

## Задачи

### Механика

1. Материальная точка, двигаясь прямолинейно и равномерно, в момент времени  $t_1 = 1$  с имела координату  $x_1 = -5$  м, а в момент времени  $t_2 = 3$  с — координату  $x_2 = -9$  м. Напишите уравнение движения точки. Найдите координату в момент времени  $t_3 = 2$  с. Какой путь прошло тело за промежуток времени  $t_2 - t_3$ ?

2. Координата тела, движущегося прямолинейно, меняется с течением времени согласно уравнению  $x = 6 - 4t$ . Нарисуйте графики зависимостей  $v(t)$ ,  $v_x(t)$ ,  $x(t)$  и  $l(t)$ . Найдите координату точки в момент времени  $t_1 = 2$  с и её путь за время  $t_1$ .

3. Тело одну треть пути двигалось со скоростью 5 м/с. Определите скорость тела на остальном пути, если средняя скорость на всём пути 7,5 м/с.

4. Катер переплывает реку. Скорость течения  $v_1$ , скорость катера относительно воды  $v_2$  ( $v_2 > v_1$ ). Под каким углом  $\alpha$  к берегу должен плыть катер, чтобы пересечь реку: а) за минимальное время; б) по кратчайшему пути? Найдите время движения в каждом случае, если ширина реки  $l$ .

5. Капли дождя, падающие отвесно, образуют на окне горизонтально движущегося автобуса полосы под углом  $\alpha = 30^\circ$  к вертикали. Определите скорость падения капель, если автобус движется с постоянной скоростью 10 м/с.

6. Тело совершает два последовательных одинаковых по модулю перемещения со скоростью  $v_1 = 20$  м/с под углом  $\alpha_1 = 60^\circ$  к направлению  $OX$  и  $v_2 = 40$  м/с под углом  $\alpha_2 = 120^\circ$  к тому же направлению  $OX$ . Найдите модуль средней скорости тела и его среднюю путевую скорость.

7. Поезд увеличивает скорость с  $v_1 = 30$  км/ч до  $v_2 = 60$  км/ч за время  $t = 8$  с. Какой путь пройдёт поезд за это время? Ускорение поезда считайте постоянным.

8. От основания гладкой наклонной плоскости движется снизу вверх шарик. На расстоянии  $l = 30$  см от основания плоскости шарик побывал дважды: через время  $t_1 = 1$  с и  $t_2 = 2$  с после начала движения. Определите начальную скорость и время движения шарика.

9. За пятую секунду движения тело проходит путь  $s = 5$  см и останавливается. Какой путь тело прошло за третью секунду своего движения, если оно происходило с постоянным ускорением?

10. Камень бросили вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 10$  м/с. Найдите максимальную высоту подъёма камня.

11. Камень падает с башни с нулевой начальной скоростью. Вторую половину пути он пролетел за время  $t = 1$  с. Найдите высоту башни. Решите задачу двумя способами, поместив начало координат в точке бросания и на поверхности земли.

12. Тело, брошенное вертикально вверх, дважды проходит через точку на высоте  $h = 1$  м. Промежуток времени между этими событиями  $\Delta t = 3$  с. Найдите время от начала движения до возвращения тела в начальное положение.

13. Лифт высотой  $h = 2,5$  м опускается с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. В некоторый момент с потолка лифта падает болт. Определите время падения болта.

14. Жонглер бросает один за другим два шарика с одного уровня вертикально вверх с одинаковой начальной скоростью. Когда первый шарик достиг максимальной высоты  $H$ , жонглер бросил второй шарик. На какой высоте  $h$  шарики встретятся?

15. Камень бросили с крыши дома горизонтально с начальной скоростью  $v_0 = 20$  м/с. На землю он упал под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту. Какова высота дома?

16. Футболист бьёт по мячу, лежащему на поле на расстоянии  $l = 11$  м от ворот. Начальная скорость мяча направлена под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту. Определите начальную скорость мяча, при которой он попадёт в перекладину ворот, расположенную на высоте  $H = 2,7$  м. Линейными размерами мяча и перекладины пренебречь.

