



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ "МИФИ"

А.Я. Диденко В.П. Филиппов

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

(электричество, колебания и волны, оптика)

ДЛЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ КУРСОВ ЦДП

МОСКВА 2011

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

А.Я. Диденко В.П. Филиппов

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

(Электричество, колебания и волны, оптика)

Для подготовительных курсов ЦДП

5-е издание, без изменений

Москва 2011

1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Закон Кулона. Электрическое поле

1. Почему легкий проводящий шарик, вначале притянувшийся к наэлектризованной палочке, затем отталкивается от нее?
2. Как движется заряженная пылинка в поле точечного заряда того же знака? Действием других сил пренебречь.
3. Как с помощью отрицательно заряженного проводника, не изменяя его заряда, зарядить другой проводник положительно? Зарядить два проводника: один положительно, другой отрицательно?
4. В электростатическое поле поместили незаряженный шар. Будет ли поле действовать на него?
5. Легкий шаровой проводник, подвешенный на шелковой нити, притягивается заряженной палочкой. Означает ли это, что шар заряжен? А если шар отталкивается?
6. Равны ли силы взаимодействия двух одинаковых металлических шаров с равными зарядами в случаях, если заряды: а) одноименные; б) разноименные? Расстояние между центрами одинаковое.
7. Как изменится силы, действующая на каждый из двух разноименно заряженных шариков, если между ними вносят стеклянный стержень?
8. Внутри полой проводящей незаряженной сферы поместили шарик с зарядом q . На короткое время сферу соединили с землей, затем шарик удалили из сферы. Какой заряд приобретает сфера? Где и как будет распределен этот заряд? Где и какое будет существовать электрическое поле?
9. Даны заряженное и незаряженное тела. Будут ли они притягиваться, отталкиваться или не будут взаимодействовать?
10. Описать словесно поведение электрического диполя в полях, показанных на рис. 1.

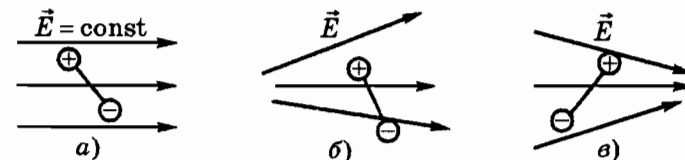


Рис. 1

УДК 537(076)+534(076)+535(076)
 ББК 22.33я7+22.32я7+22.34я7
 Д 44

Диденко А.Я., Филиппов В.П. Сборник задач по физике (электричество, колебания и волны, оптика) Для подготовительных курсов ЦДП НИЯУ МИФИ, 2011. – 80 с.

© Диденко А.Я., Филиппов В.П., 1998, 2006, 2011

© Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2011

11. Известно, что заряженный шарик притягивает бумажку. Как изменится сила притяжения, если окружить металлической сферой: а) заряженный шарик; б) бумажку?

12. Нарисовать линии напряженности поля: а) двух точечных зарядов, расположенных на расстоянии l друг от друга ($q_1 = -10q_2$); б) точечного заряда, находящегося в центре заземленной проводящей сферы; в) точечного заряда, находящегося на расстоянии $R/2$ от центра сферы.

13. Заряженные шарики, находящиеся на расстоянии $l = 0,5$ м, отталкиваются с силой $F = 2,0$ Н. Суммарный заряд шариков $q = 2 \cdot 10^{-5}$ Кл. Определите больший заряд Q .

14. Два заряда, содержащих по $M = 2$ г электронов, находятся на расстоянии $l = 150$ млн. км. Какова величина действующей на заряд силы F ?

15. В центр квадрата, в вершинах которого находится по заряду q , помещен отрицательный заряд Q . Какова его величина, если система находится в равновесии? Будет ли равновесие устойчивым?

16. Бесконечная равномерно заряженная плоскость имеет отверстие диаметром d . Плоскость действует на положительный заряд, находящийся на оси отверстия на расстоянии l от плоскости, с силой F . В каком случае эта сила больше: при $l = 5d$ или при $l = 10d$?

17. На расстоянии H от поверхности шара находится заряд q . Определите силу F взаимодействия заряда с шаром ($H \ll R_{\text{ш}}$).

18. Тело массой m и с зарядом q брошено под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Движение тела происходит в поле тяготения Земли и в электростатическом поле напряженностью \vec{E} . Линии напряженности направлены вниз под углом β к вертикали. Определите время полета t , дальность полета тела L и максимальную высоту его подъема H .

19. Шарик массой m и с зарядом q подвешен на нити длиной l и движется по окружности в вертикальной плоскости. В центре помещен такой же заряд q . Какую минимальную скорость v надо сообщить шару в нижнем положении?

20. В однородном электростатическом поле напряженностью \vec{E} , линии напряженности которого направлены вертикально вниз,

равномерно вокруг вертикальной оси на нити длиной l движется заряженный шарик массой m и с зарядом q . Угол отклонения от вертикали равен α . Найти силу натяжения нити T и кинетическую энергию шарика W_k .

21. Непроводящий невесомый стержень длиной l с закрепленными на его концах одинаковыми шариками с зарядами $q = 4 \cdot 10^{-8}$ Кл массой $m = 0,1$ г каждый подвешен на изолирующих нитях длиной $l = 10$ см в точке C , где находится такой же заряд q (рис. 2). Определите величины ускорений a_A и a_B обоих зарядов сразу после пережигания нити BC .

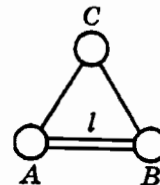


Рис. 2

22. Заряд одного проводника меньше, чем заряд другого, но потенциал больше. Как будут перемещаться заряды при соприкосновении проводников?

23. Металлический заряженный шар помещен в центре толстого шарового слоя, изготовленного: а) из диэлектрика $\epsilon = 2$; б) из металла. Нарисовать картины линий напряженности вне и внутри шара, начертить графики зависимости напряженности поля и потенциала от расстояния до центра шара.

24. В вершинах правильного шестиугольника со стороной a помещены заряды величиной q . Определите потенциал ϕ и напряженность E в центре шестиугольника, если: а) все заряды одинакового знака; б) положительные и отрицательные заряды чередуются.

25. Определите потенциал ϕ и напряженность поля E в центре тонкого кольца радиусом R и на расстоянии d от центра вдоль оси кольца, если весь заряд Q распределен равномерно по кольцу.

26. Как изменится потенциал шарика, если его внести внутрь проводящей сферы через небольшое отверстие?

27. Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются из воздуха в керосин с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$ и плотностью $\rho_0 = 0,8$ г/см³. При каком значении плотности материала шариков ρ угол расхождения нитей не изменится?

28. Две тонкие металлические концентрические сферы радиусами R_1 и R_2 ($R_1 < R_2$) погружены в диэлектрическую среду

с проницаемостью ϵ так, что диэлектрик проникает и в пространство между сферами. Внутренняя сфера обладает зарядом Q . Найти напряженность поля E и потенциал ϕ как функцию расстояния r от центра сфер.

29. Два точечных заряда $q_1 = 6,6 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = 1,32 \cdot 10^{-8}$ Кл находятся на расстоянии $r_1 = 40$ см. Какую надо совершить работу A , чтобы сблизить их до расстояния $r_2 = 25$ см?

30. Металлический шар радиусом $r = 2$ см заряжают до потенциала $\phi = 200$ В относительно Земли и окружают сферической металлической оболочкой радиусом $R = 4$ см, концентрической с шаром. Определите потенциал шара ϕ_1 после заземления оболочки.

31. Пылинка массой $m = 4 \cdot 10^{-10}$ кг с зарядом $q_1 = 10^{-16}$ Кл попадает в поле заряженного закрепленного шарика, имея скорость $v = 10$ см/с, направленную к центру шарика. Каким должен быть минимальный радиус r шарика, чтобы пылинка достигла его поверхности, если заряд шарика $q_2 = 10^{-9}$ Кл?

32. Под действием светового облучения с поверхности изолированного металлического шара радиусом r , вылетают электроны с начальными скоростями v , в результате чего шарик заряжается. До какого максимального заряда Q можно зарядить шарик таким образом? Отношение заряда электрона к его массе e/m известно.

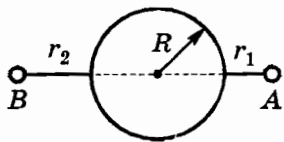


Рис. 3

33. Сфера радиусом $R = 0,1$ м заряжена до потенциала $\phi = 300$ В. Определите работу A сил электрического поля при перенесении заряда $q = 1 \cdot 10^{-10}$ Кл из точки A в точку B (рис. 3), которые удалены от поверхности сферы соответственно на расстояния $r_1 = 0,1$ м, $r_2 = 0,2$ м. Влиянием заряда q на потенциал сферы пренебречь.

34. Определите потенциал на поверхности заряженного шара, если работа по перенесению заряда $q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии $d = 1$ см от поверхности шара радиусом $r = 1$ см, равна $A = 1,3 \cdot 10^{-5}$ Дж.

35. Электрон, подлетая к закрепленному точечному отрицательному заряду $Q = -10^{-9}$ Кл (рис. 4), в точке A ($R_A = 20$ см) имеет скорость $v_A = 10^4$ см/с. На какое минимальное расстояние R_B приблизится электрон к заряду Q ? Какова кинетическая энергия электрона W_k после того, как он, двигаясь в обратном направлении, окажется в точке C на расстоянии $R_C = 50$ см от заряда Q ?

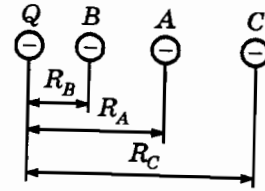


Рис. 4

36. Груз массой $m = 1$ кг, подвешенный на нити длиной $l = 1$ м, несет заряд $q = 2 \cdot 10^{-5}$ Кл. Под ним находится заряженное тело с таким же по величине зарядом противоположного знака. Груз отклоняют от положения равновесия на угол $\alpha = 90^\circ$ и отпускают. Определите скорость груза v в момент прохождения состояния равновесия, если расстояние между зарядами в момент наибольшего отклонения равно nl , где $n = 2$.

37. Шар массой $m = 0,01$ кг, имеющий заряд $q = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл, висит на нерастяжимой нити в однородном электростатическом поле напряженностью $E = 3 \cdot 10^4$ В/м. Вектор напряженности \vec{E} параллелен поверхности Земли. Шар отклонили от положения равновесия на угол $\alpha = 30^\circ$ вдоль вектора напряженности и отпустили. Определите максимальную силу натяжения нити T_0 .

38. Электростатическое поле создано равномерно заряженным шаром. В точке B , находящейся на расстоянии $R = 20$ м от центра шара, потенциал поля $\phi = 0,12$ кВ, в точке C напряженность поля $E = 0,25$ кВ/м. Шарик массой $m = 0,6$ г, несущий электрический заряд $q = -17$ нКл, перемещают из точки B , где он покоился в точку C , разгоняя его при этом до скорости $v = 15$ см/с. Определите работу A , которую совершают над зарядом q силы поля при перемещении шарика из точки B в точку C , и работу A' других сил, действующих на шарик во время перемещения.

39. В однородном электростатическом поле с напряженностью E , направление линий напряженности которого совпадает с направлением силы тяжести, на нити длиной l вокруг вертикальной оси движется шарик массой m , имеющий положительный

заряд q . Определите работу A , затраченную внешними силами для разгона шарика из состояния покоя до угловой скорости ω .

40. По наклонной плоскости прямоугольной неподвижной призмы (угол наклона α) с высоты h (рис. 5) соскальзывает без трения тело массой m и с зарядом $(-q)$. Положительный заряд q помещен в вершине прямого угла призмы. Определите скорость тела v в момент перехода на горизонтальную плоскость.

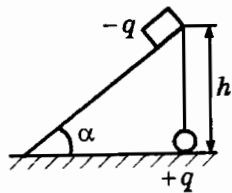


Рис. 5

41. Металлический шар, имеющий заряд q , лежит на изолирующей горизонтальной

подставке. С высоты H , имея начальную скорость v , направленную вниз, падает второй шар с таким же зарядом и массой m . На какое минимальное расстояние h сблизятся шары? Размеры шаров пренебрежимо малы, удар центральный.

42. Два электрона отстоят друг от друга на бесконечно большом расстоянии, причем один электрон находится в состоянии покоя, а другой движется со скоростью v к первому. Масса электрона m , заряд $-e$. Определите наименьшее расстояние r_0 , на которое они сблизятся.

43. В вертикальном однородном электрическом поле находятся два шарика одинаковой массы $m = 0,90$ г, связанные легкой изолирующей нитью, параллельной линиям поля. Шарики несут заряды $q_1 = -5,0 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_2 = 10 \cdot 10^{-8}$ Кл (рис. 6). Определите напряженность E_0 электрического поля, при которой связанные шарики находятся в покое.

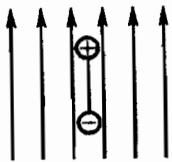


Рис. 6

44. По условиям предыдущей задачи, считая $E = 4,0$ кВ/см и расстояние между зарядами $d = 10$ см, определите натяжение нити T .

45. Внутри плоского конденсатора, к обкладкам которого приложена разность потенциалов $U = 5$ В, помещен стержень длиной $l = 5$ см с двумя точечными зарядами $q = 2 \cdot 10^{-3}$ Кл противоположного знака. Найти максимальный момент M сил, действующих на стержень с зарядами, если расстояние между обкладками $d = 10$ см. Определите работу A сил электрического

поля при повороте стержня на угол $\alpha = 90^\circ$ от положения неустойчивого равновесия.

46. Заряженная капелька масла уравновешена электрическим полем горизонтально расположенного конденсатора. Какое напряжение V подано на пластины конденсатора, если капелька при радиусе $r = 2$ мкм несет на себе заряд трех электронов? Что произойдет при раздвижении пластин в случае, когда: а) пластины соединены с источником напряжения; б) пластины отключены? Плотность масла $\rho = 0,8$ г/см³. Расстояние между пластинами $d = 8$ мм.

47. Два шарика массами m_1 и m_2 с зарядами q_1 и q_2 соответственно связаны нитью, перекинутой через неподвижный блок. Вычислите величину ускорения шариков a и силу натяжения нити T , если вся система помещена в однородное электрическое поле напряженностью E , линии напряженности которого направлены вертикально вверх. Электрическим взаимодействием между заряженными шариками, трением нити о блок и массой нити пренебречь.

48. Электрон со скоростью $v_0 = 4 \cdot 10^7$ м/с влетает в плоский конденсатор, причем вектор его скорости параллелен пластинам конденсатора. На сколько сместится точка вылета электрона из конденсатора, если к конденсатору приложена разность потенциалов $U = 300$ В? Расстояние между горизонтально расположенными пластинами конденсатора $d = 1$ см, длина $l = 5$ см.

49. С какой скоростью пролетит электрон, втягиваемый в закрепленное кольцо, заряженное положительно с линейной плотностью γ , через центр кольца? Электрон находится в бесконечности.

50. Две заряженные частицы находятся в однородном внешнем поле, напряженность которого равна E . Частица массы m несет отрицательный заряд $-q$, частица массы M — положительный заряд $+Q$. На каком расстоянии d друг от друга должны находиться частицы, чтобы ускоряться как единое целое (т. е. не изменяя взаимного расположения)?

Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля

51. Двум проводникам, имеющим одинаковые размеры и форму, но один из которых полый, сообщили одинаковые заряды. Какой проводник имеет больший потенциал?

52. Два металлических шара с разными радиусами зарядили до одинакового потенциала. Одинаковы ли заряды на шарах? Будут ли заряды переходить от одного шара к другому, если их соединить проводом?

53. Как изменится потенциал заряженного проводника, если к нему приблизить (без соприкосновения) незаряженное тело?

54. Изменится ли разность потенциалов между обкладками плоского воздушного конденсатора, если одну обкладку заземлить?

55. Изменится ли емкость конденсатора или уединенного проводника, если увеличить их заряд в 2 раза?

56. Изменится ли емкость плоского конденсатора, если в воздушный зазор между пластинами вдвинуть незаряженную очень тонкую пластинку?

57. Пластины плоского конденсатора раздвигаются один раз, будучи подключенными к источнику напряжения, другой раз — отключенными после зарядки. Равны ли работы при раздвижении пластин?

58. Наэлектризованный мыльный пузырь, не меняя заряда, раздувается так, что его радиус возрастает в 2 раза. Изменяется ли при этом энергия заряда? Препятствует ли заряд раздуванию пузыря?

59. Пластины конденсатора присоединены к гальваническому элементу (рис. 7). Как изменится сила взаимодействия, если их поместить в непроводящую жидкость с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 3$?

60. Во сколько раз изменится емкость плоского конденсатора, если между его обкладками ввести пластину из диэлектрика ($\epsilon = 4$)? Отношение расстояния между пластинами d к толщине диэлектрика t равно $d/t = 3$. Во сколько раз изменится емкость, если пластина будет сделана из металла?

61. Два конденсатора емкостью $C_1 = 2 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 4 \text{ мкФ}$ соединены последовательно и подключены к источнику эдс $\epsilon = 120 \text{ В}$. Определите напряжение U_1 и U_2 на каждом конденсаторе.

62. Два одинаковых конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику эдс. Во сколько раз n изменится разность потенциалов на одном из конденсаторов, если другой погрузить в жидкость с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$?

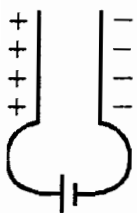


Рис. 7

63. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику эдс. Внутрь одного из них вносят диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ . Диэлектрик заполняет все пространство между обкладками. Во сколько раз n изменится напряженность электрического поля в этом конденсаторе?

64. Пластины воздушного конденсатора имеют площадь $S = 300 \text{ см}^2$ и удалены друг от друга на расстояние $d = 3 \text{ мм}$. Между ними находится металлическая пластинка с такой же площадью и толщиной $d_1 = 1 \text{ мм}$, изолированная от земли. Конденсатор заряжен до напряжения $U = 600 \text{ В}$ и отключен от источника напряжения. Какую работу A надо произвести, чтобы вытащить пластинку?

65. В открытом стеклянном цилиндре с площадью сечения $S = 100 \text{ см}^2$ газ заполняет объем $V = 0,05 \text{ л}$ между двумя подвижными металлическими поршнями, подключенными к источнику напряжения $U = 200 \text{ В}$. Определите заряд q , который пройдет через источник при нагревании газа от $t_1 = 20^\circ \text{ С}$ до $t_2 = 300^\circ \text{ С}$. Диэлектрическая проницаемость газа $\epsilon = 1$, внешнее давление считать постоянным. Трением пренебречь.

66. Параллельно одному из $m = 4$ последовательно соединенных одинаковых конденсаторов подключен электростатический вольтметр, емкость которого в $n = 2$ раза меньше емкости каждого из конденсаторов. Вольтметр показывает $U = 400 \text{ В}$. Найдите напряжение на всей батарее U_0 .

67. Определите заряды q_1 , q_2 , q_3 на конденсаторах емкостью $C_1 = 2,0 \text{ мкФ}$, $C_2 = 4,0 \text{ мкФ}$ и $C_3 = 6,0 \text{ мкФ}$, подсоединенных к источнику напряжения $E = 24 \text{ В}$, как показано на рис. 8.

68. В схеме соединения конденсаторов (рис. 8) емкости $C_1 = C_2 = C = 4,0 \text{ мкФ}$, $E = 350 \text{ В}$. На конденсаторе C_1 разность потенциалов $U = 200 \text{ В}$. Определите емкость конденсатора C_3 .

69. В схеме, показанной на рис. 9, емкость батареи конденсаторов не изменится при замыкании ключа. Определите C_x .

70. Конденсаторы C_1 и C_2 (рис. 10) при помощи переключателя присоединяются сначала к батарее с эдс, равной E , а затем к незаряженному конденсатору C_3 . Найдите заряд q , который появится на конденсаторе C_3 .

