

## ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

### ПЕРВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ

1. Зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s = A - Bt + Ct^2$ , где  $A = 6$  м,  $B = 3$  м/с и  $C = 2$  м/с<sup>2</sup>. Найти среднюю скорость  $V$  и среднее ускорение  $a$  тела для интервала времени  $1 \leq t \leq 4$  с. Построить график зависимости пути  $s$ , скорости  $v$  и ускорения  $a$  от времени для интервала  $0 \leq t \leq 5$  с через 1 с.

2. Зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 3$  м,  $B = 2$  м/с и  $C = 1$  м/с<sup>2</sup>. Найти среднюю скорость  $v$  и среднее ускорение  $a$  тела за первую, вторую и третью секунды его движения.

3. Зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  дается уравнением  $s = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ , где  $C = 0,14$  м/с<sup>2</sup> и  $D = 0,01$  м/с<sup>3</sup>. Через какое время после начала движения тело будет иметь ускорение  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>? Найти среднее ускорение  $a$  тела за этот промежуток времени.

4. Студент проехал половину пути на велосипеде со скоростью  $v_1 = 16$  км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью  $v_2 = 12$  км/ч, а затем до конца пути шел пешком со скоростью  $v_3 = 5$  км/ч. Определить среднюю скорость движения студента на всем пути.

5. При падении камня в колодец его удар о поверхность воды доносится через  $t = 5$  с. Принимая скорость звука  $v = 330$  м/с, определить глубину колодца.

6. Тело падает с высоты  $h = 1$  км с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить, какой путь пройдет тело: 1) за первую секунду своего падения; 2) за последнюю секунду своего падения.

7. Тело падает с высоты  $h = 1$  км с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить, какое время понадобится телу для прохождения: 1) первых 10 м своего пути; 2) последних 10 м своего пути.

8. Скорость течения реки  $v = 3$  м/с, а скорость движения лодки относительно воды  $v_1 = 6$  км/ч. Определить, под каким углом относительно берега должна двигаться лодка, чтобы проплыть поперек реки.

9. Капля дождя при скорости ветра  $v_1 = 11$  м/с падает под углом  $\alpha = 30^\circ$  к вертикали. Определить, при какой скорости ветра капля будет падать под углом  $\beta = 45^\circ$ .

10. Лодка движется перпендикулярно к берегу со скоростью  $v = 7,2$  км/ч. Течение относит ее на расстояние  $l = 150$  м вниз по реке. Найти скорость течения реки и время  $t$ , затраченное на переправу через реку. Ширина реки  $l = 0,5$  км.

11. Камень, брошенный горизонтально, упал на землю через время  $t = 0,5$  с на расстоянии  $l = 5$  м по горизонтали от места бросания. С какой высоты  $h$  брошен камень? С какой скоростью  $v_0$  он брошен? С какой скоростью  $v$  он упадет на землю? Какой угол  $\varphi$  составит траектория камня с горизонтом в точке его падения на землю?

12. Камень брошен горизонтально со скоростью  $v_0 = 11$  м/с. Найти радиус  $R$  кривизны траектории камня через время  $t = 3$  с после начала движения.

13. Камень, брошенный со скоростью  $v_0 = 12$  м/с под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту, упал на землю на расстоянии  $l$  от места бросания. С какой высоты  $h$  надо бросить камень в горизонтальном направлении, чтобы при той же начальной скорости  $v_0$  он упал на то же место?

14. Камень брошен горизонтально со скоростью  $v_0 = 12$  м/с. Определить угол  $\alpha$ , который составит с вертикалью вектор скорости камня через  $t = 3$  с после начала движения, а также тангенциальное  $a_\tau$  и нормальное  $a_n$  ускорения камня в этот момент.

15. Наибольшая высота подъема тела, брошенного под углом к горизонту со скоростью 20 м/с, составляет 16 м. Под каким углом оно брошено?

16. Материальная точка начинает двигаться по окружности радиусом  $r = 12,5$  см с постоянным тангенциальным ускорением  $a_\tau = 0,5$  см/с<sup>2</sup>. Определить: 1) момент времени, при котором вектор ускорения образует с вектором скорости угол  $\alpha = 45^\circ$ ; 2) путь, пройденный за это время движущейся точкой.

17. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon = 3$  рад/с<sup>2</sup>. Определить радиус колеса, если через  $t = 1$  с после начала движения полное ускорение колеса  $a = 7,5$  см/с<sup>2</sup>.

18. Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону, выражаемому формулой  $\varphi = 5 + 10t - 4t^2$ . Найти модуль полного ускорения  $a$  точки, находящейся на расстоянии  $r = 0,2$  м от оси вращения для момента времени  $t_0 = 5$  с. Какой угол  $\alpha$  составляет вектор  $a$  с нормалью к траектории в этот момент времени?

19. Твердое тело начинает вращаться вокруг неподвижной оси с угловым ускорением  $\varepsilon = At$ , где  $A = 4,0 \cdot 10^2$  рад/с<sup>3</sup>. Через какое время после начала вращения вектор полного ускорения произвольной точки тела будет составлять угол  $\alpha = 60^\circ$  с ее вектором скорости?

20. Точка движется по окружности радиусом  $R = 15$  см с постоянным тангенциальным ускорением  $a_t$ . К концу четвертого оборота после начала движения линейная скорость точки  $v = 15$  см/с. Определить нормальное ускорение  $a_n$  точки через  $t = 16$  с после начала движения.

21. К нити подвешена гиря. Если поднимать гирю с ускорением  $a_1 = 2$  м/с<sup>2</sup>, то сила натяжения нити  $T_1$  будет вдвое меньше той силы натяжения  $T_2$ , при которой нить разрывается. С каким ускорением  $a_2$  надо поднимать гирю, чтобы нить разорвалась?

22. Вагон тормозится, и его скорость за время  $t = 3,3$  с равномерно уменьшается от  $v_1 = 47,5$  км/ч до  $v_2 = 30$  км/ч. Каким должен быть предельный коэффициент трения между чемоданом и полкой, чтобы чемодан при торможении начал скользить по полке?

23. Тело лежит на наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 4^\circ$ . При каком предельном коэффициенте трения  $k$  тело начнет скользить по наклонной плоскости? С каким ускорением  $a$  будет скользить тело по плоскости, если коэффициент трения  $k = 0,03$ ? Какое время  $t$  потребуется для прохождения при этих условиях пути  $s = 100$  м? Какую скорость  $v$  будет иметь тело в конце этого пути?

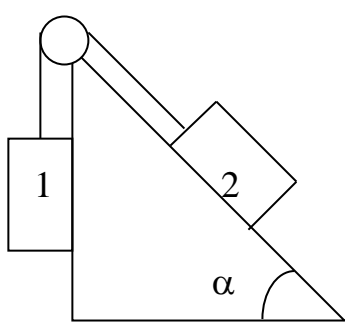


Рис. 1

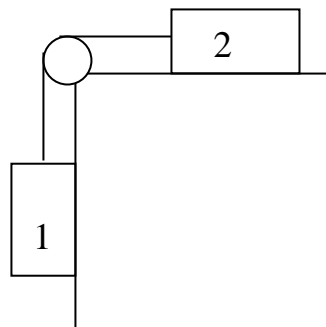


Рис. 2

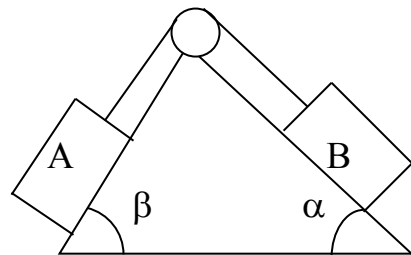


Рис. 3

24. Невесомый блок укреплен в вершине наклонной плоскости (рис. 1), составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . Гири 1 и 2 одинаковой массы  $m_1 = m_2 = 1$  кг соединены нитью и перекинуты через блок. Найти ускорение  $a$ , с которым движутся гири, и силу натяжения нити  $T$ . Трением гири 1 о наклонную плоскость и трением в блоке пренебречь.

25. На гладком горизонтальном столе (рис. 2) лежит брусок 2, к которому привязана нить, перекинутая через блок, укрепленный на краю стола. Если за нить тянуть с силой  $F = 3,0$  Н, то брусок будет двигаться с ускорением  $a_1 = 8,0$  м/с<sup>2</sup>. Каковы будут ускорение  $a_2$  бруска и сила натяжения  $T$  нити, если к ее концу привязать груз 1 массой  $m = 4$  кг?

26. Невесомый блок укреплен в вершине двух наклонных плоскостей, (рис. 3) составляющих с горизонтом углы  $\alpha = 30^\circ$  и  $\beta = 60^\circ$ . Гири А и В массой 2 кг каждая соединены нитью, перекинутой через блок. Найти ускорение  $a$ , с которым движутся гири, и силу натяжения нити  $T$ . Считать нить невесомой и нерастяжимой, трением пренебречь.

27. На какую высоту  $h$  поднимается тело, скользя вверх по наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 60^\circ$ , если ему сообщить скорость  $v_0 = 15$  м/с, а коэффициент трения между телом и плоскостью  $k = 0,15$ . Какова будет скорость  $v$  тела, когда оно вернется в исходную точку?

28. Под действием постоянной силы  $F$  вагонетка прошла путь  $s = 10$  м и приобрела скорость  $v = 3$  м/с. Определить работу  $A$  силы, если масса  $m$  вагонетки равна 300 кг и коэффициент трения  $k = 0,04$ .

29. Найти работу  $A$  подъема груза по наклонной плоскости длиной  $l = 3$  м, если масса  $m$  груза равна 200 кг, угол наклона  $\alpha = 30^\circ$ , коэффициент трения  $k = 0,2$  и груз движется с ускорением  $a = 1,5$  м/с<sup>2</sup>. Определить среднюю мощность подъемного устройства.

30. Работая с постоянной мощностью, локомотив может везти поезд вверх по склону при угле наклона  $\alpha_1 = 4 \cdot 10^3$  рад со скоростью  $v_1 = 50$  км/ч. Для угла наклона  $\alpha_2 = 2 \cdot 10^3$  рад при тех же условиях он развивает скорость  $v_2 = 60$  км/ч. Определить коэффициент трения, считая его одинаковым в обоих случаях.