17. Колесо радиусом  $R = 0,5$  м катится со скоростью  $v = 1$  м/с без скольжения по горизонтальной дороге. Определите скорость и ускорение точек, лежащих на концах вертикального и горизонтального диаметров.

18. Гладкий диск радиусом  $R$  вращается вокруг оси с частотой  $n = 40$  об/мин. От поверхности диска на расстоянии  $\frac{R}{2}$  от оси отрывается кусочек. За какое время он соскользнёт с диска?

19. В вагоне поезда, движущегося по горизонтальной плоскости со скоростью  $v = 20$  м/с по закруглению радиусом  $R = 200$  м, производится взвешивание груза с помощью динамометра, свободно подвешенного к потолку вагона. Определите результат взвешивания.

20. Через блок перекинута нить, к концам которой подвешены одинаковые гири массой  $M = 0,5$  кг каждая. Какой дополнительный груз массой  $m$  надо положить на одну из гирь, чтобы они стали двигаться с ускорением  $a = 0,2$  м/с<sup>2</sup>? Массой блока и трением пренебречь. Нить невесома и нерастяжима.

21. Груз массой  $m = 100$  кг перемещают равномерно по горизонтальной поверхности, приложив силу, направленную под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Найдите эту силу, если коэффициент трения равен  $0,3$ .

22. Тело массой  $m = 1$  кг движется по вертикальной стене (рис. 1). К телу приложена сила  $F = 8$  Н, направленная под углом  $\alpha = 30^\circ$  к вертикали. Коэффициент трения между телом и стеной равен  $0,2$ . Определите ускорение тела и силу давления на стенку.

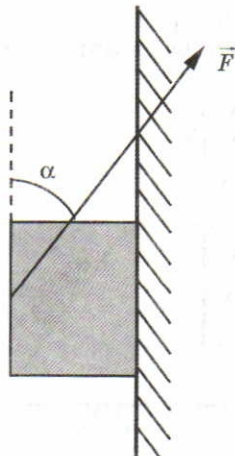


Рис. 1

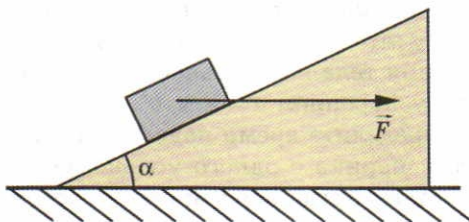


Рис. 2

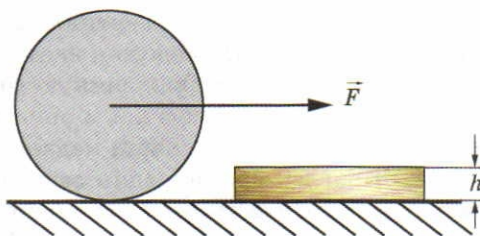


Рис. 3

23. Груз находится на наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha$  с горизонтом. К грузу приложена сила  $F$ , направленная горизонтально (рис. 2). Коэффициент трения груза о плоскость равен  $k$ . Определите массу груза, если он перемещается равномерно вниз по плоскости.

24. Тело без начальной скорости начинает соскальзывать с горы высотой  $h$ , имеющей угол наклона  $\alpha$  к горизонту. За какое время тело соскользнет с горки, если по такой же горке, но с углом наклона  $\beta$ , тело движется равномерно?

25. Труба массой  $M = 1,2 \cdot 10^3$  кг лежит на земле. Какую силу надо приложить, чтобы приподнять краном трубу за один из её концов?

26. Каким должен быть коэффициент трения для того, чтобы лёгкий клин, заколоченный в бревно, не выскакивал из него? Угол при вершине клина равен  $30^\circ$ .

27. Две пружины жёсткостью  $k_1$  и  $k_2$  соединяют один раз последовательно, другой раз — параллельно. Какой должна быть эквивалентная жёсткость пружины, которой можно заменить эту систему из двух пружин?

28. Тяжёлый цилиндрический каток массой  $m$  и радиусом  $R$  необходимо вкатить на ступеньку высотой  $h$  (рис. 3). Найдите минимальную силу  $F$ , которую необходимо приложить для этого к центру катка в горизонтальном направлении, если  $R > h$ .