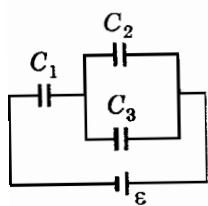


Рис. 8

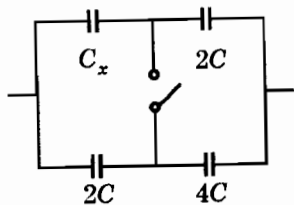


Рис. 9

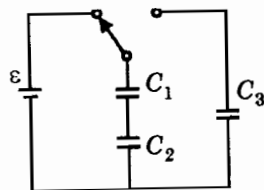


Рис. 10

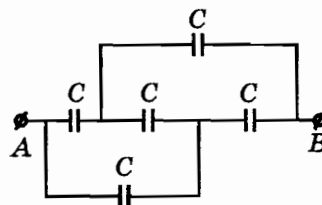


Рис. 13

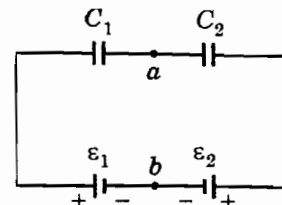


Рис. 14

71. Плоский конденсатор имеет два слоя из диэлектриков с диэлектрическими проницаемостями ϵ_1 и ϵ_2 . При каком соотношении толщин d_1 и d_2 слоев диэлектриков падение потенциалов в каждом слое будет в $n = 2$ раза меньше разности потенциалов между обкладками конденсатора площадью S каждая? Какова емкость конденсатора C ?

72. Вычислите полную емкость C системы конденсаторов, изображенной на рис. 11 ($C_1 = 2 \text{ мкФ}$; $C_2 = 4 \text{ мкФ}$).

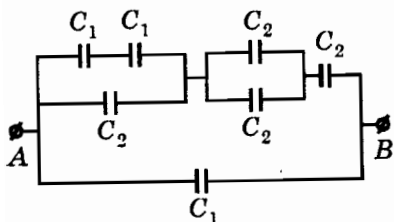


Рис. 11

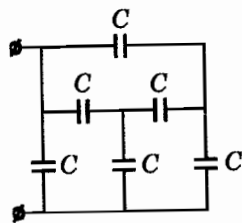


Рис. 12

73. Найдите емкость C_0 изображенной на рис. 12 батареи одинаковых конденсаторов. Емкость каждого конденсатора равна C .

74. Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до напряжения $U = 1200 \text{ В}$, зажата стеклянная ($\epsilon = 6$) пластинка толщиной $d = 4 \text{ мм}$. Какова поверхностная плотность σ поляризованного заряда на стекле?

75. Найдите емкость $C_{\text{общ}}$ системы конденсаторов, включенных между точками A и B , как показано на рис. 13. Найдите разность потенциалов $\Delta\phi$ между точками a и b в схеме, изображенной на рис. 14.

76. Плоский воздушный конденсатор заполнили керосином ($\epsilon = 2$) и зарядили, сообщив ему энергию $W = 10^{-6} \text{ Дж}$. Затем конденсатор отсоединили от источника, слили керосин и разрядили. Какая энергия Q выделилась при разряде?

77. Плоский воздушный конденсатор с расстоянием между пластинами $d = 5 \text{ мм}$ и площадью пластин $S = 500 \text{ см}^2$ подключен к гальваническому элементу с эдс $\epsilon = 2000 \text{ В}$. В пространство между пластинами конденсатора параллельно обкладкам вводят металлическую пластинку толщиной $d_1 = 1 \text{ мм}$. Определите работу A , совершаемую батареей.

78. Два одинаковых конденсатора емкостью по $C = 10^3 \text{ пФ}$ заряжены до напряжения $U = 600 \text{ В}$ и отключены от источника. Один из конденсаторов погружается в заряженном состоянии в керосин ($\epsilon = 2$), после чего конденсаторы соединяются параллельно одноименно заряженными обкладками. Определите работу электрических сил A при перезарядке конденсаторов.

79. Рассчитайте, с какой силой F притягиваются друг к другу пластины заряженного плоского конденсатора, емкость которого равна C , а разность потенциалов U . Расстояние между пластинами d .

80. Плоский конденсатор с диэлектриком ($E = 4$) приобрел энергию $W = 0,12 \text{ Дж}$ от подключенного к нему источника напряжения. Определите работу внешних сил A по удалению диэлектрика из пространства между пластинами и работу источника тока A_0 .

81. Три источника с эдс $E_1 = 6 \text{ кВ}$, $E_2 = 3 \text{ кВ}$ и $E_3 = 2 \text{ кВ}$ и три конденсатора с емкостью $C_1 = 3 \text{ мкФ}$, $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ и $C_3 = 1 \text{ мкФ}$ соединяются между собой последовательно в замкнутую цепь,

чередуюсь друг с другом. Найдите напряжения U_1 , U_2 и U_3 на каждом конденсаторе.

2. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Закон Ома для однородного участка цепи

82. Показания какого вольтметра больше (рис. 15)?

83. Как изменится напряжение на зажимах лампы (рис. 16) при перемещении ползунка реостата вправо?

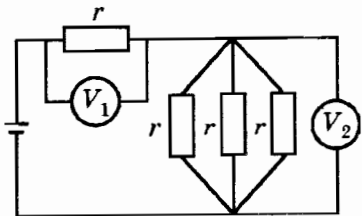


Рис. 15

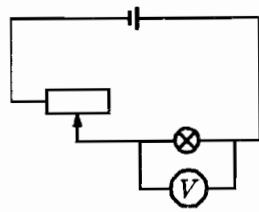


Рис. 16

84. Как будут меняться напряжение на зажимах лампы (рис. 17) и ток через амперметры A_1 и A_2 при движении ползунка реостата из среднего положения до: а) крайнего левого положения; б) крайнего правого?

85. Определите сопротивление участка AB (рис. 18), состоящего из шести одинаковых резисторов с сопротивлением каждого R .

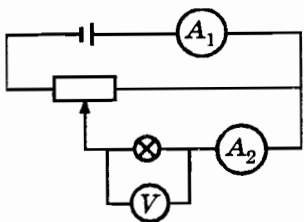


Рис. 17

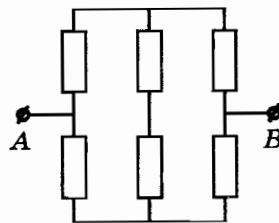


Рис. 18

86. Какой схемой (рис. 19) надо воспользоваться при измерении сопротивления резистора R : а) малой величины; б) большей величины?

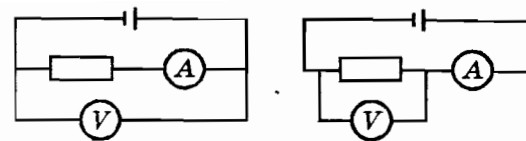


Рис. 19

87. Определите среднюю скорость v направленного движения электронов вдоль медного проводника при плотности постоянного тока $j = 11 \text{ А/мм}^2$, если считать, что на каждый атом меди в металле имеется один свободный электрон. Молярная масса меди $\mu = 64 \text{ г/моль}$. Плотность меди $\rho = 8,9 \text{ г/см}^3$.

88. Существуют ли токи, текущие от более низкого потенциала к более высокому?

89. К сети напряжением $U = 120 \text{ В}$ присоединяются два сопротивления. При их последовательном соединении ток $I_1 = 3 \text{ А}$, а при параллельном соединении суммарный ток $I_2 = 16 \text{ А}$. Чему равны сопротивления R_1 и R_2 ?

90. Последовательно соединены n равных сопротивлений. Во сколько раз k изменится сопротивление цепи, если их соединить параллельно?

91. Плоский конденсатор емкостью C заполнен средой с удельным сопротивлением ρ и диэлектрической проницаемостью ϵ . Определите его сопротивление R .

92. Определите температуру t_1 нити лампочки, если при включении в сеть напряжением $U = 220 \text{ В}$ по нити идет ток $I = 0,68 \text{ А}$. При $t = 20^\circ \text{ С}$ сопротивление вольфрамовой нити электрической лампочки $R = 36 \text{ Ом}$. Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$.

93. Несколько ламп ($n = 4$), рассчитанные на напряжение $U_1 = 3 \text{ В}$ и силу тока $I = 0,3 \text{ А}$, надо включить параллельно и питать от источника напряжением $U_2 = 5,4 \text{ В}$. Какое дополнительное сопротивление R надо включить последовательно лампам?

94. Обкладки плоского конденсатора, представляющие собой квадратные пластины со стороной $a = 40 \text{ см}$, расположены вертикально в ванне с глицерином и соединены с источником напряжением $U = 500 \text{ В}$. Определите силу тока I в цепи, если в

ванну подливают глицерин так, что уровень его повышается со скоростью $v = 10 \text{ см/с}$. Расстояние между пластинами $d = 5 \text{ мм}$, диэлектрическая проницаемость глицерина $\epsilon = 56$.

95. Из куска проволоки сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$ сделано кольцо. Где следует соединить провода, подводящие ток, чтобы сопротивление кольца получилось $r = 1 \text{ Ом}$?

96. Определите общее сопротивление цепи, показанной на рис. 20.

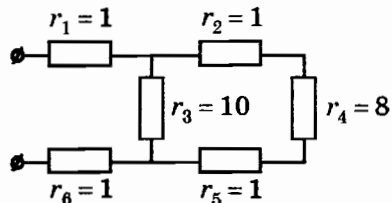


Рис. 20

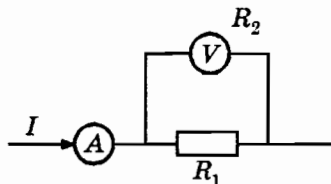


Рис. 21

97. Определите сопротивление R_1 , если амперметр показывает ток $I = 5 \text{ А}$, а вольтметр напряжение $U = 100 \text{ В}$ (рис. 21). Внутреннее сопротивление вольтметра $R_2 = 2500 \text{ Ом}$.

98. Найдите сопротивление r проволочного куба при включении его в цепь между точками A и B (рис. 22). Сопротивление каждого ребра куба равно R .

99. Для регулирования напряжения на нагрузке собрана схема, изображенная на рис. 23. Сопротивления нагрузки и регулировочного реостата равны R . Нагрузка подключена к половине реостата. Как изменится напряжение на нагрузке, если ее сопротивление увеличить вдвое?

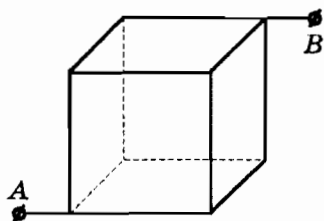


Рис. 22

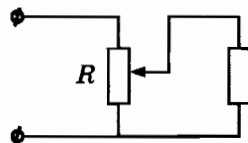


Рис. 23

Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи

100. Какое напряжение показывает вольтметр, включенный в схему, как показано на рис. 24? ЭДС и внутренние сопротивления обоих элементов равны.

101. К точке A однородного проволочного кольца, имеющего значительное сопротивление, присоединен провод, а к диаметрально противоположной точке B — скользящий контакт (рис. 25). Как будут меняться показания вольтметра при движении скользящего контакта?

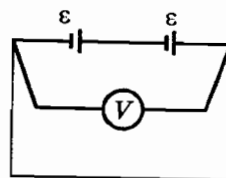


Рис. 24

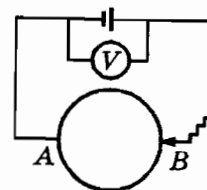


Рис. 25

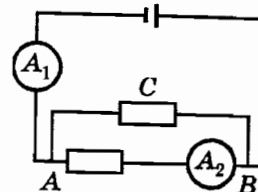


Рис. 26

102. Параллельно участку AB (рис. 26) подключен проводник ACB с резистором C , сопротивление которого равно сопротивлению участка AB . Уменьшится ли в 2 раза падение напряжения на участке цепи AB ? Как изменится сила тока I_1 и I_2 соответственно в неразветвленной части цепи и на участке AB ?

103. Сравнить показания амперметров в цепях, составленных из одинаковых приборов (рис. 27).

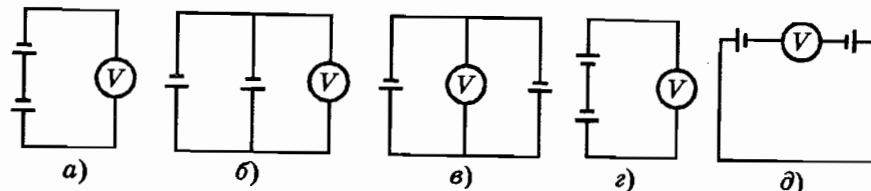


Рис. 27

104. Два одинаковых гальванических элемента соединили в батарею (рис. 28). Какое напряжение покажет вольтметр в

каждой из схем, если эдс одного элемента E ? Внутренние сопротивления элементов считать равными нулю, а внутреннее сопротивление вольтметра очень большим.

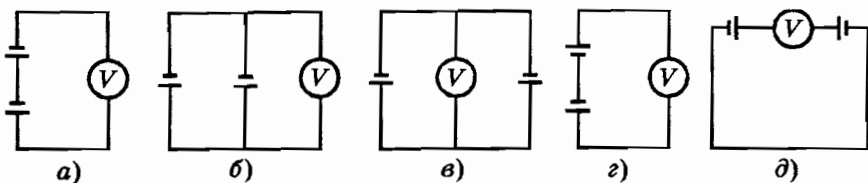


Рис. 28

105. Источник тока с эдс $E = 5$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подсоединен к резистору сопротивлением $R = 3$ Ом, параллельно которому подключен конденсатор емкостью $C = 4$ мкФ (рис. 29). Определите заряд q конденсатора.

106. Источник тока с внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом и эдс $E = 3,6$ В подключен к цепи, состоящей из резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом и конденсатора $C = 2 \cdot 10^{-6}$ ф (рис. 30). Определите разность потенциалов U и заряд q на конденсаторе.

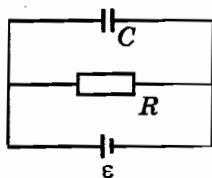


Рис. 29

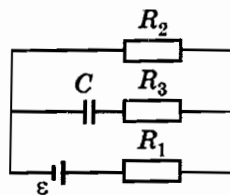


Рис. 30

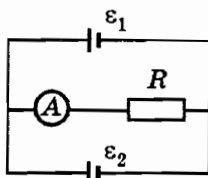


Рис. 31

107. Источники тока с эдс $E_1 = 2$ В и $E_2 = 3$ В, внутренними сопротивлениями $r_1 = 2$ Ом и $r_2 = 1$ Ом подключены к резистору сопротивлением $R = 10$ Ом (рис. 31). Определите ток I , идущий через амперметр, и разность потенциалов U на первом источнике тока.

108. Два источника тока с эдс $E_1 = 1,5$ В и $E_2 = 2$ В соединены параллельно (рис. 32). Вольтметр, подключенный к полюсам

источников, показывает напряжение $U = 1,7$ В. Определите отношение внутренних сопротивлений r_1/r_2 . Считать, что внутреннее сопротивление вольтметра велико $R_B \gg (r_1, r_2)$.

109. В схему включены два микроамперметра и два одинаковых вольтметра (рис. 33). Показания микроамперметров $I_1 = 100$ мкА и $I_2 = 99$ мкА; показание вольтметра $V_1 = 10$ В. Найдите показание вольтметра V_2 .

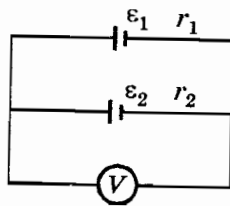


Рис. 32

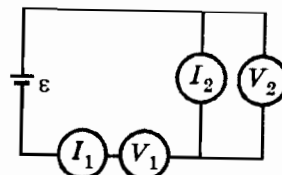


Рис. 33

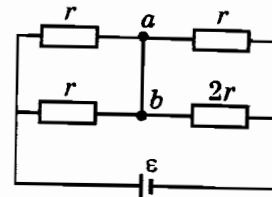


Рис. 34

110. Найдите ток через перемычку ab в схеме, представленной на рис. 34. Сопротивлениями перемычки, подводящих проводов и внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

111. Две батареи с эдс E_1 и E_2 включены, как показано на рис. 35. При каком соотношении между внутренними сопротивлениями батарей ток через гальванометр не пойдет?

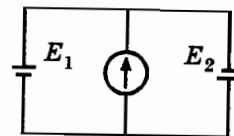


Рис. 35

112. Источниками электрического тока в системах электрического оборудования автомобилей являются генератор постоянного тока и соединенный с ним параллельно аккумулятор (рис. 36). Эдс генератора $E_2 = 14$ В, его внутреннее сопротивление $r_2 = 0,05$ Ом. Эдс аккумулятора $E_1 = 12$ В. При каком токе I , потребляемом нагрузкой, аккумулятор начнет разряжаться?

113. На рис. 37 изображена схема моста Уитстона для измерения сопротивлений, где R_x — неизвестное сопротивление; R_0 — эталонное сопротивление; G — гальванометр, соединенный скользящим контактом

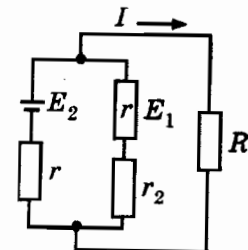


Рис. 36

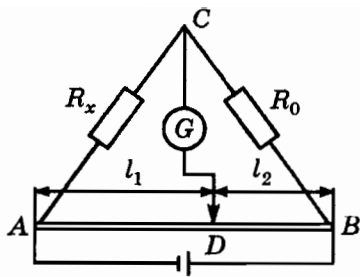


Рис. 37

Д с однородным проводом большего сопротивления AB (реохорд). Покажите, что при отсутствии тока через гальванометр имеет место соотношение $R_x/R_0 = l_1/l_2$. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

114. При подключении к источнику внешнего сопротивления $R_1 = 1 \text{ Ом}$ в цепи идет ток $I_1 = 5 \text{ А}$. При внешнем сопротивлении

$R_2 = 2 \text{ Ом}$ сила тока $I_2 = 3 \text{ А}$. Найдите внутреннее сопротивление r источника тока.

115. Какова электродвижущая сила E элемента, если при измерении напряжения на его зажимах вольтметром с внутренним сопротивлением $R_1 = 90 \text{ Ом}$ получим $U = 10,8 \text{ В}$, а при замыкании элемента на сопротивлении $R_2 = 20 \text{ Ом}$ получим ток $I = 0,4 \text{ А}$?

116. При замыкании гальванического элемента на сопротивление $R_1 = 1,8 \text{ Ом}$ в цепи идет ток $I_1 = 0,7 \text{ А}$, а при замыкании на сопротивление $R_2 = 2,3 \text{ Ом}$ в цепи идет ток $I_2 = 0,56 \text{ А}$. Чему равен ток короткого замыкания $I_{\text{кз}}$?

117. Два источника тока с эдс $E_1 = 1,5 \text{ В}$ и $E_2 = 2 \text{ В}$ и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,5 \text{ Ом}$ и $r_2 = 0,3 \text{ Ом}$ соединены параллельно. Определите ток через внешнее сопротивление $R = 2 \text{ Ом}$.

118. На рис. 38 изображена цепь постоянного тока, состоящая из трех источников тока и трех резисторов, включенных последовательно. Определите разность потенциалов $\phi_1 - \phi_2$ между точками 1 и 2. Сопротивлениями источников тока и соединительных проводов пренебречь.

119. Определите разность потенциалов U_{AB} между точ-

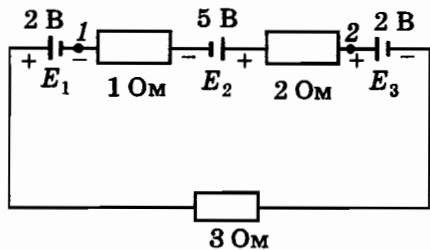


Рис. 38

ками A и B в цепи, показанной на рис. 39, где $E_1 = 1 \text{ В}$, $R_1 = 1 \text{ Ом}$; $E_2 = 2 \text{ В}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$; $E_3 = 3 \text{ В}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$; $E_4 = 4 \text{ В}$, $R_4 = 4 \text{ Ом}$ и токи, идущие через резисторы.