31. Трамвайный вагон массой  $m = 5$  т идет по закруглению радиусом  $R = 128$  м. Найти силу бокового давления колес на рельсы при скорости движения  $v = 9$  км/ч.

32. Ведерко с водой, привязанное к веревке длиной  $l = 60$  см, равномерно вращается в вертикальной плоскости. Найти наименьшую скорость  $v$  вращения ведерка, при которой в высшей точке вода из него не выливается. Какова сила натяжения веревки  $T$  при этой скорости в высшей и низшей точках окружности? Масса ведерка с водой  $m = 2$  кг.

33. Камень, привязанный к веревке длиной  $l = 50$  см, равномерно вращается в вертикальной плоскости. При какой частоте вращения  $n$  веревка разорвется, если известно, что она разрывается при силе натяжения, равной десятикратной силе тяжести, действующей на камень.

34. Камень, привязанный к веревке, равномерно вращается в вертикальной плоскости. Найти массу  $m$  камня, если известно, что разность между максимальной и минимальной силами натяжения веревки  $\Delta T = 10$  Н.

35. Самолет, летящий со скоростью  $v = 900$  км/ч, делает «мертвую петлю». Каким должен быть радиус  $R$  «мертвой петли», чтобы наибольшая си-

ла  $F$ , прижимающая летчика к сидению, была равна: а) пятикратной силе тяжести, действующей на летчика; б) десятикратной силе тяжести, действующей на летчика?

36. Мотоциклист едет по горизонтальной дороге со скоростью  $v = 72$  км/ч, делая поворот радиусом  $R = 100$  м. На какой угол  $\alpha$  при этом он должен наклониться, чтобы не упасть при повороте?

37. К потолку трамвайного вагона подвешен на нити шар. Вагон идет со скоростью  $v = 9$  км/ч по закруглению радиусом  $R = 36,4$  м. На какой угол  $\alpha$  отклонится при этом нить с шаром?

38. С какой максимальной скоростью  $v$  может двигаться автомобиль по закруглению дороги радиусом  $R = 60$  м, если коэффициент трения между шинами и асфальтом  $k = 0,50$ ?

39. Мальчик массой  $m = 45$  кг вращается на «гигантских шагах» с частотой  $\nu = 16$  об/мин. Длина канатов  $l = 5$  м. Какой угол  $\alpha$  с вертикалью составляют канаты «гигантских шагов»? Каковы сила натяжения канатов  $T$  и скорость  $v$  вращения мальчика?

40. Груз массой  $m$ , подвешенный на невесомом стержне, отклоняют на угол  $\alpha = 90^\circ$  и отпускают. Найти силу натяжения  $T$  стержня в момент прохождения грузом положения равновесия.

41. Молекула, подлетевшая к стенке сосуда под углом  $60^\circ$ , упруго ударяется о нее со скоростью  $300$  м/с и отлетает. Определить импульс силы, полученный стенкой. Масса молекулы  $2 \cdot 10^{23}$  г.

42. Снаряд, летевший с горизонтальной скоростью  $500$  м/с, разрывается на два осколка. Масса одного осколка в два раза больше другого. Большой осколок падает по вертикали, а меньший – под углом  $30^\circ$  к горизонту. Какова скорость меньшего осколка?

43. На железнодорожной платформе установлено орудие, жестко скрепленное с платформой. Масса платформы и орудия  $M = 20$  т. Орудие производит выстрел под углом  $\alpha = 60^\circ$  к линии горизонта в направлении пути. Какую скорость  $v_1$  приобретает платформа с орудием вследствие отдачи, если масса снаряда  $m = 40$  кг и он вылетает из канала ствола со скоростью  $v_2 = 450$  м/с?

44. Снаряд массой  $m = 5$  кг, вылетевший из орудия, в верхней точке траектории имеет скорость  $v = 300$  м/с. В этой точке он разорвался на два осколка, причем больший осколок массой  $m_1 = 3$  кг полетел в обратном направлении со скоростью  $v_1 = 100$  м/с. Определить скорость  $v_2$  второго, меньшего, осколка.

45. Лодка массой  $M = 150$  кг и длиной  $l = 2,8$  м стоит неподвижно в стоячей воде. Рыбак массой  $m = 90$  кг в лодке переходит с носа на корму. Пренебрегая сопротивлением воды, определить, на какое расстояние  $s$  при этом сдвинется лодка.

46. Снаряд, вылетевший из орудия со скоростью  $v_0$ , разрывается на два одинаковых осколка в верхней точке траектории на расстоянии  $l$  (по горизонтали). Один из осколков полетел в обратном направлении со скоростью движения снаряда до разрыва. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить, на каком расстоянии (по горизонтали) от орудия упадет второй осколок.

47. Платформа с песком общей массой  $M = 2$  т стоит на рельсах на горизонтальном участке пути. В песок попадает снаряд массой  $m = 8$  кг и застревает в нем. Пренебрегая трением, определить, с какой скоростью будет двигаться платформа, если в момент попадания скорость снаряда  $v = 450$  м/с, а ее направление – сверху вниз под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту.

48. Снаряд массой  $m_1 = 100$  кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью  $v_1 = 500$  м/с, попадает в вагон с песком, масса которого  $m_2 = 10$  т, и застревает в нем. Какую скорость  $v$  получит вагон, если: а) вагон стоял неподвижно; б) вагон двигался со скоростью  $v_2 = 36$  км/ч в том же направлении, что и снаряд; в) вагон двигался со скоростью  $v_2 = 36$  км/ч в направлении, противоположном движению снаряда?

49. Тело массой  $m_1 = 1$  кг, движущееся горизонтально со скоростью  $v_1 = 1$  м/с, догоняет второе тело массой  $m_2 = 0,5$  кг и неупруго соударяется с ним. Какую скорость  $v$  получают тела, если: а) второе тело стояло неподвижно; б) второе тело двигалось со скоростью  $v_2 = 0,5$  м/с в том же направлении, что и первое тело; в) второе тело двигалось со скоростью  $v_2 = 0,5$  м/с в направлении, противоположном направлению движения первого тела.

50. Конькобежец массой  $M = 70$  кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой  $m = 3$  кг со скоростью  $v = 8$  м/с. На какое расстояние  $s$  откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения коньков о лед  $k = 0,02$ ?

51. Тело массой  $m_1 = 5$  кг ударяется о неподвижное тело массой  $m_2 = 2,5$  кг, которое после удара начинает двигаться с кинетической энергией  $W'_{k_2} = 5$  Дж. Считая удар центральным и упругим, найти кинетические энергии  $W_{k_1}$  и  $W'_{k_1}$  первого тела до и после удара.

52. Тело массой  $m_1 = 5$  кг ударяется о неподвижное тело массой  $m_2 = 2,5$  кг. Кинетическая энергия системы двух тел непосредственно после

удара стала  $W'_k = 5$  Дж. Считая удар центральным и неупругим, найти кинетическую энергию  $W_{k1}$  первого тела до удара.

53. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на невесомом, жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули в 1000 раз меньше массы шара. Расстояние от центра шара до точки подвеса стержня  $l = 1$  м. Найти скорость  $v$  пули, если известно, что стержень с шаром отклонился от удара пули на угол  $\alpha = 10^\circ$ .

54. Пуля массой  $m = 12$  г, летящая с горизонтальной скоростью  $0,6$  км/с, попадает в мешок с песком массой  $M = 10$  кг, висящий на длинной нити, и застревает в нем. Определить: 1) высоту, на которую поднимается мешок, отклонившись после удара; 2) долю кинетической энергии, израсходованной на пробивание песка.

55. Молот массой  $m = 10$  кг, двигаясь со скоростью  $v = 3$  м/с, ударяет по железному изделию, лежащему на наковальне. Масса наковальни вместе с изделием  $M = 110$  кг. Считая удар абсолютно неупругим, определить энергию, расходуемую на ковку (деформацию) изделия. Чему равен КПД процессаковки при данных условиях?

56. С башни высотой  $h = 25$  м горизонтально брошен камень со скоростью  $v = 15$  м/с. Найти кинетическую  $W_k$  и потенциальную  $W_p$  энергии камня через время  $t = 1$  с после начала движения. Масса камня  $m = 0,2$  кг.

57. Камень брошен со скоростью  $v = 15$  м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Найти кинетическую  $W_k$ , потенциальную  $W_p$  и полную  $W$  энергии камня: а) через время  $t = 1$  с после начала движения; б) в высшей точке траектории. Масса камня  $m = 0,2$  кг.

58. На толкание ядра, брошенного под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, затрачена работа  $A = 216$  Дж. Через какое время  $t$  и на каком расстоянии от места бросания ядро упадет на землю? Масса ядра  $m = 2$  кг.

59. Тело скользит сначала по наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 80^\circ$  с горизонтом, а затем по горизонтальной поверхности. Найти коэффициент трения на всем пути, если известно, что тело проходит по горизонтальной поверхности то же расстояние, что и по наклонной плоскости.

60. Тело массой  $m = 3$  кг, имея начальную скорость  $v_0 = 0$  м/с, скользит по наклонной плоскости высотой  $h = 0,5$  м и длиной склона  $l = 1$  м и приходит к основанию наклонной плоскости со скоростью  $v = 2,45$  м/с. Найти коэффициент трения  $k$  тела о плоскость и количество теплоты  $q$ , выделенное при трении.

61. Шар и сплошной цилиндр, изготовленные из одного и того же материала, одинаковой массы катятся без скольжения с одинаковой скоростью.

Определить, во сколько раз кинетическая энергия шара меньше кинетической энергии сплошного цилиндра.

62. Маховик в виде сплошного диска, момент инерции которого  $J = 150 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , вращается с частотой  $n = 240 \text{ об/мин}$ . Через время  $t = 1 \text{ мин}$ , после того как на маховик стал действовать момент сил торможения, он остановился. Определить: 1) момент  $M$  сил торможения; 2) число оборотов маховика от начала торможения до полной остановки.

