения Максвелла справедливы во всех инерциальных системах отсчета: при переходе из одной ИСО в другую изменяются источники электромагнитного поля (плотности заряда и тока) и сами поля \vec{E} и \vec{B} , но уравнения Максвелла, связывающие поля и источники, сохраняют свой вид

198. Однородно заряженный стержень движется в продольном направлении с постоянной скоростью V относительно инерциальной K' -системы отсчета. Если собственная длина стержня l_0 , а его заряд q_0 , то линейная плотность заряда стержня в K' -системе отсчета равна:

А)	$\lambda' = q_0 / l_0$
Б)	$\lambda' = \frac{q_0 \sqrt{1 - (V/c)^2}}{l_0}$

В)	$\lambda' = \frac{q_0}{l_0 \sqrt{1 - (V/c)^2}}$
----	---

199. В инерциальной K -системе отсчета заряженная частица покоится вблизи неподвижного проволочного контура, в котором течет постоянный ток. В инерциальной K' -системе отсчета, движущейся относительно K -системы с нерелятивистской скоростью:

А)	на частицу действует магнитная сила
Б)	на частицу действует электрическая сила
В)	суммарная сила, действующая на частицу, равна нулю

200. Формулы преобразования полей

$$\begin{aligned} \vec{E}'_{\parallel} &= \vec{E}_{\parallel}, & \vec{B}'_{\parallel} &= \vec{B}_{\parallel}, \\ \vec{E}'_{\perp} &= \frac{\vec{E}_{\perp} + [\vec{V}_0 \vec{B}]}{\sqrt{1 - (V_0/c)^2}}, & \vec{B}'_{\perp} &= \frac{\vec{B}_{\perp} - [\vec{V}_0 \vec{E}]/c^2}{\sqrt{1 - (V_0/c)^2}} \end{aligned} \quad (2)$$

для составляющих полей параллельных и перпендикулярных скорости \vec{V}_0 , с которой штрихованная инерциальная система отсчета движется относительно нештрихованной, справедливы:

А)	только для постоянных (не зависящих от времени) полей
Б)	только для однородных полей
В)	только для однородных и постоянных полей
Г)	для произвольных полей в пространственно-временных точках, связанных равенствами: $x' = x$, $y' = y$, $z' = z$, $t' = t$
Д)	для произвольных полей в пространственно-временных точках, связанных преобразованиями Лоренца

201. При малых скоростях ($V_0 \ll c$) формулы (2) преобразования полей можно записать в виде:

А)	$\begin{aligned} \vec{E}'_{\parallel} &= \vec{E}_{\parallel}, & \vec{B}'_{\parallel} &= \vec{B}_{\parallel}, \\ \vec{E}'_{\perp} &= \vec{E}_{\perp} + [\vec{V}_0 \vec{B}], & \vec{B}'_{\perp} &= \vec{B}_{\perp} - [\vec{V}_0 \vec{E}]/c^2 \end{aligned}$
----	---

Б)	$\vec{E}' = \vec{E} + [\vec{V}_0 \vec{B}_\perp],$	$\vec{B}' = \vec{B} - [\vec{V}_0 \vec{E}_\perp]/c^2$
В)	$\vec{E}' = \vec{E} + [\vec{V}_0 \vec{B}],$	$\vec{B}' = \vec{B} - [\vec{V}_0 \vec{E}]/c^2$

202. Какие величины, характеризующие электромагнитное поле, созданное в вакууме, одинаковы во всех инерциальных системах отсчета?

А)	$w_e = \epsilon_0 E^2 / 2$
Б)	$w_m = B^2 / 2\mu_0$
В)	$w = (\epsilon_0 E^2 / 2) + (B^2 / 2\mu_0)$
Д)	$I_1 = \vec{E} \vec{B}$
Е)	$I_2 = E^2 - (cB)^2$

19. Электромагнитные волны

203. Укажите ошибочное утверждение.

А)	Электромагнитные волны – электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве или в некоторой среде с конечной скоростью
Б)	Радиоволны, свет, рентгеновское излучение представляют собой электромагнитные волны с различной длиной волны
В)	Электромагнитные волны могут распространяться в вакууме
Г)	Электромагнитные волны в однородной среде являются поперечными
Д)	Электромагнитные волны могут переносить энергию, импульс и момент импульса
Е)	В электромагнитной волне совершают колебания либо вектор \vec{E} , либо вектор \vec{B} , либо оба вектора

204. Укажите ошибочное утверждение, относящееся к плоской электромагнитной волне, распространяющейся в вакууме.

А)	Скорость волны $c = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$, где ϵ_0 и μ_0 – электрическая и магнитная постоянные
Б)	В электромагнитной волне в любой момент времени векто-

	ры \vec{E} , \vec{B} и \vec{k} (волновой вектор) взаимно перпендикулярны
В)	В фиксированной точке пространства: $\vec{E} = \vec{E}_m \cos(\omega t + \alpha)$, $\vec{B} = \vec{B}_m \cos(\omega t + \alpha)$
Г)	В точке, положение которой определяется вектором \vec{r} : $\vec{E} = \vec{E}_m \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \alpha)$, где $ \vec{k} = 2\pi/\lambda$
Е)	Длина волны: $\lambda = \omega/2\pi c$

205. Какая волна не является монохроматической, если величины \vec{E}_1 , \vec{E}_2 , \vec{k} , ω , α - постоянные?