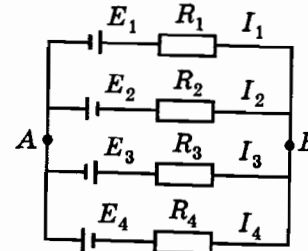


Рис. 39

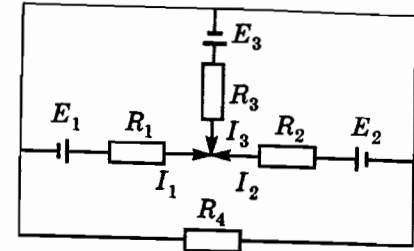


Рис. 40

120. На схеме (рис. 40) $E_1 = 1,0 \text{ В}$, $E_2 = 2,0 \text{ В}$, $E_3 = 3,0 \text{ В}$, $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 200 \text{ Ом}$, $R_3 = 300 \text{ Ом}$, $R_4 = 400 \text{ Ом}$. Определите токи, текущие через резисторы. Сопротивлениями источников тока и соединительных проводов пренебречь.

121. Конденсатор емкостью $C = 5,0 \text{ мкФ}$ подсоединяется к источнику постоянного тока напряжением $U = 200 \text{ В}$ (рис. 41). Затем переключатель переводится с контакта 1 на контакт 2. Найдите количество тепла Q , выделившееся в резисторе $R_1 = 500 \text{ Ом}$. Сопротивление резистора $R_2 = 300 \text{ Ом}$.

122. В одно из плеч мостика Уитстона (рис. 42) включено нелинейное сопротивление X , для которого закон Ома несправедлив и зависимость тока (в амперах) от приложенного напряжения U (в вольтах) имеет вид $I = kU^3$, где $k = 0,01 \text{ А/В}^3$. В остальные плечи моста включены одинаковые резисторы сопротивлением $R = 4 \text{ Ом}$. При каком токе $I_{\text{вст}}$ через батарею мост окажется сбалансированным?

123. В схеме, изображенной на рис. 43, значения эдс батарей E_1 и E_2 , их внутрен-

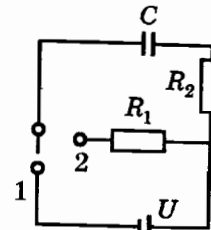


Рис. 41

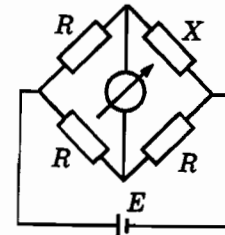


Рис. 42

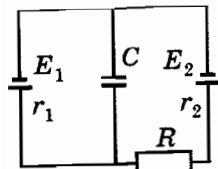


Рис. 43

ние сопротивления r_1 , r_2 , сопротивление R и емкость C заданы. Определите заряд конденсатора q .

124. Динамо-машина имеет эдс $E_1 = 12$ В и внутреннее сопротивление $r_1 = 0,2$ Ом. Она заряжает батарею аккумуляторов с эдс $E_2 = 10$ В и внутренним сопротивлением

$r_2 = 0,6$ Ом. Параллельно батарее включена лампочка сопротивлением $R = 3$ Ом. Определите токи I_1 и I_2 в батарее и в лампочке.

Работа и мощность тока

125. Через лампочку карманного фонаря и через лампу, включаемую в электросеть для освещения, проходит ток приблизительно одной и той же величины. Почему лампочки выделяют разные количества теплоты при прохождении через них тока в течение равного времени?

126. Три проводника с одинаковыми сопротивлениями подключают к источнику постоянного напряжения сначала параллельно, затем последовательно. В каком случае потребляется большая мощность и во сколько раз?

127. На участке цепи последовательно включены два амперметра, показывающие одно и то же значение тока. Одинаковые ли мощности потребляются, если сопротивления амперметров разные?

128. В каком из резисторов (рис. 44) выделяется наибольшее количество теплоты?

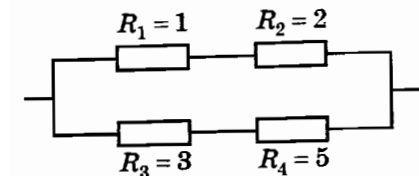


Рис. 44

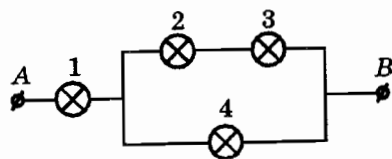


Рис. 45

129. Четыре одинаковые лампы (1–4), рассчитанные на 110 В, включены в цепь на участке AB под напряжением 220 В (рис. 45).

1. Какая из ламп будет гореть ярче?

2. Уменьшится, останется неизменным или возрастет расход энергии, если: а) замкнуты лампы 2; б) последовательно с лампой 4 включить еще одну?

130. Как изменится накал спирали электроплитки, если на участок спирали попадет вода?

131. К источнику тока подключаются два потребителя: один раз последовательно, второй – параллельно. В каком случае кпд источника больше?

132. Дан источник напряжения с эдс, равной E , и внутренним сопротивлением r , замкнутый на реостат. Выразите мощность тока P во внешней цепи как функцию силы тока I . Постройте график этой функции. При каком токе мощность будет наибольшей? Постройте также график зависимости кпд источника η от силы тока в цепи.

133. Источник тока с эдс, равной E , и внутренним сопротивлением r замкнут на реостат. Постройте графики изменения силы тока I , напряжения U , мощности P , развиваемой во внешней цепи, полной мощности P_0 и кпд η при изменении сопротивления реостата R . При каком соотношении внешнего и внутреннего сопротивлений достигается максимальная мощность во внешней цепи? Каков при этом кпд установки?

134. Электрическая цепь показана на рис. 46. Дано: $E = 100$ В, $r = 36$ Ом, кпд источника тока $\eta = 50\%$. Вычислите сопротивление R и полезную мощность N .

135. При подсоединении к источнику эдс сопротивления $R_1 = 18$ Ом на нем выделяется мощность $P_1 = 18$ Вт, при подсоединении сопротивления $R_2 = 3$ Ом выделяется мощность $P_2 = 12$ Вт. Найдите ток короткого замыкания источника I .

136. При подключении к батарее сначала сопротивления $R_1 = 3,0$ Ом, а затем последовательно с ним сопротивления $R_2 = 63$ Ом коэффициент полезного действия возрос в $n = 2$ раза. Определите внутреннее сопротивление батареи r .

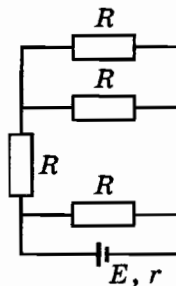


Рис. 46

137. Аккумулятор с внутренним сопротивлением $r = 0,08 \text{ Ом}$ при токе $I_1 = 4 \text{ А}$ отдает во внешнюю цепь мощность $P_1 = 8 \text{ Вт}$. Сопротивление нагрузки уменьшают. Какую мощность P_2 отдаст аккумулятор во внешнюю цепь при токе $I_2 = 6 \text{ А}$?

138. ЭДС источника тока $E = 2 \text{ В}$, внутреннее сопротивление $r = 1 \text{ Ом}$. Определите силу тока I , если внешняя цепь потребляет мощность $P = 0,75 \text{ Вт}$.

139. Как при параллельном, так и при последовательном соединении двух одинаковых аккумуляторов на внешнем сопротивлении выделяется мощность $P_1 = 80 \text{ Вт}$? Какая мощность P_2 будет выделяться на этом сопротивлении, если замкнуть на него лишь один из аккумуляторов?

140. Электромотор, включенный в сеть напряжением $U = 120 \text{ В}$, потребляет ток $I = 15 \text{ А}$. Определите мощность мотора P и его кпд η , если сопротивление обмотки мотора $R = 1 \text{ Ом}$.

141. Электромотор питается от сети напряжением $U = 24 \text{ В}$. Чему равна мощность P на валу мотора при протекании по его обмотке тока $I = 8 \text{ А}$, если известно, что при полном затормаживании по цепи идет ток $I_0 = 16 \text{ А}$?

142. Электромобиль массой $M = 1000 \text{ кг}$ движется со скоростью $v = 72 \text{ км/ч}$. Определите максимальное ускорение электромобиля a_0 , учитывая, что кпд двигателя $\eta = 0,96$, напряжение на полюсах источника тока $U = 125 \text{ В}$ и максимальный ток, идущий через двигатель, $I = 500 \text{ А}$.

143. Электрическая цепь постоянного тока состоит из двух источников с ЭДС $E_1 = 4 \text{ В}$ и $E_2 = 6 \text{ В}$, включенных навстречу. Внутренние сопротивления источников одинаковы: $r = 1 \text{ Ом}$. Определите тепловую мощность P , которая выделяется на сопротивлении $R = 2 \text{ Ом}$, подключенном параллельно источнику тока.

144. Нагреватель электрочайника состоит из двух секций. При включении первой секции вода в чайнике закипает за время $t_1 = 10 \text{ мин}$, а при включении второй секции за $t_2 = 40 \text{ мин}$. За какое время t закипит вода, если включить обе секции: а) параллельно; б) последовательно?

145. Требуется изготовить нагревательную спираль для электрической плитки мощностью $P = 0,5 \text{ кВт}$, предназначенной

для включения в цепь напряжением $U = 220 \text{ В}$. Какой длины нужно взять для этого нихромовую проволоку диаметром $d = 0,4 \text{ мм}$? Удельное сопротивление нихрома в нагретом состоянии $\rho = 1,05 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

146. Какое количество тепла Q выделится на резисторе с сопротивлением R после замыкания ключа K ? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь (рис. 47).

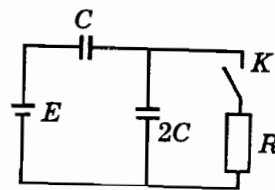


Рис. 47

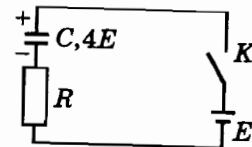


Рис. 48

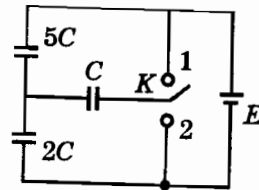


Рис. 49

147. Конденсатор емкости C , заряженный до напряжения $4E$, разряжается через резистор с большим сопротивлением R и батарею с ЭДС E . Найдите количество тепла, выделившееся при разрядке конденсатора (рис. 48).

148. Какое количество тепла выделится в цепи, если ключ K переключить из положения 1 в положение 2 (рис. 49)?

149. Какой ток пойдет по проводящим проводам при коротком замыкании, если на двух плитках с сопротивлениями $R_1 = 200 \text{ Ом}$ и $R_2 = 500 \text{ Ом}$ выделяется при поочередном включении одинаковая мощность $P = 200 \text{ Вт}$?

150. Электроэнергия генератора передается потребителю по проводам, имеющим сопротивление r . Кпд линии передачи, т.е. отношение мощности, выделяемой на полезной нагрузке, к мощности генератора, равен η . Определите сопротивление нагрузки R . Внутренним сопротивлением генератора пренебречь.

151. При длительном пропускании тока $I_1 = 1,4 \text{ А}$ чрез проволоку последняя нагрелась до температуры $t_1 = 55^\circ \text{ С}$, а при пропускании тока $I_2 = 2,8 \text{ А}$ — до температуры $t_2 = 160^\circ \text{ С}$. До какой температуры t нагревается проволока при токе $I_3 = 5,5 \text{ А}$? Теплоотдача с единицы поверхности пропорциональна разности температур проволоки и воздуха. Зависимостью сопротивления проволоки от температуры пренебречь.

152. Какой силы ток I надо пропустить через железную проволоку длиной $l=1$ м, массой $m=1$ г, чтобы нагреть ее за $\tau=1$ с до температуры плавления $t=1600^\circ\text{C}$? Передачу тепла другим телам не учитывать. Удельное сопротивление $\rho=1,2 \cdot 10^{-7}$ Ом·м, удельная теплоемкость $C=500$ Дж/(кг·К). Начальная температура $t_0=0^\circ\text{C}$, плотность $D=7900$ кг/м³.

153. Между пластинами плоского конденсатора расположена диэлектрическая пластина ($\epsilon=3$), заполняющая весь объем конденсатора. Конденсатор через резистор подключен к батарее с эдс $E=100$ В (рис. 50). Пластину быстро выдергивают. Какое количество энергии Q выделится после этого в цепи в виде тепла? Емкость пустого конденсатора $C=100$ мкФ.

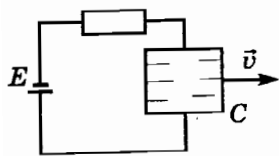


Рис. 50

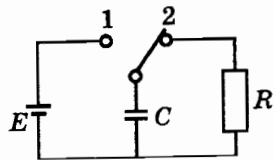


Рис. 51

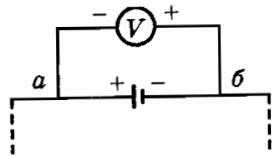


Рис. 52

154. Конденсатор емкостью $C=0,04$ мкФ с помощью ключа (рис. 51) периодически с частотой $n=50$ раз в секунду заряжается от источника с эдс $E=100$ В и внутренним сопротивлением r и разряжается через сопротивление R . Определите мощность P , выделяемую в нагрузке R . Считать, что во время замыкания контактов ключа конденсатор полностью заряжается (положение 1) и полностью разряжается (положение 2).

155. Батарея с эдс $E=4$ В и внутренним сопротивлением $r=1$ Ом входит в состав неизвестной цепи (рис. 52). К полюсам батареи подсоединен вольтметр так, что положительная клемма вольтметра подключена к отрицательному полюсу батареи. Вольтметр при этом показывает напряжение $U=2$ В. Какое количество тепла Q выделяется за время $t=1$ с на внутреннем сопротивлении батареи?

156. Имеется нелинейный проводник, для которого не выполняется закон Ома, и сила тока связана с приложенным напряжением соотношением $I=kU^2$, где $k=0,01$ А/В². Этот

проводник соединен последовательно с резистором, имеющим сопротивление $R=100$ Ом, и подключен к батарее с эдс $E=15,75$ В. Пренебрегая внутренним сопротивлением батареи, найдите джоулево тепло Q , выделяющееся на нелинейном проводнике за время $t=1$ с.

157. В схеме, изображенной на рис. 53, вторая батарея имеет эдс $E_2=4$ В, сопротивление $R=50$ Ом. В схеме имеется нелинейный проводник X , для которого закон Ома не выполняется и сила тока I связана с приложенным напряжением U соотношением $I=kU^2$, где $k=0,02$ А/В². Схема сбалансирована, т. е. гальванометр Γ дает нулевое показание. Определите мощность P_1 , развиваемую батареей с эдс E_1 , пренебрегая ее внутренним сопротивлением.

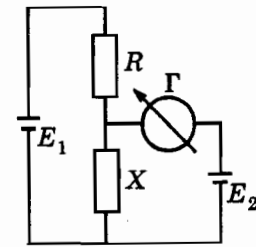


Рис. 53

158. От источника с напряжением $U=100$ кВ требуется передать на расстояние $l=5$ км мощность $P=5000$ кВт. Допустимая потеря напряжения в проводах $n=1\%$. Рассчитайте минимальную площадь сечения медного провода S , пригодного для этой цели. Удельное сопротивление меди $\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

159. Под каким напряжением U нужно передавать электрическую энергию постоянного тока на расстояние $l=5$ км, чтобы при плотности тока $j=2,5 \cdot 10^5$ А/м² в медных проводах двухпроводной линии электропередачи потери в линии составляли $\eta=0,01$ от передаваемой мощности? Удельное сопротивление меди $\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Законы Фарадея для электролиза. Ток в газах. Магнитное взаимодействие токов

160. Два электрода в виде плоских параллельных медных сеток опущены в проточный раствор медного купороса и присоединены к генератору постоянного напряжения. Будет ли изменяться сила тока при переносе электродов в растворе так, что ток пойдет то по направлению течения жидкости, то против него, то под углом к нему?

161. Можно ли на основании законов Фарадея сделать заключение, что для электролитического выделения одинаковых масс данного вещества требуется затратить одинаковые количества энергии тока?

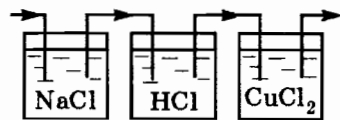


Рис. 54

162. Одинаковые ли количества хлора выделяются при электролизе из различных растворов (рис. 54)?

163. В одной из электролитических ванн, соединенных последовательно, находится раствор сульфата меди CuSO_4 , в другой — раствор хлористой меди CuCl_2 . Одинаковое

ли количество меди выделится в обеих ваннах при прохождении тока через них?

164. При электролизе сила тока равномерно менялась от $I_1 = 2 \text{ А}$ до $I_2 = 8 \text{ А}$ в течение $t = 10 \text{ с}$. Какая масса меди m выделится из раствора CuSO_4 на катоде, если электрохимический эквивалент меди $k = 0,328 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$?

165. При электролизе воды через ванну в течение времени $t = 25 \text{ мин}$ пропускали ток $I = 20 \text{ А}$. Какова температура T выделившегося кислорода, если он находится в объеме $V = 1 \text{ л}$ под давлением $P = 2 \text{ атм}$?

166. Никелирование металлического изделия с поверхностью $S = 120 \text{ см}^2$ продолжалось $t = 5 \text{ ч}$ при силе тока $I = 0,3 \text{ А}$. Валентность никеля $n = 2$; молярная масса $M = 58,7 \text{ г/моль}$; плотность $\rho = 9 \text{ г/см}^3$. Определите толщину d слоя никеля.

167. В течение какого времени нужно производить электролиз подкисленной воды, чтобы полученным водородом можно было наполнить при нормальных условиях воздушный шар с подъемной силой $F = 2000 \text{ Н}$? Ток при электролизе $I = 100 \text{ А}$.

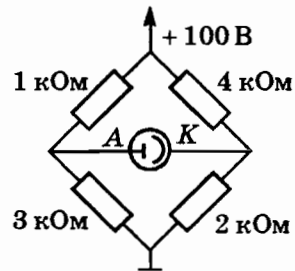


Рис. 55

168. Электрическая цепь содержит фотоэлемент. Если потенциал анода фотоэлемента выше, чем потенциал катода, то ток фотоэлемента $I_0 = 10 \text{ мА}$ (ток насыщения). В обратном случае ток фотоэлемента равен нулю. Определите напряжение на фотоэлементе V_ϕ (рис. 55).

169. Воздух в пространстве между пластинами плоского конденсатора с размерами $10 \times 10 \times 2,5 \text{ см}^2$ ионизируется рентгеновскими лучами так, что в 1 см^2 за 1 с образуется 10^9 ионов и столько же свободных электронов. Пластины конденсатора соединены с источником напряжения $V = 1300 \text{ В}$ через резистор с сопротивлением $R_1 = 10^{10} \text{ Ом}$. Резистор с таким же

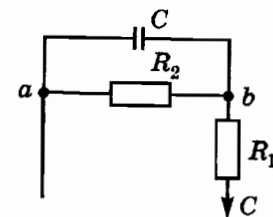


Рис. 56

сопротивлением $R_2 = 10^{10} \text{ Ом}$ включен параллельно конденсатору (рис. 56). Какой ток протекает через резистор R_1 ? Считать, что ионы и электроны достигают пластин конденсатора, не успев рекомбинировать, и что заряд каждого иона равен по модулю заряду одного электрона.

170. При каком напряжении зажигается неоновая лампочка (появляется свечение), если расстояние между электродами, имеющими вид тонких плоских пластин, d ; энергия ионизации неона W ; длина свободного пробега электронов между двумя последовательными столкновениями с атомами неона l ?