63. К ободу однородного сплошного диска радиусом  $R = 0,5 \text{ м}$  приложена постоянная касательная сила  $F = 100 \text{ Н}$ . При вращении диска на него действует момент сил трения  $M = 2 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Определить массу  $m$  диска, если известно, что его угловое ускорение постоянно и равно  $16 \text{ рад/с}^2$ .

64. Частота вращения  $n_0$  маховика, момент инерции  $J$  которого равен  $120 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , составляет  $240 \text{ об/мин}$ . После прекращения действия на него вращающего момента маховик, под действием сил трения в подшипниках, остановился за время  $t = \pi \text{ мин}$ . Считая трение в подшипниках постоянным, определить момент  $M$  сил трения.

65. Маховик в виде сплошного диска, момент инерции которого  $J = 1,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , вращаясь при торможении равнозамедленно, за время  $t = 1 \text{ мин}$  уменьшил частоту своего вращения с  $n_0 = 240 \text{ об/мин}$  до  $n_1 = 120 \text{ об/мин}$ . Определить: 1) угловое ускорение  $\varepsilon$  маховика; 2) момент  $M$  силы торможения; 3) работу торможения  $A$ .

66. Человек стоит в центре скамьи Жуковского и держит на вытянутых руках гири массой по  $5 \text{ кг}$ . Расстояние между гирями  $1,5 \text{ м}$ . При одновременном опускании рук расстояние от гири до оси вращения уменьшилось до  $20 \text{ см}$ , скорость вращения скамьи изменилась. Момент инерции гирь и скамьи с человеком на ней при вытянутых руках  $12 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . Определить, как изменилась скорость вращения скамьи, если известно, что первоначально скамья вращалась с частотой  $120 \text{ мин}^{-1}$ .

67. На краю скамьи Жуковского стоит человек массой  $m_1 = 65 \text{ кг}$ . На какой угол  $\varphi$  повернется скамья, если человек пойдет по краю скамьи и вернется в исходную точку? Масса скамьи равна  $200 \text{ кг}$ . Момент инерции  $J$  человека рассчитывать как для материальной точки.

68. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально, параллельно оси вращения скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = 6 \text{ рад/с}$ . С какой угловой скоростью  $\omega_2$  будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень в горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи  $J = 20 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .



Длина стержня  $l = 2$  м, масса  $m = 5$  кг. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

69. Маховик массой 5 кг вращается вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр, с частотой  $600 \text{ мин}^{-1}$ . Массу маховика можно считать распределенной по его ободу радиусом 30 см. Через 40 с под действием тормозящего момента маховик остановился. Найти тормозящий момент и число оборотов, которое делает маховик до полной остановки.

70. Нить с привязанными к ее концам грузами массой  $m_1 = 60$  г и  $m_2 = 100$  г перекинута через блок диаметром  $D = 5$  см. Определить момент инерции  $J$  блока, если под действием сил тяжести грузов он получил угловое ускорение  $\varepsilon = 2 \text{ рад/с}^2$ .

71. Баллон объемом  $V = 12$  л наполнен азотом при давлении  $p = 8,1$  МПа и температуре  $t = 17$  °С. Какая масса азота находится в баллоне?

72. В баллоне находилась масса  $m_1 = 10$  кг газа при давлении  $p_1 = 10$  МПа. Какую массу  $\Delta m$  газа взяли из баллона, если давление стало равным  $p_2 = 2,5$  МПа? Температуру газа считать постоянной.

73. Какое количество  $\nu$  газа находится в баллоне объемом  $V = 10 \text{ м}^3$  при давлении  $p = 96$  кПа и температуре  $t = 17$  °С?

74. Некоторый газ при температуре  $t = 10$  °С и давлении  $p = 200$  кПа имеет плотность  $\rho = 0,34 \text{ кг/см}^3$ . Найти молярную массу  $\mu$  газа.

75. В закрытом сосуде вместимостью 20 л находится водород массой 6 г и гелий массой 12 г. Определить: 1) давление; 2) молярную массу газовой смеси в сосуде, если температура смеси  $T = 300$  К.

76. Определить плотность смеси газов водорода массой  $m_1 = 8$  г и кислорода массой  $m_2 = 64$  г при температуре  $T = 290$  К при давлении 0,1 МПа. Газы считать идеальными.

77. В сосуде объемом  $V = 2$  л находится масса  $m_1 = 6$  г углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и масса  $m_2 = 4$  г закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) при температуре  $t = 127$  °С. Найти давление  $p$  смеси в сосуде.

78. В сосуде находится масса  $m_1 = 14$  г азота и масса  $m_2 = 9$  г водорода при температуре  $t = 10$  °С и давлении  $p = 1$  МПа. Найти молярную массу  $\mu$  смеси и объем  $V$  сосуда.

79. В смеси газов находится 30 % кислорода и 70 % гелия. Определить плотность газа при температуре 320 К и давлении 0,2 МПа.

80. В сосуде емкостью 50 л находится азот при температуре 20 °С. Вследствие утечки газа давление уменьшилось на 60 кПа. Определить массу газа, вышедшего из баллона. Температуру считать неизменной.

81. Определить давление, оказываемое на стенки сосуда, если его плотность равна  $0,01 \text{ кг/м}^3$ , а средняя квадратичная скорость молекул газа составляет  $480 \text{ м/с}$ .

82. Определить наиболее вероятную скорость  $v_B$  молекул газа, плотность которого при давлении  $40 \text{ кПа}$  составляет  $0,35 \text{ кг/м}^3$ .

83. Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon_0 \rangle$  поступательного движения молекул газа, находящегося под давлением  $0,1 \text{ Па}$ . Концентрация молекул газа равна  $10^{13} \text{ см}^{-3}$ .

84. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа при температуре  $6000 \text{ }^\circ\text{C}$  равна  $1,6 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}$ . Какова эта энергия при температурах -  $200$  и  $2000 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

85. Давление газа равно  $1,5 \text{ МПа}$ , концентрация его молекул составляет  $2 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$ . Определить: 1) температуру  $T$  газа; 2) среднюю кинетическую энергию  $\langle W_K \rangle$  поступательного движения молекул газа.

86. Энергия поступательного движения молекул азота, находящегося в баллоне объемом  $V = 20 \text{ л}$ , равна  $W = 5 \text{ кДж}$ , а средняя квадратичная скорость его молекул  $\sqrt{v^2} = 2 \cdot 10^3 \text{ м/с}$ . Найти массу  $m$  азота в баллоне и давление  $p$ , под которым он находится.

87. Масса  $m = 1 \text{ кг}$  двухатомного газа находится под давлением  $p = 80 \text{ кПа}$  и имеет плотность  $\rho = 4 \text{ кг/м}^3$ . Найти энергию теплового движения  $W$  молекул газа при этих условиях.

88. Какое число молекул  $N$  двухатомного газа содержит объем  $V = 10 \text{ см}^3$  при давлении  $p = 5,3 \text{ кПа}$  и температуре  $t = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Какой энергией теплового движения обладают эти молекулы?

89. Плотность некоторого двухатомного газа при нормальных условиях  $\rho = 1,43 \text{ кг/м}^3$ . Найти удельные теплоемкости  $c_p$  и  $c_v$  этого газа.

90. Молярная масса некоторого газа  $\mu = 0,03 \text{ кг/моль}$ , отношение  $c_p/c_v = 1,4$ . Найти удельные теплоемкости  $c_p$  и  $c_v$  этого газа.

91. Какая доля молекул кислорода обладает скоростями, лежащими между  $v_1 = 790 \text{ м/с}$  и  $v_2 = 800 \text{ м/с}$ , при температуре  $t = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

92. Плотность некоторого газа  $\rho = 0,082 \text{ кг/м}^3$  при давлении  $p = 100 \text{ кПа}$  и температуре  $t = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ . Найти среднюю квадратичную скорость  $\sqrt{v^2}$  молекул газа. Какова молярная масса  $\mu$  этого газа?

93. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа при нормальных условиях  $\sqrt{v^2} = 461 \text{ м/с}$ . Какое число молекул  $n$  содержит единица массы этого газа?

94. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа  $\sqrt{v^2} = 450$  м/с. Давление газа  $p = 50$  кПа. Найти плотность  $\rho$  газа при этих условиях.

95. Найти число  $\Delta N$  молекул азота, заключенных при нормальных условиях в объеме  $V = 1$  см<sup>3</sup> и обладающих скоростями, лежащими в интервале от  $v_1 = 99$  м/с до  $v_2 = 101$  м/с.

96. На какой высоте давление воздуха составляет 60 % от давления на уровне моря? Считать, что температура воздуха везде одинакова и равна 10 °С.

97. Каково давление воздуха в шахте на глубине 1 км, если считать, что температура по всей высоте постоянная и равна 22 °С, а ускорение свободного падения не зависит от высоты? Давление воздуха у поверхности Земли  $p_0 = 100$  кПа.

98. Определить отношение давления воздуха на высоте 1 км к давлению на дне скважины глубиной 1 км. Воздух у поверхности Земли находится при нормальных условиях, и его температура не зависит от высоты.

99. На какой высоте плотность воздуха в  $e$  раз ( $e$  - основание натуральных логарифмов) меньше по сравнению с плотностью воздуха на уровне земли. Ускорение свободного падения считать не зависящими от высоты.

100. Найти плотность  $\rho$  воздуха: а) у поверхности Земли; б) на высоте  $h = 4$  км от поверхности Земли. Температуру воздуха считать постоянной и равной  $t = 0$  °С. Давление воздуха у поверхности Земли  $p_0 = 100$  кПа.

101. Найти среднюю длину свободного пробега и среднее время между столкновениями молекул газообразного азота, находящегося: 1) при нормальных условиях; 2) при температуре  $t = 0$  °С и давлении  $p = 1,0$  нПа (такое давление позволяют получать современные вакуумные насосы).

102. Идеальный газ совершил процесс, в результате которого его давление возросло в  $n$  раз. Как и во сколько раз изменились средняя длина свободного пробега и число столкновений каждой молекулы в единицу времени, если процесс: 1) изохорический; 2) изотермический?

103. Определить коэффициент теплопроводности кислорода при давлении 0,1 МПа и температуре 350 К, если коэффициент диффузии в этих условиях равен 0,3 см<sup>2</sup>/с.