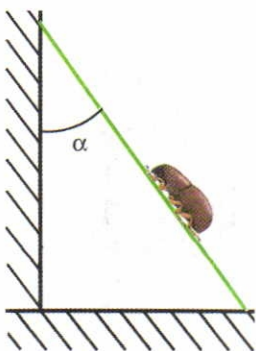


Рис. 4

29. Прутик опирается на гладкую вертикальную стенку, образуя с ней угол  $\alpha = 30^\circ$  (рис. 4). Нижний конец прутика находится на шероховатом полу. При каком коэффициенте трения между прутиком и полом жук, взбирающийся вверх по прутiku, сможет достичь его вершины? Масса жука втрое меньше массы прутика.

30. Однородная тонкая пластинка имеет форму круга радиусом  $R$ , в котором вырезано круглое отверстие вдвое меньшего радиуса, касающееся края пластинки. Где находится центр тяжести?

31. Шар массой  $m = 100$  г, движущийся по гладкой горизонтальной плоскости со скоростью  $v = 1$  м/с, упруго ударяется о вертикальную плоскость. Определите среднюю силу удара, с которой шар действует на стену,

если длительность удара равна  $t = 0,02$  с. Направление скорости составляет с плоскостью угол, равный: а)  $90^\circ$ ; б)  $30^\circ$ .

32. Человек массой  $m = 70$  кг сидит на корме лодки, находящейся в озере. Длина лодки  $l = 5$  м, масса  $M = 280$  кг. Человек переходит на нос лодки. На какое расстояние передвинется относительно дна: а) человек; б) лодка? Спротивлением воды пренебречь.

33. По горизонтальному пути без трения движется платформа массой  $M$  со скоростью  $v$ . На платформу падает вертикально камень массой  $m$ . Через некоторое время в платформе открывается люк, и камень проваливается вниз. С какой скоростью будет двигаться платформа уже без камня?

34. Какую работу совершит сила  $F = 30$  Н, подняв по наклонной плоскости груз массой  $m = 2$  кг на высоту  $h = 2,5$  м с ускорением  $a = 10$  м/с<sup>2</sup>? Сила направлена параллельно наклонной плоскости. Трением о плоскость пренебречь.

35. На нити длиной  $l$  подвешен маленький шарик. Какую горизонтальную скорость надо сообщить шарiku, чтобы нить отклонилась на угол  $\alpha = 90^\circ$ ?

36. Тело массой  $m$ , находящееся на вершине наклонной плоскости высотой  $H$ , соскальзывает вниз и, пройдя некоторый путь по горизонтальному участку, останавливается. Какую работу надо совершить, чтобы втащить тело обратно на вершину наклонной плоскости по тому же пути?

37. Маленький шарик начинает скользить из верхней точки неподвижной гладкой полусферы радиусом  $R$ . На какой высоте от основания полусферы шарик оторвется от её поверхности? На какую высоту шарик подскочит после абсолютного упругого удара о горизонтальную плоскость, на которой стоит полусфера?

38. Гимнаст падает с высоты  $H = 12$  м на упругую сетку. Прогиб сетки под действием веса гимнаста  $x_0 = 1$  м. Найдите отношение максимальной силы, действующей на гимнаста со стороны сетки, к его весу.

## Молекулярная физика. Термодинамика

39. В сосуде вместимостью  $V = 8$  л находится гелий массой  $m = 8$  г под давлением  $p = 10^5$  Па. Определите число молекул гелия в сосуде и их суммарную кинетическую энергию.

40. Объём пузырька воздуха, всплывающего со дна озера на поверхность, увеличился в три раза. Какова глубина озера? Считайте температуру воды постоянной, атмосферное давление нормальным.

41. Открытую с обоих концов стеклянную трубку наполовину погружают в ртуть. Затем трубку закрывают пальцем и вынимают из ртути. Найдите длину столбика ртути, оставшегося в трубке, если длина трубки 1 м, атмосферное давление 750 мм рт. ст.

42. При повышении температуры газа на 10% его давление увеличилось на 2 атм. Под каким давлением находился газ?