171. Как изготовить сильный электромагнит, если поставлено условие, чтобы ток в электромагните был сравнительно слабым?

172. Электромагнит держит груз, не перемещая его, т.е. не совершая механической работы. На что расходуется энергия, подводимая к электромагниту?

173. Дан плоский замкнутый контур произвольной формы, по которому идет ток (рис. 57). Какое направление имеет вектор индукции магнитного поля в точке A , лежащей внутри контура, и в точке B , лежащей вне контура?

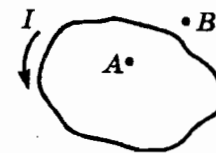


Рис. 57

174. Прямолинейный ток I_2 проходит по оси кругового тока I_1 (рис. 58). С какой силой взаимодействуют токи?

175. Электрон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно к линиям индукции. По какой траектории будет двигаться электрон? Изменяется ли при этом числовое значение скорости электрона?

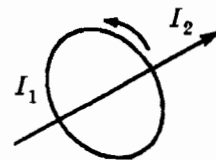


Рис. 58

176. Электрон движется в однородном магнитном поле. Чему равна работа A силы, действующей на электрон со стороны магнитного поля?

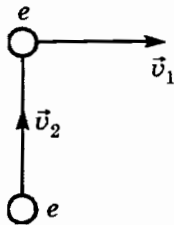


Рис. 59

177. Два электрона движутся, как показано на рис. 59. Пусть \vec{F} – сила, с которой магнитное поле первого электрона действует на второй, а \vec{F}' – сила, с которой магнитное поле второго электрона действует на первый. Равны ли величины сил F и F' ?

178. Электрон, обладающий скоростью \vec{v} , попадает в однородное магнитное поле, индукция которого B составляет угол $\alpha = 90^\circ$ с \vec{v} . Окружность какого радиуса R будет описывать электрон?

179. Какие из частиц катодных лучей отклоняются на больший угол одним и тем же магнитным полем при равном пробеле: более быстрые или более медленные?

180. Электрон влетает в область, занятую однородным магнитным полем, индукция которого $B = 10^{-4}$ Тл и направлена перпендикулярно скорости электрона. Какова угловая скорость ω обращения по окружности электрона в магнитном поле?

181. Заряженная частица влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно к линии индукции. Граница поля представляет собой плоскость, параллельную направлению индукции поля. Направление начальной скорости частицы составляет угол $\alpha = 35^\circ$ с границей поля. Определите угол β между направлениями движения частицы до попадания в магнитное поле и после вылета из него.

182. Заряженная частица с зарядом q и массой m со скоростью \vec{v} влетает в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} перпендикулярно границе поля. Направление индукции перпендикулярно к направлению скорости. Через какое время t частица выйдет из магнитного поля?

183. Свободное проволочное кольцо с током находится в однородном магнитном поле, индукция которого $B = 10^{-2}$ Тл. Ток в кольце $I = 5 \cdot 10^{-2}$ А. Радиус кольца $r = 2$ см. Какой максимальный момент сил M может действовать на проволочную рамку со стороны магнитного поля?

184. В однородном магнитном поле на тонких вертикальных проволочках одинаковой длины горизонтально подвешен прямолинейный проводник массой $m = 10$ г и длиной $l = 20$ см. Индукция поля $B = 0,25$ Тл направлена вертикально. По проводнику течет ток $I = 2$ А. На какой угол α от вертикали отклонятся проволоки, поддерживающие проводник (рис. 60).

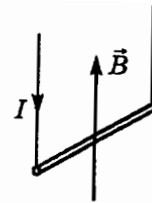


Рис. 60

185. Определите силу F , действующую на участок провода $l = 1$ м двухпроводной воздушной линии электропередачи, если ток в линии $I = 500$ А, а расстояние между проводами $r = 50$ см.

186. Заряженные частицы ускоряются в циклотроне в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл при частоте ускоряющего напряжения $\nu = 7,5$ МГц. Пучок ускоренных частиц со средним током $I = 1$ мА выводится с орбиты радиуса $R = 1$ м. Насколько будет повышаться температура воды, охлаждающей "ловушку", в которой тормозятся частицы, если массовый расход воды $M = 1$ кг/с?

Электромагнитная индукция

187. Проводник AB (рис. 61) длиной $l = 0,6$ м и сопротивлением $R = 0,02$ Ом под действием силы, действующей со стороны магнитного поля с индукцией $B = 1,6$ Тл, движется равномерно со скоростью $v = 0,5$ м/с по медным шинам. Шины подключены к источнику эдс $E = 0,96$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,01$ Ом. Поле перпендикулярно плоскости, в которой лежат шины. Определите силу тока I в проводнике, мощностью N , развиваемую силой Ампера, и мощность P , расходуемую на нагревание проводника.

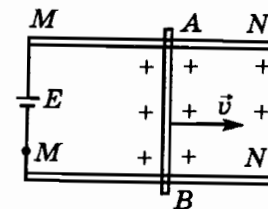


Рис. 61

188. В прямоугольной кювете, передняя и задняя стенки которой изготовлены из металла, а боковые из диэлектрика, находится электролит. Плотность электролита ρ , электропроводность σ . К металлическим стенкам приложено напряжение U ,

а вся кювета помещена в однородное вертикальное магнитное поле B . Определите разность уровней жидкости Δh около боковых стенок кюветы. Длина кюветы l , ширина d .

189. Горизонтальные рельсы находятся на расстоянии l друг от друга. Перпендикулярно рельсам лежит стержень, масса которого m . По стержню течет ток I . Коэффициент трения стержня о рельсы μ . При каком минимальном значении индукции магнитного поля B стержень будет двигаться? Какой угол α с вертикалью будет составлять при этом вектор магнитной индукции?

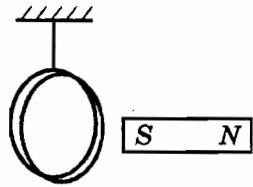


Рис. 62

190. Металлическое кольцо колеблется продолжительное время после выведения его из положения равновесия. Если же поднести магнитный стержень так, чтобы при колебаниях кольцо надевалось на магнит (рис. 62), колебания быстро затухают. Объясните причину быстрого торможения кольца.

191. В короткозамкнутую катушку один раз быстро, другой раз медленно вдвигают магнит.

1. Одинаковый ли заряд переносится при этом индукционным током?

2. Одинаковую ли работу против электромагнитных сил совершает сила, вдвигающая магнит?

192. Почему иногда недалеко от мест удара молнии могут расплавиться предохранители и повредиться чувствительность электроизмерительных приборов?

193. Внутри короткозамкнутой катушки вставлена другая, по которой идет ток от аккумулятора. Во вторую катушку втягивается железный сердечник, вследствие чего в первой индуцируется ток, и она нагревается. За счет какой энергии производится нагрев?

194. Горизонтальный металлический стержень длиной $l = 0,5$ м вращается около вертикальной оси, проходящей через один из концов с угловой скоростью $\omega = 4\pi$ рад/с. Определите разность потенциалов $\Delta\phi$ между концами стержня, если вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли $B = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл.

195. Проволочный виток площадью $S = 10$ см² разрезан в

некоторой точке, в разрез включен конденсатор емкостью $C = 10,0$ мкФ. Виток находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости витка. Индукция магнитного поля равномерно изменяется во времени со скоростью $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 5 \cdot 10^{-3}$ Тл/с. Определите заряд конденсатора.

196. Прямоугольную рамку из проводника (рис. 63) погонным сопротивлением $\rho = 1$ Ом/м переместили с постоянной скоростью $v = 10$ м/с через область, в которой находится магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Вектор \vec{B} перпендикулярен к плоскости рамки, протяженность области с магнитным полем $l = 4$ см, стороны рамки $a = 5$ см, $b = 15$ см. Найдите приращение внутренней энергии рамки ΔU . Теплообменом пренебречь.

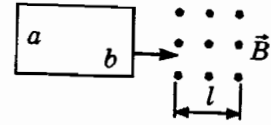


Рис. 63

197. Кусок провода длиной $l = 2$ м складывается вдвое, и его концы замыкаются на гальванометр. Затем провод растягивается в квадрат так, что плоскость квадрата перпендикулярна к горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли $B = 2 \cdot 10^{-5}$ Тл. Какое количество электричества q пройдет через гальванометр, если сопротивление контура $R = 1$ Ом?

198. В вертикальном магнитном поле B движется горизонтально проводящий стержень длиной l со скоростью v (рис. 64). Концы стержня присоединены к батарее с эдс E и внутренним сопротивлением r . Найдите приращение внутренней энергии стержня за время t , если его сопротивление равно R . Теплообменом пренебречь. Батарея неподвижна.

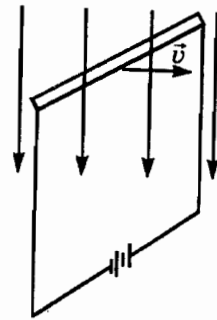


Рис. 64

199. По двум металлическим параллельным рейкам (рис. 65), расположенным в горизонтальной плоскости и замкнутым на них конденсатором емкости C , может без трения двигаться проводник массой m и

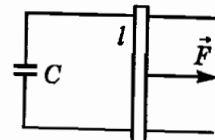


Рис. 65

длиной l под действием силы F ($v_0 = 0$). Определите ускорение проводника. Сопротивлением реек и проводника пренебречь. Силы трения отсутствуют, индукция магнитного поля B вертикальна. Какие виды энергии увеличиваются при движении проводника?

200. К концам катушки диаметром $D = 5$ см, имеющей $n = 10^3$ витков, подсоединен незаряженный конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ. Катушка помещается в однородное магнитное поле, индукция которого параллельна ее оси и изменяется со скоростью $\Delta B / \Delta t = 10^{-2}$ Тл/с. Определите заряд q на пластинах конденсатора.

201. Рамка, имеющая $n = 1000$ витков, площадью $S = 5$ см² замкнута на гальванометр сопротивлением $R = 10$ кОм. Рамка находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 10^{-3}$ Тл, причем линии индукции поля перпендикулярны к ее плоскости. Какой заряд q протечет по цепи гальванометра, если направление магнитного поля изменилось на обратное? Считать, что индукция магнитного поля изменялась равномерно.

202. В однородном магнитном поле с индукцией B расположена замкнутая катушка диаметром d с числом витков n . Плоскость катушки перпендикулярна к линиям индукции поля. Какой заряд q протечет по цепи катушки, если ее повернуть на 180° ? Проволока, на которой намотана катушка, имеет плоскость сечения S и удельное сопротивление ρ .

203. Два металлических стержня расположены вертикально на расстоянии $l = 0,6$ м друг от друга и замкнуты сверху проводником. По этим стержням без трения и нарушения контакта скользит горизонтально расположенная перемычка массой $m = 5$ г. Вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 2 \cdot 10^{-2}$ Тл, перпендикулярной плоскости конструкции. Установившаяся скорость перемычки $v = 5$ м/с. Пренебрегая сопротивлением остальной части системы, найдите сопротивление перемычки R .

204. По двум металлическим стержням, замкнутым проводником и расположенным параллельно друг другу на расстоянии $l = 0,5$ м под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, скользит железный стержень массой $m = 10$ г. Система расположена в однородном вертикальном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Определите установив-

шуюся скорость движения стержня v , если коэффициент трения $\mu = 0,5$, а сопротивление контура постоянно и составляет $R = 0,1$ Ом.

205. Поток проводящей жидкости (расплавленный металл) течет по керамической трубе. Для измерения скорости жидкости трубу помещают в однородное магнитное поле, перпендикулярное к оси трубы, а в трубе закрепляют два электрода, образующих плоский конденсатор (рис. 66). Измеряется разность потенциалов между электродами. Определите скорость потока v , если магнитная индукция поля $B = 0,01$ Тл, расстояние между электродами $d = 2$ см, измеренная разность потенциалов $U = 0,4$ мВ.

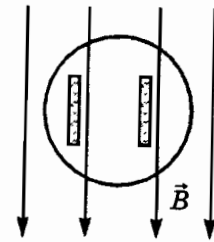


Рис. 66

206. Прямоугольный контур $ABCD$ перемещается поступательно со скоростью v в магнитном поле тока I , текущего по длинному прямому проводу OO' (рис. 67). Стороны $AD = BC = b$ параллельны проводу и $AB = DC = a$. Сопротивление контура R . Определите силу i тока, индуцированного в контуре, как функцию расстояния x .

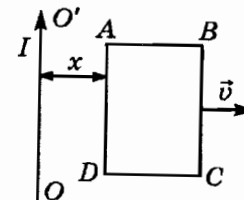


Рис. 67

207. Прямоугольная рамка со сторонами $2l$ и l (где $l = 10$ см), выполненная из однородной медной проволоки постоянного сечения, прикреплена к неподвижному жесткому изолирующему стержню (рис. 68). Через нижнюю половину площади рамки создается поток индукции, нарастающий пропорционально времени (линии индукции магнитного поля перпендикулярны плоскости рамки). Когда индукция достигает значения $B_0 = 0,17$ Тл, механическое напряжение в вертикальном стержне исчезает. Определите, через какое время τ после включения поля $B(t)$ это произойдет. Плотность меди $\rho_1 = 8,5 \cdot 10^3$ кг/м³, удельное сопротивление $\rho_2 = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

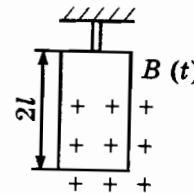


Рис. 68

208. Катушка диаметром $d = 6$ см, содержащая $n = 500$ витков медной проволоки удельным сопротивлением $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м

и сечением $S = 0,4 \text{ мм}^2$, расположена в однородном магнитном поле, индукция которого направлена вдоль оси катушки и равномерно изменяется со скоростью $\Delta B/\Delta t = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл/с}$. Концы катушки замкнуты накоротко. Определите тепловую мощность P , выделяющуюся в катушке.

209. Прямоугольная рамка со сторонами $l_1 = 0,5 \text{ м}$ и $l_2 = 0,3 \text{ м}$, изготовленная из медного провода с погонным сопротивлением $\rho = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ Ом/м}$, с постоянной скоростью $v = 4 \text{ м/с}$ вводится в область магнитного поля с индукцией $B = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$, линии индукции перпендикулярны к плоскости рамки. Определите работу A , которая затрачивается на введение рамки в область магнитного поля. Сторона l_2 параллельна границе поля.

210. Прямоугольная рамка со сторонами l_1 и l_2 расположена в магнитном поле с вектором индукции \vec{B} , перпендикулярным к плоскости рамки (рис. 69). По двум сторонам с скоростью v движется стержень AB сопротивлением R . Определите количество выделившегося в окружающую среду тепла Q , если температура рамки не изменилась.

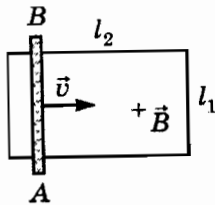


Рис. 69

211. Металлический диск радиусом $r = 10 \text{ см}$, расположенный перпендикулярно к магнитному полю с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$, вращается вокруг своей оси с угловой скоростью $\omega = 200\pi \text{ рад/с}$. Два скользящих контакта (один на оси диска, другой на окружности) соединяют диск с реостатом сопротивлением $R = 5 \text{ Ом}$. Чему равна тепловая мощность P , выделяемая на реостате?

212. В демонстрационном генераторе переменного тока магнитное поле создается постоянными магнитами, а якорь приводится во вращение опускающимся грузом (груз прикреплен к нити, намотанной на шкив генератора). Увеличится ли ток, генерируемый этой машиной, если усилить ее магниты?

213. Генератор, описанный в предыдущей задаче, замкнут на электрическую лампочку. Как изменится накал этой лампочки, если последовательно с ней включить небольшое дополнительное сопротивление?

214. В демонстрационном электродвигателе магнитное поле создается постоянными магнитами. Станет ли ротор двигателя

вращаться медленнее, если сделать его магниты немного слабее? (Двигатель работает без нагрузки.)

215. Электромотор постоянного тока, включенный в цепь батареи с эдс $E_1 = 24 \text{ В}$, при полном сопротивлении цепи $R = 20 \text{ Ом}$ имеет угловую скорость $\omega_1 = 500 \text{ об/мин}$ при токе в цепи $I_0 = 0,2 \text{ А}$. Какую эдс E_2 разовьет электромотор, работая в качестве динамо-машины, при угловой скорости $\omega_2 = 1400 \text{ об/мин}$?

216. Груз массой m подвешен на нити, намотанной на ось якоря динамо-машины с постоянным магнитом. Динамо-машина замкнута на сопротивление R . Нить сматывается с оси так, что груз опускается с постоянной скоростью v . С какой скоростью v_1 будет подниматься вверх тот же груз, если динамо-машину включить как электромотор в цепь постоянного тока с эдс E и с тем же сопротивлением цепи R ?

217. Прямоугольная проволочная рамка со сторонами $a = 5 \text{ см}$, $b = 10 \text{ см}$ входит с постоянной скоростью $a = 1 \text{ м/с}$ своей узкой стороной в область однородного магнитного поля, индукция которого $B = 10^{-2} \text{ Тл}$ и направлена по нормали к плоскости рамки. Сопротивление рамки $R = 0,01 \text{ Ом}$. Какую работу A совершает индукционный ток с момента, когда рамка начинает входить в поле, до момента, когда рамка полностью выйдет из поля?

Самондукция

218. На рис. 70 показан график изменения силы тока в катушке при замыкании и размыкании цепи. В каком случае сила тока изменяется быстрее: при замыкании или размыкании?



Рис. 70

219. В какой момент искрит рубильник: при замыкании или размыкании? Если параллельно рубильнику включить конденсатор, то искрение прекращается. Объясните явление.

220. Во сколько раз n изменится индуктивность цепи, если скорость изменения тока возрастет в n раз?

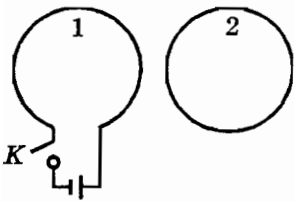


Рис. 71

221. Два проволочных кольца 1 и 2 лежат на непроводящем столе (рис. 71). Необходимо изобразить графически примерную зависимость токов от времени в этих кольцах при замыкании и размыкании ключа K .

222. В катушке без сердечника за время $\Delta t = 0,01$ с ток возрос от $I_1 = 1$ А до $I_2 = 2$ А, при этом в катушке возникла эдс самоиндукции $E = 20$ В. Определите поток магнитной индукции Φ в конце процесса нарастания тока и изменение энергии магнитного поля катушки ΔW .

223. В цепь включены последовательно батарея с эдс $E = 1,2$ В, проводник сопротивлением $R = 1$ Ом и катушка с индуктивностью $L = 1$ Гн. В цепи протекал постоянный ток I_0 . Начиная с некоторого момента, сопротивление изменяют так, чтобы ток уменьшался с постоянной скоростью $\Delta I/\Delta t = 0,2$ А/с. Каково сопротивление R_t цепи спустя время $t = 2$ с после начала изменения тока? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

224. Определите эдс самоиндукции E в неподвижной катушке, в которой за время $\Delta t = 0,2$ с энергия магнитного поля равномерно уменьшилась в $n = 4$ раза. Индуктивность катушки $L = 0,16$ Гн, первоначальный ток в катушке $I = 8$ А.

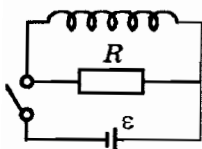


Рис. 72

225. Катушка индуктивностью $L = 2,0$ мГн и сопротивлением $R_0 = 1,0$ Ом подключена к источнику постоянного тока с эдс $E = 3,0$ В (рис. 72). Параллельно катушке включен проводник с сопротивлением $R = 2,0$ Ом. После того как ток в катушке принимает установившееся значение, источник тока отключается.