104. В результате некоторого процесса коэффициент вязкости идеального газа увеличился в 2 раза, а коэффициент диффузии - в 4 раза. Как и во сколько раз изменилось давление газа?

105. Коэффициент теплопроводности гелия в 8,7 раза больше, чем у аргона (при нормальных условиях). Найти отношение эффективных диаметров атомов аргона и гелия.

106. В сосуде объемом  $V = 2$  л находится  $N = 4 \cdot 10^{22}$  молекул двухатомного газа. Теплопроводность газа  $K = 14$  мВт/(м·К). Найти коэффициент диффузии  $D$  газа.

107. Углекислый газ и азот находятся при одинаковых температурах и давлениях. Найти для этих газов отношение: а) коэффициентов диффузии; б) вязкостей; в) теплопроводностей. Диаметры молекул газов считать одинаковыми.

108. Пространство между двумя параллельными пластинами площадью  $150 \text{ см}^2$  каждая, находящимися на расстоянии 5 мм друг от друга, заполнено кислородом. Одна пластина поддерживается при температуре  $17^\circ\text{C}$ , другая – при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Определить количество теплоты, прошедшее за 5 мин посредством теплопроводности от одной пластины к другой. Кислород находится при нормальных условиях. Эффективный диаметр молекул кислорода считать равным  $0,36$  нм.

109. Определить массу азота, прошедшего вследствие диффузии через площадку  $50 \text{ см}^2$  за 20 с, если градиент плотности в направлении, перпендикулярном площадке, равен  $1 \text{ кг/м}^4$ . Температура азота 290 К, а средняя длина свободного пробега его молекул равна 1 мкм.

110. Определить, во сколько раз отличаются коэффициенты динамической вязкости  $\eta$  углекислого газа и азота, если оба газа находятся при одинаковых температуре и давлении. Эффективные диаметры молекул этих газов считать равными.

111. Кислород массой 32 кг находится в закрытом сосуде под давлением  $0,1$  МПа при температуре 290 К. После нагревания давление в сосуде повысилось в 4 раза. Определить: 1) объем сосуда; 2) температуру, до которой газ нагрели; 3) количество теплоты, сообщенное газу.

112. Определить количество теплоты, сообщенное газу, если в процессе изохорного нагревания кислорода объемом  $V = 20$  л его давление изменилось на  $\Delta p = 100$  кПа.

113. Двухатомный газ ( $\nu = 2$  моль) нагревают при постоянном объеме до температуры  $T_1 = 289$  К. Определить количество теплоты, которое необходимо сообщить газу, чтобы увеличить его давление в  $n = 3$  раза.

114. При изобарном нагревании некоторого идеального газа ( $\nu = 2$  моль) на  $\Delta T = 90$  К ему было сообщено количество теплоты  $2,1$  кДж.

Определить: 1) работу, совершаемую газом; 2) изменение внутренней энергии газа; 3) величину  $\gamma = C_p / C_v$ .

115. Азот массой  $m = 280$  г расширяется в результате изобарного процесса при давлении  $p = 1$  МПа. Определить: 1) работу расширения; 2) конечный объем газа, если на расширение затрачена теплота  $Q = 5$  кДж, а начальная температура азота  $T_1 = 290$  К.

116. Кислород объемом 1 л находится под давлением 1 МПа. Определить, какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы увеличить его объем вдвое в результате изобарного процесса?

117. Некоторый газ массой  $m = 5$  г расширяется изотермически от объема  $V_1$  до объема  $V_2 = 2V_1$ . Работа расширения  $A = 1$  кДж. Определить среднюю квадратичную скорость молекул газа.

118. Азот массой  $m = 14$  г сжимают изотермически при температуре  $T = 300$  К от давления  $p_1 = 100$  кПа до давления  $p_2 = 500$  кПа. Определить: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу сжатия; 3) количество выделившейся теплоты.

119. Некоторый газ массой 1 кг находится при температуре  $T = 300$  К и под давлением  $p_1 = 0,5$  МПа. В результате изотермического сжатия давление газа увеличилось в два раза. Определить: 1) какой это газ; 2) первоначальный удельный объем газа.

120. Работа расширения некоторого двухатомного идеального газа составляет 2 кДж. Определить количество подведенной к газу теплоты, если процесс протекал: 1) изотермически; 2) изобарно.

121. При адиабатическом сжатии воздуха в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания давление изменяется от  $p_1 = 0,1$  МПа до  $p_2 = 3,5$  МПа. Начальная температура воздуха  $t_1 = 40$  °С. Найти температуру  $t_2$  воздуха в конце сжатия.

122. Газ расширяется адиабатически, причем объем его увеличивается вдвое, а термодинамическая температура падает в 1,32 раза. Какое число степеней свободы  $i$  имеют молекулы этого газа?

123. Двухатомный газ, находящийся при давлении  $p_1 = 2$  МПа и температуре  $t_1 = 27$  °С, сжимается адиабатически от объема  $V_1$  до объема  $V_2 = 0,5V_1$ . Найти температуру  $t_2$  и давление  $p_2$  газа после сжатия.

124. Двухатомный газ занимает объем  $V_1 = 0,5$  л при давлении  $p_1 = 50$  кПа. Газ сжимается адиабатически до некоторого объема  $V_2 = \text{const}$  до первоначальной температуры, причем его давление становится равным

$p_0 = 100$  кПа. Начертить график этого процесса. Найти объем  $V_2$  и давление  $p_2$ .

125. Газ расширяется адиабатически так, что его давление падает от  $p_1 = 200$  кПа до  $p_2 = 100$  кПа. Затем он нагревается при постоянном объеме до первоначальной температуры, причем его давление становится равным  $p = 122$  кПа. Найти отношение  $C_p/C_v$  для этого газа. Начертить график этого процесса.

126. Кислород, занимающий при давлении  $p_1 = 1$  МПа объем  $V_1 = 5$  л, расширяется в  $n = 3$  раза. Определить конечное давление и работу, совершенную газом. Рассмотреть следующие процессы: 1) изобарный; 2) изотермический; 3) адиабатический.

127. При адиабатическом сжатии количества  $\nu = 1$  моль двухатомного газа была совершена работа  $A = 146$  кДж. На сколько увеличилась температура газа при сжатии?

128. Во сколько раз уменьшится средняя квадратичная скорость молекул двухатомного газа при адиабатическом увеличении объема газа в 2 раза?

129. Масса  $m = 10$  г кислорода, находящегося при нормальных условиях, сжимается до объема  $V_2 = 1,4$  л. Найти давление  $p_2$  и температуру  $t_2$  кислорода после сжатия, если кислород сжимается: а) изотермически; б) адиабатически. Найти работу  $A$  сжатия в каждом из этих случаев.

130. Азот массой  $m = 28$  г, находящийся при температуре  $t_1 = 40$  °С и давлении  $p_1 = 100$  кПа, сжимается до объема  $V_2 = 13$  л. Найти температуру  $t_2$  и давление  $p_2$  азота после сжатия, если азот сжимается: а) изотермически, б) адиабатически. Найти работу  $A$  сжатия в каждом из этих случаев.

131. Идеальный газ, совершающий цикл Карно, 70 % количества теплоты, полученной от нагревателя, отдает холодильнику. Количество теплоты, получаемое от нагревателя равно 5 кДж. Определить: 1) термический КПД цикла; 2) работу, совершенную при полном цикле.

132. Идеальный газ работает по циклу Карно. Газ получил от нагревателя количество теплоты 5,5 кДж и совершил работу 1,1 кДж. Определить: 1) термический КПД цикла; 2) отношение температур нагревателя и холодильника.

133. Идеальный газ работает по циклу Карно, термический КПД которого равен 0,4. Определить работу изотермического сжатия газа, если работа изотермического расширения составляет 400 Дж.

134. Идеальный газ работает по циклу Карно. Температура нагревателя  $T_1 = 500$  К, холодильника  $T_2 = 300$  К. Работа изотермического расширения газа составляет 2 кДж. Определить: 1) термический КПД цикла; 2) количество теплоты, отданное газом при изотермическом сжатии холодильнику.

135. Многоатомный идеальный газ работает по циклу Карно, при этом в процессе адиабатического расширения объем газа увеличился в  $n = 4$  раза. Определить термический КПД цикла.

136. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает работу  $A = 73,5$  кДж. Температура нагревателя  $t_1 = 100$  °С, температура холодильника  $t_2 = 0$  °С. Найти КПД  $\eta$  цикла, количество теплоты  $Q_1$ , получаемое машиной за один цикл от нагревателя, и количество теплоты  $Q_2$ , отдаваемое за один цикл холодильнику.

137. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. При этом 80 % количества теплоты, получаемое от нагревателя, передается холодильнику. Машина получает от нагревателя количество теплоты  $Q_1 = 6,28$  кДж. Найти КПД  $\eta$  цикла и работу  $A$ , совершаемую за один цикл.

138. Количество  $\nu = 1$  кмоль идеального газа совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. При этом объем газа изменяется от  $V_1 = 25$  м<sup>3</sup> до  $V_2 = 50$  м<sup>3</sup> и давление изменяется от  $p_1 = 100$  кПа до  $p_2 = 200$  кПа. Во сколько раз работа, совершаемая при таком цикле, меньше работы, совершаемой в цикле Карно, изотермы которого соответствуют наибольшей и наименьшей температурам рассматриваемого цикла, если при изотермическом расширении объем увеличился в 2 раза?

139. Идеальная холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, передает тепло от холодильника с водой при температуре  $t_2 = 0$  °С кипятильнику с водой при температуре  $t_1 = 100$  °С. Какую массу  $m_2$  воды нужно заморозить в холодильнике, чтобы превратить в пар массу  $m_1 = 1$  кг воды в кипятильнике?

140. Паровая машина мощностью  $P = 14,7$  кВт имеет площадь поршня  $S = 0,02$  м<sup>2</sup>; ход поршня  $h = 45$  см. Изобарический процесс  $BC$  (рис. 4) происходит при движении поршня на одну треть его хода. Объемом  $V_0$ , по сравнению с объемами  $V_1$ ,  $V_2$  пренебречь. Давление пара в холодильнике  $p_2 = 0,1$  МПа. Сколько циклов за время  $t = 1$  мин делает машина, если показатель адиабаты  $N = 1,3$ ?