43. Плотность идеального газа равна  $2,5$  кг/м<sup>3</sup>, а средняя квадратичная скорость молекул —  $550$  м/с. Определите давление газа.

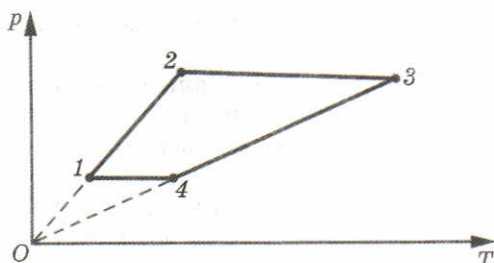


Рис. 5

44. В сосуде вместимостью  $V = 1 \text{ дм}^3$  находится азот массой  $m = 0,28 \text{ г}$ . Газ нагревают до температуры  $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ , при которой  $\alpha = 30 \%$  молекул азота диссоциировало на атомы. Определите давление в сосуде.

45. В комнате объёмом  $64 \text{ м}^3$  находится воздух при температуре  $17 \text{ }^\circ\text{C}$ . Какая масса воздуха выйдет через форточку, если температура в комнате повысится до  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

46. По газопроводу течёт углекислый газ при температуре  $17 \text{ }^\circ\text{C}$  и под давлением  $5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Какова скорость движения газа в трубе, если за 5 мин через площадь поперечного сечения  $6 \text{ см}^2$  протекает  $2,5 \text{ кг}$  углекислого газа?

47. В сосуде вместимостью  $V = 5 \text{ л}$  находится гелий под давлением  $p = 0,3 \text{ МПа}$ . Какова внутренняя энергия газа в сосуде?

48. Сосуд вместимостью  $V = 0,25 \text{ м}^3$  содержит неон под давлением  $p = 120 \text{ кПа}$ . Какое давление установится в сосуде, если неону сообщить количество теплоты  $Q = 9 \text{ кДж}$ ?

49. Идеальный одноатомный газ адиабатно переводят из состояния с параметрами  $V_1 = 1 \text{ л}$  и  $p_1 = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$  в состояние с параметрами  $V_2 = 2 \text{ л}$  и  $p_2 = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Определите работу, совершаемую газом.

50. Один моль идеального газа совершает циклический процесс (рис. 5). Найдите работу, совершённую газом, если известны температуры  $T_1, T_2, T_3$  и  $T_4$  газа.

51. Один моль идеального газа совершает замкнутый цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Температуры в точках 2 и 4 равны соответственно  $T_2$  и  $T_4$ . Точки 2 и 4 на диаграмме  $p-V$  лежат на прямой, проходящей через начало координат. Определите работу, совершаемую газом за цикл.

52. Идеальный одноатомный газ совершает цикл, состоящий из изобары, изохоры и адиабаты (рис. 6). Определите КПД цикла.

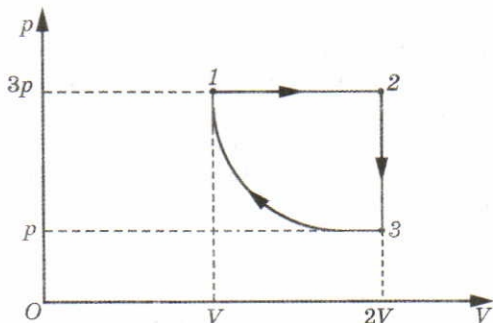


Рис. 6

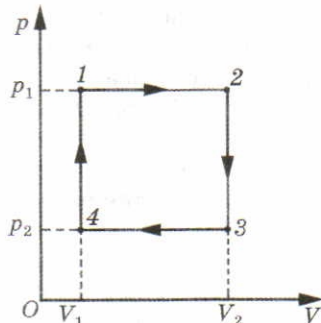


Рис. 7

53. Идеальная тепловая машина имеет температуру нагревателя 400 К и температуру холодильника 300 К. Во сколько раз увеличится КПД машины, если температуру нагревателя повысить на 200 К?

54. Тепловая машина работает по циклу, изображённому на рис. 7. В качестве рабочего тела используется одноатомный газ. Определите КПД цикла, если известны величины  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $V_1$  и  $V_2$ . Изобразите цикл в координатах  $p$ ,  $T$  и  $V$ ,  $T$ .