Найдите количество теплоты Q , выделившееся из проводника R в окружающую среду после разрыва цепи. Сопротивлением источника тока и соединительных проводов пренебречь. Температура проводника после разрыва становится равной температуре до разрыва.

226. Какую максимальную мощность P может развить электромотор, включенный в сеть постоянного тока напряжением

$U = 120$ В, если полное сопротивление цепи $R = 20$ Ом? Какой ток I протекает при этом по цепи?

227. Кольцо из сверхпроводника радиусом r и индуктивностью L помещено в однородное магнитное поле, индукция которого нарастает от нуля до B_0 . Плоскость кольца перпендикулярна к линиям индукции магнитного поля. Определите силу индукционного тока i , возникающего в кольце.

228. Две катушки с индуктивностями L_1 и L_2 подключены через ключи K_1 и K_2 к источнику с эдс E и внутренним сопротивлением r (рис. 73). В начальный момент времени оба ключа разомкнуты. После того как ключ K_1 замкнули и ток через катушку L_1 достиг некоторого значения I_0 , замыкают ключ K_2 . Определите установившиеся токи через катушку L_1 и L_2 после замыкания ключа K_2 . Сопротивления катушек пренебречь.

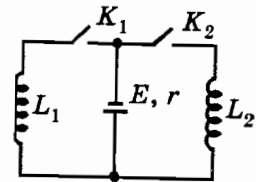


Рис. 73

229. Конденсатор емкости C , заряженный до разности потенциалов V , через ключ K подключен к двум параллельно соединенным катушкам с индуктивностями L_1 и L_2 (рис. 74). Если замкнуть ключ K , то через некоторое время конденсатор полностью перезарядится (напряжение на конденсаторе меняет знак). Какие заряды q_1 и q_2 протекут через катушки за это время? Сопротивления катушек пренебречь.

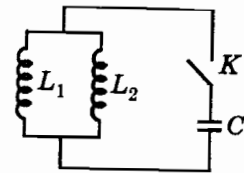


Рис. 74

230. В схеме, изображенной на рис. 75, конденсатор емкости C заряжен вначале зарядом q_0 . До какой разности потенциалов U зарядится конденсатор, если замкнуть ключ K ? Эдс батареи равна E . Внутренним сопротивлением батареи пренебречь. Диод D считать идеальным. Индуктивность L достаточно велика, так что процесс зарядки идет медленно.

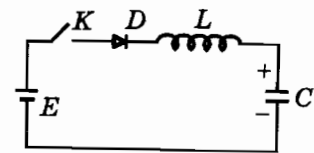


Рис. 75

231. Конденсатор емкости $C_1 = 1 \text{ мкФ}$ заряжен до разности потенциалов $V_0 = 300 \text{ В}$. К нему через идеальный диод D и катушку индуктивности L подключают незаряженный конденсатор емкости $C_0 = 2 \text{ мкФ}$ (рис. 76). До какой разности потенциалов V_2 он зарядится после замыкания ключа K ? Индуктивность достаточно велика, так что процесс перезарядки происходит медленно.

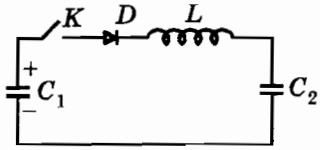


Рис. 76

232. Параллельно соединенные катушки индуктивности L и резистор с сопротивлением R подключены через ключ K к батарее с эдс E и внутренним сопротивлением r (рис. 77). В начальный момент времени ключ K разомкнут и тока в цепи нет. Какой заряд q протечет через резистор после замыкания ключа? Сопротивлением катушки пренебречь.

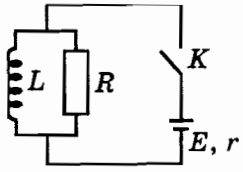


Рис. 77

3. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Механические колебания и волны

233. Как изменится период колебаний маятника, представляющего собой железный шарик на нити, если под ним поместить электромагнит?

234. По какой траектории будет двигаться шарик математического маятника, если нить пережечь в тот момент, когда шарик проходит положение равновесия?

235. Как изменится ход маятниковых часов, находящихся в неотапливаемом помещении, при наступлении летних дней?

236. Изменится ли период колебаний математического маятника, если его поместить в воду? Трением о воду пренебречь.

237. На некоторой планете маятник с длиной нити l_1 совершает колебания с частотой $\nu_1 = 10 \text{ Гц}$, а маятник с длиной нити l_2 — с частотой $\nu_2 = 6 \text{ Гц}$. Разность длин $\Delta l = l_2 - l_1 = 16 \text{ см}$. Определите длину нити первого маятника l_1 .

238. Период колебания математического маятника $T = 2 \text{ с}$, при этом нить отклоняется от положения равновесия на угол $\alpha = 5^\circ$. Определите скорость груза при прохождении положения равновесия.

239. В неподвижном лифте висит маятник, период колебаний которого $T = 1 \text{ с}$. В каком направлении и с каким ускорением a движется лифт, если период колебаний этого маятника изменился до $T_1 = 1,1 \text{ с}$?

240. Маятник длиной l подвешен к потолку вагона, движущегося с ускорением a по горизонтальному пути. Найдите период колебаний T маятника.

241. Между вертикальными обкладками плоского воздушного конденсатора подвешен на нити маленький металлический шарик массы $m = 1 \text{ г}$. Напряженность поля в конденсаторе $E = 1,5 \cdot 10^4 \text{ В/м}$. Период колебаний незаряженного шарика $T_1 = 0,60 \text{ с}$. После того как шарик зарядили, период его колебаний стал равен $T_2 = 0,58 \text{ с}$. Определите заряд шарика q .

242. Шарик массой m и с зарядом $q > 0$ подвешен на тонкой нити длиной l внутри плоского конденсатора, пластины которого составляют с горизонтом угол β . Найдите период колебаний T и угол α между вертикалью и равновесным положением нити, если поле E направлено к нижней пластине.

243. Груз, подвешенный к пружине, вызывает ее удлинение на $\Delta l = 4 \text{ см}$. Каков период T собственных колебаний этой системы?

244. Период малых свободных колебаний груза, подвешенного на вертикальной пружине, $T = 0,28 \text{ с}$. Пренебрегая массой пружины, определите ее удлинение Δl , когда груз висит неподвижно.

245. Шар массой M , прикрепленный к пружине с жесткостью k , лежит на гладком горизонтальном столе. Второй конец пружины закреплен. В шар попадает пуля массой m , имеющая перед ударом скорость v_0 , направленную вдоль оси пружины. Определите амплитуду A и период колебаний T шара, считая удар абсолютно неупругим и пренебрегая массой пружины.

246. Два груза с массами $m_1 = 50 \text{ г}$ и $m_2 = 100 \text{ г}$ соединены пружиной жесткостью $k = 0,5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ и лежат на горизонтальной

поверхности. Трение отсутствует. Масса пружины пренебрежимо мала. Каков период колебаний грузов T ?

247. Ареометр массой m и поперечным сечением S помещен в жидкость плотностью ρ . Ареометр погружают в жидкость несколько глубже, чем при равновесии, а затем отпускают. Определите период малых колебаний T .

248. Узкая U-образная трубка, открытая с двух сторон, частично заполнена водой. Поперечное сечение трубки постоянно и равно $S = 0,5 \text{ см}^2$. Период малых свободных колебаний воды в такой трубке $T = 0,9 \text{ с}$. Определите массу воды m , налитой в трубку.

249. Составьте уравнение гармонического колебания, если амплитуда колебаний $A = 4 \text{ см}$, а период $T = 0,01 \text{ с}$. Начальная фаза $\varphi_0 = 0$.

250. Можно ли звук сильного взрыва, например извержение вулкана на Луне, услышать на Земле?

251. Известно, что человек лучше слышит звук в направлении ветра, чем в противоположном, если находится на одной высоте с источником звука. Как объяснить это явление?

252. Определить разность фаз $\Delta\varphi$ колебаний двух точек, находящихся на прямой, вдоль которой распространяется звук, и отстоящих друг от друга на расстоянии $l = 25 \text{ см}$. Частота звука $\nu = 660 \text{ Гц}$, скорость звука $v = 330 \text{ м/с}$.

253. Самолет летит горизонтально со сверхзвуковой скоростью v_0 . Наблюдатель услышал звук от самолета через время τ после того, как увидел самолет над головой. На какой высоте h летел самолет, если скорость звука v ?

254. Движущийся по озеру теплоход дает свисток, частота которого $\nu_0 = 400 \text{ Гц}$. Стоящий на берегу наблюдатель воспринимает звук свистка как колебание с частотой $\nu = 395 \text{ Гц}$. С какой скоростью u движется теплоход? Приближается или удаляется? Скорость звука $v = 340 \text{ м/с}$.

Переменный ток. Электромагнитные колебания и волны

255. В электрическую цепь включена катушка, по которой пропускают сначала постоянный, а затем переменный ток одинакового напряжения. В каком случае катушка нагреется сильнее?

256. Как изменится накал лампочки, включенный в сеть по схеме, показанной на рис. 78, если конденсатор будет пробит и цепь в этом месте замкнется?

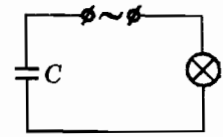


Рис. 78

257. Две одинаковые лампы A и B включены в сеть, как показано на рис. 79. Частота меняется от 3 Гц до 150 кГц . Как будет изменяться яркость свечения ламп?

258. В цепь учебного электродвигателя постоянного тока включен амперметр. Если вращающийся якорь двигателя затормозить, ток возрастет. Почему?

259. Как изменится частота электромагнитных колебаний в закрытом колебательном контуре, если: а) в его катушку ввести железный стержень; б) увеличить расстояние между пластинами конденсатора?

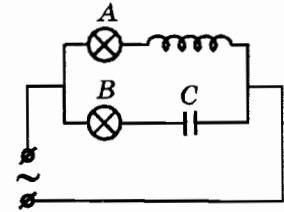


Рис. 79

260. Чем отличаются друг от друга свободные колебания в двух контурах с одинаковыми параметрами, если их конденсаторы были заряжены от батарей с разными эдс?

261. Цепь переменного тока состоит из трех последовательно соединенных сопротивлений: активного, индуктивного, емкостного. Может ли одновременное увеличение каждого из них привести к уменьшению общего сопротивления?

262. Сила тока меняется по закону $i = 25 \sin 200\pi t$. Определите амплитуду тока I_0 , период T , частоту ν и начальную фазу φ_0 .

263. В магнитном поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ вращается с угловой скоростью $\omega = 600\pi \text{ рад/мин}$ прямоугольная рамка, имеющая площадь $S = 400 \text{ см}^2$. Определите период T и максимальное значение эдс индукции E_0 в рамке, если ось вращения перпендикулярна полю.

264. Прямоугольная рамка площадью $S = 300 \text{ см}^2$, содержащая $n = 200$ витков, вращается в магнитном поле с индукцией $B = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$. Максимальное значение эдс индукции $E = 14 \text{ В}$. Определите период колебаний T .

265. В первичную и вторичную обмотки трансформатора включены лампочки (рис. 80). Как будет меняться яркость лампочки в первичной обмотке, если число лампочек во вторичной обмотке уменьшить?

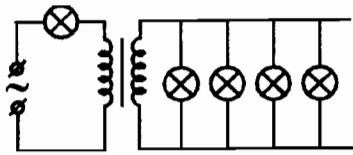


Рис. 80

266. Неоновая лампа с симметричными электродами включена в сеть переменного тока с действующим напряжением $U = 71$ В и периодом $T = 0,02$ с. Определите промежуток времени Δt , в течение которого длится вспышка лампы, и число n вспышек за время $t = 1$ с.

Напряжение зажигания лампы $U_z = 86,7$ В. Напряжение гашения лампы принять равным напряжению зажигания.

267. Первичная обмотка силового трансформатора для питания накала радиоприемника имеет $n_1 = 12000$ витков и включена в цепь напряжением $U_1 = 120$ В. Какое количество витков n_2 должна иметь вторичная обмотка, если ее сопротивление $r = 0,5$ Ом, а напряжение накала $U_2 = 3,5$ В при силе тока $I = 1$ А?

268. Определите емкость C конденсатора колебательного контура, если известно, что при индуктивности $L = 100$ мкГн контур настроен в резонанс на электромагнитные колебания с длиной волны $\lambda = 300$ м.

269. При изменении тока в катушке индуктивности на $\Delta I = 1$ А за время $\Delta t = 0,6$ с в ней возникает эдс $E = 0,2$ мВ. Какую длину λ будет иметь радиоволна, излучаемая генератором, контур которого состоит из этой катушки и конденсатора емкостью $C_0 = 14100$ пФ?

270. На какую длину волны λ настроен колебательный контур, если он состоит из катушки, индуктивность которой $L = 2 \cdot 10^{-3}$ Гн, и плоского конденсатора, расстояние между пластинами которого $d = 1$ см, диэлектрическая проницаемость вещества, заполняющего пространство между пластинами, $E = 11$ и площадь пластин $S = 800$ см²?

271. К источнику тока параллельно подключены конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ и катушка с индуктивностью $L = 0,02$ Гн. Напряжение на конденсаторе $U = 100$ В. Ток через катушку $I_0 = 2$ А. Затем источник отключают. Какой заряд q будет на конденсаторе в момент, когда ток в катушке $I = 1$ А? Потерями энергии на нагревание проводов пренебречь.

4. ОПТИКА

Законы отражения и преломления света. Плоские и сферические зеркала

273. Луч падает на зеркало перпендикулярно. На какой угол отклонится отраженный луч от падающего, если зеркало повернуть на угол α ?

274. Можно ли в плоском зеркале небольшого размера увидеть полное изображение большого здания?

275. Человек стоит перед плоским вертикальным зеркалом и замечает, что не может увидеть полностью свое отражение. Изменяются ли размеры видимого отражения, если он: а) подойдет ближе; б) отойдет дальше от зеркала?

276. Человек идет по направлению к плоскому зеркалу со скоростью $v = 2$ м/с. С какой скоростью u он приближается к своему изображению?

277. На вогнутое зеркало падает параллельный пучок лучей. Что видит наблюдатель, если его глаз находится в фокусе зеркала и обращен к зеркалу?

278. Может ли изображение светящейся точки в вогнутом зеркале быть на главной оптической оси между зеркалом и его фокусом? Решите тот же вопрос для выпуклого зеркала.

279. Небольшой предмет расположен между двумя плоскими зеркалами, поставленными под углом $\alpha = 30^\circ$ друг к другу, на расстоянии $r = 10$ см от линии пересечения зеркал ближе к одному из них. На каком расстоянии x друг от друга находятся первые мнимые изображения предмета в зеркалах? Как зависит это расстояние от угла α ?

280. Монета лежит в воде на глубине H . На нее смотрят сверху по вертикали. На какой глубине увидят монету, если показатель преломления воды n ?

281. Водолаз ростом $d = 1,5$ м видит отраженными от поверхности воды части горизонтального дна, расположенные на расстоянии $S = 18$ м и более. Показатель преломления воды $n = 1,33$. На какой глубине h находится водолаз?

282. Человек смотрит на свое изображение в зеркале, расположенном на дне сосуда с водой высотой $h_0 = 8$ см. На какое расстояние R аккомодирован глаз, если он находится на высоте $h = 10$ см над уровнем воды с показателем преломления $n = 1,33$?

283. Два зеркала поставлены под углом $\alpha = 60^\circ$ друг к другу: на одно из зеркал падает луч, лежащий в плоскости, перпендикулярной к ребру двугранного угла, образованного зеркалами. Какой угол β составляют падающий луч и луч, отраженный от обоих зеркал?

284. Даны положения главной оптической оси OO' сферического зеркала, светящейся точки S и ее изображения S' (рис. 81). Найдите графическим построением положения оптического центра и полюса зеркала. Выясните, какое зеркало использовано и является ли изображение мнимым или действительным.

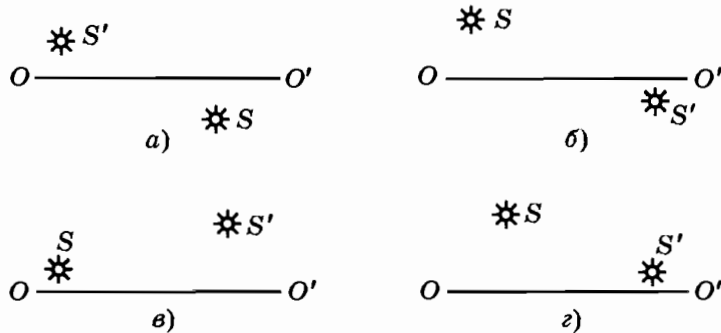


Рис. 81

285. Точечный источник света перемещается равномерно от центра сферического зеркала до его вершины:

1) как перемещается при этом изображение источника и как изменяется его скорость?

2) во сколько раз средняя скорость перемещения изображения v' больше скорости перемещения предмета v на участке от $d_1 = 1,5F$ до $d_2 = 1,1F$ (F — фокусное расстояние)?

286. Сходящиеся лучи падают на выпуклое зеркало с радиусом кривизны $R = 60$ см так, что их продолжения пересекаются на оси зеркала в точке на расстоянии $d = 45$ см за зеркалом. На каком расстоянии f от зеркала будут пересекаться продолжения этих лучей после отражения от зеркала?

287. При определенном расположении изображение предмета в вогнутом зеркале в $K_1 = 3,0$ раза меньше самого предмета. Если же предмет передвинуть на расстоянии $l = 15$ см ближе к зеркалу,

то изображение станет в $K_2 = 1,5$ раза меньше предмета. Найдите фокусное расстояние F зеркала.

288. Светящаяся точка находится на оптической оси вогнутого зеркала с радиусом кривизны $R = 50$ см на расстоянии $d = 15$ см от зеркала. Каково расстояние f_1 от изображения точки до зеркала? Каким будет это расстояние f_2 , если зеркало отодвинуть от светящейся точки на расстояние $l = 15$ см?

289. Металлический шарик подбрасывают вертикально вверх из вершины вогнутого зеркала с радиусом кривизны $R = 7,5$ м с начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с, он движется в поле тяжести Земли вдоль главной оптической оси. Определите, в течение какого промежутка времени движения шарика Δt его изображение является действительным?

290. Заряженное тело массой $m = 2 \cdot 10^{-10}$ кг и с зарядом $q_1 = 5 \cdot 10^{-10}$ Кл движется из бесконечности со скоростью $v_0 = 3$ м/с по главной оптической оси вогнутого зеркала с радиусом кривизны $R = 1$ м к вершине, где расположен другой заряд q_2 . Определите величину заряда q_2 , если известно, что заряженное тело останавливается в тот момент, когда его изображение совпадает с ним.

291. К полюсу вогнутого зеркала с фокусным расстоянием $F = 0,1$ м прикреплен гладкий стержень, направленный вдоль главной оптической оси. На стержень надета муфточка массой $m = 40$ г, скрепленная с зеркалом невесомой пружиной, имеющей длину в свободном состоянии $l_0 = 0,1$ м и жесткость $K = 0,5$ Н/м. Найдите угловую скорость вращения ω вокруг вертикальной оси, проходящей через полюс зеркала (рис. 82), при которой изображение муфточки совпадает с ней.

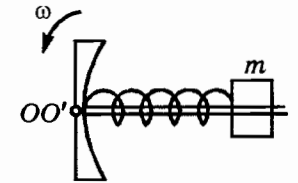


Рис. 82

Линзы. Законы преломления света

292. Параллельные монохроматические лучи падают на треугольную призму. Останутся ли они параллельными, если пройдут сквозь призму?

293. Луч, падающий на плоскую границу двух сред, относительный показатель преломления которых n , частично отражается, частично преломляется. При каком угле падения отраженный луч перпендикулярен к преломленному лучу?

294. Луч падает на плоскую стеклянную пластину толщиной $d = 3$ см под углом $\alpha = 70^\circ$. Определите смещение луча x внутри пластинки. Показатель преломления стекла $n = 1,5$.