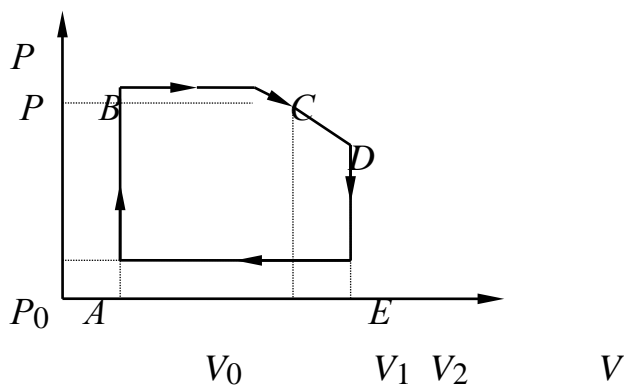


Рис. 4

141. Найти силу  $F$  притяжения между ядром атома водорода и электроном. Радиус атома водорода  $r = 0,5 \cdot 10^{-10}$  м; заряд ядра равен по модулю и противоположен по знаку заряду электрона.

142. Два точечных заряда, находясь в воздухе ( $\epsilon = 1$ ) на расстоянии  $r = 20$  см друг от друга, взаимодействуют с некоторой силой. На каком расстоянии  $r$  нужно поместить эти заряды в масле, чтобы получить ту же силу взаимодействия?

143. Найти напряженность  $E$  электростатического поля в точке, лежащей посередине между точечными зарядами  $q_1 = 8 \cdot 10^{-9}$  Кл и  $q_2 = -6 \cdot 10^{-9}$  Кл. Расстояние между зарядами  $r = 10$  см,  $\epsilon = 1$ .

144. В центр квадрата, в каждой вершине которого находится заряд  $q = 2,33$  нКл, помещен отрицательный заряд  $q_0$ . Найти этот заряд, если на каждый заряд  $q$  действует результирующая сила  $\vec{F} = 0$  (рис. 1.3).

145. Два точечных заряда  $q_1 = 7,5$  нКл и  $q_2 = -14,7$  нКл расположены на расстоянии  $r = 5$  см. Найти напряженность  $E$  электрического поля в точке, находящейся на расстояниях  $a = 3$  см от положительного заряда и  $b = 4$  см от отрицательного заряда.

146. Наэлектризованный маленький шарик был приведен в соприкосновение с равным ему ненаэлектризованным. Помещенные затем на расстоянии  $r = 9$  см шарики отталкиваются с силой  $F = 0,25$  мН. Каков был первоначальный заряд шарика?

147. На расстоянии  $d = 20$  см находятся два точечных заряда  $q = -50$  нКл и  $q = 100$  нКл. Определить силу  $F$ , действующую на заряд  $q = -10$  нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное  $d$ .

148. Два одинаково заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол  $\alpha$ . Шарики погружаются в масло. Какова плотность масла  $\rho$ , если угол расхождения нитей при погружении шариков в него остается неизменным? Плотность материала



шариков  $\rho = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , диэлектрическая проницаемость масла  $\rho = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  $\varepsilon = 2,2$ .

149. В элементарной теории атома водорода принимают, что электрон вращается вокруг ядра по круговой орбите. Определить скорость и частоту вращения электрона, если радиус орбиты  $r = 0,5 \text{ нм}$ .

150. Два положительных точечных заряда  $Q$  и  $4Q$  скреплены на расстоянии  $l = 60 \text{ см}$  друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, следует поместить третий заряд  $Q$ , так, чтобы он находился в равновесии. Указать, какой знак должен иметь этот заряд для того, чтобы равновесие было устойчивым, если перемещение заряда возможно только вдоль прямой, проходящей через закрепленные заряды.

151. Тонкая нить длиной  $l = 20 \text{ см}$  равномерно заряжена с линейной плотностью  $\tau = 10 \text{ нКл/м}$ . На расстоянии  $a = 10 \text{ см}$  от нити, против ее середины, находится точечный заряд  $Q = 1 \text{ нКл}$ . Вычислить силу  $F$ , действующую на этот заряд со стороны заряженной нити.

152. Тонкий стержень длиной  $l = 10 \text{ см}$  равномерно заряжен. Линейная плотность заряда  $\tau = 1 \text{ мкКл/м}$ . На продолжении оси стержня на расстоянии  $a = 20 \text{ см}$  от ближайшего его конца находится точечный заряд  $Q = 100 \text{ нКл}$ . Определить силу  $F$  взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.

153. Тонкая бесконечная нить согнута под углом  $90^\circ$ . Нить несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью  $\tau = 1 \text{ мкКл/м}$ . Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q = 0,1 \text{ мкКл}$ , расположенный на продолжении одной из сторон и удаленный от вершины угла на  $a = 50 \text{ см}$ .

154. С какой силой  $F$  электрическое поле заряженной бесконечной плотности действует на единицу длины заряженной бесконечно длинной нити, помещенной в это поле? Линейная плотность заряда на нити  $\tau = 3 \text{ мкКл/м}$  и поверхностная плотность заряда на плоскости  $\sigma = 20 \text{ мкКл/м}$ .

155. С какой силой  $F$  на единицу длины отталкиваются две одноименно заряженные бесконечно длинные нити с одинаковой линейной плотностью заряда  $\tau = 3 \text{ мкКл/м}$ , находящиеся на расстоянии  $r = 2 \text{ см}$  друг от друга? Какую работу  $A$  на единицу длины надо совершить, чтобы сдвинуть эти нити до расстояния  $r = 1 \text{ см}$ ?

156. Две длинные одноименно заряженные нити расположены на расстоянии  $r = 10 \text{ см}$  друг от друга. Линейная плотность заряда на нитях  $\tau_1 = \tau_2 = 10 \text{ мкКл/м}$ . Найти модуль и направление напряженности  $E$  результирующего электрического поля в точке, находящейся на расстоянии  $a = 10 \text{ см}$  от каждой нити.

157. В плоском горизонтально расположенном конденсаторе заряженная капелька ртути находится в равновесии при напряженности электрического поля  $E = 60 \text{ кВ} \cdot \text{м}$ . Заряд капли  $q = 0,8 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}$ . Найти радиус  $R$  капли.

158. На тонком стержне длиной  $l = 20 \text{ см}$  находится равномерно распределенный заряд. На продолжении оси стержня на расстоянии  $a = 10 \text{ см}$  от ближайшего конца находится точечный заряд  $q = 40 \text{ нКл}$ , который взаимодействует со стержнем с силой  $F = 6 \text{ мкН}$ . Определить линейную плотность  $t$  заряда на стержне.

159. Тонкий стержень длиной  $l = 20 \text{ см}$  равномерно заряжен с линейной плотностью  $1 \text{ нКл/см}$ . Определить напряженность поля, созданного стержнем в точке  $A$  на продолжении его оси на расстоянии  $a = 15 \text{ см}$  от ближайшего конца, и силу взаимодействия стержня и заряда  $10^{-8} \text{ Кл}$ , если его поместить в точку  $A$ .

160. Две длинные прямые параллельные нити находятся на расстоянии  $d = 5 \text{ см}$  друг от друга. На нитях равномерно распределены заряды с линейными плотностями заряда  $\tau = -5 \text{ нКл/см}$  и  $\tau = 10 \text{ нКл/см}$ . Определить напряженность  $E$  электрического поля в точке, удаленной от первой нити на расстояние  $r = 6 \text{ см}$  и от второй на расстояние  $r = 4 \text{ см}$ .

161. Точечный заряд  $Q = 10 \text{ нКл}$ , находясь в некоторой точке поля, обладает потенциальной энергией  $\Pi = 10 \text{ мкДж}$ . Найти потенциал  $U$  этой точки поля.

162. Поле создано точечным зарядом  $\text{нКл}$ . Определить потенциал  $U$  поля в точке, удаленной от заряда на расстояние  $r = 20 \text{ см}$ .

163. Определить потенциал  $U$  электрического поля в точке, удаленной от зарядов  $Q_1 = -0,2 \text{ мкКл}$  и  $Q_2 = 0,5 \text{ мкКл}$  соответственно на  $r = 15 \text{ см}$  и  $r = 25 \text{ см}$ . Определить также минимальное и максимальное расстояние между зарядами, при которых возможно решение.

164. Какова потенциальная энергия  $\Pi$  системы четырех одинаковых точечных зарядов  $Q = 10 \text{ нКл}$ , расположенных в вершинах квадрата со стороной  $a = 10 \text{ см}$ ?

165. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом  $R = 10 \text{ см}$ . Он заряжен с линейной плотностью заряда  $\tau = 300 \text{ нКл/м}$ . Какую работу  $A$  надо совершить, чтобы перенести заряд  $q = 5 \text{ нКл}$  из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии  $l = 20 \text{ см}$  от его центра?

166. Электрон влетает в плоский воздушный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью  $V = 5 \cdot 10^7 \text{ м} \cdot \text{с}$ . Расстояние между пластинами  $d = 2 \text{ см}$ , разность потенциалов  $U = 500 \text{ В}$ . Найти отклонение электрона, вызванное полем конденсатора, если длина его пластины  $l = 5 \text{ см}$ .

167. Какая работа  $A$  совершается при перенесении точечного заряда  $q = 20$  нКл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии  $r = 1$  см от поверхности шара радиусом  $R = 1$  см с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 10$  мкКл/м?

168. При радиоактивном распаде из ядра атома полония вылетает  $\alpha$ -частица со скоростью  $U = 1,6 \cdot 10^7$  м·с. Найти кинетическую энергию  $W$   $\alpha$ -частицы и разность потенциалов  $U$  поля, в котором можно разогнать покоящуюся  $\alpha$ -частицу до такой же скорости.

169. Точечные заряды  $Q = 1$  мкКл и  $Q = 0,1$  мкКл находятся на расстоянии  $r = 10$  см друг от друга. Какую работу  $A$  совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние: 1)  $r = 10$  м; 2)  $r = \infty$ ?