55. В сосуд, содержащий 19 кг воды при температуре 10 °С, положили лёд, имеющий температуру -50 °С, после чего температура в сосуде оказалась равной -4 °С. Сколько льда положили в сосуд? Теплоёмкостью сосуда и потерями теплоты пренебречь.

56. В калориметр со льдом впущен пар при температуре 100 °С. Масса льда 100 г, его температура 0 °С. Сколько воды окажется в калориметре после того, как весь лёд растает? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

57. Пробирку, содержащую  $M = 12$  г воды, помещают в охлаждённую смесь, где вода переохлаждается до температуры  $t = -5$  °С. Затем пробирку вынимают и встряхивают, причём часть воды замерзает. Сколько воды должно обратиться в лёд, если считать, что между водой и стенками пробирки не происходит теплообмена?

58. В закрытой теплице вместимостью 33,2 м<sup>3</sup> относительная влажность в дневное время при температуре 27 °С равна 75%. Какая масса росы выпадет в теплице ночью, когда температура понизится до 15 °С?

## Электродинамика

59. Два маленьких заряженных шарика находятся в керосине ( $\epsilon = 2$ ) на расстоянии 1 см друг от друга и взаимодействуют с силой 2,7 Н. Заряд одного шарика больше заряда другого шарика в 3 раза. Определите заряды шариков.

60. Два точечных заряда 4 мкКл и -8 мкКл находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Где и какой нужно расположить третий заряд, чтобы система находилась в равновесии?

61. Два маленьких заряженных шарика подвешены в одной точке на невесомых непроводящих нитях одинаковой длины. Шарик опустили в керосин ( $\epsilon = 2$ ). Определите плотность материала шариков, если угол расхождения нитей в воздухе и в керосине один и тот же. Плотность керосина равна 0,8 г/см<sup>3</sup>.

62. В элементарной теории атома водорода принимают, что электрон вращается вокруг протона по окружности. Какова скорость вращения электрона, если радиус его орбиты  $0,5 \cdot 10^{-10}$  м?

63. В вершинах квадрата со стороной 0,1 м помещены заряды по 0,1 нКл. Определите напряжённость и потенциал поля в центре квадрата, если один заряд положительный, а три других — отрицательные.

64. 1000 одинаковых заряженных капель ртути имеют потенциал, равный 1 В. Определите потенциал большой шарообразной капли, которая получится в результате слияния этих капель.

65. Два электрона находятся на большом расстоянии друг от друга и начинают двигаться навстречу друг другу со скоростью 1 км/с каждый. На какое минимальное расстояние сблизятся электроны?

66. Электрон влетает в середину зазора между обкладками конденсатора со скоростью  $2 \cdot 10^7$  м/с в направлении, параллельном обкладкам. При какой минимальной разности потенциалов на обкладках электрон не вылетит из конденсатора, если длина конденсатора 10 см, а расстояние между его обкладками 1 см?

67. Площадь пластин плоского слюдяного конденсатора  $1,1 \text{ см}^2$ , зазор между ними 3 мм. При разряде конденсатора выделилась энергия 1 мкДж. До какой разности потенциалов был заряжен конденсатор? Диэлектрическая проницаемость слюды равна 6.

68. В проводнике сила тока равна 10 А. Найдите массу электронов, прошедших через поперечное сечение проводника за 1 ч.

69. Определите площадь поперечного сечения и длину алюминиевой проволоки, если её сопротивление  $R = 2 \text{ Ом}$ , а масса 54 г. Удельное сопротивление алюминия  $2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .

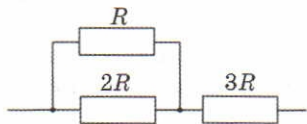


Рис. 8

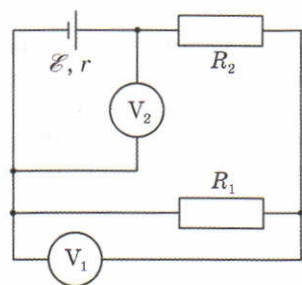


Рис. 9

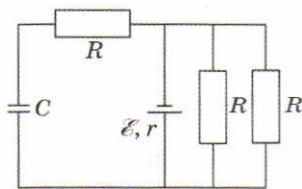


Рис. 10

70. Электрическое сопротивление двух последовательно соединённых резисторов равно 5 Ом, а параллельно соединённых равно 1,2 Ом. Определите сопротивление каждого резистора.