295. Световой луч падает перпендикулярно основанию равнобедренной треугольной призмы с углом при вершине $\alpha = 40^\circ$. Испытав полное внутреннее отражение от боковой грани, луч выходит из призмы через другую боковую грань, изменив первоначальное направление на угол $\beta = 10^\circ$. Определите показатель преломления стекла n , из которого сделана призма?

296. На поверхности озера находится плот, длина которого $a = 8,0$ м, ширина $b = 6,0$ м. Определите площадь полной тени S от плота на дне озера при освещении поверхности воды рассеянным светом. Глубина озера $h = 2,0$ м.

297. Луч света падает на границу раздела двух сред под углом $\alpha = 30^\circ$. Показатель преломления первой среды $n_1 = 2,4$. Определите показатель преломления n_2 второй среды, если отраженный и преломленный лучи перпендикулярны друг другу.

298. В вогнутое зеркало радиусом $R = 16$ см налит тонкий слой воды (показатель преломления воды $n = 4/3$). Определите фокусное расстояние F этой системы.

299. Как изменится фокусное расстояние линзы при повышении ее температуры?

300. Как изменится главное фокусное расстояние линзы в бензоле, имеющем такой же показатель преломления, что и стекло линзы?

301. Получится ли изображение предмета AB (рис. 83), если участки линзы C и D заклеены непрозрачной бумагой?

302. На каком расстоянии надо поместить предмет перед собирающей линзой, чтобы расстояние от предмета до его действительного изображения было наименьшим?

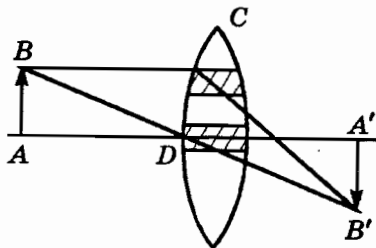


Рис. 83

303. На рис. 84 показаны положения оптической оси MM' тонкой линзы, светящейся точки A и ее изображения A' . Найдите графическим построением положения центра линзы и ее фокуса для обоих случаев.

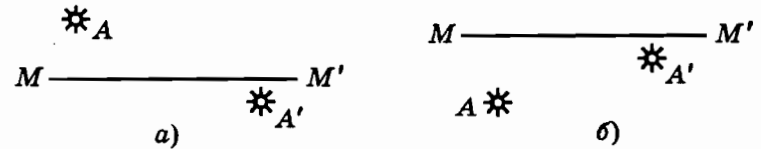


Рис. 84

304. На рис. 85 показано положение главной оптической оси MM' тонкой линзы L и ход луча ABC . Точка O — оптический центр линзы. Определите построением положение главных фокусов линзы; постройте ход произвольного луча DE .

305. Известны положения светящейся точки A и ее изображения A_1 на оси линзы неизвестной формы (рис. 86). Определите тип линзы (собирающая или рассеивающая).

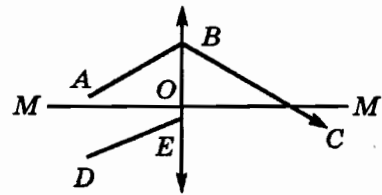


Рис. 85

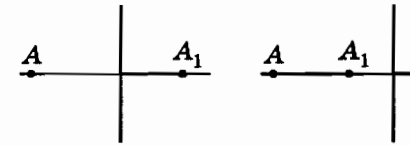


Рис. 86

306. В стекле с показателем преломления $n_1 = 1,50$ имеется сферическая полость радиусом $R = 3$ см, заполненная водой ($n_2 = 1,33$). На полость падают параллельные лучи света. Определите радиус r светового пучка, который проникает в полость.

307. Расстояние от освещенного предмета до экрана составляет $L = 100$ см. Линза, помещенная между ними, дает четкое изображение предмета при двух положениях, расстояние между которыми $l = 20$ см. Найдите фокусное расстояние линзы F .

308. Расстояние между двумя точечными источниками света $L = 24$ см. Между ними расположена собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 9,0$ см так, что изображения обоих источников получились в одной и той же точке. На каком наименьшем расстоянии l от первого источника находится линза?

309. Если точечный источник света поместить на расстояние $d = 20$ см от рассеивающей линзы диаметром $d_1 = 5,0$ см, вставленной в оправу, то на экране, находящемся на расстоянии $f = 10$ см за линзой, получится светлое пятно диаметром $d_2 = 15$ см. Каков будет диаметр d_3 пятна на экране, если источник поместить в фокусе линзы?

310. Расстояние между предметом, расположенным на оси, и его прямым изображением, даваемым тонкой линзой, $l = 5$ см. Увеличение $\beta = 0,5$. Определите фокусное расстояние линзы F .

311. Сходящийся пучок лучей падает на рассеивающую линзу таким образом, что продолжения всех лучей пересекаются в точке, лежащей на оптической оси линзы на расстоянии $b = 15$ см от нее. Найдите фокусное расстояние линзы F для двух случаев:

1) после преломления в линзе лучи собираются в точке, находящейся на расстоянии $a_1 = 60$ см от линзы;

2) продолжения преломленных лучей пересекаются в точке, находящейся перед линзой на расстоянии $a_2 = 60$ см от нее.

312. Линза с фокусным расстоянием $F = 2$ м расположена так, что ее главная оптическая ось перпендикулярна Земле. С поверхности линзы взлетает вертикально шарик с начальной скоростью $v = 7$ м/с. В течение какого промежутка времени τ изображение шарика будет действительным: ($g = 10$ м/с²).

313. На главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 50$ см на расстоянии $d = 80$ см от линзы расположена светящаяся точка, которая колеблется вдоль оптической оси линзы с периодом колебаний $T = 0,2$ с и амплитудой $A = 10$ см. Чему равно среднее за период значение абсолютной величины скорости движения изображения точки $\langle v \rangle$?

314. В фокусе собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 1$ м закреплен заряд $q_0 = 3,14 \cdot 10^{-5}$ Кл. Вдоль главной оптической оси линзы к нему из бесконечности приближается шарик

массой $m = 0,5$ кг с зарядом $q = 8,85 \cdot 10^{-5}$ Кл и начальной скоростью $v_0 = 10$ м/с. Определите величину максимального перемещения изображения движущегося заряда x .

315. Тело с зарядом $q = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл закреплено на расстоянии $l = 0,5$ м от собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 1$ м. Из бесконечности движется такое же заряженное тело. Когда оно будет находиться в фокусе, его кинетическая энергия $K = 0,4$ Дж. Заряды расположены на главной оптической оси. На каком расстоянии d от линзы будет располагаться изображение движущегося заряда, когда его ускорение примет максимальное значение?

316. Параллельный пучок света падает на систему из трех линз с общей оптической осью. Фокусные расстояния линз соответственно равны $F_1 = 10$ см, $F_2 = -20$ см и $F_3 = 9$ см. Расстояние между первой и второй линзами $l_1 = 15$ см, между второй и третьей $l_2 = 5$ см. Определите расстояние f от точки схождения пучка на выходе из системы линз до третьей линзы.

317. Система состоит из собирающей и рассеивающей линз с одинаковым фокусным расстоянием $F = 20$ см. Главные оптические оси линз совпадают. Пучок лучей, параллельных главной оптической оси, падает на первую линзу и, пройдя через систему, собирается в некоторой точке. На какое расстояние x сместится эта точка, если поменять линзы местами?

318. Выпуклую сторону плосковыпуклой линзы с радиусом кривизны R и показателем преломления n посеребрили, в результате чего получилось своеобразное вогнутое зеркало. Найдите фокусное расстояние данного зеркала F .

319. Близорукий человек может видеть предмет на расстоянии не дальше $d = 20$ см от глаза. Какова должна быть оптическая сила D очков, чтобы человек четко видел удаленные предметы?

320. Два наблюдателя – один близорукий, другой дальнорезкий – рассматривают предмет при помощи одинаковых луп. Которому из наблюдателей приходится помещать предмет ближе к лупе, если расстояние от лупы до глаза у обоих наблюдателей одинаково?

321. Как нужно расположить: а) две собирающие линзы; б) собирающую и рассеивающую, чтобы параллельные лучи, пройдя обе линзы, остались параллельными?

322. На экране получен непрерывный спектр от узкой щели при помощи призмы. Как будет меняться спектр, если ширину щели постоянно увеличивать?

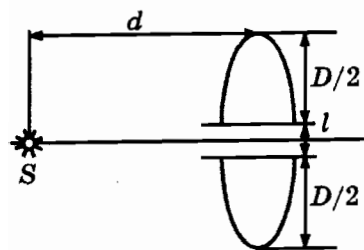


Рис. 87

323. Собирающую линзу с фокусным расстоянием $F = 50$ см диаметром $D = 5$ см разрезали по диаметру пополам и половинки раздвинули на расстояние $l = 5$ мм (рис. 87). Точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 1$ м от линзы. На каком минимальном расстоянии L от линзы можно наблюдать интерференционную картину? Щель между половинками линзы закрыта.

324. Два когерентных источника, которые испускают свет с длиной волны $\lambda = 5,0 \cdot 10^{-7}$ м, находятся друг от друга на расстоянии $l = 1,4$ мм. На каком максимальном расстоянии L от источников следует для наблюдения интерференционной картины расположить экран, чтобы в точке этого экрана, расположенной напротив одной из источников, наблюдался максимум освещенности?

325. Давление света на черную поверхность в два раза меньше, чем на зеркальную. Почему?

326. Найдите абсолютный показатель преломления n среды, в которой свет с энергией фотона $W = 4,4 \cdot 10^{-12}$ эрг имеет длину волны $\lambda = 3 \cdot 10^{-5}$ см.

327. Пучок белого света нормально падает на одну из граней находящейся в воздухе трехгранной призмы с преломляющим углом $\varphi = 30^\circ$. Определите угол θ между крайними лучами спектра на выходе из призмы, если показатели преломления стекла призмы для крайних лучей видимого спектра соответственно равны $n_{\text{к}} = 1,62$ и $n_{\text{ф}} = 1,67$.

328. Средняя длина волны излучения лампочки накаливания $\lambda = 6,0 \cdot 10^3$ Å. Найдите число фотонов N , испускаемых в единицу времени лампочкой мощностью $P = 200$ Вт. Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение.

329. Рубиновый лазер излучает в импульсе $n = 2,0 \cdot 10^{19}$ световых квантов с длиной волны $\lambda = 694$ нм. Чему равна средняя мощность вспышки лазера P , если ее длительность $\tau = 2,0 \cdot 10^{-3}$ с?

330. Работа выхода электронов для натрия $A = 2,27$ эВ. Найдите красную границу фотоэффекта $\lambda_{\text{к}}$ для натрия.

331. При освещении металла монохроматическим светом фотоэлектроны приобретают скорость $v_1 = 3,0 \cdot 10^5$ м/с. Определите скорость фотоэлектронов v_2 , вылетающих из металла при освещении его монохроматическим светом частотой на $\Delta\nu = 10^{13}$ Гц больше.

332. Шар радиусом $R_1 = 1$ см, несущий положительный заряд $q = 1,1 \cdot 10^{-10}$ Кл, облучается светом с длиной волны $\lambda = 0,331$ мкм. Определите, на какое расстояние удалится электрон, если работа выхода равна $A = 2 \cdot 10^{-10}$ Дж.

333. Плоскую цинковую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 30$ нм. На какое максимальное расстояние d от поверхности пластинки может удалиться фотоэлектрон, если вне пластинки имеется задерживающее однородное электрическое поле с напряженностью $E = 10$ В/см? Работа выхода для цинка $A = 3,7$ эВ.

334. Атом водорода в основном состоянии поглотил фотон света с длиной волны $\lambda = 1215$ Å. Определите радиус r электронной орбиты возбужденного атома водорода.

5. ФОТОМЕТРИЯ

335. Почему окна домов днем кажутся темными, темнее наружных стен, даже если стены выкрашены темной краской?

336. На некотором расстоянии a от точечного источника света помещен экран. Как изменится освещенность в центре экрана, если по другую сторону от источника на таком же расстоянии a поставить плоское зеркало?

337. С какого наибольшего расстояния разведчик может заметить ночью огонек папиросы неприятельского солдата, если

сила света папиросы при сильном затягивании $I = 1/400$ кд, наименьший световой поток, воспринимаемый глазом, $\Phi = 10^{-13}$ лм; поверхность зрачка глаза в темноте $S = 0,4$ см²?

338. На высоте $h \gg 1$ м от поверхности стола находится точечный источник света силой $I = 25$ кд. Какова будет освещенность в точке, расположенной под источником, если на пути лучей поместить горизонтальную линзу с оптической силой 1 дптр так, чтобы источник находился в фокусе?

339. Какой будет кажущаяся сила света источника, если его рассматривают через линзы с фокусным расстоянием F : а) собирающую; б) рассеивающую? Сила света самого источника I , источник находится на расстоянии a от линзы.

340. Круг радиуса $r = 2$ см помещен на расстоянии $l = 2$ м от точечного источника света ($I = 50$ кд) так, что нормаль к плоскости круга, восстановленная в его центре, проходит через источник. Определите световой поток Φ , падающий на круг от источника.

341. Определите силу света Солнца, если максимальная освещенность поверхности Земли составляет $E = 10^5$ лк. Влиянием атмосферы пренебречь, радиус орбиты Земли $R = 150 \cdot 10^9$ м.

342. Два одинаковых точечных источника света установлены на равной высоте $H = 6$ м от поверхности стола и на расстоянии $l = 16$ м друг от друга. Определите полный световой поток каждого источника, если освещенность поверхности стола в точке, расположенной посередине между источниками, составляет $E = 7,2$ лк.

343. На высоте $H = 2$ м над серединой круглого стола $D = 3$ м висит лампа в $I_1 = 100$ кд. Ее заменили лампой в $I_2 = 25$ кд, изменив расстояние до стола так, что освещенность E середины стола осталась прежней. Как изменится освещенность края стола?

344. Лампа, имеющая силу света $I = 100$ кд, закреплена на потолке комнаты. Определите суммарный световой поток, падающий на все стены и пол комнаты.

6. КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ ПО ВСЕМ РАЗДЕЛАМ ФИЗИКИ

345. Элемент атомной батареи электрического тока представляет собой сферический конденсатор. На внешнюю поверхность внутренней сферы нанесен радиоактивный препарат, испускающий α -частицы со скоростью $v = 2,2 \cdot 10^6$ м/с. Определите эдс этого элемента. Отношение заряда α -частицы к ее массе $q/m = 4,8 \cdot 10^7$ Кл/кг.

346. Определите количество радиоактивных частиц в объеме $V_0 = 1$ л воздуха у поверхности Земли от взрыва атомной бомбы над городом Нагасаки, предполагая, что ветры равномерно перемещали эти частицы по всей атмосфере Земли. Было взорвано $m = 5$ кг плутония ^{239}Pu , на каждый атом которого образовалась 1 радиоактивная частица. Радиус Земли $r = 6 \cdot 10^6$ м. Молекулярный вес воздуха $M_B = 29$, число Авогадро $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ 1/моль, давление воздуха у поверхности Земли $P = 10^5$ Па. Ускорение силы тяжести принять равным 10 м/с², считать, что воздух находится в нормальных условиях.

347. Заряженный шарик массой m висит на нерастяжимой изолирующей нити. Определите работу, которую необходимо совершить, приближая к нему издали на том же уровне и очень медленно другой заряженный шарик (рис. 88, а), поместив его в точку, где вначале находился шарик на нити. Подвешенный на нити шарик при этом отклоняется, поднимаясь на высоту h (рис. 88, б).

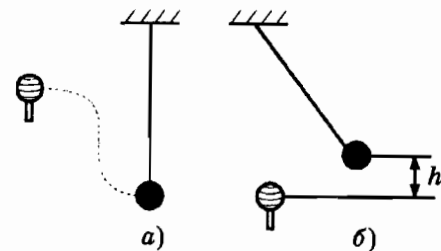


Рис. 88

348. Металлический стержень массой $m = 10$ г и длиной $l = 0,2$ м подвешен горизонтально на двух легких проводах длиной $L = 0,1$ м в вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл. К концам проводов подсоединен высокоомный вольтметр электромагнитной системы (рис. 89). Стержень отклоняют на угол $\alpha = 30^\circ$ от положения равновесия и отпускают.

Определите показание вольтметра, считая, что колебания будут с постоянной амплитудой.

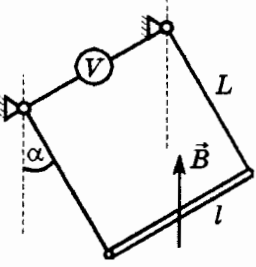


Рис. 89

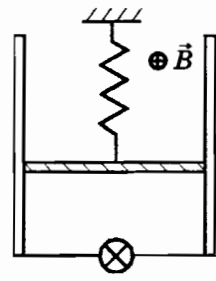


Рис. 90

349. Два вертикальных проводящих стержня помещены в горизонтальное магнитное поле, перпендикулярное плоскости стержней, и замыкаются скользящей по ним без трения горизонтальной перемычкой, подвешенной на пружине (рис. 90). Расстояние между стержнями $l = 0,2$ м, масса перемычки $m = 80$ г, жесткость пружины $k = 199$ Н/м, индукция поля $B = 1$ Тл. На какое расстояние a нужно сместить перемычку от положения равновесия, чтобы после отпускания перемычки начала светиться полным накалом подключенная к стержням лампа малой мощности, рассчитанная на напряжение $U = 1$ В? Сопротивление лампы считать большим.

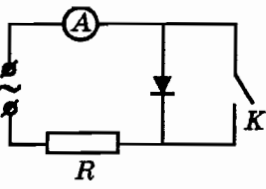


Рис. 91

350. Амперметр A , измеряющий действующее значение протекающего через него тока, включен в цепь, изображенную на рис. 91. В цепь включен источник синусоидального напряжения. При замкнутом ключе K амперметр показывает силу тока $I = 1$ А. Определите показания амперметра I' при разомкнутом ключе.

351. Протон массой $m = 1,67 \cdot 10^{-24}$ г,

летающий со скоростью $v = 7,50 \cdot 10^4$ м/с,

сталкивается с покоящимся невозбужденным атомом водорода. После столкновения протон летит со скоростью $v_1 = 1,50 \cdot 10^4$ м/с в том же направлении, а атом переходит в состояние с более

высокой внутренней энергией. Какова длина волны фотона, который может излучить атом, переходя в невозбужденное состояние?

352. В ядерном реакторе атомной станции происходит деление ядер ^{235}U , имеющих заряд $Z = 92$. Пусть ядра делятся примерно на 2 равные сферы с начальным расстоянием между их центрами $13 \cdot 10^{-15}$ м. Полагая, что на этом расстоянии ядерные силы не действуют, определить кинетическую энергию осколков и количество тепла, выделившегося при делении 1 г ^{235}U .