170. Напряженность  $E$  однородного электрического поля равна  $120$  В·м. Определить разность потенциалов  $U$  между этой точкой и другой, лежащей на той же силовой линии и отстоящей от первой на  $r = 1$  мм.

171. Напряженность  $E$  однородного электрического поля в некоторой точке равна  $600$  В·м. Вычислить разность потенциалов  $U$  между этой точкой и другой, лежащей на прямой, составляющей угол  $\alpha = 60^\circ$  с направлением вектора напряженности. Расстояние между точками равно  $2$  мм.

172. Бесконечная плоскость заряжена отрицательно с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 40$  нКл/м. По направлению силовой линии поля, созданного плоскостью, летит электрон. Определить минимальное расстояние  $l$ , на которое может подойти к плоскости электрон, если на расстоянии  $l = 5$  см он имел кинетическую энергию  $W = 100$  эВ.

173. Шарик массой  $m = 40$  мг, имеющий положительный заряд  $q = 1$  нКл, движется со скоростью  $v = 10$  см/с. На какое расстояние  $l$  может приблизиться шарик к положительному точечному заряду  $q = 1,33$  нКл?

174. В однородное электрическое поле напряженностью  $E = 1$  кВ·м влетает вдоль силовой линии электрон со скоростью  $v_0 = 1 \cdot 10^6$  м/с. Определить расстояние  $l$ , пройденное электроном до точки, в которой его скорость  $v$  будет равна половине начальной.

175. Конденсатор с парафиновым диэлектриком ( $\epsilon = 2$ ), емкостью  $C = 4,42 \cdot 10^{-11}$  Ф заряжен до разности потенциалов  $150$  В. Напряженность поля внутри конденсатора  $E = 6 \cdot 10^2$  В/м. Определить площадь пластин конденсатора, энергию поля конденсатора и поверхностную плотность заряда на пластине.

176. Два конденсатора емкостью  $C_1 = 5$  мкФ и  $C_2 = 8$  мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС  $E = 80$  В. Определить заряды  $q_1$  и  $q_2$  конденсаторов и разности потенциалов  $U_1$  и  $U_2$  между их обкладками.

177. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Емкость такой батареи конденсаторов  $C = 90$  пФ. Площадь каждой пластины  $S = 100$  см. Диэлектрик - стекло. Какова толщина  $d$  стекла?

178. Требуется изготовить конденсатор емкостью  $C = 250$  пФ. Для этого на парафинированную бумагу толщиной  $d = 0,05$  мм наклеивают с обеих сторон кружки станиоля. Каким должен быть диаметр  $D$  кружков станиоля?

179. Найти емкость  $C$  системы конденсаторов, состоящей из двух конденсаторов соединенных параллельно и третьего, присоединенного к ним последовательно. Емкость конденсатора равна  $0,5$  мкФ.

180. Два металлических шара радиусами  $R_1 = 2$  см и  $R_2 = 6$  см соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд  $Q = 1$  нКл. Найти поверхностную плотность зарядов  $\sigma$  на шарах.

181. На пластинах плоского конденсатора равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 2$  мкКл/м. Расстояние  $d$  между пластинами равно  $1$  мм. На сколько изменится разность потенциалов на его обкладках при увеличении расстояния между пластинами до  $3$  мм?

182. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Емкость  $C$  такой батареи конденсаторов равна  $89$  пФ. Диэлектрик – стекло. Толщина  $d$  стекла равна  $2,32$  мм. Какова площадь каждой пластины?

183. Два металлических шарика радиусами  $R_1 = 5$  см и  $R_2 = 10$  см имеют заряды  $q_1 = 40$  нКл и  $q_2 = -20$  нКл, соответственно. Найти энергию  $W$ , которая выделится при разрядке, если шары соединить проводником.

184. Плоский конденсатор с площадью пластин  $S = 200$  см каждый заряжен до разности потенциалов  $U = 2$  кВ. Расстояние между пластинами  $d = 2$  см. Диэлектрик – стекло ( $\epsilon = 7$ ). Определить энергию  $W$  поля конденсатора и плотность  $w$  энергии поля.

185. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора  $S = 0,01$  м, расстояние между ними  $d = 5$  мм. Какая разность потенциалов  $U$  была приложена к пластинам конденсатора, если известно, что при разряде конденсатора выделилось  $Q = 4,19 \cdot 10^{-3}$  Дж тепла?

186. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора  $S = 0,01$  м, расстояние между ними  $d = 2$  см. К пластинам конденсатора приложена разность потенциалов  $U = 3$  кВ. Какова будет напряженность  $E$  поля конденсатора, если, не отключая его от источника напряжения, пластины раздвинуть до расстояния  $d = 5$  см? Найти энергии  $W_1$  и  $W_2$  конденсатора до и после раздвижения пластин.

187. Расстояние  $d$  между пластинами плоского конденсатора равно 2 см, разность потенциалов  $U = 6$  кВ. Заряд  $Q$  каждой пластины равен 10 нКл. Вычислить энергию  $W$  поля конденсатора и силу  $F$  взаимного притяжения пластин.

188. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C = 1,11$  нФ заряжен до разности потенциалов  $U = 300$  В. После отключения от источника тока расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в пять раз. Определить: 1) разность потенциалов  $U$  на обкладках конденсатора после их раздвижения; 2) работу  $A$  внешних сил по раздвижению пластин.

189. На концах проводника длиной 3 м поддерживается разность потенциалов 1,5 В. Каково удельное сопротивление проводника, если плотность тока  $5 \cdot 10^5$  А/м?

190. Сколько ламп мощностью по 300 Вт, предназначенных для напряжения 110 В, можно установить параллельно в здании, если проводка от магистрали сделана медным проводом длиной 100 м и сечением 9 мм, а напряжение магистрали равно 122 В?

191. Определить число электронов, проходящих за время  $t = 1$  с через поперечное сечение площадью  $S = 1$  мм железной проволоки длиной  $l = 20$  м при напряжении на ее концах  $U = 16$  В.

192. Сколько витков нихромовой проволоки диаметром  $d = 1$  мм надо намотать на фарфоровый цилиндр радиусом  $r = 2,5$  см, чтобы получить печь сопротивлением  $R = 40$  Ом?

193. Катушка из медной проволоки имеет сопротивление  $R = 10,8$  Ом. Масса медной проволоки  $m = 3,41$  кг. Какой длины  $l$  и какого диаметра  $d$  проволока намотана на катушке?

194. Определить плотность тока  $I$  в железном проводнике длиной  $l = 10$  м, если провод находится под напряжением  $U = 6$  В.

195. Напряжение  $U$  на шинах электростанции равно 6,6 кВ. Потребитель находится на расстоянии  $l = 10$  км. Определить площадь  $S$  сечения медного провода, который следует взять для устройства двухпроводной линии

передач, если сила тока  $I$  в линии равна 20 А и потери напряжения в проводах не должны превышать 3 %.

196. ЭДС батареи  $E = 80$  В, внутреннее сопротивление  $r = 5$  Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $P = 100$  Вт. Определить силу тока в цепи  $I$ , напряжение  $U$ , под которым находится внешняя цепь, и ее сопротивление  $R$ .

197. ЭДС батареи  $E = 24$  В. Наибольшая сила тока  $I$ , которую может обеспечить батарея, равна 10 А. Определить максимальную мощность  $P$ , которая может выделяться во внешней цепи.

198. Имеются три 110-вольтовых электрических лампочки, мощности которых  $P_1 = P_2 = 40$  Вт и  $P_3 = 80$  Вт. Как надо включить эти лампочки, чтобы они давали нормальный накал при напряжении в сети  $U = 220$  В? Начертить схему. Найти токи  $I_1$ ,  $I_2$  и  $I_3$ , текущие через лампочки при нормальном накале.

199. От батареи с ЭДС  $E = 500$  В требуется передать энергию на расстояние  $l = 2,5$  км. Потребляемая мощность  $P = 10$  кВт. Найти минимальные потери мощности  $P$  в сети, если диаметр медных подводящих проводников  $d = 1,5$  см.

200. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение  $U$  на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление реостата  $R = 10$  Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $P = 120$  Вт. Найти силу тока  $I$  цепи.

Номер варианта	ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ №1																			
	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191
2	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192
3	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193
4	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194
5	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195
6	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196
7	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197
8	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198
9	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200

## ВТОРАЯ КОНТРОЛЬНАЯ

1. По длинному прямому проводу течет ток 60 А. Определить напряженность магнитного поля в точке, удаленной от проводника на 5 см.

2. Кольцо из тонкого провода содержит 80 витков. Радиус кольца 20 см. Определить напряженность магнитного поля в центре кольца, если по проходу течет ток 0,6 А.

3. По бесконечно длинному прямому проводу, согнутому под углом 120°, течет ток 50 А. Определить напряженность магнитного поля в точке, лежащей на биссектрисе угла и удаленной от вершины угла на расстояние 6 см.

4. По проводнику, изогнутому в виде окружности, течет ток. Напряженность магнитного поля в центре окружности равна 20 А/м. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Определить напряженность магнитного поля в точке пересечения диагоналей этого квадрата.

5. По проводнику, согнутому в виде прямоугольника со сторонами 6 и 10 см, течет ток силой 20 А. Определить напряженность магнитного поля в точке, лежащей на перпендикуляре, восстановленном из точки пересечения диагоналей к плоскости прямоугольника, и удаленной от него на расстояние 1 м.

6. Ток силой 50 А течет по проводнику, изогнутому под прямым углом. Найти напряженность магнитного поля в точке, лежащей на биссектрисе этого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии 20 см. Считать, что оба конца проводника находятся очень далеко от вершины угла.

7. По проводнику, изогнутому в виде окружности, течет ток. Напряженность магнитного поля в центре окружности 50 А/м. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Определить напряженность магнитного поля в точке пересечения диагоналей этого квадрата.

8. По двум одинаковым круговым виткам радиусом 6 см, плоскости которых взаимно перпендикулярны, а центры совпадают, текут одинаковые токи силой 3 А. Найти индукцию магнитного поля в центре витков.