А)	$\vec{E} = \vec{E}_1 \cos(\omega t - kx + \alpha)$
Б)	$\vec{E} = \vec{E}_1 \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r}) + \vec{E}_2 \sin(\omega t - \vec{k}\vec{r})$
В)	$\vec{E} = \vec{E}_1 \sin(\omega t - \vec{k}\vec{r}) + \vec{E}_2 \sin(2\omega t - \vec{k}\vec{r})$
Г)	$\vec{E} = \vec{E}_1 \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r}) + \vec{E}_2 \sin(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \alpha)$

206. В вакууме вдоль оси X распространяется плоская монохроматическая электромагнитная волна. Периодическими функциями координаты x в фиксированный момент времени являются величины:

А)	напряженность электрического поля
Б)	амплитуда колебаний индукции магнитного поля
В)	фаза колебаний вектора напряженности
Г)	объемная плотность энергии
Д)	плотность потока энергии

207. В вакууме вдоль оси X распространяется плоская монохроматическая электромагнитная волна. Периодическими функциями времени в фиксированной точке пространства являются величины:

А)	индукция магнитного поля
Б)	волновое число
В)	объемная плотность энергии
Г)	плотность потока энергии
Д)	интенсивность волны

208. В вакууме в положительном направлении оси X распространяется плоская монохроматическая электромагнитная волна с частотой ω . Если в точке A в некоторый момент времени вектор напряженности электрического поля равен $(0, E_1, 0)$, то вектор индукции магнитного поля в точке A в тот же момент времени:

А)	$(0, E_1/c, 0)$
Б)	$(0, 0, E_1/c)$
В)	$(E_1c, 0, 0)$
Г)	$(0, E_1c, 0)$

где c – скорость света в вакууме.

209. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_m \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r}), \quad \vec{B}(\vec{r}, t) = \vec{B}_m \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r}).$$

Если $\vec{E}_m = (E_m, 0, 0)$, $\vec{k} = (0, k, 0)$, то:

А)	$B_m = (0, 0, -E_m/c)$
Б)	$B_m = (0, 0, E_m/c)$
В)	$B_m = (0, E_m/c, 0)$
Г)	$B_m = (0, -E_m/c, 0)$

где c – скорость света в вакууме.

210. Электромагнитная волна распространяется в вакууме. Укажите правильные уравнения для векторов, характеризующих электромагнитное поле волны (S – произвольная замкнутая поверхность, L – произвольный контур):

А)	$\oint_S \vec{D} d\vec{s} = 0$	Б)	$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = 0$
Б)	$\oint_S \vec{B} d\vec{s} = 0$	Г)	$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \oint_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{s}$

211. Электромагнитная волна распространяется в вакууме. Укажите правильные уравнения для векторов, характеризующих электромагнитное поле волны:

А)	$\operatorname{div} \vec{D} = 0$	В)	$\operatorname{rot} \vec{E} = \partial \vec{B} / \partial t$
Б)	$\operatorname{div} \vec{B} = 0$	Г)	$\operatorname{rot} \vec{H} = 0$

212. В любой фиксированной точке электромагнитного поля плоской электромагнитной волны проекция вектора Пойнтинга на направление, в котором распространяется волна:

А)	отрицательна и не зависит от времени
Б)	положительна и не зависит от времени
В)	периодически изменяется, принимая неотрицательные значения
Г)	периодически изменяется, принимая как положительные, так и отрицательные значения

213. Точечный диполь расположен в начале O прямоугольной системы координат XYZ , а его дипольный момент изменяется со временем t по закону $(0, p_m \cos \omega t, 0)$, где p_m и ω - постоянные. В точке A , расположенной в плоскости XY на большом расстоянии от диполя, вектор индукции магнитного поля \vec{B} :

А)	параллелен прямой OA
Б)	перпендикулярен плоскости XY
В)	лежит в плоскости XY и перпендикулярен прямой OA

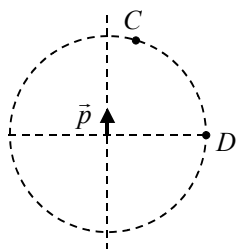


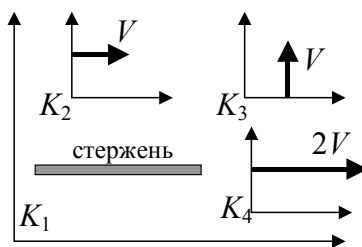
Рис. 19.1

214. Точки C и D расположены на равных расстояниях от точечного диполя (рис. 19.1), дипольный момент которого изменяется по закону $\vec{p} = \vec{p}_m \cos \omega t$. E_C и E_D - амплитуды колебаний вектора напряженности в точках C и D , φ_C и φ_D - фазы колебаний в этих точках. Расстояние от диполя до точек C и D значительно больше длины волны. В этом случае:

А)	$\varphi_C = \varphi_D, E_C = E_D$
Б)	$\varphi_C < \varphi_D, E_C > E_D$
В)	$\varphi_C > \varphi_D, E_C = E_D$
Г)	$\varphi_C = \varphi_D, E_C < E_D$

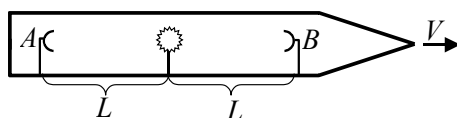
20. Специальная теория относительности

215. Стержень покоится относительно системы отсчета K_1 , системы отсчета K_2 , K_3 и K_4 движутся относительно системы отсчета K_1 . Ориентация стержня, координатных осей и направления скоростей систем отсчета показаны на рисунке. Величины l_1 , l_2 , l_3 и l_4 – результаты измерений длины стержня в соответствующих системах отсчета. Укажите верное соотношение:



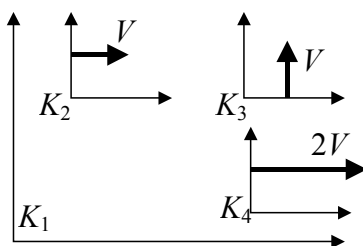
А)	$l_1 = l_2 = l_3 = l_4$;	Б)	$l_1 < l_2 = l_3 < l_4$;
В)	$l_1 > l_2 = l_3 > l_4$;	Г)	$l_1 = l_3 > l_2 > l_4$.

216. Космический «супер-корабль» движется со скоростью V относительно неподвижного наблюдателя. На корабле посередине между датчиками A и B , расстояние между которыми $2L$, происходит вспышка света (см. рис.). В какой момент времени по часам неподвижного наблюдателя свет достигнет датчика A , если вспышка произведена (по его же часам) в момент $t = 0$?



А)	$t = L/c$;	Б)	$t = L/(c - V)$;
В)	$t = L/(c + V)$;	Г)	$t = \frac{L}{c} \sqrt{\frac{c - V}{c + V}}$.

217. Время жизни свободной частицы, измеренное в инерциальных системах отсчета K_1 , K_2 , K_3 и K_4 , равно соответственно значениям τ_1 , τ_2 , τ_3 и τ_4 . Если частица покоится относительно системы отсчета K_1 , а системы отсчета K_2 , K_3 и K_4 движутся относительно K_1 , как показано на рисунке, то:



А)	$\tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \tau_4$;	В)	$\tau_1 < \tau_2 = \tau_3 < \tau_4$;
Б)	$\tau_1 > \tau_2 = \tau_3 > \tau_4$;	Г)	$\tau_1 > \tau_2 > \tau_3 > \tau_4$.

218. Свободная частица массы m движется в некоторой инерциальной системе отсчета со скоростью \vec{V} . Какие из перечисленных ниже величин одинаковы во всех инерциальных системах отсчета?

А)	m ;
Б)	$\vec{p} = m\vec{V} / \sqrt{1 - (V/c)^2}$;
В)	$E = mc^2 / \sqrt{1 - (V/c)^2}$;
Г)	$(E/c)^2 - p^2$.

219. Покоящаяся частица массы M распадается на две одинаковые взаимодействующие частицы массы m каждая. При этом:

А)	$m = M/2$;
Б)	$m > M/2$;
В)	$m < M/2$;

220. Покоящаяся частица массы M распадается на две одинаковые частицы. После разлета на большое расстояние скорость каждой частицы V , а масса m . При этом кинетическая энергия каждой частицы:

А)	$E_K = (M - 2m)c^2 / 2$;
Б)	$E_K = mV^2 / 2$
В)	$E_K = mc^2 / \sqrt{1 - (V/c)^2}$;
Г)	$E_K = [mc^2 / \sqrt{1 - (V/c)^2}] - mc^2$.

221. Частица массы m свободно движется со скоростью \vec{v} , приближается к такой же, но покоящейся частице и абсолютно неупруго сталкивается с ней. В результате образуется новая частица массы M , движущаяся со скоростью \vec{V} . При таком столкновении:

А)	$m\vec{v} = M\vec{V}$;
Б)	$m\vec{v} / \sqrt{1 - (v/c)^2} = M\vec{V} / \sqrt{1 - (V/c)^2}$;

Б)	$mc^2 / \sqrt{1 - (v/c)^2} = Mc^2 / \sqrt{1 - (V/c)^2} ;$
Г)	$mc^2 / \sqrt{1 - (v/c)^2} + mc^2 = Mc^2 / \sqrt{1 - (V/c)^2} .$

222. Протон (его масса m) из состояния покоя начинает ускоряться под действием постоянной силы \vec{F} . Через время t после начала движения величина скорости протона:

А)	$V = Ft / m ;$
Б)	$V > Ft / m ;$
В)	$V < Ft / m .$