353. Резерфорд и Бор предложили модель атома водорода, в которой электрон вращается по круговой орбите вокруг небольшого тяжелого положительно заряженного ядра (протона). При переходе с одной орбиты на другую, расположенную ближе к ядру, атом испускает фотон. Какова энергия фотона E_ϕ , испущенного атомом водорода при переходе электрона с орбиты $r_2 = 2,1 \cdot 10^{-8}$ см на орбиту радиуса $r_1 = 5,3 \cdot 10^{-9}$ см? Заряды электрона и протона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

$$13. Q = \frac{q}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{16\pi \epsilon_0 l^2 F}{q^2}} \right) = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ Кл.}$$

$$14. F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{eM}{ml} \right)^2 \approx 5 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

$$15. Q = 0,957 q; \text{ нет.} \quad 17. F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{4H^2}.$$

$$18. t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g + Eq \cos \beta/m}; \quad L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g + Eq \cos \beta/m} \left[1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot Eq \sin \beta}{mg + Eq \cos \beta} \right];$$

$$H = v_0^2 \sin^2 \alpha / [2(g + Eq \cos \beta/m)].$$

$$19. v = \sqrt{5gl - q^2/4\pi \epsilon_0 ml}.$$

$$20. T = \frac{mg + Eq}{\cos \alpha}; \quad W_k = \frac{(mg + Eq)l \sin^2 \alpha}{2 \cos \alpha}.$$

$$21. a_A = \frac{2}{7} g \left(1 + \frac{q^2 \sqrt{3}}{8\pi \epsilon_0 mgl^2} \right) \approx 6,3 \text{ м/с}^2; \quad a_B \approx 23 \text{ м/с}^2.$$

Указание. Рассмотреть горизонтальную и вертикальную составляющие ускорения; учесть, что центростремительное ускорение шарика А равно 0.

$$24. \text{ а) } \varphi = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{6q}{a}; \quad E = 0; \quad \text{ б) } \varphi = 0; \quad E = 0.$$

$$25. \varphi = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{R}; \quad E = 0; \quad \varphi = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} - \frac{Q}{(R^2 + d^2)^{3/2}}; \quad E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Qd}{(R^2 + d^2)^{3/2}}.$$

$$27. \rho = \frac{\epsilon \rho_0}{\epsilon - 1} = 1,6 \text{ г/см}^3.$$

$$28. \text{ При } r < R_1 \quad E = 0, \quad \varphi = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R_1};$$

$$\text{ при } r > R_1 \quad E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon r^2}, \quad \varphi = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon r}.$$

$$29. A = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \approx 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ Дж.} \quad 30. \varphi_1 = \varphi \left(1 - \frac{r}{R} \right) = 100 \text{ В.}$$

$$31. r = \frac{q_1 q_2}{2\pi \epsilon_0 m v^2} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ м.} \quad 32. Q = \frac{m}{e} \frac{4\pi \epsilon_0 v^2 r}{2}.$$

$$33. A = \frac{q\varphi R(r_2 - r_1)}{(r_1 + R)(r_2 + R)} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Дж.} \quad 34. \varphi = A \frac{r+d}{r q} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ В.}$$

$$35. R_B = \frac{R_A}{1 + \frac{2\pi \epsilon_0 m v_A^2 R_A}{Qe}} = 2,7 \text{ см;} \quad W_k = \frac{Qe}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{R_A} - \frac{1}{R_C} \right) + \frac{m v_A^2}{2} \approx$$

$$\approx 4,3 \cdot 10^{-18} \text{ Дж.}$$

$$36. v = \left[\frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{2q^2}{ml} \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} - 1 + \cos \alpha} \right) + 2gl(1 - \cos \alpha) \right]^{1/2} \approx 5,1 \text{ м/с.}$$

$$37. T_0 = \frac{(3mg)^2 - (2qE)^2}{\sqrt{(3mg)^2 - (2qE)^2}} - 2mg \cos \alpha + 2qE \sin \alpha = 0,18 \text{ Н.}$$

$$38. A = q(\varphi - \sqrt{\varphi RE}) = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ Дж;}$$

$$A' = \frac{m v^2}{2} + q(\sqrt{\varphi RE} - \varphi) = -3,5 \cdot 10^{-6} \text{ Дж.}$$

$$39. A = \left(1 - \frac{mg + qE}{m\omega^2 l} \right) \left(\frac{m\omega^2 l^2}{2} + \frac{3}{2} mgl + \frac{1}{2} qEl \right).$$

$$40. v = \sqrt{2 \left[gh - \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q^2}{mh} (1 - \operatorname{tg} \alpha) \right]}.$$

$$41. n = \frac{1}{2} \left(\frac{v^2}{2g} + \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 mgH} + H \right) -$$

$$- \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{v^2}{2g} + \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 mgH} + H \right)^2 - \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 mgH}}.$$

$$42. r_0 = \frac{1}{\pi \epsilon_0} \frac{e^2}{m v^2}.$$

Указание. Учтеть, что покоившийся электрон начнет двигаться, отталкиваясь от налетающего электрона.

$$43. E_0 = \frac{2mg}{q_1 + q_2} \approx 3,5 \cdot 10^4 \text{ В/м.}$$

$$44. T = \frac{(q_2 - q_1)E}{2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{d^2} \approx 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Н.}$$

$$45. M = \frac{qUl}{d} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad A = \frac{qUl}{d} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

$$46. V = 4\pi r^3 \rho dg / 9e = 4,35 \cdot 10^3 \text{ В.}$$

$$47. a = \frac{(m_1 - m_2)g + E(q_2 - q_1)}{m_1 + m_2}; \quad T = \frac{2m_1 m_2 g - E(m_2 q_1 + m_1 q_2)}{m_1 + m_2}.$$

$$48. h = \frac{eUl^2}{2mdv_0^2} = 0,41 \text{ см.} \quad 49. v_0 = \sqrt{\frac{\gamma e}{\epsilon_0 m}}.$$

$$50. d = \left[\frac{qQ(M+m)}{4\pi\epsilon_0 E(Mq+mQ)} \right]^{1/2}.$$

$$60. \text{ а) } \frac{C}{C_0} = \left(1 - \frac{t}{d} + \frac{1}{E} \frac{t}{d} \right)^{-1} = \frac{4}{3}; \quad \text{ б) } \frac{C'}{C_0} = \left(1 - \frac{t}{d} \right)^{-1} = \frac{3}{2}.$$

$$61. U_1 = \frac{EC_2}{C_1 + C_2} = 80 \text{ В}; \quad U_2 = \frac{EC_1}{C_1 + C_2} = 40 \text{ В.}$$

$$62. n = \frac{2\epsilon}{1+\epsilon} = \frac{4}{3}. \quad 63. n = \frac{2}{1+\epsilon}. \quad 64. A = \frac{\epsilon_0 U^2 d_1 S}{2(d-d_1)^2} \approx 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж.}$$

$$65. q = \frac{U\epsilon_0 \epsilon S^2}{V} \left(1 - \frac{T_1}{T_2} \right) \approx 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ Кл.}$$

$$66. U_0 = \frac{nm + m - 1}{n} U \approx 2,2 \cdot 10^3 \text{ В.}$$

$$67. q_1 = E(C_2 + C_3) C_1 / C = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}; \quad q_2 = E(C_1 C_2) / C = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}; \\ q_3 = E C_1 C_3 / C = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}; \quad C = C_1 + C_2 + C_3.$$

$$68. C_3 = C \frac{2U - E}{E - U} = \frac{4}{3} \text{ мкФ.} \quad 69. C_x = C.$$

$$70. q = \frac{E C_1 C_2 C_3}{C_1 C_2 + C_2 C_3 + C_1 C_3}.$$

$$71. \frac{d_1}{d_2} = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}; \quad C = \epsilon_0 S / \left(\frac{d_1}{\epsilon_1} + \frac{d_2}{\epsilon_2} \right).$$

$$72. C = \frac{3C_1^2 + 12C_1 C_2 + 4C_2^2}{3C_1 + 10C_2} \approx 3,74 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$$

$$73. C_0 = 2C. \quad 74. \sigma = \frac{\epsilon_0 U}{d} (\epsilon - 1) = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2.$$

$$75. C_{\text{общ}} = C; \quad \Delta\phi = \frac{E_1 C_1 + E_2 C_2}{C_1 + C_2}, \quad \text{при } E_1 > E_2.$$

$$76. Q = eW = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Дж.} \quad 77. A = \frac{\epsilon_0 E^2 S d_1}{d(d-d_1)} \approx 4,45 \cdot 10^{-5} \text{ Дж.}$$

$$78. A = \frac{CU^2(\epsilon - 1)^2}{2\epsilon(\epsilon + 1)} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ Дж.} \quad 79. F = \frac{CU^2}{2d}.$$

$$80. A = W \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = 0,09 \text{ Дж}; \quad A_0 = -2W \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = 0,18 \text{ Дж.}$$

$$81. U_1 = \frac{C_2 C_3 (E_1 + E_2 + E_3)}{C_1 C_2 + C_2 C_3 + C_1 C_3} = 2,0 \text{ кВ}; \quad U_2 = \frac{C_1 C_3 (E_1 + E_2 + E_3)}{C_1 C_2 + C_2 C_3 + C_1 C_3} = 3 \text{ кВ};$$

$$U_3 = \frac{C_1 C_2 (E_1 + E_2 + E_3)}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3} = 6 \text{ кВ.}$$

$$87. v = \frac{j\mu}{e N_A \rho} = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м/с.}$$

$$89. R_{1,2} = \frac{U}{2I_1} \pm \sqrt{\frac{U^2}{4I_1^2} - \frac{U^2}{I_1 I_2}}, \quad R_1 = 30 \text{ Ом}; \quad R_2 = 10 \text{ Ом.}$$

90. $K = n^2$. 91. $R = \rho \frac{\epsilon_0 \epsilon}{C}$.

92. $t_1 = \frac{U(1 + \alpha t) - IR}{IR\alpha} = 1910^\circ \text{C}$.

93. $R = \frac{U_2 - U_1}{nI} = 2,0 \text{ Ом}$.

94. $I = \frac{\epsilon_0 a}{d} U v (\epsilon - 1) \approx 2 \cdot 10^{-6} \text{ А}$.

95. В точках, которые дают отношение дуг, равное

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{4r}{R}}}{1 - \sqrt{1 - \frac{4r}{R}}} \approx 8,1.$$

96. 7 Ом. 97. $R_1 = \frac{UR_2^2}{IR_2 - U} = 20,16 \text{ Ом}$.

98. $\frac{5}{6} R$. 99. $\frac{U_2}{U_1} = \frac{10}{9}$. 105. $q = \frac{CER}{R+r} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$.

106. $U = \frac{R_2 E}{r + R_1 + R_2} = 2,1 \text{ В}$; $q = CU = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$.

107. $I = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{r_1 r_2 + R(r_1 + r_2)} = 0,25 \text{ А}$; $U = \frac{R(E_1 r_2 + E_2 r_1)}{r_1 r_2 + R(r_1 + r_2)} = 2,5 \text{ В}$.

108. $\frac{r_1}{r_2} - \frac{U - E_1}{E_2 - U} = \frac{2}{3}$. 109. $V_2 = (I_1 - I_2) V_1 / I_1 = 0,1 \text{ В}$.

110. $I = E/7r$. Указание. Определить U в точке переключки.

111. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{E_1}{E_2}$. 112. $I = (E_2 - E_1)/r_2 = 40 \text{ А}$.

114. $r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2} = 0,5 \text{ Ом}$.

115. $E = \frac{UI(R_1 - R_2)}{IR_1 - U} = 12 \text{ В}$.

116. $I_{\text{вз}} = \frac{I_1 I_2 (R_2 - R_1)}{I_2 R_2 - I_1 R_1} = 7 \text{ А}$. 117. $I = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{r_1 r_2 + R(r_1 + r_2)} = 0,83 \text{ А}$.

118. $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{(E_1 + E_3)(R_1 + R_2) + E_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = -4,5 \text{ В}$.

119. $U_{AB} = \frac{E_2 R_1 R_3 R_4 + E_4 R_1 R_2 R_3 - E_1 R_2 R_3 R_4 - E_3 R_1 R_2 R_4}{R_1 R_2 R_3 + R_1 R_3 R_4 + R_1 R_2 R_4 + R_2 R_3 R_4} = 0$;

$I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 1 \text{ А}$.

120. $I_1 = \frac{R_2(E_1 - E_3) + R_3(E_1 - E_2)}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \approx -6,35 \text{ мА}$;

$I_2 = \frac{R_1(E_2 - E_3) + R_3(E_2 - E_1)}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \approx 1,82 \text{ мА}$;

$I_3 = \frac{R_1(E_3 - E_2) + R_2(E_3 - E_1)}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \approx 4,55 \text{ мА}$; $I_4 = 0$.

121. $Q = \frac{CU^2}{2} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 6,25 \cdot 10^2 \text{ Дж}$.

122. $I_{\text{вст}} = 2(kR^3)^{-1/2} = 2,5 \text{ А}$. 123. $q = C \frac{E_1(r_2 + R) + E_2 r_1}{R + r_1 + r_2}$.

124. $I_1 = \frac{(E_1 - E_2)r_1 R - E_2 r_1 r_2}{r_2 [R|r_1 + r_2| + r_1 r_2]} = 1,58 \text{ А}$; $I_2 = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2} = 3,66 \text{ А}$.

132. $P = EI - I^2 r$, мощность максимальна при $I = \frac{E}{2r}$.

133. При $R = r$, $\eta = 0,5$.

134. $R = \frac{5}{3} \frac{r\eta}{1-\eta} = 60 \text{ Ом}$; $N = \frac{E^2 \eta (1-\eta)}{r} = 70 \text{ Вт}$.

135. $I = \frac{\sqrt{P_1 P_2} (R_1 - R_2)}{R_1 \sqrt{R_2 P_1} - R_2 \sqrt{P_2 R_1}} = 2,5 \text{ А}$.

$$136. r = \frac{R_1(R_1 + R_2)(n-1)}{R_2 + (1-n)R_1} = 3,3 \text{ Ом.}$$

$$137. P_2 = P_1 \frac{I_2}{I_1} - r I_2(I_2 - I_1) = 11,04 \text{ Вт.}$$

$$138. I_{1,2} = \frac{E}{2r} \pm \sqrt{\left(\frac{E}{2r}\right)^2 - \frac{P}{r}}; \quad I_1 = 0,5 \text{ А}; \quad I_2 = 1,5 \text{ А.}$$

$$139. P_2 = \frac{9}{16} P_1 = 45 \text{ Вт.}$$

$$140. P = IU - I^2 R = 1675 \text{ Вт}; \quad \eta = \frac{IU - I^2 R}{IU} = 0,96.$$

$$141. P = IU - I^2 \frac{U}{I_0} = 96 \text{ Вт.}$$

$$142. a_0 = \frac{IU\eta}{Mv} = 3 \text{ м/с}^2. \quad 143. P = \left(\frac{E_1 + E_2}{2R + r}\right)^2 R = 8 \text{ Вт.}$$

$$144. \text{ а) } t = t_1 t_2 / (t_1 + t_2) = 8 \text{ мин}; \quad \text{ б) } t = t_1 + t_2 = 50 \text{ мин.}$$

$$145. l = \frac{\pi d^2 U^2}{4 \rho P} \approx 11,6 \text{ м.} \quad 146. Q = CE^2/6.$$

$$147. Q = \frac{9}{2} CE^2. \quad 148. Q = \frac{7}{16} CE^2.$$

$$149. I = \sqrt{P/R_1} + \sqrt{P/R_2} \approx 1,6 \text{ А.}$$

$$150. R = r\eta/(1-\eta). \quad 151. t = 580^\circ \text{С.}$$

$$152. I = \frac{m}{l} \sqrt{\frac{C\Delta t}{\rho D \tau}} \approx 30 \text{ А.} \quad \text{Учсть, что } m = D l S.$$

$$153. Q = \frac{CE^2(e-1)^2}{2} = 2 \text{ Дж.} \quad \text{Учсть, что заряд конденсатора в первое время после удаления диэлектрика равен начальному заряду.}$$

$$154. P = \frac{1}{2} n CE^2 = 10^{-2} \text{ Вт.} \quad 155. Q = \frac{(E+U)^2}{r} t = 36 \text{ Дж.}$$

$$156. Q = (EI - I^2 R)t = 0,43 \text{ Дж, где } I = \frac{2kRE + 1 - \sqrt{4kRE + 1}}{2kR^2}.$$

$$157. P_1 = kE_2^3(1 + E_2 R) = 6,4 \text{ Вт.} \quad 158. S = \frac{2\rho l P}{U^2 n} = 8,5 \text{ мм}^2.$$

$$159. U = \frac{2\rho l j}{\eta} = 4250 \text{ В.} \quad 164. m = k \frac{I_1 + I_2}{2} t = 16,4 \text{ мг.}$$

$$165. T = \frac{2nFPV}{RI t} = 307 \text{ К, где } n - \text{валентность атома кислорода.}$$

$$166. d = \frac{\mu I t}{Fn\rho S} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м.} \quad 167. t \sim 3,5 \text{ ч.} \quad 168. V_\phi = 20,8 \text{ В.}$$

$$169. I_{R_1} = (V + ne\nu R)/2R = 8,5 \cdot 10^{-8} \text{ А, где } \nu - \text{объем конденсатора.}$$

$$170. U = \frac{Wd}{el}.$$

171. Намотать большее число витков.

172. На нагрев.

173. В точке *A* — на нас, в точке *B* от нас.

174. Сила равна нулю, так как ток в одном проводнике параллелен индукции магнитного поля, созданного током в другом проводнике.

175. По окружности. Величина скорости не меняется.

$$176. \text{Нулю.} \quad 177. \text{Не равны.} \quad 178. R = \frac{mv}{eB \sin \alpha}.$$

179. Быстрые отклоняются на меньший угол.

$$180. \omega = \frac{eB}{m} = 1,8 \cdot 10^7 \text{ рад/с.}$$

$$181. \beta = 2\alpha = 70^\circ.$$

Указание. Учсть, что частица движется по дуге окружности.

$$182. t = \frac{\pi m}{qB}. \quad 183. M = \pi r^2 I B \approx 6,3 \cdot 10^{-7} \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

$$184. \operatorname{tg} \alpha = \frac{B l l}{mg} \approx 1; \quad \alpha = 45^\circ. \quad 185. F = \frac{\mu_0 Y^2 l}{2\pi r} = 0,1 \text{ Н.}$$

$$186. \Delta T = \pi B I R^2 v / M = 5,6 \text{ К.}$$

$$187. I = \frac{E - B l v}{R + r} = 16 \text{ А; } P = \left(\frac{E - B l v}{R + r} \right)^2 R = 5,1 \text{ Вт;}$$

$$N = B v l \left(\frac{E - B l v}{R + r} \right) = 7,67 \text{ В.}$$

$$188. \Delta h = \frac{U \sigma B d}{\rho g l}.$$

Указание. Поверхность жидкости будет перпендикулярна равнодействующей сил Ампера и тяжести.

$$189. B = \frac{m g \mu}{I l \sqrt{1 + \mu^2}}; \quad \alpha = \text{arctg } \mu.$$

190. В кольце возбуждается ток, который создает магнитное поле, направленное против поля постоянного магнита.

191. 1. Да, $q = \Delta B S / R$; 2. Нет, $A = \Delta B^2 S^2 / R \Delta t$.

192. Возникают большие индукционные токи.

193. За счет энергии аккумулятора.

$$194. \Delta \varphi = B l^2 \frac{\omega}{2} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ В.} \quad 195. a = \frac{C S \Delta B}{\Delta t} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ Кл.}$$

$$196. \Delta U = \frac{B^2 a^2 v l}{\rho (a + b)} = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ Дж.} \quad 197. q = \frac{B l^2}{16 R} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$$

$$198. \Delta U = \left(\frac{E - B l v}{R + r} \right)^2 R t. \quad 199. a = \frac{F}{m + C B^2 l^2}.$$

$$200. q = \frac{\Delta B C n \pi D^2}{\Delta t 4} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл.} \quad 201. q = 2 B S n / R = 10^{-7} \text{ Кл.}$$

$$202. q = d B S / 2 \rho. \quad 203. R = \frac{B^2 l^2 v}{m g} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Ом.}$$

$$204. v = \frac{m g R (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{B^2 l^2 \cos \alpha (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \mu)} = 0,35 \text{ м/с.}$$

$$205. v = \frac{U}{d B} = 2 \text{ м/с.} \quad 206. i = \frac{\mu_0 a \cdot b}{2 \pi x (x + a)} \frac{I v}{R}.$$

$$207. \tau = \frac{B_0^2 l}{36 \rho_1 \rho_2 g} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ с.} \quad 208. P = \frac{\pi d^3 n S}{16 \rho} \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Вт.}$$

$$209. A = \frac{B^2 v l_1 l_2^2}{2 \rho (l_1 + l_2)} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж.} \quad 210. Q = B^2 l_1^2 l_2 v / R.$$

$$211. P = \frac{B^2 r^4 \omega^2}{4 R} = 2 \text{ Вт.} \quad 212. \text{ Уменьшается.}$$

213. Не изменится. 214. Скорость вращения увеличится.

$$215. E_2 = \frac{\omega_2}{\omega_1} (E_1 - R I_0) = 46,7 \text{ В.}$$

$$216. v_1 = \sqrt{\frac{v}{m g R}} (E - \sqrt{m g R v}).$$

Указание. Учсть, что работа (мощность) сил тяжести равна работе (мощности) тока при опускании груза. При подъеме груза мощность источника тока передается на подъем груза и нагрев проводника.

$$217. A = \frac{2 B^2 a^2 b v}{R} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Дж.}$$

219. При размыкании энергия тока поглощается конденсатором, ток пойдет через конденсатор и заряжает его.