9. Прямолинейный проводник расположен перпендикулярно плоскости кругового проводника радиусом 20 см и проходит на расстоянии половины радиуса от центра. Прямолинейный ток имеет силу 9,42 А, а круговой 2 А. Определить напряженность магнитного поля, создаваемого токами в центре круга.

10. Прямой длинный проводник изогнут в виде угла, равного 60°. По проводнику течет ток силой 10 А. Определить индукцию магнитного поля на биссектрисе внутри угла на расстоянии 20 см от вершины.



11. В однородное магнитное поле напряженностью  $1000 \text{ А/м}$  помещен прямой проводник длиной  $20 \text{ см}$  (подводящие провода находятся вне поля). Определить силу, действующую на проводник, если по нему течет ток  $50 \text{ А}$ , а угол между направлением тока и вектором напряженности  $30^\circ$ .

12. Рамка с током  $5 \text{ А}$  содержит  $20 \text{ см}$  витков тонкого провода. Определить магнитный момент рамки с током, если ее площадь  $10 \text{ см}^2$ .

13. По витку радиусом  $10 \text{ см}$  течет ток  $50 \text{ А}$ . Виток помещен в однородное магнитное поле напряженностью  $100 \text{ А/м}$ . Определить вращающий (механический) момент, действующий на виток, если плоскость витка составляет угол  $60^\circ$  с линиями напряженности.

14. Кольцо радиусом  $10 \text{ см}$  находится в однородном магнитном поле напряженностью  $1000 \text{ А/м}$ . Плоскость кольца составляет угол  $30^\circ$  с линиями напряженности. Вычислить величину магнитного потока, пронизывающего кольцо.

15. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи силой  $100 \text{ А}$ . Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

16. Короткая катушка площадью поперечного сечения  $150 \text{ см}^2$ , содержащая  $200$  витков провода, по которому течет ток силой  $4 \text{ А}$ , помещена в однородное магнитное поле напряженностью  $8000 \text{ А/м}$ . Определить магнитный момент катушки, а также вращающий момент, действующий на нее со стороны поля, если ось катушки составляет угол  $60^\circ$  с линиями поля.

17. Виток диаметром  $20 \text{ см}$ , может вращаться около вертикальной оси, совпадающей с одним из диаметров витка. Виток установили в плоскости магнитного меридиана и пустили по нему ток силой  $10 \text{ А}$ . Какой вращающий момент нужно приложить к витку, чтобы удержать его в начальном положении?

18. Рамка диаметром  $6 \text{ см}$  содержит  $100$  витков. Плоскость витков совпадает с направлением напряженности однородного магнитного поля, равной  $15 \text{ А/м}$ . Какой вращающий момент действует на рамку при токе в ней  $10 \text{ А}$ ?

19. Нормаль к плоскости рамки составляет угол  $30^\circ$  с направлением однородного магнитного поля. Под каким углом установилась рамка по отношению к полю, если вращающий момент, действующий на рамку, уменьшился в  $10$  раз? Решение пояснить рисунком.

20. По плоской круглой рамке, имеющей  $20$  витков радиусом  $2 \text{ см}$ , течет ток в  $1 \text{ А}$ . Нормаль к плоскости рамки составляет угол  $90^\circ$  с направлением магнитного поля напряженностью  $30 \text{ А/м}$  (воздух). Найти изменение вра-

щающего момента, действующего на рамку, если из 20 витков рамки сделать один круглый виток.

21. Протон влетел в магнитное поле перпендикулярно линиям напряженности и описал дугу радиусом 10 см. Определить скорость протона, если напряженность магнитного поля 10 А/м.

22. Определить частоту обращения электрона по круговой орбите в магнитном поле напряженностью 10 А/м.

23. Электрон в однородном магнитном поле движется по винтовой линии радиусом 5 см и шагом 20 см. Определить скорость электрона, если индукция магнитного поля 10 Гл.

24. Электрон в невозбужденном атоме водорода движется вокруг ядра по окружности радиусом  $0,53 \cdot 10^{-8}$  см. Вычислить момент эквивалентного кругового тока и механический момент, действующий на круговой ток, если атом помещен в магнитное поле с индукцией 0,4 Тл, направленной параллельно плоскости орбиты электрона.

25. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 1 кВ, влетает в однородное магнитное поле, направление которого перпендикулярно к направлению его движения. Индукция магнитного поля 1,19 мТл. Найти радиус окружности, по которой движется электрон, период обращения и момент импульса электрона.

26. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 300 В, движется параллельно прямолинейному длинному проводу на расстоянии 4 мм от него. Какая сила действует на электрон, если по проводнику пустить ток 5 А?

27. Поток альфа-частиц (ядер атома гелия), ускоренный разностью потенциалов 1 МВ, влетает в однородное магнитное поле напряженностью 1200 А/м. Скорость каждой частицы направлена перпендикулярно к направлению магнитного поля. Найти силу, действующую на каждую частицу.

28. Протон и электрон, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона больше радиуса кривизны траектории электрона?

29. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона больше радиуса кривизны траектории электрона?

30. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности радиусом 3 см со скоростью 10 м/с. Индукция магнитного поля 0,3 Тл. Найти заряд частицы, если известно, что ее энергия равна 12 кэВ.

31. Рамка площадью 50 см, содержащая 100 витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл. Определить макси-

мальную ЭДС индукции, если ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции, а рамка делает 960 об/мин.

32. Кольцо из проволоки сопротивлением 0,001 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл. Плоскость кольца составляет угол  $90^\circ$  с линиями индукции. Определить количество электричества, которое протечет по кольцу, если его выдернуть из поля. Площадь кольца  $10 \text{ см}^2$ .

33. Рамка площадью 100 см содержит 1000 витков провода сопротивлением 12 Ом. К концам обмотки подключено внешнее сопротивление 20 Ом. Определить максимальную мощность, необходимую для того, чтобы равномерно с частотой 8 с вращать рамку в магнитном поле, индукция которого равна 0,1 Тл.

34. В однородном магнитном поле, напряженностью 2000 А/м равномерно с частотой  $10 \text{ с}^{-1}$  вращается стержень длиной 20 см так, что плоскость его вращения перпендикулярна линиям индукции, а ось вращения проходит через один из его концов. Определить индуцируемую на концах стержня разность потенциалов.

35. Рамка, содержащая 1500 витков площадью 50 см, равномерно вращается в магнитном поле с напряженностью 810 А/м, делая 480 об/мин. Ось вращения лежит в плоскости и перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке.

36. Проволочный виток радиусом 4 см и сопротивлением 0,01 Ом находится в однородном магнитном поле с напряженностью 5000 А/м. Плоскость рамки составляет угол  $30^\circ$  с линиями поля. Какое количество электричества протечет по витку, если магнитное поле выключить?

37. Рамка из провода сопротивлением 0,01 Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки  $100 \text{ см}^2$ . Определить, какое количество электричества протечет через рамку за время поворота ее на угол  $30^\circ$  в случаях поворота: 1) от  $0^\circ$  до  $30^\circ$ ; 2) от  $30^\circ$  до  $60^\circ$ ; 3) от  $60^\circ$  до  $90^\circ$ .

38. Плоская круговая рамка диаметром 10 см находится в однородном магнитном поле. По рамке протекает ток силой 15 А. На сколько изменится вращающий момент, действующий на рамку, при повороте плоскости рамки на угол  $60^\circ$ ? (До поворота плоскость рамки совпадала с направлением поля). Напряженность поля 20 А/м, среда – воздух.

39. В магнитном поле, индукция которого 0,05 Тл, вращается стержень длиной 1 м с угловой скоростью 20 рад/с. Ось вращения проходит через ко-

нец стержня и параллельна магнитному полю. Найти ЭДС индукции, возникающую на концах стержня.

40. Круговой проволочный виток площадью  $0,01$  м находится в однородном магнитном поле, индукция которого равна  $1$  Тл. Плоскость витка перпендикулярна к направлению магнитного поля. Найти среднюю ЭДС индукции, возникающую в витке при выключении поля в течение времени  $10$  мс.

41. Соленоид содержит  $4000$  витков провода, по которому течет ток  $20$  А. Определить магнитный поток и потокосцепление, если индуктивность  $0,4$  Гн.

42. Соленоид содержит  $1000$  витков. Сечение сердечника  $10$  см. По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией  $1,5$  Тл. Найти среднее значение ЭДС, которая возникает на зажимах соленоида, если ток уменьшится до нуля за  $510$  с.

43. Катушка сопротивлением  $0,5$  Ом с индуктивностью  $4$  мГн параллельно соединена с проводником сопротивлением  $2,5$  Ом, по которому течет постоянный ток силой  $0,1$  А. Определить количество электричества, которое будет индуцировано в катушке при размыкании цепи.

44. Соленоид сечением  $5$  см содержит  $1200$  витков. Индукция магнитного поля внутри соленоида при токе  $2$  А равна  $0,01$  Тл. Определить индуктивность соленоида.

45. Соленоид сечением  $10$  см содержит  $1000$  витков. Индукция магнитного поля внутри соленоида при силе тока  $5$  А равна  $0,1$  Тл. Определить индуктивность соленоида.

46. На картонный каркас длиной  $0,8$  м и диаметром  $4$  см намотан в один слой провод диаметром  $0,25$  мм так, что витки плотно прилегают друг к другу. Вычислить индуктивность полученного соленоида.

47. Катушка, намотанная на немагнитный цилиндрический каркас, имеет  $250$  витков и индуктивность  $36$  мГн. Чтобы увеличить индуктивность катушки до  $100$  мГн, обмотку катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчетом, чтобы длина катушки осталась прежней. Сколько витков оказалось в катушке после перемотки?

48. Соленоид содержит  $600$  витков. При силе тока  $10$  А магнитный поток равен  $80$  мкВб. Определить индуктивность соленоида.

49. Соленоид содержит  $800$  витков. Сечение сердечника (из немагнитного материала) равно  $10$  см. По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией  $8$  мТл. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, которая возникает на зажимах соленоида, если сила тока уменьшается до нуля за время  $0,8$  мс.

50. Обмотка соленоида состоит из витков медной проволоки, поперечное сечение которой 1 мм. Длина соленоида 25 см; его сопротивление 0,2 Ом. Найти индуктивность соленоида.