71. К резистору подключён вольтметр, имеющий сопротивление  $R = 1 \text{ кОм}$ . Определите сопротивление резистора, если общая сила тока 40 мА, а вольтметр показывает 20 А.

72. Гальванический элемент с ЭДС, равной 1,1 В, подключён в цепь с сопротивлением  $R = 2 \text{ Ом}$ , по которому идёт ток. Сила тока  $I = 0,5 \text{ А}$ . Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

73. В цепь, состоящую из аккумулятора и резистора сопротивлением  $R = 20 \text{ Ом}$ , подключили вольтметр один раз последовательно, другой — параллельно резистору. Показания вольтметра в обоих случаях одинаковы. Определите внутреннее сопротивление аккумулятора, если сопротивление вольтметра равно 500 Ом.

74. Какая мощность выделяется на резисторе  $3R$ , если на резисторе  $R$  она равна 4 Вт (рис. 8)?

75. Определите показания идеальных вольтметров в электрической цепи (рис. 9). Величины  $\mathcal{E}$ ,  $r$ ,  $R_1$  и  $R_2$  считайте заданными.

76. Найдите заряд конденсатора в схеме, изображённой на рис. 10. ЭДС источника тока 1,5 В, внутреннее сопротивление 2 Ом, сопротивление резистора 6 Ом.

- № 31. 1. На  $10^\circ\text{C}$ . 2. На 1245 Дж. 3. 10 кДж. 4.  $5 \cdot 10^5$  Па. 5.  $113^\circ\text{C}$ .  
 № 32. 1. 400 Дж. 2. 2,5 кг. 3. 2 кг. 4. 10 Дж. 5. 2490 Дж. 6.  $10 RT_0$ . 7.  $-2Q$ .  
 № 33. 1. а) 35%; б) 42%. 2. 20%. 3. 55%.  
 № 34. 4. 1,5 МДж. 5. 1902 кДж. 6. 40 кг. 7.  $0^\circ\text{C}$ ; масса воды 0,4 кг; масса льда 0,3 кг.  
 № 35. 3.  $2,4 \cdot 10^{-2}$  Н/м. 4.  $2,63 \cdot 10^{-5}$  Н. 5.  $1,28 \cdot 10^{-3}$  Н;  $0,64 \text{ м/с}^2$ .  
 № 38. 1. 15,25 МДж. 2. 5,3 МДж.  
 № 39. 3. 75%. 4. 15,84 мм рт. ст. 5.  $1,7 \cdot 10^5$  Па;  $2,4 \cdot 10^5$  Па. 6. 0,01 г.  
 № 40. 1.  $6,75 \cdot 10^{-2}$  Н. 2.  $1,5 \cdot 10^{-5}$  Н. 3.  $2,3 \cdot 10^{-12}$  Н. 4.  $10^{-5}$  Кл. 5.  $8,1 \cdot 10^{-4}$  Н. 6. 28,8 Н.  
 № 41. 1.  $1,8 \cdot 10^{-5}$  Н. 2.  $1,5 \cdot 10^7$  Н/Кл;  $1,7 \cdot 10^{-5}$  Кл. 3.  $10^3$  Н/Кл. 4.  $9 \cdot 10^4$  Н/Кл.  
 № 42. 1. 600 В. 2. 1,1 кДж. 3. 500 В. 4. 2200 В/м.  
 № 43. 1. 5 мкФ;  $4 \cdot 10^{-3}$  Дж. 2.  $2 \cdot 10^{-3}$  Кл; 0,2 Дж. 3. 8850 пФ. 4.  $-3 \cdot 10^{-3}$  Дж.  
 № 44. 1. 6 В. 2. 9 Дж.  
 № 45. 1. 100 В. 2. 12,5 Ом. 3. 2 Ом. 4. 0,5 А; 4 В. 5. 0,4 Ом.  
 № 46. 2. 24 Ом; 16 Ом. 3. 18. 4. 1 В. 5. 2,7 А. 6. 2 Ом; 9 Ом; 18 Ом.  
 № 47. 1. 294 Дж. 2. 60 Дж. 4. 1,3 кВт. 5. 500 А. 6. 70,7 В. 8. 484 Ом. 9. 3,6 кВт·ч.  
 № 49. 1.  $8,4 \cdot 10^3$  Кл. 2.  $3,39 \cdot 10^{-7}$  кг/Кл. 3. 422 А.