220. Не изменится.

221. В первом кольце подобно тому, как на рис. 60; во втором кольце токи будут иметь разные направления в момент включения и выключения тока в первом кольце. Наибольшие значения тока во втором кольце будут в моменты наибоыстрого изменения тока в первом кольце.

$$222. \Phi = \frac{E I_2 \Delta t}{I_2 - I_1} = 0,4 \text{ Вб; } \Delta W = \frac{E \Delta t (I_2 + I_1)}{2} = 0,3 \text{ Дж.}$$

$$223. R_t = \frac{E + L \frac{\Delta I}{\Delta t}}{\frac{E}{R} - \frac{\Delta I}{\Delta t}} = 1,75 \text{ Ом.} \quad 224. E = -L \frac{I / \sqrt{n} - I}{\Delta t} = 3,2 \text{ В.}$$

$$225. Q = \frac{R}{R + R_0} \frac{LE^2}{2R_0^2} = 6,0 \text{ мкДж.} \quad 226. P = \frac{U^2}{4R} = 180 \text{ Вт; } I = \frac{U}{2R} = 3 \text{ А.}$$

Указание. Мощность электромотора $P = IU - I^2R$ меняется по параболическому закону.

$$227. i = \pi r^2 B_0 / L.$$

Указание. Внешнее изменение потока индукции, пронизывающего кольцо, компенсируется возрастанием потока индукции, создаваемого током в кольце.

$$228. I_1 = (L_2 E / r + L_1 I_0) / (L_1 + L_2); \quad I_2 = (L_1 E / r - L_1 I_0) / (L_1 + L_2).$$

$$229. q_1 = 2CVL_2 / (L_1 + L_2); \quad q_2 = 2CVL_1 / (L_1 + L_2).$$

$$230. U = 2E - q_0 / C. \quad 231. V_2 = 2C_1 V_0 / (C_1 + C_2) = 200 \text{ В.}$$

$$232. q = \frac{L}{R} \frac{E}{R + r}. \quad 233. \text{ Уменьшится.}$$

234. По параболической. 235. Будут отставать. 236. Увеличится.

$$237. l_1 = \frac{\Delta l}{(v_1/v_2)^2 - 1} = 9 \text{ см.} \quad 238. v = \frac{Tg \sin \alpha / 2}{\pi} = 0,28 \text{ м/с.}$$

$$239. \text{ Вниз; } a = g \left[1 - \left(\frac{T}{T_1} \right)^2 \right] = 1,7 \text{ м/с}^2.$$

$$240. T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{a^2 + g^2}}}. \quad 241. q = \frac{mg}{E} \sqrt{\left(\frac{T_1}{T_2} \right)^4 - 1} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$$

$$242. T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + (Eq/m)^2 + 2g(Eq/m) \cos \beta}}}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{(Eq/m) \sin \beta}{g + (eq/m) \cos \beta}.$$

$$243. T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}} \approx 0,4 \text{ с.} \quad 244. \Delta l = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 2 \text{ см.}$$

$$245. A = \frac{m v_0}{\sqrt{k(m + M)}}; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{M + m}{k}}.$$

$$246. T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 m_2}{k(m_1 + m_2)}} = 5,1 \cdot 10^{-2} \text{ с.}$$

$$247. T = 2\pi \sqrt{m / \rho g S}. \quad 248. m = \frac{\rho g S T^2}{2\pi^2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ кг.}$$

$$249. x = 4 \sin(200\pi t). \quad 250. \text{ Нет.}$$

$$251. \text{ Преломление звука.} \quad 252. \Delta \varphi = \frac{2\pi l v}{v} = \pi.$$

$$253. h = v \tau \left(\sqrt{1 - \left(\frac{v}{v_0} \right)^2} \right)^{-1}. \quad 254. u = v \left(1 - \frac{v}{v_0} \right) = 4,25 \text{ м/с.}$$

255. При постоянном токе.

$$262. I_0 = 25 \text{ А; } T = 0,01 \text{ с; } v = 100 \text{ Гц; } \varphi_0 = 0.$$

$$263. T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,2 \text{ с; } E_0 = \omega B v = 0,63 \text{ В.}$$

$$264. T = \frac{2\pi B S n}{E_0} = 0,4 \text{ с.} \quad 265. \text{ Уменьшится.}$$

$$266. \Delta t = T \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{U_3}{U\sqrt{2}} \right) = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ с; } n = \frac{2}{T} = 100.$$

$$267. n_2 = \frac{n_1}{U_1} (I r + U_2) = 400.$$

$$268. C = \lambda^2 / 4\pi^2 L c^2 = 250 \text{ пФ.}$$

$$269. \lambda = 2\pi c \sqrt{C_0 E \Delta t / \Delta I} = 2450 \text{ м.}$$

$$270. \lambda = 2\pi c \sqrt{\epsilon_0 \epsilon S L / d} = 2350 \text{ м.}$$

$$271. q = \sqrt{(CU)^2 + CL(I_0^2 - I_1^2)} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ Кл.}$$

$$272. I = U \sqrt{\frac{C}{L}} = 0,7 \text{ А.}$$

Указание. Использовать закон сохранения энергии в LC-цепи.

273. 2α . 274. Можно, поворачивая зеркало.

276. $u = 2v = 4$ м/с. 279. $x = 2r \sin \alpha = 10$ см.

280. $h = H/n$.

Указание. Учтеть, что в глаз попадает расходящийся пучок лучей.

$$281. h = \frac{d}{2} + \frac{S}{2} \sqrt{n^2 - 1} = 7,3 \text{ м.}$$

$$282. R = 2 \left(\frac{h_0}{n} + h \right) = 32 \text{ см.} \quad 283. \beta = 2\alpha = 120^\circ.$$

284. а, б) – вогнутое, действительное; в) – вогнутое, мнимое; г) – выпуклое, мнимое.

285. 1) Когда предмет приближается к фокусу, его изображение удаляется с возрастающей скоростью; после перехода фокуса мнимое изображение приближается с уменьшающейся скоростью к полюсу;

$$2) \frac{v'}{v} = \frac{F^2}{(d_1 - F)(d_2 - F)} = 20.$$

$$286. f = \frac{dR}{2d - R} = 90 \text{ см, изображение мнимое.}$$

$$287. F = \frac{l}{k_1 - k_2} = 10 \text{ см.}$$

Указание. Учтеть, что $k = \frac{d}{f}$ и формулу зеркала.

$$288. f_1 = \frac{Rd}{2d - R} = -0,375 \text{ м; } f_2 = \frac{Rl}{2l - R} = 1,5 \text{ м.}$$

$$289. \Delta t = \frac{2v_0}{g} \sqrt{1 - \frac{Rg}{v_0^2}} = 1 \text{ с.}$$

Указание. Изображение действительно, пока предмет находится на расстоянии $\geq R/2$.

$$290. q_2 = 2m v_0^2 \pi \epsilon_0 R/q_1 = 0,2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл.}$$

$$291. \omega = \sqrt{\frac{k}{m} \left(1 - \frac{l_0}{2F} \right)} \approx 2,5 \text{ рад/с.}$$

292. Нет. 293. $\alpha = \arctg n$.

$$294. x = d \sin \alpha \left(1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right) \approx 2,2 \text{ см.}$$

$$295. n = \frac{\cos(\beta + \alpha/2)}{\cos 3/2 \alpha} = 1,7.$$

$$296. S = \left(a - \frac{2h}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) \left(b - \frac{2h}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) = 5 \text{ м}^2.$$

Указание. Под плот попадут лучи, падающие под углом меньшим критического угла.

$$297. n_2 = n_1 \tg \alpha = 1,4. \quad 298. F = \frac{R}{2n} = 6 \text{ см.}$$

299. Уменьшится.

300. Станет равным бесконечности.

301. Да. 302. $2F$.

305. Указание. Построить ход двух лучей, один из которых проходит через оптический центр.

$$306. r = R \frac{n_2}{n_1} = 2,67 \text{ см.} \quad 307. F = \frac{L^2 - l^2}{4L} = 24 \text{ см.}$$

$$308. l = \frac{1}{2} (L - \sqrt{L^2 - 2LF}) = 6 \text{ см.}$$

Указание. Учтеть, что одно изображение будет мнимым.

$$309. d_3 = d_2 + 2f - 2 \frac{d_1}{d} f = 30 \text{ см.}$$

$$310. F = -\frac{\beta l}{(1 - \beta)^2} = -10 \text{ см.}$$

$$311. 1) F = \frac{a_1 b}{b - a_1} = -20 \text{ см; } 2) F = -\frac{a_2 b}{b + a_2} = -12 \text{ см.}$$

$$312. \tau = \frac{2v_0}{g} \sqrt{1 - \frac{2gF}{v_0^2}} = 0,6 \text{ с.}$$

Указание. Учесть, что изображение действительно, пока предмет далее фокусного расстояния.

$$313. \langle v \rangle = \frac{4AF^2}{T[(d-F)^2 - A^2]} \approx 6,25 \text{ м/с.}$$

$$314. x = \frac{2\pi\epsilon_0 m v_0^2 F^2}{q q_0} = 1 \text{ м.}$$

$$315. d = \frac{E[4\pi\epsilon_0 l K(F-l) + q^2 F]}{4\pi\epsilon_0 K(F-l)(l-F)} \approx -1,36 \text{ м.}$$

$$316. f = \frac{F_3[(l_1 - l_2)F_2 + l_2(F_2 - l_1 - F_1)]}{F_2(l_1 - F_1) + (l_2 - F_3)(F_1 + F_2 - l_1)} = \infty.$$

$$317. x = 2F = 40 \text{ см.}$$

$$318. F = R/2n.$$

Указание. Воспользоваться свойствами совмещенных оптических систем, учитывая, что свет через линзу проходит дважды, или рассчитать расстояние от линзы до пересечения параллельных лучей, идущих из бесконечности.

$$319. D = -\frac{1}{d} = -5 \text{ д птр.}$$

Указание. Считать, что очки и глаза образуют совмещенную оптическую систему.

320. Близорукому.

321. а) Совместить передний фокус второй линзы с задним фокусом первой;

б) совместить передние фокусы собирающей и рассеивающей линз.

322. В средней части спектра появится белая полоса, которая будет расти, затем спектр будет представлять собой белую полосу с цветной окантовкой по краям, с одной стороны синей, с другой – красной.

$$323. L = \frac{(D+l)Fd}{D-l} \geq 122 \text{ см.}$$

Указание. Угол, образованный прямыми, соединяющими источники с точкой на экране, считать малым, $\text{tg } \alpha = \alpha$.

$$324. L = \frac{l^2}{\lambda} = 3,9 \text{ м.}$$

Указание. Учесть, что показатель преломления зависит от скорости, а частота остается неизменной.

325. Так как удар фотона абсолютно неупругий и изменение импульса меньше.

$$326. n = ch/W\lambda = 1,5.$$

$$327. \theta = \arcsin(n_\phi \sin \varphi) - \arcsin(n_\kappa \sin \varphi) = 2^\circ 31'.$$

$$328. N = \frac{P\lambda}{hc} = 6 \cdot 10^{10} \text{ фот/с.}$$

$$329. P = hcn/\lambda\tau = 2,9 \cdot 10^3 \text{ Вт.}$$

$$330. \lambda_m = hc/A = 550 \text{ нм.}$$

$$331. v_2 = \sqrt{v_1^2 + \frac{2h\Delta v}{m}} = 3,2 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$$

$$332. a = \frac{\frac{hc}{\lambda} - A}{\frac{eq}{4\pi\epsilon_0 K_1^2} - \frac{1}{R_1} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)} \approx 255 \text{ мкм.}$$

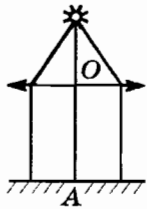
$$333. d = \frac{1}{eE} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right) = 3,8 \text{ см.}$$

$$334. r = \frac{\hbar^2}{me^4} \frac{1}{1 - \frac{4\pi\hbar^3 c}{me^4 \lambda}} = 2,1 \cdot 10^{-10} \text{ м, где } \hbar = \frac{h}{2\pi}.$$

335. Свет через стекла проходит, а от стен отражается.

$$336. E = \frac{10}{9} \frac{I}{a^2}. \quad 337. l = \sqrt{\frac{IS}{\Phi}} = 10^3 \text{ м.}$$

338.



$$\Sigma_A = E_0;$$

$$E_0 = \frac{I}{F^2} = 25 \pi R.$$

$$339. \text{ а) } I = I_0 \left(\frac{F}{F-a} \right)^2; \quad \text{ б) } I = I_0 \left(\frac{F}{F+a} \right)^2.$$

$$340. \Phi \approx I \frac{\pi r^2}{l^2} = 0,0314 \text{ лм.}$$

$$341. I = ER^2 = 2,25 \cdot 10^{27} \text{ кд.}$$

$$342. \Phi = 2\pi \left(H^2 + \frac{l^2}{4} \right)^{3/2} \frac{E}{H} \approx 7,5 \omega^2 \text{ лм.}$$

$$343. \frac{E_1}{E_2} = \frac{\left[H_1^2 + \frac{I_1 D^2}{I_2 4} \right]^{3/2}}{\left[H_1^2 + \frac{D^2}{4} \right]^{3/2}} = 3, \text{ уменьшится.}$$

$$344. \Phi = 2\pi I = 628 \text{ лм.}$$

$$345. E = \frac{v^2}{2q/m} = 5 \cdot 10^4 \text{ В.}$$

$$346. n = \frac{m M_B N_A g}{M_{\text{Pu}} 4\pi r^3 \rho \cdot 22,4 \cdot 10^3} = 3500 \text{ 1/л.}$$

347. Внешние силы совершают работу $A' = mgh$ по поднятию шарика на нити и работу A'' против сил отталкивания со стороны заряженного шарика на нити:

$$A'' = q(\varphi_0 - \varphi_\infty) = \frac{q q_0}{4\pi \epsilon_0 r}; \quad A = A' + A'' = 3mgh.$$

$$348. U = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = Bl\sqrt{2gL} \sin \frac{\alpha}{2} = 0,073 \text{ В.}$$

Указание. Вольтметр измеряет действующее значение напряжения.

$$349. a = \frac{U}{Bl} \sqrt{\frac{2m}{k}} = 0,2 \text{ м.}$$

Указание. Перемычка колеблется по закону $x = b \sin \sqrt{k/m} t$, а $\Phi = e B x$.

$$350. I' = \frac{I}{\sqrt{Z}} = 0,71 \text{ А.}$$

Указание. Учесть, что при замкнутом ключе выделяется тепла вдвое больше, чем при разомкнутом $I^2 R T = 2I^1 R T$, где T — период.

$$351. \lambda = \frac{hc}{m v_1 (v_0 - v_1)} \approx 1320 \text{ \AA.}$$

$$352. 298 \cdot 10^{-13} \text{ Дж, } 7,6 \cdot 10^{10} \text{ Дж.}$$

$$353. F_\Phi = \frac{e^2}{8\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ Дж.}$$

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Основные физические константы

Наименование	Обозначение	Единица
Ускорение свободного падения	g	9,81 м/с ²
Гравитационная постоянная	γ	$6,67 \cdot 10^{-11}$ м ³ /(кг · с ²)
Число Авогадро	N_A	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Универсальная газовая постоянная	R	8,314 Дж/(моль · К)
Стандартный объем газа	V_m	22,4 л/моль
Элементарный заряд	e	$1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса электрона	m_e	$9,11 \cdot 10^{-31}$
Постоянная Фарадея	F	$9,65 \cdot 10^4$ Кл/моль
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9}$	$8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м
Постоянная Планка	h	$6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж · с
Атомная единица массы	1 а.е.м.	$1,66 \cdot 10^{-27}$ кг, 9,31 МэВ

2. Некоторые физические свойства веществ

Плотность вещества ($\rho \cdot 10^{-3}$ кг/м³)

Алюминий	2,7	Керосин	0,8	Свинец	11,3
Бензин	0,7	Кирпич	1,8	Спирт	0,8
Вода (4°С)	1,0	Латунь	8,5	Стекло	2,6
Железо	7,9	Лед	0,9	Уран	19,1
Золото	19,3	Ртуть	13,6	Эфир	0,71

Удельная теплоемкость (Дж/(кг · град))

Алюминий	880	Медь	400
Вода	4190	Свинец	130
Железо	460	Спирт	2460
Лед	2100	Стекло	860

Температура плавления и отвердевания (°С)

Алюминий	660	Ртуть	- 39
Вода	0	Свинец	327
Железо	1530	Спирт	- 114
Олово	232	Эфир	- 123

Удельная теплота плавления ($\lambda \cdot 10^{-3}$ Дж/кг)

Алюминий	380	Ртуть	10
Железо	270	Свинец	30
Лед	330	Серебро	100
Медь	180	Цинк	120

Удельная теплота парообразования и конденсации жидкостей ($L \cdot 10^{-5}$ Дж/кг)

Вода	22,6	Спирт	8,5
Железо	0,58	Ртуть	3,5

Теплота сгорания топлива ($Q \cdot 10^{-6}$ Дж/кг)

Бензин	46,2	Мазут	42
Дрова	8,3	Нефть	46,2
Каменный уголь	30	Спирт	30
Керосин	46,2	Торф	15

Алюминий	0,028	Никель	0,420
Вольфрам	0,055	Нихром	1,10
Константан	0,480	Серебро	0,016
Латунь	0,071	Сталь	0,120
Медь	0,017	Цинк	0,060

Показатель преломления

Алмаз	2,42	Лед	1,31
Вода	1,33	Плексиглас	1,59
Кварц	1,54	Стекло	1,8 (тяжелый флинт), 1,5 (легкий флинт)

СОДЕРЖАНИЕ

Задачи	3
1. <u>Электростатика</u>	3
Закон Кулона. Электрическое поле	3
Емкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля	9
2. <u>Электродинамика</u>	14
Закон Ома для однородного участка цепи	14
Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи	17
Работа и мощность тока	22
Законы Фарадея для электролиза. Ток в газах. Магнитное взаимодействие токов	27
Электромагнитная индукция	31
Самоиндукция	37
3. <u>Колебания и волны</u>	40
Механические колебания и волны	40
Переменный ток. Электромагнитные колебания и волны	42
4. <u>Оптика</u>	45
Законы отражения и преломления света. Плоские и сферические зеркала	45
Линзы. Законы преломления света	47
Волновые и квантовые свойства света	52
5. <u>Фотометрия</u>	53
6. <u>Комбинированные задачи по всем разделам физики</u>	55
Ответы	58
Приложения	76

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

(электричество, колебания и волны, оптика)

Для подготовительного факультета

5-е издание, без изменений

Компьютерный набор и верстка *С.В. Тялиной*

Подписано в печать 20.01.2011 г. Формат 60×84 1/16.

Печ. л. 5,0.

Тираж 100 экз.

Заказ № 6.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

115409, Москва, Каширское ш., 31.

Типография НИЯУ МИФИ.