51. Цепь состоит из катушки индуктивностью 0,1 Гн и источника тока. Источник тока отключили, не разрывая цепь. Время, через которое сила тока уменьшается до 0,001 первоначального значения, равно 0,07 с. Определить сопротивление катушки.

52. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением 20 Ом. Через время 0,1 с сила тока замыкания достигла 0,95 предельного значения. Определить индуктивность катушки.

53. Обмотка соленоида с железным сердечником содержит 600 витков. Длина сердечника 40 см. Как и во сколько раз изменится индуктивность соленоида, если сила тока, протекающего по обмотке, возрастает от 0,2 до 1 А?

54. Определить силу тока в цепи через 0,01 с после ее размыкания. Сопротивление цепи 20 Ом и индуктивность 0,1 Гн. Сила тока до размыкания цепи 50 А.

55. К источнику тока с внутренним сопротивлением 0,2 Ом присоединена катушка сопротивлением 0,8 Ом и индуктивностью 0,5 Гн. Определить, через какой промежуток времени с момента замыкания цепи ток достигнет значения, отличающегося от максимального на 1 %.

56. В цепи  $r_1 = 5$  Ом,  $r_2 = 95$  Ом,  $L = 0,34$  Гн,  $E = 38$  В. Внутреннее сопротивление батареи пренебрежимо мало. Определить силу тока в сопротивлениях в случаях: 1) до размыкания цепи, 2) в первый момент после размыкания, 3) через 0,01 с после размыкания.

57. Электрическая лампочка, сопротивление которой в горячем состоянии 10 Ом, подключается через дроссель к 12-вольтовому аккумулятору. Индуктивность дросселя 2 Гн, сопротивление 1 Ом. Через какое время после включения лампочка загорится, если она начинает заметно светиться при напряжении на ней 6 В?

58. Имеется катушка длиной 20 см и диаметром 2 см. Обмотка катушки состоит из 200 витков медной проволоки, площадь поперечного сечения которой  $1 \text{ мм}^2$ . Катушка включена в цепь с некоторой ЭДС. При помощи переключателя ЭДС выключается, и катушка замыкается накоротко. Через какое время после выключения ЭДС ток в цепи уменьшится в 2 раза?

59. Катушка имеет индуктивность 0,2 Гн и сопротивление 1,64 Ом. Во сколько раз уменьшится ток в катушке через время 0,005 с после того, как ЭДС выключена и катушка замкнута накоротко?

60. Катушка имеет индуктивность  $0,144$  Гн и сопротивление  $10$  Ом. Через какое время после включения в катушке потечет ток, равный половине установившегося?

61. Соленоид содержит  $4000$  витков провода, по которому течет ток  $20$  А. Определить магнитный поток и потокосцепление, если индуктивность  $0,4$  Гн.

62. Определить объемную плотность энергии магнитного поля в стальном сердечнике, если индукция магнитного поля  $0,5$  Тл.

63. По обмотке соленоида индуктивностью  $0,2$  Гн течет ток  $10$  А. Определить энергию магнитного поля соленоида.

64. Напряженность магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от  $100$  до  $800$  А/м. Определить, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии магнитного поля.

65. По обмотке тороида течет ток силой  $0,6$  А. Витки провода диаметром  $0,4$  мм плотно прилегают друг к другу. (Толщиной изоляции пренебречь). Определить величину энергии магнитного поля в стальном сердечнике тороида, если площадь сечения его  $4$  см, а диаметр средней линии  $30$  см.

66. Соленоид содержит  $1000$  витков. Сила тока в обмотке соленоида равна  $1$  А, магнитный поток  $0,01$  Вб. Определить энергию магнитного поля.

67. Обмотка тороида содержит  $10$  витков на каждый сантиметр длины. Сердечник немагнитный. При какой силе тока плотность энергии магнитного поля равна  $1$  Дж/м<sup>3</sup>.

68. Определить плотность энергии магнитного поля в железном сердечнике замкнутого соленоида, если напряженность намагничивающего поля равна  $1200$  А/м.

69. Определить плотность энергии магнитного поля в центре кольцевого проводника, имеющего радиус  $R = 25$  см и содержащего  $N = 100$  витков. Сила тока в проводнике  $1-2$  А.

70. При какой силе тока в прямолинейном бесконечно длинном проводнике плотность магнитного поля на расстоянии  $1$  см от проводника равна  $0,1$  Дж/м<sup>3</sup>?

71. Виток радиусом  $10$  см, по которому течет ток силой  $20$  А, свободно установился в однородном магнитном поле напряженностью  $1000$  А/м. Виток повернули относительно диаметра на угол  $60^\circ$ . Определить величину совершенной работы.

72. В одной плоскости с длинным прямым проводом, по которому течет ток силой  $50$  А, расположена прямоугольная рамка так, что две большие стороны ее длиной  $65$  см параллельны проводу, а расстояние от провода до

ближайшей из этих сторон равно ее ширине. Определить магнитный поток, пронизывающий рамку.

73. Тороид со стальным сердечником, длина которого по средней линии 1 м, имеет вакуумный зазор 4 мм. Обмотка тороида содержит 8 витков на 1 см длины. При какой силе тока индукция в зазоре будет равна 1 Тл? Рассеянием магнитного потока вблизи зазора пренебречь.

74. В железном сердечнике соленоида, содержащего 10 витков на 1 см длины, индукция равна 1,3 Тл. Железный сердечник заменили стальным. Определить, во сколько раз следует изменить силу тока в обмотке соленоида, чтобы индукция в сердечнике осталась неизменной.

75. Прямой проводник длиной 20 см находится в однородном магнитном поле, индукция которого 1 Тл. Концы проводника замкнуты проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи 0,1 Ом. Определить силу, которую нужно приложить к проводнику, чтобы перемещать его перпендикулярно линиям индукции со скоростью 2,5 м/с.

76. На соленоид длиной 20 см и площадью поперечного сечения  $30 \text{ см}^2$  надет проволочный виток. Обмотка соленоида имеет 320 витков, и по нему идет ток 3 А. Какая средняя ЭДС индуцируется в надетом на соленоид витке, когда ток в соленоиде выключается в течение времени 1 мс.

77. На соленоид длиной 144 см и диаметром 5 см надет проволочный виток. Обмотка соленоида имеет 2000 витков, и по ней течет ток 2 А. Соленоид имеет железный сердечник. Какая средняя ЭДС индуцируется в надетом на соленоид витке, когда ток в соленоиде выключается в течение времени 2 мс?

78. В однородном магнитном поле, индукция которого 0,1 Тл, вращается катушка, состоящая из 200 витков. Ось вращения катушки перпендикулярна к ее оси и к направлению магнитного поля. Период обращения катушки 0,2 с; площадь поперечного сечения  $4 \text{ см}^2$ . Найти максимальную ЭДС индукции во вращающейся катушке.

79. Катушка длиной 20 см и диаметром 3 см имеет 400 витков. По катушке идет ток 2 А. Найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий площадь ее поперечного сечения.

80. Площадь поперечного сечения соленоида с железным сердечником  $10 \text{ см}^2$ ; длина соленоида 1 м. Найти магнитный поток, пронизывающий поперечное сечение соленоида, 1,4 мВб. Какому току, текущему через соленоид, соответствует этот магнитный поток, если известно, что индуктивность соленоида при этих условиях 0,44 Гн?

Номер варианта	ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ №2							
	1	1	11	21	31	41	51	61
2	2	12	22	32	42	52	62	72
3	3	13	23	33	43	53	63	73
4	4	14	24	34	44	54	64	74
5	5	15	25	35	45	55	65	75
6	6	16	26	36	46	56	66	76
7	7	17	27	37	47	57	67	77
8	8	18	28	38	48	58	68	78
9	9	19	29	39	49	59	69	79
0	10	20	30	40	50	60	70	80

### **ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ**

Каждый студент выполняет вариант задания, определяемый по единой для всех контрольных работ таблице вариантов в соответствии с последней цифрой его учебного шифра в зачетной книжке.

### **ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

При выполнении контрольных работ необходимо строго придерживаться указанных ниже правил. Работы, выполненные без соблюдения этих правил, не засчитываются и возвращаются студенту для переработки.

1. Каждая контрольная работа должна быть выполнена в отдельной тетради в клетку чернилами любого цвета, кроме красного. Необходимо оставлять поля шириной 4-5 см для замечаний рецензента.

2. В заголовке работы на обложке тетради должны быть ясно написаны фамилия студента, его инициалы, учебный номер (шифр), номер контрольной работы, название дисциплины; здесь же следует указать название учебного заведения, дату отсылки работы в институт и адрес. В конце работы следует поставить дату ее выполнения и расписаться.

3. В работу должны быть включены все задачи, указанные в задании строго по положенному варианту. Контрольные работы, содержащие не все задачи задания, а также задачи не своего варианта, не засчитываются.

4. Решение задач надо располагать в порядке номеров, указанных в заданиях, сохраняя номера задач.



5. Перед решением каждой задачи надо полностью выписать ее условие. В том случае, если несколько задач, из которых студент выбирает задачи своего варианта, имеют общую формулировку, следует, переписывая условие задачи, заменить общие данные конкретными, взятыми из соответствующего номера.

6. Решение задач следует излагать, подробно и аккуратно объясняя и мотивируя все действия по ходу решения и делая необходимые чертежи.

7. После получения прорецензированной незачтенной работы студент должен исправить все отмеченные рецензентом ошибки и недочеты и выполнить все рекомендации рецензента.

Если рецензент предлагает внести в решение задач те или иные исправления или дополнения и прислать их для повторной проверки, то это следует сделать в короткий срок.

В случае незачета работы и отсутствия прямого указания рецензента на то, что студент может ограничиться представлением исправленных решений отдельных задач, вся работа должна быть выполнена заново.

При высылаемых исправлениях должна обязательно находиться прорецензированная работа и рецензия на нее. Поэтому рекомендуется при выполнении контрольной работы оставлять в конце тетради несколько чистых листов для всех дополнений и исправлений в соответствии с указаниями рецензента. Вносить исправления в сам текст работы после ее рецензирования запрещается.