## Ответы к задачам

1.  $x = -3 - 2t$ ; -7 м; 4 м. 2. -2 м; 8 м. 3. 10 м/с. 4. а)  $\alpha = 90^\circ$ ,  $t = \frac{l}{v_2}$ ; б)  $\alpha = \arccos \frac{v_1}{v_2}$ ,  
 $t = \frac{l}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}$ . 5. 8,7 м/с. 6. 23 м/с; 27 м/с. 7. 100 м. 8. 0,45 м/с;  $0,3 \text{ м/с}^2$ . 9. 25 см.  
 10. 5 м. 11. 57 м. 12. 3,1 с. 13. 0,8 с. 14.  $\frac{3}{4}$  Н. 15. 20 м. 16. 13 м/с. 17. 2 м/с,  
 0, 1,4 м/с;  $2 \text{ м/с}^2$ . 18. 0,4 с. 19. 51 Н. 20. 0,02 кг. 21. 300 Н. 22.  $2,2 \text{ м/с}^2$ ; 4 Н.  
 23.  $m = \frac{F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$ . 24.  $t = \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{\frac{2h}{g(1 - \text{ctg} \alpha + \text{tg} \beta)}}$ . 25.  $6 \cdot 10^3$  Н. 26.  $k = 0,27$ .  
 27.  $\left( \frac{1}{k_{\text{полл}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$ . 28.  $F \geq \frac{mg\sqrt{h(2R - h)}}{R - h}$ . 29.  $\mu = \frac{5 \text{tg} \alpha}{8}$ . 30. На расстоянии  $\frac{R}{6}$   
 от центра круга. 31. 10 Н; 5 Н. 32. 4 м; 1 м. 33.  $\frac{Mv}{M + m}$ . 34. 147 Дж. 35.  $\sqrt{2gl}$ .  
 36.  $2mgH$ . 37.  $\frac{2R}{3}$ ;  $\frac{23R}{27}$ . 38. 6. 39.  $1,2 \cdot 10^{24}$  молекул; 1,2 кДж. 40. 20 м. 41. 0,25 м.  
 42. 20 атм. 43.  $2,5 \cdot 10^5$  Па. 44.  $1,8 \cdot 10^5$  Па. 45. 0,8 кг. 46. 1,5 м/с.  
 47. 2,25 кДж. 48. 144 кПа. 49. 90 Дж. 50.  $A = R(T_1 + T_3 - T_2 - T_4)$ . 51.  $A = R(T_2 +$   
 $+ T_4 - 2\sqrt{T_2 \cdot T_4})$ . 52. 20%. 53. 2. 54.  $\eta = \frac{2(p_1 - p_2)(V_2 - V_1)}{5(V_2 - V_1)p_1 + 3V_1(p_1 - p_2)}$ . 55. 40 кг.  
 56. 112,5 г. 57. 0,75 г. 58. 223 г. 59.  $4,2 \cdot 10^{-7}$  Кл;  $1,4 \cdot 10^{-7}$  Кл. 60. 1,22 м;  
 $4,8 \cdot 10^{-5}$  Кл. 61. 900 кг/м<sup>3</sup>. 62.  $2,2 \cdot 10^6$  м/с. 63. 360 В/м; 25,4 В. 64. 100 В.  
 65. 0,25 мм. 66. 22,7 В. 67. 1014 В. 68. 0,2 мг. 69. 0,5 мм<sup>2</sup>. 70. 3 Ом; 5 Ом.  
 71. 1 кОм. 72. 0,55 А. 73. 0,8 Ом. 74. 9 Вт. 75. 9 мкКл.